



## CONCENTRATIONS DE PARTICULES FINES DANS L'AIR

Les particules fines ou «PM10» (acronyme désignant l'ensemble des particules de diamètre inférieur à 10 micromètres, sans distinction de composition) présentes dans l'air ambiant proviennent de différentes origines : les particules «primaires» sont émises directement, par un processus naturel (par exemple l'érosion des sols) ou par les activités humaines (trafic, industrie, chauffage, ...); les particules «secondaires» se forment dans l'atmosphère par réactions chimiques à partir d'autres molécules présentes (nitrates, sulfates, ammonium).

En Région bruxelloise, selon la méthode de calcul CORINAIR, le secteur du transport représente la principale source d'émission anthropique de PM10 (71,9 % en 2007). La consommation énergétique des bâtiments (tertiaires et résidentiels), les processus industriels et la production d'électricité y contribuent de façon moins importante (5,6 % et 21,7 %, 0,5% et 0,1 % respectivement en 2007).

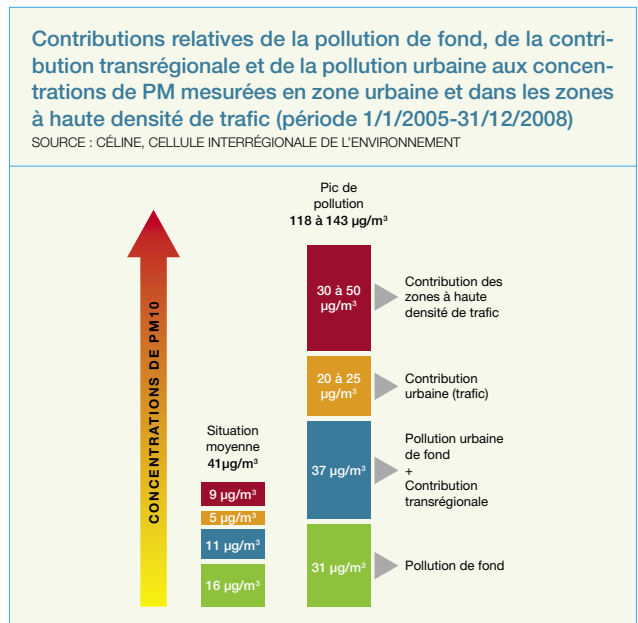
En raison de leur petite taille, les PM10 sont susceptibles d'être transportées par les masses d'air sur de longues distances et, de ce fait, les concentrations mesurées à Bruxelles ne résultent pas uniquement d'émissions locales.

L'importance relative des diverses contributions (internes et externes à la Région) sur les concentrations mesurées peut être appréhendée via l'analyse des séries temporelles de concentrations de PM10 mesurées dans certaines stations représentatives :

- La pollution de fond (station située hors région, à Vielsalm, non affectée par des sources locales) ;
- La pollution urbaine de fond combinée à la contribution transrégionale (station située à Uccle, relativement éloignée de sources d'émissions directes) ;
- La contribution urbaine, principalement liée au trafic (station située à Molenbeek).

A ces trois apports, il faut aussi ajouter la contribution très locale du trafic dans les zones à haute densité de véhicules qui est estimée sur base de modélisation.

