



## 14. MONOXYDE DE CARBONE (CO)

Le lecteur intéressé par les aspects législatifs de la pollution atmosphérique par le monoxyde de carbone devra compléter la lecture de la présente fiche par une consultation des fiches documentées Air 3 et 4. La fiche 3 rassemble la réglementation que la région bruxelloise doit faire respecter au niveau local pour protéger la santé publique, tandis que la fiche 4 expose les accords internationaux qui visent à protéger les écosystèmes au niveau planétaire et qui concernent aussi la région.

L'information sur le réseau bruxellois pour la surveillance du CO (description des emplacements et des méthodes de mesure) ainsi que l'analyse des distributions de fréquences cumulées des données CO sont présentés dans les rapports techniques du Laboratoire de Recherche en Environnement (LRE).

Les références et les adresses internet de ces documents complémentaires se trouvent à la fin du présent document.

Les observations en temps quasi-réel et historiques des concentrations de CO, sont disponibles sur les sites de :

- L'Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement (IBGE) <http://www.bruxellesenvironnement.be/> cliquez dans la bannière « Pollumètre » sur « Plus d'infos »

- La CELLule INterrégionale de l'Environnement (CELINE) [http://www.irceline.be/~celinair/french/homefr\\_java.html](http://www.irceline.be/~celinair/french/homefr_java.html)

### Introduction

#### 1.1. Effets sur l'environnement

Il n'existe pas de rapports indiquant que des concentrations de CO couramment mesurées dans l'air ambiant des zones urbaines et industrielles aient des effets nuisibles sur les plantes et microorganismes (source INCHEM.org). Le monoxyde de carbone influence toutefois indirectement l'effet de serre car il influe sur le pouvoir d'oxydation de l'atmosphère terrestre. De ce fait, il contribue à augmenter les concentrations de méthane (CH<sub>4</sub>) et d'oxydes nitreux (N<sub>2</sub>O) (source FAO.org).

#### 1.2. Effets sur la santé humaine

Le monoxyde de carbone se fixe de façon irréversible à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, bloquant ainsi le transport de l'oxygène dans le corps humain. Le système nerveux central et les organes sensoriels sont les premiers affectés. Les intoxications sont plus ou moins grandes en fonction de la durée d'exposition et de la quantité inhalée. Une faible exposition au CO peut entraîner des maux de tête et des nausées. A une exposition importante, il peut être à l'origine d'une intoxication provoquant des vomissements, des évanouissements, des convulsions, laisser des séquelles neurologiques irréversibles et causer la mort lors d'exposition prolongée.

Des effets sont également observés suite à des expositions prolongées à des taux plus faibles. Chez les personnes en bonne santé on peut observer une diminution des capacités physiques et intellectuelles, une baisse de la perception visuelle, et une perte de motricité.

#### 1.3. Origine du polluant

Le monoxyde de carbone est un gaz toxique, inodore et incolore dont des traces sont naturellement présentes dans l'atmosphère. Le monoxyde de carbone est produit par des processus naturels et par des activités humaines. A l'échelle mondiale, le brûlage des savanes herbeuses comme mode de gestion du bétail et des pâturages est peut-être la source la plus importante de monoxyde de carbone (source : FAO.org).

Ce qui nous intéresse ici est que ce gaz résulte de la combustion incomplète (qui peut être due à une oxygénation insuffisante et/ou à une température de combustion trop faible) de combustibles contenant du carbone tels que le gaz, le charbon, le mazout, le diesel, l'essence et le bois. Dans la Région de Bruxelles-Capitale (RBC), le CO est principalement émis par la circulation automobile (dont les émissions des moteurs froids ou mal réglés sont les plus importantes). Les émissions de CO proviennent également du mauvais réglage des chauffe-eau au gaz, qui sont responsables d'un



certain nombre d'accidents domestiques. Pour éviter les effets néfastes de ce gaz à l'intérieur de l'habitat, une bonne aération est nécessaire ainsi qu'un entretien annuel des installations concernées.

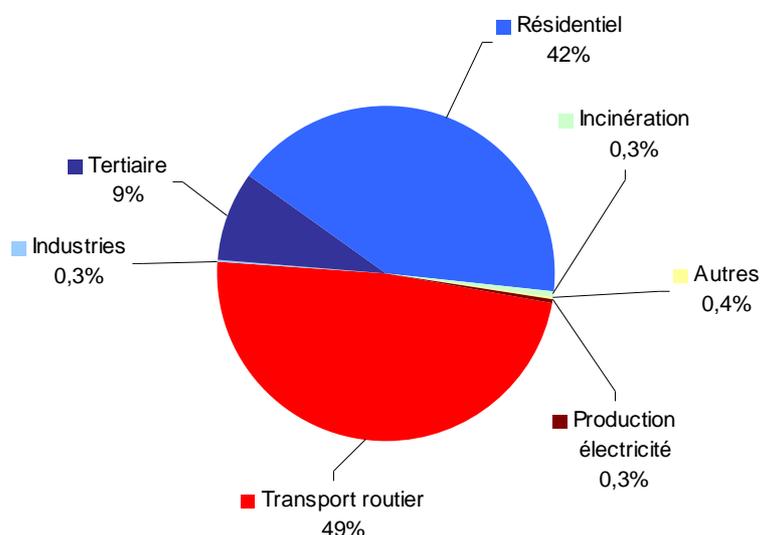
## 2. Les émissions de monoxyde de carbone en RBC

### 2.1. Répartition sectorielle des émissions de CO en 2008

La Figure 14.1 montre la contribution relative des secteurs d'activité aux émissions de CO en 2008. L'inventaire bruxellois des émissions atmosphériques permet de distinguer les secteurs qui sont importants pour la pollution par le CO en RBC, il s'agit par ordre décroissant des secteurs du transport routier (49%), du chauffage des bâtiments du secteur résidentiel (42%) et tertiaire (9%), de la production d'électricité (0,3%), de la consommation énergétique des industries (0,3%) et de l'incinération (0,3%). La catégorie « Autres » (0,4%) reprend les émissions du transport ferroviaire et fluvial, de la crémation et du traitement des métaux.

