



8. OXYDES D'AZOTE (NO_x)

1. Introduction

Sous la dénomination oxydes d'azote, symbolisés par NO_x, on retrouve essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces deux gaz se trouvent ensemble dans l'atmosphère.

Il existe des équilibres chimiques entre les NO_x (NO et NO₂) et l'ozone (O₃) : le NO s'oxyde en NO₂ sous l'influence de l'oxygène (réaction lente) ou de l'ozone (réaction rapide) présents dans l'air.

Les émissions, exprimées en unité de masse par unité de temps (par exemple kilo tonne par an, kt/an) représentent la quantité d'un polluant émise directement par le transport routier, le secteur résidentiel, le secteur tertiaire, le secteur industriel ou la production d'énergie (e.a. par l'incinérateur) en Région de Bruxelles-Capitale. Ces émissions sont quantifiées en utilisant les données de consommation d'énergie des activités émettrices principales et en utilisant les facteurs d'émission (exprimés en g/kWh, g/km, g/g) qui évaluent la quantité de polluant émise pour une certaine quantité d'énergie consommée. La détermination de ces émissions de polluants par type de secteur permet de cibler les secteurs dans lesquels des mesures pourraient être mise en place pour améliorer la qualité de l'air.

Une fois émises, les polluants sont dispersés plus ou moins efficacement dans l'air en fonction des conditions météorologiques (vent, hauteur de la couche de mélange, inversion thermique). Les valeurs à l'immission correspondent aux concentrations mesurées dans l'air ambiant, elles sont exprimées en unité de masse par volume d'air (par exemple en µg/m³).

1.1. Effet sur l'environnement

Les NO_x contribuent à l'acidification et à l'eutrophisation de l'environnement. Ces émissions perturbent la composition de l'air, des eaux de surface et du sol. De plus, ils renforcent de façon indirecte l'effet de serre sans pour autant être pris en compte dans le calcul des objectifs de réduction des gaz à effet de serre. Ces 3 phénomènes sont expliqués dans la fiche Air n°4.

Les NO_x jouent un rôle très important dans quelques-uns des mécanismes de transformations physico-chimiques les plus courants : le smog estival ou pollution photochimique (voir plus bas) et la formation d'aérosols secondaires (voir fiche Air n°23).

Les brouillards et dépositions acides peuvent avoir des effets directs, en milieu urbain, sur le patrimoine architectural. Les pluies acides ont également des effets néfastes sur la végétation, même à de longues distances des sources. Ainsi, elles portent préjudice aux écosystèmes (dépérissement forestier, acidification des lacs d'eau douce, atteinte aux chaînes alimentaires aquatiques douces et marines, etc.).

1.2. Effet sur la santé humaine

Le NO n'est pas toxique aux concentrations dans l'air ambiant pour l'homme mais il mérite néanmoins toute notre attention vu qu'il s'oxyde dans l'air ambiant pour former du NO₂ qui est l'un des précurseurs de la formation d'ozone troposphérique. Le NO est également un bon traceur du trafic routier en Région de Bruxelles-Capitale.

Le NO₂ est, quant à lui, toxique pour l'appareil respiratoire. Les personnes sensibles comme les asthmatiques et les malades pulmonaires chroniques subissent des effets suite à une exposition prolongée à des concentrations de l'ordre de quelques dixièmes de ppm (partie par million) / de quelques centaines de µg/m³. En plus du fait d'être un précurseur à la formation d'ozone, c'est également un précurseur à la formation de particules secondaires (nitrate d'ammonium).

Des études toxicologiques (sur animaux) montrent des changements au niveau de la structure pulmonaire, du métabolisme pulmonaire et des mécanismes de défense pulmonaire contre les infections chez des organismes exposés pendant 1 à 6 mois à des concentrations de NO₂ de l'ordre de 0,1 à 0,5 ppm (190 à 950 µg/m³).

Comme risque "admissible" tant pour les populations saines que pour les plus sensibles (personnes âgées, les asthmatiques, les malades respiratoires chroniques et les enfants), les niveaux d'exposition recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1987 étaient de 400 µg/m³ comme moyenne horaire maximale et 150 µg/m³ comme moyenne journalière. Depuis 1999, l'OMS recommande une valeur moyenne horaire maximale de seulement 200 µg/m³ et une moyenne annuelle de 40 µg/m³.

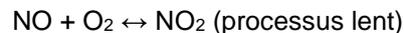


1.3. Origine du polluant

Les oxydes d'azote sont produits par l'oxydation de l'azote de l'air lors de tout processus de combustion (trafic, chauffage domestique, production énergétique, production chimique spécifique, etc.) à haute température ($\pm 100^\circ\text{C}$).

Cette émission de NO_x a lieu principalement sous forme de NO (~90%) et, dans une moindre mesure, de NO_2 (~10%).

La proportion NO/NO_2 dans l'air ambiant dépend d'équilibres chimiques entre les substances NO , NO_2 , O_2 (oxygène) et O_3 (ozone). Le NO s'oxyde naturellement en NO_2 en présence d' O_2 .



Le NO_2 est un précurseur à la formation d' O_3 et est donc pour cette raison une molécule qui influence de manière importante la qualité de l'air. En l'absence de Composés Organiques Volatils (COV), un équilibre dynamique s'installe entre la formation et la destruction de l'ozone.



Cet équilibre est cependant perturbé par les produits réactionnels des COV qui bloquent le NO présent qui ne sera donc pas disponible pour détruire l'ozone. En outre, le NO est oxydé par l'intermédiaire des COV en NO_2 qui permet la reformation de l'ozone.

En présence de trafic important et donc de NO en excès, l'équilibre chimique ci-dessus est déplacé dans le sens de la formation de NO_2 (réaction rapide, de l'ordre de quelques minutes) et, par conséquent, la destruction de l' O_3 joue comparativement un rôle plus important. Cela explique pourquoi dans un milieu urbain comme la Région de Bruxelles-Capitale, la concentration moyenne d' O_3 est moins importante que dans des zones rurales comme par exemple dans les Ardennes.

2. La législation en vigueur

Depuis plusieurs années, les Nations Unies et l'Union Européenne établissent des protocoles et des directives dans le but de diminuer les émissions de divers polluants, dont les NO_x émis dans l'atmosphère, afin de minimiser l'impact de l'activité humaine sur la santé et le climat. Des valeurs limites sont ainsi fixées pour limiter les émissions, et les concentrations de certains polluants dans l'air ambiant. Ces valeurs limites doivent être respectées à partir d'une certaine date.

En matière d'émission, chaque Etat Membre doit établir chaque année un inventaire des émissions de polluants en fonction des secteurs d'activité. Ces inventaires permettent de surveiller l'évolution temporelle de la quantité émise des NO_x par secteur d'activité et donc de cibler l'origine des polluants. Ils constituent un outil essentiel pour la détermination de mesures efficaces pour la protection de la santé et de l'environnement.

L'évaluation de la qualité de l'air se base, quant à elle, sur les valeurs des immissions des polluants, c'est-à-dire les concentrations mesurées des polluants dans l'air ambiant.

Les fiches documentées suivantes reprennent les principales législations en vigueur en matière d'émissions dans l'air et de qualité de l'air. Les personnes qui souhaitent plus d'informations sur le sujet sont invitées à s'y référer :

- 3. Les accords internationaux et leurs implications en matière de fourniture de données - impact local : protéger la santé publique
- 4. Les accords internationaux en matière de pollution atmosphérique à l'échelle mondiale
- 5. Les accords internationaux et leurs implications en matière de fourniture de données des polluants suivis en Région de Bruxelles-Capitale

3. Les émissions d'oxydes d'azote en Région de Bruxelles-Capitale

3.1. Principe de calcul des émissions

Le principe de calcul des émissions repose sur l'hypothèse que les émissions dues à une activité particulière à un moment donné et pour une unité spatiale donnée sont proportionnelles à l'intensité de cette activité et sont le résultat de la multiplication du "Taux d'Activité" (TA) par un "Facteur d'Emission" (FE) :

$$\text{Emission}(\text{polluant Y, activité X}) = \text{TA}(\text{activité X}) * \text{FE}(\text{polluant Y, activité X})$$

Le paramètre "taux d'activité" est un coefficient caractéristique de l'activité. C'est la mesure de la "production" de l'activité ; le coefficient varie donc en fonction de l'année considérée et du type d'activité : il s'agit par exemple la quantité de déchets incinérés pour les émissions provenant d'un



incinérateur, le nombre de kilomètres parcourus pour les émissions liées au transport, etc. Les émissions sont exprimées en unité de masse.

Le facteur d'émission est un coefficient caractéristique de la substance émise et de la technologie utilisée dans l'activité décrite. Il peut donc varier au cours du temps.

Les facteurs d'émissions de NO_x sont calculés sur base de recommandations internationales (EMEP/EEA air pollutant emissions inventory Guidebook) ou sur base de méthodologies spécifiques quand celles-ci existent et permettent une estimation plus précise. Ces estimations sont continuellement soumises à des révisions en fonction des développements de la recherche scientifique.

Pour la Région de Bruxelles Capitale, les sources principales d'émission sont le chauffage des bâtiments (logements ainsi que les bâtiments des secteurs tertiaire et industriel), les transports (routier, ferroviaire et fluvial), l'incinération des déchets, les émissions fugitives et des activités industrielles spécifiques. En matière de transports routiers, elles sont calculées à l'aide du modèle européen de référence COPERT dans lequel sont injectées les données propres au trafic bruxellois.

3.2. Répartition sectorielle des émissions de NO_x en 2013

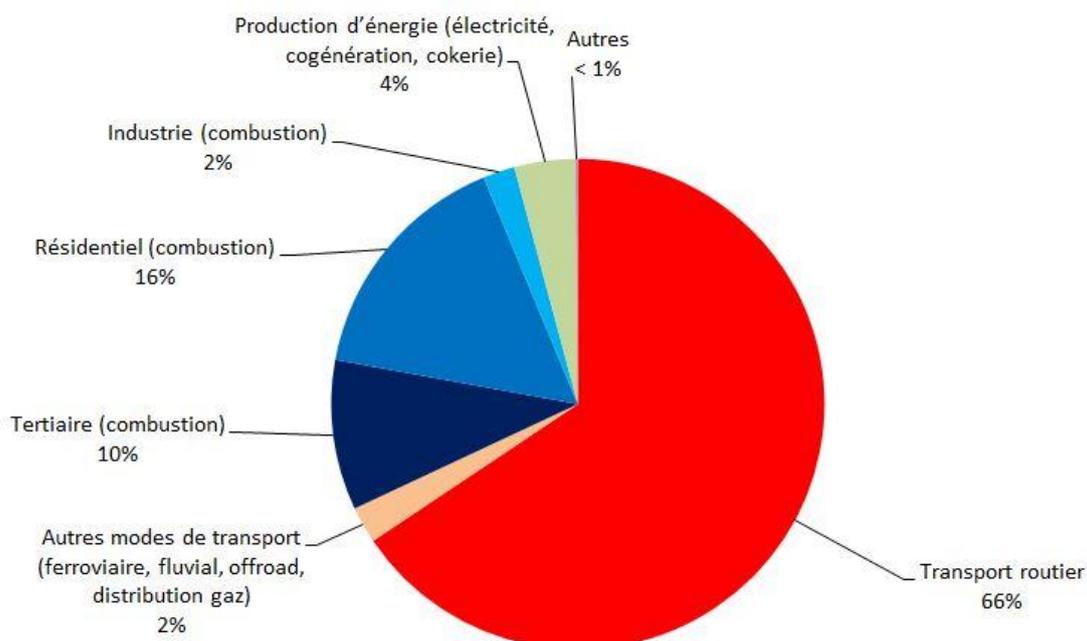
La Figure 8.1 représente la répartition sectorielle des émissions en 2013.