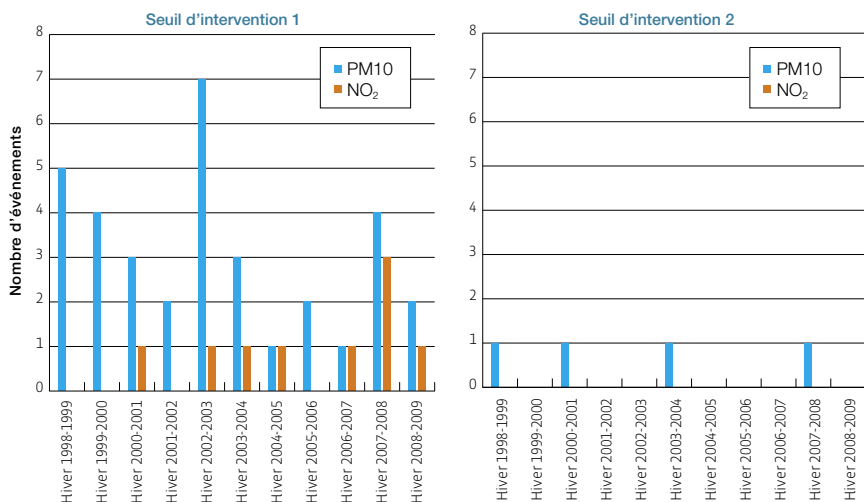
La figure ci-dessous présente une estimation de ces quatre contributions, en situation moyenne, d'une part, et lors de pics de pollution, d'autre part, entre 2005 et 2008.



Cette figure illustre le fait que la pollution de fond combinée à la contribution transrégionale représente une part importante (66 %) des concentrations mesurées en PM10. En situation de pic de pollution due à des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants, la contribution du trafic est proportionnellement plus importante que dans le cas de situations caractérisées par une bonne dispersion.

En particulier, au niveau des zones à haute densité de trafic, les émissions des véhicules peuvent influencer les concentrations de PM10 jusqu'à hauteur de 52 %.

### OCCURENCE DES PICS DE POLLUTION



Les seuils d'intervention définis dans le «plan d'urgence en cas de pic de pollution» :

- Seuil d'intervention 1 :** 71 à 100 µg/m³ PM10 et 151 à 200 µg/m³ NO<sub>2</sub>
- Seuil d'intervention 2 :** 101 à 200 µg/m³ PM10 et 201 à 400 µg/m³ NO<sub>2</sub>
- Seuil d'intervention 3 :** > 200 µg/m³ PM10 et > 400 µg/m³ NO<sub>2</sub>

Les mesures mises en œuvre lors des pics de pollution sont graduelles (fonction du seuil) et s'appliquent au chauffage des bâtiments et au trafic.

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, LABORATOIRE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT (AIR)

Les occurrences des pics de pollution hivernaux indiquées ci-dessus ont été calculées en ne considérant que les mois d'octobre à mars, soit la période au cours de laquelle le plan d'urgence bruxellois est actif. En moyenne, le premier seuil d'intervention des PM est atteint 3 fois par

an, et celui du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) 1 fois. Le second seuil d'intervention des PM n'est lui atteint qu'une fois tous les 3 ans (en moyenne). Il n'a encore jamais été atteint pour le NO<sub>2</sub>, tout comme le troisième seuil d'intervention (pour les PM comme le NO<sub>2</sub>).



## CONCENTRATIONS D'OZONE TROPOSPHÉRIQUE

L'ozone troposphérique est un polluant secondaire, c'est-à-dire qu'il n'est pas émis directement dans l'air ambiant. Il est formé par des réactions chimiques dans l'atmosphère, suite à l'irradiation de polluants primaires (dont le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>) par la lumière ultraviolette (UV), et ceci en présence d'oxygène :

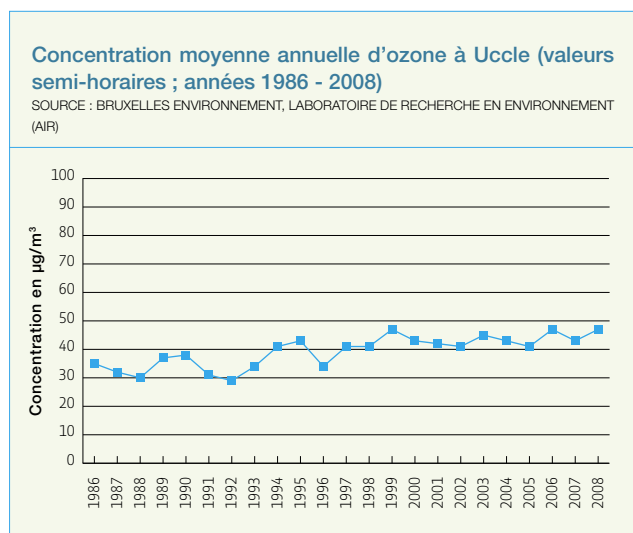


Un équilibre dynamique s'installe entre la formation de l'ozone (processus de plusieurs heures) et sa destruction (processus d'une à quelques minutes).