**Figure 14.1 : Répartition sectorielle en 2008 des émissions de CO sur le territoire de la RBC**

Source : IBGE - Département Planification Air, Energie et Climat, Inventaires soumis en 2011



Le transport routier émet à lui seul presque la moitié du CO rejeté sur le territoire régional.

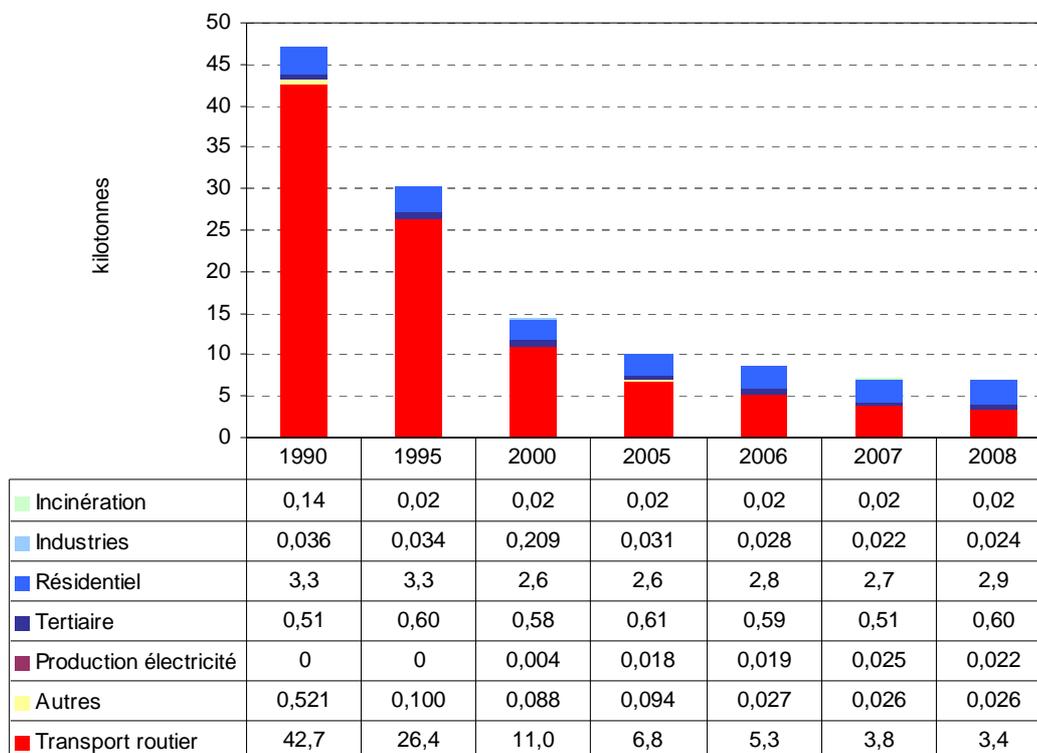


## 2.2. Evolution temporelle des émissions régionales de CO

La Figure 14.2 représente les émissions de CO en 1990, 1995, 2000 et entre 2005 et 2008 pour chaque secteur d'activités en RBC.

**Figure 14.2 : Evolution (1990, 1995, 2000, 2005-2008) des émissions sectorielles de CO en RBC, en kilotonnes**

Source : IBGE - Département Planification Air, Energie et Climat, Inventaires soumis en 2011



Les émissions de monoxyde de carbone ont diminué de 85 % entre 1990 et 2008 en RBC.

Cette diminution vient principalement de la réduction importante des émissions de CO issues du **transport routier** qui étaient douze fois plus importantes en 1990 qu'en 2008. Cette évolution est en grande partie liée aux normes EURO (directive 70/220 et ses modifications successives) qui limitent les émissions des principaux polluants liés au transport routier (dont le CO). Le respect de ces standards EURO a été rendu possible par l'introduction d'un pot catalytique<sup>1</sup>. Le renouvellement progressif du parc automobile a donc permis de diminuer significativement les émissions de monoxyde de carbone.

La part croissante des voitures au diesel dans le total du parc automobile a aussi contribué à cette diminution. Les véhicules diesel émettent peu de CO grâce à leur pot catalytique et à leurs gaz d'échappements très oxydants qui facilitent la transformation du CO en CO<sub>2</sub>.

## 3. Concentrations de CO dans l'air ambiant de la région bruxelloise

### 3.1. Introduction

Les mesures de concentrations dont il est question dans la présente fiche concernent l'air extérieur. Les accidents causés par des concentrations élevées de CO à l'intérieur des bâtiments (voir point 1.3) ne seront pas traités.

<sup>1</sup> Le pot catalytique réalise un post traitement des gaz d'échappement dès la sortie du moteur. Des réactions d'oxydo-réduction sont réalisées, entre autres, pour transformer le CO en CO<sub>2</sub>. Depuis 1989, le catalyseur à trois voies est obligatoire sur les nouvelles voitures à essence d'une cylindrée supérieure à 2000 cc et depuis 1993, sur toutes les nouvelles voitures à essence. Le pot catalytique à deux voies est obligatoire sur toutes les voitures diesel depuis janvier 1997.



