



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
LEEFMILIEU BRUSSEL
- IBGE · BIM -

LA QUALITÉ DE L'AIR EN RÉGION de BRUXELLES-CAPITALE

O₃, NO₂, COV et benzène

PÉRIODE ESTIVALE 2008

BRUXELLES ENVIRONNEMENT - NOVEMBRE 2008
Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
Laboratoire d'Analyse et de Recherche
Gulledelle 100
B-1200 BRUXELLES

TABLE des MATIÈRES

1. Transparence Air – Information destinée au public	4
2. Réseau de contrôle de la Qualité de l’Air	5
3. La Pollution de l’Air en période estivale	7
4. Détermination de l’ozone et validation des données	10
5. Détermination de la teneur en oxydes d’azote	12
6. Détermination des composés organiques volatils (COV)	14
7. Concentrations en O ₃ , NO ₂ et C.O.V. durant l’été 2008	15
8. Normes pour l’ozone – Directive 2002/3/CE	21
9. Dépassements des seuils pour l’ozone selon la directive 2002/3/CE	25
9.1 Valeur cible pour la santé publique – 120 µg/m ³ - valeur maximale sur 8 heures	25
9.2 Valeur cible pour la végétation – AOT40-MJ – 18.000 µg/m ³ .h	30
9.3 Seuil d’information – 180 µg/m ³ – valeur horaire	39
9.4 Seuil d’alerte – 240 µg/m ³ – valeur horaire	42
9.5 Aperçu des dépassements sur base annuelle	45
9.6 Évolution valeur max. horaire, max. sur 8-heures et journalière	48
9.6 AOT60 (8HrMax)	51
10. Dépassements des seuils pour l’ozone selon l’ancienne directive	53
11. Valeurs Limites pour NO ₂	56
11.1 Directive 1999/30/CE sur le SO ₂ , NO ₂ , Pb et PM10	56
11.2 Ancienne directive NO ₂ [85/580/CE]	57
12. Dépassements pour le NO ₂	58
12.1 Valeur horaire pour le NO ₂	58
12.2 Valeur moyenne annuelle en NO ₂	61
13. Évolution Benzène	66
13.1 Réglementation benzène	66
13.2 Évolution de la concentration moyenne annuelle	66
13.3 Réseau de mesure pour le benzène	69

14. Distribution des fréquences cumulées : O ₃ et NO ₂	71
15. Concentration d'ozone en fonction de la température, vitesse et direction de vent	78
16 L'ozone les Week-end et Jours Fériés	83
17. Évolution hebdomadaire moyenne	96
18. Calcul de l'indice de la Qualité de l'Air	101
18.1 Indice général de la qualité de l'air	101
18.2 Indice de qualité dans une situation à trafic dense	103
19. Résumé et Conclusions	107
19.1 Directive ozone 2002/3/CE	108
19.2 Valeurs limites pour le Dioxyde d'azote	112
19.3 Influence de la formation et de la destruction d'ozone sur sa concentration	113
19.4 Évolution à long terme	120

Annexe 1 – Tableaux des distributions de fréquences cumulées pour O₃, NO₂ et la somme [O₃ + NO₂] – Périodes estivales 1986 - 2008

Annexe 2 - « Résultats d'une Journée sans voiture » - dimanche 21 septembre 2008

1 TRANSPARENCE AIR – Information destinée au public

L'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, appelé maintenant Bruxelles Environnement – IBGE, a mis au point, début 1990, un système d'information sur la qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale.

La population peut, via un répondeur téléphonique, s'informer de la situation de la qualité de l'air en région de Bruxelles-Capitale. Un message est enregistré chaque jour : le message commence par la communication de ***l'indice général de la qualité de l'air*** et une description qualitative de celui-ci. En cas de niveau élevé de la pollution par le trafic, l'indice général de la qualité de l'air est complété par "*une description qualitative de la qualité de l'air dans un environnement à trafic intense pendant les heures de pointe*".

Ce message quotidien, donne en plus une synthèse des principaux résultats de mesure. Si une évolution défavorable de la qualité de l'air est prévue, les messages se renouvellent à un rythme plus rapide. Les répondeurs téléphoniques peuvent être atteints aux numéros suivants :

+32-(0)2-775 75 99	message en français
+32-(0)2-775 75 98	message en néerlandais

De plus amples données sur la qualité de l'air, dont notamment l'indice de pollution et les concentrations, sont accessibles sur le site Internet de Bruxelles Environnement – IBGE : <http://www.ibgebim.be>, et de la Cellule Interrégionale de l'Environnement (CELINE-IRCEL) : <http://www.irceline.be>.

Hormis cette information journalière, il a semblé intéressant aux promoteurs de cette initiative de donner, à intervalles réguliers, une synthèse des valeurs observées chaque jour, afin de les comparer et de les interpréter à plus long terme. Le présent rapport comporte un aperçu des principaux résultats de l'été 2008. Il a été tenu compte de l'évolution des concentrations en ozone et en dioxyde d'azote, mais également du nombre des dépassements des différents seuils pour l'ozone (O₃) et des valeurs normatives pour le dioxyde d'azote (NO₂). Les concentrations sont également comparées aux objectifs de qualité à atteindre pour l'an 2010. Des données statistiquement représentatives ont permis d'établir une comparaison avec des périodes estivales précédentes (1994 à 2007).

Les brochures relatives à la qualité de l'air durant les saisons antérieures, ainsi que toutes les publications dans le cadre de l'action "**TRANSPARENCE AIR**", peuvent être obtenues auprès de :

BRUXELLES ENVIRONNEMENT - IBGE
Service "Info-Environnement"
Gulledelle 100
B-1200 Bruxelles

Tél. +32-(0)2-775 77 75
Fax +32-(0)2-775 76 21

2 RÉSEAU TÉLÉMÉTRIQUE de contrôle de la QUALITÉ de l'AIR

La Région de Bruxelles-Capitale dispose de onze postes de mesure pour le contrôle, en temps réel, de la qualité de l'air. Depuis janvier 1994, le Laboratoire de Recherche en Environnement de l'IBGE, est chargé de l'exploitation de ce réseau de mesure. L'emplacement des postes de mesure et leur numéro de code (6 caractères) sont les suivants :

41R001	:	Molenbeek (près de l'écluse)
41R002	:	Ixelles (Avenue de la Couronne)
41B003	:	Arts-Loi (carrefour)
41B004	:	Ste-Catherine (gare de métro)
41B005	:	Eastman-Belliard
41B006	:	Parlement Européen (Spinelli)
41B011	:	Berchem-Ste-Agathe (cimetière - parc Wilder)
41R012	:	Uccle (Institut Royal Météorologique)
41N043	:	Haren (port de Bruxelles)
41MEU1	:	Parc Meudon
41WOL1	:	Woluwé-St.-Lambert (Bruxelles Environnement - IBGE)

Les postes de mesure de ce réseau télémétrique contiennent plusieurs analyseurs de polluants gazeux, qui fonctionnent en continu et qui détectent de manière spécifique une ou quelques matières polluantes bien précises. Ceci est notamment le cas pour le dioxyde de soufre (SO₂), le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂) et les fractions PM10 (diamètre < 10 µm) et PM2,5 des particules en suspension. Le réseau de mesure est équipé pour la surveillance des paramètres principaux provenant de la circulation et pour la surveillance de la qualité de l'air en général. Par ailleurs, à Molenbeek, Uccle et Berchem, des mâts pourvus de détecteurs ont été installés pour mesurer les paramètres météorologiques tels que la direction et la vitesse du vent, la température, la pression atmosphérique et l'humidité de l'air.

Grâce à ce réseau télémétrique, il est possible de suivre en permanence le niveau de pollution de l'air. Les réseaux de ce type conviennent parfaitement pour le suivi des épisodes de forte pollution de l'air pendant l'hiver et l'été. Afin de maintenir ce réseau de mesure opérationnel en accord avec les directives CE en vigueur et en préparation, les instruments sont progressivement remplacés, et des appareils complémentaires de détection de nouveaux paramètres de pollution y sont installés. La configuration actuelle du réseau télémétrique est reprise dans le tableau suivant:

2008	SO ₂	NO	NO ₂	O ₃	CO	CO ₂	PM10	PM2.5	BTeX	Hg
41R001	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-
41R002	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-
41B003	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-
41B004	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-
41B005	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
41B006	-	X	X	X	X	-	-	-	X	-
41B011	-	X	X	X	-	-	X	X	-	-
41R012	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-
41N043	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-
41MEU1	X	X	X	-	-	-	X	X	-	X
41WOL1	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-

REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

SURVEILLANCE de la QUALITE de l'AIR

RESEAU TELEMETRIQUE

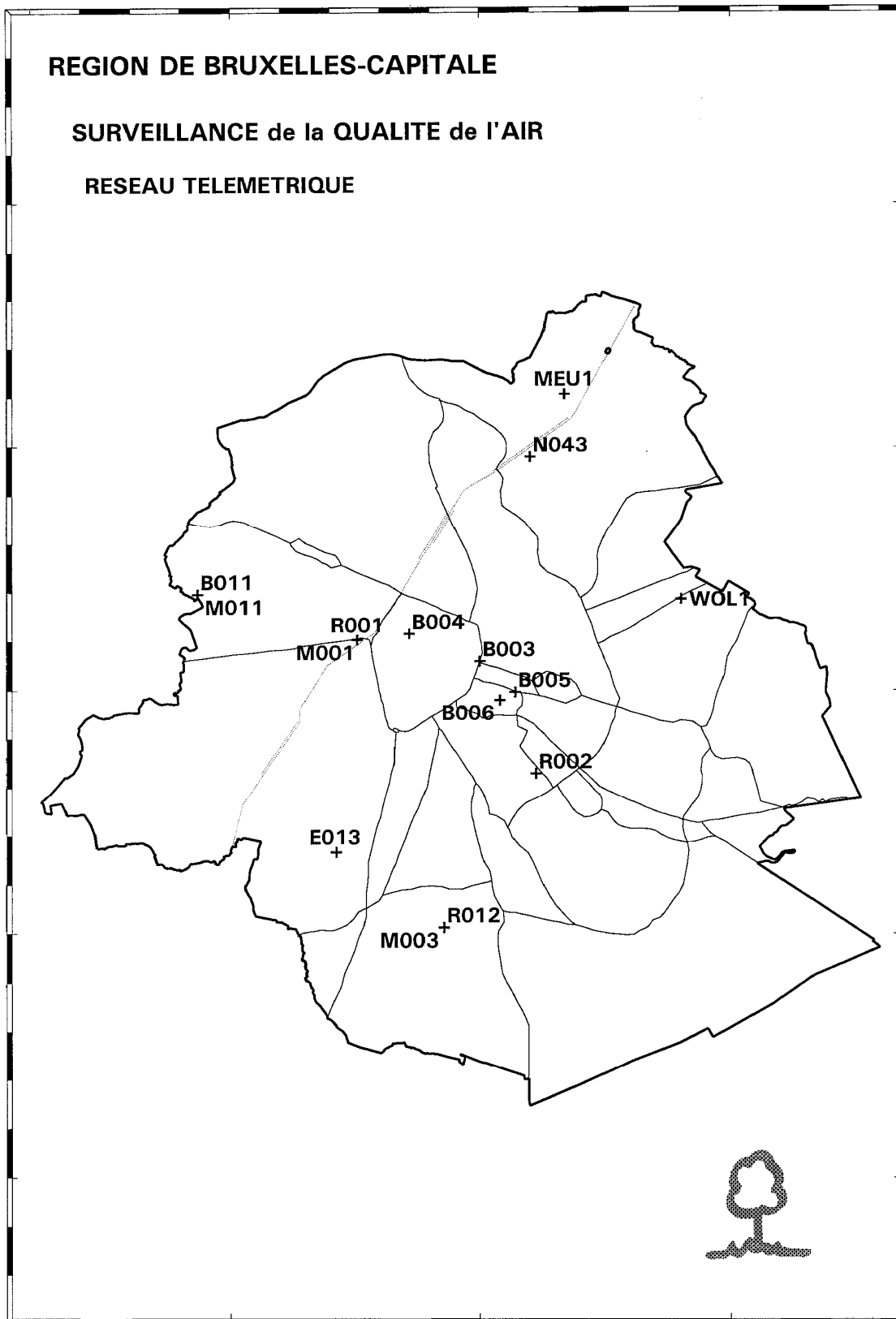


Fig. 1 : Emplacement des postes de mesure du réseau télémétrique de surveillance de la Qualité de l'Air

3 LA POLLUTION DE L'AIR EN PÉRIODE ESTIVALE

Entre 1960 et le milieu des années '70 du siècle précédent, l'attention se portait essentiellement sur les épisodes de pollution de l'air en hiver. Le chauffage intensif des maisons (à l'époque encore au charbon et au mazout) lié à des conditions météorologiques défavorables, entraînait fréquemment des augmentations de concentration en dioxyde de soufre (SO₂) et en particules en suspension. Le terme smog (smoke et fog ; fumée et brouillard) a été introduit à cette époque. En 1968, le réseau de mesure national "soufre-fumée" a été mis sur pieds pour évaluer la situation et assurer un suivi de cette évaluation. Ce réseau fournit les valeurs journalières des concentrations en SO₂ et en fumées noires. La prise d'échantillons y était automatisée, mais l'analyse se faisait ultérieurement en laboratoire. Dans les meilleurs cas, les résultats étaient connus après une ou deux semaines.

Entre 1975 et 1979, un réseau télémétrique, ambitieux pour l'époque, a été créé sur base d'un concept bien étudié. Les mesures se font en continu et les résultats sont directement accessibles. Au début, l'attention se portait essentiellement sur le SO₂ et sur les particules respirables. A certains endroits toutefois, des systèmes de mesure des oxydes d'azote (NO_x = somme de NO et NO₂), de l'ozone (O₃), du monoxyde de carbone (CO) et de la concentration en hydrocarbures totaux non méthane (NMHC) ont également été installés.

Au cours des années, la pollution par le SO₂ a sensiblement régressé en Région de Bruxelles-Capitale, grâce à l'accroissement de l'utilisation de combustibles pauvres en soufre pour le chauffage domestique et également grâce à une diminution systématique de la teneur en soufre légalement autorisée dans les carburants.

Fin des années '70 et surtout depuis les années '80 du siècle précédent, la circulation automobile s'est fortement accrue. Celle-ci constitue la source principale de rejet d'oxydes d'azote, de composés organiques volatils et de monoxyde de carbone. Le réseau de mesure a donc progressivement été complété par plusieurs systèmes de mesure d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone.

Les résultats de mesure d'ozone ont permis de constater que notre pays connaissait également des épisodes de pollution estivale, caractérisés par des périodes d'augmentation des concentrations en ozone. La pollution photochimique, appelée également "*smog estival*" par analogie avec la pollution hivernale, devenait un problème relativement généralisé. Dans les années '80, le réseau de mesure national a été complété par plusieurs analyseurs d'O₃. Il y a actuellement environ 35 analyseurs d'ozone en service dans les réseaux des trois Régions.

En Région de Bruxelles-Capitale, l'ozone est mesuré à sept endroits : à Berchem-Ste-Agathe (B011), Uccle (R012), Molenbeek (R001), Haren (N043), Ste-Catherine (B004), le Parlement Européen (B006) et à Woluwé-St-Lambert (WOL1).

Fin 1992 une directive CE (92/72/CE) est entrée en vigueur concernant la pollution par l'ozone dans l'air ambiant. Cette directive impose e. a. aux autorités compétentes en la matière d'informer la population dès que la concentration d'ozone dépasse un certain seuil, soit 180 µg/m³ en tant que valeur horaire. La diffusion régulière d'informations a eu comme conséquence immédiate que la problématique est devenue très présente dans les médias. Au début de 2002 une nouvelle directive (2002/3/CE) pour l'ozone a été publiée : celle-ci contient les objectifs de la qualité de l'air à atteindre à partir de l'an 2010. Ces objectifs ont été intégrés entièrement dans la nouvelle directive 2008/50/CE qui regroupe et remplace plusieurs directives traitant la qualité de l'air, publiées entre 1996 et 2004.

Formation d'ozone et décomposition de l'ozone

La problématique de l'ozone est de nature très complexe et les apparentes contradictions font qu'il n'est pas simple d'en avoir une perception claire. Une concentration d'ozone mesurée à un endroit précis est toujours le résultat de deux processus opposés : *la formation d'ozone* et *la destruction d'ozone*. Les deux processus évoluent à des vitesses différentes. La formation d'ozone se fait en plusieurs heures et la décomposition de l'ozone (avec NO) en quelques minutes seulement. Comme conséquence de la formation d'ozone, on devrait s'attendre, sur le plan régional, à une concentration d'ozone assez homogène*. Or, la répartition spatiale de la concentration d'ozone n'est pas très homogène en raison de la destruction de l'ozone qui peut varier fortement d'un endroit à l'autre.

Formation d'ozone : lors des périodes ensoleillées et de températures élevées, un processus de réaction photochimique a lieu, sous l'influence des rayons UV du spectre solaire, dans la masse d'air polluée d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils. Ce processus entraîne la formation d'ozone. La concentration d'ozone augmente dans le courant de la journée et atteint sa valeur maximale en fin d'après-midi ou en début de soirée.

Le niveau de concentration atteint dépend en outre de la direction et de la vitesse du vent, de la stabilité des couches atmosphériques, de la nébulosité, de l'hygrométrie, etc... Les masses d'air venant de l'océan sont moins polluées que celles venant du continent. Un vent fort et de l'air instable ont un effet diluant plus important qu'une vitesse de vent faible ou des couches atmosphériques plus stables. L'intensité des UV qui pénètrent jusque dans les couches atmosphériques inférieures est modulée par la nébulosité et l'hygrométrie. Une plus grande nébulosité ou hygrométrie s'accompagne d'une plus grande absorption de lumière UV par les molécules d'eau.

La photolyse (décomposition sous l'influence de photons) de NO₂ est à l'origine de la formation massive d'ozone : $\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}$. L'atome d'oxygène libéré et une molécule d'oxygène forment ensemble l'ozone : $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$.

Le rôle des substances organiques volatiles (COV) consiste en l'oxydation, par un mécanisme de réaction compliqué, de NO (un polluant important issu des processus de combustion) en NO₂, le "précurseur" de la formation d'ozone. Contrairement aux polluants primaires NO_x et COV, l'ozone n'est donc pas directement émis dans l'atmosphère. Il est formé dans un processus de réactions photochimiques et est appelé pour cette raison polluant "secondaire".

En l'absence de substances organiques, un équilibre dynamique se créerait entre, d'une part, la formation d'ozone et, d'autre part, la destruction d'ozone. Cet équilibre est rompu par la présence de substances organiques volatiles. Le NO étant oxydé (par l'intermédiaire des COV réactifs) de nouveau en NO₂, ce qui entraîne à nouveau la formation d'ozone. Le processus en chaîne implique que la formation excessive d'ozone peut se produire en cas de concentrations relativement faibles des précurseurs.

(*) Une répartition de la concentration d'ozone beaucoup plus homogène sur la Région a été constatée plusieurs fois, notamment les journées sans trafic, par manque du NO pour la destruction d'ozone durant la période d'interdiction de trafic.

Destruction d'ozone : la principale réaction entraînant la destruction d'ozone, est la réaction directe d'une molécule d'ozone avec du monoxyde d'azote : $O_3 + NO \rightarrow O_2 + NO_2$.

Les substances qui donnent naissance à la formation et à la destruction de l'ozone appartiennent au même groupe et sont en grande partie originaires de la même source (trafic routier). Des mesures à court terme visant à la diminution de la production des précurseurs, dans le but éventuel de diminuer la formation d'ozone, conduisent également à une diminution de la destruction de l'ozone. Le phénomène est très complexe et cette dualité ne simplifie pas une éventuelle résolution du problème de l'ozone. Des mesures de réduction des émissions, insuffisamment réfléchies ou avec une vue à trop court terme peuvent conduire à un résultat opposé à celui attendu.