En situation de pic de pollution, cet équilibre sera perturbé par la présence de précurseurs d'ozone (NO<sub>2</sub> ou les Composés Organiques Volatiles COVs). Certains produits réactionnels comme les COVs réagissent en effet avec le monoxyde d'azote (NO) pour l'oxyder en NO<sub>2</sub>, ce qui déplacera l'équilibre dynamique en faveur de la production d'ozone.

Même si l'ozone n'est pas un polluant typiquement urbain, il apparaît en première place parmi les indicateurs de la qualité de l'air vu son impact sur la santé (diminution de la fonction respiratoire) et l'environnement. Sa toxicité varie en fonction de sa concentration.

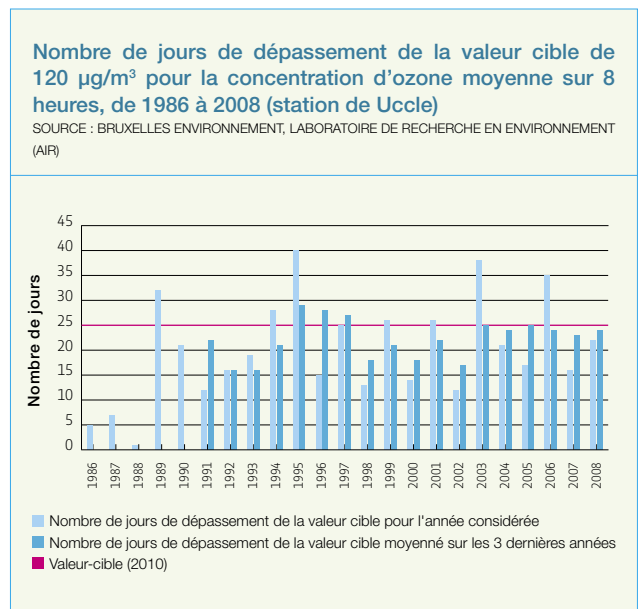
Comme le montre la figure ci-dessous, la concentration régionale moyenne annuelle d'ozone troposphérique augmente depuis le début des années '90. Cette hausse peut s'expliquer par une diminution générale des concentrations en NO, ce qui déplace l'équilibre dynamique en faveur de la production d'ozone.



Dans le but d'éviter à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, la directive européenne 2008/50/CCE relative à la qualité de l'air ambiant définit notamment pour l'ozone la «valeur cible» suivante à atteindre à partir de 2010 :

- 120 µg/m<sup>3</sup> en maximum journalier des moyennes glissantes sur 8 heures.
- Maximum 25 jours de dépassement par an, en moyenne sur 3 ans.

La deuxième figure représente le nombre de jours de dépassement de la valeur cible à Uccle, où la pollution par l'ozone est plus élevée que dans les autres stations de la Région. En effet, cette station de mesure étant située à l'écart des axes routiers importants (dans une zone résidentielle avec peu de trafic), les processus de formation d'ozone sont prévalents sur les processus de destruction qui ont lieu en présence de NO (émis par le trafic).



Toutes les années caractérisées par un temps ensoleillé et chaud durant les mois de juillet ou août sont caractérisées par plus de 25 jours de dépassement au niveau régional pour l'année considérée. C'était par exemple le cas pour les années 2003 et 2006. Par conséquent, la norme étant basée sur une moyenne de 3 ans, il apparaît que l'occurrence d'une période estivale très chaude est susceptible d'entraîner un non respect de la norme pendant plusieurs années.

