

# *Schéma Régional Climat Air Energie du Nord-Pas-de-Calais*

« Qualité de l'air »

*Document de travail ne constituant pas le  
diagnostic final du SRCAE*

Cette fiche est un document de travail élaborée à partir des différents documents d'études, sources de données et contribution reçus de la part des participants aux ateliers d'élaboration du SRCAE.

Il ne constitue pas à ce jour le diagnostic final qui sera intégré dans le futur schéma, mais se veut un document permettant de cadrer le travail de l'atelier « Air ».

La principale source de documentation est bien évidemment l'association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air ATMO Nord-Pas-de-Calais qui a la responsabilité de la surveillance de la qualité de l'air en région et dispose de nombreux outils et retour d'expérience depuis très longtemps. Le Plan de surveillance de la qualité de l'air (PSQA) réalisé par ATMO fin 2010 a été largement repris dans cette fiche de travail.

Une grande partie des remarques formulées dans les premiers ateliers ainsi que dans les deux comités techniques « Air » élargis a été intégrée. Le document est forcément lacunaire, et vise à être enrichi au fil des contributions fournies par les partenaires régionaux.

# Sommaire

<b>Repères</b>	<b>3</b>
<b>Cadrages réglementaires</b>	<b>3</b>
SRCAE et objectifs sur la qualité de l'air	3
Les polluants réglementés	3
<b>Le dispositif de suivi et d'évaluation de la qualité de l'air en région Nord Pas-de-Calais</b>	<b>5</b>
Les stations de mesures et outils d'analyse et de modélisation	5
<b>Points sur les connaissances scientifiques sur l'analyse de la qualité de l'air et de ses impacts en région Nord-Pas-de-Calais</b>	<b>9</b>
Définition et caractérisation des polluants atmosphériques	9
Analyse des impacts de la pollution atmosphérique sur la santé humaine	11
Rappels sur les polluants atmosphériques visés et leurs effets sur la santé et les écosystèmes	12
Qualité de l'air et changement climatique (source INERIS et APPA Nord-Pas-de-Calais)	16
<b>Bilan de la qualité de l'air 2006-2009</b>	<b>19</b>
<b>Contexte régional (source PSQA 2011-2015 réalisé par ATMO NPDC)</b>	<b>19</b>
Climatique	19
Topographique	19
Occupation des sols	19
Transfrontalier	20
Population	20
Une difficulté à maîtriser les concentrations de poussières dans l'air ambiant conduisant à une situation de contentieux européen	20
<b>Evolution récente de la qualité de l'air (extrait du PSQA) et identification des zones sensibles à la qualité de l'air</b>	<b>22</b>
Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	22
Le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	22
Les particules PM <sub>10</sub>	23
Les particules PM <sub>2,5</sub>	26
L'ozone (O <sub>3</sub> )	27
Le monoxyde de carbone (CO)	27
Le benzène	27
Le benzo(a)pyrène (B(a)P)	27
Les métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb)	27
Micropolluants organiques	27
Polluants non réglementés	28
Liens avec le Plan Régional Santé Environnement	28
<b>Bilan des émissions de polluants</b>	<b>29</b>
Une corrélation évidente mais complexe entre concentrations mesurées et émissions de polluants sur le territoire régional et ses zones de surveillance	29
Particules (PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> ) (source LCSQA/Atmo NPdC 2011)	30
Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	32
Métaux lourds et éléments traces métalliques	33
Conclusion sur les émissions polluantes	34

# Repères

## Cadrages réglementaires

### SRCAE et objectifs sur la qualité de l'air

- La Loi Grenelle II définit le rôle stratégique du SRCAE en matière d'atteinte des objectifs de qualité de l'air en région
- Le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie remplace et révisé le plan régional pour la qualité de l'air. Il doit donc être structuré pour permettre l'atteinte des objectifs réglementaires et le respect durable des valeurs limites reprises dans l'article R. 221-1 du code de l'environnement et fixées par les lois Grenelle 1 et 2.
- Une identification des zones sensibles à la qualité de l'air doit être effectuée dans le schéma suivant la méthodologie publiée par le laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) fin mars 2011 (voir ci-dessous)

Le contenu du schéma est défini par le décret XXX et se compose a minima de :

- Un inventaire des principales émissions des polluants atmosphériques, distinguant pour chaque polluant considéré les différentes catégories de sources, ainsi qu'une estimation de l'évolution de ces émissions
- Une évaluation de la qualité de l'air au regard notamment des objectifs de qualité de l'air mentionnés à l'article L. 221-1 et fixés par le tableau annexé à l'article R. 221-1, de ses effets sur la santé, sur les conditions de vie, sur les milieux naturels et agricoles et sur le patrimoine ainsi qu'une estimation de l'évolution de cette qualité
- Des orientations destinées à prévenir ou à réduire la pollution atmosphérique afin d'atteindre les objectifs de qualité de l'air mentionnés aux articles L. 221-1 et R. 221-1. Le cas échéant, ces orientations reprennent ou tiennent compte de celles du plan régional pour la qualité de l'air auquel le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie se substitue.
- Ces orientations sont renforcées dans les zones où les valeurs limites de la qualité de l'air sont ou risquent d'être dépassées et dites sensibles en raison de l'existence de circonstances particulières locales liées à la protection des intérêts définis à l'article L. 220-2, pour lesquelles il définit des normes de qualité de l'air lorsque les nécessités de cette protection le justifient.

### Les polluants réglementés

Les normes de qualité de l'air, déterminées selon des méthodes définies par arrêté du ministre chargé de l'environnement, sont établies par polluant comme suit :

#### Sur le dioxyde d'azote et l'ozone :

DIOXYDE d'AZOTE (NO <sub>2</sub> )		
<b>Objectif de qualité</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeurs limites 2010 pour la protection de la santé humaine</b>	200 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
<b>Valeur limite pour la protection de la végétation</b>	30 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle d'oxydes d'azote
<b>Seuil d'information et de recommandation</b>	200 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
<b>Seuils d'alerte</b>	400 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
	ou si 200 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire à J-1 et à J et prévision de 200 µg/m <sup>3</sup> à J+1	

OZONE (O <sub>3</sub> )		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m <sup>3</sup>	pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m <sup>3</sup> .h.	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet
Valeur cible à compter de 2010 pour la protection de la santé humaine	120 µg/m <sup>3</sup>	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 3 ans)
Valeur cible à compter de 2010 pour la protection de la végétation	18 000 µg/m <sup>3</sup> .h.	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
Seuil d'alerte	240 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 <sup>er</sup> seuil : 240 µg/m <sup>3</sup>	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	2 <sup>ème</sup> seuil : 300 µg/m <sup>3</sup>	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	3 <sup>ème</sup> seuil : 360 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire

#### Sur les particules PM<sub>10</sub> (diamètre <10µm) :

PARTICULES (PM <sub>10</sub> )		
Objectif de qualité	30 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	80 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	125 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne sur 24 heures

#### Sur les particules PM<sub>2,5</sub> (diamètre <2,5 µm) :

PARTICULES (PM <sub>2,5</sub> )		
Objectif de qualité	10 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	20 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
Valeur limite 2010 pour la protection de la santé humaine	29 µg/m <sup>3</sup> (25 µg/m <sup>3</sup> en 2015)	en moyenne annuelle

Outre le respect de ces normes réglementaires, le schéma doit décliner régionalement le Plan « Particules » prévu par la Loi Grenelle 1.

Le plan « particules » publié en juillet 2010 prévoit un certain nombre de mesures nationales et régionales que les SRCAE doivent décliner. L'objectif du Plan vise notamment, d'ici 2015, à réduire de 30 % les concentrations de particules PM<sub>2,5</sub> par rapport au niveau observé en 2008.

Le plan est consultable sur le site du MEEDTL.

Par ailleurs, la Loi Grenelle 1 prévoit que la France pourrait adopter des objectifs plus ambitieux que la réglementation européenne en visant une valeur limite de 15 µg/m<sup>3</sup> en 2015 (article 81). Cet objectif n'est pour le moment pas traduit réglementairement.

#### Sur les autres polluants (dioxyde de soufre, benzène, monoxyde de carbone) :

DIOXYDE de SOUFRE (SO <sub>2</sub> )		
Objectif de qualité	50 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeur limite pour la protection des écosystèmes	20 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

BENZÈNE			MONOXYDE de CARBONE (CO)		
Objectif de qualité	2 µg/m³	en moyenne annuelle	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg/m³ soit 10 000 µg/m³	pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures
Valeur limite 2010 pour la protection de la santé humaine	5 µg/m³	en moyenne annuelle			

Glossaire des termes réglementaires :

**Objectif de qualité** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble

**Valeur cible** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné

**Valeur limite** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble

**Seuil d'information et de recommandation** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates

**Seuil d'alerte** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

## Le dispositif de suivi et d'évaluation de la qualité de l'air en région Nord Pas-de-Calais

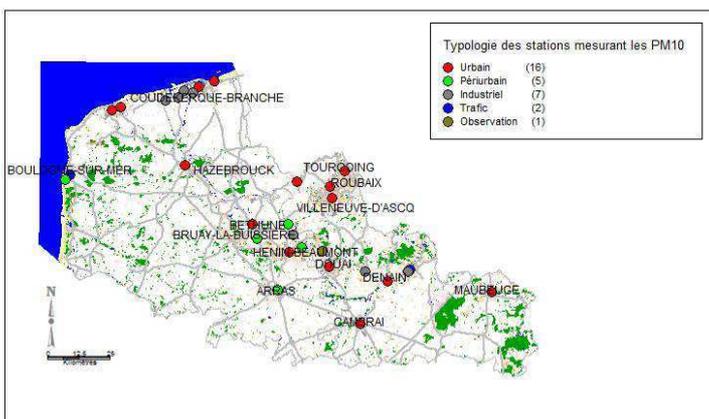
### Les stations de mesures et outils d'analyse et de modélisation

En Nord-Pas-de-Calais, la surveillance de la qualité de l'air est confiée depuis 30 ans à l'association Atmo Nord - Pas-de-Calais. Cette surveillance s'appuie sur :

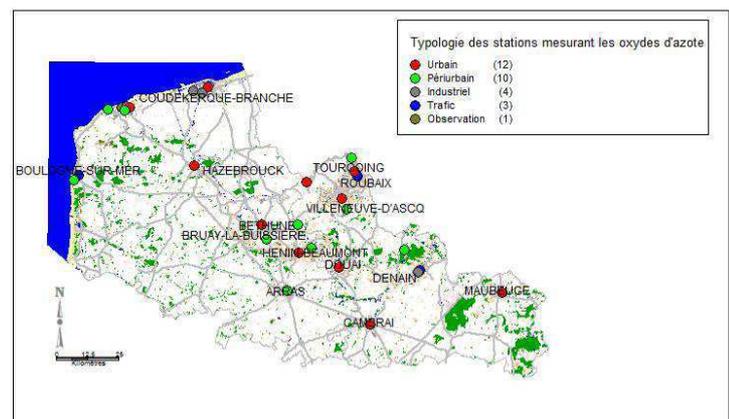
- o un dispositif technique régulièrement contrôlé assurant la fiabilité des résultats, conforme aux directives européennes, composé de 40 stations fixes et 5 stations mobiles (carte ci-dessous)
- o une plateforme de cartographie et de prévision de la qualité de l'air ESMERALDA ainsi que plusieurs outils de modélisation de dispersion atmosphérique
- o un inventaire spatialisé des émissions du Nord - Pas-de-Calais débuté en 2003 qui permet de répertorier et d'évaluer les rejets connus dans l'atmosphère de substances chimiques et particulaires par l'ensemble des émetteurs identifiés (industries, transports, agriculture, résidentiel/tertiaire/commercial, sources biogéniques), sur une zone géographique et une période données.
- o un réseau d'AASQA et de partenaires concernés et impliqués en faveur de la préservation de la qualité de l'air

### Les stations de mesures et zonage de surveillance

Le nombre et la répartition des stations de mesures ainsi que la typologie des polluants dont la concentration est mesurée sont déterminés selon les règles définies par les textes nationaux et européen.



Carte des stations mesurant les PM<sub>10</sub>



Carte des stations mesurant les oxydes d'azote

Les échelles de la qualité de l'air prises en considération par les AASQA pour leurs aspects locaux sont la proximité des sources de pollution (air extérieur et air intérieur), le fond urbain de pollution, le territoire régional (lieu d'émission, de transport et transformation de la pollution de l'air).

On distingue ainsi deux typologies de stations de mesures :

-les stations dites « de fond » correspondant aux stations « urbain » et « péri-urbain » et qui rendent compte de la pollution de fond observé au niveau de la région sans présumer du lien avec une source en particulier.

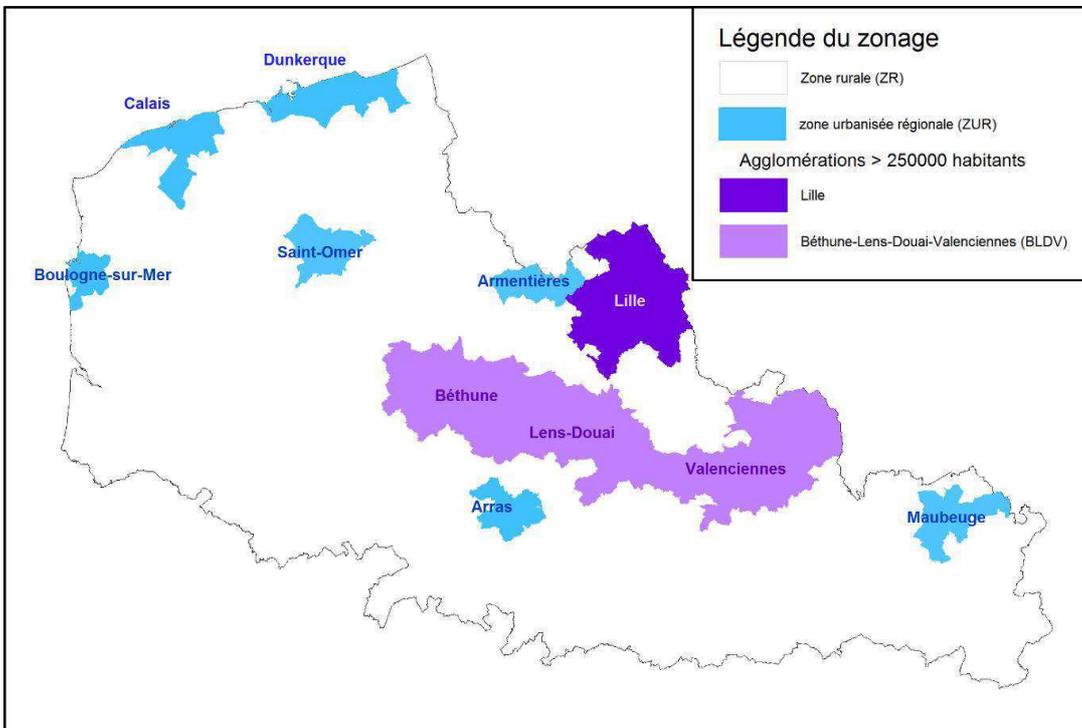
-les stations dites « de proximité » et qui visent à mesurer les concentrations de polluants à proximité des sources trafic automobile et industriel. Les stations « de proximité trafic » permettent d'observer les effets du trafic automobile sur la concentration en polluants dans l'environnement immédiat des infrastructures alors que les stations « de proximité industrielle » permettent d'observer les effets de sites ou groupements de sites industriels sur la concentration en polluants dans l'environnement proche de ces sites.

Ces deux typologies permettent de mener d'affiner la compréhension et l'analyse des épisodes de pollution et de leur génèse.

### • Zonage

Au niveau européen, les directives fixent les valeurs à respecter pour les polluants réglementés, et donnent les critères pour déterminer les méthodes d'évaluation de la qualité de l'air. La première étape consiste en un découpage du territoire de compétence : il s'agit d'identifier des zones dont les problématiques de qualité de l'air sont relativement homogènes. En Nord - Pas-de-Calais, 4 zones administratives de surveillance (ZAS) sont définies (cf carte ci-dessous) :

- la ZAS de Lille (agglomération de Lille au sens INSEE, de plus de 250 000 habitants)
- la ZAS de Béthune-Lens-Douai-Valenciennes (regroupant le croissant urbanisé presque continu des agglomérations de Béthune, Lens-Douai et Valenciennes, de plus de 250 000 habitants)
- la zone urbanisée régionale (ZUR) correspondant au regroupement discontinu des agglomérations de 50 000 à 250 000 habitants (Dunkerque, Calais, Maubeuge, Arras, Armentières, Saint-Omer et Boulogne-sur-Mer)
- la zone rurale (ZR), constituée du reste du territoire.



Dans chaque zone ainsi définie, le nombre de stations et les types de polluants surveillés sont déterminés à partir du nombre d'habitants de la zone et des polluants dont la concentration dépasse le « seuil d'évaluation » pour ce polluant.

Le réseau de surveillance et la pertinence de l'emplacement des stations sont réévalués tous les 5 ans dans le PSQA.

En plus des points de prélèvements prévus par la directive pour la surveillance de la qualité de l'air ambiant, en ce qui concerne les particules, un certain nombre de mesures des taux de poussières fines PM<sub>2,5</sub> doit être réalisée afin d'évaluer le respect de l'objectif de réduction de l'exposition moyenne aux PM<sub>2,5</sub>.

Au niveau national, il a été convenu d'installer une mesure urbaine sur chaque **agglomération de plus de 100 000 habitants**. En Nord - Pas-de-Calais, **6 agglomérations sont concernées** : Lille, Valenciennes, Lens-Douai, Béthune, Dunkerque et Calais. Ces sites peuvent coïncider avec les points de prélèvement requis pour la surveillance de la qualité de l'air ambiant (cf. paragraphe ci-dessus).

- **Exigences réglementaires nationales**

Le calcul de l'indice Atmo est réalisé conformément à la réglementation sur les 6 agglomérations de la région de plus de 100 000 habitants au recensement INSEE 2006 : Lille (1 016 205 habitants), Lens-Douai (512 462 habitants), Valenciennes (355 660 habitants), Béthune (257 302 habitants), Dunkerque (182 973 habitants), et Calais (103 277 habitants).

Au-delà des obligations de la réglementation, mais pour servir l'information du public, 5 agglomérations de plus de 50 000 habitants bénéficient du calcul d'un IQA (indice de qualité de l'air dont le calcul est similaire à celui de l'indice Atmo mais basé sur une station unique) : Maubeuge (96 470 habitants), Boulogne-sur-Mer (90 483 habitants), Arras (84 640 habitants), Armentières (58 458 habitants) et Saint-Omer (54 743 habitants).

## Les outils de modélisation de la qualité de l'air et des émissions polluantes

Plusieurs outils permettent à Atmo NPdC de prévoir et de cartographier la pollution atmosphérique dont notamment :

- **Plateforme de cartographie et de prévision de la qualité de l'air ESMERALDA**

ESMERALDA utilise les résultats du système national PREV'AIR pour décrire la qualité de l'air les concentrations horaires en NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et PM<sub>10</sub> sont calculées quotidiennement pour les échéances J-1, J, J+1 et J+2. Ce système fournit de multiples autres informations complémentaires : prévision par station, cartographies assimilées (pour J-1), cartographies d'indices, et prévisions météorologiques. La plateforme offre, en outre, un potentiel commun d'études de scénarios locaux ou interrégionaux.