La principale source d'émissions de NO_x et des COV est indiscutablement la circulation automobile qui représente en période estivale environ 70% des émissions en Région de Bruxelles-Capitale. D'autres sources importantes d'émissions de NO_x sont les processus industriels, la production d'électricité (centrales thermiques), le chauffage domestique (moins important en été) et quelques activités industrielles spécifiques.

D'importantes émissions de COV ont lieu durant le raffinage, le stockage, le traitement et la distribution de produits pétroliers, et dans l'utilisation de solvants pour différents types d'activités (peinture, cabines de peinture, imprimeries, nettoyage industriel, etc. ...).

Les concentrations d'ozone les plus élevées apparaissent surtout de la mi-juin à la mi-août. Fin mai et début juin, le risque de très hautes températures est encore trop faible pour accélérer la formation excessive d'ozone. A partir de la mi-août, la position du soleil est trop basse pour que le processus de réaction puisse se dérouler assez longtemps. Des températures moyennes élevées associées à la position élevée du soleil, augmentent le risque de formation excessive d'ozone. D'année en année, on constate que les périodes d'augmentation de la pollution par l'ozone apparaissent plus fréquemment au mois de juillet et en début du mois d'août.

Les zones urbaines et à trafic routier dense sont d'importantes aires d'émission des polluants primaires NO_x et COV. A proximité et à l'intérieur des zones d'émission, la destruction d'ozone (concentration de NO plus élevée) est plus importante que sa formation. Au bord et au-delà de ces zones, la formation d'ozone devient plus importante que la destruction. Les concentrations les plus élevées sont attendues dans cette région et en aval de la zone d'émission.

La Région de Bruxelles-Capitale est une zone d'émission relativement importante. Dans l'environnement immédiat des postes de Berchem-Ste-Agathe (B011) et d'Uccle (R012) il n'y a pas d'axes de trafic important. La destruction de l'ozone y est plus faible qu'à proximité des voies de circulation importantes. Les probabilités de mesurer des concentrations d'ozone élevées, représentatives de la pollution photochimique, augmentent en fonction de la protection du poste de mesure vis-à-vis de l'influence directe du trafic. La situation de ces deux postes est donc, compte tenu du caractère spécifique des grandes agglomérations, pratiquement idéale pour la mesure de l'ozone en Région de Bruxelles-Capitale.

La destruction d'ozone, suite à une influence directe du trafic est évidente. Ce phénomène peut être observé clairement dans les postes de mesure proche du centre-ville, notamment à Molenbeek (R001) et Ste-Catherine (B004), et dans les postes de mesure situés le long des axes de trafic, tels que Haren (N043) et Woluwé-St-Lambert (WOL1).

4 DÉTERMINATION DE L'OZONE et VALIDATION des données

Les moniteurs d'ozone utilisés dans les postes de mesure sont des appareils utilisant le principe de mesure par absorption UV. Dans un appareil de mesure par absorption UV se trouve une chambre de mesure constituée d'un tube d'aluminium d'environ un centimètre de diamètre, dont l'intérieur est parfaitement poli (surface réfléchissante), ou d'un tube en verre de quartz. A l'entrée du tube se trouve une source UV dont l'intensité est maintenue constante. La lumière UV est filtrée par un revêtement spécial de la lampe, de sorte que seules les longueurs d'onde sensibles à l'absorption par l'O₃ pénètrent dans la chambre de mesure. Les longueurs d'onde interférentes (générant de l'O₃ à partir d'oxygène) sont filtrées. A la sortie de la chambre de réaction se trouve un détecteur UV. En cas d'accroissement de la concentration en O₃, il y a davantage d'absorption des rayons UV dans la chambre de mesure. Le détecteur mesure alors une plus faible intensité d'UV.

L'absorption des rayons UV par l'ozone suit la loi d'absorption de Beer-Lambert :

$$\frac{I_1}{I_0} = \exp (- \alpha \cdot l \cdot C)$$

I ₀	:	intensité des UV dans une atmosphère sans ozone
I ₁	:	intensité des UV dans une atmosphère contenant de l'ozone
α	:	coefficient d'absorption
l	:	longueur du trajet optique entre la source et le détecteur des UV
C	:	concentration en ozone

Dans la pratique, l'appareil de mesure fonctionne en deux phases se succédant rapidement. Durant quelques secondes, l'air ambiant est aspiré directement à travers la chambre de mesure (détermination I₁). Ensuite l'air est aspiré à travers un filtre sélectif (scrubber) qui absorbe totalement et uniquement l'O₃ (détermination I₀).

Le coefficient d'absorption pour l'O₃ est connu, le chemin optique est déterminé pour chaque appareil de mesure et la mesure de I₀ et I₁ peut être réalisée de manière assez précise. La relation concentration-rapport des intensités des UV est donc fixée de manière précise. Les appareils de mesure fonctionnant selon ce principe restent très longtemps stables, ce qui est constaté dans la pratique. A condition d'éviter la pénétration de poussières dans la chambre de mesure, le réglage de l'appareil ne nécessite aucune modification, même après plusieurs mois de fonctionnement.

La pénétration de poussières est évitée en équipant la conduite d'échantillonnage d'un filtre en téflon, placé dans un porte-filtre lui-même en téflon. La membrane en téflon doit être remplacée régulièrement pour éviter toute absorption d'ozone sur les poussières collectées par le filtre. Le tuyau de prise d'échantillon et les raccords doivent, en outre, être fermés hermétiquement et être de préférence en téflon et/ou en verre de borosilicate.

Avant la campagne d'été, les appareils de mesure d'O₃ sont transférés du réseau au laboratoire (mars - avril 2008). A l'arrivée au labo, les performances des appareils de mesure sont rigoureusement contrôlées (sensibilité, étalonnage, stabilité...) à l'aide d'une source d'O₃ de référence. Ensuite, un entretien préventif approfondi de l'appareil est effectué. Cet entretien comprend, entre autres, le nettoyage des chambres de mesure, le remplacement du scrubber spécifique O₃, le nettoyage de la vanne électromagnétique et un test d'étanchéité du système de mesure. Enfin, les performances des appareils sont à nouveau vérifiées au moyen de la source de référence O₃ du labo.

La valeur exacte de la source d'étalonnage de référence O₃ est établie (par titration en phase gazeuse) sur la source d'étalonnage de référence pour le NO_x et est connue avec une précision de 2 à 3%. Le laboratoire d'étalonnage CELINE dispose également d'un photomètre U.V. de référence. Sur base des 2 systèmes de référence, les différences d'étalonnage sont inférieures à 2 pour cent dans la gamme de concentrations de quelques dizaines à quelques centaines de µg/m³. Lors du contrôle du printemps 2008 le réglage des appareils du réseau n'avait pas changé de façon sensible (< 2%) par rapport aux contrôles d'étalonnage précédent (périodes mars-avril et octobre-novembre '94, '95, ..., 2000, 2001, ..., 2005, 2006 et 2007).

Un point très important pour le bon fonctionnement de l'appareil de mesure est la parfaite étanchéité de la vanne électromagnétique qui commute lors de chaque phase de mesure : il ne peut pas y avoir de mélange entre l'échantillon et l'air zéro (les deux phases de mesure). Il faut en plus éviter des fuites dans le système pneumatique et le scrubber O₃ doit être suffisamment efficace et sélectif.

Des problèmes apparaissent plutôt rarement, mais peuvent conduire à de grandes erreurs de mesure. Un manque de fiabilité (qualité, spécificité) des scrubbers O₃ et des lampes UV, même livrées en pièces d'origine, a conduit quelquefois à des pertes de résultats (de mesure).

Les appareils de mesure disposent également d'une source O₃ interne permettant un contrôle de routine. Après réglage de l'appareil de mesure sur la source de référence, la valeur de la source du test interne est mesurée et enregistrée. Dans le réseau de mesure sont effectués régulièrement des tests de ZERO (air sans ozone) et de SPAN (source de test interne connue) d'une demi-heure. Actuellement cette procédure se répète tous les trois jours.

La valeur de test obtenue est comparée à la valeur d'étalonnage interne notée initialement. Si la valeur du test quotidien ne s'écarte pas de plus de 10% de la valeur prévue, les données de mesure sont validées, sinon les valeurs sont rejetées. La cause de cet écart est examinée et les problèmes techniques sont résolus le plus rapidement possible. L'objectif est d'obtenir des valeurs de mesure couvrant 90% du temps, sans perdre en qualité.

La tolérance sur la valeur ZERO atteint environ 4 µg/m³. Sur la valeur SPAN la tolérance s'élève à 10% de la valeur fixée. La fixation d'une tolérance relativement large (10%) provient de la grande différence entre, d'une part la très bonne reproductibilité et stabilité de la détection (meilleure que 2% sur 6 mois) et d'autre part une reproductibilité plutôt faible du test interne. La formation d'ozone, dans le générateur interne, dépend du spectre UV de la source, de l'humidité et du débit de l'air. La reproductibilité de la détection d'ozone est nettement meilleure que la génération d'ozone et elle est de l'ordre de 2%. La précision de la mesure est confirmée par la précision relevée lors des étalonnages (2 à 3 %) semestriels, avec la source de référence O₃ du labo d'étalonnage.

5 DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN OXYDES D'AZOTE

Par oxydes d'azote, il faut entendre aussi bien le monoxyde d'azote (NO) que le dioxyde d'azote (NO₂). La somme des deux est désignée par NO_x : $[NO_x] = [NO] + [NO_2]$. La détection des oxydes d'azote se base sur la réaction de chimiluminescence entre le monoxyde d'azote (NO) et l'ozone (O₃).

L'air aspiré à l'intérieur de l'appareil est divisé en deux courants égaux. Le premier courant est conduit directement dans la chambre de réaction, où une quantité d'ozone en excès est ajoutée ; le NO présent dans l'air est détecté à cette occasion. Le deuxième courant passe d'abord par un convertisseur où le NO₂ présent est intégralement réduit en NO, alors que le NO déjà présent reste inchangé. Après avoir ajouté de l'ozone, le NO_x est détecté dans ce courant, soit la somme de NO présent dans l'air extérieur en tant que NO et le NO présent en tant que NO₂ dans l'air extérieur. La différence des deux signaux NO_x - NO donne la teneur en NO₂. Les analyseurs de NO_x disposent d'un générateur d'O₃ interne pour la production de l'ozone nécessaire à la réaction. L'excès d'ozone est éliminé à la sortie de l'appareil.

La méthode d'étalonnage de référence des analyseurs NO_x, est basée sur des standards d'étalonnage primaires du NO et du NO₂. Le standard d'étalonnage primaire du NO consiste en une bouteille de gaz étalon certifiée ayant une concentration de 100 ppm en NO sous atmosphère d'azote. Des dilutions sont réalisées dans le laboratoire d'étalonnage à l'aide "d'air zéro", c'est à dire de l'air séché et épuré (élimination du SO₂, NO, NO₂, de l'ozone, du CO et des hydrocarbures), jusqu'à une concentration d'environ 400 à 1000 ppb de NO dans l'air pur. Les débits du gaz étalon NO primaire et de l'air pur sont réglés à l'aide de régulateurs de débit massique avec une précision de 1% et une reproductibilité de 0.1%.

Les deux canaux (NO et NO_x) de l'analyseur NO_x de référence sont réglés dans le laboratoire d'étalonnage à l'aide de ces concentrations de gaz étalon NO. La linéarité de l'appareil de référence est également contrôlée.

Le standard NO₂ primaire consiste en un tube à perméation rempli de NO₂ liquide. Un tube à perméation est un tube fermé en matière synthétique (ex. Téflon) ou en acier inoxydable pourvu d'une paroi perméable. Ce tube est placé dans un petit four dont la température est réglée avec une précision de 0.1 °C. Le NO₂ diffuse à travers la paroi perméable. Une fois la forme et le matériau du tube fixés, le débit de perméation est entièrement dépendant de la température. Si la température est constante, l'émission du tube sera constante en fonction du temps. Un débit constant d'air pur est amené dans le four de manière à pouvoir disposer d'un gaz d'étalonnage à concentration constante. L'émission du tube à perméation est déterminée par gravimétrie. Avec un intervalle régulier d'environ 1 mois, la perte massique du tube est déterminée à l'aide d'une balance analytique (résolution 0,01 mg). La concentration est calculée à partir du débit d'air et du taux de perméation.

Le gaz étalon NO₂ est ensuite mesuré à l'aide de l'analyseur NO_x de référence, lequel a été préalablement réglé au moyen du gaz étalon NO. L'écart entre la concentration de NO₂ mesurée et celle calculée ne peut dépasser 2%.

Après un bon déroulement de ces tests d'étalonnage, les valeurs des standards de transferts de NO et NO₂ doivent être fixées à l'aide de l'analyseur NO_x de référence. Le standard de transfert du NO est une bombonne de gaz étalon non certifiée, avec une concentration d'environ 400 ppb NO dans l'azote. La concentration exacte (± 3%) est déterminée au banc d'étalonnage sur le moniteur NO_x de référence correctement étalonné.

Le standard de transfert du NO₂ consiste en un tube à perméation de NO₂ placé dans un système de perméation portable. La concentration de NO₂ générée par ce système, est également déterminée dans le laboratoire d'étalonnage à l'aide de l'analyseur de référence. Les tests de NO₂ permettent en outre de contrôler le rendement de la conversion de NO₂ (réduction de NO₂ à NO) dans le système de détection.

Au moins deux fois par an, les moniteurs NO_x du réseau de mesure sont réglés à l'aide des standards de transfert. Le rendement du convertisseur NO₂ est également vérifié dans l'appareil de mesure. Comme le même standard de transfert est employé dans tous les postes de mesure, chaque appareil de mesure de NO_x du réseau est référencé à un standard primaire commun.

Dans les postes de mesure se trouve également un système de test avec lequel est effectué un contrôle de routine. La concentration délivrée par le calibrateur local est déterminée immédiatement après le réglage de l'appareil de mesure. La valeur d'étalonnage locale, ainsi que les tolérances correspondantes sont alors introduites dans le système de gestion du poste de mesure. Les tolérances sont actuellement fixées à 6%. Dans certains appareils NO_x, la chambre de réaction a été modifiée de façon à procurer une meilleure stabilité à long terme. La stabilité des systèmes d'étalonnage locaux (1,5 à 2%) a également été progressivement améliorée.

Si, lors du contrôle de routine, la déviation reste inférieure à la tolérance fixée, les valeurs de mesure sont validées "techniquement". Si la déviation est supérieure, les valeurs sont rejetées. La cause devra être signalée, et après diagnostic, le problème devra être résolu. Les valeurs de mesure continueront à être rejetées jusqu'à ce que le contrôle de routine produise à nouveau un résultat acceptable ou que la procédure d'étalonnage soit répétée et validée entièrement. Dans la pratique, on tente de disposer de valeurs de mesure valables couvrant 90% du temps (rendement de 90% imposé par les directives CE).

L'application stricte des tolérances prévues lors des contrôles de routine et un contrôle régulier du réglage précis de l'appareillage de mesure garantissent la qualité des résultats de mesure. Il n'y a donc aucun facteur de correction pour les résultats de mesure validés "techniquement".

Les valeurs validées "techniquement" peuvent encore être rejetées, mais uniquement pour des raisons évidentes : p. ex. en cas de pannes techniques non signalées ou fuite dans le système d'échantillonnage. Les valeurs validées "techniquement" sont soumises par ailleurs à une série de tests statistiques en vue d'y relever d'éventuelles anomalies. Après ces tests, les valeurs de mesure sont définitivement validées.

Les résultats pour NO, NO₂ et O₃, obtenus à l'aide du réseau téléométrique, sont transformés en valeurs moyennes semi-horaires et sont alors conservés dans la banque de données de mesures de la pollution atmosphérique de la Région de Bruxelles-Capitale. Ces données sont également mises à la disposition de la Cellule Interrégionale de l'Environnement CELINE, qui est entre autres chargée de l'harmonisation des mesures de la pollution de l'air dans les trois Régions.

Les onze postes de mesure du réseau téléométrique de la pollution atmosphérique de Région de Bruxelles-Capitale (voir page 2) sont équipés d'un appareil NO_x.

6 Détermination des COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS (COV)

La teneur en COV est déterminée en un certain nombre d'endroits. La détermination à Uccle, Molenbeek, Ixelles et Arts-Loi s'établit sur base hebdomadaire. Au poste de mesure de Woluwé-St-Lambert, la prise d'échantillons s'étale sur 24 heures.

L'air ambiant est aspiré à travers un tube Carbotrap-300 avec un débit constant d'environ 4 Nml/min, régulé par un débitmètre massique. Les composés volatils sont absorbés sur le tube. L'analyse quantitative (GC) se fait ultérieurement au laboratoire.

Après une désorption thermique (Tekmar Aerotrap 6000) à 250 °C des composés absorbés, suit une phase cryogénique à -100 °C. Les composés sont ensuite chauffés et transférés vers un chromatographe (GC 8000 de FISOONS), équipé d'une colonne capillaire de 60 m de long et de 0.32 mm de diamètre interne. Le film d'une épaisseur de 3.0 µm est composée de diméthylpolysiloxane. La programmation de température de la colonne va de 35 à 180 °C avec un gradient de 4 °C/min. L'hélium en tant que gaz porteur a un débit de 1.9 ml/min. A l'origine le détecteur était un FID (détection d'ionisation de flamme) chauffé à 250 °C. Le signal de détection était analysé à l'aide du système d'intégration PEAKNET 5.0 (Dionex).

Début 2002, le détecteur FID a été remplacé par un spectromètre de masse (Finnigan Trace MS 250) qui permet d'identifier les COV non plus manuellement à partir des temps de rétention, mais au moyen des ions caractéristiques. La quantification de ces composés est proportionnelle à l'intensité des ions détectés suivant une courbe d'étalonnage réalisée au moyen de standards. La détermination est automatisée au moyen du programme « Xcalibur ».

Jusqu'à présent, les teneurs des composés suivants sont déterminées régulièrement :

aliphatiques :

- ✓ n.pentane
- ✓ n.hexane
- ✓ 2-methylhexane
- ✓ n.heptane
- ✓ n.octane

aromatiques :

- ✓ benzène
- ✓ toluène
- ✓ m+p-xylène
- ✓ o-xylène
- ✓ ethylbenzène

hydrocarbures chlorés :

- ✓ 1,2-dichloroéthane
- ✓ tétrachloroéthylène

7 CONCENTRATIONS en O₃, NO₂ et C.O.V. durant l'ÉTÉ 2008

Les graphiques dans les figures 2 à 7 représentent l'évolution des concentrations moyennes horaires en O₃ des postes de mesure d'Uccle (R012), de Berchem (B011) et de Haren (N043), respectivement durant les mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre 2007. La ligne horizontale à travers le graphique correspond au seuil d'information à la population : 180 µg/m³ comme valeur horaire.

La figure 8 présente l'évolution journalière moyenne de la concentration d'ozone durant toute la période estivale (*du 1^{er} mai au 31 août 2008*). La valeur moyenne est calculée sur tous les jours, par période horaire (01:00 h TU, 02:00 h TU, ..., 24:00 h TU). Le graphique reprend les résultats de cinq postes de mesure. L'échelle de temps est le temps universel (TU). Durant la période estivale, la différence entre le temps local (TL) et le temps universel est de 2 heures : TL = TU +2. A midi heure solaire, (12:00 h TU), il est 14:00 h temps local (TL).

La concentration moyenne d'ozone atteint son minimum entre 02:00 h et 06:00 h heures TL du matin, augmente au fur et à mesure que le jour progresse et atteint son maximum en fin d'après-midi. Durant les heures nocturnes, la concentration d'O₃ diminue progressivement. L'évolution des concentrations moyennes d'ozone à Uccle et Berchem-Ste-Agathe est très similaire. Dans un environnement avec plus de trafic, la concentration d'ozone est plus faible. L'émission et la présence du NO en plus grande concentration provoque un effet de titration : la neutralisation d'une fraction de l'ozone formé. C'est le cas aux environs du poste de mesure de Woluwé et de Haren.