Vu les mécanismes de formation de l'ozone et la tendance légèrement à la hausse de la concentration moyenne annuelle, il est difficile de garantir le maintien du respect actuel de la norme européenne. Ce sont dans l'immédiat les conditions météorologiques qui in fine détermineront le respect ou non des normes s'appliquant à l'ozone dès 2010.

Il est important de remarquer que les NO<sub>x</sub> (= NO + NO<sub>2</sub>) entraînent à la fois la formation et la destruction d'ozone. Cette dualité fait que certaines mesures visant à diminuer les concentrations de NO<sub>x</sub> pourraient davantage réduire la destruction de l'ozone plutôt que sa formation, entraînant un résultat contraire à celui escompté. On admet généralement qu'une diminution de la pollution d'ozone ne peut intervenir qu'à condition que les réductions d'émissions des précurseurs (COVs et NO<sub>2</sub>) soient réalisées de manière drastique (environ 50%), à grande échelle (une grande partie de l'Europe de l'Ouest) et de façon durable dans le temps.



## CONCENTRATION EN DIOXYDE D'AZOTE DANS L'AIR

Le NO<sub>2</sub> est un polluant nocif pour la santé humaine mais également pour l'environnement (contribution à la formation d'ozone et acidification). Sa concentration dans l'air est notamment liée aux émissions d'oxydes d'azote produites lors des processus de combustion à haute température (voir fiche Emissions de NOx).

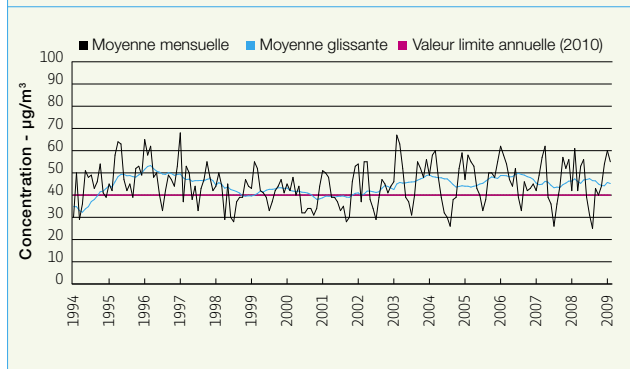
Dans un objectif de protection de la santé publique, la directive européenne 2008/50/CE impose qu'à partir de 2010, les concentrations de NO<sub>2</sub> en moyenne annuelle n'excèdent pas 40 µg/m<sup>3</sup>, valeur correspondant également à la valeur guide préconisée par l'OMS.

La figure ci-dessous présente l'évolution temporelle de la concentration en NO<sub>2</sub> à la station de Molenbeek, représentative d'un environnement urbain influencé par le trafic routier.

Le graphique montre que les concentrations en NO<sub>2</sub> se maintiennent à un niveau relativement constant au cours du temps et souvent supérieur à la future norme européenne (ligne horizontale rouge).

**Evolution des concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> relativement à la norme européenne - station de Molenbeek (1994-2008)**

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, LABORATOIRE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT (AIR)



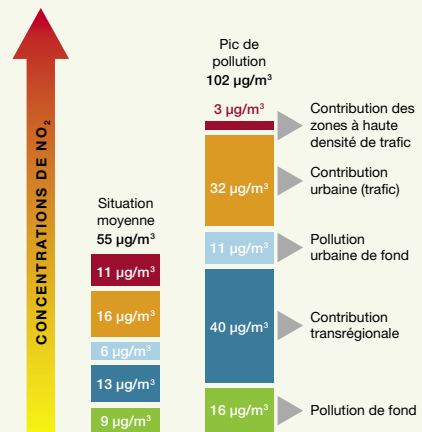
Le respect de cette norme, d'application à partir de 2010, exigera des changements drastiques dans différents secteurs et à différents niveaux.