- **ADMS Urban**

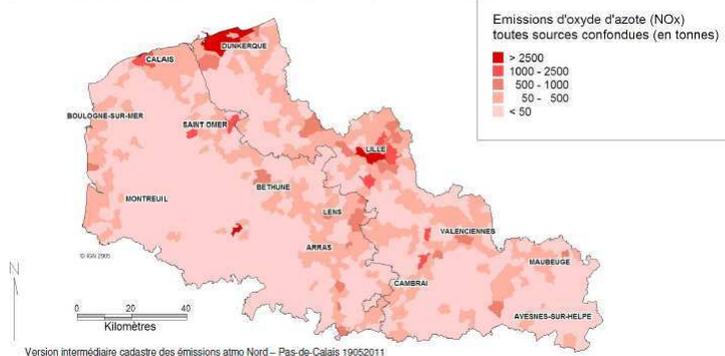
ADMS Urban est une version du Système de Modélisation de Dispersion Atmosphérique (ADMS) développé par les chercheurs du CERC (Cambridge Environmental Research Consultant), qui permet de traiter dans des zones urbaines, les émissions issues de sources routières, industrielles et domestiques. Il permet de décrire les concentrations en polluants dans une zone constituée de rues ouvertes ou bordées de bâtiments. Pour le traitement de la pollution dans chacune des rues canyons considérées comme sources individuelles. Un projet de cartographie de la qualité de l'air à haute résolution sur l'agglomération Lilloise est en cours de réalisation.

- **L'inventaire (/cadastre) des émissions polluantes, ou Outil d'Aide à la Planification Stratégique (OAPS)**

Sur les aspects connaissance des sources de pollutions atmosphérique et afin de mieux comprendre le lien entre qualité de l'air observée et émissions de polluants, Atmo NPdC s'est doté depuis 2003 d'un inventaire spatialisé des émissions (cadastre des émissions). Cet inventaire, qui s'appuie sur de nombreuses sources de données de consommations d'énergie et d'activités, permet, à l'image de l'inventaire national spatialisé, de répertorier et d'évaluer les rejets connus dans l'atmosphère de substances chimiques et particulaires par l'ensemble des émetteurs identifiés (industries, transports, agriculture, résidentiel/tertiaire/commercial, sources biogéniques).

Cet inventaire a été actualisé et modernisé en 2011 afin d'inclure plus de polluants et de faire évoluer les méthodes de spatialisation des émissions et le degré de précision.

Carte des émissions communales de NO<sub>x</sub> tous secteurs confondus



*Exemple de cartographie issu de l'inventaire des émissions polluantes (aussi appelé OAPS)*

Cet inventaire est essentiel pour pouvoir faire le lien entre émissions polluantes connues du territoire et concentrations mesurées dans l'air même si les phénomènes de diffusion et de dispersion, fonction de nombreux paramètres dont le type de polluant et le climat, sont très difficiles à appréhender.

La connaissance des émissions polluantes imputables aux différents secteurs (via leur consommations d'énergies et des facteurs d'émissions) est une donnée essentielle pour permettre de réfléchir aux orientations et mesures de lutte contre la pollution atmosphérique à retenir pour améliorer la qualité de l'air et assurer le respect des normes réglementaires.

En outre, le cadastre des émissions, dans sa version actualisée permet la réalisation de l'identification des zones dites "sensibles à la qualité de l'air" dans lesquels les orientations du futur SRCAE sevront être renforcées étant donné :

- le dépassement ou le risque de dépassement régulier des valeurs réglementaires dans la zone imputables notamment à une forte concentration d'émissions polluantes dans cette zone
- la présence dans cette zones d'enjeux humains et/ou naturels rendant la zone particulièrement "sensible" à la pollution atmosphérique

# Points sur les connaissances scientifiques sur l'analyse de la qualité de l'air et de ses impacts en région Nord-Pas-de-Calais

## Définition et caractérisation des polluants atmosphériques

### Définition

L'article L220-2 du code de l'environnement définit la pollution atmosphérique sous ces termes :

« Constitue une pollution atmosphérique au sens du présent titre l'introduction par l'homme, directement ou indirectement ou la présence, dans l'atmosphère et les espaces clos, d'agents chimiques, biologiques ou physiques ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives. »

Cette définition a été modifiée par la Loi Grenelle II qui a ajouté les termes "ou la présence" à l'article existant afin que les polluants d'origine naturelle soient reconnus et analysés au même titre que les polluants d'origine anthropique.

### Comportement d'une particule polluante

En s'élevant dans l'atmosphère, une masse d'air polluée se détend (la pression diminue avec l'altitude) et se refroidit. Inversement en descendant, elle s'échauffe car elle est soumise à des pressions croissantes qui la compriment. Il en résulte que l'ascension d'un volume d'effluent dépend de la différence entre sa température et celle des couches d'air qu'il traverse, sachant que l'effluent peut, en montant, se refroidir plus ou moins vite que l'air ambiant.

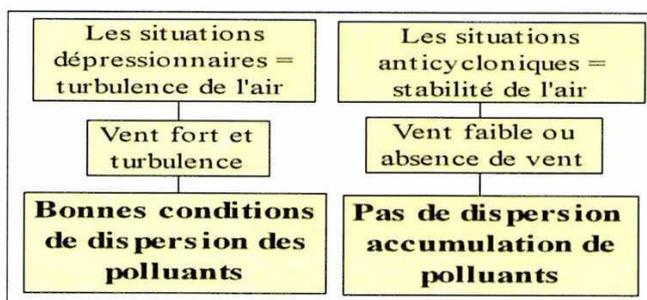
Le gradient vertical de température détermine le mouvement ascendant ou descendant d'une masse d'air. La température de l'air diminue généralement avec l'altitude ce qui favorise la dispersion des polluants. Les inversions thermiques sont des cas particuliers où l'atmosphère, au lieu de se refroidir avec l'altitude, se réchauffe jusqu'à un certain niveau. Ce niveau représente une discontinuité thermique qui bloque toute possibilité d'échange vertical. Les polluants sont alors bloqués dans les basses couches de l'atmosphère où ils s'accumulent. Les inversions peuvent être observées tout au long de l'année par des nuits sans nuages avec un refroidissement fort du sol. En hiver, le réchauffement diurne n'est pas toujours suffisant pour faire disparaître cette inversion de basse couche qui a tendance à s'affirmer au fil des jours au cours de longs épisodes froids persistants.

La dispersion et le transport des polluants dans l'air dépendent de l'état de l'atmosphère et des conditions météorologiques (turbulence atmosphérique, vitesse et direction du vent, ensoleillement, stabilité de l'atmosphère...). Cette dispersion et ce transport s'effectuent notamment dans une tranche d'atmosphère qui s'étend du sol jusqu'à 1 ou 2 km d'altitude, et que l'on appelle la couche de mélange atmosphérique. Dans cette couche, les polluants peuvent en outre subir des transformations chimiques plus ou moins complexes. Certains polluants dont la durée de vie est élevée peuvent également être transportés à plus haute altitude, voire dans la stratosphère (couche d'air comprise entre 8 et 40 km d'altitude).

- **Dispersion des polluants**

La dispersion d'une substance polluante dépend ainsi de nombreux facteurs, à savoir :

- La turbulence atmosphérique



La turbulence atmosphérique est un phénomène ayant deux origines distinctes (thermique et mécanique) qui consiste en une irrégularité dans les mouvements du vent et provoque la dispersion des polluants dans l'air.

- Le vent

Il existe une relation évidente entre la vitesse du vent et les niveaux de concentrations de polluants. Le vent est un facteur essentiel expliquant la dispersion des émissions polluantes. Il intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de pollution que par sa vitesse pour diluer et entraîner les émissions de polluants. La dispersion des polluants augmente avec la vitesse et la turbulence du vent. Un vent faible favorise donc l'accumulation des polluants. La vitesse du vent augmente avec l'altitude, au fur et à mesure que les polluants s'élèvent, leur dispersion est facilitée.

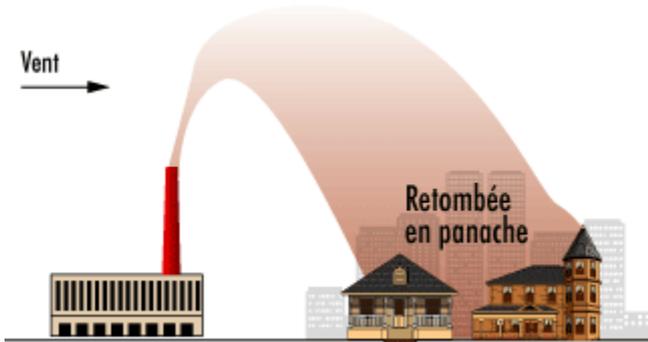
Ainsi, avec un vent de force moyenne et de mauvaises conditions de rejet des effluents (cheminée trop basse, vitesse d'éjection des gaz insuffisante, etc.), il peut se produire un phénomène de retombée en panache vers le sol (figure suivante). Les vents forts au

contraire provoquent un écrasement de panache (cas de Calais)

Phénomène de retombée en panache © CRDP de l'académie d'Amiens

Cas particulier de l'ozone :

En été, un vent fort permet la dispersion de l'ozone, ce qui améliore la qualité de l'air alors qu'en hiver, un vent fort peut provoquer un apport d'ozone « naturel ».



– L'ensoleillement et la température

L'ensoleillement provoque un réchauffement des sols et des surfaces. Ceci, entraîne des phénomènes de convection qui sont à l'origine de mouvements verticaux et horizontaux de l'atmosphère (l'air chaud étant plus léger que l'air froid).

La température, quant à elle, agit sur la chimie des polluants et tend à modifier les conditions de dispersion des polluants. Le froid diminue la volatilité de certains gaz et donc limite leur dispersion tandis que la chaleur estivale et le rayonnement solaire favorise la formation de l'ozone photochimique et encourage l'évaporation des COVs.

– L'inversion thermique

La température décroît avec l'altitude. L'air chaud contenant les polluants au niveau du sol se disperse verticalement. En condition d'inversion de température ou inversion thermique, le sol s'est refroidi de façon importante pendant la nuit. La température à quelques centaines de mètres d'altitude est donc supérieure à celle mesurée au niveau du sol. Les polluants se retrouvent alors bloqués sous une couche d'inversion qui joue le rôle de couvercle thermique. Si, au même moment, il n'y a pas de vent, les polluants augmentent dans des proportions importantes.

– L'humidité

Elle influence la transformation des polluants primaires émis. Elle favorise la formation d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) à partir du dioxyde de soufre ( $SO_2$ ) ainsi que la synthèse d'acide nitrique ( $HNO_3$ ) à partir des oxydes d'azote (Nox).

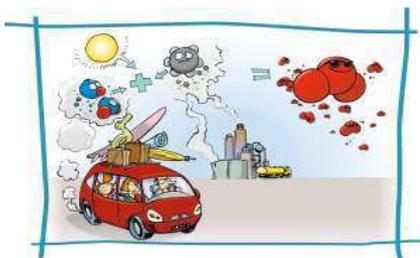


– Les précipitations

Elles sont généralement associées à une atmosphère instable, qui permet une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. Par ailleurs, elles entraînent au sol les polluants les plus lourds. Elles peuvent parfois accélérer la dissolution de certains polluants. Mais, globalement, les concentrations en polluants dans l'atmosphère diminuent nettement par temps de pluie, notamment, pour les poussières et les éléments solubles tels que le  $SO_2$ .

• La transformation

Le temps de séjour des polluants dans l'atmosphère dépend de leur capacité à se déposer sous forme sèche (sol, végétaux) ou humide (dissolution ou lessivage) ou à se transformer chimiquement. Cette transformation peut être provoquée par leur mélange dans l'atmosphère ou par une exposition à des conditions météorologiques particulières. Ainsi, la combinaison d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils en présence des rayonnements ultraviolets conduit à la formation de photooxydants puissants tels que l'ozone.



Au printemps et en été, certains polluants sous l'effet du rayonnement solaire et en rencontrant d'autres polluants, peuvent se transformer. On obtient alors des polluants dits secondaires, car ils ne sont pas émis directement dans l'atmosphère. C'est le cas de l'ozone et de certaines particules.

• L'immission

L'immission est le résultat des trois étapes décrites ci-dessus et désigne les taux de pollution mesurés dans l'air ambiant. Les polluants dits « primaires » sont directement émis et se retrouvent de ce fait en grande quantité près des sources d'émission. Il s'agit d'une pollution dite de proximité. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des sources, ces polluants primaires diminuent en

concentration par effet de transport et de transformation pour laisser place aux polluants « secondaires » créés suite à ces transformations.

La mesure de l'immission est représentative de la qualité de ce milieu. Elle représente la concentration de l'ensemble des polluants primaires et secondaires qui agissent sur l'environnement et les individus.

- **Dépôts**

Les dépôts humides peuvent être définis comme le transfert de matière de l'atmosphère à des surfaces dû aux précipitations (pluie, neige, grêle, brouillard, nuages de montagnes)

Les dépôts humides comprennent plusieurs processus et on distingue généralement les dépôts humides associés aux précipitations (pluie, neige, grêle) et les dépôts humides occultes associés à l'impact de gouttelettes de nuage sur une montagne ou la sédimentation de gouttelettes de brouillards. Les dépôts humides par précipitation sont dans l'ensemble les plus importants.

Lors d'une précipitation, deux processus principaux contribuent au dépôt humide. D'une part, des particules jouent le rôle de noyaux de condensation pour des gouttes de nuage et les polluants présents dans ces particules sont donc incorporés dans ces gouttes. D'autre part, des polluants gazeux ou particuliers sont captés par les gouttes de nuage ou de pluie dans le nuage. Les polluants gazeux sont captés par dissolution dans la phase aqueuse. Les polluants particuliers sont captés lorsque la particule entre en collision avec une goutte de nuage ou de pluie. Ces processus ont lieu dans le nuage et sont généralement considérés comme le « rain-out ».

Les dépôts secs peuvent être définis comme le transfert de matière de l'atmosphère à des surfaces autre que par précipitation (sédimentation, adsorption, absorption, réaction chimique)

Les polluants atmosphériques peuvent se déposer sur les surfaces bâties, la végétation, les sols et eaux de surface par des processus « secs », c'est-à-dire des processus qui ne dépendent pas de précipitations. Les processus fondamentaux qui mènent à des dépôts secs sont la sédimentation, les impacts par inertie ou interception et la diffusion. Les trois premiers mécanismes concernent seulement les particules alors que la diffusion concerne les polluants gazeux et particuliers.

Les vitesses de dépôt des particules dépendent des conditions météorologiques et de la rugosité de la surface d'une part et de la taille des particules d'autre part. Les particules fines comprises entre 0,1 et 1 microns de diamètre environ ont les vitesses de dépôt les plus faibles. La vitesse de sédimentation n'est importante que pour les très grosses particules.

- **Ré-émissions**

Certains polluants qui ont été déposés sur une surface peuvent être ré-émis dans l'atmosphère. Il est important de prendre en compte ces processus de ré-émission si l'on souhaite établir un bilan exact du transfert des polluants de l'atmosphère vers un écosystème défini. Cela semble être le cas pour certaines particules, notamment au niveau des axes de transports.

Ce processus de ré-émission peut prendre plusieurs formes. Dans sa forme la plus simple, le polluant est ré-émis sous la même forme que celle qu'il avait lors de son dépôt. La ré-émission d'un polluant peut aussi avoir lieu après transformation chimique. C'est le cas par exemple pour l'émission d'oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>) qui sont émis des sols après dénitrification de composés tels que des nitrates ou l'ammoniac. C'est aussi le cas pour le mercure qui peut se déposer sous forme de mercure oxydé gazeux et, après réduction dans le sol ou en milieu aquatique, peut être ré-émis sous forme de mercure élémentaire (forme très insoluble dans l'eau et très volatile).

Les polluants organiques persistants se déposeront plus facilement lorsque la température est basse, mais pourront être ré-émis lorsque la température s'élèvera de nouveau (volatilité fonction de la température).

## Analyse des impacts de la pollution atmosphérique sur la santé humaine

L'impact de la qualité de l'air sur la santé est aujourd'hui avérée. Depuis une vingtaine d'année, de nombreuses études épidémiologiques à travers le monde ont montré que l'exposition de la population à la pollution atmosphérique était associée à des effets à court-terme sur la morbidité et la mortalité. Les données épidémiologiques sur les effets à long-terme des polluants sont moins nombreuses mais les résultats convergents de plusieurs études de cohortes ont montré l'effet à long terme de l'exposition aux particules fines sur l'espérance de vie, sur la genèse ou l'aggravation de maladies cardio-vasculaires, de l'insuffisance respiratoire, de l'asthme ou de certains cancers. Enfin, des polluants encore non réglementés peuvent également présenter des risques pour la santé humaine, et la toxicologie reste un outil incontournable à leur hiérarchisation.

Les résultats des travaux épidémiologiques et toxicologiques montrent donc que les niveaux de pollution observés dans l'atmosphère des villes sont associés (ou pourraient l'être) à un risque pour la santé. Par ailleurs, ils ne permettent pas de déceler de seuil en dessous duquel aucun effet ne serait plus observé dans la population. Les actions de prévention des effets sur la santé de pollution de l'air ne peuvent donc se contenter de gérer les pics de pollution ; elles doivent viser à diminuer les niveaux moyens d'exposition de la population et donc agir sur les sources d'émission, sur le long terme.

Les risques associés à l'exposition à la pollution atmosphérique peuvent paraître faibles, par comparaison à des facteurs de risque comme le tabac par exemple. Cependant, l'effectif de population exposée est lui très important. L'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est donc significatif et les bénéfices pour la santé de la population de politiques publiques visant à améliorer la qualité de l'air peuvent être tout à fait substantiels. L'impact sanitaire est généralement dominé par l'effet à long terme de l'exposition chronique aux particules fines. C'est pourquoi **les préoccupations sanitaires les plus fortes portent ainsi aujourd'hui sur**

## les particules les plus fines.

La lutte contre les polluants atmosphériques visés par l'instruction relative à la co-élaboration des schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (particules, oxydes d'azote, dioxyde de soufre, ammoniac, composés organiques volatils et ozone) constitue donc un enjeu sanitaire. Les principales caractéristiques et effets sur la santé humaine des substances sus visées sont rappelés ci-après. Ces considérations impliquent que les schémas régionaux contribuent à l'identification des zones sensibles particulièrement impactées par ces polluants atmosphériques et, le cas échéant, à l'évaluation de leurs effets potentiels sur la santé des populations concernées localement en vue (1) de proposer les mesures de gestion adéquates en termes de réduction des émissions, des concentrations et/ou des expositions et (2) de mesurer l'efficacité des mesures prises, y compris en termes de gain pour la santé.

## Rappels sur les polluants atmosphériques visés et leurs effets sur la santé et les écosystèmes

### • a) Les particules (PM)

Les particules (Particulate Matter : PM) sont constituées d'un mélange complexe de matières solide et liquide en suspension dans l'air. Leur composition et leur taille varient en fonction de leur source d'émission (industrie, trafic, biomasse) et des transformations qu'elles subissent dans l'atmosphère.

Ces substances sont solides, ou liquides, et restent en suspension dans l'air en général de quelques jours à quelques années. Elles sont transportées sur de longues distances par les courants atmosphériques. Ensuite elles retombent au sol :

- via les pluies
- sous forme de poussières

Le mot « particule » englobe un ensemble de composés variés. On peut les classer de différentes façons selon leur origine, leur dimension, leur composition et leur mode de formation. Cela détermine l'importance de leur impact sur la santé humaine et les écosystèmes.