Les principales sources d'émission de NO_x sont les processus de combustion liés aux transports (66%) et au chauffage de bâtiments (en particulier le chauffage des logements du résidentiel 16% et du secteur tertiaire 10%). La production d'énergie (électricité, cogénération, cokerie) représente quant à elle 4% des sources d'émission de NO_x. Dans une moindre mesure, il y a également les sources d'émission de NO_x liés aux processus de combustion dans l'industrie (2%) et aux autres modes de transport (ferroviaire, fluvial, offroad, distribution gaz) (2.5%). Les émissions de NO_x dû à l'incinération des déchets ne représentent que 0.1% de ces émissions.

Figure 8.1. : Répartition sectorielle des émissions régionales de NO_x en 2013 (%)

Source : Bruxelles Environnement, Dpt Planification air, énergie et climat

L'année 2013 est ici privilégiée car elle correspond aux données les plus récentes issues d'une version validée du bilan énergétique régional. Les données de l'année 2014 ont en effet été calculées à partir d'une version provisoire de celui-ci.





3.3. Evolution temporelle des émissions régionales

3.3.1. Evolution temporelle des émissions de NO_x

Figure 8.2. : Evolution temporelle des émissions de NO_x (en Tonnes) (en bleu) et du rapport des émissions par rapport aux émissions de 1990 (en rouge) pour la Région de Bruxelles-Capitale de 1990 à 2014

Source : Bruxelles Environnement, Dpt Planification air, énergie et climat

(* : données provisoires)

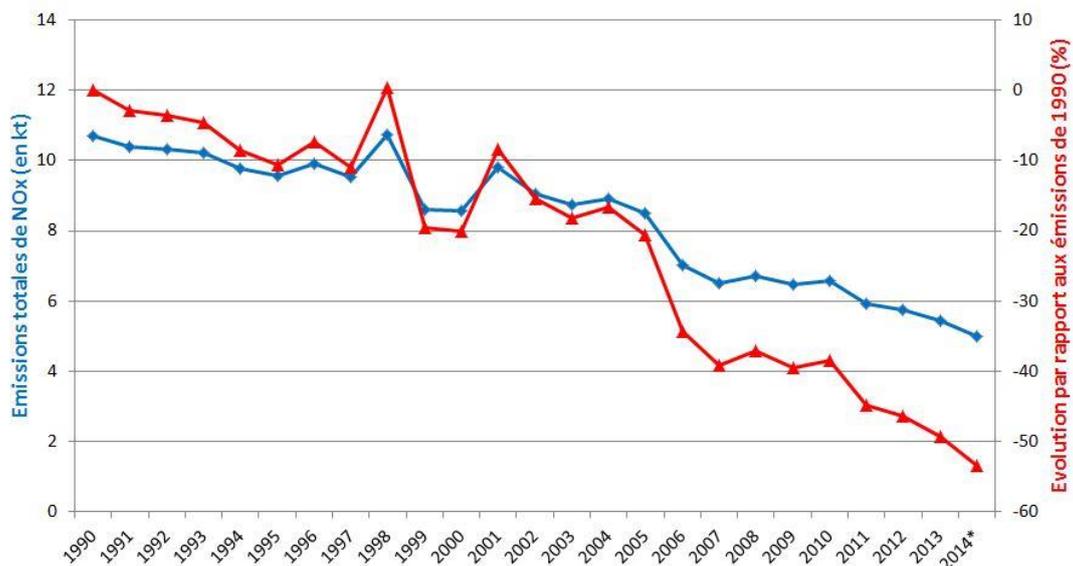
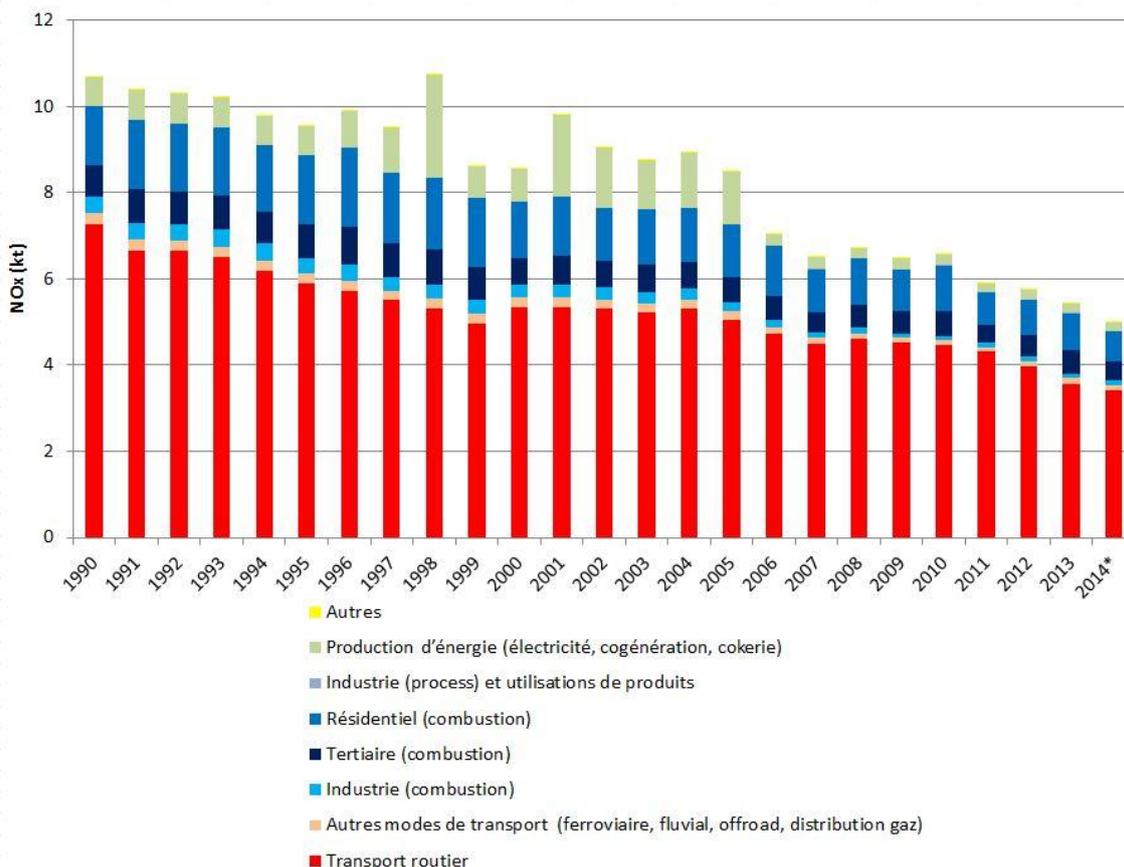


Figure 8.3. : Evolution sectorielle des émissions régionales de NO_x en ktonnes (1990 - 2014)

Source : Bruxelles Environnement, Dpt Planification air, énergie et climat

(* : données provisoires)





Entre 1990 et 2014, les émissions de NO_x ont globalement été réduites de 53%.

En 2008 et en 2010, une légère augmentation des émissions de NO_x est observée du fait de l'hiver froid qui entraîne une augmentation des émissions dues au chauffage des bâtiments.

Dans le secteur de la production d'énergie, une nette amélioration a été observée en 2006 du fait de l'installation d'un système de lavage des fumées DéNO_x à l'incinérateur de Neder-Over-Hembeek. On observe une réduction d'environ 80% du NO_x émis par ce secteur entre 2005 (où ces émissions représentaient 14% du total) et 2006.

Dans la catégorie « Autres » comprenant la cokerie de Marly, une nette diminution (de 8%) des émissions entre 1990 et 1994 a été constatée du fait de la réduction des activités puis de la fermeture en 1993 de la cokerie présente en RBC.

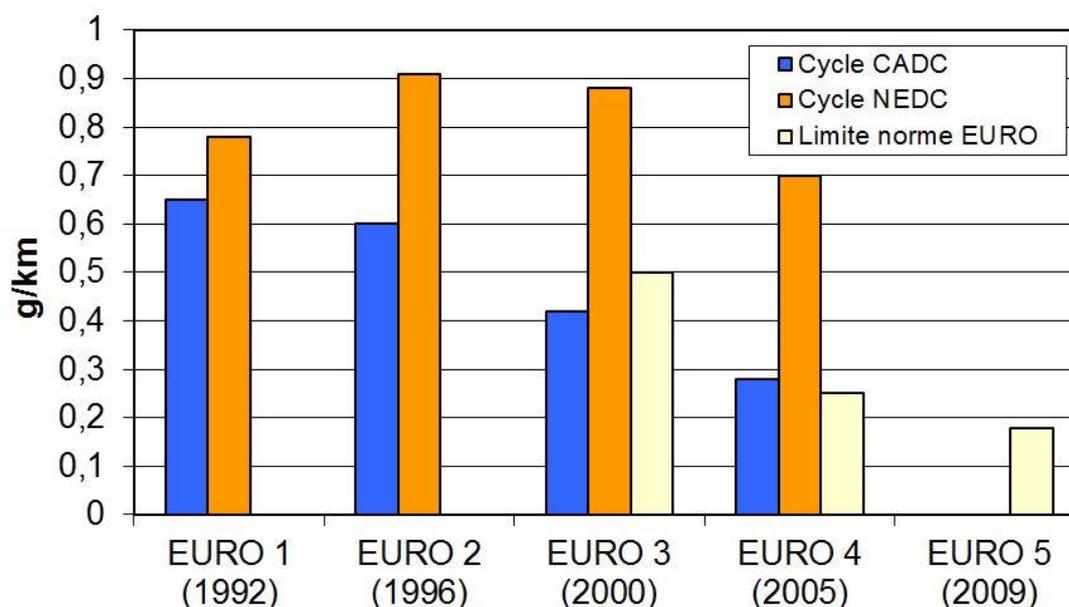
Dans le secteur du transport routier, une diminution de 53% est observée. Les catalyseurs sur les voitures particulières à essence sont en effet obligatoires en Belgique depuis 1989 pour les véhicules de plus de 2000 cc (lesquels représentaient, en 1990, 14% du parc bruxellois de voitures à essence) et, depuis 1993, pour tous les véhicules neufs. Le pot catalytique réalise un post traitement des gaz d'échappement dès la sortie du moteur qui se traduit notamment par une réduction des émissions de NO_x¹. A cela s'ajoute l'amélioration technologique des moteurs des véhicules notamment ceux des camions et l'application des normes EURO qui oblige les constructeurs de véhicules à produire des véhicules émettant moins de NO_x.