Sur la figure 9 est représentée, par analogie avec la figure 6, l'évolution journalière moyenne des concentrations en NO₂ pendant la période estivale (*du 1^{er} mai – 31 août 2008*). L'évolution journalière moyenne des concentrations en NO₂ est plus élevée l'après-midi aux postes de mesures de Woluwé et de Haren et est plus faible à Uccle et Berchem-Ste-Agathe.

Le comportement complémentaire des concentrations en O₃ et NO₂ apparaît sur la figure 10 où l'évolution journalière moyenne est donnée par la somme des polluants oxydants [O₃ + NO₂], exprimée en concentration massique équivalente O₃. Cette évolution est quasi identique dans tous les postes de mesure de la Région.

OZONE - Evolution VALEURS HORAIRES - AVRIL 2008

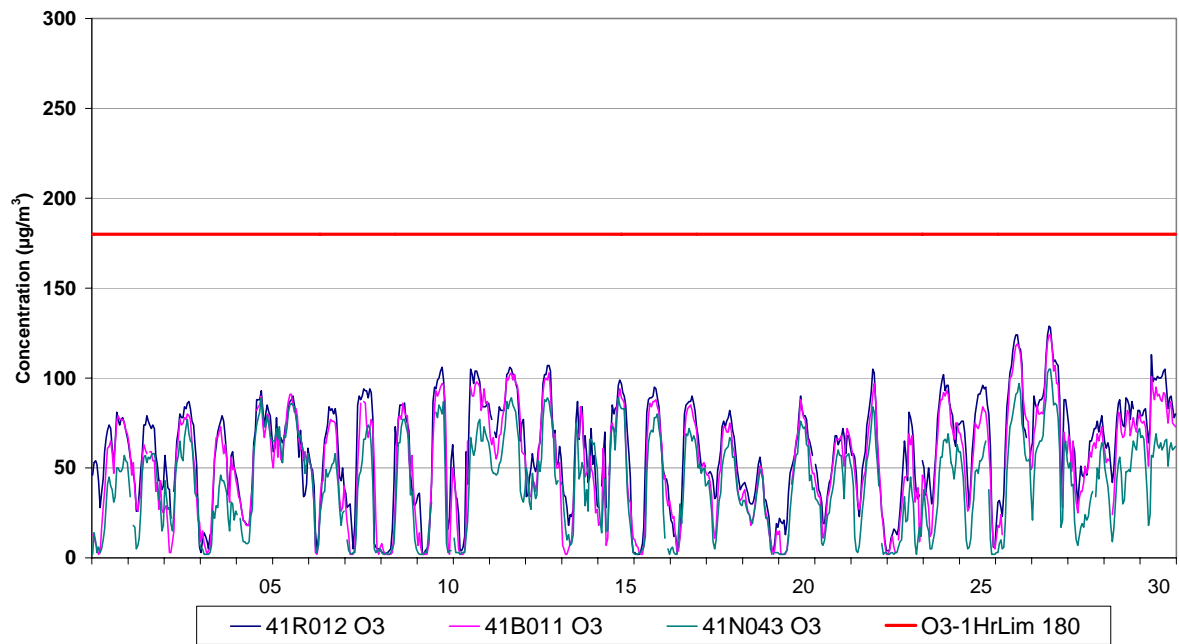


Fig. 2 : Évolution des concentrations horaires en Ozone – Uccle, Berchem et Haren – Avril 2008

OZONE - Evolution VALEURS HORAIRES - MAI 2008

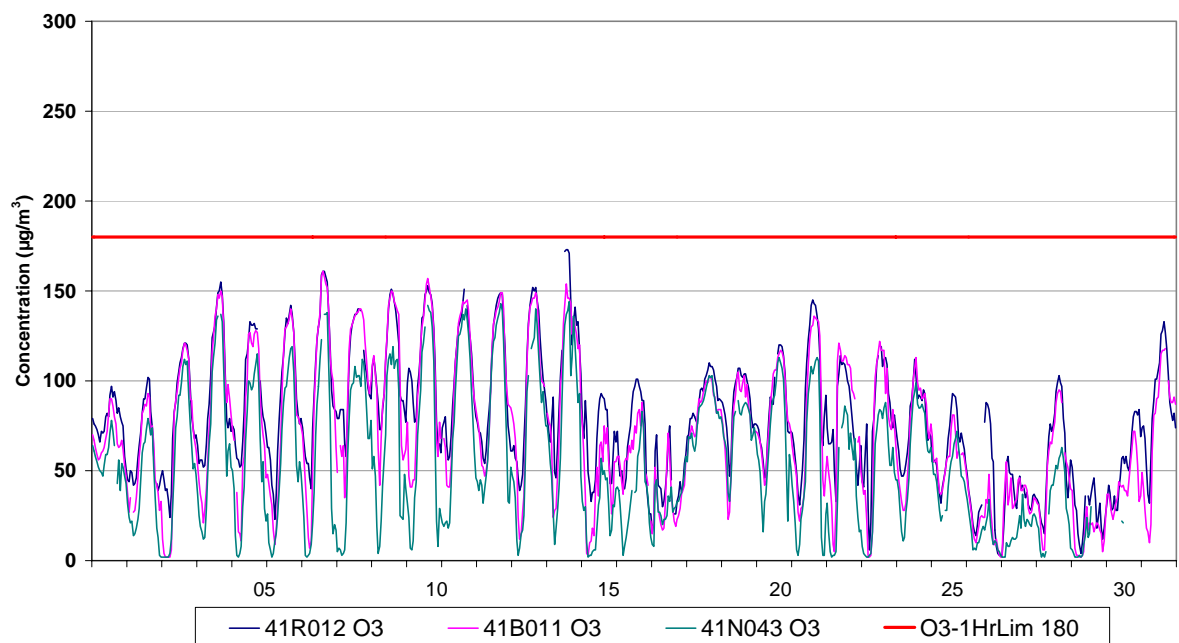


Fig. 3 : Évolution des concentrations horaires en Ozone – Uccle, Berchem et Haren – Mai 2008

OZONE - Evolution VALEURS HORAIRES - JUIN 2008

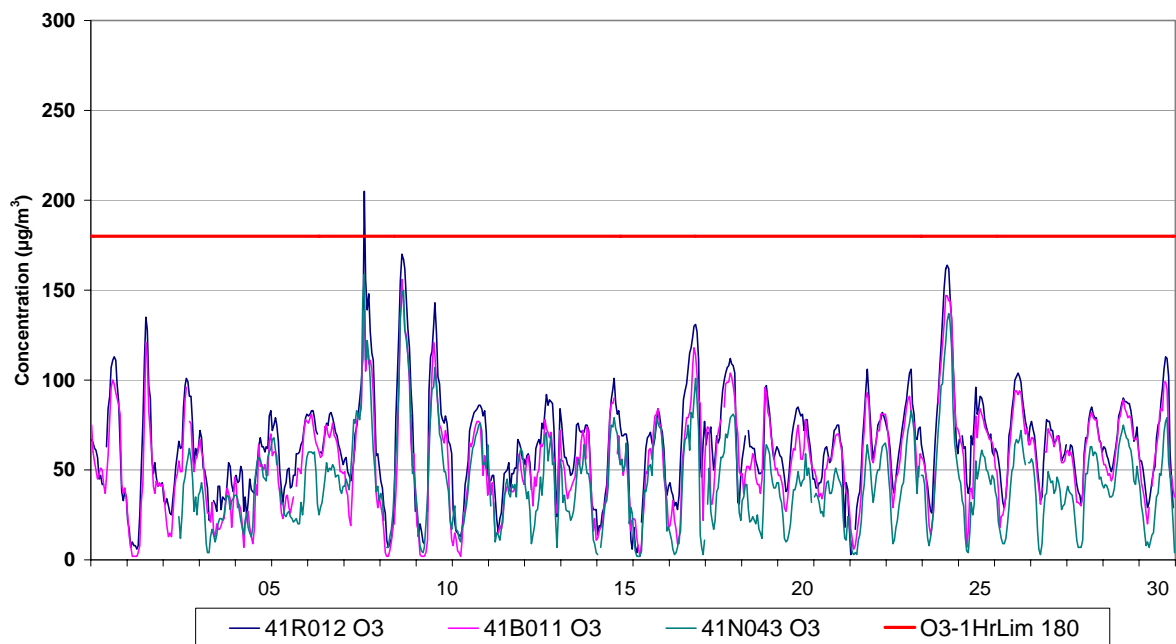


Fig. 4 : Évolution des concentrations horaires en Ozone – Uccle, Berchem et Haren – Juin 2008

OZONE - Evolution VALEURS HORAIRES - JUILLET 2008

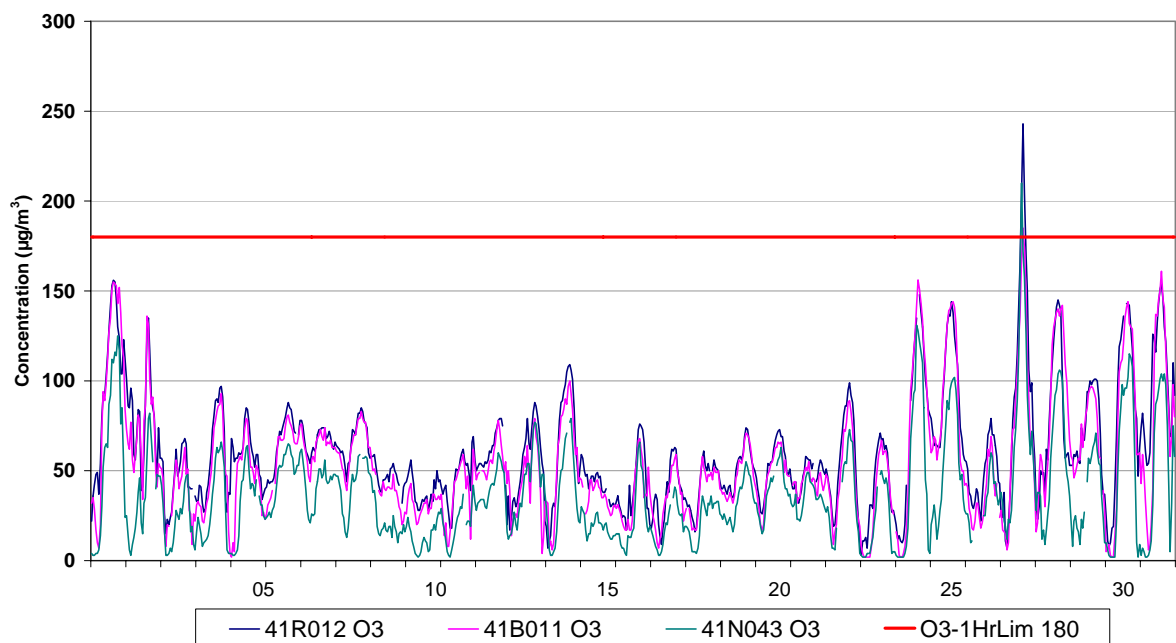


Fig. 5 : Évolution des concentrations horaires en Ozone – Uccle, Berchem et Haren – Juillet 2008

OZONE - Evolution VALEURS HORAIRES - AOÛT 2008

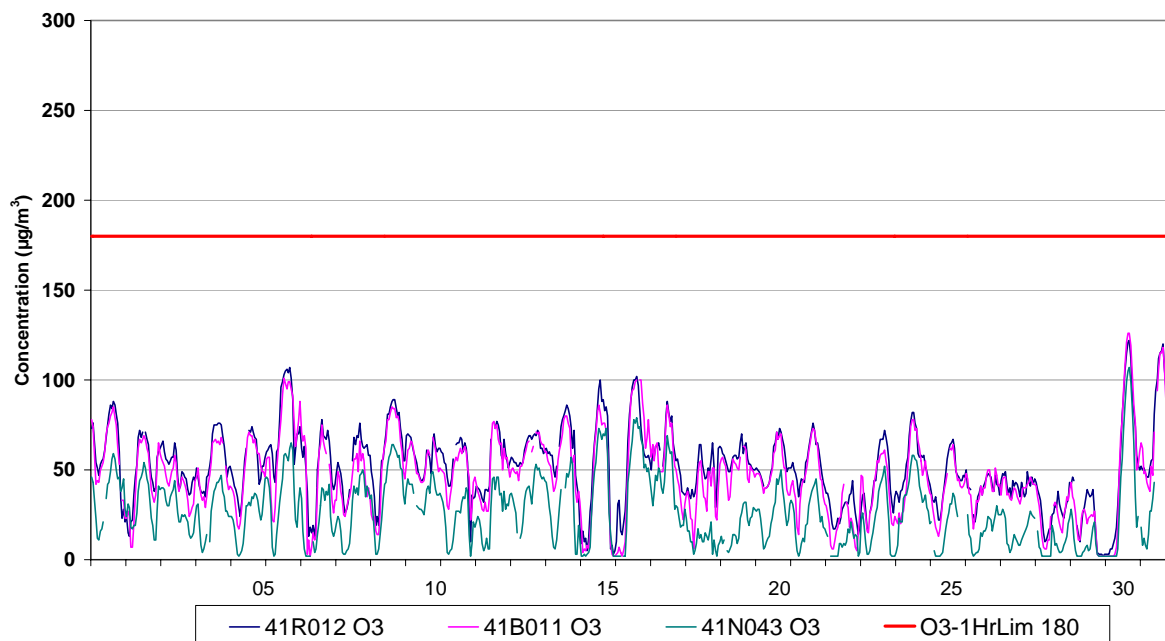


Fig. 6 : Évolution des concentrations horaires en Ozone – Uccle, Berchem et Haren – Août 2008

OZONE - Evolution VALEURS HORAIRES - SEPTEMBER 2008

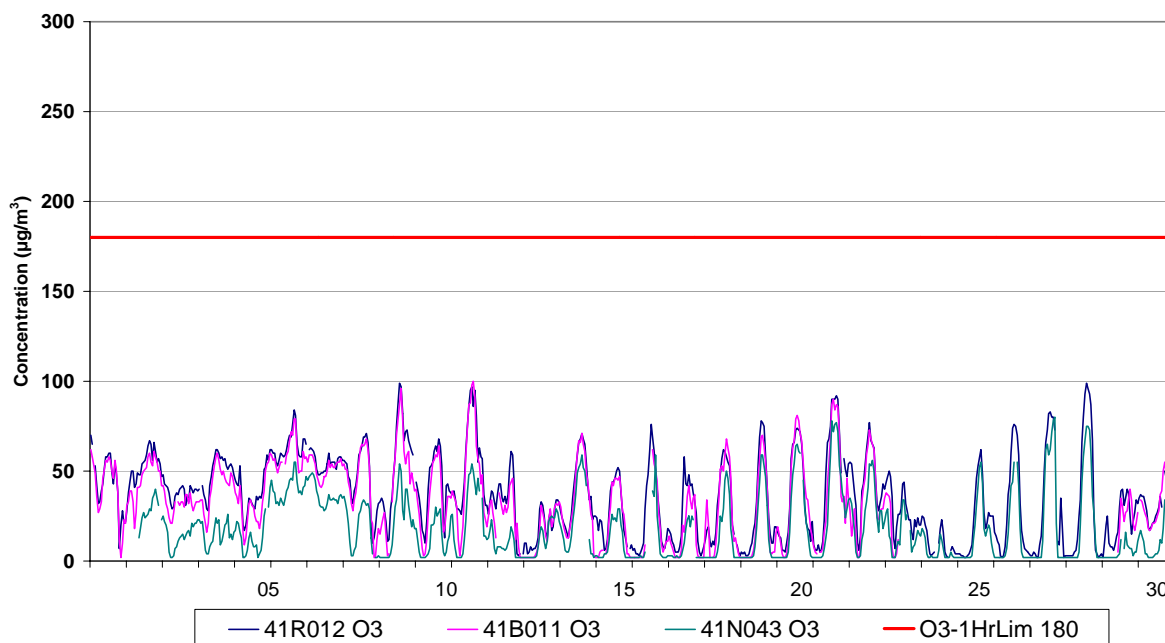


Fig. 7 : Évolution des concentrations horaires en Ozone – Uccle, Berchem et Haren – Septembre 2008

OZONE - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
 Comparaison différents POSTES de MESURE - TOUS LES JOURS
 Période ESTIVALE : MAI - AOÛT 2008

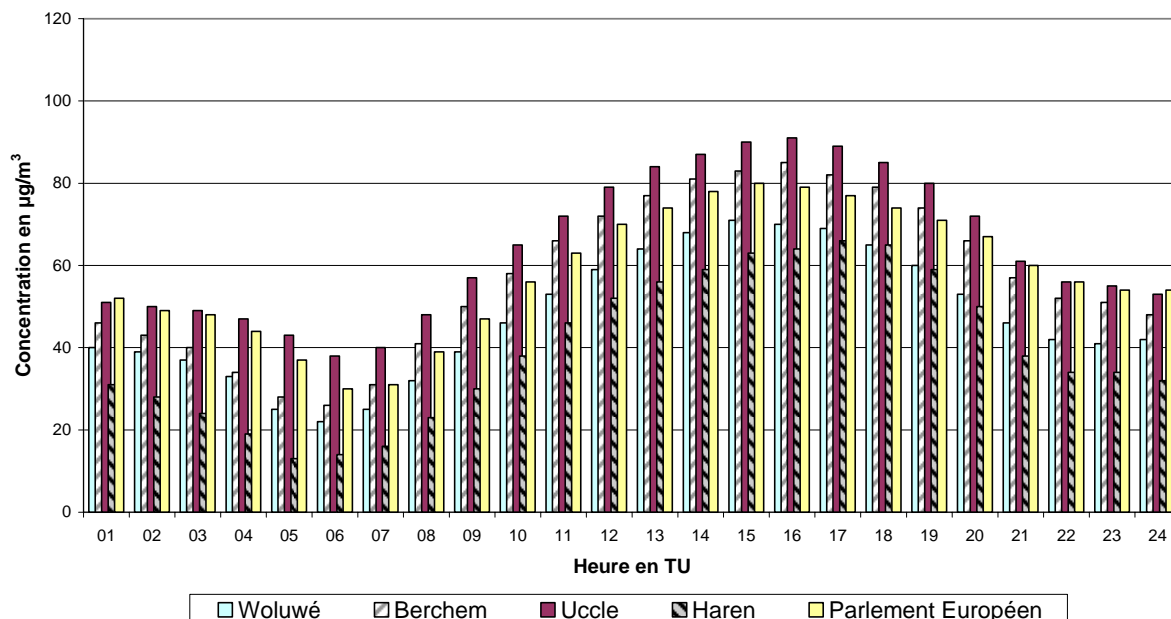


Fig. 8 : Évolution journalière moyenne des concentrations en O₃ durant la période *mai-août 2008*

NO₂ - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
 Comparaison différents POSTES de MESURE - TOUS LES JOURS
 Période ESTIVALE : MAI - AOÛT 2008

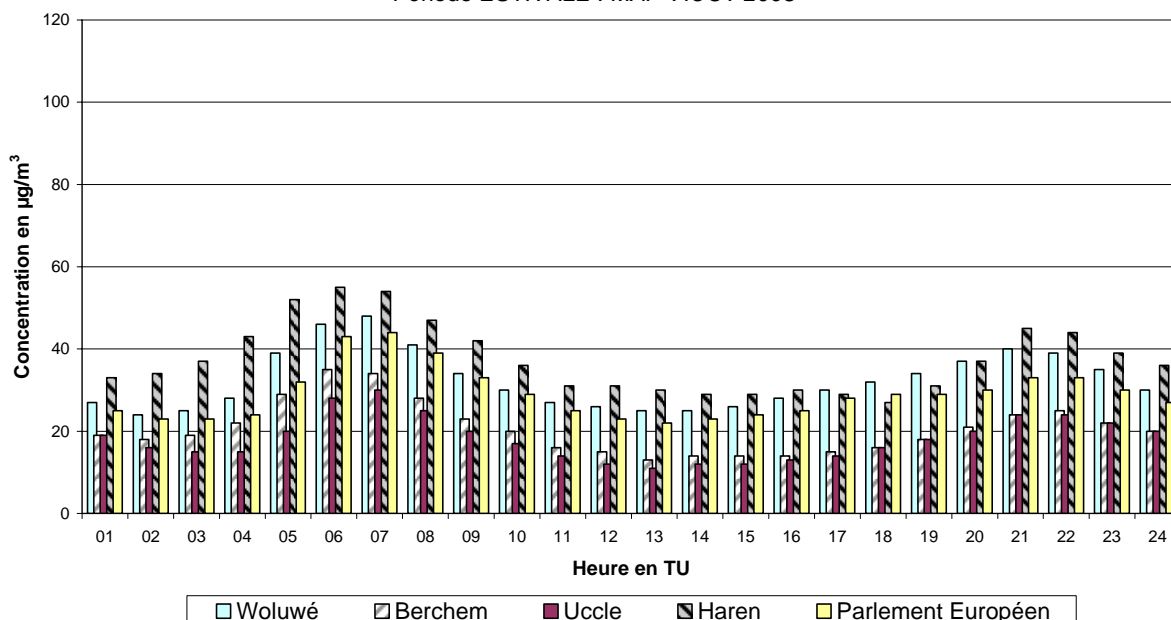


Fig. 9 : Évolution journalière moyenne des concentrations en NO₂ durant la période *mai-août 2008*