Les particules constituent un mélange complexe qui varie selon leur origine, le mode de formation et les dimensions des substances particulières qui les composent.

L'origine des particules en suspension dans l'air est très variée :

- naturelle : volcans, érosion dû au vent, embruns marins
- issue des activités humaines : processus industriels, gaz d'échappements des véhicules, usure de la chaussée, des pneumatiques, des pièces métalliques, sel et sable utilisés pendant l'hiver, etc.

Selon leur mode de formation, on distingue des particules :

- primaires = émises telles quelles dans l'atmosphère
- secondaires = qui se forment dans l'air par réactions physico-chimiques à partir d'autres polluants. Exemples : les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ).

Sur la base de leurs dimensions, on les classe comme :

- poussières sédimentables : ce sont les plus grosses, elles retombent vite et donc ne sont pas vraiment des « particules en suspension ». Pourtant, selon leur nature, elles peuvent avoir des impacts importants sur l'environnement et la santé humaine dans les alentours de leur lieu d'émission.
- poussières en suspension : c'est l'ensemble des particules en suspension de diamètre moyen inférieur à 75 microns (soit à peu près le diamètre d'un cheveu).
- $\text{PM}_{10}$  (PM = Particulate Matter) : particules inférieures à 10 microns
- $\text{PM}_{2,5}$  : inférieures à 2,5 microns, dites « particules fines ». Très légères, elles peuvent rester plusieurs jours en suspension dans l'air.
- $\text{PM}_1$  : particules ultrafines, de diamètre inférieur à 1 micron.

Il s'agit donc d'une classification où chaque catégorie englobe également les catégories de dimensions inférieures.

Les effets sur la santé des particules dépendent, d'une part, de la granulométrie (elles pénètrent d'autant plus profondément dans l'appareil respiratoire que leur diamètre est faible) et d'autre part, de la composition chimique (elles peuvent en effet contenir des produits toxiques tels que des métaux ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont certains sont considérés comme cancérigènes). Les préoccupations sanitaires les plus fortes portent aujourd'hui sur les particules les plus fines.

Chez l'homme, la principale voie de pénétration des particules est l'inhalation. La distribution au sein du tractus respiratoire est notamment dépendante de la taille des particules, certains composés adsorbés peuvent être distribués dans l'organisme en

fonction de leur nature chimique et agir ensuite localement.

En toxicité aiguë chez l'homme, on observe un excès de mortalité et de morbidité par pathologies cardiovasculaires. Lors d'expositions chroniques, les PM induisent chez l'homme des effets cardiovasculaires (altérations du système vasculaire, troubles du rythme cardiaque), hématiques (troubles de la viscosité et de la coagulation), et pulmonaires de type inflammation. Ces effets sont modulés en fonction de la nature des particules ou des composés chimiques adsorbés sur ces dernières. Ils peuvent être exacerbés chez les populations sensibles : nouveau-nés, jeunes enfants, personnes allergiques, sujets présentant des antécédents respiratoires etc. L'analyse des principales études disponibles semble montrer le potentiel génotoxique des particules et des effets mutagènes pour différents types de particules (de sources : urbaines, fumées d'incendie, diesel...) ont été rapportés.

Les effets sur notre santé se font sentir à court mais surtout à long terme :

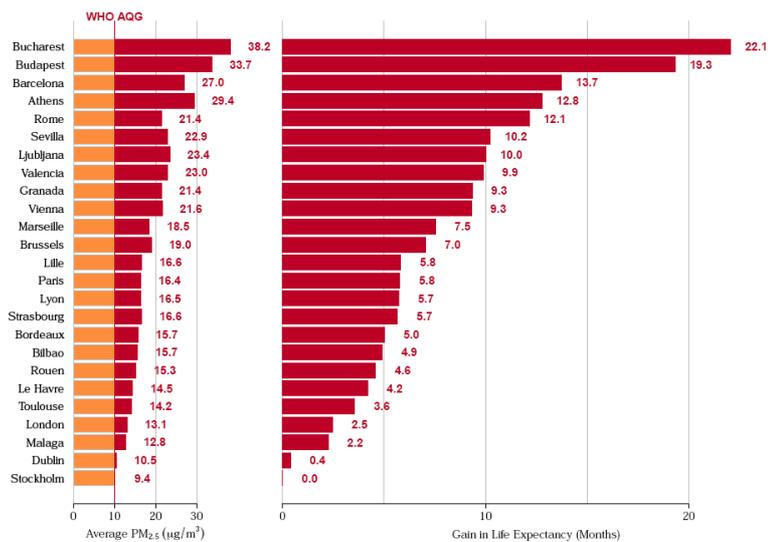
- exposition de courte durée : on peut voir apparaître des réactions inflammatoires des poumons, des symptômes respiratoires et des effets néfastes sur le système cardiovasculaire
- de longue durée : les effets sont ici plus importants comme l'aggravation de l'asthme, toux et bronchites chez les enfants, d'une réduction des fonctions pulmonaires et d'une réduction de l'espérance de vie (mortalité cardio-pulmonaire et cancer des poumons).

Les conséquences pour la qualité de la vie sont donc graves. Les enfants, les personnes âgées, de même que les personnes souffrant d'asthme ou de maladies cardio-vasculaires sont particulièrement vulnérables.

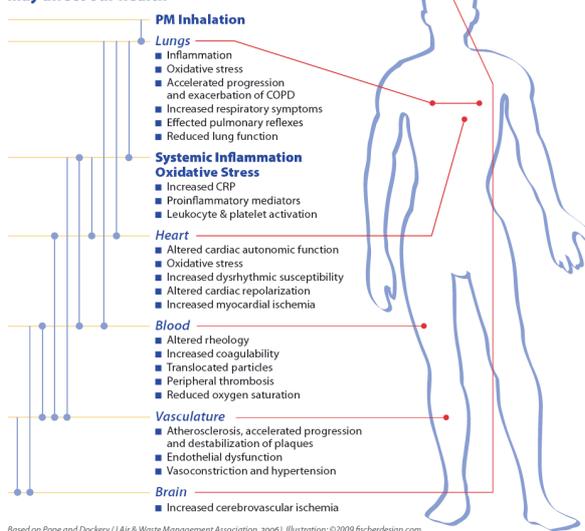
Le taux de mortalité lié à la qualité de l'air estimée en Belgique est la plus élevée de l'Union européenne : près de 13 000 décès prématurés par an.

En Nord-Pas-de-Calais, on estime que la situation est quasiment aussi critique qu'en Belgique étant donné les mesures similaires de niveaux de poussières mesurés dans l'air, la proximité de la Belgique et les échanges de masses d'air qui se produisent, le profil assez similaire des sources d'émissions.

**Predicted average gain in life expectancy (months) for persons 30 years of age and older in 25 Apekom cities for a decrease in average annual level of PM<sub>2.5</sub> to 10µg/m<sup>3</sup> (WHO's Air Quality Guideline)**



**How inhalation of particulate matter may affect our health**



Based on Pope and Dockery (J Air & Waste Management Association, 2006). Illustration: ©2009 Fischerdesign.com

Le graphe précédent extrait du rapport européen du projet Apekom permet de faire le lien entre le gain d'espérance de vie qui pourrait être obtenu si les 26 villes européennes étudiées abaissaient leur niveau de pollution en PM<sub>2.5</sub> à 10 µg/m<sup>3</sup> (objectif de qualité européen et français). Lille est pour le moment situé en milieu de tableau avec un gain d'environ 6 mois mais il faut souligner que ces données sont construites à partir des données disponibles sur les taux de PM<sub>2.5</sub> qui reste peu nombreuses et représentatives pour le moment.

Il est probable que les précisions futures sur le taux de PM<sub>2.5</sub> en Nord-Pas-de-Calais pourraient singulièrement faire varier ce nombre à la hausse étant donné les fortes teneurs en PM<sub>10</sub> relevées et la valeur consensuelle de 65 % de PM<sub>2.5</sub> dans les PM<sub>10</sub> affichée en Europe. En effet, les moyennes interannuelles en PM<sub>10</sub> du Nord-Pas-de-Calais sont de l'ordre de 30 à 35 µg/m<sup>3</sup>, ce qui, par extrapolation, donnerait des moyennes en PM<sub>10</sub> de l'ordre de 20 à 23 µg/m<sup>3</sup>, valeurs correspondant à un gain d'espérance de vie moyen de 10 mois selon l'étude Apekom.

Le schéma attendant présente les différents impacts que l'inhalation de poussières fines peut générer dans le corps humain.

• **b) Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est un gaz qui est fabriqué à partir de l'exploitation des minerais sulfurés, de la combustion du soufre, ou dans l'industrie pétrolière. La principale source d'exposition est donc anthropique (combustibles fossiles, raffineries, production d'électricité,...) mais le dioxyde de soufre est également émis lors des feux de forêts, et des éruptions volcaniques. La concentration ubiquitaire est de 1 à 5 µg/m<sup>3</sup> dans l'air. Les tendances globales des concentrations en SO<sub>2</sub> en France montrent une diminution depuis 2005.

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au SO<sub>2</sub> est l'inhalation. Le nez filtre la majorité du SO<sub>2</sub> inhalé. Le SO<sub>2</sub> absorbé passe dans le sang pour être distribué dans tout l'organisme. Chez des volontaires sains, une exposition contrôlée à 2,66 µg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub> pendant 40 minutes provoque une légère augmentation des symptômes respiratoires avec une irritation, une altération du sens olfactif et une augmentation de la résistance pulmonaire. L'exercice physique exacerbe ces effets. Les sujets asthmatiques constitueraient une population sensible aux expositions au SO<sub>2</sub>. Suite à une exposition aiguë, les individus peuvent également développer une hypersensibilité bronchique.

Dans le cas des expositions chroniques environnementales, une augmentation des symptômes respiratoires a été observée chez les individus les plus sensibles pour des niveaux d'exposition de 68- 275 µg/m<sup>3</sup>, souvent en présence de particules inhalables.

Les études chez l'homme ne rapportent pas d'effet cancérigène (le SO<sub>2</sub> est classé non cancérigène par l'UE). Aucune étude concernant les expositions environnementales au SO<sub>2</sub> et leur impact sur la reproduction et le développement n'a mis en évidence une relation de causalité.

- **c) Les oxydes d'azotes (Nox)**

Les oxydes d'azotes (NOx) sont majoritairement constitués de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). La principale source d'exposition est anthropique lors d'émissions de véhicules diesels, combustibles fossiles (industrie manufacturière, transformation d'énergie,...), agriculture,... mais les NOx se forment aussi naturellement lors des orages ou des éruptions volcaniques. Ils sont par ailleurs des précurseurs de l'ozone O<sub>3</sub>.

Les tendances globales des concentrations de NO<sub>2</sub> en France montrent une légère augmentation entre 2008 et 2009, notamment sur les sites trafic, malgré une stagnation des niveaux urbains et périurbains.

Chez l'homme, la principale voie d'exposition au NO et au NO<sub>2</sub> est l'inhalation. Le NO est rapidement oxydé en NO<sub>2</sub> qui pénètre profondément dans le tractus respiratoire, du fait de sa faible hydrosolubilité.

L'intoxication aiguë au NO<sub>2</sub> et au NO chez l'homme évolue de manière chronologique en une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires qui régresse rapidement dès la fin de l'exposition. Le NO<sub>2</sub> entraîne une réaction inflammatoire au niveau des voies aériennes, les asthmatiques étant la population la plus sensible.

Lors d'expositions chroniques, les enfants exposés au NO<sub>2</sub> dans l'air intérieur montrent des symptômes respiratoires plus marqués et des prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparitions plus tardives, sans pour autant qu'il y ait une augmentation de leurs fréquences. Les études chez les adultes n'ont pas montré d'augmentation des symptômes respiratoires. Les enfants exposés au NO<sub>2</sub> dans l'air extérieur montrent un allongement de la durée des symptômes respiratoires. Pour les adultes, la corrélation entre exposition et pathologies respiratoires chroniques n'est pas claire.

Le NO<sub>2</sub> n'a pas été classé cancérigène, génotoxique ou reprotoxique par l'UE.

- **d) OZONE et POLLUTION PHOTOCHIMIQUE**

L'ozone est l'un des gaz les plus paradoxaux de notre planète :

- dans la stratosphère, il nous protège des rayons ultra-violet du soleil
- au niveau du sol, de trop fortes concentrations d'ozone engendrent une pollution photochimique importante.

L'azote (N<sub>2</sub>) et l'oxygène (O<sub>2</sub>) font partie des substances les plus courantes dans notre atmosphère. Lors des journées ensoleillées, le rayonnement solaire provoque des réactions chimiques dans l'atmosphère impliquant des polluants primaires aussi appelés "gaz précurseurs" comme :

- les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>, regroupés sous le terme NO<sub>x</sub>)
- et les composés organiques volatils (COV). Ces réactions chimiques complexes donnent naissance à des photo-oxydants, dont le plus connu dans nos régions, est l'ozone (O<sub>3</sub>), molécule formée de trois atomes d'oxygène.

De plus, en été, la stabilité de la masse d'air limite la dispersion des polluants. Ce phénomène est connu sous le nom de « pic d'ozone » estival.

L'ozone est donc un polluant secondaire de l'atmosphère, issu de réactions photochimiques complexes entre différentes substances (oxydes d'azote, composés organiques volatils, monoxyde de carbone) sous l'action des rayonnements solaires. Il est également produit de manière industrielle pour la désinfection des eaux, la stérilisation du matériel médical, la conservation ou le blanchiment. Les concentrations ubiquitaires sont de 10 à 100 µg/m<sup>3</sup> dans l'air au niveau du sol. Les concentrations moyennes relevées durant l'été 2009 confirment l'évolution constatée à la hausse depuis 2001 en France. Sur le long terme, malgré la baisse des émissions des précurseurs de ce polluant, les niveaux de fond restent supérieurs à ceux constatés au début des années 90.

L'ozone est un puissant oxydant pouvant agir essentiellement au niveau local pulmonaire par différents mécanismes à l'origine d'une réaction inflammatoire.

Les trois symptômes les plus souvent rencontrés, lors d'une exposition aiguë à l'ozone chez l'homme, sont une toux, non productive, persistant quelque temps après l'exposition et exacerbée lors d'une inspiration profonde ou lors de manœuvres d'expiration forcée ; un inconfort thoracique, persistant après l'exposition et renforcé lors d'une inspiration maximale, et une douleur à l'inspiration profonde qui peut être à l'origine d'une dyspnée. Ces effets sont rapidement réversibles.

Chez l'homme, l'exposition chronique à l'ozone induit une diminution de la fonction pulmonaire et des résultats récents suggèrent

qu'elle pourrait jouer un rôle dans le développement de l'asthme chez l'enfant et avoir un effet à long-terme sur la mortalité. Il n'existe pas de données sur les effets cancérigènes, sur la reproduction ou le développement chez l'homme.

- **e) BENZENE**

Parmi les composés organiques volatils, qui comprennent un grand nombre de substances, le benzène est un composé majeur en termes d'impact sanitaire. C'est un cancérigène notoire (classé cancérigène pour l'homme par l'UE). Les tendances globales des concentrations de benzène en France montrent une diminution depuis 2005.

La voie d'exposition prépondérante au benzène est l'inhalation. Une exposition chronique induit des troubles de la mémoire, de la concentration, de la personnalité, une insomnie et une diminution des performances intellectuelles. La toxicité hématologique est connue depuis longtemps. Ces effets sont réversibles après arrêt de l'exposition. À un stade plus avancé, cette toxicité hématologique peut se manifester par une dépression totale de la reproduction des cellules sanguines. Plusieurs études épidémiologiques chez des travailleurs exposés à de fortes concentrations de benzène comme solvant décrivent ces atteintes. La toxicité hématologique est considérée comme un syndrome préleucémique.

Chez l'homme, le benzène est foetotoxique comme tous les hydrocarbures aromatiques.

- **Les micropolluants : éléments traces métalliques et métaux lourds**

Mieux connus sous la dénomination de « métaux lourds », cette catégorie de polluants regroupe :

- des métaux lourds = éléments métalliques d'une masse volumique supérieure à 4,5 g/cm<sup>3</sup>,
- d'autres métaux comme le zinc ou des métalloïdes (comme l'arsenic) présentant un caractère toxique pour l'environnement ou la santé humaine.

Ils existent naturellement mais en quantités très faibles dans les sols, l'eau et l'air. Certaines activités humaines (combustion du charbon, du pétrole, des déchets et certains procédés industriels) en diffusent en grande quantité dans l'environnement.

Ils sont souvent liés aux particules fines PM<sub>2,5</sub>, à l'exception du mercure, qui est principalement gazeux. Une partie des métaux lourds dans l'atmosphère retombe aux alentours de leur source d'émissions, d'autres peuvent être transportés sur de longues distances par les courants aériens.

Les ETM peuvent perturber les équilibres biologiques :

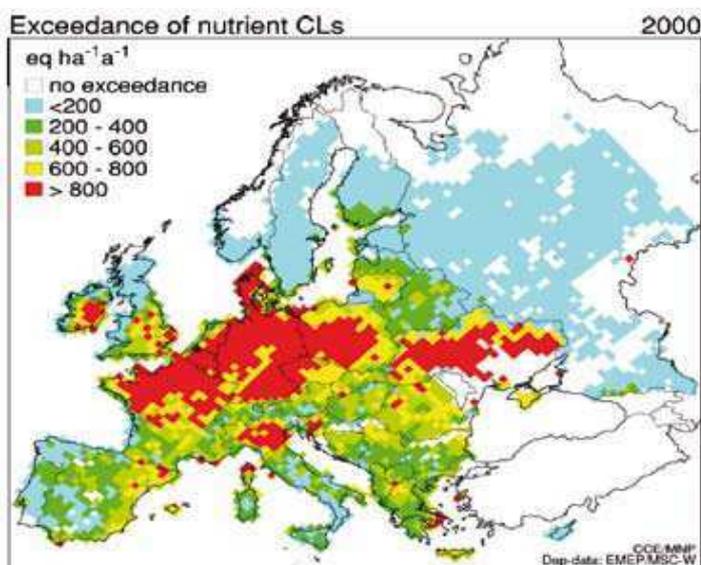
- les oiseaux et les mammifères risquent d'être confrontés à des problèmes de fertilité suite à une exposition importante aux métaux lourds présents dans leurs proies, particulièrement dans les habitats acidifiés.
- les écosystèmes végétaux, surtout forestiers, sont stressés par l'accumulation de métaux lourds.

L'impact toxicologique des micropolluants dépend :

- de leur forme chimique (pour les métaux toxiques),
- de leur concentration,
- du contexte environnemental,
- de la possibilité de passage dans la chaîne du vivant. En effet l'impact des micropolluants sur la santé humaine constitue actuellement la principale préoccupation. Pour de nombreux métaux, l'inhalation et l'ingestion avec des aliments sont deux voies d'entrée dans le corps humain.

Certains métaux sont indispensables à la vie (cuivre, zinc), mais sont toxiques à fortes doses. D'autres le sont déjà à des concentrations infimes. Ils peuvent endommager le système nerveux, sanguin, le foie et les reins. Certains sont cancérigènes.

Enfin, certains peuvent s'accumuler dans la chaîne alimentaire. A proximité de certaines industries, des dépôts métalliques polluent le sol et peuvent donc être absorbés par les végétaux qui seront ensuite mangés par l'homme ou les animaux élevés.