Il est à noter que les véhicules répondant aux normes EURO en vigueur émettent plus que ce à quoi on s'attend (voir Figure 8.4). En effet, ces véhicules respectent les normes EURO sur un cycle de conduite théorique déterminé par l'Union Européenne (cycle NEDC) qui sous-estime la quantité de NO_x émis par rapport aux émissions lors d'un cycle plus représentatif d'une conduite réelle (cycle CADC). Notons en outre que les camions de type EURO 5 équipés d'un catalyseur SCR (selective catalysis reductive) émettent plus de NO_x que les normes autorisées lorsque les gaz d'échappement ont une température inférieure à 250°C, ce qui est souvent le cas en ville.

Figure 8.4 :

Facteur d'émission en g/km concernant les voitures de passagers diesel pour deux cycles de conduite. Le cycle NEDC est le cycle européen de référence pour les émissions moyennes mesurées de NO_x. Le cycle CADC désigne un cycle de conduite représentatif du cycle de conduite moyen européen

Source : Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik.



¹ Il convient néanmoins de noter que l'impact des pots catalytiques sur la réduction des émissions de NO_x n'existe qu'à partir d'une distance parcourue de quelques km (le pot catalytique est inefficace / moins efficace si le moteur est froid, au démarrage et pendant les phases d'accélération/décélérations). Ce facteur n'est donc applicable que pour les trajets plus longs.



Une estimation des émissions de NO_x bruxelloises excédentaires attribuables à cette sous-estimation par le parc de véhicules bruxellois² a été réalisée pour 2014 selon les conditions suivantes :

- Véhicules concernés : voitures particulières et camionnettes diesel de normes EURO 3, 4 et 5 ;
- Méthode : comparaison des normes EURO théoriques avec les facteurs d'émissions de COPERT (pour EURO 3 et 4) pour l'année 2014, et avec les résultats des mesures des émissions réelles des véhicules soumis aux tests menés dans le cadre de l'étude effectuée par la Région wallonne suite à l'affaire VW (pour EURO 5)³.

Une sur-émission totale de 1041,1 tonnes de NO_x a ainsi été estimée, soit 34% des émissions régionales totales de NO_x du transport routier, ou encore 21% des émissions régionales totales NO_x (voir tableau 8.5).

Tableau 8.5 :

Emissions de NO_x bruxelloises excédentaires attribuables à la sous-estimation des émissions liées aux différents types de normes EURO par le parc de véhicules bruxellois				
Source: Bruxelles Environnement, Dpt. Planification air, énergie et climat				
Norme EURO	Emissions officielles normes Euro (mg/km)	Emissions COPERT/Tests wallons (mg/km)	Mobilité (veh.km)	Excédent d'émissions (t NO _x)
EURO 5	180	617	1.552.247.089	678,3
EURO 4	250	704	571.922.686	259,5
EURO 3	500	869	279.754.577	103,3
TOTAL				1041,1
NO _x - estimation pour 2014	Emissions (t NO _x)			%
TOTAL RBC	4981			20,9%
TOTAL RBC Transport	3077			33,8%

Ces résultats mettent en lumière l'importance pour la Région que les émissions des véhicules correspondent effectivement aux normes EURO qui leur sont assignées.

3.3.2. Evolution temporelle des émissions de NO₂

Quant au NO₂, la fraction NO₂ dans les émissions NO_x du transport a augmenté. Cette augmentation est confirmée jusqu'en 2009 par l'évolution du rapport NO₂/NO_x dans les tunnels routiers (Figure 8.6).

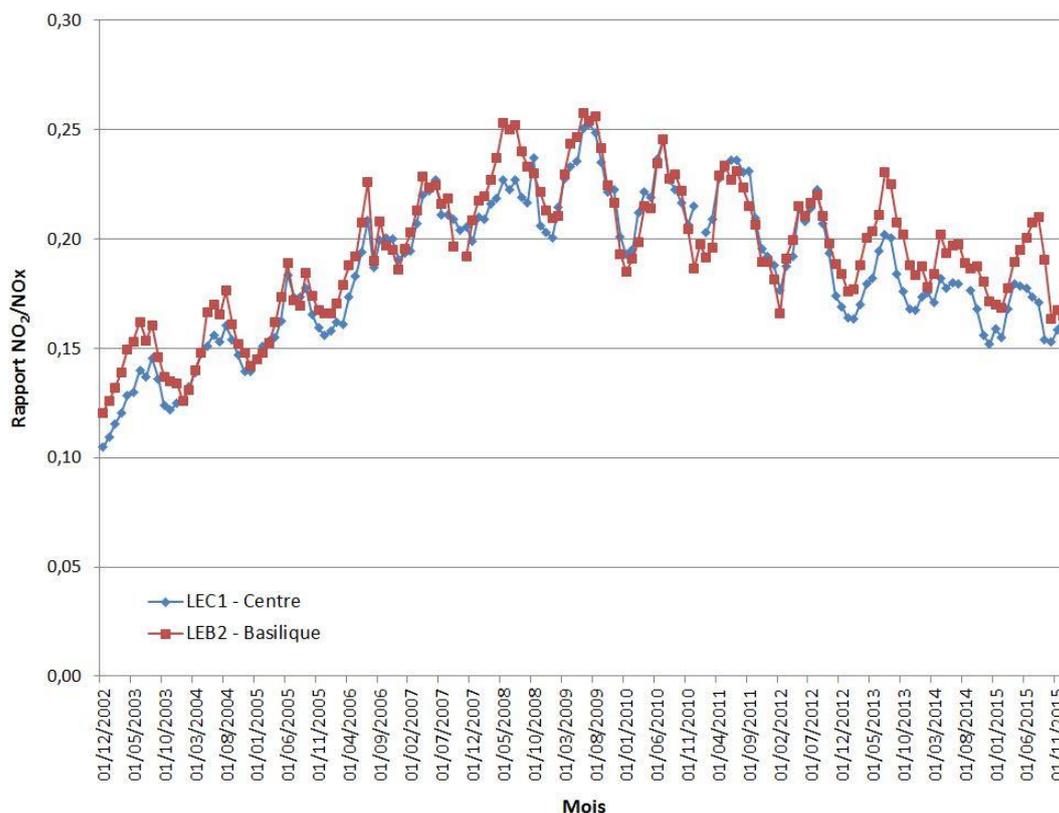
² Conformément aux méthodologies d'inventaires des émissions du transport routier, le parc automobile est fictif et basé sur les véhicules immatriculés à Bruxelles, et non ceux qui y circulent.

³ Voir <http://diantonio.wallonie.be/sites/default/files/nodes/story/8830-rapportvwfinal.pdf> pour plus de détails



Figure 8.6. : Evolution mensuelle du rapport NO_2/NO_x dans le tunnel Leopold II, direction centre (LEC1, en bleu) et dans le tunnel Basilique, direction Basilique (LEB2, en rouge)

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de la qualité de l'air



Les raisons de l'augmentation du NO_2 dans les émissions du trafic routier et donc de l'augmentation des concentrations de NO_2 mesurées dans les environnements influencés par le trafic sont entre autres :

- La diésélisation du parc automobile (le diesel émet relativement plus de NO_2) ;
- Le fait que les catalyseurs oxydants imposés par la norme EURO 3 augmentent la part de NO_2 par rapport au NO dans les émissions ;
- Les filtres à particules des camions, qui augmentent indirectement les émissions de NO_2 .

On remarque ce phénomène dans toutes les agglomérations belges ainsi qu'en Allemagne, aux Pays-Bas et à Londres.

Ce phénomène explique en partie pourquoi la diminution des émissions totales de NO_x ne s'accompagne pas pour autant du respect des normes en matière de concentration moyenne annuelle de NO_2 dans les stations trafic. A cela s'ajoute le fait que le NO_2 est une molécule très stable dans l'atmosphère à température ambiante, est insoluble dans l'eau, qui ne peut donc être lessivée par la pluie.

Notons toutefois qu'en 2010, l'évolution du rapport NO_2/NO_x dans les tunnels routiers s'est stabilisée et semble lentement décroître depuis 2011. Cette tendance et les facteurs explicatifs sont à confirmer.

4. Concentrations de NO_x dans l'air ambiant

4.1. Introduction

Il faut rappeler que les concentrations ne sont pas uniquement liées aux sources d'émissions locales. Elles dépendent également des conditions météorologiques favorables ou défavorables à la dispersion des polluants, des transformations physico-chimiques dans l'atmosphère et des apports de pollution externe à la Région.



4.1.1. Le réseau de mesures en RBC

Les concentrations d'oxydes d'azote en Région de Bruxelles-Capitale sont mesurées en permanence dans les 11 postes du réseau télémétrique. Le Tableau 8.7 résume les stations de mesure avec leur descriptif dans la Région de Bruxelles-Capitale.

Tableau 8.7 :

Réseau de stations de mesures du NO _x dans la Région de Bruxelles-Capitale			
Source: Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement			
Stations	Début	Type de station	Type d'activité environnante
Berchem (41B011)	1993	station de fond	résidentiel
Avant-Port (41N043)	Janvier 1998	industriel	industriel et trafic
Meudon (41MEU1)	Octobre 1999	Station urbaine (*)	résidentiel près de zone industrielle
Molenbeek (41R001)	1981	trafic	trafic dense+industrie/résidentiel
Uccle (41R012)	1981	station de fond	station de fond, résidentiel
Woluwe (41WOL1)	1994	trafic	trafic dense, environnement ouvert
Ste Catherine (41B004)	Décembre 2000	Station urbaine (*)	trafic, commerces, résidentiel
Parlement Européen (41B006)	Septembre 2001	Station urbaine (*)	zone piétonne
Carrefour Arts-Loi (41B003)	1993	trafic	trafic dense, important carrefour
Ixelles Avenue de la Couronne (41R002)	1986	trafic	rue canyon, trafic dense
Eastman-Belliard (41 B008)	2012	trafic	rue canyon, trafic dense
Forest-club de tennis (47 E013) (*)	Janvier 1996	Station urbaine (*)	résidentiel

(*) les stations urbaines se trouvent à l'écart d'un trafic dense
(*) Station appartenant au réseau d'électrabel

Le poste de mesure Eastman-Belliard a été relocalisé en 2012. Précédemment libellé 41B005, le poste se situait dans le bâtiment Eastman (côté rue Belliard) dans le quartier européen, à l'abri du trafic routier entre le 17 octobre 2001 et le 15 octobre 2012. La station de mesure a ensuite été déplacée, à la demande de l'Union Européenne, pour des travaux d'aménagement du site Eastman, dans le bâtiment Remard côté rue Belliard et est désormais libellée 41B008. Le poste de mesure est en fonction depuis le 19 octobre 2012 à cet endroit. La relocalisation a conduit au reclassement de la station en site orienté trafic. La situation de cette station fait que les valeurs qui y sont mesurées ne sont pas rapportées à l'UE dans le cadre de l'évaluation des objectifs en matière de qualité de l'air, (pour cela un poste de mesure doit être situé à au moins 25 m des carrefours).

La situation du poste de mesure Arts-Loi, dans le carrefour "Arts-Loi", ne répond pas non plus à ces critères. Il faut signaler que l'emplacement (en 1992) du poste de mesure Arts-Loi, sept ans avant l'apparition de la directive 1999/30/CE, fut un choix délibéré pour l'étude de la pollution de l'air par le trafic. Les résultats de ce poste de mesure fournissent des informations très intéressantes à ce sujet mais ne peuvent pas être interprétées comme indication de la qualité de l'air générale ou moyenne dans la Région de Bruxelles-Capitale.