[O₃ + NO₂] - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
 Comparaison différents POSTES de MESURE - TOUS LES JOURS
 Période ESTIVALE : MAI - AOUT 2008

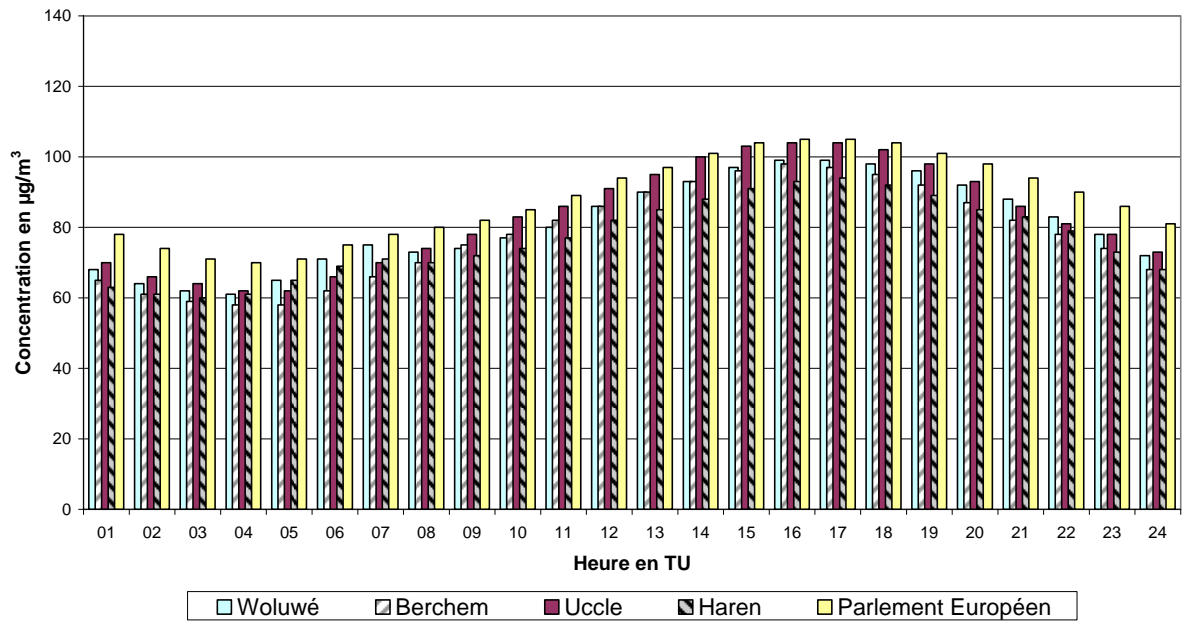


Fig. 10 : Évolution journalière moyenne des concentrations en [O₃ + NO₂], exprimées en équivalent O₃, durant la période mai – août 2008

8 NORMES pour l'OZONE – Directive 2002/3/CE

La nouvelle directive ozone, longtemps attendue, a été publiée le 12 février 2002 et déjà été transposée le 18 avril 2002 en arrêté de la Région de Bruxelles-Capitale.

Cette directive a pour objet :

- d'établir des objectifs à long terme, des valeurs cibles, un seuil d'alerte et un seuil d'information pour les concentrations d'ozone dans l'air ambiant au sein de la Communauté, conçus pour éviter, prévenir ou réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement dans son ensemble;
- de garantir que des méthodes et des critères communs sont employés pour évaluer les concentrations d'ozone et, le cas échéant, les précurseurs de l'ozone (oxydes d'azote et composés organiques volatils) dans l'air ambiant dans les États membres;
- de garantir que des informations adéquates sont obtenues sur les niveaux d'ozone dans l'air ambiant et qu'elles sont mises à la disposition du public;
- de garantir que, en ce qui concerne l'ozone, la qualité de l'air ambiant est préservée lorsqu'elle est bonne et améliorée dans les autres cas;
- de promouvoir une coopération accrue entre les États membres en ce qui concerne l'abaissement des concentrations d'ozone, l'utilisation du potentiel offert par les mesures transfrontalières et l'accord sur ces mesures.

La directive sur l'ozone ne prévoit pas de valeur limite (limit value), mais une "valeur cible" (target value) : un niveau fixé dans le but d'éviter à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre là où c'est possible sur une période donnée.

Outre la valeur cible, d'autres valeurs sont également données comme "objectif à long terme": une concentration d'ozone dans l'air ambiant en dessous de laquelle, selon les connaissances scientifiques actuelles, des effets nocifs directs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement dans son ensemble sont peu probables. Lorsque cela n'est pas faisable rapidement par des mesures proportionnées, cet objectif doit être atteint à long terme, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Le "seuil d'alerte" est spécifié comme: un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de toute la population et à partir duquel les États membres prennent immédiatement des mesures conformément aux articles 6 (*information du public*) et 7 (*plans d'action à court terme*) de la directive.

Le "seuil d'information" : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population et à partir duquel des informations actualisées sont nécessaires.

Les valeurs définies sont reproduites dans les **tableaux I, II et III**.

Tableau I : Valeurs cibles pour l'Ozone (O₃)

Protection	Valeur d'appréciation	Valeur cible	Nombre de dépassements autorisés	Date limite pour atteindre la valeur cible dans la mesure du possible.
Santé humaine	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, (calculée sur base de valeurs glissantes sur 8 heures)	120 µg/m ³	25 par an (en moyenne sur 3 ans)	2010 (*)
Végétation	AOT40, (calculée sur les valeurs sur 1h pour la période mai – juillet)	18.000 µg/m ³ .h (en moyenne sur 5 ans)		2010 (*)

(*) 2010 : première année dont les données seront utilisées pour calculer la conformité sur 3 ou 5 ans

Tableau II : Objectif à long terme pour l'Ozone (O₃)

Protection	Valeur d'appréciation	Objectif à Long Terme	Date pour le respect de l'objectif
Santé humaine	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures pendant une année civile, (calculée sur base des valeurs glissantes sur 8 heures)	120 µg/m ³	date cible 2020
Végétation	AOT40, (calculée sur les valeurs sur 1h pour la période mai – juillet)	6.000 µg/m ³ .h	date cible 2020

Tableau III : Seuil d'information et seuil d'alerte pour l'Ozone (O₃)

Seuil	Période	Valeur seuil
Seuil d'information	Moyenne sur 1 heure	180 µg/m ³
Seuil d'alerte	Moyenne sur 1 heure (*)	240 µg/m ³

(*) Pour la mise en œuvre de l'article 7 (plans d'actions à court terme), le dépassement du seuil doit être mesuré ou prévu pendant trois heures consécutives.

L'article 7, paragraphe 1 spécifie que des plans d'action seront établis aux niveaux administratifs appropriés indiquant les mesures spécifiques à prendre à court terme pour des zones où existe un risque de dépassement du seuil d'alerte, s'il existe un potentiel significatif de réduction de ce risque ou de réduction de la durée et de la gravité d'un dépassement du seuil d'alerte. Lorsqu'il apparaît qu'il n'y a pas de potentiel élevé de réduction du risque, de la durée ou de la gravité d'un dépassement dans les zones pertinentes, les États membres sont exemptés de ces dispositions.

Pratique du seuil d'information :

180 µg/m³ en tant que valeur moyenne sur 1 h

A partir de ce seuil, des effets cumulatifs passagers sur la santé apparaissent auprès d'une partie restreinte de la population, notamment les personnes particulièrement sensibles. Dans la pratique, les messages téléphoniques quotidiens de Bruxelles Environnement - IBGE (répondeurs téléphoniques) préviennent des éventuels dépassements de ce seuil par les concentrations de pointe en O₃.

Via les messages et les communiqués de presse, la population et principalement les personnes sensibles à cette forme de pollution de l'air (entre autres : les enfants, personnes âgées, personnes atteintes de problèmes respiratoires, etc..) sont invitées à s'abstenir d'efforts physiques inhabituels en plein air de 12:00 à 20:00 h. De manière générale, on déconseille les efforts physiques soutenus (p. ex. jogging) durant cette période.

Depuis la période estivale 1996, le message téléphonique communique d'abord l'indice général de la pollution atmosphérique. Chaque jour, la qualité de l'air est indiquée par un seul chiffre dans une échelle de **1** à **10** et l'appréciation qualitative qui s'y rapporte: d'"excellent" (indice 1) à "exécrable" (indice 10). Cet indice et des informations supplémentaires sont publiés sur le site de Bruxelles Environnement - IBGE (<http://www.ibgebim.be>).

Autres sources d'information : La cellule interrégionale (CELINE) diffuse chaque matin un tableau des valeurs de mesure de O₃ de la journée précédente, mesurée dans les postes de mesure des trois régions.

Cette information (sur Internet <http://www.irceline.be>) est complétée par une prévision des concentrations d'ozone attendues pour l'après-midi et le lendemain. Les prévisions se basent sur les résultats du modèle prévisionnel SMOGSTOP. Depuis l'été 1998 les concentrations mesurées le jour même sont également communiquées et réactualisées toutes les heures. De plus, un historique des données sur l'ozone et de plus amples informations sont disponibles (nombre de jours avec dépassement des valeurs, AOT40, etc..). Le site est très convivial et est en perpétuelle amélioration.

AOT :

AOT signifie “Accumulated exposure Over a Treshold”. L'AOT40 est la somme des surplus au-delà du seuil de 40 ppb d'ozone (= 80 µg/m³ O₃ à 293 K et 1013 hPa). L'AOT40 pour la protection de la végétation est calculé sur la base des concentrations moyennes horaires d'O₃ durant la période du “1^{er} mai au 31 juillet” (saison de croissance). Le calcul se fait pour les périodes entre “8:00 h et 20:00 h, heure de l'Europe Centrale (CET)”. Cette période correspond à “7:00 à 19:00 h TU”.

Cette exposition cumulative au-delà de 40 ppb d'ozone (soit 80 µg/m³) est calculée comme suit : on examine si les valeurs horaires d'O₃ sont supérieures à 80 µg/m³ et on fait la somme de tous les surplus positifs. Le surplus au-delà de 80 µg/m³ est de 35 µg/m³ pour une valeur horaire d'O₃ de 115 µg/m³ et de 0 µg/m³ pour une valeur horaire d'O₃ de 55 µg/m³.

Le principe du calcul de l'AOT40 est illustré à la figure 11, où les surplus positifs au-delà de 80 µg/m³ entre 8 h et 20 h CET sont en foncé.

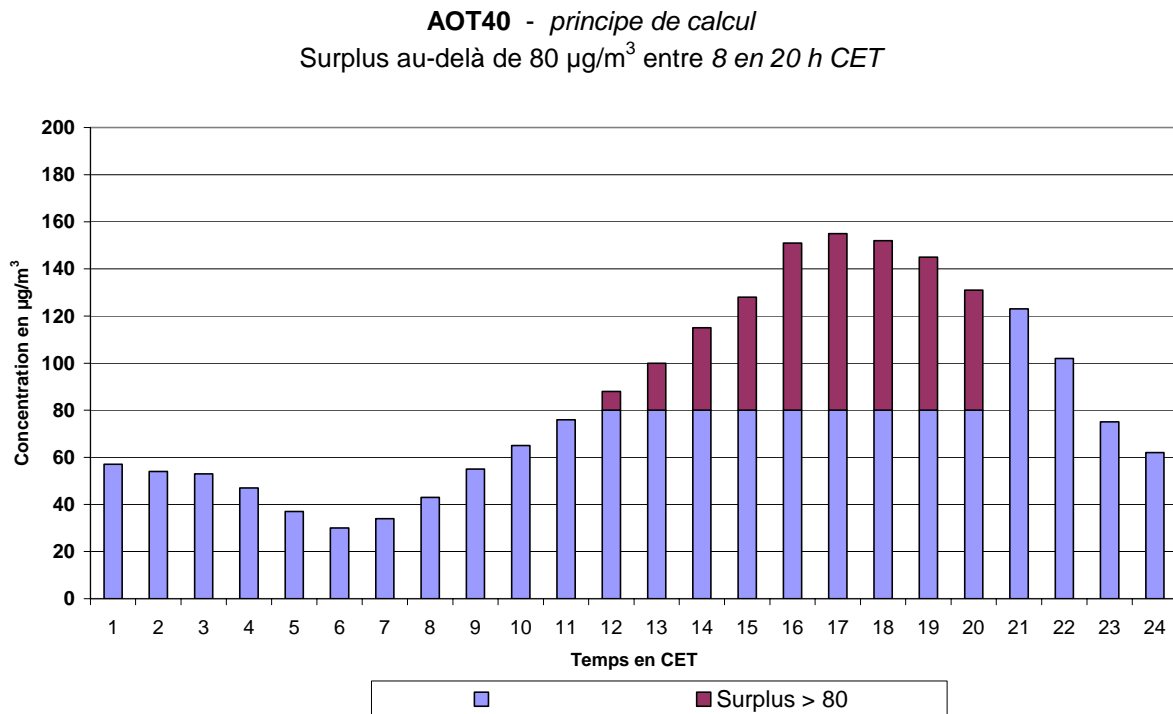


Fig. 11 : AOT40 : Représentation de surplus au-delà de 80 µg/m³ entre 8:00 et 20:00 h CET

Normalement pour une période de mesures, p. ex. mai- juillet, la série de données n'est jamais complète. Pour l'évaluation de l'AOT40, au moins 90% des données horaires doit être validées. La valeur AOT mesurée est alors adaptée pour une disponibilité à 100% des données :

$$AOT40_{\text{(calculé)}} = AOT40_{\text{(mesuré)}} * [\text{nombre d'heures total}]/[\text{nombre d'heures de mesure}]$$

9 DÉPASSEMENTS des SEUILS pour l'OZONE selon la directive 2002/3/CE

9.1 Valeur cible pour la Santé publique – $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme 8-HrMax

Valeur cible pour la santé publique : maximum 25 jours par an, moyenné sur 3 années-calendrier, avec une valeur maximale sur 8 heures supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur cible devra être atteinte en 2010. Autrement dit, 2010 sera la première année dont les données seront utilisées pour calculer la conformité sur la période des 3 années suivantes (2010-2012).

La directive propose comme objectif à long terme, à partir de 2020 (date cible), plus aucun dépassement du seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en tant que valeur maximale sur 8 heures.

Les moyennes sur 8 heures sont calculées heure par heure. Selon la directive la valeur maximale sur 8 heures ne peut être considérée comme valide si au moins 75% des moyennes sur 8 heures (calculées heure par heure) soient disponibles. L'application stricte de ce règle fait que les valeurs calculées sur les années précédentes et reprises dans les deux tableaux suivants, puissent être légèrement différentes que celles mentionnées dans les rapports précédentes.

Évolution et comparaison du nombre de dépassements du seuil de 120 µg/m³ (valeur cible) en ozone en tant que maximum journalier de la moyenne sur 8 heures durant les périodes estivales de 1986 à 2008 inclus :

- tableau avec le nombre de jours par an (**Nd-8HrMax**)
- tableau avec le nombre de jours par an, moyenné sur 3 ans (**Nd-3Yr-8HrMax**)

Nd-8HrMax : nombre de jours par an avec
valeur maximale sur 8 heures supérieure à 120 µg/m³

Période : Année calendrier (1986-2007) - **[2008] : janvier - septembre**

Dépassements par poste de mesure et globalement en Région de Bruxelles-Capitale

Année	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	RBC nd-8hmax
1986					(5)			5
1987					(7)			7
1988					(1)			1
1989					32			32
1990					21			21
1991					12			12
1992					16			16
1993				12	19			19
1994				27	28		(17)	32
1995				40	40		23	43
1996				16	15		11	18
1997				28	25		8	31
1998	(7)			16	13		5	17
1999	7			19	26	(11)	4	27
2000	6	(0)		10	14	1	3	14
2001	16	10	(0)	27	26	18	(0)	28
2002	7	7	9	12	12	7	2	14
2003	21	26	32	39	38	25	19	45
2004	5	9	8	17	21	8	12	22
2005	8	12	10	16	17	8	5	19
2006	21	--	29	33	35	18	16	36
2007	3	--	6	11	16	6	2	16
[2008]	[1]	[20]	[12]	[22]	[22]	[9]	[7]	[23]

() : moins de 90% des données disponibles

Les mesures d'ozone à Bruxelles commencent en 1986. Les millésimes avec étés riches en ozone durant cette période sont 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 et 2006. Le plus grand nombre de jours avec dépassement (**Nd-8HrMax**) de la valeur maximale sur 8 heures a été relevé en 2003 (45 jours avec dépassement), suivi par 1995 (43), 2006 (36), 1989 (32) et 1994 (32).

Toutes les années avec un temps estival excellent et ensoleillé durant les mois de juillet ou août, ont plus de 25 jours de dépassement. Apparemment le nombre de dépassements est plus limité pour les périodes estivales avec un temps modéré au cours de ces deux mois.

Cette année (2008) il y a eu 23 jours de dépassement jusque fin septembre.

**Nd-3Yr-8HrMax: nombre de jours par an, moyenné sur 3 ans,
avec valeur maximale sur 8 heures supérieure à 120 µg/m³**

Période : Année calendrier (1986-2007) - **[2008] : janvier - septembre**

Dépassements par poste de mesure et globalement en Région de Bruxelles-Capitale

Période	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	RBC Nd-3Yr-8HrMax
1986 - 1988					(4)			
1987 - 1989					13			
1988 - 1990					18			
1989 - 1991					22			22
1990 - 1992					16			16
1991 - 1993					16			16
1992 - 1994					21			22
1993 - 1995				26	29			31
1994 - 1996				28	28		17	31
1995 - 1997				28	27		14	31
1996 - 1998				20	18		8	22
1997 - 1999				21	21		6	25
1998 - 2000	7			15	18		4	19
1999 - 2001	10			19	22	10	(2)	23
2000 - 2002	10			16	17	9		19
2001 - 2003	15	14		26	25	17		29
2002 - 2004	11	14	16	23	24	13	11	27
2003 - 2005	11	16	17	24	25	14	12	29
2004 - 2006	11	10	16	22	24	11	11	26
2005 - 2007	11	--	15	20	23	11	8	24
[2006 - 2008]	[8]	[--]	[16]	[22]	[24]	[11]	[8]	[25]

Sur les trois dernières périodes estivales (2006-2007-2008) dans aucun poste de la Région le nombre de 25 jours de dépassements n'a été dépassé.

Le nombre moyen de jours avec dépassement sur plus long terme (1989-2008) pour la totalité de la Région, où les résultats des différents postes ont été groupés, est égale à 25.

Cet année le plus grand nombre de dépassements a été constaté au mois de mai (12 jours), suivi par le mois de juillet (8 jours). Durant le mois d'août 2008 aucun dépassement de la valeur cible de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en tant que valeur maximale sur 8 heures, n'a été constaté. Ceci ne fut rarement le cas depuis le début des mesures d'ozone à Bruxelles. Le nombre élevé de dépassements au mois de mai est également exceptionnel.