- **Azote, Phosphore et eutrophisation des milieux naturels**

L'eutrophisation est causée par l'apport d'éléments nutritifs en quantités importantes dans les écosystèmes aquatiques. Apportés via les retombées atmosphériques et les cours d'eaux, ces éléments nutritifs (surtout à base d'azote et de phosphore) entraînent la prolifération excessive de certains végétaux, qui entraîne à son tour la disparition des autres espèces vivantes présentes dans le milieu. L'installation de stations d'épuration d'eaux usées a fortement contribué à réduire l'ampleur de ce phénomène dans les régions concernées.

On considère cependant qu'environ 70% des écosystèmes

européens sont aujourd'hui soumis à un niveau d'eutrophisation excessif, qui devrait persister dans les années à venir. Les retombées atmosphériques azotées contribuent de manière importante à l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques (voir plus haut). Ils constituent également aujourd'hui une préoccupation importante pour l'ensemble des écosystèmes terrestres de la planète, qui se marque particulièrement actuellement sur les écosystèmes des régions tempérées. Elles sont constituées environ pour moitié d'azote nitrique (NO<sub>x</sub>, produit essentiellement par les combustions et par la fabrication d'engrais azotés), et pour moitié sous forme d'ammoniac (NH<sub>3</sub>, produit essentiellement par les effluents d'élevages). Les quantités totales et les proportions sont variables selon les régions. L'introduction de quantités importantes d'azote dans les écosystèmes modifie l'équilibre des sols et leur composition en éléments nutritifs : les écosystèmes adaptés aux milieux « pauvres » (par exemple fagnes, tourbières...) évoluent et se modifient : les espèces ayant besoin de plus d'azote y apparaissent, tandis que les espèces nécessitant un substrat moins riche en azote disparaissent. Au niveau européen, on estime que la pollution azotée compromet ainsi (à des degrés divers) la biodiversité de 45% à 80% des écosystèmes terrestres de l'UE.

## Qualité de l'air et changement climatique (source INERIS et APPA Nord-Pas-de-Calais)

La plupart des situations responsables des hausses de concentrations des espèces chimiques est liée à une dynamique atmosphérique qui disperse peu les polluants favorisant leur accumulation au dessus de la surface terrestre. C'est notamment le cas lorsqu'un anticyclone recouvre l'Europe de l'Ouest. Ce cas de figure est la cause principale des épisodes de pollution hivernaux (notamment de particules et de dioxyde d'azote). A cela, peut s'ajouter une situation également propice à une forte activité physico-chimique, caractérisée par des températures élevées qui conduit à la formation massive de polluants secondaires, tels que l'ozone pour les gaz ou une forte présence de composés organiques secondaires (AOS) dans les aérosols. La conjonction de ces deux conditions induit inmanquablement de forts épisodes de pollution photochimique. Les changements climatiques énoncés promeuvent l'idée d'impacts conséquents sur la qualité de l'air.

En effet, les principaux paramètres météorologiques qui influent la dispersion des polluants vont connaître dans le futur d'importantes variations. Ainsi, la vitesse du vent, la convection, la fréquence et l'intensité des situations anticycloniques évolueront par rapport à ce qu'elles sont actuellement, ce qui influencera la fréquence et la durée d'événements de pollution atmosphérique.

- **Evolution du cycle de l'eau et conséquences probables**

Aux latitudes de la France, ces évolutions du cycle de l'eau se répercuteront sur l'activité physico-chimique de l'atmosphère, notamment en période estivale. Les dépôts humides seront plus faibles, conséquence de la diminution des événements pluvieux, ce qui signifie que l'atmosphère sera lessivée moins régulièrement, favorisant ainsi l'accumulation des polluants dans la couche limite atmosphérique. La baisse de la couverture nuageuse permettra une activité photochimique plus intense car le filtrage des rayons solaires atteignant le sol sera plus faible qu'actuellement.

L'eau sous forme gazeuse en quantité plus importante dans l'air, interviendra également dans le cycle de formation de l'ozone, vraisemblablement en réduisant sa production. Moins de précipitations signifie également une diminution de l'irrigation des sols donc un assèchement de ceux-ci, ce qui est propice à la remise en suspension naturelle de poussières telluriques.

Enfin le dernier effet abordé attribuable au cycle de l'eau est l'augmentation de la convection profonde liée à l'augmentation de la vapeur d'eau et donc de la chaleur latente qui pourrait occasionner une hausse de l'activité orageuse notamment responsable d'émissions de dioxyde d'azote en moyenne troposphère.

- **La circulation grande échelle des masses d'air.**

Les simulations numériques annoncent aussi des perturbations du comportement des dépressions qui constituent le principal facteur de lessivage de l'atmosphère et de transport des polluants à travers l'Europe principalement de l'Ouest vers l'Est. Leur parcours devrait à l'avenir être plus au Nord qu'actuellement, jouant ainsi un rôle sur la ventilation de l'air en France.

Un accroissement des périodes anticycloniques est également prévu par les modèles, avec des situations de blocage météorologique, tel que celui responsable de la canicule de 2003, plus fréquentes sur l'Europe de l'Ouest. Le réchauffement devrait aussi intervenir sur la couche de mélange terrestre dont l'épaisseur devrait être plus importante mais il n'y a pas encore de tendance claire énoncée par l'IPCC à ce sujet.

- **Impacts de la hausse des températures**

L'ensemble des modèles globaux s'accordent sur la hausse des températures, tout en présentant une plage de valeurs assez variable selon le type de scénario et le modèle considéré.

De telles hausses de température affecteront inévitablement l'activité chimique et notamment celle de l'ozone via plusieurs paramètres. Rappelons que les vitesses des réactions chimiques ne sont que marginalement modifiées par une élévation de température de quelques degrés, mais sont très sensibles à toute variation des concentrations des polluants.

D'autre part, les émissions d'espèces biotiques, dont le rôle est important dans la production d'ozone en zone rurale (et d'aérosols organiques secondaires), augmenteront de manière conséquente, galvanisant la formation d'espèces chimiques secondaires. Ce dernier point s'il est admis depuis plusieurs années, et actuellement remis en question par une étude américaine établissant un

lien d'inhibition des émissions biotiques par le CO<sub>2</sub>. C'est-à-dire que la croissance des teneurs en CO<sub>2</sub> dans l'air aurait tendance à contrebalancer l'impact de la hausse de la température sur les émissions de COV naturelles. L'équilibre entre les deux processus fait encore l'objet de travaux de recherche.

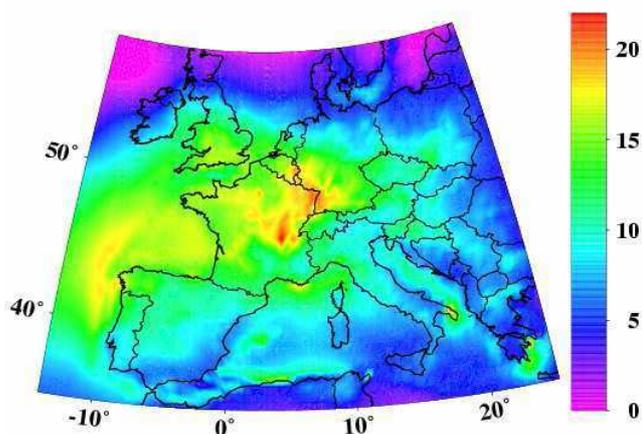
Les premières études menées par l'INERIS sur ce sujet ont été réalisées en collaboration avec l'ICTP (International Centre for Theoretical Physics, Unesco/AIEA) en charge d'études sur le changement climatique. Le travail entrepris a été de coupler le modèle CHIMERE de prévision de la qualité de l'air utilisé dans la plateforme Prev'Air avec des prédictions climatiques pour la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle et de les analyser au regard des conditions présentes. Cette étude a été menée sous des hypothèses fortes, car les émissions futures de polluants atmosphériques étaient considérées égales à celles de la situation présente et les flux de polluants atmosphériques entrant en Europe ne subissaient pas de variations entre présent et futur. L'objectif de telles contraintes était d'isoler l'impact du réchauffement climatique sur la qualité de l'air sans prendre en compte l'effet de possibles scénarios de réductions d'émission des polluants atmosphériques ou encore une évolution de l'activité mondiale qui auraient changé les composantes d'import de pollution atmosphérique en Europe drastiquement.

### Impacts sur les niveaux d'ozone

Concernant les niveaux d'ozone, principal polluant secondaire, l'élévation de température et l'accroissement de la teneur en eau produisent des effets variables selon le niveau des NO<sub>x</sub> présents, en effet :

- d'un côté, l'augmentation de température stimule les émissions de COV biogéniques précurseurs d'ozone, tels que l'isoprène, ainsi que l'activité microbienne des sols, génératrice de NO<sub>x</sub>, deux évolutions tendant à augmenter la production d'ozone ; cet excès d'ozone serait renforcé durant les sécheresses concomitantes avec les canicules car alors les végétaux réduisent leurs échanges avec l'air (et captent ainsi moins d'ozone) par fermeture des stomates.
- d'un autre côté, cette augmentation de la vapeur d'eau stimule la production du radical OH, ce qui consomme globalement de l'ozone dans les zones peu émettrices de NO<sub>x</sub> (zones rurales, océans) mais au contraire génère de l'ozone dans les zones polluées.

La plupart des modèles climatiques s'accordent toutefois pour prédire une augmentation de l'ozone de fond, notamment par suite des augmentations prévues, au niveau mondial, des émissions de méthane, de NO<sub>x</sub> et de COV biogéniques ou anthropogéniques ; ainsi, malgré la baisse des émissions de NO<sub>x</sub> et de COV dans les pays développés dont l'Europe, les épisodes de pollution photochimique risquent donc d'être plus fréquents et plus durables.



A l'échelle de l'Europe, la France apparaît fortement touchée par l'accroissement des concentrations, ce qui se traduit également par un nombre de dépassements des seuils d'information (180 µg/m<sup>3</sup>) et d'alerte (240 µg/m<sup>3</sup>) beaucoup plus fréquent qu'actuellement. Outre cet aspect sur la fréquence, la persistance des épisodes d'ozone est aussi accrue. En conséquence, les résultats obtenus attestent que les fortes concentrations d'ozone relevées durant l'été 2003 pourraient devenir « normales » à la fin de ce siècle.

**Différence (en µg/m<sup>3</sup>) entre les moyennes passées (1960-1990) des pics d'ozone journaliers estivaux et les moyennes futures (2070-2100).**

### Impacts sur les niveaux de particules

Concernant les particules, les changements sont à considérer saison par saison car les processus incriminés varient en cours d'année. Dans les mêmes conditions que précédemment, les prédictions numériques affichent une décroissance des moyennes journalières de PM<sub>10</sub> en hiver de quelques microgrammes par mètre cube, certainement sous l'effet de températures futures plus douces défavorisant le développement des aérosols par exemple en augmentant l'évaporation du nitrate d'ammonium. La dynamique atmosphérique et notamment l'épaississement de la couche limite terrestre jouerait également un rôle en favorisant la dispersion des polluants évitant ainsi leur accumulation à proximité de la surface.

A contrario, l'été, les changements climatiques prévus engendreraient une augmentation des teneurs en PM<sub>10</sub> de plusieurs µg/m<sup>3</sup> pouvant aller jusqu'à 5-6 µg/m<sup>3</sup> en France. La hausse de la température a en période estivale un impact opposé à son rôle hivernal en intervenant fortement sur la formation des aérosols organiques secondaires notamment ceux ayant l'isoprène comme

précurseur. Elle affecte également la faculté d'érosion des sols, surtout associée à la baisse des événements pluvieux, en augmentant le potentiel d'émission des poussières telluriques lié à l'assèchement des sols.

Le problème posé par la matière particulaire (les aérosols) résulte de deux contraintes antagonistes ; d'un côté, la réduction de la pollution particulaire s'impose comme un impératif incontournable de santé publique (et accessoirement semble aussi utile pour préserver les rendements agricoles) ; mais d'un autre côté on doit craindre qu'une réduction drastique et rapide de cette pollution particulaire n'accélère le réchauffement climatique puisqu'il est bien établi que l'effet prédominant des aérosols est un refroidissement de l'atmosphère (c'est « l'effet masquant » des aérosols).

Ce refroidissement est dû prioritairement à la fraction sulfate de l'aérosol, l'autre fraction importante de la matière particulaire étant constituée par le « carbone suie », issu principalement des moteurs diésels dans notre région, et qui, au contraire, participe au réchauffement climatique. Cette problématique concerne particulièrement la région vue l'importance du transport routier, du trafic maritime et des activités portuaires.

En conséquence, deux pistes s'offrent pour accompagner la nécessaire réduction des particules :

- Privilégier l'effort sur celles des émissions qui présentent un fort rapport carbone suie/sulfate, c'est-à-dire le transport routier et le secteur résidentiel/tertiaire.

- Accélérer la réduction des polluants qui réchauffent l'atmosphère : ozone, méthane, carbone suie.

Il faut enfin signaler qu'on s'attend à un accroissement de la formation d'aérosols organiques secondaires en raison de la stimulation de leurs sources par le réchauffement climatique : d'un côté les oxydants (ozone et radical OH) de l'autre COV et NOx

- **Effet de la qualité de l'air sur le climat**

Réciproquement, on ne doit pas ignorer les processus inverses, à savoir les impacts qu'une atmosphère en évolution va avoir sur le climat ; à cet égard, outre les considérations sur les types de poussières évoquées plus haut, on peut simplement rappeler que plusieurs classes d'espèces chimiques qui orientent la qualité de l'air (CO, les NOx, les COV,) contrôlent aussi la formation du méthane et de l'ozone, respectivement 2ème et 3ème gaz à effet de serre.

Tout en reconnaissant que la qualité de l'air à un échelon régional n'aura qu'une incidence mineure sur le climat global, il faut donc se garder d'adopter des mesures de préservation de la qualité de l'air qui auraient tendance à accentuer le réchauffement climatique.

# Bilan de la qualité de l'air 2006-2009

## Contexte régional (source PSQA 2011-2015 réalisé par ATMO NPDC)

### Climatique

Bordée par l'extrémité sud de la mer du Nord et la Manche et située à l'ouest de la grande région des plaines d'Europe Centrale, la région est soumise à des influences météorologiques contrastées ; le climat est à tendance océanique sur le littoral et plus continentale à l'intérieur des terres.

Il pleut de manière homogène sur l'ensemble de la région et de l'année : 700 mm/an pour 126 jours de pluie (Météo France) ; ces phénomènes précipitant font partie des plus réguliers de France. Cette pluie permet le lessivage fréquent des aérosols, limitant ainsi leur accumulation dans l'air.

Du fait de sa position géographique et des conditions météorologiques, l'ensoleillement annuel normal de 1617 heures est le plus faible de France (Météo France). Cela a l'avantage de réduire notablement la transformation photochimique des polluants, même si, pour l'ozone, des dépassements ponctuels des seuils réglementaires sont observés.

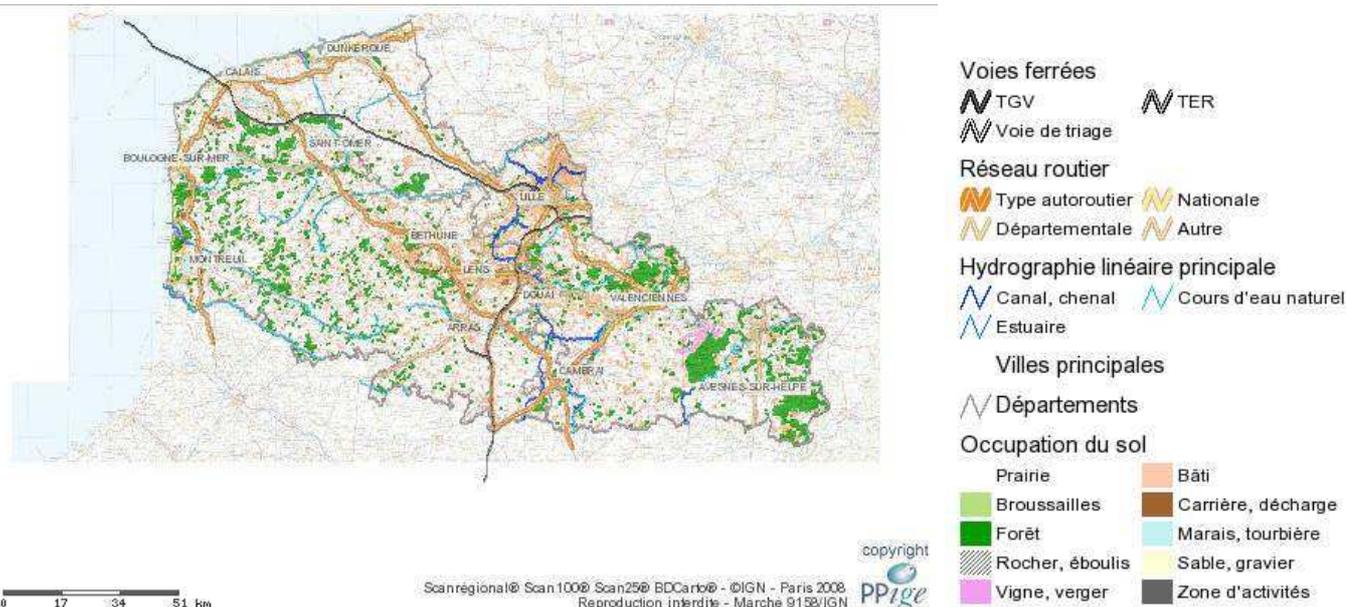
### Topographique

La région est située au nord de la France entre le 50° N et 51° N, et au sud de la zone de plaine d'Europe Centrale. Son relief est faible, une partie de la région fait partie du Plat-Pays flamand. La zone de plaine représente environ 40 % de sa superficie. Il y a, en outre, environ 900 km<sup>2</sup> de polders entre Dunkerque et Calais. Le reste de la région est vallonné et son point culminant est Anor (271 m).

### Occupation des sols

Le Nord – Pas-de-Calais a une bordure littorale de 140 km, surtout composée de falaises et de dunes, longeant la Manche et la Mer du Nord. Les cours d'eau, constitués de rivières et de petits fleuves côtiers de faibles débit et pente, ont favorisé la construction de canaux entre les différents bassins, constituant un réseau de 650 km de voies navigables (DREAL).