L'objectif était de mieux percevoir, grâce à l'évolution des concentrations à moyen terme, l'influence de la circulation sur la qualité de l'air et l'incidence favorable éventuelle des mesures de limitation des émissions. La qualité de l'air à ce carrefour est directement influencée par les rejets de la circulation locale.

Depuis le réaménagement du carrefour en 2003, la prise d'air de ce poste de mesure se trouve encore plus proche de la circulation. Un nombre croissant de valeurs élevées en est la conséquence. Des valeurs élevées en NO₂ se manifestent également fréquemment en période estivale, simultanément avec des valeurs élevées en ozone sur d'autres postes de mesure : une partie du NO provenant du trafic y est oxydée en NO₂ par l'ozone.

La station Arts-Loi est hors service depuis 2009 et devrait redémarrer dans le courant de l'année 2016.

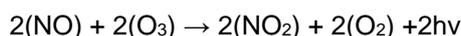
Les observations en temps quasi-réel et historiques des concentrations de polluants (O₃, NO₂, SO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, benzène) sont disponibles sur les sites de :



- Bruxelles Environnement, via le lien "plus d'infos" sous le pollumètre dans la page d'accueil (<http://www.bruxellesenvironnement.be/>) ou via le lien direct : <http://app.bruxellesenvironnement.be:8080/Pollumetre/Graph.action?lang=fr>
- La CELLule INterrégionale de l'Environnement (CELINE) <http://www.irceline.be/>

4.1.2. Les instruments de mesures

Les instruments utilisés dans le réseau de mesure de la Région de Bruxelles-Capitale utilisent la méthode de « chimiluminescence ». Cette méthode se base sur le principe que certaines molécules portées à un état excité par une réaction chimique retournent à l'état fondamental en restituant une partie de l'énergie sous forme d'émission de lumière. Pour déterminer les concentrations de NO et de NO₂, on fait réagir un volume d'air contenant du NO avec un excès d'ozone O₃ ce qui génère une émission de lumière qui est proportionnelle à la concentration en NO contenu dans ce volume d'air que l'on peut déterminer grâce à un photomultiplicateur préalablement étalonné. La réaction chimique est la suivante :



Pour ce même volume d'air, on chauffe à haute température le gaz dans un four à catalyse en molybdène afin de transformer tous les NO₂ en NO. Puis on mélange ces NO_x à de l'ozone et on détermine la concentration en NO de ce volume de gaz. La concentration en NO₂ est déduite par l'équation :

$$[\text{NO}_2] = [\text{NO}_x] - [\text{NO}]$$

Si souhaité, le rapport technique "Ozone et Dioxyde d'Azote" donne plus d'informations méthodologiques.

4.2. Evaluation des concentrations en NO en RBC

Les concentrations en NO dans l'air ambiant sont plusieurs fois inférieures au niveau de concentration toxique. Il n'y a donc aucune valeur normative imposée pour les concentrations de NO dans l'air ambiant. Ce polluant mérite toutefois que l'on s'y attarde dans l'étude de la pollution de l'air. En effet, le NO est un polluant important émis lors des processus de combustion et constitue l'un des polluants caractéristiques du trafic routier. Il correspond donc à un bon traceur du trafic routier.

Une autre raison pour laquelle il convient d'étudier la pollution par le NO est la transformation spontanée du NO en NO₂. Pour ce dernier, il existe des normes ; mais son rôle le plus important réside dans son rôle de précurseur dans la pollution photochimique (formation d'ozone) et dans la formation de particules secondaires (nitrates). Par ailleurs, la présence de NO donne lieu à une destruction de l'ozone, avec formation de NO₂.

4.2.1. Evolution des concentrations annuelles moyennes de NO

La Figure 8.8 montre l'évolution, entre 1994 et 2015, de la concentration moyenne annuelle de NO pour 9 stations de mesure en RBC.

Jusqu'en 2008, les valeurs moyennes les plus élevées pour le NO étaient atteintes aux deux postes les plus soumis à l'influence de la circulation, à savoir Arts-Loi (B003) et Ixelles-Avenue de la Couronne (R002), suivis de Avant-Port (N043), Molenbeek (R001), Ste-Catherine (B004) et Woluwé-St-Lambert (WOL1). Ces 4 derniers lieux de mesure sont situés dans un environnement de circulation intense, mais assez ouvert. À partir de 2008, la station d'Ixelles-Avenue de la Couronne (R002) commence à présenter des valeurs moyennes pour le NO plus faibles qu'à Avant-Port (N043) (figure 8.8).

Les lieux de mesure à Berchem-Ste-Agathe (B011), Uccle (R012), le Parlement Européen (B006) et Forest (E013) sont plus à l'écart de la circulation et présentent des concentrations plus faibles. En ce qui concerne la station de mesure Eastmann-Belliard, étant donné que sa localisation a changé d'un environnement à l'écart du trafic à un environnement orienté trafic en 2012, les valeurs moyennes annuelles pour le NO sont devenues plus élevées à partir de 2012 (figure 8.8).

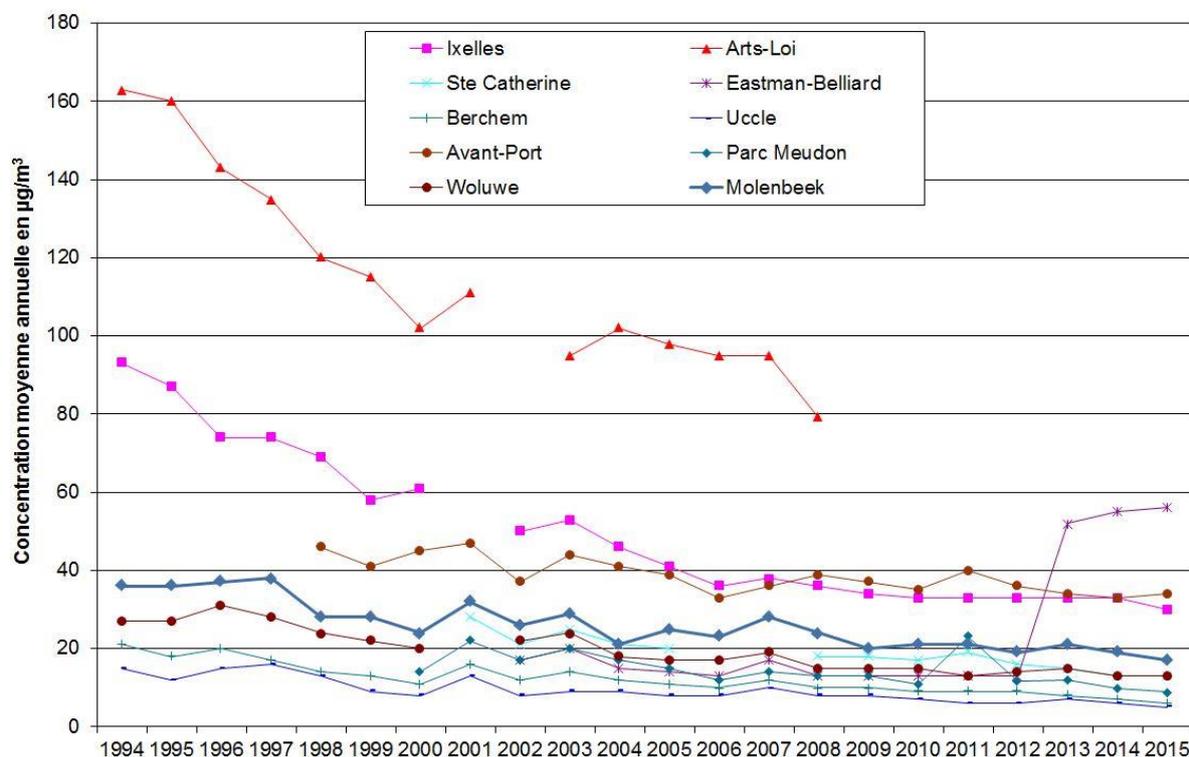
On constate également que dans toutes les stations de mesure y compris les stations représentant la pollution de fond, les concentrations de NO diminuent depuis 1994. La baisse de la concentration en NO est spectaculaire aux postes qui sont soumis aux émissions de NO directement dues à la circulation (Ixelles et Arts-lois). A d'autres postes, situés dans un environnement moins influencé par le trafic (Uccle, Berchem, Parc Meudon), la baisse est moins marquée mais néanmoins visible. Le lien entre la concentration en NO et les émissions de NO y est moins manifeste étant donné qu'une partie du NO est déjà transformée en NO₂.



En période estivale, la concentration en NO aux stations de fond et urbaines est sensiblement plus faible qu'en période hivernale dans la mesure où le NO présent y est presque intégralement transformé en NO₂ (excédent d'ozone en été). Cette baisse est d'autant plus marquée que la station est influencée par le trafic.

Figure 8.8 : Concentration moyenne annuelle de NO pour chaque station de mesure en RBC de 1994 à 2015

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de la qualité de l'air



Depuis 2002, les concentrations moyennes annuelles de NO se situent pratiquement à la moitié de celles de 1994 en ce qui concerne les stations fortement influencées par le trafic (Arts-Loi et Ixelles).

La baisse des concentrations de NO aux postes de mesure d'Ixelles et de Arts-loi est probablement due à l'introduction du pot catalytique à trois voies et ce, depuis 1989 pour les voitures à essence d'une cylindrée de plus de 2000 cc et depuis 1993 pour toutes les voitures neuves avec moteur à essence. A ces deux postes de mesure, on constate une baisse toute aussi importante de la concentration en CO (voir fiche Air 14) et, avec quelques années de retard, de la teneur en benzène dans l'air.

Les données les plus récentes semblent montrer une cessation de la tendance à la baisse des concentrations moyennes annuelles en NO. Ceci tient probablement au fait que la majeure partie du parc automobile équipé de moteur à essence est actuellement pourvue de pots catalytiques à trois voies.