Les concentrations mesurées s'expliquent en effet par différentes contributions : la pollution de fond (mesurée dans les Ardennes), la contribution transrégionale (importée), la pollution urbaine de fond, la contribution urbaine principalement liée au trafic et la contribution supplémentaire du trafic que l'on retrouve dans les zones à haute densité de véhicules (voir la fiche sur les Particules fines pour plus de détails).

Ainsi, en moyenne annuelle, 40% de la concentration en NO<sub>2</sub> mesurée sont liés à une contribution externe à la Région bruxelloise (pollution de fond et contribution transrégionale), 13% correspond à une pollution urbaine de fond et 47% sont liés au trafic. En situation de pic de pollution, ces valeurs sont respectivement de 57%, 9% et 34%.

**Contributions relatives de la pollution de fond, de la contribution transrégionale et de la pollution urbaine aux concentrations moyennes journalières de NO<sub>2</sub> mesurées en zone urbaine et dans les zones à haute densité de trafic (période 1998-2008)**

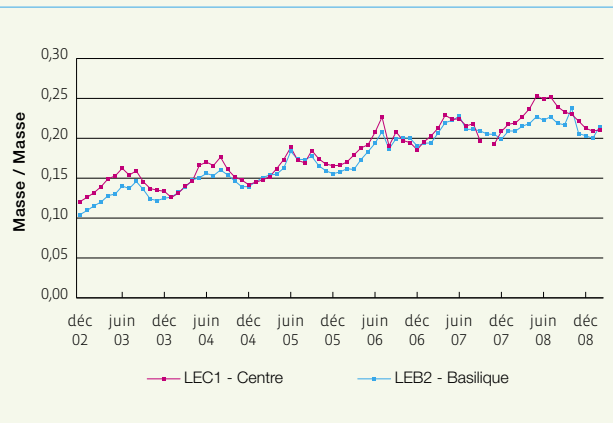
SOURCE : CELINE, CELLULE INTERRÉGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT



Au sein des zones influencées par le trafic, une augmentation de la part du NO<sub>2</sub> dans les émissions totales d'oxydes d'azote (NOx = NO + NO<sub>2</sub>) est en outre observée :

**Evolution mensuelle du rapport NO<sub>2</sub>/NOx dans les deux directions du tunnel Léopold II**

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, LABORATOIRE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT (AIR)



L'augmentation de la fraction NO<sub>2</sub> dans les émissions du trafic routier et donc des concentrations de NO<sub>2</sub> mesurées dans les environnements trafic est entre autres liée :

- à la diésélisation du parc automobile (le diesel émet relativement plus de NO<sub>2</sub>) ;
- aux catalyseurs oxydants imposés par la norme EURO 3 augmentant la part de NO<sub>2</sub> par rapport au NO dans les émissions ;
- aux filtres à particules des camions qui augmentent indirectement les émissions de NO<sub>2</sub>.

Ce phénomène a été observé dans toutes les agglomérations belges ainsi qu'en Allemagne, aux Pays-Bas et à Londres.



## ÉMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE DANS L'AIR

Les oxydes d'azote (comprenant le monoxyde NO et le dioxyde NO<sub>2</sub>) sont produits par l'oxydation de l'azote de l'air lors de tout processus de combustion. En raison de la température de la combustion, de petites quantités d'azote et d'oxygène se combinent pour former du NO. Une partie de ce NO est immédiatement oxydée en NO<sub>2</sub>.