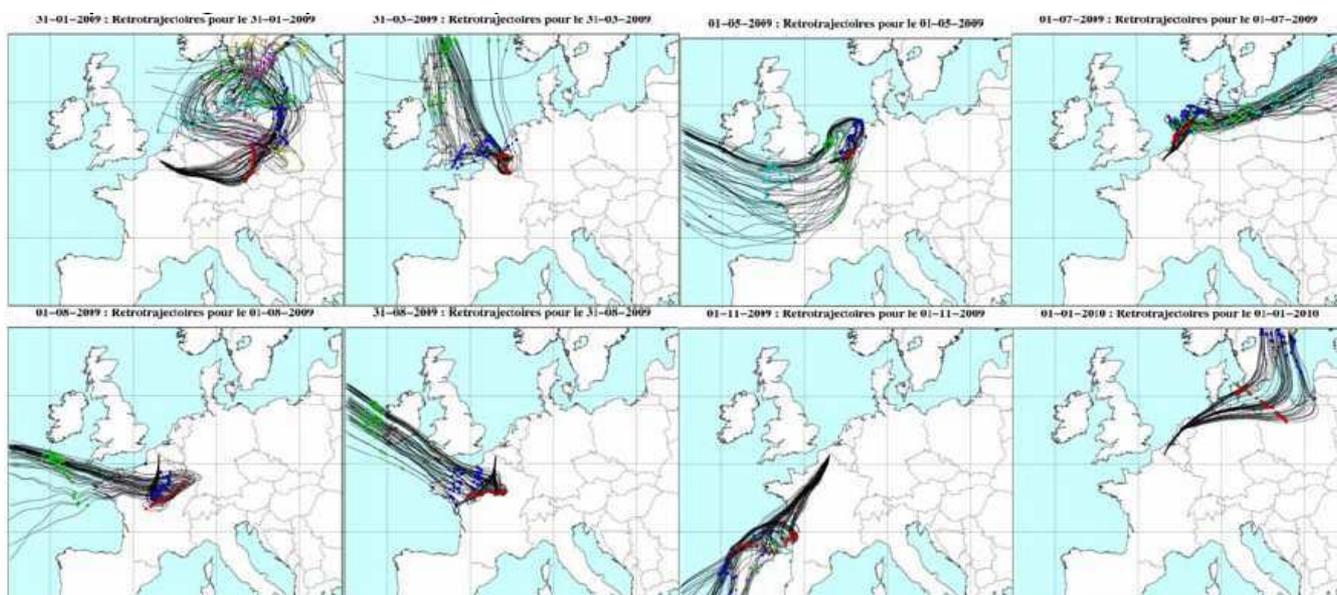
Les surfaces agricoles représentent 771 746 ha en 2007, soit 62 % de la superficie régionale (France : 53,3 %) au détriment des surfaces boisées limitées à 90 750 ha soit 7,3 % de la superficie régionale (France : 28 %, INSEE). Les zones naturelles humides (marais terrestres et maritimes, tourbières), productrices de méthane (CH<sub>4</sub>) et puits de CO<sub>2</sub>, ne représentent plus que 0,5 % du territoire (~6000 ha), contre 1/3 à l'origine. L'agriculture régionale est donc bien développée mais les puits naturels de carbone peu importants. En outre, la région compte un taux élevé de friches industrielles (industries lourdes du bassin minier, textile) ; il reste 150 sites pollués soit 10 000 ha de friches industrielles, c'est-à-dire la moitié des friches industrielles françaises (ADEME). Enfin, les axes de transports, zones d'activité et villes couvrent 13 % du territoire. Ainsi, la région est proportionnellement bien plus artificialisée que le reste de la France (France : 8,3 %, IFEN). Le tissu urbain dense poursuit son étalement au détriment des espaces naturels et des zones agricoles : les espaces urbanisés ont connu une augmentation de 5,6 % entre 1998 et 2005. La région s'intègre dans un grand espace à dominante urbaine, la mégalopole de l'Europe du nordouest (DRE, DREAL) qui constitue la zone de peuplement la plus dense d'Europe (le Ransstad, la Rhur, la Belgique, le Grand-Londres malgré la coupure maritime et le Nord – Pas-de-Calais).



Enfin, la région ayant connu une exploitation de la houille à échelle industrielle dès le 18<sup>ème</sup> siècle sur le bassin minier, des terrils ont été constitués lors de l'extraction du charbon et sont maintenant le siège d'une combustion qui se traduit par l'émission de gaz toxiques (DRE, DREAL)

## Transfrontalier

Le climat, les phénomènes météorologiques et donc la dispersion des polluants résultent de la combinaison de facteurs à échelles globale et locale. En effet, une fois passés dans la troposphère les polluants peuvent se déplacer sur plusieurs centaines de kilomètres. Comme l'illustrent les cartes de rétrotrajectoire issues de la plateforme de modélisation interrégionale Esmeralda, les masses d'air arrivant sur Lille peuvent potentiellement apporter par advection sur la région une partie de la pollution britannique, belge, ou parisienne, qui vient s'ajouter aux émissions locales.



Exemple de rétrotrajectoires Esmeralda pour les masses d'air durant l'année 2009

Aux facteurs synoptiques, s'ajoutent les facteurs locaux, dont ceux liés à la proximité maritime. L'influence des brises de mer sur l'accumulation des polluants atmosphériques dans la région dunkerquoise a été montrée lors de la thèse de Charles Talbot (ULCO) et celle de Juliette Rimetz (EMD). D'autres paramètres météorologiques telle que la couche limite marine, première barrière naturelle à la dispersion verticale des polluants, jouent également un rôle, d'autant que le littoral dunkerquois est extrêmement industrialisé. Enfin, d'autres études ont montré que les embruns modifient les réactions chimiques dans l'atmosphère en particulier sur les HO<sub>x</sub> et les NO<sub>x</sub> (Williams et al, 2001) et que les ions marins présents dans la couche limite marine accélèrent les réactions conduisant à une diminution des NO<sub>x</sub> (Sanders et al, 2007).

## Population

Le Nord – Pas-de-Calais compte 4 018 644 habitants au recensement 2006. C'est la 4<sup>e</sup> région de France de par sa population et la 2<sup>e</sup> de par sa densité avec en moyenne 324 hab/km<sup>2</sup> (3 fois la moyenne nationale). Depuis le recensement de 1999, elle compte environ 22 800 habitants de plus, mais l'accroissement naturel important de la région compense tout juste un solde migratoire apparent déficitaire (le plus élevé de France). C'est une population essentiellement urbaine (¾ des habitants), dont l'accroissement est inégalement réparti sur l'ensemble de la région. La métropole lilloise se peuple, tandis que la zone industrielle de Dunkerque et le bassin minier se vident.

Historiquement, les habitants sont inégalement répartis du fait de la topologie et de la répartition des bassins d'emploi. Le Nord héberge environ 64 % des habitants du Nord - Pas-de-Calais alors qu'il couvre 46 % de la superficie régionale. L'essentiel de la population régionale se situe dans la métropole lilloise, l'ancien bassin minier et la partie septentrionale du littoral.

Le Nord - Pas-de-Calais est l'une des régions les plus jeunes de France. Cela s'explique car le taux de mortalité régional de 8,8‰ (France : 8,4‰) et les taux de mortalité prématurée (34,7‰ pour les hommes et 16,2‰ pour les femmes) sont supérieurs aux moyennes françaises (respectivement 27,9‰ et 14,7‰). L'espérance de vie est toujours la plus faible de France (-2,5 ans par rapport à la moyenne française). Cela conduit à une mortalité plus forte des plus âgés. Les principales causes de décès sont les tumeurs dont celles des voies respiratoires, et les maladies de l'appareil circulatoire souvent liées aux mauvaises conditions de travail et à une mauvaise hygiène de vie.

Cependant, le Nord – Pas-de-Calais abrite beaucoup de personnes âgées de 60 ans ou plus, dont le nombre devrait croître selon les projections de l'INSEE. La répartition intra-régionale des personnes âgées présente de grandes disparités : les espaces ruraux fortement vieillissent de l'Artois, du Cambrésis, de l'Avesnois s'opposent aux espaces urbains relativement jeunes (INSEE et Conseil Régional).

## Une difficulté à maîtriser les concentrations de poussières dans l'air ambiant conduisant à une situation de

Dans le cadre de la réglementation européenne, la France doit régulièrement faire état de son respect des normes et objectifs de qualité de l'air sur lesquels elle s'est engagée à travers les directives et règlements qu'elle a approuvés.

Lorsqu'il advient qu'un Etat membre comme la France ne respecte pas les objectifs fixés, la commission européenne dialogue avec celui-ci pour connaître les raisons à l'origine de ce non respect. Si ces raisons ne sont pas considérées comme suffisantes et qu'il est vraisemblable que c'est plutôt le manque de moyens ou d'actions qui a conduit à ce non respect, la commission peut alors entamer une procédure de pré-contentieux consistant à notifier à l'Etat membre son infraction et à le mettre en demeure de se mettre en conformité dans les plus brefs délais. Si le non-respect perdure, la commission peut alors saisir la Cour de justice des communautés européennes (CJCE) pour condamnation de l'Etat membre à une amende qui, en matière d'environnement, est souvent forfaitaire et accompagnée d'astreintes journalières très dissuasives.

La France est actuellement concernée par un contentieux sur le non respect des normes de qualité de l'air pour les poussières PM<sub>10</sub>. Une saisine de la CJCE a eu lieu très récemment le 19 mai 2011 avec pour conséquence potentielle une lourde amende.

En 2010, la France avait demandé, comme le prévoit la directive européenne relative à la qualité de l'air, à être exemptée du respect des normes sur les poussières jusqu'à 2011 pour des raisons de manques de connaissance sur l'origine des poussières et de l'importance potentielle de l'impact de la pollution transfrontalière dans les niveaux relevés, notamment en Nord-Pas-de-Calais.

**Les autorités françaises ont été invitées à prendre les constats de la Commission (voir paragraphe sur les émissions de particules) en considération lors de l'établissement ou de la mise à jour des plans relatifs à la qualité de l'air. Le SRCAE doit donc inclure ces éléments lors de son élaboration.**

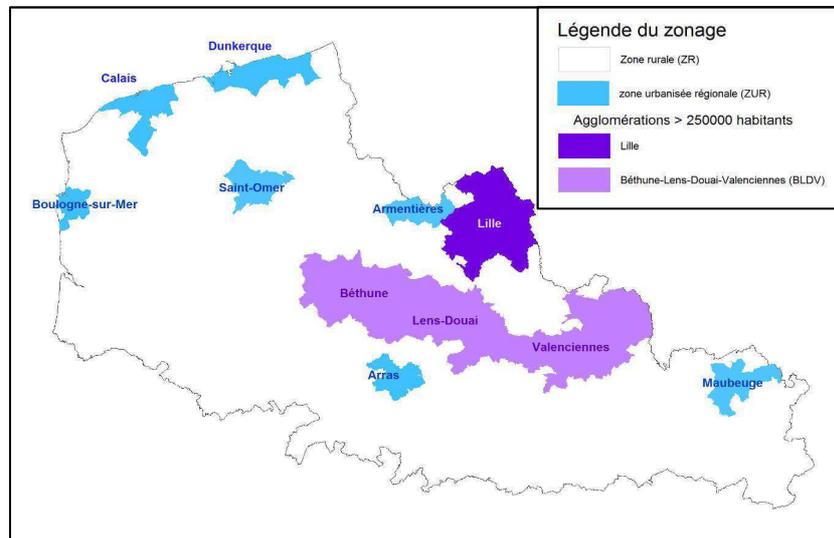
La directive 2008/50/CE du 21 mai 2008, précise dans son article 23 et son annexe XV les modalités d'élaboration de plan relatifs à la qualité de l'air locaux, régionaux ou nationaux destinés à améliorer la qualité de l'air ambiant (Cf. annexe 1). Depuis quelques années, les annexes des directives indiquant certaines mesures que peuvent mettre en œuvre les Etats-membres, même si elles n'ont au départ qu'une portée informative, ont tendance à être considérées au même titre que la directive elle-même.

Ainsi, lorsqu'un Etat-membre n'atteint pas les objectifs d'une directive et qu'il n'a pas tenu compte des mesures proposées en annexe à cette directive, la commission peut le lui reprocher en indiquant qu'elle lui avait notifié un certain nombre de recommandations visant à atteindre les objectifs.

**La France se trouve actuellement en contentieux sur la problématique poussières notamment du fait de la situation en Nord-Pas-de-Calais, il faut donc intégrer aux mieux les mesures visant à réduire les émissions de poussières listées dans la directive (Cf. annexe 1 et partie orientations)**

## Evolution récente de la qualité de l'air (extrait du PSQA) et identification des zones sensibles à la qualité de l'air

Pour chaque polluant réglementé et depuis 2000, lorsque les données étaient représentatives, l'évolution des concentrations moyennes annuelles a été dressée sous forme de graphes figurant dans cette partie ou annexés à la fin du présent rapport. Les zones utilisées pour le bilan de la qualité de l'air sont les Zones Administratives de Surveillance (ZAS) à savoir, depuis 2010 : la ZAS de Lille, la ZAS de Béthune-Lens-Douai-Valenciennes (ZAS BLDV), la zone urbanisée régionale (ZUR), et la zone rurale (ZR).

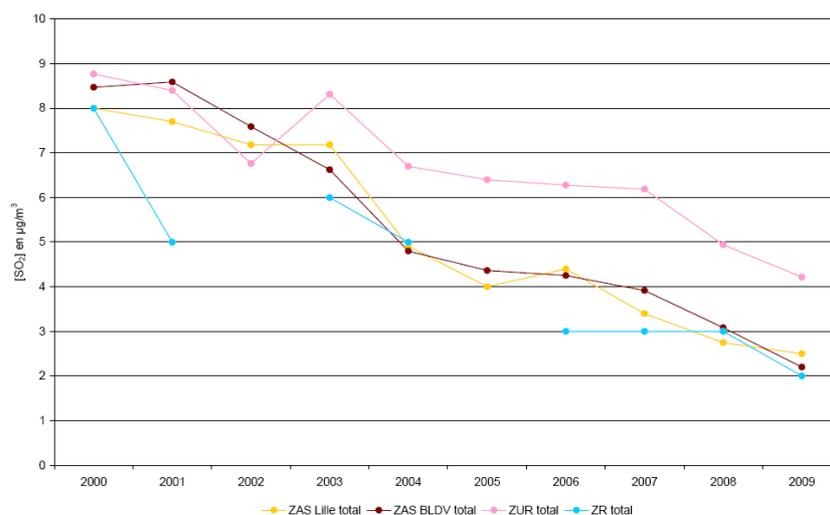


Source : PSQA Atmo NPdC,2010

### Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Les niveaux moyens de SO<sub>2</sub> enregistrés au cours de la dernière décennie par les stations fixes, toutes typologies confondues, montrent une **évolution franche et décroissante sur les 4 zones de surveillance**. A titre d'exemple, les concentrations annuelles mesurées dans la **ZAS de Béthune-Lens-Douai-Valenciennes en proximité industrielle** ont connu une **baisse moyenne de 83 %** sur 10 ans. Cependant, **ponctuellement, des valeurs élevées proches des valeurs limites** sont encore observées **en proximité industrielle, à Calais et Dunkerque** (en zone urbanisée régionale ZUR).

Evolution des concentrations moyennes annuelles en dioxyde de soufre

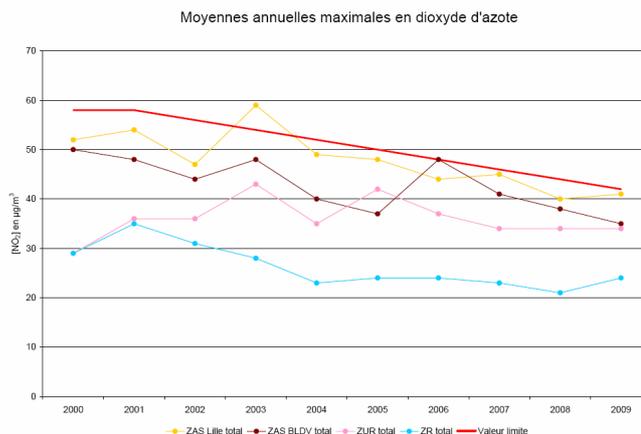
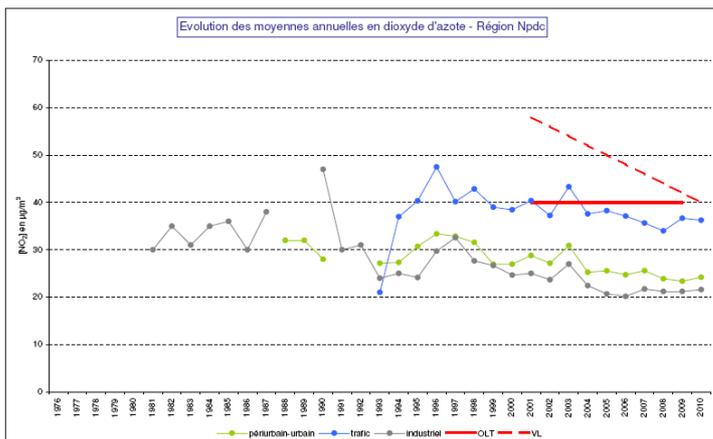


Il apparaît nécessaire, en l'état, d'évaluer plus précisément l'origine précise des valeurs locales élevées en SO<sub>2</sub>. Une orientation reprenant cette nécessité sera donc proposée.

### Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Globalement, depuis 2000, les niveaux de fond de NO<sub>2</sub> ont **faiblement diminué** mais sont restés **en deçà des valeurs réglementaires**. Excepté en zone urbanisée régionale (ZUR) où sur 10 ans, la tendance moyenne des niveaux observés en proximité du trafic routier

est à la hausse (+9%), les concentrations en NO<sub>2</sub> engendrées par le trafic automobile montrent une diminution similaire à celle des niveaux de fond. **En proximité du trafic automobile, certaines stations des zones de Lille et Béthune-Lens-Douai-Valenciennes (BLDV) enregistrent des moyennes annuelles qui restent très proches de la valeur limite**, en restant dans la marge de dépassement autorisée.



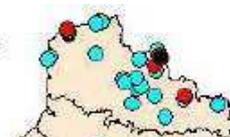
A noter que la réglementation a évolué et s'est sévériée progressivement sur le paramètre NO<sub>2</sub> depuis 2001. Les nouvelles normes de 40µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle et de 200µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par an sont une contrainte forte, notamment sur les stations de proximité « trafic » étant donné l'historique disponible ci-dessus.

En outre, cet historique n'est qu'une moyenne des stations par typologie qui peut lisser certaines tendances locales. Il y a lieu pour les collectivités qui établissent leurs documents de planification (PDU, SCOT) de pouvoir disposer d'un diagnostic plus précis de leur zone de compétence afin d'évaluer leur situation au regard des valeurs limites et les tendances locales de qualité de l'air et d'émissions et comprendre quelles actions sont les plus pertinentes pour permettre un respect durable de ces normes. Jusqu'à 2010, une seule station présentait une moyenne annuelle supérieure à la norme réglementaire. Cette station de proximité trafic est située dans la commune Roubaix.

#### Moyenne annuelle

- ≤ 30 µg/m<sup>3</sup>
- de 30 à 40 µg/m<sup>3</sup>
- >40 µg/m<sup>3</sup>

Situation des sites de mesure du NO<sub>2</sub> en 2010 par rapport à la valeur limite annuelle



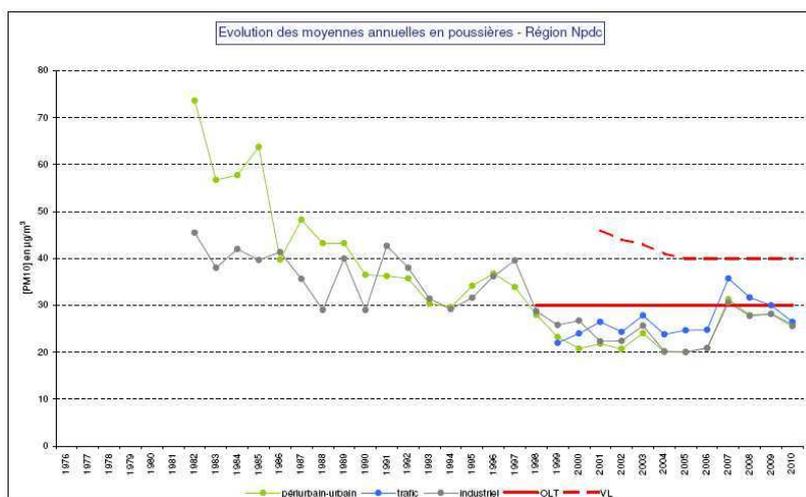
Extraction issue du bilan national de la qualité de l'air en 2010

La carte ci-dessus donne une idée des stations de mesures de la qualité de l'air pour lesquelles les normes ont été dépassées en 2010 (1 station en noir) ou ont été respectées mais sur lesquels une vigilance apparaît nécessaire étant donnée la marge de respect (en rouge).