4.2.2. Evolution des concentrations journalières moyennes de NO

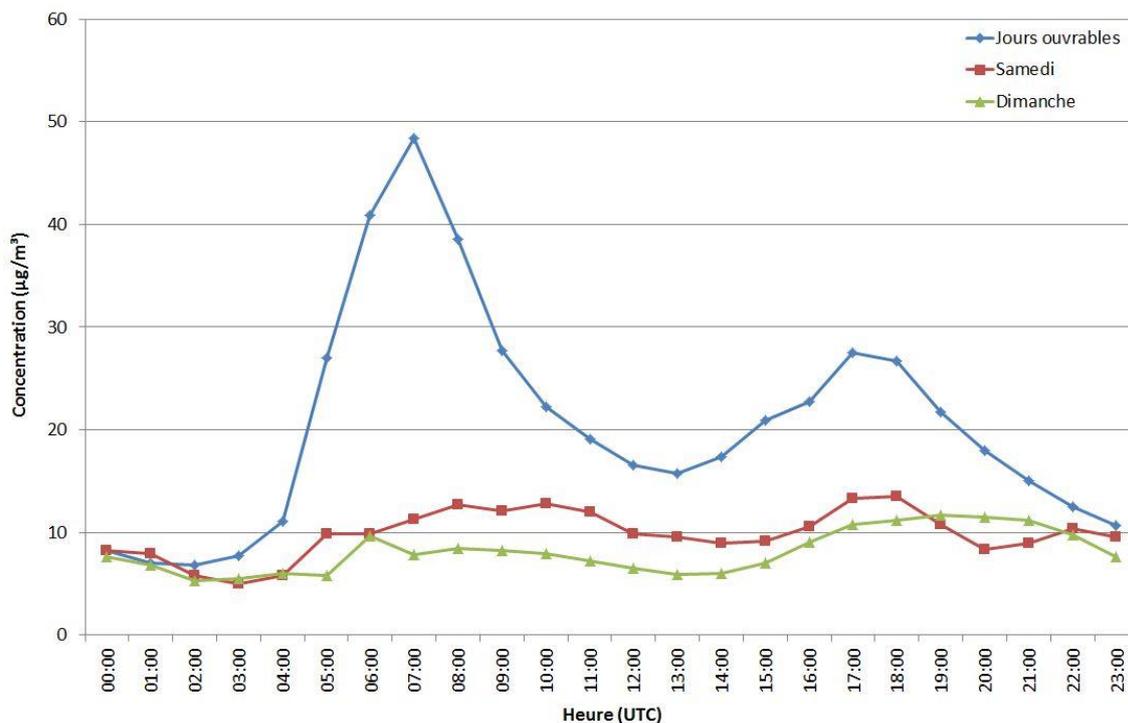
La Figure 8.9 montre la variation diurne des concentrations horaires de NO à la station trafic de Woluwe-St-Lambert entre octobre et mars pour les hivers 2013-2014, 2014-2015 et 2015-2016 pour un jour ouvrable, pour le samedi et le dimanche. Sur ce graphe, on voit clairement le lien entre les concentrations de NO et le volume du trafic : pour un jour ouvrable, les pics des concentrations de NO du matin (vers 7h30) et du soir (vers 17h30) sont associées au volume de trafic le plus élevé de la journée. Durant le week end, les concentrations de NO sont divisées par 2 et par 2,5 respectivement le samedi et le dimanche par rapport à un jour ouvrable.



Figure 8.9 : Moyenne horaire de la concentration de NO à la station trafic de Woluwe-St-Lambert sur la période hivernale (octobre à mars) 2013-2014, 2014-2015 et 2015-2016 .

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de la qualité de l'air

Les résultats sur le graphique sont donnés en temps UTC et non pas en heure locale (contrairement au texte)



Comme l'illustre la Figure 8.9, les concentrations de NO sont en moyenne plus élevées les jours ouvrables et plus élevées le samedi que le dimanche. Il se produit en outre un glissement dans le temps au niveau du profil journalier, le week-end (en particulier le dimanche). Le pic du matin observé se produit une heure plus tard qu'un jour ouvrable et est moins marqué. Les pics du matin et du soir sont en outre beaucoup plus étalés.

Ces variations journalières et hebdomadaires se manifestent davantage en hiver lorsque l'oxydation directe de NO en NO₂ par l'O₃ est peu importante.

L'évolution journalière et hebdomadaire des concentrations de NO mesurées à un poste situé dans un environnement à forte circulation reflète donc les variations des émissions liées au trafic.

4.3. Evaluation des concentrations en NO₂ en Région de Bruxelles Capitale

4.3.1. Normes à l'immission

Depuis le 1er janvier 2010, date d'entrée en vigueur des valeurs limites répertoriées dans le Tableau 8.10 imposées par la directive 2008/50/CE, le nombre de valeurs de la concentration moyenne horaire de NO₂ ne doit pas dépasser 18 jours par an. De plus, la moyenne annuelle des concentrations de NO₂ ne doit également pas dépassée les 40 µg/m³.

La "valeur limite" est définie comme étant un niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint. Cette valeur est contraignante et doit être respectée à partir d'une certaine date donnée.



Tableau 8.10.

Valeur limite pour le NO ₂ à partir du 1 ^{er} janvier 2010		
Source: directive 2008/50/CE du 21 mai 2008		
Mode de calcul	Valeur limite (µg/m ³)	Nombre de dépassements autorisés
Moyenne horaire	200 (*)	18 par an
Moyenne annuelle	40 (*)	-

(*) Au 19/07/1999, une marge de dépassement de 50% peut être appliquée diminuant le 1^{er} janvier 2001 puis linéairement tous les 12 mois et doit atteindre 0% au 1^{er} janvier 2010.

4.3.2. Evolution temporelle des concentrations de NO₂

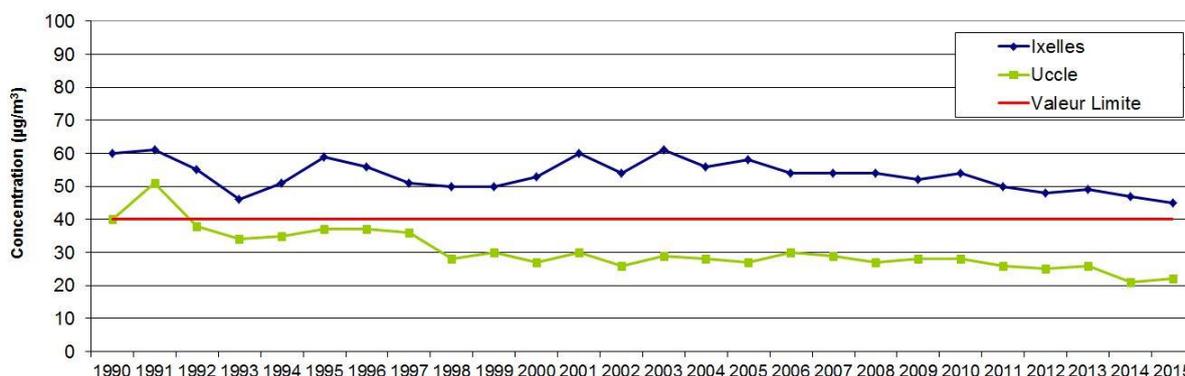
Si la réduction des émissions de NO_x en Région bruxelloise s'est traduite par une diminution très sensible des concentrations moyennes annuelles en NO, il n'en est pas de même pour les concentrations en NO₂ qui se maintiennent à un niveau relativement constant au cours du temps.

4.3.2.1. Evolution de la moyenne annuelle NO₂

La Figure 8.11 représente les concentrations de NO₂ à une station trafic (Ixelles) et à une station de fond (Uccle). La ligne rouge est la valeur limite de 40 µg/m³ imposée par la directive 2008/50/CE. Depuis 1990, la concentration de NO₂ est stable puis diminue légèrement, contrairement aux émissions de NO_x qui n'ont cessé de diminuer. Si la diminution des émissions de NO_x émises par le trafic, réalisée au cours des années '90 (cfr point 4.2.1), a mené à une diminution importante des concentrations en NO, une tendance similaire pour les concentrations de NO₂ n'a cependant pas encore été confirmée. En effet, les émissions de NO_x se composent principalement de NO qui s'oxyde spontanément en NO₂ en présence de l'oxygène de l'air (réaction lente) ou d'ozone (réaction rapide). Le NO₂ formé est éliminé moins rapidement de l'atmosphère ; c'est pourquoi il reste présent partout. Il en résulte qu'il s'avère très difficile de réduire significativement les concentrations en NO₂ dans la mesure où celui-ci constitue en partie un polluant secondaire et que environ 50% de la concentration totale mesurée en RBC est expliquée via un apport externe via l'air qui arrive à Bruxelles.

Figure 8.11 : Concentrations moyennes annuelles de NO₂ dans deux stations de mesure de la Région de Bruxelles-Capitale : une station trafic (Ixelles) et une station de fond (Uccle). La ligne rouge représente la valeur limite imposée par la directive 2008/50/CE

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de la qualité de l'air

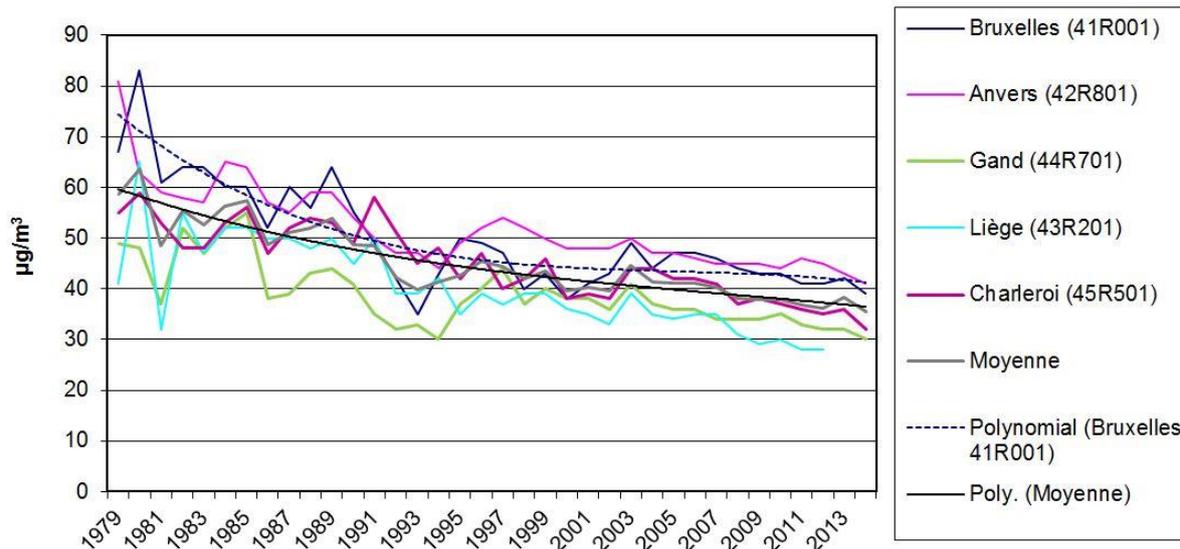


Cette stabilisation puis légère diminution des concentrations de NO₂ est également observée dans d'autres grandes villes belges (Figure 8.12).



Figure 8.12 : Concentrations moyennes annuelles de NO₂ dans 5 agglomérations belges (1979-2009)

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de la qualité de l'air et CELINE-air (site web)



Le Tableau 8.13 montre les concentrations moyennes annuelles des concentrations de NO₂ pour chaque station de mesure de la Région de Bruxelles-Capitale. Rappelons que la station Arts-Loi est une station qui n'est pas comptabilisée pour le respect des normes européennes.

Tableau 8.13.