Comme le trafic routier est la principale source d'émissions de CO et que le CO est produit localement, les concentrations de CO constituent un traceur intéressant pour la circulation routière. Les concentrations maximales sont observées dans les zones où le trafic est intense (voir tableau regroupant les concentrations mesurées dans les différentes stations de mesure : LRE, 2009, chap. 4.6, p. 2). La fluidité du trafic constitue un autre paramètre important : un trafic ralenti engendre plus d'émissions de CO qu'un trafic fluide. La dispersion atmosphérique joue également : dans les zones à caractère ouvert, les concentrations sont plus basses suite à une meilleure dispersion des polluants.

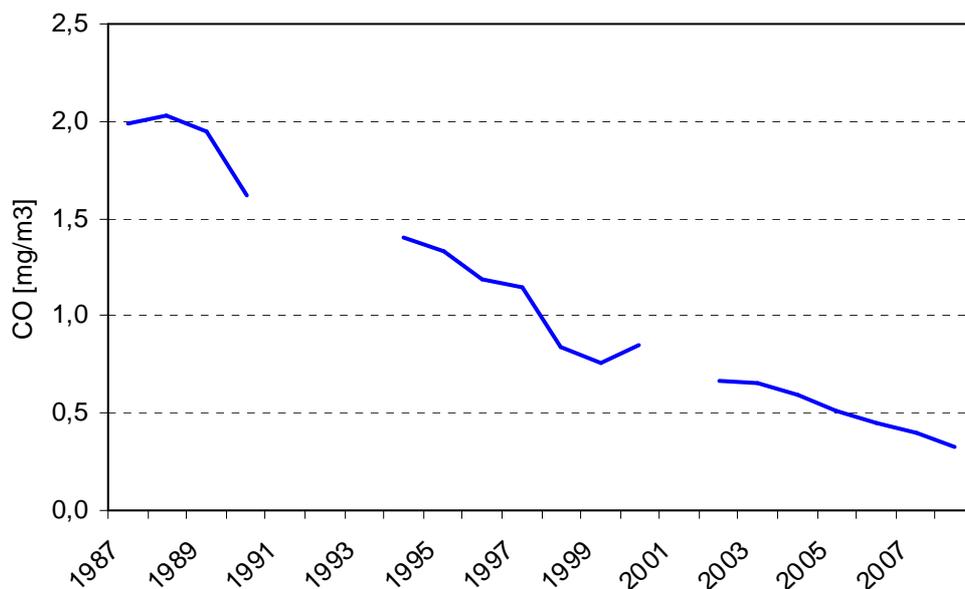
### 3.2. Evolution à long terme des concentrations de CO

La figure 14.3 donne l'évolution, entre 1987 et 2008, des concentrations de CO mesurées à la station R002 du réseau télémétrique (site avenue de la Couronne à Ixelles). Ce poste de mesure se trouve dans un environnement à trafic intense, où les concentrations en CO sont importantes étant donné que le bâti forme un écran ininterrompu de part et d'autre de l'avenue (canyon street).

Les résultats indiquent une baisse notable depuis 1989 des concentrations moyennes annuelles de CO. Tout comme la baisse des concentrations de monoxyde d'azote (NO) (voir fiche air n°8), cette baisse est due notamment à l'introduction du catalyseur à trois voies. Une autre cause est la part toujours croissante des véhicules diesel dans le parc de voitures (voir point 2.2).

#### Figure 14.3 : CO - Evolution (1987-2008) de la concentration moyenne mesurée à Ixelles-avenue de la Couronne (valeurs horaires – période annuelle)

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement



### 3.3. Profil journalier, hebdomadaire et saisonnier des concentrations horaires de CO

Les différents profils sont illustrés à l'aide des résultats horaires mesurés à la station R002 à Ixelles (avenue de la Couronne). Les concentrations horaires reprises dans les figures sont des moyennes calculées sur 6 mois. Comme cette façon de calculer permet d'atténuer l'influence de journées ou de mesures exceptionnelles, le résultat donne une image qui est représentative pour la saison hivernale (fig. 14.4) et la saison estivale (fig. 14.5).

Les figures 14.4 et 14.5 montrent clairement qu'il y a une différence entre les concentrations des jours ouvrables (vert clair et vert foncé) et des dimanches (bleu clair et bleu foncé) et entre la période hivernale (figure du haut) et estivale (figure du bas).

Les concentrations moyennes sont plus élevées les jours ouvrables que le dimanche car il y a plus de trafic en semaine. Les concentrations maximales journalières ont lieu aux heures de pointe durant lesquelles le trafic est intense et moins fluide. La différence notable entre les périodes hivernale et estivale est due notamment aux émissions des voitures qui démarrent avec un moteur froid. Le