Une carte plus précise qui détaillera nombre et emplacements de ces stations sera réalisée prochainement.

Pour prévenir les dépassements des normes en NO<sub>2</sub>, la carte des surémissions de NO<sub>2</sub> prévue dans l'identification des zones sensibles à la qualité de l'air (voir chapitre sur les émissions de NO<sub>2</sub>) peut représenter une aide à la décision intéressante.

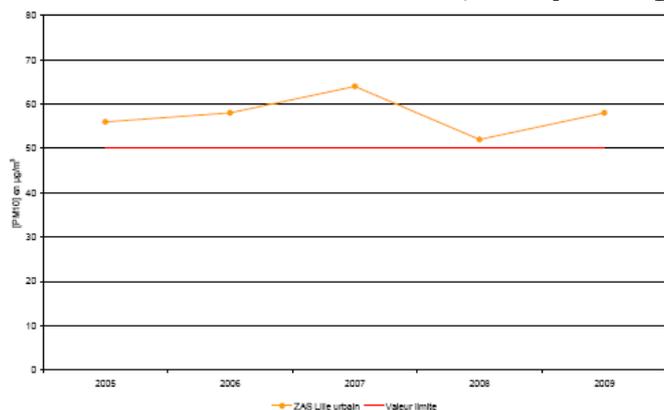
## Les particules PM<sub>10</sub>



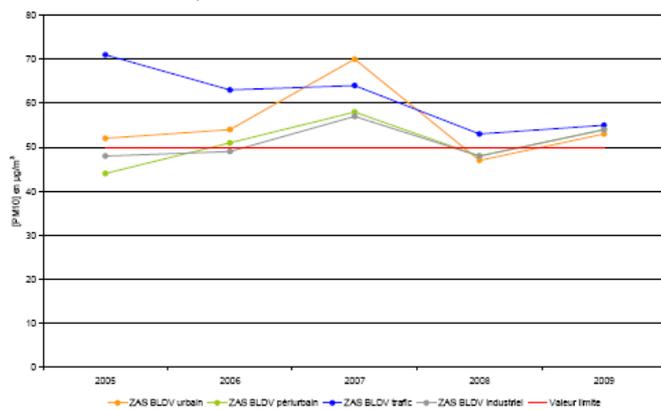
### PM<sub>10</sub>

Hormis en zone rurale (ZR), les teneurs en PM<sub>10</sub> sont globalement à la baisse depuis 2005 sur les zones de mesures. Des pics de concentrations ont été néanmoins plus fréquemment observés depuis 2007, probablement suite à l'ajustement de la mesure des PM<sub>10</sub> (prise en compte de la fraction volatile dans le calcul des concentrations en PM<sub>10</sub>) et partiellement occasionnés par des conditions météorologiques favorables à la mise en suspension des poussières.

**Evolution des taux moyens de PM<sub>10</sub> mesurés sur les différentes typologies de stations de mesures  
(OLT = objectif à long terme, VL = valeur limite)**



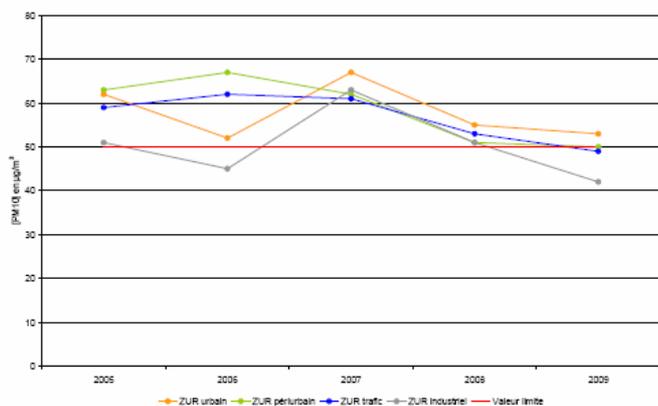
**Percentiles 90,4 maximaux en ZUR - PM10**



**Percentiles 90,4 maximaux en ZR - PM10**

Même si la valeur réglementaire moyenne ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur l'année semble respectée depuis 2005 dans certaines zones, des **épisodes de pollution en PM<sub>10</sub> sont encore fréquents, entraînant un nombre important de dépassements de la valeur limite journalière ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur les 4 zones de surveillance de la région** (Cf. figures précédentes et suivantes). A noter que les niveaux moyens mesurés en 2005 et 2006 ont été calculés ici par modélisation numérique par l'INERIS afin de déterminer les concentrations en PM<sub>10</sub> corrigées.

**Percentiles 90,4 maximaux en ZAS Lille - PM10**

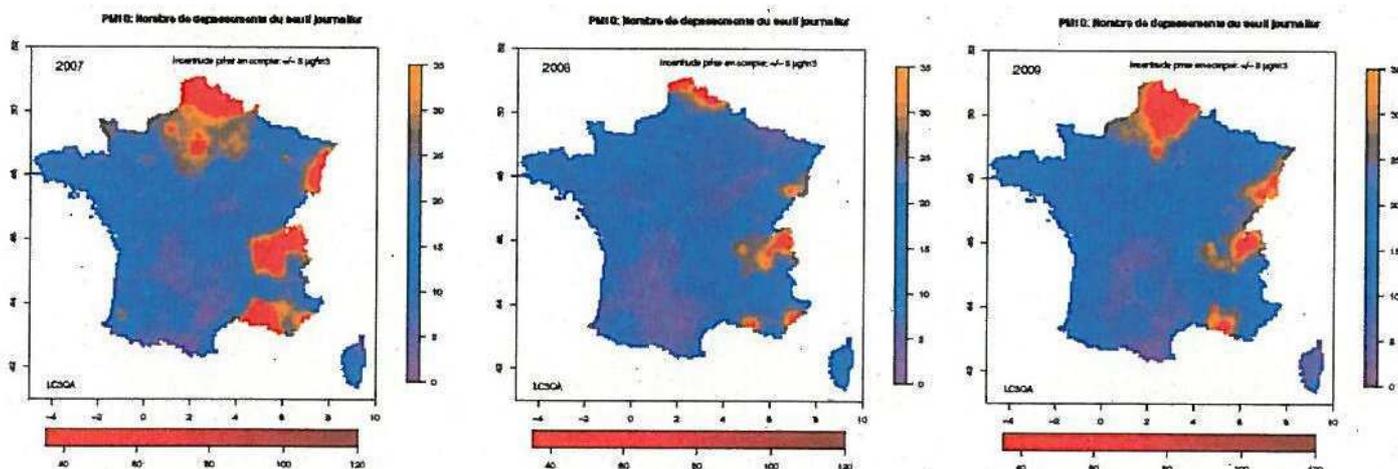


**Percentiles 90,4 maximaux en ZAS BLDV - PM10**



Les valeurs réglementaires des normes de poussières PM<sub>10</sub> (en nombre de dépassements des moyennes journalières) sont très régulièrement dépassées depuis 2007 en Nord-Pas-de-Calais, ce qui place la France en infraction à la législation européenne car l'objectif initial était de respecter les valeurs limites depuis 2005.

Dans le cadre de l'identification des zones sensibles à la qualité de l'air, le LCSQA a réalisé un certain nombre de cartes permettant de rendre compte du nombre de dépassements du seuil journalier en PM<sub>10</sub> sur les stations françaises et en Nord-Pas-de-Calais.



**Nombre de jours de dépassements du seuil journalier pour la norme PM<sub>10</sub> pour les années 2007,2008 et 2009**

On peut constater que la totalité des stations du Nord-Pas-de-Calais est concernée par une non-conformité durant la période

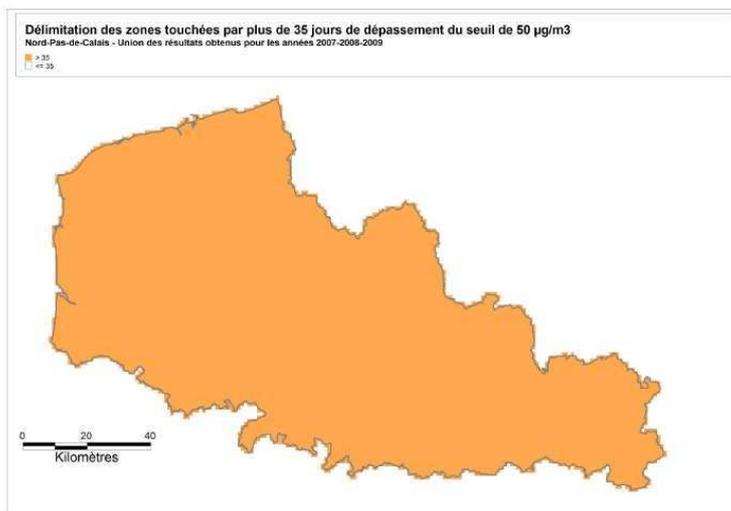
2007-2009, c'est-à-dire plus de 35 dépassements du seuil journalier admissible en PM<sub>10</sub> lors d'une des 3 années.

### Zones sensibles à la pollution par les PM<sub>10</sub>

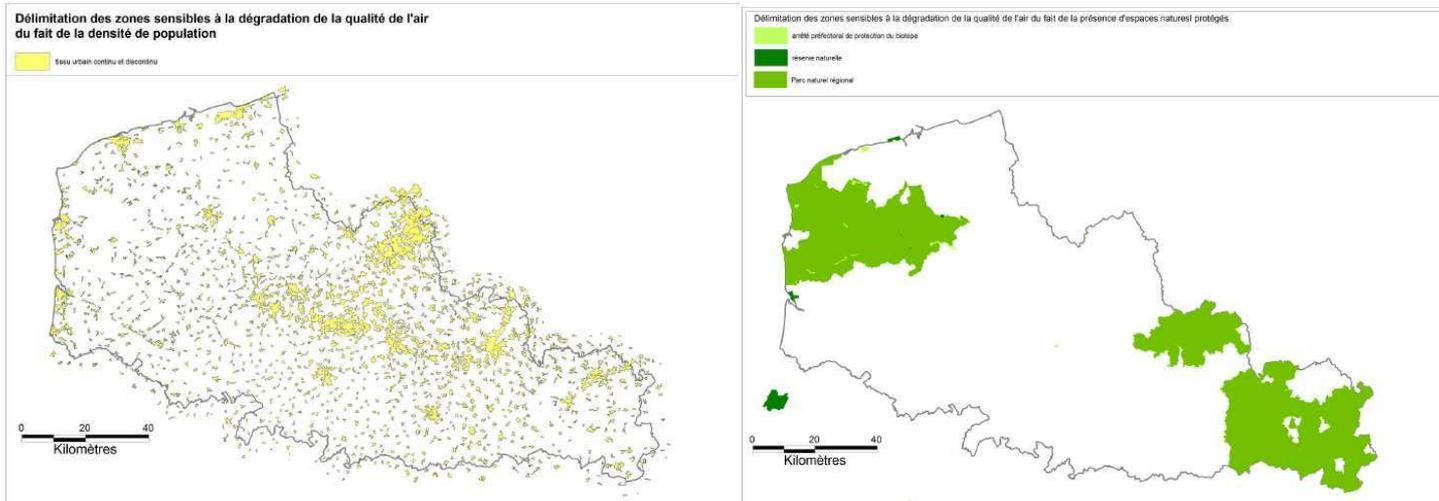
La mise en œuvre d'une méthodologie spécifique destinée à détecter les zones sensibles à la qualité de l'air doit permettre d'aider les co-pilotes et collaborateurs du SRCAE à comprendre les causes des dépassements et les zones dans lesquels agir en priorité.

Principe : l'identification de ces zones résultent du croisement de l'analyse des dépassements constatés ou probables des seuils réglementaires avec la sensibilité des zones où ont lieu ces dépassements (population et cadre bâti, milieux naturels).

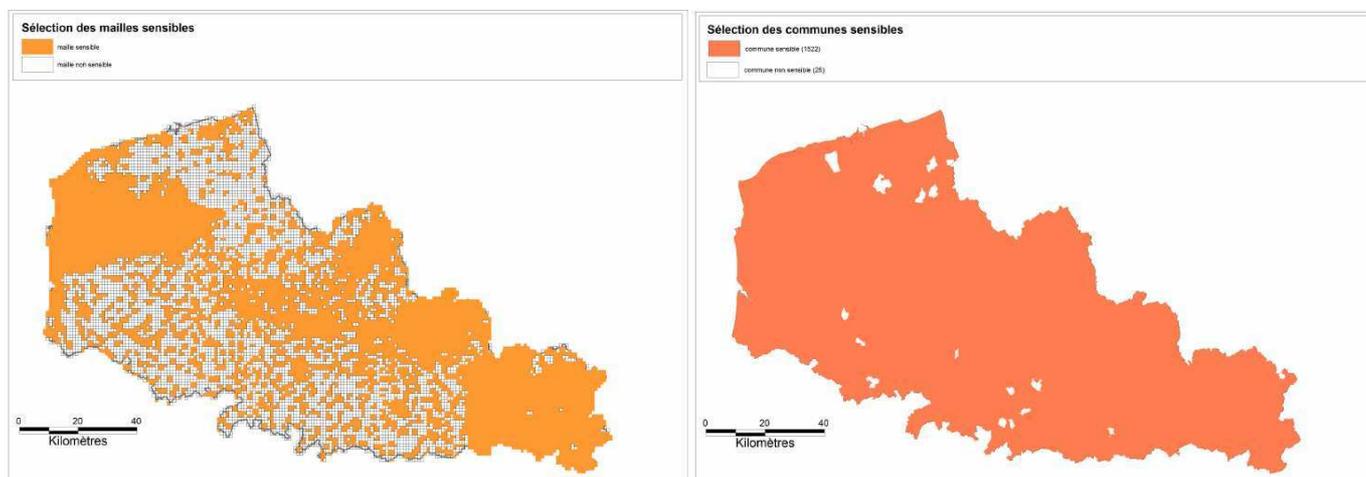
La méthodologie d'identification des "zones sensibles" fonde son analyse PM<sub>10</sub> sur la moyenne du nombre de dépassements sur la période 2007-2009, ce qui fait que toute la région est potentiellement concernée au vu de la carte réalisée par le laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air qui suit :



Les zonages relatifs aux critères de sensibilité "population et patrimoine bâti" ont ensuite été pris en compte comme suit (source LCSQA, Atmo NPdC) :



La carte des zones sensibles obtenus à partir du paramètre PM<sub>10</sub> est donc la suivante :



Le zonage établi sur la base de la méthodologie définie au niveau national, intègre la quasi-totalité de la région Nord – Pas-de-Calais, avec 1522 communes sensibles sur 1547 communes constituant la région.

Cette carte de zones sensibles illustre la vulnérabilité de la région aux poussières en suspension.

En revanche cette carte ne permet pas de dégager d'informations particulières ni sur l'importance quantitative des dépassements des seuils réglementaires ni sur l'origine de ces particules qui peut varier selon les parties de la région étudiées. Cette prise en compte pourra s'appuyer également sur l'examen des émissions spatialisées par l'outil OAPS et sur l'examen détaillé des dépassements station par station.

Les principales causes structurelles des taux élevés de PM<sub>10</sub> identifiées pour la région Nord-Pas-de-Calais sont :

- sa densité démographique,
- son réseau routier très dense,
- la composition de son parc routier : essentiellement des véhicules diesel
- son industrie lourde : rôle important d'Arcelor Mittal (2100 t en 2009 sur les 4 682 t émises par le secteur industriel)
- sa situation géographique : elle reçoit également des poussières fines venant d'autres pays. Cela s'explique notamment par la direction des vents dominants mais aussi par le trafic maritime intense dans la Manche et la Mer du Nord. En 2010, une étude menée par le LCSQA et l'INERIS dans le cadre de la demande de report de la France estimait la contribution transfrontalière aux épisodes de pollution aux PM<sub>10</sub> aux environs de 25 % de la concentration relevée.

Une réponse spécifique doit donc être élaborée pour réduire les concentrations atmosphériques en particules PM<sub>10</sub>. Le Plan Particules publié au niveau national comporte des mesures régionales génériques qui peuvent inspirer des réponses possibles.

## Les particules PM<sub>2,5</sub>

En ce qui concerne les poussières fines (PM<sub>2,5</sub>), l'évolution des dernières moyennes annuelles a été très variable mais aucun dépassement de la valeur limite n'a été enregistré sur les quelques stations existantes. La connaissance de ces particules est pour le moment lacunaire et le nombre de stations capables de les mesurer insuffisante. Atmo NPdC prévoit dans son PSQA de mettre en place des stations de mesure spécifique dans les agglomérations de plus de 100 000 hab.

Le Nord-Pas-de-Calais présente des similitudes structurelles et une proximité géographique avec la région wallonne où la connaissance des teneurs en PM 2,5 est plus développée.

En région wallonne, les émissions de poussières en suspension (TSP), étaient estimées en 2003 à environ 46.000 tonnes, et étaient constituées de :

- 55 % de « grosses » particules (diamètre moyen compris entre 10 et 55 µm) ;
- 15 % de particules « moyennes » (diamètre moyen entre 2,5 et 10 µm) ;
- 30 % de particules fines (diamètre moyen inférieur à 2,5 µm).

Les particules fines (PM 2,5) constituent donc 65 % des PM<sub>10</sub>, ce qui correspond au pourcentage moyen observé dans les autres pays de l'Union Européenne.

Si l'on s'intéresse aux valeurs moyennes en PM<sub>10</sub> sur les 3 années que concernent l'indice d'exposition moyen (IEM) aux PM<sub>2,5</sub>, on constate que les moyennes sont entre 30 et 35 µg/m<sup>3</sup> et par extrapolation on peut penser que les moyennes régionales en PM<sub>2,5</sub> pour ces années étaient d'environ 32\*0,65 ~ 20 µg/m<sup>3</sup>

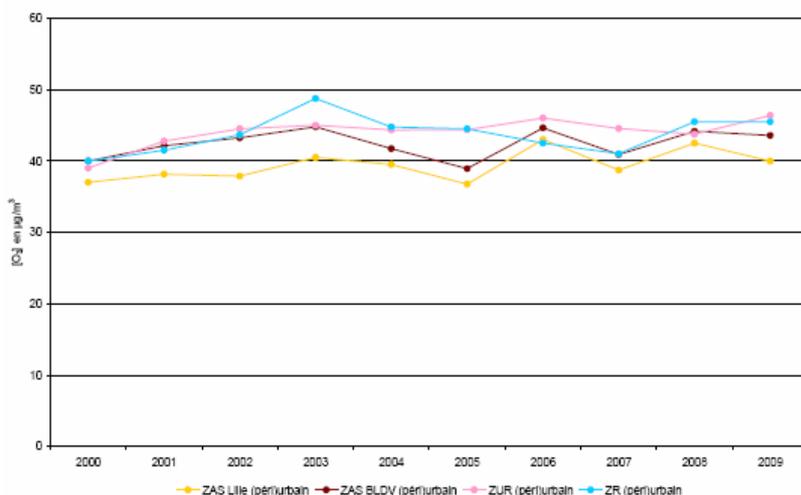
Sous réserve de validation suite aux mesures qui seront acquises ensuite, un objectif de réduction de 25 % des concentrations PM<sub>2,5</sub> doit donc être appliqué pour atteindre la norme Grenelle de 15µg/m<sup>3</sup>.