Moyenné sur 3 ans, le nombre de jours avec dépassement varie entre 20 et 30. Deux périodes estivales moyennement riches en ozone, ou un été très riche sur trois ans, entraînent un dépassement de la valeur moyenne de 25 jours avec dépassement de seuil, valeur cible à partir de 2010. Les figures 12 et 13 représentent l'évolution du nombre de jours avec dépassement par an (**Nd-8HrMax**) et de la moyenne sur 3 ans (**Nd-3Yr-8HrMax**), respectivement pour les postes de mesure situés à Uccle et à Berchem. L'évolution du nombre de dépassement pour la Région (toutes les données ozone considérées comme appartenantes à un seul poste) est représentée à la figure 14.

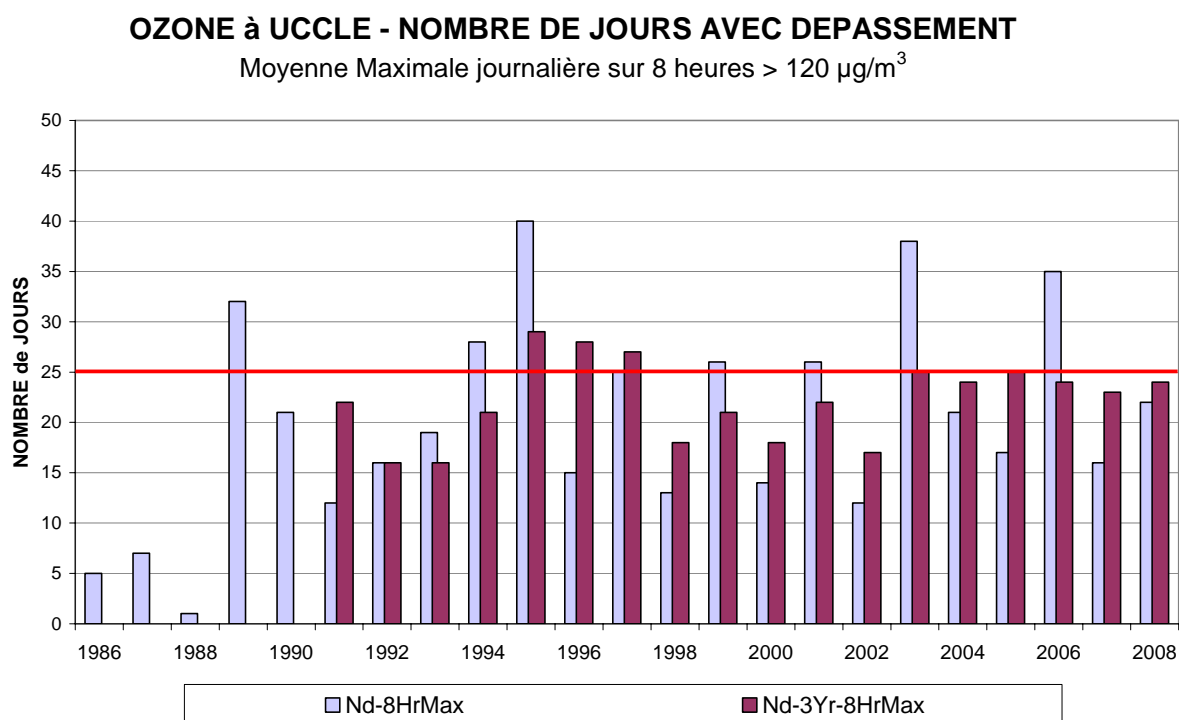


Fig. 12: Ozone – évolution du nombre de jours avec dépassement à Uccle. Valeur cible pour la Santé Publique. Valeur maximale sur 8 heures > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Période : Janvier – Décembre (1986-2007). [2008] : Janvier - Septembre

OZONE à BERCHEM - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Moyenne Maximale journalière sur 8 heures > 120 µg/m³

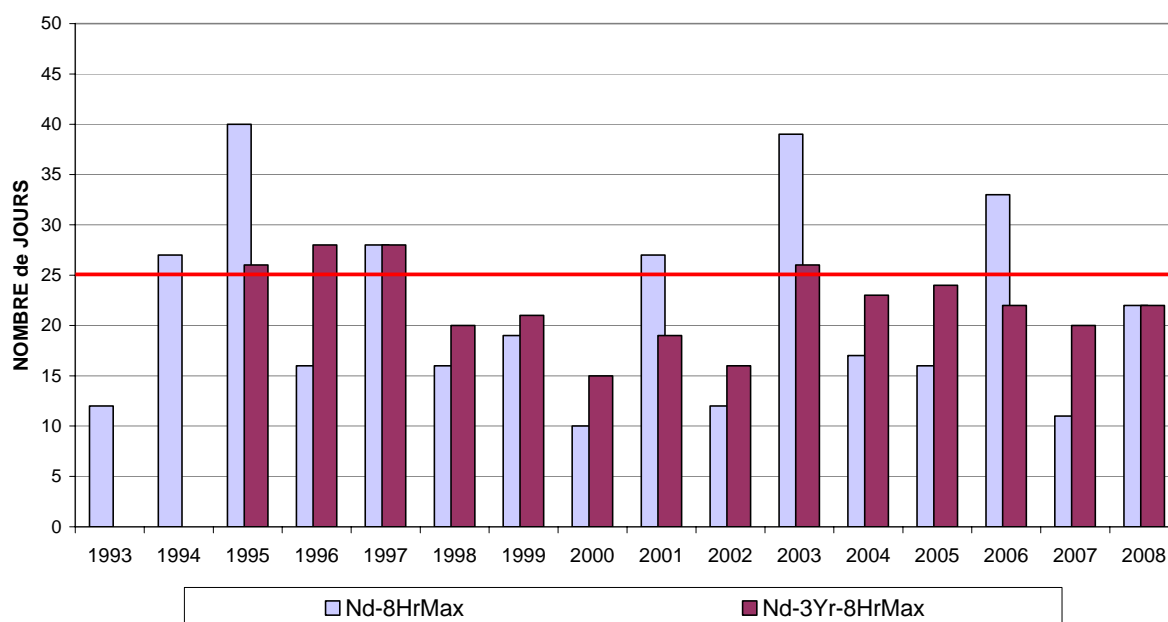


Fig. 13: Ozone – évolution du nombre de jours avec dépassement à Berchem. Valeur cible pour la Santé Publique. Valeur maximale sur 8 heures > 120 µg/m³. Période : Janvier – Décembre (1986-2007). [2008] : Janvier - Septembre

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Moyenne Maximale journalière sur 8 heures > 120 µg/m³
REGION de BRUXELLES-CAPITALE

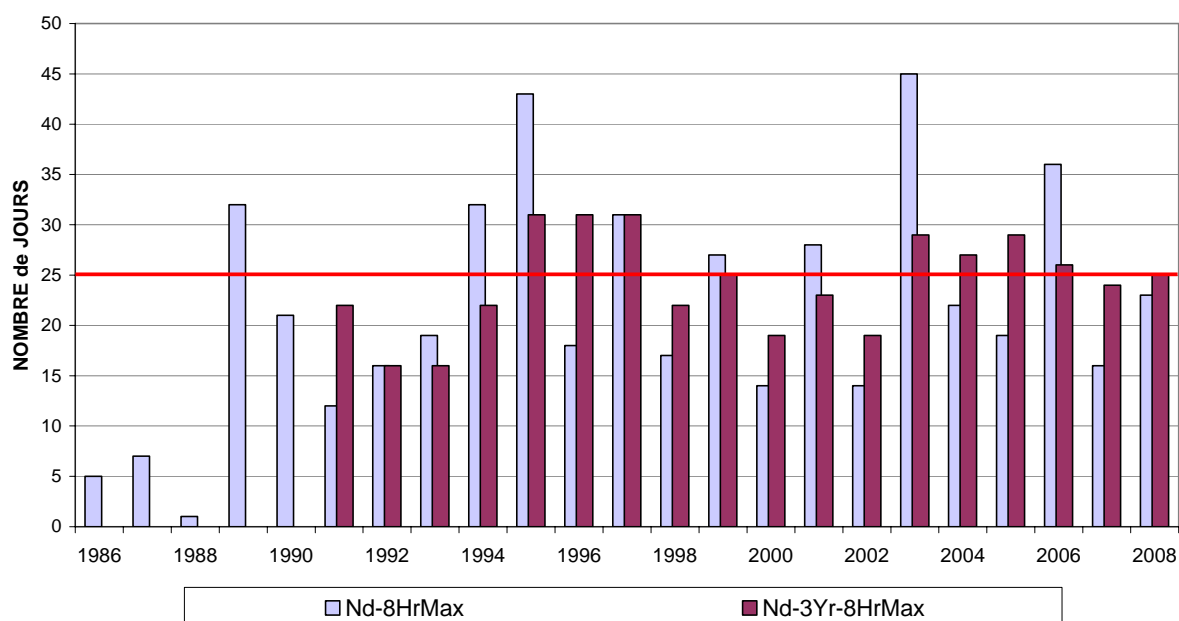


Fig. 14: Ozone – évolution du nombre de jours avec dépassement dans la Région. Valeur cible pour la Santé Publique. Valeur maximale sur 8 heures > 120 µg/m³. Période : Janvier – Décembre (1986-2007). [2008] : Janvier - Septembre

9.2 Valeur cible pour la Végétation – $AOT40-MJ \leq 18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$

La directive sur l'O₃ donne également une valeur cible pour la protection de la végétation : l'AOT40 calculé (l'AOT40 mesuré et corrigé à 100%) dans la période de mai à juillet, entre 8 et 20 h, heure d'Europe centrale, et moyenné sur 5 ans, ne peut être supérieur à **18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$** . La valeur cible devra être atteinte en 2010. Autrement dit, 2010 sera la première année dont les données seront utilisées pour calculer la conformité sur la période des 5 années suivantes (2010-2011-2012-2013-2014).

Dans ce cas-ci il s'agit de l'AOT40 pendant les heures de clarté (intensité lumineuse > 50 W/m² – photosynthèse). L'objectif à plus long terme [date cible 2020] est un AOT40 qui ne dépasserait pas **6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$** .

Cette exposition au-dessus de 40 ppb (= 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est calculée comme suit : pour la période considérée '1^{er} mai – 31 juillet', pour chaque valeur horaire de l'O₃ supérieure à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, on fait la somme de tous les soldes positifs. Dans ce cas, le solde est la partie au-dessus du seuil de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; soit 35 pour une valeur horaire de 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 0 pour une valeur horaire de 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **L'AOT40 mesuré** n'est accepté que si au moins 90% des valeurs horaires sont disponibles. Par après l'AOT40 mesuré est corrigé pour une disponibilité de 100% des valeurs horaires :

$$AOT40_{\text{(calculé)}} = AOT40_{\text{(mesuré)}} * (\text{nombre total d'heures} / \text{nombre de valeurs horaires disponibles})$$

Il y a un lien entre l'**AOT40-MJ** (mai-juillet) ainsi calculé et le rendement moyen des terres agricoles et des prairies. Pour les dégâts aux forêts, un niveau **AOT40-AS** (avril-septembre) est calculé pendant une période de 6 mois, soit d'avril à septembre. La valeur cible de l'AOT40 calculé pour cette période est de 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$.

Les niveaux AOT40-MJ sont énumérés dans les tableaux IV.a et IV.b, respectivement par année et en moyenne sur 5 ans. Par analogie les tableaux V.a et V.b reprennent les niveaux de l'AOT40-AS. Le pourcentage de données disponibles est repris dans les tableaux IV.c et V.c.

L'évolution des niveaux AOT40-MJ et AOT40-AS, observés dans certains postes de mesures, est représentée graphiquement aux figures 15 et 16.

Tableau IV.a : AOT40-MJ par Année
AOT40 calculé pour 100% de disponibilité de données
AOT40-MJ : Période **MAI – JUILLET** (8-20 h d'Europe centrale)
[AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]

Année	AOT40_Mai - Juillet						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					8.730		
1987					7.008		
1988					3.529		
1989					28.395		
1990					18.453		
1991					7.186		
1992					13.898		
1993				8.174	11.599		
1994				23.489	24.292		15.817
1995				20.299	24.857		12.540
1996				12.189	12.375		7.207
1997				12.212	9.646		3.752
1998	5.801			10.090	9.733	951	3.956
1999	8.286			13.666	17.440	8.911	5.268
2000	3.929	0		7.512	7.797	2.333	2.847
2001	7.538	7.106	0	14.130	15.628	10.586	--
2002	4.945	5.154	6.762	7.674	8.825	4.529	1.606
2003	9.531	12.227	14.156	16.004	18.991	9.772	8.409
2004	3.563	4.823	5.485	6.781	9.039	3.471	5.701
2005	8.702	10.221	9.417	12.207	13.994	7.430	6.396
2006	15.894	--	17.720	23.897	25.041	14.055	13.055
2007	2.852	--	5.716	6.168	8.100	4.191	1.873
2008	6.860	12.110	10.342	14.248	16.995	7.420	7.964

Série de données incomplète – début ou reprise des mesures

Disponibilité des données inférieure à 90%

Pour l'AOT40-MJ des valeurs supérieures à $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ sont relevées uniquement dans les postes de mesure d'Uccle (R012) et Berchem-Ste-Agathe (B011). Les valeurs les plus élevées à Uccle ont été relevées pendant les périodes estivales riches en ozone de 1989 (28.395), 1995 (24.857), 2006 (25.041), 1994 (24.292) et 2003 (18.991).

Pour l'été de 2008, les valeurs de l'AOT40-MJ (période mai – juillet) notées à Uccle et Berchem, s'élèvent respectivement à 16.995 et $14.248 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$.

Tableau IV.b : AOT40-MJ en moyenne sur 5 ans

AOT40-MJ : Période **MAI – JUILLET** (8-20 h d'Europe centrale)

[AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$]

Période	AOT40_Mai – Juillet						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986 - 1990					13.223		
1987 - 1991					12.914		
1988 - 1992					14.292		
1989 - 1993					15.906		
1990 - 1994					15.086		
1991 - 1995					16.366		
1992 - 1996					17.404		
1993 - 1997				15.273	16.554		
1994 - 1998				15.656	16.181		8.654
1995 - 1999				13.691	14.810		6.545
1996 - 2000				11.134	11.398		4.606
1997 - 2001				11.522	12.049		3.165
1998 - 2002	6.100			10.614	11.885		2.735
1999 - 2003	6.846			11.797	13.736	7.226	3.626
2000 - 2004	5.901	5.862		10.420	12.056	6.138	3.713
2001 - 2005	6.856	7.906	7.164	11.359	13.295	7.158	4.422
2002 - 2006	8.527	8.106	10.708	13.313	15.178	7.851	7.033
2003 - 2007	8.108	9.090	10.499	13.011	15.033	7.784	7.087
2004 - 2008	7.574	9.051	9.736	12.660	14.634	7.313	6.998

Moyenne sur 3 ans (dans une période de 5 ans)

En moyenne sur 5 ans, dans aucun des postes de mesure, on ne relève de valeur de l'AOT40-MJ supérieure à $18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$. Des valeurs inférieures à l'objectif à long terme, à savoir $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$, sont pour l'instant loin d'être accessibles dans les postes de mesure d'Uccle (R012) et de Berchem-Ste-Agathe (B011).

Tableau IV.c : %-données disponibles pour la mesure de l' AOT40-MJ

% -données disponibles pour la mesure de l' AOT40_Mai - Juillet							
Année	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					76		
1987					77		
1988					81		
1989					83		
1990					43		
1991					76		
1992					81		
1993				88	90		
1994				80	77		69
1995				87	91		81
1996				78	82		93
1997				73	90		85
1998	91			89	88	29	95
1999	98			98	97	98	96
2000	98	0		94	98	76	91
2001	93	97	0	94	92	96	--
2002	96	98	97	96	98	99	91
2003	95	98	98	98	94	98	98
2004	98	98	97	97	96	98	79
2005	97	98	98	98	97	95	95
2006	96	0	98	98	98	98	93
2007	98	0	82	97	98	94	96
2008	98	98	97	99	98	92	95

Série de données incomplète – début ou reprise des mesures

Disponibilité des données inférieure à 90%

Tableau V.a : AOT40-AS par Année
AOT40 calculé pour 100% de disponibilité de données

AOT40-AS : Période **AVRIL – SEPTEMBRE** (8-20 h d'Europe centrale)

[AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$]

	AOT40_Avril - Septembre						
Année	R001	B004	B006	B011	R012	N043	W011
1986					11.566		
1987					12.134		
1988					8.259		
1989					33.131		
1990					35.490		
1991					15.276		
1992					17.589		
1993				10.699	16.784		
1994				26.775	29.595		17.272
1995				33.067	38.377		26.028
1996				18.203	17.370		10.749
1997	1.036			28.727	22.517		10.106
1998	7.814			14.559	14.551	1.735	5.748
1999	9.627			19.498	25.971	12.000	7.559
2000	5.843	0		11.333	13.288	3.365	3.930
2001	10.981	9.602	0	19.435	21.665	13.667	--
2002	7.298	8.277	10.472	12.107	14.153	7.620	3.609
2003	20.001	24.166	27.892	31.767	37.379	20.136	17.220
2004	7.441	10.537	11.776	15.540	19.325	8.086	11.863
2005	10.516	12.933	12.695	16.386	18.730	8.672	8.033
2006	16.646	--	19.617	26.485	28.489	14.821	13.242
2007	5.751	--	10.240	12.418	16.307	7.675	4.725
2008	7.897	13.358	12.176	17.275	20.478	7.727	8.516

Série de données incomplète – début ou reprise des mesures

Disponibilité des données inférieure à 90%

Des valeurs supérieures à $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ pour l'AOT40-AS sont relevées uniquement dans les postes de mesure d'Uccle (R012) et de Berchem-Ste-Agathe (B011).

Les valeurs les plus élevées à Uccle ont été relevées en 1995 (38.377), 2003 (37.379), 1990 (35.490), 1989 (33.131), 1994 (29.595), 2006 (28.489), 1999 (25.971), 1997 (22.517) et 2001 (21.665).

Tableau V.b : AOT40-AS en moyenne sur 5 ans

AOT40-AS : Période **AVRIL – SEPTEMBRE** (8-20 h d'Europe centrale)

[AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]

Période	AOT40_Avril - Septembre						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986 - 1990					20.116		
1987 - 1991					20.858		
1988 - 1992					21.949		
1989 - 1993					23.654		
1990 - 1994					22.947		
1991 - 1995					23.524		
1992 - 1996					23.943		
1993 - 1997				23.494	24.929		
1994 - 1998				24.266	24.482		13.981
1995 - 1999				22.811	23.757		12.038
1996 - 2000				18.464	18.739		7.618
1997 - 2001	7.060			18.710	19.598		5.469
1998 - 2002	8.313			15.386	17.926	7.677	4.169
1999 - 2003	10.750			18.828	22.491	11.358	6.464
2000 - 2004	10.313	10.516		18.036	21.162	10.575	7.324
2001 - 2005	11.247	13.103	12.567	19.047	22.250	11.636	8.145
2002 - 2006	12.380	13.978	16.490	20.457	23.615	11.867	10.793
2003 - 2007	12.071	15.879	16.444	20.519	24.046	11.878	11.017
2004 - 2008	9.650	12.276	13.301	17.621	20.666	9.366	9.276

Moyenne sur 3 ans (dans une période de 5 ans)

A l'exception des étés moins chauds (p.ex. 2007, 2002, 2000 et 1998) la valeur de $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ pour l'AOT40-AS (période 'avril - septembre') est généralement approchée ou dépassée dans les postes de mesure d'Uccle (R012) et Berchem-Ste-Agathe (B011).