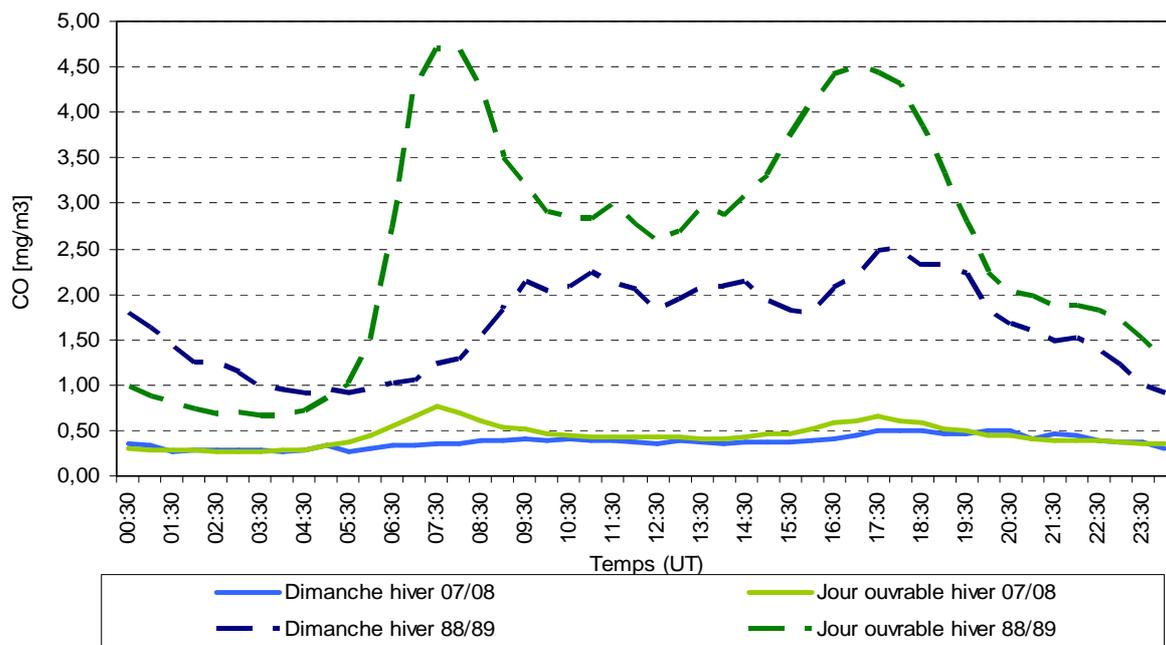


catalyseur nécessite une température minimale pour être efficace ; avant d'atteindre cette température, le monoxyde de carbone n'est pas oxydé et est donc émis dans l'air ambiant. Comme pour le NO, l'évolution moyenne journalière des concentrations de CO suit donc celle des émissions.

Les figures mettent aussi en évidence que les concentrations de monoxyde de carbone à la station de mesures d'Ixelles ont nettement diminué entre 1989 et 2008.

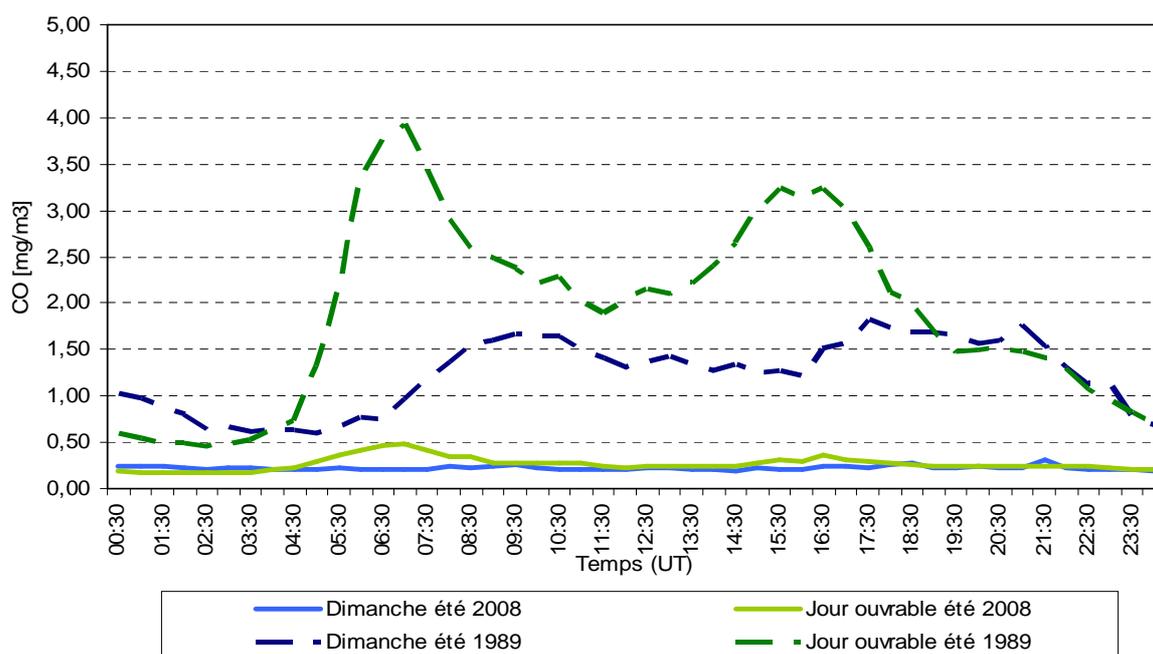
**Figure 14.4 : Profil journalier moyen des concentrations de CO à Ixelles-avenue de la Couronne, pendant les mois d'octobre à mars: comparaison entre les jours ouvrables et les dimanches des périodes hivernales 1988/1989 et 2007/2008**

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement



**Figure 14.5 : Profil journalier moyen des concentrations de CO à Ixelles-avenue de la Couronne, pendant les mois d'avril à septembre: comparaison entre les jours ouvrables et les dimanches des périodes estivales 1989 et 2008**