L'objectif de réduction de 30 % des taux de particules fines PM<sub>2,5</sub> fixé par le Grenelle dans l'air doit être rappelé dans le SRCAE. Les sources d'émissions connues doivent également faire l'objet de précisions afin de réfléchir si des orientations spécifiques doivent être prises en sus de celles sur les PM<sub>10</sub>.

## L'ozone (O<sub>3</sub>)

Sur l'ensemble des sites de mesures du polluant, depuis 2000, les niveaux de fond annuels sont en **légère augmentation** même sans tenir compte des mesures de l'année la plus chaude en températures. L'impact de la canicule de l'été 2003 sur les teneurs en O<sub>3</sub> s'est fait ressentir par un nombre plus important de jours de dépassements de l'objectif à long terme (OLT) sur 8 heures glissantes en 2003. Cette année détient ainsi le record du nombre d'épisodes de pollution en O<sub>3</sub> sur la dernière décennie. Les dépassements de l'objectif de qualité restent cependant assez fréquents, au moins quelques journées chaque année.

L'ozone est un polluant secondaire dont la formation dépend de ses précurseurs (Nox, COV...) mais aussi des conditions climatiques. Une réflexion spécifique est donc à mener.



Evolution des concentrations moyennes annuelles de fond en ozone

## Le monoxyde de carbone (CO)

La surveillance du CO dans l'air ambiant est majoritairement réalisée par des stations de typologie trafic (proximité du trafic routier), ce composé étant émis principalement par la circulation automobile. Les concentrations annuelles en CO enregistrées sur ces sites de mesures montrent une diminution moyenne autour de 50 % au cours de la dernière décennie (annexe 4). Le respect de la réglementation en vigueur vient compléter cette progression satisfaisante des niveaux de CO mesurés en région Nord - Pas-de-Calais.

## Le benzène

Concernant le benzène, le constat est le même que pour le CO (annexe 4). En effet, sur l'ensemble des zones du territoire régional disposant d'une surveillance du benzène, les niveaux moyens sont restés faibles, nettement inférieurs à la valeur réglementaire en vigueur et tendent à la baisse aussi bien en proximité du trafic routier qu'en milieu de fond.

## Le benzo(a)pyrène (B(a)P)

Globalement, au fil des dernières années, les teneurs moyennes en B(a)P obtenues sur l'ensemble des sites de mesures de la région ont diminué, et n'ont jamais dépassé la valeur réglementaire.

C'est en zone administrative de surveillance « ZAS Lille » que la baisse moyenne des niveaux a été la plus importante en 8 ans (depuis 2002) avec -64 % en milieu urbain ou en proximité automobile. Même si la réglementation est respectée, la surveillance récente du polluant sur la ZAS Béthune-Lens-Douai-Valenciennes (BLDV) montre des moyennes annuelles de fond proches de la valeur cible de 1 ng/m<sup>3</sup> sur l'année, notamment en milieu de fond urbain à Lens.

## Les métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb)

Les niveaux moyens annuels des métaux lourds en proximité industrielle sont restés faibles et tendent à la baisse. Cependant, 2 pics de concentrations ont été enregistrés par la station fixe industrielle de Dunkerque : en 2004 pour l'arsenic (As) et en 2006 pour le nickel (Ni). La valeur atteinte en As reste bien inférieure à la valeur cible alors que la moyenne annuelle en Ni a dépassé la valeur réglementaire du polluant. Des investigations complémentaires sont en cours pour tenter d'identifier précisément la source d'émission de ce polluant, probablement d'origine industrielle.

Les niveaux de fond des métaux lourds sont faibles sur l'ensemble des sites de mesures urbains et tendent à la baisse. Bien que les niveaux restent de loin inférieurs aux valeurs réglementaires, la station urbaine de Valenciennes enregistre les concentrations les plus élevées en plomb de la région, parfois supérieures à celles observées en proximité industrielle.

## Micropolluants organiques

Le benzène est présent naturellement dans le pétrole brut et dans les produits liquides extraits du gaz naturel. Il est rejeté dans l'environnement :

- pendant la combustion des produits pétroliers,

- par évaporation lors des opérations de stockage, de transvasement ou de manutention
- lors de la combustion incomplète de l'essence ou du bois.
- via l'industrie chimique sous formes de mousses, solvants, pesticides, détergents.
- Et l'industrie sidérurgique.

Le trafic routier et l'industrie sont les principaux responsables d'émission de benzène en Europe. Les plus fortes concentrations sont ainsi mesurées en milieu urbain. Ainsi que dans certaines zones industrielles comportant des entreprises fortement émettrices.

Les HAPs présents dans l'atmosphère sont essentiellement rejetés par les activités de l'homme notamment via la combustion de combustibles fossiles ou de biomasse.

Les émissions de HAPs sont majoritairement issues des secteurs industriels et résidentiels. Dans le secteur des transports, les moteurs diesel sont également source de HAPs.

Les polluants organiques persistants (POPs) sont essentiellement introduits ou rejetés dans l'environnement par les activités humaines. On en trouve aujourd'hui dans de vastes régions du globe (y compris là où on n'en a jamais utilisé) et, pour certains d'entre eux, dans le monde entier.

Les dioxines et les furannes sont deux familles de substances particulièrement toxiques notamment rejetées lors de procédés thermiques faisant intervenir des matières organiques et du chlore. L'incinération de déchets, dans les incinérateurs de déchets, mais aussi à l'air libre - y compris la combustion de biomasse dans les foyers et chaudières résidentielles -, la production de pâte à papier utilisant le chlore comme agent de blanchiment, et certains procédés thermiques dans l'industrie métallurgique, sont les principales sources de dioxines.

## Polluants non réglementés

### • Les pesticides

Les pesticides sont mesurés en Nord-Pas de Calais en milieu urbain depuis plusieurs années. Chaque année, un pic de concentrations a lieu au printemps, lorsque le développement des végétaux et des parasites est plus intense et qu'il entraîne des actions de traitement. Pour autant, au vu des résultats des études menées ces dernières années, les pesticides apparaissent plus présenter un risque d'exposition professionnel, notamment dans les environnements confinés, qu'un risque global d'exposition des populations à des taux importants de pesticides dans l'air.

### • Les pollens

Les mesures réalisées depuis 2007 montrent la présence de pollens allergisants dans l'air du Nord- Pas de Calais. Leur teneur ainsi que leur période de pollinisation a évolué chaque année en fonction des conditions météorologiques. On note toutefois des quantités plus importantes enregistrées en 2007, au démarrage des mesures.

### • Les poussières sédimentables

Depuis 2003, la mesure des dépôts de poussières sédimentables sur le Dunkerquois est réalisée en proximité industrielle à l'aide d'un préleveur ADA MASS développé par la société Aloatec, installé sur le site de Fort-Mardyck. Le cumul et la moyenne annuels en poussières sédimentables obtenus en 2009 détiennent les plus faibles valeurs jamais enregistrées depuis 2003, reflétant ainsi un niveau d'empoussièrément en baisse sur le site de Fort-Mardyck.

### • Le fluor

Le fluor est surveillé sur 3 sites de mesures en proximité d'un émetteur industriel. L'exploitation des résultats ne révèle pas de comportement anormal sur l'ensemble des sites de mesure : les mesures sont du même ordre de grandeur pour les 4 stations de prélèvements. Quant aux valeurs maximales, elles sont plus faibles en 2009 que les années précédentes. La comparaison des données 2009 à l'historique disponible montre une homogénéité aux années précédentes.

## Liens avec le Plan Régional Santé Environnement

Les mesures réalisées dans les environnements intérieurs concernant les établissements accueillant du public ont mis en évidence une atmosphère confinée où la présence de composés organiques volatils a été observée en plus grande quantité et notamment pour le formaldéhyde. Les particules fines sont également présentes en plus grande quantité et particulièrement dans les enceintes ferroviaires souterraines (tunnels).

Le PRSE II a prévu des orientations spécifiques à la qualité de l'air intérieur dont le SRCAE doit tenir compte, notamment sur la prescription de bonnes ventilations sur les orientations concernant la réhabilitation thermique des secteurs résidentiel et tertiaire. En effet, les efforts financiers et médiatiques déployés pour accélérer la réhabilitation des bâtiments dans une perspective d'économies d'énergie et de réduction de l'empreinte carbone ne devront pas aboutir à un calfeutrage des habitations et lieux de travail qui pourrait créer des situations problématiques pour les occupants.

## Bilan des émissions de polluants

### Une corrélation évidente mais complexe entre concentrations mesurées et émissions de polluants sur le territoire régional et ses zones de surveillance

Le croisement et l'analyse des corrélations entre les émissions et les concentrations mesurées ne permettent pas toujours de trancher sur une relation arithmétique simple permettant de traduire les objectifs réglementaires de réduction des concentrations en objectifs de réduction d'émissions.

Pour le dioxyde d'azote, polluant dont les sources sont relativement bien connues et que l'on peut considérer comme un polluant « de proximité », il paraît sensé de comparer l'effort de réduction des concentrations à l'effort de réduction des émissions du territoire.

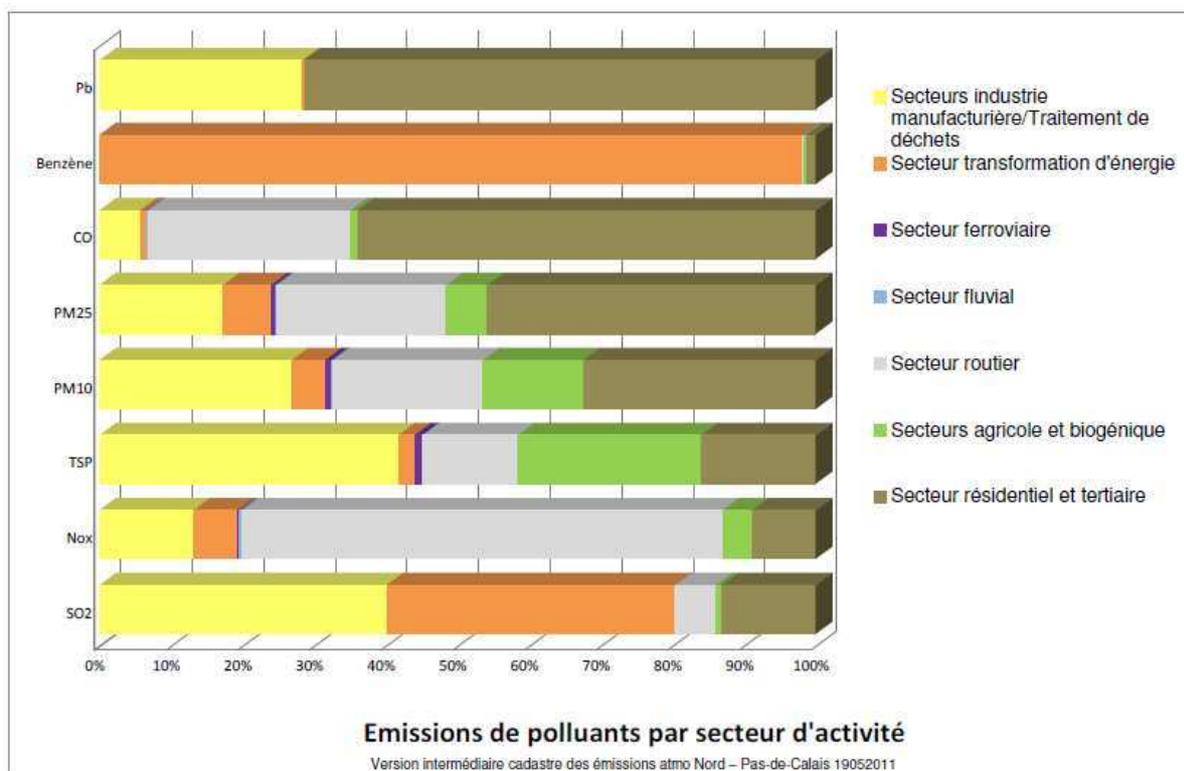
Pour les poussières, cette hypothèse de travail est beaucoup moins solide. Une qualification précise de l'origine des poussières devra être réalisée, comme ceci est prévu dans le PSQA 2010-2014, afin de pouvoir préciser cette corrélation concentrations/émissions et quantifier les sources biogéniques et transfrontalières lors des épisodes de pollution.

Néanmoins, la situation de contentieux européen et de dépassement des normes sur les PM<sub>10</sub>, en plus des nouveaux objectifs de réduction des PM<sub>2,5</sub>, rendent indispensable l'établissement de mesures de réduction des émissions dans le SRCAE et dans les documents territoriaux. Les premiers éléments d'inventaire et de connaissance produits dans ce diagnostic doivent donc provisoirement suffire à établir des objectifs de réduction des émissions.

Comme le montrent les cartes de répartition territoriale des émissions ci-après, les différentes zones du territoire ont des spécificités et présentent des répartitions des sources d'émissions qui peuvent être très différentes d'une zone à l'autre en fonction de la présence d'industries émettrices et de la densité de leur population et de leur réseau routier. Il faut donc se garder de tirer des conclusions au niveau régional et essayer autant que possible de décliner les objectifs de réduction d'émissions par zones cohérentes (zones de surveillance, zonage des PDU, SCOT et PPA...).

#### Histogrammes des émissions de polluants atmosphériques par secteur d'activités :

Les histogrammes représentent la répartition des émissions par secteur d'activités pour quelques polluants.



#### Emissions atmosphérique par polluant et par secteur (TSP= total suspended particulates)

Source : ATMO NPdC

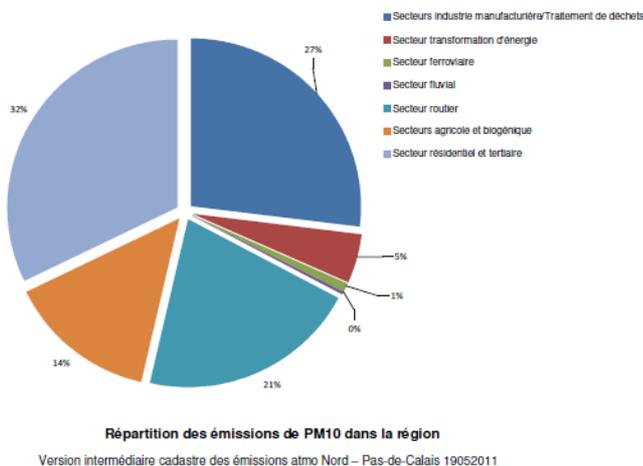
Ce diagramme est issu de la mise à jour de l'inventaire régional des émissions (cadastre des émissions) réalisé par Atmo NPdC en mai 2011. L'extraction présentée ici peut encore évoluer étant donné le caractère très récent de l'outil et la consolidation en cours des sources de données d'activités et de facteurs d'émissions retenus.

Précision sur le champ des polluants pris en compte dans la suite du diagnostic :

Nous nous cantonnerons volontairement à n'étudier ici que les émissions de polluants dont les normes sont régulièrement dépassées ou risquent d'être dépassées, soit les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> et le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>.

## Particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) (source LCSQA/Atmo NPdC 2011)

### Zoom : répartition des PM<sub>10</sub> par secteur d'activités :



Comme nous l'avons expliqué dans le paragraphe précédent, les poussières PM<sub>10</sub> sont le polluant sur lequel la région Nord-Pas-de-Calais doit agir avec le plus de vigueur étant donné le non-respect global de la région des niveaux maximaux de pollution aux poussières PM<sub>10</sub>.

A l'heure actuelle les sources des épisodes de pollution aux particules PM<sub>10</sub> ne sont pas toutes clairement et précisément identifiées.

Néanmoins une partie des sources a été identifiée et évaluée :

- dans la demande de report de délai pour le respect des normes PM<sub>10</sub> que la France a envoyé à l'union européenne en 2009.

- dans la nouvelle version de l'outil d'Atmo Nord-Pas-de-Calais, l'inventaire/cadastre des émissions actualisé en mai 2011 (figure de gauche)

Le bilan national de la qualité de l'air renseigne également sur les sources de pollution aux poussières identifiées au niveau français.

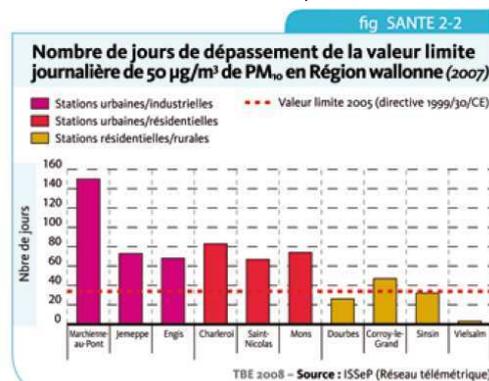
Le diagnostic des émissions de poussières en Nord-Pas-de-Calais fourni à la Commission en 2009 reprenait les constatations suivantes :

- Sur la base des informations fournies, la Commission constate que la circulation et l'industrie sont les principales sources d'émission au niveau local pour la zone « Dunkerque PPA ».
- La principale source d'émission au niveau local pour la zone « Valenciennes PPA » et de la zone « Territoire du Nord-Pas-de-Calais » (équivalent de la zone rurale ZR actuelle) et de la zones « ZAS Lens-Béthune-Douai » semble être la circulation.
- Dans la zone « Territoire du Nord-Pas-de-Calais » (équivalent de la zone rurale ZR actuelle), la principale source d'émission en ce qui concerne la pollution de fond urbaine est l'agriculture, suivie de l'industrie, y compris la production de chaleur et d'électricité.
- Dans les zones « Lille PPA » et « ZAS Lens-Béthune-Douai », les principales sources au niveau urbain sont l'agriculture, l'activité industrielle, les activités commerciales et résidentielles et la circulation.

Pour toutes les zones, des contributions transfrontalières (à hauteur ~25 %) sont étayées par des documents et semblent plausibles.

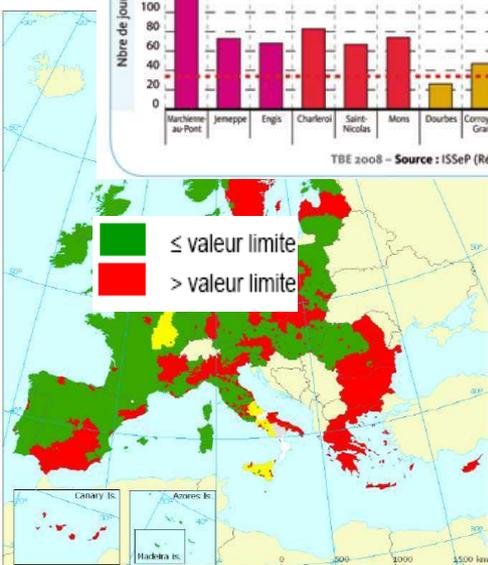
Concernant la pollution transfrontalière, certains éléments complémentaires peuvent être produits pour expliciter son importance.

Le diagramme ci-dessous montre le nombre de jours de dépassement du seuil journalier en particules PM<sub>10</sub> dans les régions wallonne et flamande en 2007, relativement similaire aux mesures réalisés en région Nord-Pas-de-Calais cette année-là.



La Belgique est particulièrement polluée par les particules à cause de son réseau routier très dense, de la proportion importante de véhicules diesel dans son parc automobile mais surtout de son industrie lourde (dont la sidérurgie). Sa situation géographique et l'orientation des vents dominants font qu'elle reçoit également beaucoup de poussières fines en provenance d'autres pays.