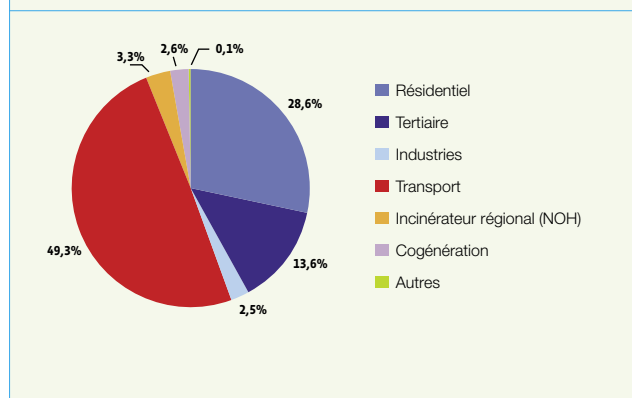
Le NO n'est pas toxique pour l'homme mais pose néanmoins problème vu qu'il est l'un des précurseurs de certains processus photochimiques (formation d'ozone troposphérique). Le NO<sub>2</sub>, quant à lui, est toxique pour l'appareil respiratoire. Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper-réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Les NOx contribuent en outre à l'acidification de l'environnement. Les émissions acidifiantes modifient la composition de l'air, des eaux de surface et du sol. Ainsi, elles portent préjudice aux écosystèmes (déperissement forestier, acidification des lacs d'eau douce, atteinte aux chaînes alimentaires aquatiques douces et marines, ...) et dégradent les bâtiments et les monuments.

Les processus de combustion à haute température menant à des émissions d'oxydes d'azote se partagent, en 2007, entre les transports (49%), la consommation énergétique des logements (29%) et du tertiaire (14%), l'incinération des déchets (3%), la cogénération (3%) et les activités industrielles (2,5%).

**Répartition des émissions d'oxydes d'azote (NOx) par secteurs d'activités en Région de Bruxelles-Capitale, sur base de l'inventaire d'émissions de 2007**

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, DPT PLAN AIR, CLIMAT ET ÉNERGIE



Les émissions de NOx marquent une tendance significative à la baisse, depuis 1990. La diminution enregistrée dans les années 1990 concernait en majeure partie le secteur du transport (pots catalytiques, normes EURO, ...). Une réduction des émissions de 37% du total a ainsi été observée entre 1990 et 2000 (-53% pour le transport routier).

Entre 2000 et 2005, la diminution des émissions de NOx a été nettement plus faible, à l'instar de l'évolution des niveaux d'émissions du secteur du transport : les émissions n'ont diminué que de 7% entre 2000 et 2005.

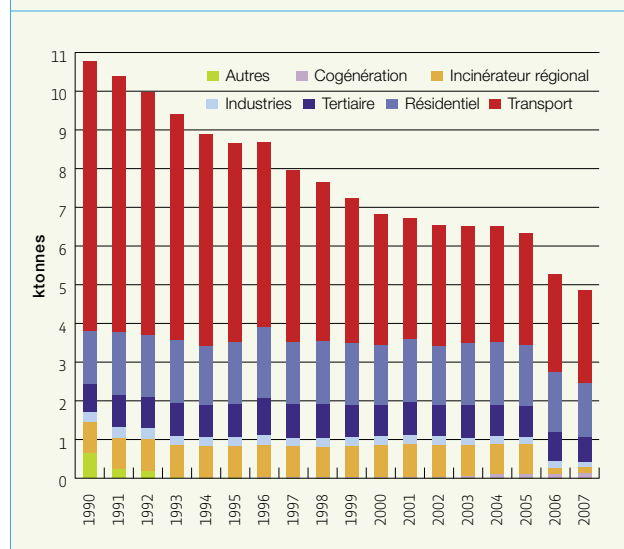
En 2006, une installation de traitement des fumées de l'incinérateur («dénitrification catalytique sélective» ou DéNOx) a été mise en place, ce qui a permis de réduire les émissions de NOx liées à l'incinérateur de 80% par rapport au niveau initial (2005). A l'exception de la cogénération (+43%) et à l'instar de la réduction de la consomma-

tion d'énergie (voir fiche Bilan énergétique), les émissions des autres secteurs ont également diminué entre 2005 et 2007, mais dans une moindre mesure : -30% pour les industries, -17% pour le tertiaire et le transport et -13% pour le résidentiel.