NO ₂ – concentration moyenne annuelle par station (µg/m ³)												
Source: Bruxelles Environnement, Laboratoire air												
Stations	Molenbeek	Ixelles	Arts-Loi (*)	Ste Catherine	Eastman-Belliard	Parlement Européen	Berchem	Uccle	Avant-Port	Parc Meudon	Woluwe	Forest
	R001	R002	B003	B004	B005-B008	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
Années												
1981	61	#	#	#	#	#	#	50	#	#	#	#
1982	64	#	#	#	#	#	#	40	#	#	#	#
1983	64	#	#	#	#	#	#	42	#	#	#	#
1984	60	#	#	#	#	#	#	56	#	#	#	#
1985	60	#	#	#	#	#	#	49	#	#	#	#
1986	52	57	#	#	#	#	#	45	#	#	#	#
1987	60	59	#	#	#	#	#	45	#	#	#	#
1988	56	57	#	#	#	#	#	37	#	#	#	#
1989	64	60	#	#	#	#	#	44	#	#	#	#
1990	55	60	#	#	#	#	#	40	#	#	#	#
1991	49	61	#	#	#	#	#	51	#	#	#	#
1992	42	55	#	#	#	#	#	38	#	#	#	#
1993	35	46	76	#	#	#	41	34	#	#	#	#
1994	43	51	69	#	#	#	38	35	#	#	44	#
1995	50	59	74	#	#	#	35	37	#	#	48	#
1996	49	56	69	#	#	#	38	37	#	#	47	38
1997	47	51	70	#	#	#	37	36	#	#	47	41
1998	40	50	74	#	#	#	29	28	43	#	45	34
1999	43	50	75	#	#	#	28	30	49	43	46	35
2000	38	53	69	50	#	#	31	27	47	36	43	33
2001	41	60	73	45	51	48	33	30	50	39	51	28
2002	43	54	72	46	41	36	31	26	48	35	44	36
2003	49	61	86	47	42	41	36	29	47	40	49	38
2004	44	56	87	42	41	37	31	28	45	37	42	32
2005	47	58	93	43	40	38	32	27	46	32	44	34
2006	47	54	98	56	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	54	97	-	43	40	31	29	45	32	46	29
2008	44	54	101	41	37	38	28	27	46	35	42	-
2009	43	52	-	43	39	38	28	28	47	34	39	-
2010	43	54	-	43	41	37	30	28	44	35	39	32
2011	41	50	-	40	39	33	27	26	44	-	36	31
2012	41	48	-	38	-	34	27	25	43	31	40	30
2013	42	49	-	36	63	37	27	26	42	32	41	31
2014	39	47	-	34	61	32	23	21	42	28	39	-
2015	35	45	-	31	62	31	22	22	42	26	35	-

Les cases en rouge indiquent un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³ imposée par la directive 2008/50/CE

.. : (Re)mise en Service, Série incomplète de données

: pas de mesure

(*) Poste de mesure situé dans le carrefour. Pas d'évaluation des données en fonction des normes



Les concentrations de NO₂ à certaines stations sous influence directe du trafic ont été depuis le début de l'application de la directive 1999/30/CE (en 1999) supérieures à la concentration moyenne annuelle autorisée, même en tenant compte de la marge de tolérance. En 2008 par exemple, la concentration moyenne annuelle en NO₂ était supérieure à la valeur limite majorée de la marge de tolérance (40 + 4 = 44 µg/m³ en 2008) à Ixelles (54 µg/m³) et à l'Avant-Port (46 µg/m³). Elle atteignait la valeur limite de 44 µg/m³ à Molenbeek. Par ailleurs, cette concentration atteignait 101 µg/m³ au centre du carrefour Arts-Loi, station expérimentale d'influence directe du trafic routier. Les stations se trouvant plus à l'écart du trafic présentaient des moyennes annuelles moins élevées, de l'ordre de 30 µg/m³.

Depuis la mise en place de la nouvelle directive 2008/50/CE qui a abrogé les anciennes directives le 1er janvier 2010, les concentrations de NO₂ à certaines stations sous influence directe du trafic sont toujours supérieures à la concentration moyenne annuelle autorisée. De 2010 à 2013, la valeur limite de 40 µg/m³ en tant que concentration moyenne annuelle n'a pas été respectée dans les postes R002 (Ixelles), R001 (Molenbeek) et N043 (Avant Port). Par contre, à partir de 2014, la valeur limite de 40 µg/m³ a enfin été respectée à Molenbeek, mais a continué à ne pas être respectée à Ixelles et à Avant-Port.

Dans les stations de fond et urbaines [R012 (Uccle), B011 (Berchem-Ste-Agathe), MEU1 (Parc Meudon) et E013 (Forest)], les normes européennes étaient respectées avant 2010. Elle est également bien respectée depuis 2011 dans les postes B004 (Ste-Catherine – trafic et commerce), B006 (Parlement Européen – zone piétonne).

Le respect de la valeur limite dans d'autres stations comme WOL1 (Woluwe-St-Lambert) doit encore être se confirmée dans les années à venir.

Sur base des observations, la norme de protection de la santé de la directive 2008/50/CE en ce qui concerne la moyenne annuelle de 40 µg/m³ n'est donc pas respectée depuis le 1er janvier 2010 (car doit être respectée par toutes les stations rapportées à l'UE).

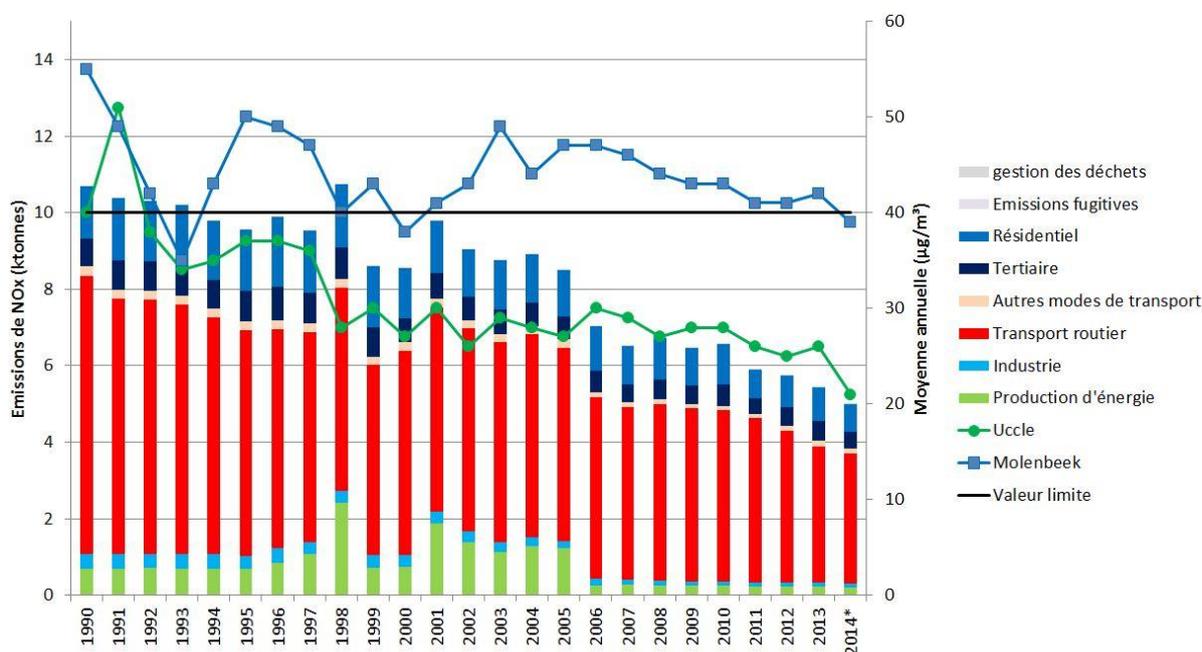
Une diminution des émissions de NO_x doit encore être réalisée avant de pouvoir respecter partout la valeur limite imposée pour la concentration moyenne annuelle du NO₂.

L'importance du dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³ est due principalement, comme mentionné précédemment, à la diésélisation du parc automobile.

La diminution des émissions totales de NO_x (Figure 8.14) due aux efforts réalisés dans le secteur du transport routier, ne s'accompagne donc pas d'office du respect des normes en matière de concentration moyenne annuelle dans les stations trafic comme la station de Molenbeek.

Figure 8.14 : Evolution temporelle des émissions de NO_x en RBC (ordonnée à gauche) et concentration moyenne annuelle de NO₂ à deux stations de mesure (ordonnée à droite) : une station trafic, Molenbeek et une station de fond, Uccle.

Source : Bruxelles Environnement, Dpt Planification air, énergie et climat et Laboratoire de la qualité de l'air





4.3.2.2. Effet week end

La Figure 8.15 présente les concentrations normalisées de NO, NO₂ et PM₁₀ pour chaque jour de la semaine, la normalisation étant déterminée en fonction des concentrations mesurées durant les jours ouvrables. La période prise en compte porte sur les années 2013 à 2016, en ne considérant que les mois d'octobre à mars.

Le Tableau 8.16 résume les pourcentages de réduction des concentrations de NO₂ et de NO durant le week end par rapport à un jour moyen ouvrable. Ces pourcentages représentent des valeurs moyennes pour la Région, estimées pour les mêmes périodes. Localement, la contribution du trafic peut différer sensiblement de ces valeurs moyennes.

Figure 8.15 : Evolution journalière moyenne des concentrations de NO₂ et NO en moyenne spatiale à Bruxelles. La période traitée concerne les mois de janvier à mars et d'octobre à décembre, pour les années 2013 à 2016. Les stations télémétriques prises en compte dans le calcul de la moyenne spatiale sont Berchem, Avant-Port, Molenbeek, Ixelles, Uccle et Woluwe.

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de la qualité de l'air

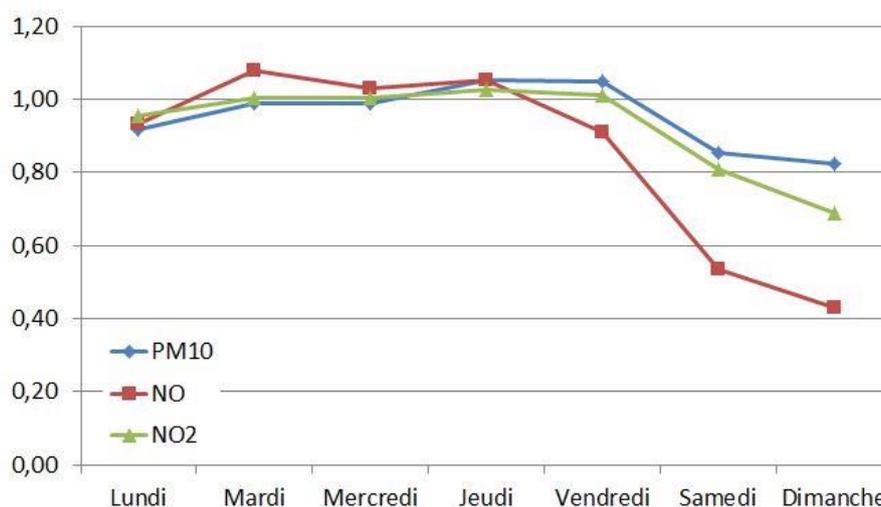


Tableau 8.16.

Pourcentage de réduction des concentrations de PM₁₀, NO₂ et NO par rapport aux concentrations observées lors d'un jour ouvrable.

Source: Bruxelles Environnement, labo qualité de l'air

Polluant	Samedi	Dimanche
NO	-46%	-57%
NO ₂	-19%	-31%
PM ₁₀	-15%	-18%

Comparativement à un jour ouvrable, il en ressort des réductions substantielles au niveau des concentrations mesurées de NO : de façon générale, on estime que les émissions du trafic sont réduites d'environ 46% le samedi et 57% le dimanche (estimation pour les années 2013 à 2016, respectivement 29% et 56% pour l'hiver 2015-2016). La diminution des concentrations de NO mesurées le weekend (représentatives des sources locales) reflète la réduction du trafic routier.