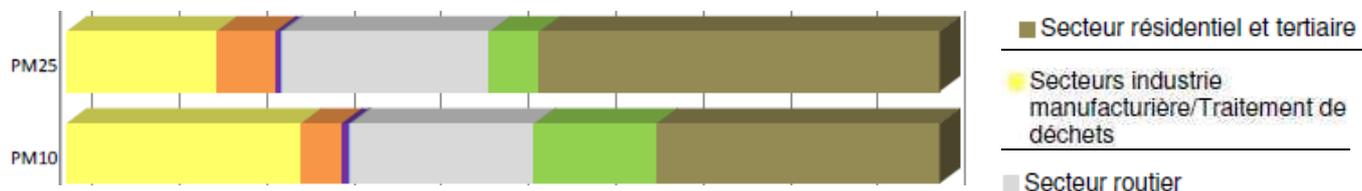
En Région wallonne, 80 % des émissions de particules dans l'air proviennent du secteur industriel et des transports. Entre 2000 et 2005, les émissions wallonnes de particules ont diminué de 16 %. (source ISSeP)



Hormis la proximité de la Belgique, le Nord-Pas-de-Calais subit également les effets (bien que non quantifiés pour l'instant) de l'important trafic transmanche et Mer du Nord.

Dépassement des valeurs journalières en PM<sub>10</sub> en Europe 2008 (Source Commission Européenne)

Suite à l'actualisation du cadastre régional des émissions d'ATMO NPdC, ce premier diagnostic peut être affiné dans les termes suivants :



■ Secteur transformation d'énergie

■ Secteurs agricole et biogénique

Le secteur résidentiel-tertiaire apparaît comme le secteur le plus émetteur de poussières avec près d'un tiers des émissions de PM<sub>10</sub> et de la moitié des émissions de PM<sub>2,5</sub> de la région, du fait de la part importante du bois, du charbon et du fuel domestique dans les énergie de chauffage et l'ancienneté des appareils de chauffage (peu performants et très émetteurs).

Suivent les secteurs de l'industrie et du transport routier avec des contributions similaires aux émissions de PM<sub>2,5</sub> de l'ordre de 20-25 % du total. L'industrie devance néanmoins le secteur du transport routier pour les poussières PM<sub>10</sub> avec quasiment un tiers des émissions totales contre 20 % pour le transport routier.

Les pratiques agricoles et les apports naturels de poussières représentent eux environ 15 % des émissions de PM<sub>10</sub> au niveau régional.

### Carte des émissions communales de PM10 tous secteurs confondus

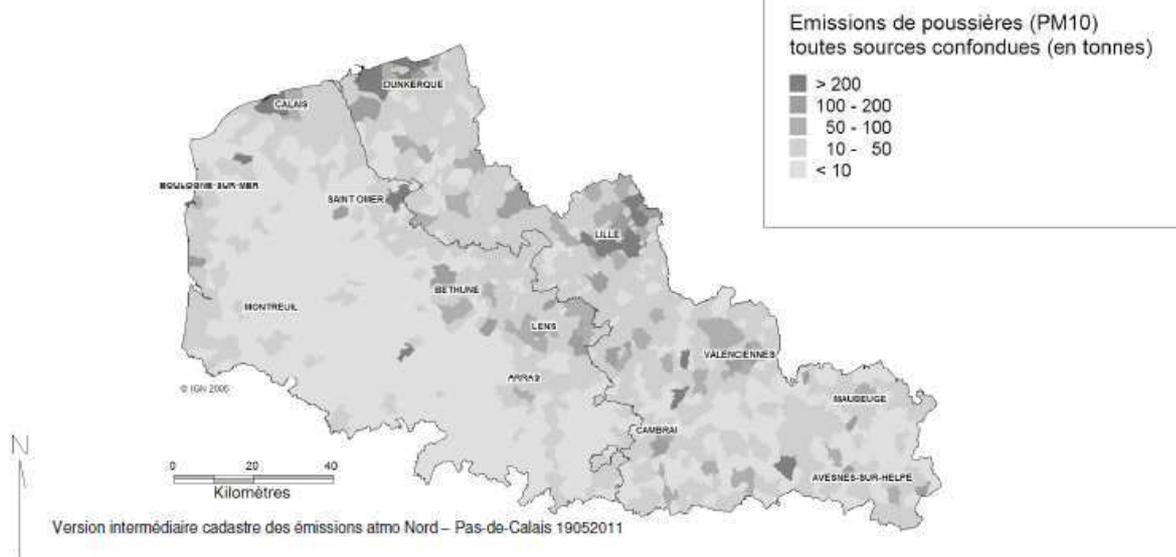


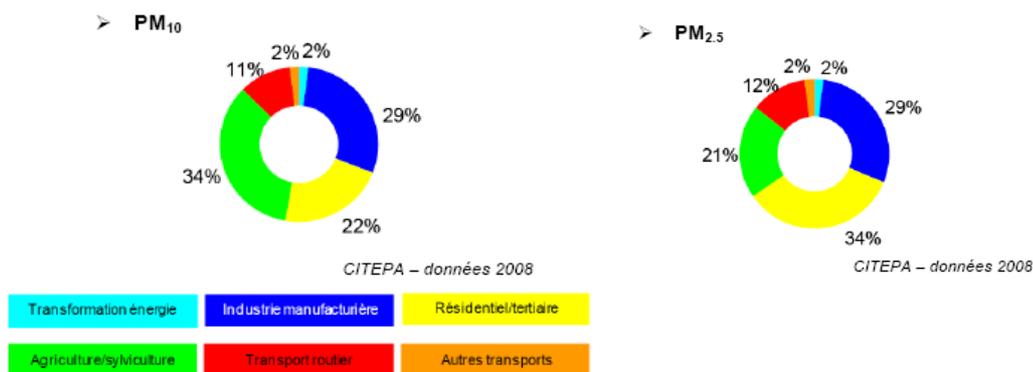
Tableau récapitulatif des émissions estimées (version du 19052011) :

Les émissions sont exprimées en kg.

Secteurs	SO <sub>2</sub>	NOx	TSP	PM 10	PM 2.5	CO	Benzène	Pb
Industrie / déchets	20 148 730	17 092 065	28 223 442	9 244 047	4 643 975	32 834 755	188 813	31 870
Transformation de l'énergie	20 214 922	8 393 203	1 442 676	1 368 095	1 368 095	1 428 679	64 836 003	444
Ferroviaire	131	246 245	655 523	266 061	122 295	66 536	1 401	0
Fluvial	102	616 358	59 539	56 575	53 755	405 380	36 473	0
Routier	2 940 570	91 144 194	8 419 663	6 215 900	4 862 731	48 910 174	154 988	0
Agricole / biogénique	415 136	5 561 862	16 167 027	4 144 819	1 172 594	1 654 926	179 000	14
Résidentiel / tertiaire	6 556 435	11 958 228	10 040 075	9 576 481	9 392 218	110 198 055	870 676	80 084

Le tableau et la carte précédente permettent de visualiser les contributions des différents secteurs aux émissions de poussières au niveau régional et les communes dans lesquelles les émissions sont les plus importantes.

Bilan nationaux des émissions de poussières (2008)



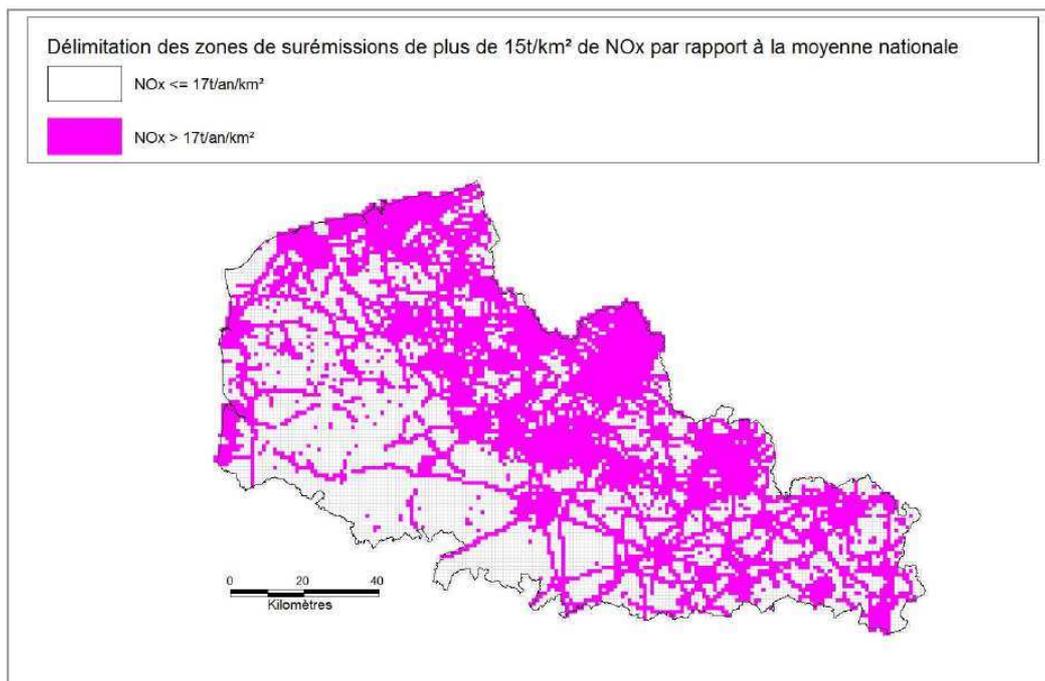
Ces bilans nationaux permettent de mettre en perspective les bilans régionaux et leurs spécificités.

### Oxydes d'azote (NOx)

Dans le cadre de l'identification des zones sensibles à la qualité de l'air, il est prévu de réaliser une carte de "Délimitation des zones en dépassement ou potentiel dépassement en NO<sub>2</sub>".

Cette étape concerne la cartographie des zones de surémissions (+15 t/km<sup>2</sup>/an par rapport à la moyenne nationale de 2 t/km<sup>2</sup>/an) en dioxyde d'azote, ainsi que la prise en compte des mailles kilométriques en dépassement de valeurs limites en NO<sub>2</sub>. Les zones de surémissions sont estimées à l'aide des données d'émissions issues de l'inventaire des émissions d'Atmo Nord – Pas-de-Calais (version 2). La maille contenant la station de Roubaix (dépassement de la valeur limite en NO<sub>2</sub>) est incluse aux mailles sensibles.

La carte ci-dessous représente les mailles sensibles sur la base du critère NO<sub>2</sub> :



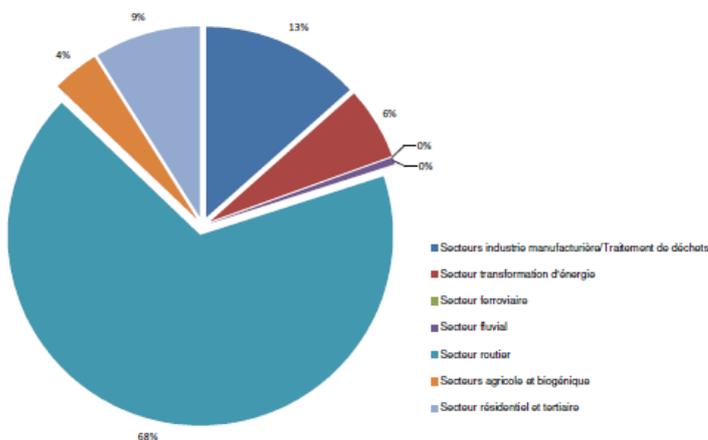
Selon les termes de la méthodologie d'identification des zones sensibles, les mailles sélectionnées (zones de surémissions) représentent les dépassements des normes (moyennes annuelles) constatés et potentiels suite à leur sévèrisation progressive de 2005 à 2010 sur le paramètre NO<sub>2</sub>.

En première analyse, on peut constater que l'ensemble des zones urbanisées de la région semble concerné par des dépassements probables des seuils journaliers en NO<sub>2</sub>.

Il serait souhaitable, et le comité technique veillera à l'obtenir dès que possible, de pouvoir connaître (par un dégradé de couleurs) dans quelle proportion le dépassement du seuil de 17t/km<sup>2</sup>/an est élevé afin de pouvoir dimensionner les actions à prévoir suivant les zones, les agglomérations et les acteurs auxquels le SRCAE s'adresse.

En effet, l'application mécanique d'un objectif de réduction de concentration et donc d'émissions uniforme sur toutes les zones de surémissions n'aurait pas de sens. Il s'agira donc de prescrire dans le SRCAE un objectif de réduction proportionné à la valeur de dépassement du seuil de 17 t/an/km<sup>2</sup>.

#### Zoom : répartition des NOx par secteur d'activités :



Répartition des émissions d'oxydes d'azote dans la région  
Version intermédiaire cadastre des émissions atmo Nord – Pas-de-Calais 19052011

En région Nord-Pas-de-Calais, l'inventaire des émissions polluantes fait apparaître la part prépondérante des émissions de NO<sub>2</sub> au secteur du transport routier, avec plus de 2/3 du total.

L'amélioration de la motorisation des véhicules, le report modal mais aussi la gestion (vitesse, congestion) et la limitation (stationnement, dispositifs contraignants) du trafic routier représentent donc des enjeux très forts pour la région auxquels le SRCAE doit répondre.

## Métaux lourds et éléments traces métalliques

La composition du tissu industriel du Nord-Pas-de-Calais, axé notamment sur la sidérurgie, explique qu'en région, le secteur industriel a été, et est encore aujourd'hui, le principal secteur émetteur de métaux lourds ou toxiques. Néanmoins, l'enjeu que

représentent ces polluants en termes de santé publique est beaucoup moins important et le SRCAE ne propose donc pas de prévoir d'orientation sur ces polluants.

## Conclusion sur les émissions polluantes

---

Il est primordial de pouvoir évaluer dans quelle mesure les émissions polluantes de chacun des secteurs d'activité de la région contribuent à la mauvaise qualité de l'air de la région et aux dépassements des normes réglementaires.

Une meilleure précision des cartes des zones sensibles actuelles doit être obtenue afin de pouvoir mieux caractériser la part de pollution de chaque secteur et de pouvoir graduer les objectifs de réduction à prescrire aux différents émetteurs dans les différentes zones.

Par ailleurs, une évaluation de la mise en œuvre des mesures nationales (bonus-malus, directive IPPC, mesures du Plan Particules, système de quotas d'émissions,...) doit pouvoir être évaluée dans le scénario « Mesures Grenelle » pour déterminer l'objectif de réduction restant à satisfaire par les acteurs régionaux (Etat et collectivités via le Plan climat NPdC, les PCET, PPA, PDU, SCOT, les entreprises via les PDE,...).

Les orientations d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES déjà envisagées dans le SRCAE (scénario « Objectifs Grenelle »), permettront par ailleurs de faire évoluer les émissions de polluants atmosphériques. Cette évolution sera évaluée d'ici le mois de juin par Atmo NPdC, afin de déterminer si certaines orientations doivent être amendées, renforcées ou complétées, sur tout le territoire ou dans certaines zones spécifiques.

## Annexe 1

*Annexe XV de la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 précisant les modalités d'élaboration de plan relatifs à la qualité de l'air locaux, régionaux ou nationaux destinés à améliorer la qualité de l'air ambiant*

### A

#### 1. *Lieu du dépassement*

- a) région;
- b) ville (carte);
- c) station de mesure (carte, coordonnées géographiques).

#### 2. *Informations générales*

- a) type de zone (ville, zone industrielle ou rurale);
- b) estimation de la superficie polluée (en km<sup>2</sup>) et de la population exposée à la pollution;
- c) données climatiques utiles;
- d) données topographiques utiles;
- e) renseignements suffisants concernant le type d'éléments «cibles» de la zone concernée qui doivent être protégés.

#### 3. *Autorités responsables*

Nom et adresse des personnes responsables de l'élaboration et de la mise en œuvre des plans d'amélioration.

#### 4. *Nature et évaluation de la pollution*

- a) concentrations enregistrées les années précédentes (avant la mise en œuvre des mesures d'amélioration);
- b) concentrations mesurées depuis le début du projet;
- c) techniques utilisées pour l'évaluation.

#### 5. *Origine de la pollution*

- a) liste des principales sources d'émissions responsables de la pollution (carte);
- b) quantité totale d'émissions provenant de ces sources (en tonnes/an);
- c) renseignements sur la pollution en provenance d'autres régions.

#### 6. *Analyse de la situation*

- a) précisions concernant les facteurs responsables du dépassement (par exemple, transports, y compris transports transfrontaliers, formation de polluants secondaires dans l'atmosphère);
- b) précisions concernant les mesures envisageables pour améliorer la qualité de l'air.

#### 7. *Informations sur les mesures ou projets d'amélioration antérieurs au 11 juin 2008*

- a) mesures locales, régionales, nationales et internationales;
- b) effets observés de ces mesures.

#### 8. *Informations concernant les mesures ou projets visant à réduire la pollution adoptés à la suite de l'entrée en vigueur de la présente directive*

- a) énumération et description de toutes les mesures prévues dans le projet;
- b) calendrier de mise en œuvre;
- c) estimation de l'amélioration de la qualité de l'air escomptée et du délai prévu pour la réalisation de ces objectifs.

#### 9. *Informations sur les mesures ou projets prévus ou envisagés à long terme*

**B. Information sur toutes les mesures de lutte contre la pollution atmosphérique dont la mise en œuvre a été envisagée aux niveaux local, régional ou national appropriés pour atteindre les objectifs de qualité de l'air, notamment:**

- a) réduction des émissions provenant de sources fixes, en veillant à ce que les petites et moyennes installations de combustion constituant des sources fixes de pollution (y compris pour la biomasse) soient équipées d'un dispositif de lutte contre les missions ou soient remplacées;
- b) réduction des émissions provenant des véhicules en les équipant d'un dispositif de lutte contre les émissions. Il faudrait envisager l'utilisation d'incitations économiques pour accélérer cette adaptation des véhicules;
- c) passation de marchés par les autorités publiques, conformément au manuel sur les marchés publics environnementaux, concernant des véhicules routiers, carburants et combustibles et équipements de combustion en vue de réduire les émissions, y compris l'acquisition de :
  - véhicules neufs, notamment des véhicules produisant une faible quantité d'émissions,
  - services de transport utilisant des véhicules moins polluants,
  - sources de combustion fixes produisant une faible quantité d'émissions,
  - carburants et combustibles produisant une faible quantité d'émissions pour les sources fixes et mobiles;
- d) mesures destinées à limiter les émissions dues aux transports grâce à la planification et à la gestion du trafic (y compris taxation en fonction de la congestion de la circulation, adoption de tarifs de stationnement différenciés et autres incitations économiques, établissement de «zones à faibles émissions»);
- e) mesures destinées à encourager le passage à des modes de transport moins polluants;
- f) mesures destinées à garantir l'utilisation de carburants et de combustibles produisant une faible quantité d'émissions dans les petites, moyennes et grandes sources fixes et dans les sources mobiles;
- g) mesures destinées à réduire la pollution atmosphérique grâce au système d'octroi d'autorisations prévu par la directive 2008/1/CE, grâce aux schémas nationaux prévus par la directive 2001/80/CE, et grâce à l'utilisation d'instruments économiques tels que taxes, redevances ou échange de quotas d'émission;
- h) mesures destinées, le cas échéant, à protéger la santé des enfants ou d'autres catégories de population sensibles.