Ceci aura permis de réduire les émissions totales de NOx en 2007 de 55% par rapport à 1990.

**Emissions d'oxydes d'azote (NOx) par secteurs d'activités à Bruxelles, sur base des inventaires d'émissions, entre 1990 et 2007**

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, DPT PLAN AIR, CLIMAT ET ÉNERGIE



La directive européenne 2001/81/CE fixe les plafonds nationaux d'émission (National Emission Ceiling - NEC) à respecter à partir de 2010 pour le SO<sub>2</sub>, les NOx, les COVs et le NH<sub>3</sub>. En Belgique, le plafond national pour les NOx a été scindé en trois plafonds régionaux pour les sources fixes, à l'exception du plafond pour le transport, qui est resté au niveau de la Belgique. Ainsi, en Région de Bruxelles-Capitale, le plafond pour les émissions fixes de NOx (hors transport) est fixé à 3 ktonnes. Comme le montre la figure ci-dessus, depuis 1990, les émissions fixes de NOx sont restées relativement stables et systématiquement au-dessus du plafond accordé jusqu'en 2005, et sont passées sous ce plafond depuis 2006. En ce qui concerne les émissions de NOx par le secteur du transport, la Belgique ne respectera pas le plafond imposé par la directive NEC pour 2010. Notons en outre que les négociations en cours concernant la révision de cette directive NEC envisagent la mise en place de plafonds d'émission plus sévères.

Cette tendance à la baisse des émissions de NOx ne signifie cependant pas pour autant que les émissions de NO<sub>2</sub> diminuent dans tous les secteurs. Depuis quelques années, la fraction NO<sub>2</sub> dans les émissions NOx du transport augmente en effet (voir fiche Concentration en NO<sub>2</sub> dans l'air).



## ÉMISSIONS DE COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS DANS L'AIR

Les Composés Organiques Volatils (COV) correspondent à des molécules formées principalement de liaisons entre des atomes de carbone et des atomes d'hydrogène, qui sont volatiles dans les conditions habituelles de température et de pression.

Les COVs sont gazeux et ont plusieurs origines. Certaines sources sont naturelles (forêts, végétation, ...), d'autres sont liées à des activités humaines, comme le trafic routier (pertes lors du remplissage à la pompe, combustion de l'essence, évaporation), l'utilisation et la production de solvants et de peintures, ou encore, les processus de combustion. Notons que le méthane est un COV mais qu'il n'est pas comptabilisé dans cette catégorie de polluant : ce gaz contribuant largement au renforcement de l'effet de serre est repris dans une catégorie à part entière.

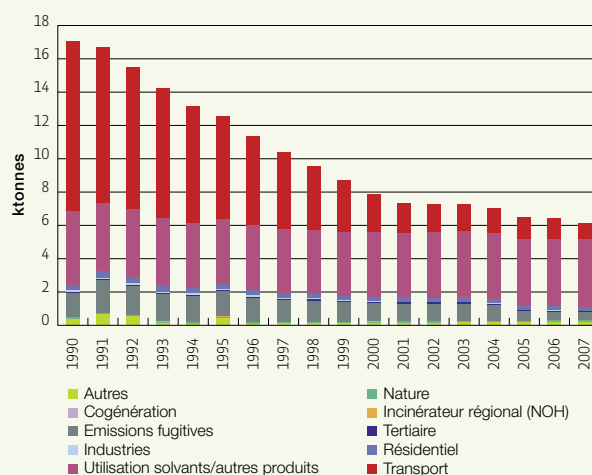
Les effets de ces polluants sur la santé varient selon leur type et l'intensité de l'exposition : ils vont de la simple gêne olfactive et irritation à une diminution de la capacité respiratoire. Certains, tels le benzène, sont cancérigènes.