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement





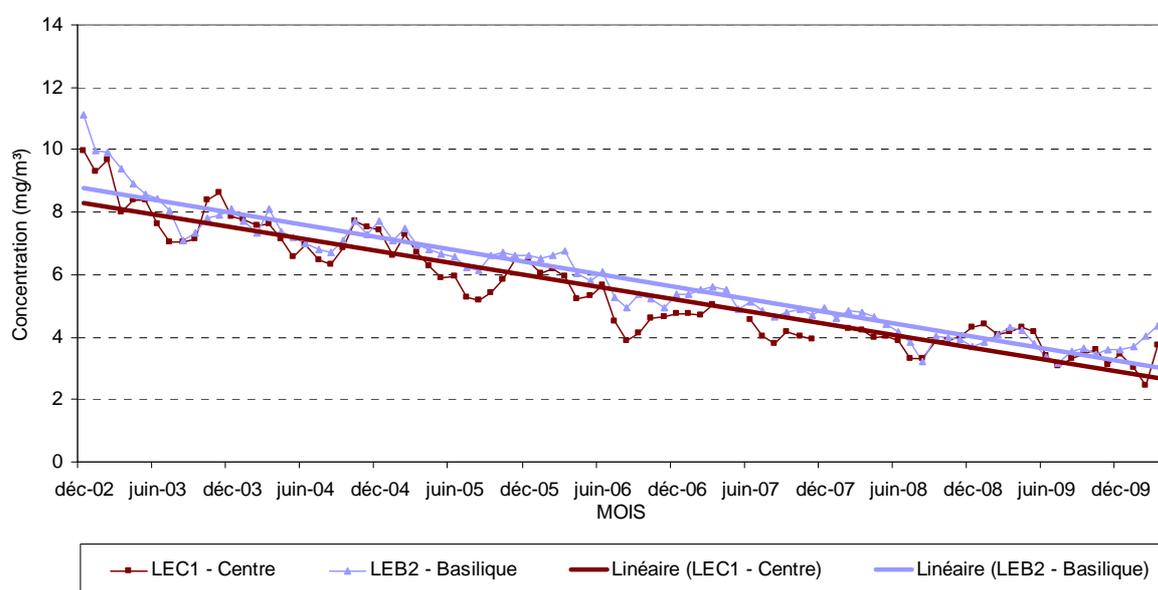
### 3.4. Concentration en CO dans le tunnel Léopold II

Au cours de l'année 2002, deux postes de mesure ont été installés dans le tunnel Léopold II. L'un d'eux se situe dans le tronçon en direction du centre (41LEC1) à quelques centaines de mètres de la fin du tunnel et l'autre dans le tronçon en direction de la basilique (41LEB2) à quelques centaines de mètres de la fin du tunnel et d'un feu tricolore. Les postes de mesure sont équipés d'appareils d'analyse automatiques en continu qui mesurent le monoxyde de carbone (CO), le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

L'installation des deux postes de mesures fait suite à l'arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 22 décembre 1994 concernant la qualité de l'air dans les tunnels routiers, complété par la circulaire du 9 janvier 1997 concernant l'application de cet arrêté. Pour les concentrations de CO dans les tunnels, l'arrêté impose une valeur limite à ne pas dépasser de 100 ppm pour une durée d'exposition maximale de 30 minutes. A 20° C et 1013 hPa cette valeur correspond à 116,5 mg/m<sup>3</sup>.

**Figure 14.6 : Evolution des concentrations moyennes mensuelles de CO dans le tunnel Léopold II de 2002 à 2009**

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement



La Figure 14.6 montre que les concentrations moyennes mensuelles dans le tunnel Léopold II n'ont cessé de diminuer depuis fin 2002. Les concentrations moyennes mensuelles de CO sont plus élevées sur le tronçon en direction de la basilique.

La valeur maximale mesurée sur 30 minutes en 2009 était de 34,31 mg/m<sup>3</sup> pour le poste en direction du centre et 24,2 mg/m<sup>3</sup> pour le poste en direction de la basilique. La valeur limite pour les concentrations de CO dans les tunnels a donc été respectée. Un seul dépassement a été constaté en 2004 et est probablement dû aux travaux d'entretien du tunnel.

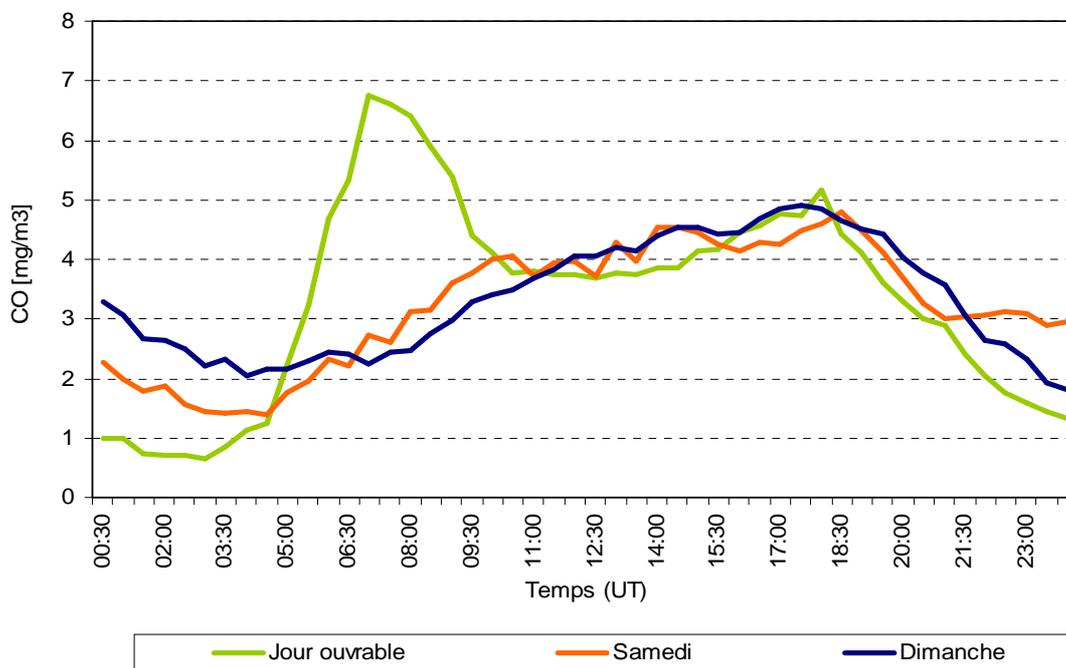
Les concentrations en CO observées dans le tunnel (Figures 14.7 et 14.8) ont la même évolution que celle observées dans les stations extérieures (Figures 14.4 et 14.5).