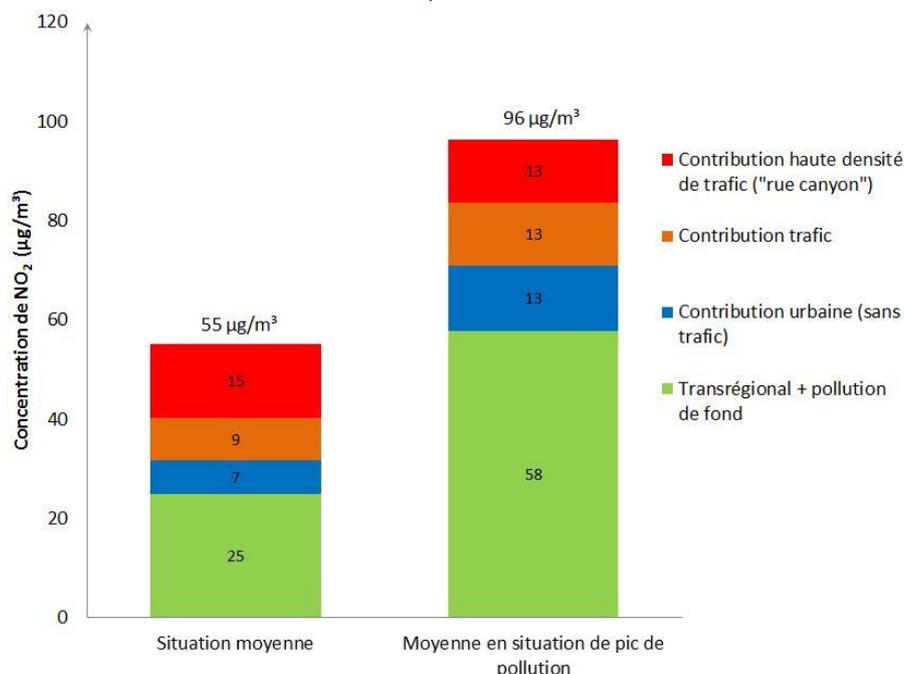
La réduction des concentrations de NO₂ mesurées le weekend est plus faible (19% le samedi et 31% le dimanche) que celle du NO car les sources de NO₂ sont diverses et ne se limitent pas seulement au trafic routier : en moyenne, on estime que la contribution des émissions locales provenant du trafic est de l'ordre de 45%. L'autre moitié du NO₂ provient du chauffage des bâtiments et de l'importation de polluants produits à l'extérieur de la Région de Bruxelles Capitale (Figure 8.17).



Figure 8.17.

Contributions relatives de la pollution de fond, de la contribution transrégionale et de la pollution urbaine aux concentrations de NO₂ mesurées, en moyenne et en situation de pic de pollution (période 2011-2015)

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de la qualité de l'air



Les Tableaux 8.18 et 8.19 présentent, par année calendrier, les concentrations moyennes en NO₂ des samedis et des dimanches. Ces Tableaux sont à mettre en relation avec le Tableau 8.12 montrant les concentrations moyennes annuelles prenant en compte tous les jours de la semaine. Ils permettent d'estimer l'impact d'une réduction de trafic sur les concentrations de NO₂ effectivement mesurées.

Tableau 8.18.

NO ₂ – concentration moyenne annuelle par station mesurée le samedi										
Source: Bruxelles Environnement, Laboratoire air										
Stations	Molenbee k	Ixelles	Ste Catherine	Eastman-Belliard	Parlement Européen	Berchem	Uccle	Avant-Port	Parc Meudon	Woluwe
Années	R001	R002	B004	B005-B008	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1997	42	45	#	#	#	34	32	#	#	43
1998	34	46	#	#	#	24	24	33	#	40
1999	38	47	#	#	#	24	27	38	#	43
2000	37	51	64	#	#	28	25	40	34	41
2001	37	55	42	48	46	29	29	42	34	47
2002	39	51	43	36	32	27	24	39	30	40
2003	40	53	41	33	32	29	24	37	30	41
2004	39	52	39	37	33	28	26	38	31	38
2005	42	53	39	35	32	27	24	37	26	37
2006	44	49	-	35	33	26	28	36	26	41
2007	43	50	-	38	35	27	27	37	27	40
2008	38	48	38	30	31	22	21	35	27	34
2009	39	47	40	34	33	25	25	39	29	35
2010	38	48	39	32	30	25	22	34	28	33
2011	39	46	37	34	29	25	23	37	-	33
2012	37	42	35	30	29	23	21	34	25	35
2013	36	42	31	49	30	22	22	32	24	35
2014	35	43	29	51	25	19	18	34	21	32
2015	32	42	28	27	53	16	19	33	20	31

Les cases en rouge indiquent un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³ imposée par la directive 2008/50/CE

: pas de mesure

"-": (re)mise en service, série incomplète



Tableau 8.19.

NO ₂ – concentration moyenne annuelle par station mesurée le dimanche										
Source: Bruxelles Environnement, Laboratoire air										
Stations	Molenbee k	Ixelles	Ste Catherine	Eastman- Belliard	Parlement Européen	Berchem	Uccle	Avant-Port	Parc Meudon	Woluwe
Années	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
1997	36	39	#	#	#	30	29	#	#	38
1998	29	41	#	#	#	22	22	28	#	36
1999	32	41	#	#	#	21	23	30	#	38
2000	30	45	50	#	#	23	22	33	29	36
2001	30	52	34	46	40	24	25	35	29	42
2002	31	42	34	30	26	22	19	33	25	33
2003	36	50	36	31	30	26	22	33	30	36
2004	31	44	32	32	28	23	23	31	26	32
2005	36	47	33	31	28	24	21	31	22	34
2006	36	42	–	30	27	22	24	29	22	33
2007	36	43	–	32	29	23	22	30	24	34
2008	32	41	32	26	27	20	19	30	24	29
2009	32	37	33	29	28	19	20	31	23	29
2010	33	41	34	31	28	21	21	28	24	31
2011	32	39	31	30	24	20	20	29	–	28
2012	32	38	30	27	25	20	19	31	23	32
2013	30	36	26	45	25	18	19	26	20	28
2014	31	37	26	46	23	16	16	29	19	30
2015	27	37	24	46	24	16	18	28	18	28

Les cases en rouge indiquent un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³ imposée par la directive 2008/50/CE

: pas de mesure

*: (Re)mise en service, Série incomplète

Malgré une forte réduction des activités émettrices (moins de trafic), la concentration moyenne en NO₂ le samedi se situe encore aux environs de 40 µg/m³ dans certains postes de mesure. Dans le poste de mesure d'Ixelles (de type street canyon) elle reste même largement supérieure à cet objectif.

Cet objectif serait respecté dans toutes les stations rapportées à l'UE⁴ si les activités émettrices étaient limitées toute l'année au niveau de celles d'un dimanche moyen.

4.3.2.3. Evolution de la moyenne horaire des concentrations en NO₂

Suivant la directive 2008/50/CE, depuis le 1er janvier 2010, le seuil de 200 µg/m³ pour les valeurs horaires ne peut être dépassé au maximum que 18 heures par an.

Le Tableau 8.20 reporte le nombre d'heures au cours desquelles le seuil a été dépassé. Il en ressort que la norme est respectée dans toutes les stations bruxelloises.

⁴ Pour rappel, les valeurs mesurées à la station B005 (Eastmann-Belliard) ne sont pas rapportées à l'UE car elle répond pas aux critères de la directive 2008/50/CE



Tableau 8.20.

NO₂ - Nombre de périodes horaires où les valeurs horaires ont dépassé 200 µg/m³ par station											
Source: Bruxelles Environnement, Laboratoire air											
Stations	Molenbeek	Ixelles	Ste Catherine	Eastman-Belliard	Parlement Européen	Berchem	Uccle	Avant-Port	Parc Meudon	Woluwe	Forest
Années	R001	R002	B004	B005-B008	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	25	#	#	#	#	#	17	#	#	#	#
1982	6	#	#	#	#	#	2	#	#	#	#
1983	5	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#
1984	13	#	#	#	#	#	1	#	#	#	#
1985	15	#	#	#	#	#	4	#	#	#	#
1986	7	3	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1987	10	15	#	#	#	#	2	#	#	#	#
1988	2	36	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1989	19	16	#	#	#	#	7	#	#	#	#
1990	10	1	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1991	0	0	#	#	#	#	2	#	#	#	#
1992	0	1	#	#	#	#	0	#	#	#	#
1993	2	0	#	#	#	2	2	#	#	#	#
1994	0	0	#	#	#	0	0	#	#	4	#
1995	0	4	#	#	#	0	0	#	#	2	#
1996	0	1	#	#	#	0	0	#	#	1	0
1997	1	0	#	#	#	0	0	#	#	0	0
1998	0	0	#	#	#	0	0	0	#	0	0
1999	0	0	#	#	#	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	#	#	0	0	0	0	0	0
2001	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2003	2	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2004	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
2005	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	1	-	0	0	0	0	0	0	2	0
2007	1	8	-	3	0	1	0	1	1	7	0
2008	4	4	0	1	1	0	0	6	0	2	#
2009	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2010	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2011	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
2012	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0
2013	2	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0
2014	2	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0
2015	1	0	0	9	0	0	0	0	3	0	0

Les cases en rouge indiquent que le nombre maximum autorisé par la directive 2008/50/CE de 18 jours a été dépassé

*** : série incomplète de données

: pas de mesure

(*) Poste de mesure situé dans le carrefour. Pas dévaluation des données en fonction des normes

5. Distance aux objectifs

5.1. Emissions

La Belgique a atteint en 1995 la stabilisation des émissions au niveau de 1987 (préconisées dans le cadre du protocole de Göteborg) grâce notamment à la concrétisation de l'accord de branche sur la réduction des émissions en provenance des installations de production d'électricité et à l'imposition de normes d'émissions et de catalyseurs sur certaines sources mobiles.

Le plafond d'émissions qui a été fixé au niveau belge pour le NO_x à partir de 2010 dans le cadre de la directive 2001/81/CE est de 175,3 ktonnes de NO_x. La Conférence Interministérielle de l'Environnement (CIE) du 16 juin 2000 a scindé ce plafond national en trois plafonds régionaux pour les sources fixes. Le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale a transposé la décision de la CIE dans l'arrêté du 3 juin 2003 fixant des plafonds d'émission pour certains polluants atmosphériques. Pour la Région bruxelloise, ce plafond à atteindre en décembre 2010 est de 3 ktonnes pour les sources fixes. La Région de Bruxelles-Capitale a atteint son objectif grâce notamment à la mise en place de filtres DéNO_x sur l'incinérateur de Neder-Over-Hembeek en 2006.