Tableau V.c : %-données disponibles pour la mesure de l' AOT40-AS

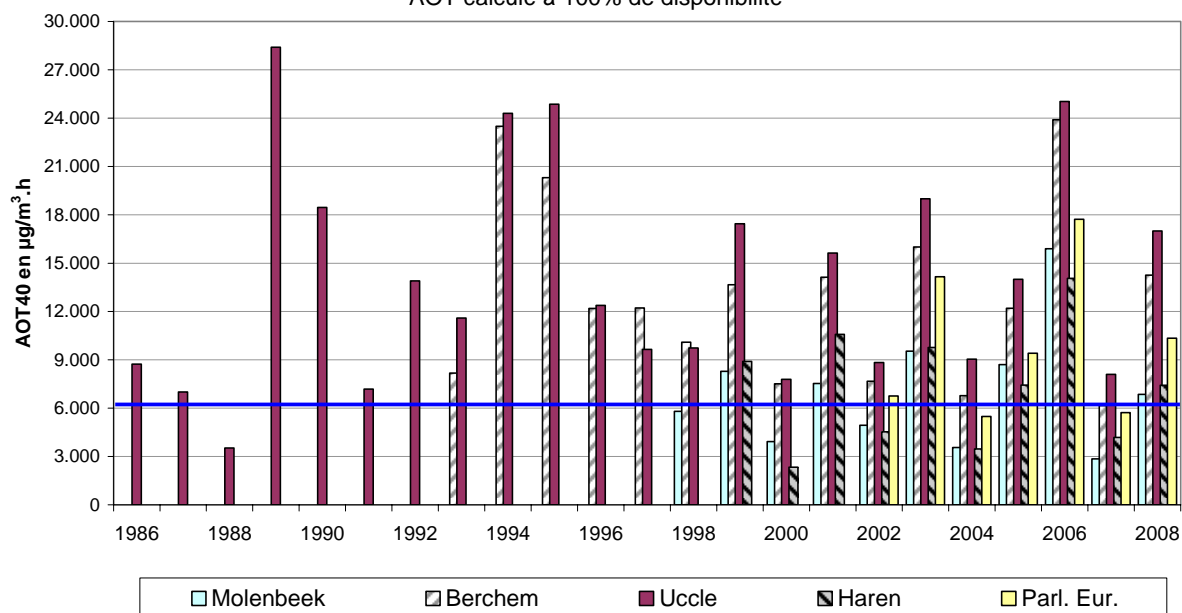
% -données disponibles pour la mesure de l' AOT40_Avril - Septembre							
Année	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					80		
1987					66		
1988					72		
1989					82		
1990					54		
1991					72		
1992					80		
1993				89	85		
1994				82	79		73
1995				89	86		70
1996				79	85		92
1997	8			79	88		84
1998	89			90	91	44	93
1999	95			97	95	98	94
2000	95	0		91	97	86	92
2001	93	93	8	96	95	96	--
2002	96	98	96	93	96	97	89
2003	93	98	97	98	91	96	96
2004	97	97	96	96	97	94	88
2005	97	96	97	96	95	90	97
2006	97	0	97	98	98	98	95
2007	98	0	90	97	98	96	97
2008	98	98	97	95	98	94	96

Série de données incomplète – début ou reprise des mesures

Disponibilité des données inférieure à 90%

OZONE - AOT40-MJ - par Année

Période : MAI - JUILLET - 8-20 h de l'Europe Centrale
AOT calculé à 100% de disponibilité



OZONE - AOT40-MJ - en MOYENNE sur 5 ANS

Période : MAI - JUILLET - 8-20 h de l'Europe Centrale
AOT calculé à 100% de disponibilité

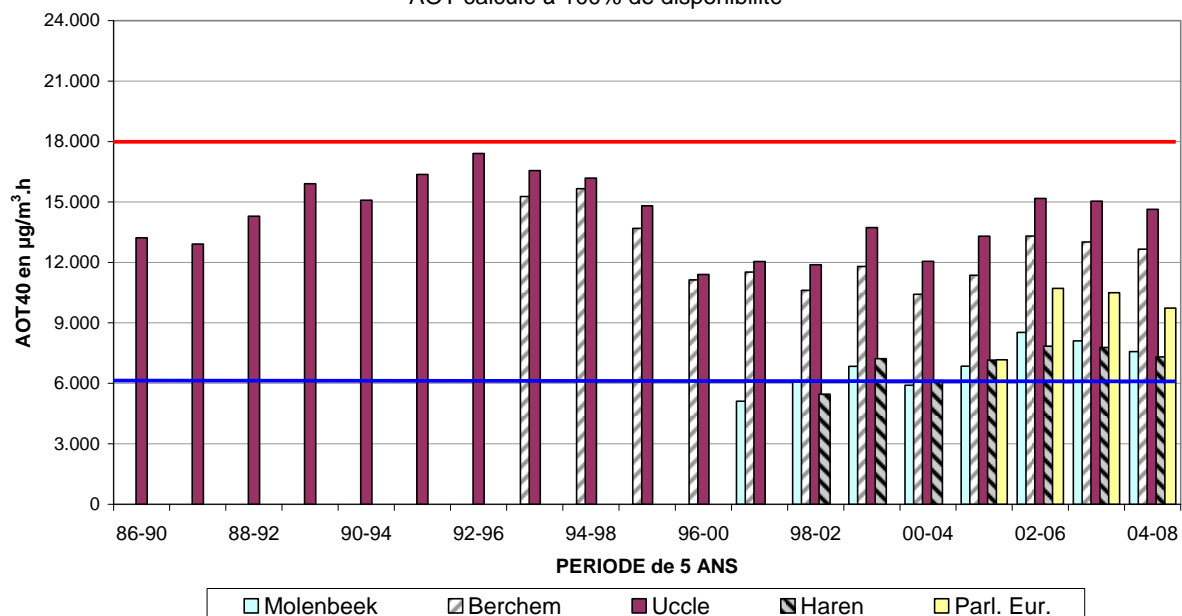
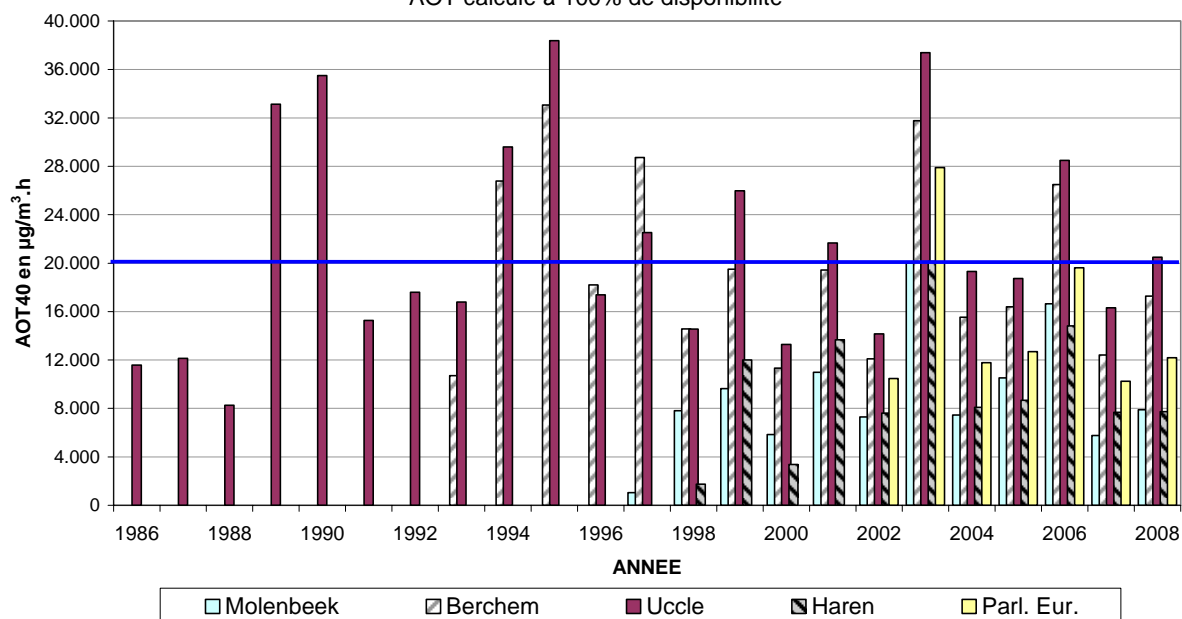


Fig. 15 : Évolution **AOT40-MJ** dans le temps (1986-2008)
AOT40 pour la période Mai – Juillet, 8-20 h d'Europe centrale
Résultats par an et moyenné sur 5 ans

AOT calculé à 100% de disponibilité des résultats

OZONE - AOT40-AS - par Année

Période : AVRIL - SEPTEMBRE - 8-20 h de l'Europe Centrale
AOT calculé à 100% de disponibilité



OZONE - AOT40-AS - en MOYENNE sur 5 ANS

Période : AVRIL - SEPTEMBRE - 8-20 h de l'Europe Centrale
AOT calculé à 100% de disponibilité

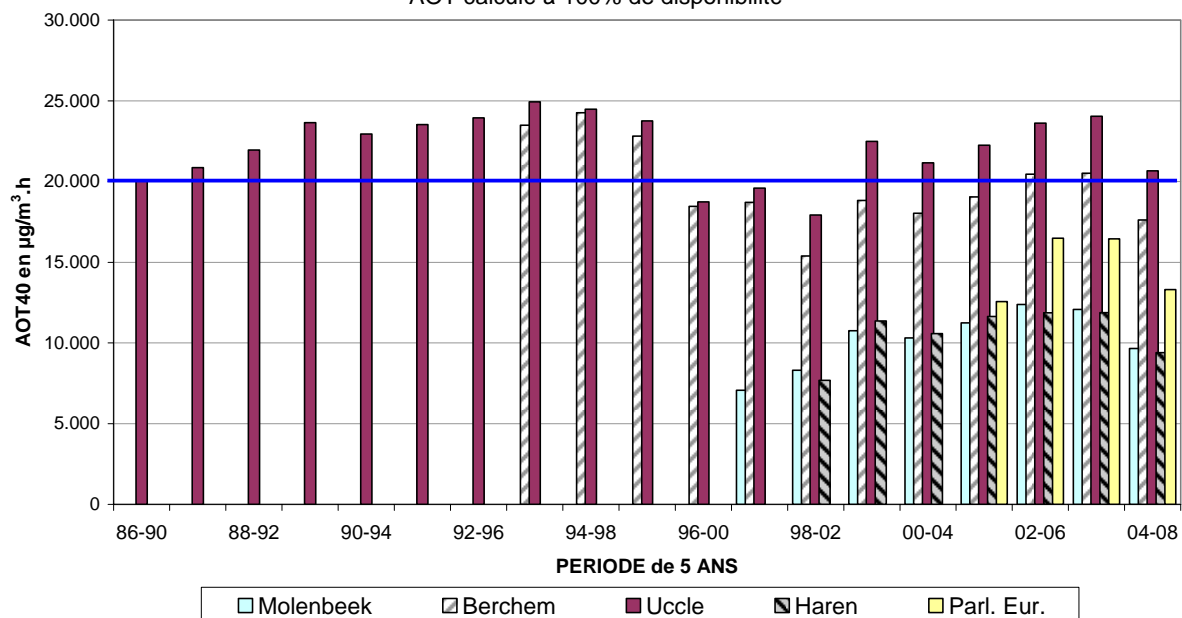


Fig. 16 : Évolution **AOT40-AS** dans le temps (1986-2008)
AOT40 pour la période Avril – Septembre, 8-20 h d'Europe centrale
Résultats par an et moyenné sur 5 ans

AOT calculé à 100% de disponibilité des résultats

9.3 Seuil d'information : 180 µg/m³ ozone en tant que valeur horaire

Le dépassement du seuil d'information à la population a été atteint deux jours durant la période « mai à août 2008 » dans la Région de Bruxelles-Capitale. Dans la même période mais pour les années 2007, 2006, 2005, 2004, 2003, 2002, 2001, 2000, '99, '98, '97, '96, 1995 et 1994, il y a eu respectivement 0, 9, 4, 4, 12, 2, 6, 1, 4, 4, 8, 2, 24 et 13 jours de dépassement. [En 2007 il y a eu bien 1 jour de dépassement au mois d'avril].

Pendant cet été, il y a eu pour le poste de mesure d'Uccle, 4 périodes horaires avec dépassement contre 4 périodes horaires en 2007 (en avril !!), 34 périodes horaires à Uccle en 2006, 21 en 2005, 12 en 2004, 53 en 2003, 6 en 2002, 11 périodes en 2001, 2 en 2000, 7 en '99, 13 en '98, 14 en '97, 3 en '96, 84 en 1995, 44 en 1994, 48 en 1990 et 41 périodes horaires en 1989.

Les dépassements de la période estivale 2008 sont mentionnés ci-après :

jour/date	poste de mesure	heure	concentration en O ₃	
Di 08/06/08	B006	Parlement Européen	14:00 h TU 201 µg/m ³	
	R012	Uccle	14:00 h TU 205 µg/m ³	
	WOL1	Woluwé-St.-Lamb.	14:00 h TU 194 µg/m ³	
Di 27/07/08	R001	Molenbeek	15:00 h TU 16:00 189 µg/m ³ 197	
	B004	Ste-Catherine	15:00 h TU 16:00 17:00 217 µg/m ³ 209 185	
	B011	Berchem-Ste-Ag.	16:00 h TU 185 µg/m ³	
	R012	Uccle	15:00 h TU 16:00 17:00 205 µg/m ³ 243 204	
	N043	Haren	15:00 h TU 210 µg/m ³	
	WOL1	Woluwé-St.-Lamb.	15:00 h TU	201 µg/m ³
			16:00	194

Évolution et comparaison du nombre de dépassements du seuil d'information de 180 µg/m³ en ozone en tant que valeur horaire durant les périodes estivales de 1986 à 2008 inclus.

Nombre de jours de dépassement du seuil de 180 µg/m³

Période : Année calendrier (1986-2007) - **[2008] : janvier - septembre**

Jours de dépassements par poste de mesure et globalement en Région de Bruxelles-Capitale (RBC)

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	RBC
1986					(1)			1
1987					(1)			1
1988					(0)			0
1989					12			12
1990					10			10
1991					3			3
1992					6			6
1993				(1)	7			7
1994				9	12		(6)	13
1995				19	20		14	24
1996				1	2		0	2
1997				8	4		0	8
1998	(0)			4	4		1	4
1999	0			4	2	(1)	0	4
2000	0	(0)		1	1	1	0	1
2001	0	0	(0)	3	5	2	(0)	6
2002	0	0	0	1	2	1	0	2
2003	4	7	8	11	11	9	5	12
2004	0	2	0	3	4	3	1	4
2005	2	2	2	3	4	1	2	4
2006	2	--	2	8	7	3	1	9
2007	0	--	0	1	1	1	0	1
[2008]	[1]	[1]	[1]	[1]	[2]	[1]	[2]	[2]

() : moins de 90% des données disponibles

Pendant la période estivale 2008 il y a eu 2 journées où le seuil d'information de 180 µg/m³, en tant que valeur horaire, a été dépassé. Ce nombre est comparable à ceux constatés pendant les étés pauvres en ozone comme 2007 (1 jour), 2002 (2 jours), 2000 (1 journée) et 1996 (2 jours).

Le nombre de dépassements est nettement plus basse que pendant certains étés riches en ozone tels que 1989 (12 jours), 1990 (10 jours), 1994 (13 jours), 1995 (24 jours), 2003 (12 jours) et 2006 (9 jours).

L'évolution graphique du nombre de jours avec dépassement du seuil d'information est représentée à la figure 17.

Nombre de périodes horaires de dépassement du seuil de 180 µg/m³

Période : Année calendrier (1986-2007) - **[2008] : janvier - septembre**

Dépassements par poste de mesure

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					(3)		
1987					(5)		
1988					(0)		
1989					41		
1990					48		
1991					8		
1992					14		
1993				(1)	26		
1994				40	44		(8)
1995				82	84		41
1996				1	3		0
1997				28	14		0
1998	(0)			19	13		1
1999	0			5	7	(2)	0
2000	0	(0)		5	2	1	0
2001	0	0	(0)	8	11	3	(0)
2002	0	0	0	2	6	2	0
2003	17	24	27	43	53	22	11
2004	0	4	0	12	12	6	2
2005	13	15	9	16	21	5	7
2006	6	--	6	37	34	7	2
2007	0	--	0	3	4	1	0
[2008]	[2]	[3]	[1]	[1]	[4]	[1]	[3]

() : moins de 90% des données disponibles

En comparaison avec les étés riches en ozone (1989, 1990, 1994, 1995, 2003 et 2006) il y a eu très peu de dépassements du seuil d'information en 2008.

9.4 Seuil d'Alerte: 240 µg/m³ ozone en tant que valeur horaire

Pendant l'été 2008 le seuil d'alerte, à savoir 240 µg/m³ comme valeur horaire (2002/3/EG), a été dépassé un seul jour en Région de Bruxelles-Capitale. Dans le passé il y a eu seulement des dépassements de cette valeur seuil pendant les étés riches en ozone des années 1994, 1995, 2003 et 2006.

Évolution et comparaison du nombre de dépassements du seuil de 240 µg/m³ en ozone en tant que valeur horaire durant les périodes estivales de 1986 à 2008 inclus.

Nombre de jours de dépassement du seuil de 240 µg/m³

Période : Année calendrier (1986-2007) - **[2008] : janvier - septembre**

Jours de dépassements par poste de mesure et globalement en Région de Bruxelles-Capitale (RBC)

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	RBC
1986					(0)			0
1987					(0)			0
1988					(0)			0
1989					3			3
1990					0			0
1991					0			0
1992					0			0
1993				0	1			1
1994				1	1		(0)	2
1995				2	3		0	3
1996				0	0		0	0
1997				0	0		0	0
1998	(0)			0	0		0	0
1999	0			0	0	(0)	0	0
2000	0	(0)		0	0	0	0	0
2001	0	0	(0)	0	0	0	(0)	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	2	1	0	2
2004	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	--	0	1	1	1	0	1
2007	0	--	0	0	0	0	0	0
[2008]	[0]	[0]	[0]	[0]	[1]	[0]	[0]	[1]

() : moins de 90% des données disponibles

Nombre de périodes horaires de dépassement du seuil de 240 µg/m³

Période : Année calendrier (1986-2007) - **[2008] : janvier - septembre**

Dépassements par poste de mesure

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					(0)		
1987					(0)		
1988					(0)		
1989					4		
1990					0		
1991					0		
1992					0		
1993				0	1		
1994				1	1		(0)
1995				4	4		0
1996				0	0		0
1997				0	0		0
1998	(0)			0	0		0
1999	0			0	0	(0)	0
2000	0	(0)		0	0	0	0
2001	0	0	(0)	0	0	0	(0)
2002	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	2	1	0
2004	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	--	0	1	2	1	0
2007	0	--	0	0	0	0	0
[2008]	[0]	[0]	[0]	[0]	[1]	[0]	[0]

() : moins de 90% des données disponibles

Dans le passé, à Bruxelles, des valeurs horaires d’ozone supérieures à 240 µg/m³ ont seulement été constatées pendant les étés riches en ozone de 1994, 1995, 2003 et 2006.

La figure 18 donne l’évolution du nombre de jours avec dépassement du seuil d’alerte en Région de Bruxelles-Capitale.