- Les concentrations de CO sont en moyenne plus élevées les jours ouvrables que le week-end et plus élevées le samedi que le dimanche.
- Elles sont aussi en moyenne plus élevées durant la nuit entre samedi et dimanche que les autres nuits de la semaine.
- Les concentrations de CO augmentent dès que le trafic est ralenti.
- Le profil des jours ouvrables moyens montrent un pic matinal prononcé. Puis les concentrations en CO restent élevées de 10 heures jusque dans la soirée.



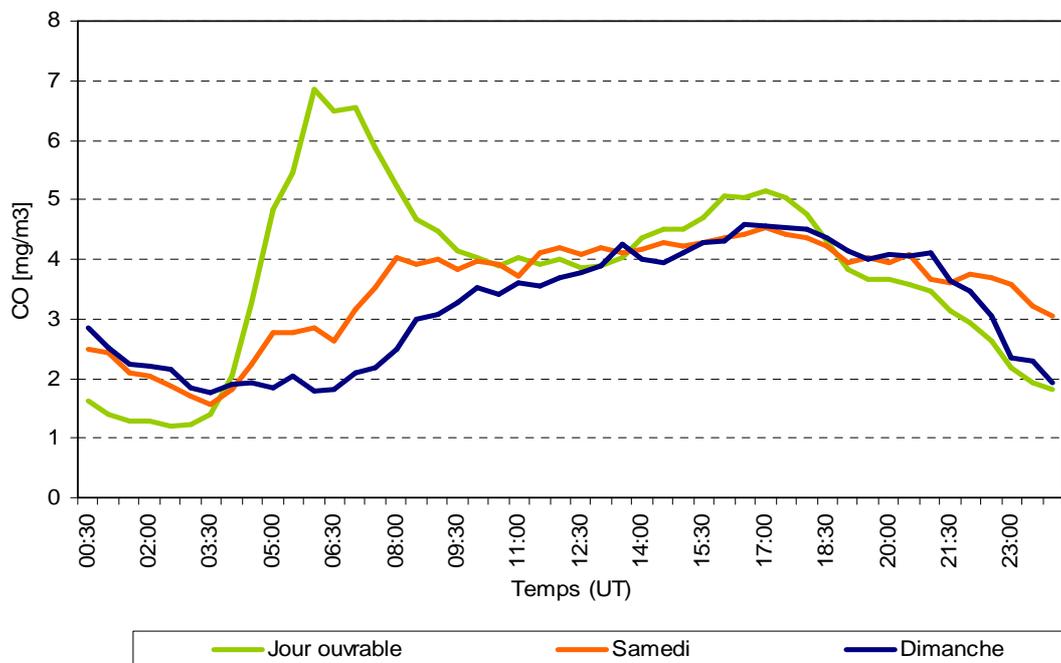
**Figure 14.7 : Concentrations de CO dans le tunnel Léopold II (poste de mesure LEC1) pendant la période hivernale de octobre 2009 à mars 2010 : profil journalier moyen des jours ouvrables, des samedis et des dimanches**

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement



**Figure 14.8 : Concentrations de CO dans le tunnel Léopold II (poste de mesure LEC1) pendant la période estivale d'avril à septembre 2009: profil journalier moyen des jours ouvrables, des samedis et des dimanches**

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement



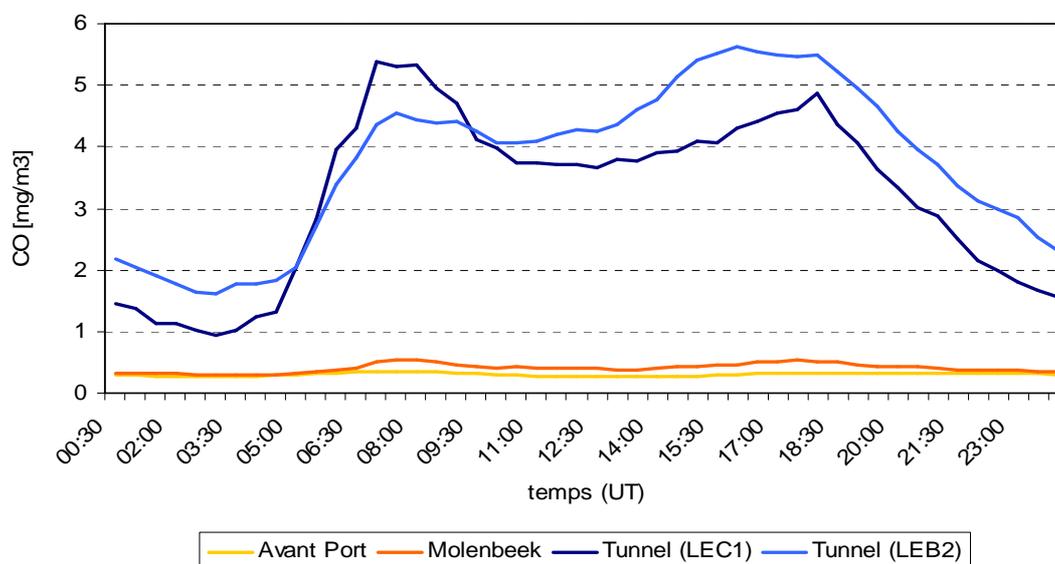
Les augmentations de concentration de CO sont des indicateurs de la congestion du trafic au bout du tunnel. Contrairement aux mesures effectuées dans des postes extérieurs, il n'y a pas de grosse différence entre les périodes hivernale et estivale. Ceci s'explique en partie par l'environnement clos du tunnel.