Les COVs interviennent également dans les processus de formation d'ozone troposphérique. L'équilibre dynamique entre la formation et la destruction de l'ozone est en effet perturbé par les COVs : ils interagissent avec le monoxyde d'azote (NO) présent dans l'air, lequel ne sera donc pas disponible pour détruire l'ozone (voir fiche Concentrations d'ozone).

Toutefois, depuis 2000, la diminution des émissions de COVs est nettement plus faible. Les émissions ont cependant diminué de près de 22% entre 2000 et 2007. Ceci peut notamment être expliqué par une réduction des émissions du transport routier par km parcouru (pots catalytiques, normes EURO, ...).

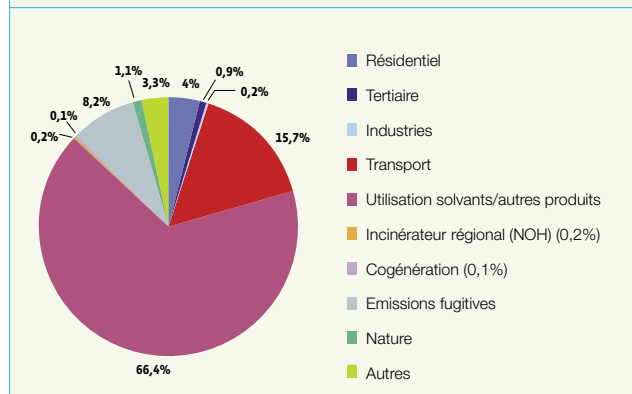
Evolution des émissions de composés organiques volatils (hors méthane) par secteurs d'activités à Bruxelles, sur base des inventaires d'émissions, entre 1990 et 2007

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, DPT PLAN AIR, CLIMAT ET ÉNERGIE



Répartition des émissions de composés organiques volatils (COVs) (hors méthane) par secteurs d'activités en Région de Bruxelles-Capitale, sur base de l'inventaire d'émissions de 2007

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, DPT PLAN AIR, CLIMAT ET ÉNERGIE



Les émissions de COVs se partageaient essentiellement, en 2007, entre les utilisations de solvants et autres produits (utilisation domestique, peinture industrielle, imprimerie, nettoyage à sec - 66%), les transports (routier principalement, 16%), les émissions fugitives (8%) et les consommations énergétiques du résidentiel (chauffage, 4%).

Depuis 1990, les émissions de COVs tendent à diminuer. Une réduction des émissions d'un facteur 3 a ainsi été observée entre 1990 et 2007. La diminution enregistrée dans les années 1990 concernait en majeure partie les émissions provenant des secteurs du transport et des industries qui, en application d'une directive européenne, ont fait l'objet de réglementations visant à réduire leurs émissions de COVs (équipement de réduction des émissions, produits de substitution, ...).

Une telle diminution n'est pas observée dans le secteur «utilisation de solvants et autres produits».

La directive européenne 2001/81/CE fixe les plafonds nationaux d'émission (National Emission Ceiling - NEC) à respecter à partir de 2010 pour le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les COVs et le NH<sub>3</sub>. En Belgique, le plafond national a été scindé en trois plafonds régionaux pour les sources fixes, à l'exception du plafond pour le transport (source mobile), qui est resté au niveau de la Belgique. Ainsi, en Région de Bruxelles-Capitale, le plafond pour les émissions des sources fixes de COVs est fixé à 4 ktonnes. Comme le montre la figure ci-dessus, depuis 2000, les émissions fixes de COVs restent relativement stables et systématiquement au-dessus du plafond accordé. Pour les sources fixes, il est par conséquent probable que la Région de Bruxelles-Capitale ne respectera pas le plafond des 4 ktonnes pour 2010. Pour les sources mobiles par contre, les émissions belges provenant du transport ont en 2007 déjà atteint l'objectif NEC actuel.