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur Horaire > 180 µg/m³
REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

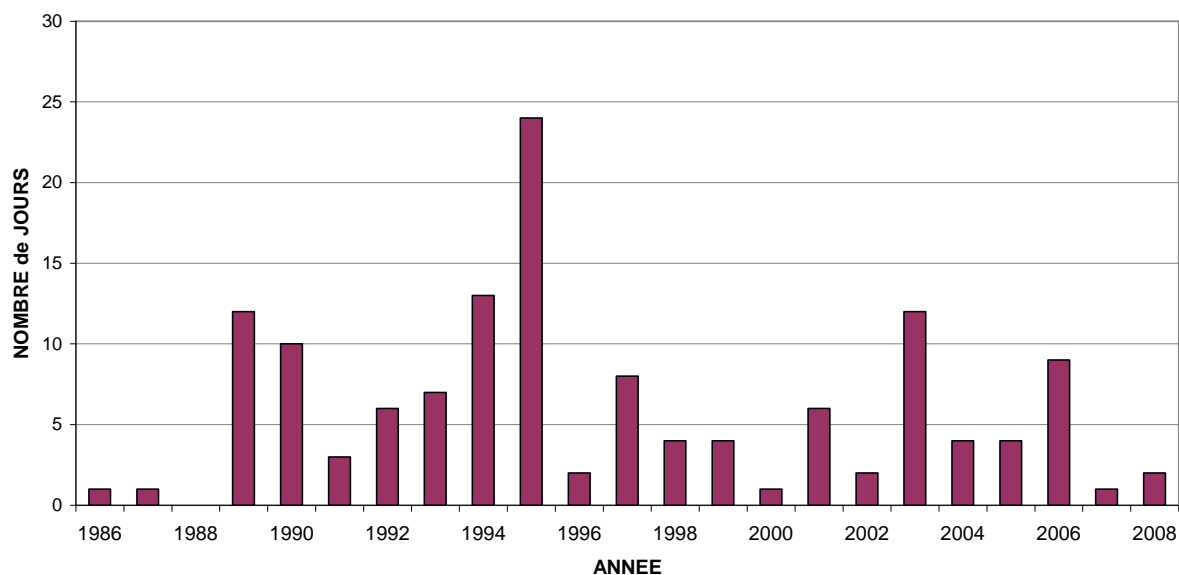


Fig. 17 : Ozone – Évolution du nombre de jours avec dépassement en Région de Bruxelles-Capitale
Seuil d'information: Valeur horaire > 180 µg/m³

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur Horaire > 240 µg/m³
REGION de BRUXELLES-CAPITALE

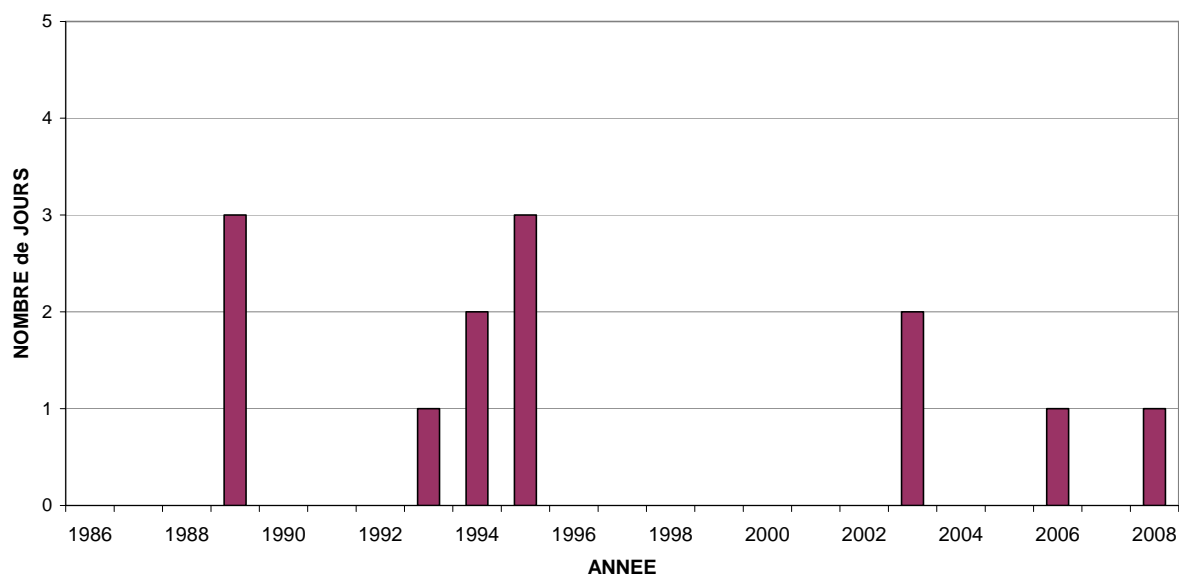


Fig. 18 : Ozone – Évolution du nombre de jours avec dépassement en Région de Bruxelles-Capitale
Seuil d'alerte: Valeur horaire > 240 µg/m³

9.5 Aperçu des dépassements sur base annuelle

Le **tableau VI** donne un aperçu de l'évolution du nombre de dépassements des différentes valeurs seuils spécifiées dans la directive 2002/3/CE. Le tableau comprend le nombre de jours avec dépassement du seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire), du seuil d'alerte ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire) et de la valeur cible pour la santé ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur maximale sur 8 heures de la journée).

Nombre de jours avec :

- valeurs horaires supérieures à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 180]
- valeurs horaires supérieures à $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 240]
- valeur maximale sur 8 heures supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_8HrMax > 120]
- valeur max. sur 8h. $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenné sur 3 ans [Nd_3Yr_8HrMax > 120]

Tableau VI : OZONE : Nombre de jours avec dépassement dans la Région

PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE (1986 – 2007)
[Données partielles pour la période "2008" : 1^{er} janvier – 30 septembre]

	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 240	Nd_8HrMax > 120	Nd_3Yr_8HrMax > 120
1986	1	0	5	
1987	1	0	10	
1988	0	0	1	
1989	12	3	35	
1990	10	0	28	
1991	3	0	13	25
1992	6	0	23	21
1993	7	1	19	18
1994	13	2	32	25
1995	24	3	43	31
1996	2	0	18	31
1997	8	0	31	31
1998	4	0	17	22
1999	4	0	27	25
2000	1	0	14	19
2001	6	0	28	23
2002	2	0	14	19
2003	12	2	45	29
2004	4	0	22	27
2005	4	0	19	29
2006	9	1	36	26
2007	1	0	16	24
[2008]	[2]	[1]	[23]	[25]

La plupart des jours [Nd-1Hr] avec dépassement des seuils, mesurés sur une courte durée (*valeurs horaires*), ont été enregistrés durant les chaudes périodes estivales, riches en ozone, de 1995 (24 jours), suivi par la période estivale de 1994 (13 jours), 2003 (12 jours), 1989 (12 jours), 1990 (10 jours) et 2006 (9 jours). Ce constat est en concordance avec ce qui ressort de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées (figures 33 et 34), à savoir la présence de valeurs pics plus élevées pour l'O₃ durant les périodes estivales les plus chaudes.

Le plus grand nombre de périodes [Nd-8HrMax] avec une exposition de longue durée (*valeurs sur 8 heures*) ont également été enregistrées au cours des mêmes années. La différence est moins flagrante par rapport au nombre de jours de dépassement des autres années civiles.

Selon la directive pour l'ozone, le nombre de jours [Nd-3Yr-8HrMax] avec dépassement de la valeur maximale sur 8 heures ($> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$), moyenné sur trois années, ne peut excéder 25 à partir de l'an 2010. Il y a plusieurs années où ce nombre, en moyenne sur 3 ans, dépasse les **25** jours. Les périodes estivales moins chaudes de 1996, 1998, 2000, 2002, 2004 et 2007 empêchent le dépassement systématique de ce nombre. Il semble que le nombre moyen de jours avec dépassement est supérieur à 25 si, dans les trois ans, il y a une période extrêmement chaude ou deux périodes estivales riches en ozone. Vu le mécanisme de la formation d'ozone, d'une part, et la tendance légèrement à la hausse de la concentration moyenne d'ozone, d'autre part, pouvoir répondre à cet objectif d'ici l'an 2010 n'est pas encore garanti.

L'évolution du nombre de dépassement du seuil d'information et de la valeur cible pour la protection de la santé est représentée graphiquement aux figures 19, 20 et 21, respectivement pour le poste d'Uccle, de Berchem et pour la Région..

OZONE à UCCLE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur Horaire $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur Maximale sur 8 heures $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

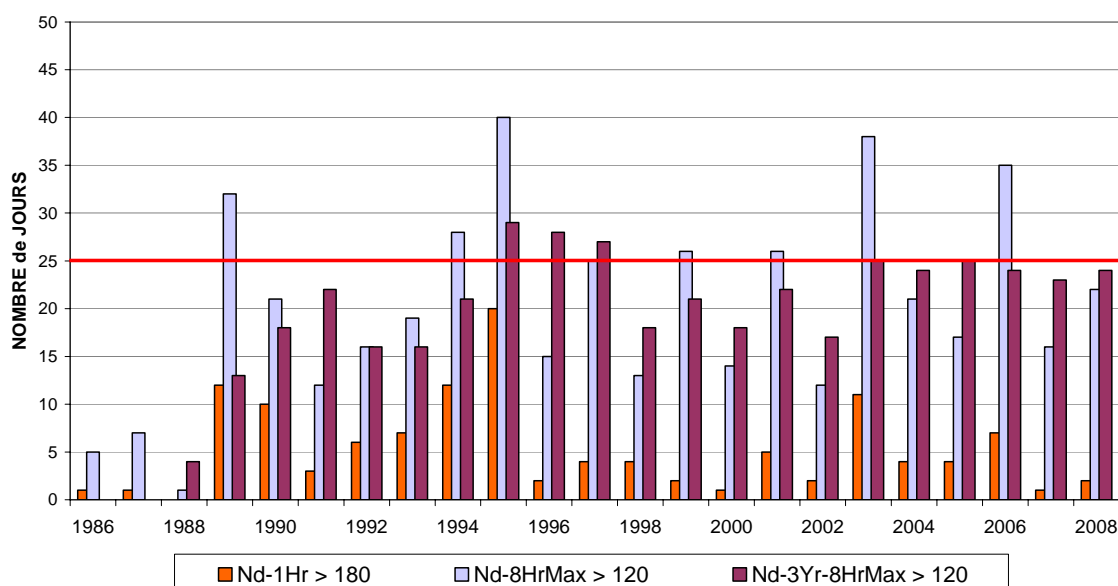


Fig. 19 : Ozone à Uccle : nombre de jours avec dépassements
Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre (1986 – 2007)
Données partielles pour l'année 2008 (1^{er} janvier – 30 septembre)

OZONE à BERCHEM - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur Horaire > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur Maximale sur 8 heures > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

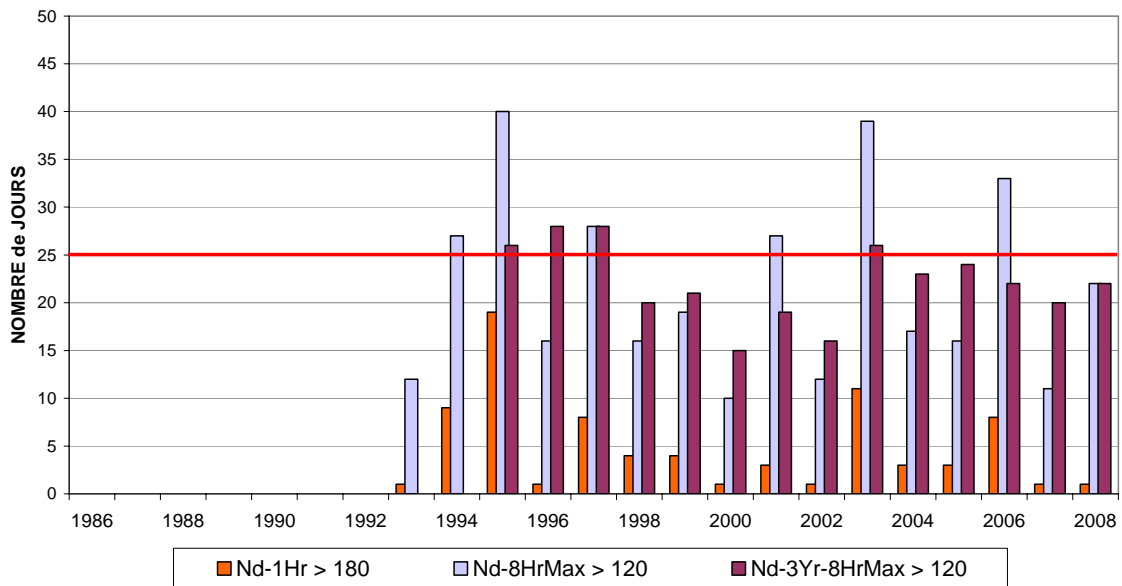


Fig. 20 : Ozone à Berchem : nombre de jours avec dépassements
Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre (1986 – 2007)
Données partielles pour l'année 2008 (1^{er} janvier – 30 septembre)

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur Horaire > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur Maximale sur 8 heures > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
REGION de BRUXELLES-CAPITALE

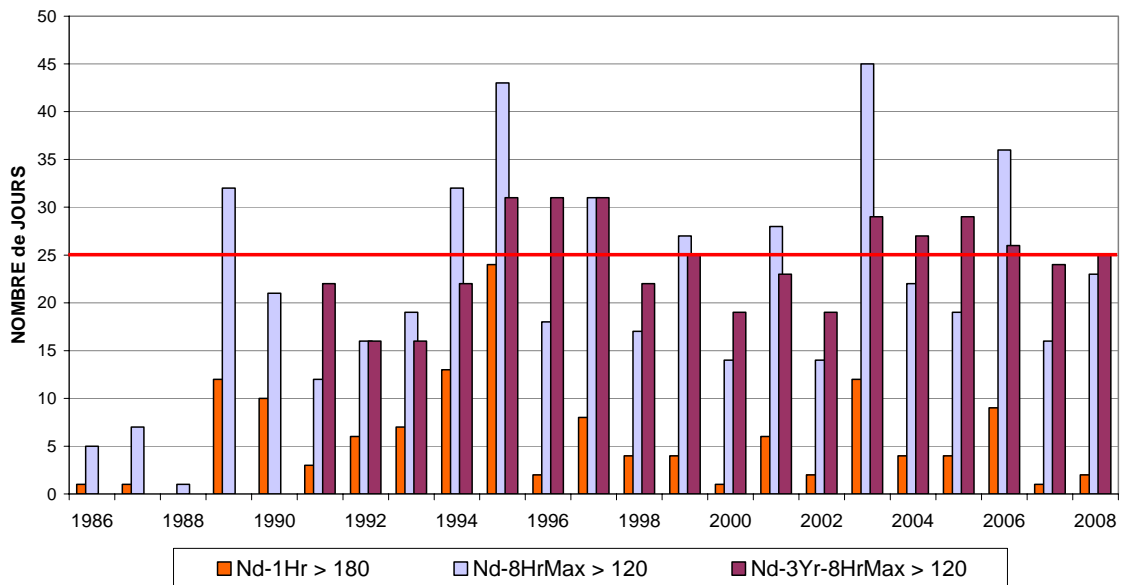


Fig. 21 : Ozone : nombre de jours avec dépassements en Région de Bruxelles-Capitale
Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre (1986 – 2007)
Données partielles pour l'année 2008 (1^{er} janvier – 30 septembre)

9.6 Évolution valeur maximale horaire, maximale sur 8 heures et journalière

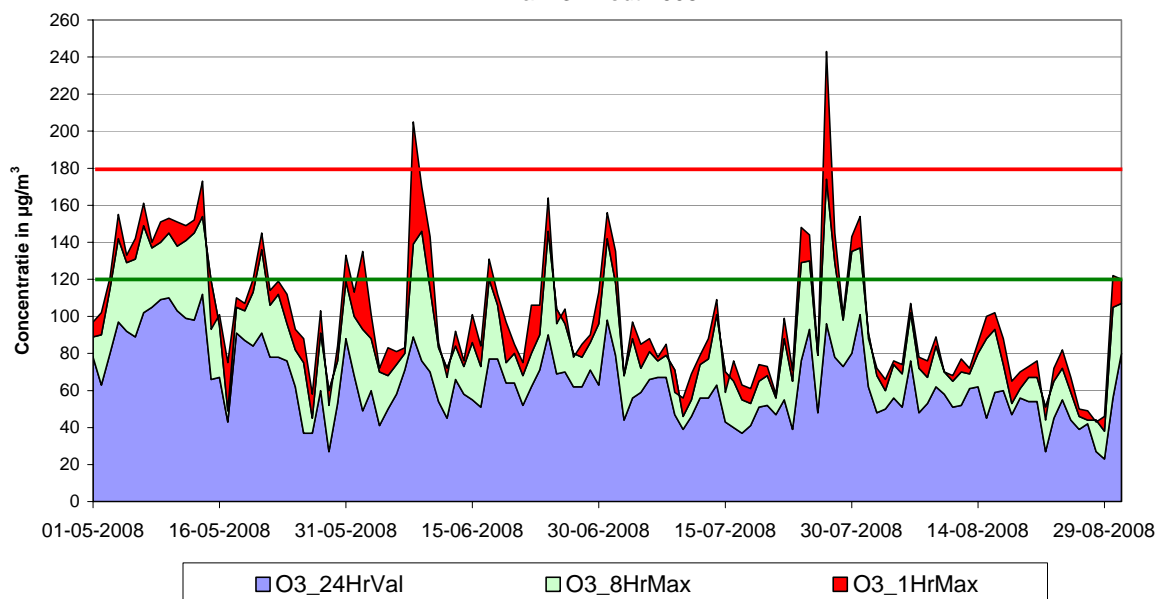
Pour les postes de mesure d' Uccle (R012) et de Berchem-Ste-Agathe (B011), pour la période mai – août 2008, la présence de dépassements des différentes valeurs seuils peut être déduite des graphiques à la figure 22.

Les graphiques reprennent l'évolution de trois résultats différents : l'évolution de la concentration *moyenne journalière* (moyenne sur 24 heures), de la *valeur horaire maximale* par jour et de la *valeur maximale sur 8 heures* par jour. Les lignes horizontales représentent le niveau du seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en tant que valeur horaire) et de la valeur cible pour la santé ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en tant que valeur moyenne sur 8 heures).

La figure 23 compare les résultats à Uccle pour les 2 périodes estivales riches en ozone de 2003 (graphique au-dessus de la page) et de 1995.