La Figure 14.9 montre les niveaux de concentration de CO dans des postes de mesure situés à l'air libre et ceux dans le tunnel Léopold II : les concentrations sont constamment plus élevées dans le tunnel. Notons aussi que durant les heures de pointe, les concentrations moyennes mesurées dans les postes de mesure du tunnel sont plus de 10 fois supérieures à celles mesurées dans l'air extérieur.

**Figure 14.9 : Profil journalier moyen des concentrations de CO lors des jours ouvrables de la période hivernale d'oct. 2009 à mars 2010 : comparaison de différents postes de mesures qui subissent tous l'influence du trafic routier**

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement



## 4. Distance aux objectifs obligatoires

### 4.1. Emissions de CO

Le CO n'est pas soumis à un plafond national d'émissions. Il existe par contre des objectifs pour des installations spécifiques (plus de détails dans la fiche air n°3).

Les valeurs limites imposées par la **directive 2000/76/CE** aux émissions de CO des installations d'incinération ont été transposées en droit bruxellois et sont reprises dans le permis d'environnement de l'incinérateur régional de déchets ménagers de la région. En 2010, il constitue la seule installation sur la région qui est concernée par cette législation. Le tableau 14.10 reprend les valeurs limites qui s'appliquent depuis le 28 décembre 2005 aux concentrations de CO mesurées dans les gaz de combustion de l'incinérateur. Ces concentrations sont enregistrées en continu par l'exploitant. La fiche air n°37 (édition 2009) présente et analyse les résultats de mesure des années 2006 et 2007 en détail.

Tableau 14.10

Valeurs limites à ne pas dépasser pour les concentrations de CO mesurées dans les gaz de combustion des installations d'incinération		
Source: annexe V de l'AGRBC du 21/11/2002 transposant la directive 2000/76/CE		
	Moyenne journalière	Moyennes sur 10 ou 30 minutes
CO (à mesurer en dehors des phases de démarrage et mise à l'arrêt)	50 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup> (*) 150 mg/Nm <sup>3</sup> (**)
(*) pour toutes les mesures correspondant à des moyennes sur trente minutes prises au cours d'une période de 24 heures		
(**) pour au moins 95 % de toutes les mesures correspondant à des moyennes sur dix minutes		



L'arrêté bruxellois impose qu'aucun échantillonnage sur 30 minutes au cours d'une période de 24 heures ne dépasse pas 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Certaines moyennes semi-horaires des mesures en continu ont dépassé cette valeur limite en 2006 et en 2007. Comme elles étaient liées à des phases transitoires d'arrêt et de démarrage, elles ne constituent pas une infraction. En 2006, il y a eu quelques dépassements de la moyenne journalière pour le CO à l'incinérateur de Neder-Over-Heembeek. En 2007, la valeur limite pour la moyenne journalière a par contre été respectée.

En Belgique, les directives européennes mises en place dans le but de limiter les émissions de CO du transport routier sont transposées et contrôlées au niveau fédéral. Sont importantes à mentionner, les **normes EURO** (directive 70/220/CEE et ses modifications successives) qui, en vue de la réception CE de nouveaux modèles de véhicules, imposent que les gaz d'échappement respectent certaines valeurs limites. Lors du **contrôle technique** des véhicules à essence (directive 1996/96/CE), il est vérifié entre autres si la teneur en CO dans les gaz d'échappements respecte la limite imposée, considérée comme un indicateur pour le bon entretien des voitures.

## 4.2. Immissions de CO

La **directive 2008/50/CE** fixe une valeur limite pour la concentration de monoxyde de carbone dans l'air ambiant (voir tableau 14.11).