Le plafond relatif aux émissions issues des sources mobiles (transport) est quant à lui resté au niveau national et s'élève à 68 ktonnes. Contrairement au plafond pour les sources fixes, ce plafond n'est pas respecté. Néanmoins, la Belgique a introduit dans le cadre du protocole de Göteborg une procédure d'ajustement pour montrer que si la méthodologie et les facteurs d'émissions étaient restés les mêmes que ceux utilisés lors de la fixation des plafonds d'émissions de NO_x, la Belgique respecterait le plafond NO_x. Cette procédure d'ajustement a été acceptée par les Nations Unies et l'Union



Européenne a tenu compte de cette décision dans le cadre de la directive NEC ; ce qui a permis à la Belgique de ne pas être sanctionnée.

Notons que le protocole de Göteborg a été révisé en mai 2012 fixant des plafonds d'émissions à respecter à partir de 2020 pour 5 polluants. La Belgique ratifiera ce nouveau protocole dans les plus brefs délais.

Dans le cadre de la révision de la directive NEC, les plafonds qui seront fixés pour 2020 seront les mêmes que ceux du protocole de Göteborg. A l'horizon 2030, la directive NEC devrait fixer des plafonds de polluants très ambitieux notamment dans le secteur du transport.

5.2. Concentrations

Le respect des normes imposées par la directive 2008/50/CE ne sera atteint que si des mesures sont prises dans le secteur du transport. En effet, la moyenne annuelle du NO₂ dépasse dans les stations trafic les 40 µg/m³.

Le 28 avril 2016, la Commission européenne a donc émis une mise en demeure à l'égard de la Belgique pour non-respect⁵ dans la zone de Bruxelles (BEB10A) des normes européennes de qualité de l'air relatives au NO₂, et ce de façon persistante depuis 2010 (date d'entrée en vigueur des normes dans la zone).

Afin de remédier à ce non-respect, le Gouvernement Bruxellois a pris un ensemble de mesures structurelles (décrites dans le chapitre suivant) pour réduire les émissions de NO_x notamment dans le secteur du transport routier.

6. Planification en RBC

6.1. Mesures structurelles

Depuis 2002, un ensemble de mesures a été mise en place tout d'abord dans le cadre du plan Air-Climat 2002-2010⁶ de Bruxelles environnement - IBGE. Entre autres, un filtre DéNO_x a été installé sur l'incinérateur de déchet ce qui a contribué à une diminution significative de la quantité de NO_x émises depuis 2006.

Divers plans ont par ailleurs été mis en place pour compléter ce plan Air-Climat et diminuer la quantité de NO_x émis dans l'air ambiant :

- Les mesures mises en œuvre via le plan d'Amélioration d'Efficacité Energétique (PAEE)⁷ dans le secteur des bâtiments favoriseront une consommation et des émissions moindres.
- La diminution du trafic prévu dans les plans IRIS I et II⁸ favorisera la diminution de la quantité de NO_x émise localement
- Le plan⁹ mis en œuvre lors des pics de pollution aux NO₂ (ou aux PM) permettra d'améliorer la qualité de l'air en agissant de manière prioritaire sur les émissions du trafic. Ce plan est décrit plus en détail dans le chapitre suivant

Le 2 mai 2013, l'ordonnance portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie (COBRACE) a été adoptée. Cette ordonnance sert de base légale pour la mise en place de mesures ayant trait à l'air, au climat et à l'énergie en Région bruxelloise.

Le Plan intégré Air Climat Energie (PACE)¹⁰ a quant à lui été adopté le 2 juin 2016 en troisième et dernière lecture par le Gouvernement bruxellois. Il sera transmis pour information au Parlement bruxellois et publié par extrait au Moniteur belge dans les plus brefs délais. Le PACE fixe les lignes directrices, les axes d'action (10 axes), et les mesures et actions (64 mesures et 144 actions) à prendre par la Région dans les cinq prochaines années pour atteindre les objectifs régionaux suivants dans les matières de l'air, du climat et de l'énergie :

- 1° Réduire, d'ici 2025, les émissions régionales de gaz à effet de serre de 30% par rapport aux émissions de 1990 ;

⁵ Le dossier d'infraction n°2016/2005 est ouvert pour non-respect des prescriptions des articles 6, 13 et 23 de la directive 2008/50 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

⁶ http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Plan_Air_climat_2002-2010_FR.PDF

⁷ <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/national-energy-efficiency-action-plans>

⁸ <http://www.bruxellesmobilite.irisnet.be/articles/la-mobilite-de-demain/en-quelques-mots>

⁹ <http://www.environnement.brussels/thematiques/air-climat/pic-de-pollution/plan-durgence-pics-de-pollution>

¹⁰ <http://www.environnement.brussels/thematiques/air-climat/laction-de-la-region/air-climat-et-energie-vision-integree>



- 2° Porter la part de sources d'énergie renouvelable dans la consommation finale d'énergie de la Région à 0,073 Mtep d'ici 2020 ;
- 3° Régulariser de façon structurelle la situation de la Région au regard des normes européennes, en particulier en ce qui concerne les particules fines et les oxydes d'azote (NO_x).

Le 2 juin 2016, le gouvernement bruxellois a également décidé de mettre en place deux mesures phares du plan dans le secteur du transport routier : l'instauration d'une zone de basses émissions (ZBE) permanente régionale (mesure 29) et la révision de la fiscalité routière selon des critères environnementaux (mesure 30).

6.2. Plan d'urgence en cas de pic de pollution

Les pics de pollution sont des phénomènes d'augmentation, plus ou moins intense, des concentrations de polluants (PM et NO₂) dans l'air qui justifient des mesures d'urgence (mesure d'information et/ou d'intervention). Ces augmentations des concentrations sont provoquées par les conditions météorologiques qui empêchent la dispersion des polluants dans l'air et entraînent l'accumulation des polluants près du sol: absence de vent (pas de dispersion horizontale), inversion thermique (couche d'air chaud chapeautant une couche d'air plus froid et empêchant ainsi la dispersion verticale des polluants), absence de pluie, etc. Ces phénomènes ont principalement lieu en hiver.

Le seuil d'information 0 (qui concerne uniquement les PM) peut être déclenché durant toute l'année alors que les seuils d'intervention 1, 2 et 3 (qui concernent les PM et les NO₂) ne peuvent être enclenchés qu'à partir de novembre jusque fin mars (voir Tableau 8.21 pour ce qui est du NO₂, sachant que l'activation du plan dépend également des concentrations en PM10).

Ces seuils d'intervention 1, 2 et 3 sont déclenchés sur base des prévisions faites par la Cellule interrégionale pour l'Environnement (IRCEL-CELINE¹¹).

L'objectif de ce plan vise à limiter les émissions anthropiques provenant du trafic et du chauffage (principaux émetteurs de ces deux polluants en RBC) lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion des polluants.

Dans ces conditions, la réduction d'émissions issues de sources locales, à un endroit donné, aura un impact d'autant plus significatif que ces sources contribuent de façon importante aux concentrations mesurées à cet endroit. Ceci signifie qu'en cas de pic de pollution, l'impact des émissions locales sera plus important que durant une situation moyenne.

Pour plus de détails sur le plan, voir le Rapport d'Incidence Environnementale [Bruxelles Environnement, 2008] ou www.picdepollution.be.

Tableau 8.21.

Seuils d'intervention relatifs aux concentration de NO ₂ lors des pics de pollution en hiver.		
Source: Bruxelles Environnement		
	Maximum journalier des concentrations horaires de NO ₂ (µg/m ³)	Mesures
Seuil d'intervention 1	151-200	<ul style="list-style-type: none"> • Information pour les personnes sensibles (hôpital, docteur,...) • Vitesse limite = 50km/h (dans la ville) et 90km/h sur le ring • Augmentation des contrôles de vitesse
Seuil d'intervention 2	201-400	<ul style="list-style-type: none"> • Limitation du trafic • Limitation du nombre de camions • Renforcement et gratuité des transports publics • Limitation du chauffage dans les bâtiments publics (21°C)
Seuil d'intervention 3	>400	<ul style="list-style-type: none"> • Journée sans voiture • Renforcement et gratuité des transports publics • Limitation du chauffage dans les bâtiments publics (21°C)

¹¹ www.irceline.be



Sources

1. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2015), "Rapport sur les incidences environnementales de l'avant-projet de plan régional Air-Climat-Energie" (RIE), rapport technique, 240 pages. (disponible en ligne sur le site web de Bruxelles Environnement, dans la rubrique « Documentation et cartes » / « Bibliothèque en ligne » / « Recherche générale »)
2. BRUXELLES ENVIRONNEMENT, (2014), "La qualité de l'air dans le tunnel routier Léopold II en 2013 : Période janvier à décembre 2013", Rapport technique, 88 pages. (idem)
3. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2012), "La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 2009 - 2011 : Rapport complet", rapport technique, 363 pages. (idem)
4. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2011). "Ozone et Dioxyde d'Azote", Olivier Brasseur. (idem)
5. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2009), "La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 2006 - 2008 : Rapport complet", rapport technique, 349 pages + annexes. (idem)
6. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2008), "Rapport sur les Incidences Environnementales du « Plan d'urgence en cas de pics de pollution » » (RIE)", Rapport technique, 83 pages. (idem)
7. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2005), "La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 2003 – 2005", Rapport technique + annexes. (idem)
8. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2003). "La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 2000 - 2002 ", Laboratoire de Recherche en Environnement. (idem)
9. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2000). "La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 1997 - 1999", Rapport technique
10. BRUXELLES ENVIRONNEMENT (1997), " La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 1994 - 1996", Rapport technique
11. BRUXELLES ENVIRONNEMENT et Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable (ICEDD), années diverses. « Bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale », rapport final. (idem)
12. Reporting Obligations Database (ROD) Final report, rapport de convention, convention AEE-BRUXELLES ENVIRONNEMENT n°3080/b.1998EAA.13482, 1999

Autres fiches à consulter

Carnet Air – données de base pour le plan

- 1. Le modèle DPSIR : pour une approche intégrée de la protection de la qualité de l'air
- 2. Pollution atmosphérique en région de bruxelles-capitale : constats
- 3. Les accords internationaux et leurs implications en matière de fourniture de données - impact local : protéger la santé publique
- 4. Les accords internationaux en matière de pollution atmosphérique à l'échelle mondiale
- 5. Les accords internationaux et leurs implications en matière de fourniture de données les polluants suivis en Région de Bruxelles-Capitale
- 6. Dioxyde de Soufre
- 7. Ammoniac
- 9. Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)
- 10. Ozone troposphérique (O₃)
- 14. Monoxyde de Carbone (CO)
- 23. Les particules fines (PM10, PM2.5)
- 25. Distance aux objectifs de qualité et d'émissions
- 37. Emissions atmosphériques générées par les incinérateurs de déchets
- 40. Directives de la qualité de l'air de l'Organisation Mondiale de la Santé
- 41. Indices de la qualité de l'air à Bruxelles
- 43. Synthèse des émissions atmosphériques en RBC
- 59. La protection de la qualité de l'air



Auteur(s) de la fiche

Fiche originale : DE VILLERS Juliette, SQUILBIN Marianne, VANDERSTRAETEN Peter

Mise à jour : CHEYMOL Anne, HEENE Billie

Relecture : BODARWE Laurent, BRASSEUR Olivier, SQUILBIN Marianne, VANDERSTRAETEN Peter, VERBEKE Véronique

Date de dernière mise à jour : Juin 2016.