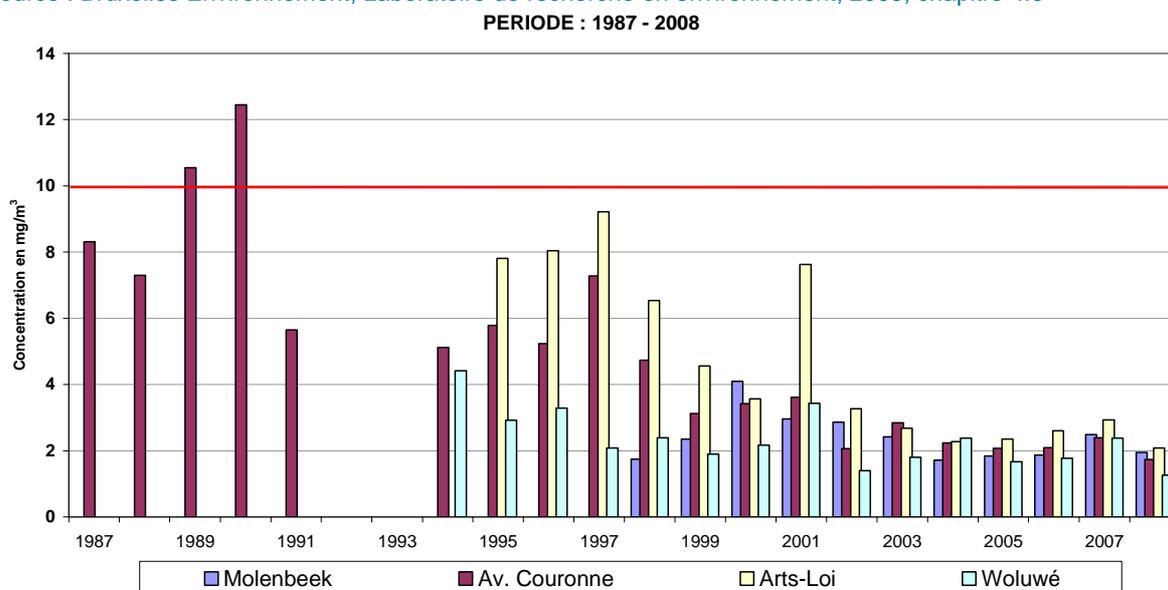
**Tableau 14.11**

Valeur limite pour la concentration en CO depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2005		
Source : Directive 2008/50/CE		
Protection	Valeur limite	Mode de calcul
Santé publique	10 mg/m <sup>3</sup>	Maximum des valeurs moyennes glissantes journalières sur 8 heures

La figure 14.12 représente, pour 20 années civiles, la valeur maximale des concentrations de CO sur 8 heures. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005, cette valeur doit être inférieure à 10 mg/m<sup>3</sup> (ligne rouge dans la figure). Cette valeur limite est respectée partout en région bruxelloise et cela depuis plusieurs années, même au point de mesures "Arts-Loi", situé au cœur d'un carrefour à très forte circulation.

**Figure 14.12 : Valeurs maximales de la concentration CO sur 8 heures, mesurées dans quelques unes des stations de mesure de la région bruxelloise, durant la période 1987–2008**

Source : Bruxelles Environnement, Laboratoire de recherche en environnement, 2009, chapitre 4.6



## Conclusions

Les concentrations de CO sont des traceurs pertinents du trafic routier. Les valeurs limites qui s'appliquent aux concentrations de CO dans l'air ambiant en vue de protéger la santé publique sont respectées.



## Sources

1. BRUXELLES ENVIRONNEMENT, 2007. Rapport sur l'état de l'environnement bruxellois 2003-2006 II. Qualité de l'environnement et qualité de vie – 1. Air extérieur, rapport sur l'état de l'environnement 2007, 45 pp.  
[http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/EE2006FR\\_volet2\\_air.PDF](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/EE2006FR_volet2_air.PDF)
2. BRUXELLES ENVIRONNEMENT-LRE, 2009. La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 2006 – 2008, 4.6 Monoxyde de carbone, rapport technique, 14 pp.  
[http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rpt0608\\_ch4\\_6\\_CO\\_fr.PDF](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rpt0608_ch4_6_CO_fr.PDF)
3. BRUXELLES ENVIRONNEMENT-LRE, 2009. La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 2006 – 2008 Annexe A Systèmes de mesure de la pollution de l'air, 42 pp.  
[http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rpt0608\\_annA\\_systemesMesure\\_fr.pdf](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rpt0608_annA_systemesMesure_fr.pdf)
4. BRUXELLES ENVIRONNEMENT-LRE, 2009. La qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : mesures à l'immission 2006 - 2008, 8. Annexes B-C-D-E: cumulative frequency distributions, 442 pp.  
[http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rpt0608\\_annexes\\_BCDE\\_bis\\_fr.PDF](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Rpt0608_annexes_BCDE_bis_fr.PDF)
5. BRUXELLES ENVIRONNEMENT-LRE, 2010. Mesures de la qualité de l'air dans le tunnel Léopold II, Période janvier 2009 – mars 2010, rapport technique, 75 pp.  
[http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Air\\_RptTech\\_Tunnel2009\\_fr.PDF](http://documentation.bruxellesenvironnement.be/documents/Air_RptTech_Tunnel2009_fr.PDF)

## Sites Internet

6. FAO (juillet 2010), Archives de documents de la FAO, Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier, (...), Chapitre 2 - L'effet de serre : <http://www.fao.org/docrep/v5240f/v5240f06.htm>
7. INRS (2009), Monoxyde de carbone, Fiche toxicologique  
[http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01\\_catalog\\_view\\_view/BAFBD0C07A2C4F48C1256CE8005A937E/\\$FILE/ft47.pdf](http://www.inrs.fr/INRS-PUB/inrs01.nsf/inrs01_catalog_view_view/BAFBD0C07A2C4F48C1256CE8005A937E/$FILE/ft47.pdf)
8. IPCS, INCHEM (1999), Carbon monoxide (seconde édition),  
<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc213.htm#1.2>

## Autres fiches à consulter

Thématique Air – données de base pour le plan

- 3. La réglementation en matière de pollution atmosphérique en vue de protéger la santé publique au niveau local
- 4. Les accords internationaux en matière de pollution atmosphérique globale afin de protéger les écosystèmes et l'homme
- 8. Oxydes d'azote
- 25. Distance aux objectifs en matière d'émissions et d'immissions de polluants atmosphériques
- 37. Emissions atmosphériques générées par l'incinérateur de déchets de Bruxelles Energie (Edition 2009)
- 43. Synthèse des émissions atmosphériques en Région de Bruxelles-Capitale (année 2008)
- 53. Inventaire d'émissions atmosphériques liées au secteur des transports routiers – Modèle COPERT
- 55. Synthèse des émissions atmosphériques liées à la consommation énergétique (année 2008)

## Auteurs de la fiche

BLAVIER Géraldine et DEBROCK Katrien

Relecture : BODARWE Laurent, CHEYMOL Anne, VANDERSTRAETEN Peter

Mise à jour: janvier 2011