OZONE à Uccle - R012

Valeur Journalière - Valeur Max sur 8 Heures - Valeur Max Horaire
1 Mai - 31 Août 2008



OZONE à Berchem-Ste-Agathe - B011

Valeur Journalière - Valeur Max sur 8 Heures - Valeur Max Horaire
1 Mai - 31 Août 2008

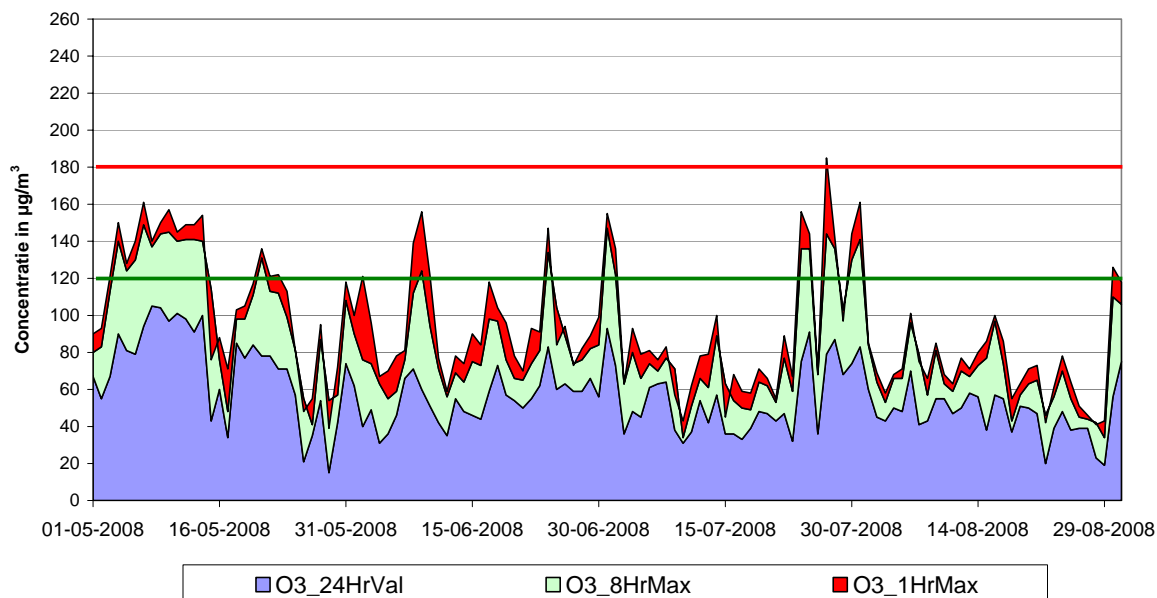


Fig. 22 : Ozone – Évolution Valeur Journalière (24HrVal), valeur maximale sur 8 heures (8HrMax) et valeur maximale horaire (1HrMax). Période : mai – août 2008.
Postes de mesure à Uccle et Berchem-Ste-Agathe

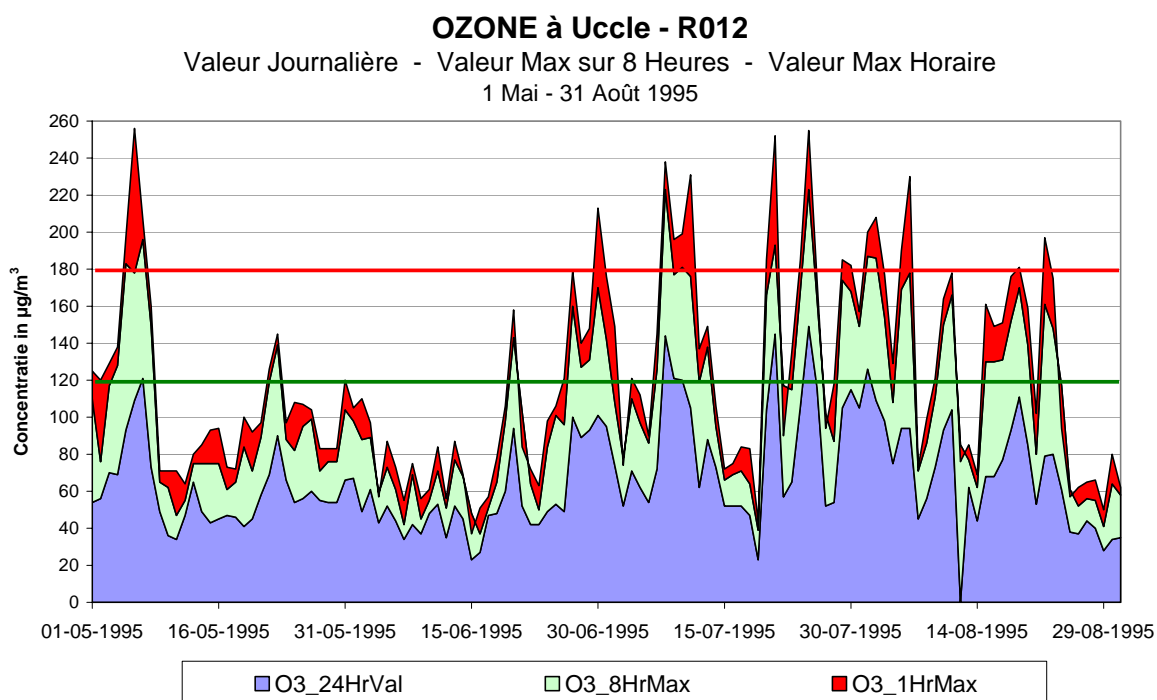
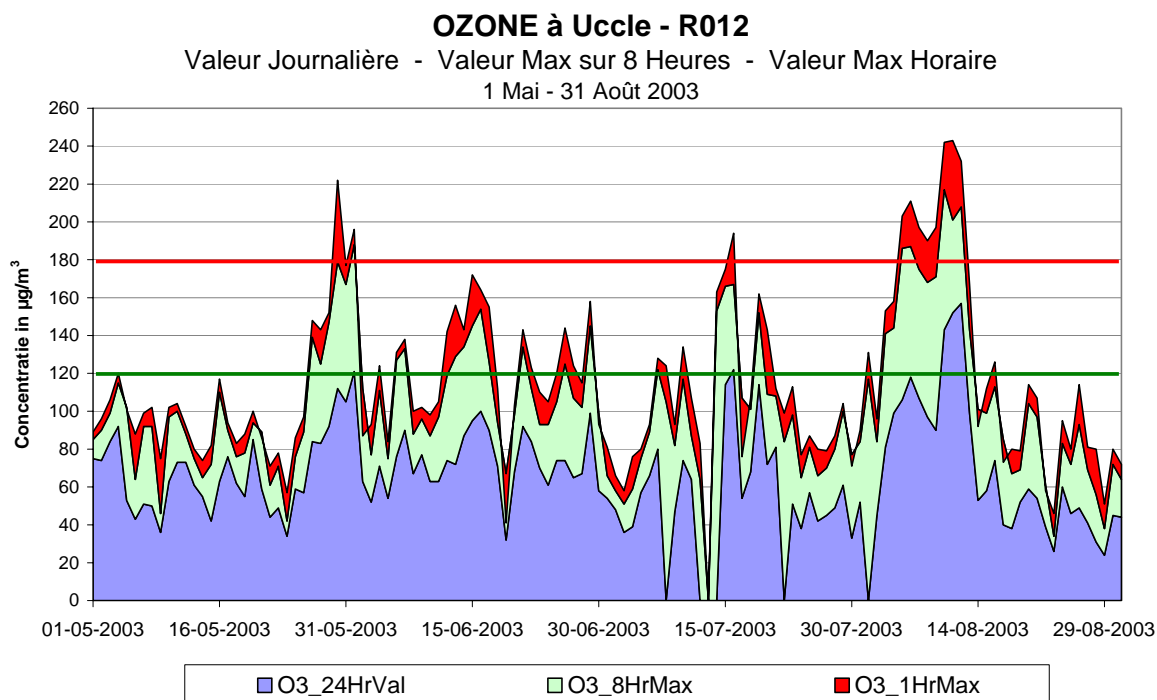


Fig. 23 : Ozone à Uccle – Évolution Valeur Journalière (24HrVal), valeur maximale sur 8 heures (8HrMax) et valeur maximale horaire (1HrMax).
 Comparaison des périodes estivales de 2003 et 1995.

9.7 AOT60 (8HrMax)

Le paramètre AOT60 (8HrMax) calcule l'accumulation des dépassements au dessus de 60 ppb (= 120 µg/m³) de la valeur journalière maximale sur 8 heures. La période de calcul est l'année calendrier. Bien que la valeur cible pour la santé soit 120 µg/m³, l'AOT60 ou l'exposition cumulée aux concentration dépassant la valeur cible, représente bel et bien un bon indicateur pour l'étude des effets possibles sur la santé.

Dans le **tableau VII** sont repris les AOT60 calculés (période d'un an) pour les différents postes de mesure. La figure 24 représente l'évolution graphique de l'AOT60 pour les postes de mesure de Molenbeek, Berchem-Ste-Agathe, Uccle, Haren et du Parlement Européen.

Tableau VII : AOT60 (8HrMax) : AOT60 par Année calendrier

AOT60 : période **JANVIER – DÉCEMBRE** (1986-2007)
 [2008] : **JANVIER - SEPTEMBRE**

	AOT60_Janvier – Décembre						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					1.168		
1987					1.936		
1988					72		
1989					10.008		
1990					10.832		
1991					2.440		
1992					2.520		
1993				1.976	4.296		
1994				9.304	9.768		7.336
1995				14.544	15.968		12.792
1996				3.216	3.448		2.424
1997				8.232	5.984		1.008
1998	744			3.296	2.568	0	736
1999	824			3.312	4.704	1.544	584
2000	664	0		1.384	1.864	376	432
2001	1.616	752	0	4.992	5.888	2.736	--
2002	520	936	672	1.704	1.776	992	56
2003	4.592	6.064	6.824	8.760	10.112	5.808	3.792
2004	600	1.384	1.328	2.936	3.424	1.360	1.640
2005	1.872	2.536	1.880	3.424	3.800	1.512	1.184
2006	3.592	--	4.328	8.248	8.488	3.288	2.584
2007	344	--	768	1.648	2.632	728	152
[2008]	[208]	[2.840]	[896]	[3.152]	[3.696]	[624]	[448]

Série de données incomplète – début ou reprise des mesures

Disponibilité des données inférieure à 90%

OZONE - AOT60 (8HrMax) - par Année

Période : JANVIER - DECEMBRE

AOT calculé à 100% de disponibilité

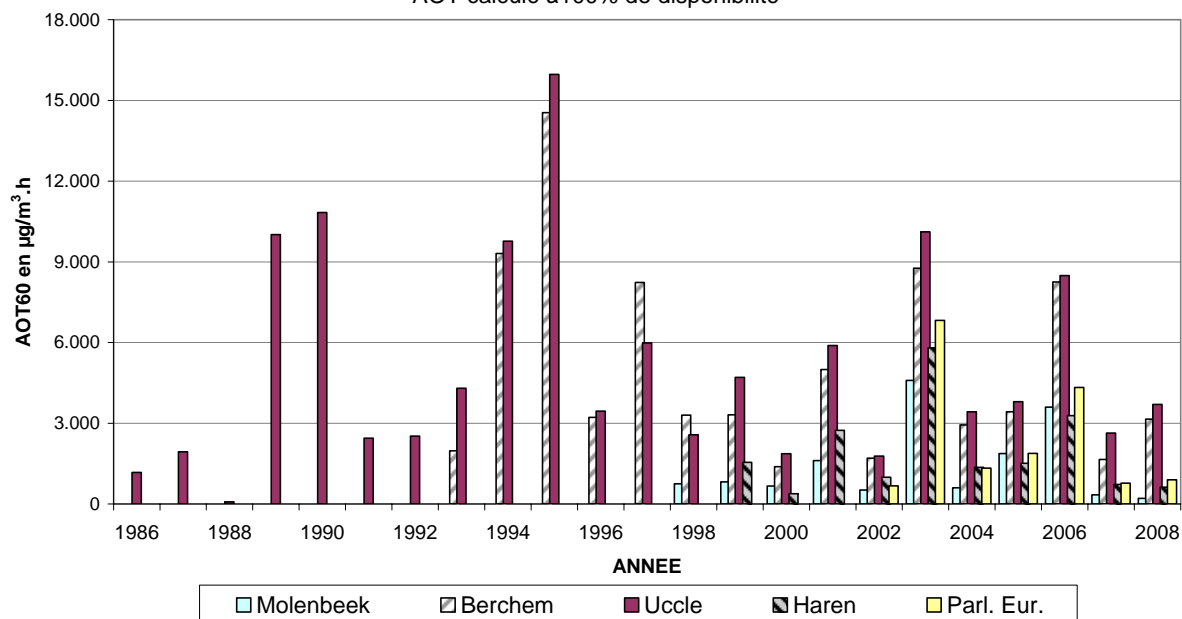


Fig. 24: Évolution **AOT60** dans le temps (1986-2008)

Période: JANVIER - DÉCEMBRE (1986-2007)

2008 : Janvier - Septembre

AOT calculé sur base de la valeur maximale sur 8 heures de chaque jour
AOT calculé à 100% de disponibilité des résultats

Pour 2008 une valeur de $3.696 \mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$, de l'AOT60 jusqu'au fin septembre, a été calculée pour le poste de mesure d'Uccle. Les valeurs les plus élevées dans le passé ont été constatées en 1995 (15.968), 1990 (10.832), 2003 (10.112), 1989 (10.008) et 1994 (9.768).

10 DÉPASSEMENTS des SEUILS pour l'OZONE selon l'ancienne directive 1992/72/CE

La directive 1992/72/CE est abrogée à partir du 9 septembre 2003. Dans ce rapport seulement un tableau récapitulatif plus figure seront publiés pour rendre possible la comparaison avec les rapports des années précédentes.

Le **tableau VIII** donne un aperçu de l'évolution du nombre de dépassements des différentes valeurs seuils spécifiées dans l'ancienne directive 1992/72/CE. Le tableau indique, par année civile, le “*nombre de jours [nd] avec dépassement*” des différents seuils. Il s'agit du nombre de jours où au moins un des postes de mesure de la Région est en situation de dépassement :

Nombre de jours avec :

- valeurs horaires supérieures à 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 180]
- valeurs horaires supérieures à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 200]
- valeur journalière supérieure à 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_24Hr > 65]
- valeurs sur 8 heures supérieures à 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_8Hr > 110]

Tableau VIII : OZONE : Nombre de jours avec dépassement dans la Région

PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE (1986 – 2007)
[Données partielles pour la période "2008" : 1^{er} janvier – 30 septembre]

	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 200	Nd_24Hr > 65	Nd_8Hr > 110
1986	1	1	19	12
1987	1	1	15	12
1988	0	0	10	5
1989	12	7	41	40
1990	10	7	31	28
1991	3	1	17	14
1992	6	3	24	22
1993	7	4	24	22
1994	13	8	56	36
1995	24	12	57	45
1996	2	0	38	23
1997	8	1	51	33
1998	4	2	50	17
1999	4	0	79	35
2000	1	0	39	17
2001	6	2	60	30
2002	2	1	59	20
2003	12	6	91	51
2004	4	3	64	24
2005	4	2	49	23
2006	9	4	65	37
2007	1	0	52	23
[2008]	[2]	[2]	[77]	[30]

La plupart des jours [Nd-1Hr] avec dépassement des seuils, mesurés sur une courte durée (*valeurs horaires*), ont été enregistrés durant les chaudes périodes estivales, riches en ozone, de 1994 et 1995, suivis par les périodes estivales de 2003 et 2006. Ce constat est en concordance avec ce qui ressort de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées (figures 33 et 34), à savoir la présence de valeurs pics plus élevées pour l'O₃ durant les périodes estivales les plus chaudes.

Le plus grand nombre de périodes avec une exposition de longue durée (*valeurs sur 8 heures*) ont également été enregistrées durant les mêmes périodes annuelles. La différence est moins flagrante par rapport au nombre de jours de dépassement des autres années civiles.

Le plus grand nombre de jours [Nd-24Hr] de dépassement est constaté en 2003, suivi par la période estivale de 1999, considérée comme « plus normale ». Cela indique une exposition plus permanente (*valeurs journalières*). En moyenne, il y eu à partir de la fin des années '90 plus de dépassements que pendant la période précédente. La tendance légèrement à la hausse de la concentration annuelle moyenne d'O₃ (figures 33 et 34) va dans le même sens.

La figure 25 résume, pour les périodes annuelles, le nombre de jours avec dépassement des valeurs seuils suivantes: valeurs horaires supérieures à 200 µg/m³, valeurs sur 8-heures supérieures à 110 µg/m³ et valeurs journalières supérieures à 65 µg/m³.

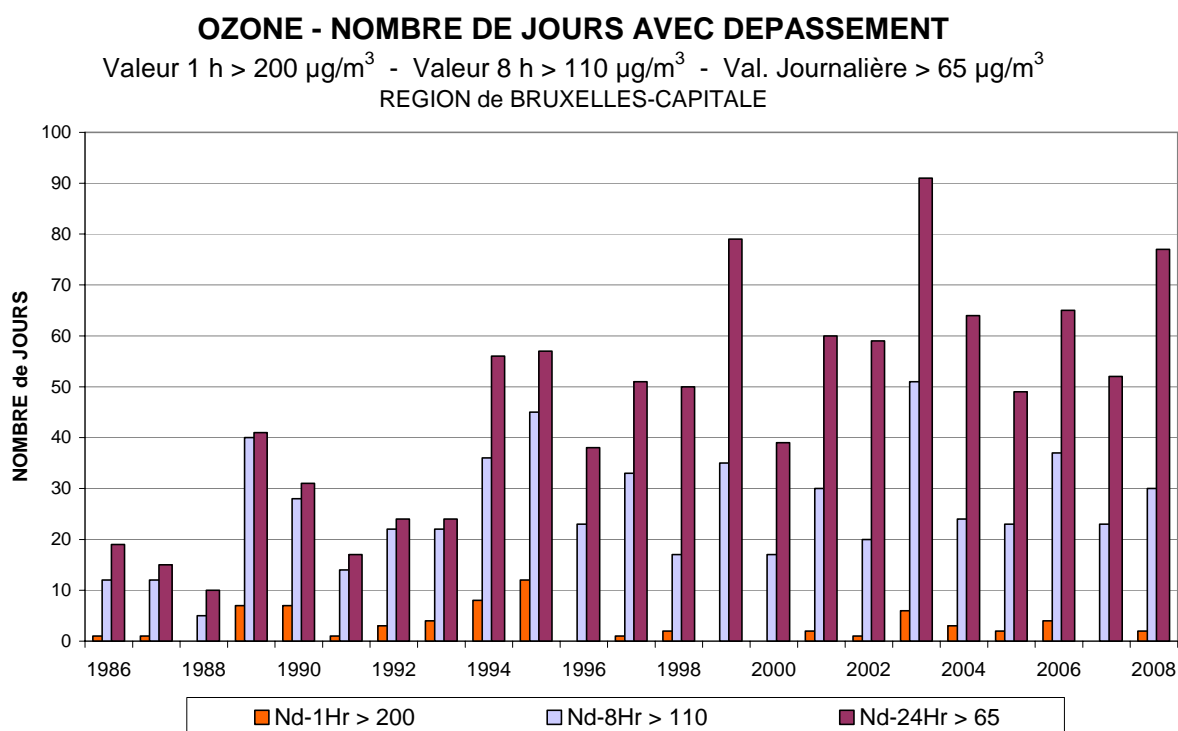


Fig. 25 : Ozone : nombre de jours avec dépassements (directive 92/72/CE)
 Période : janvier - décembre (1986 à 2007)
 2008 : Janvier - Septembre

11 VALEURS LIMITES pour NO₂

11.1 Directive 1999/30/CE sur le SO₂, le NO₂, le Pb et les particules

Sur base de la directive cadre pour la qualité de l'air (1996/62/CE), une nouvelle directive (1999/30/CE) a été approuvée en juin 1999, déterminant la valeur limite pour le dioxyde de soufre (SO₂), le **dioxyde d'azote (NO₂)**, le plomb (Pb) et les particules en suspension (PM10) dans l'air. Cette directive est transposée en ordonnance de la Région de Bruxelles-Capitale du 28.06.2001 (M.B. du 26.07.2001).

La nouvelle directive prévoit les définitions suivantes pour le NO₂ :

- valeur limite pour la protection de la santé publique :

valeur horaire : la valeur de 200 µg/m³ peut être dépassée seulement **18 fois** par an. Cet objectif doit être atteint le 1^{er} janvier 2010. L'entrée en vigueur de cette directive laisse une marge de 50% sur les dépassements. Cette marge devra cependant diminuer d'année en année et devenir nulle à partir de 2010.

moyenne annuelle : la valeur de 40 µg/m³ comme moyenne annuelle devra être respectée le 1^{er} janvier 2010. L'entrée en vigueur de la nouvelle directive laisse une marge de 50% qui devra diminuer systématiquement et atteindre 0% en 2010.

La combinaison de ces deux conditions rend la nouvelle norme NO₂ beaucoup plus stricte que l'ancienne.

- valeur limite pour la protection de la végétation :

moyenne annuelle : au plus tard 24 mois après l'entrée en vigueur de cette directive une moyenne annuelle de 30 µg/m³ NO_x devra être respectée dans les grandes réserves naturelles.

Une valeur limite a un caractère légal contraignant. La valeur limite de 200 µg/m³ en tant que valeur horaire se base, avec une certaine marge de sécurité, sur la valeur de 400 µg/m³ en tant que moyenne horaire proposée par l'OMS en 1986. Dans sa mise à jour de 2005 l'OMS propose les valeurs guides suivantes : 40 µg/m³ comme moyenne annuelle et 200 µg/m³ comme valeur horaire.

La valeur limite de la directive antérieure (85/580/CE) reste en vigueur jusqu'au 1^{er} janvier 2010. Dès l'année 2001, les données doivent toutefois être évaluées par rapport aux directives plus récentes (objectif qualité de l'air 2010). Pour la période entre 2001 et 2010, une marge de dépassement est prévue, qui est exprimée en un pourcentage de la valeur limite ultime. Cette marge de dépassement baisse de façon linéaire d'année en année et doit être ramenée à zéro pour la date finale prévue (1^{er} janvier 2010).

L'existence d'une marge de dépassement autorisée n'introduit toutefois pas de valeur limite intermédiaire. La valeur limite reste inchangée et doit être respectée pour 2010 et pas avant. Le fait de prévoir une marge de dépassement sert simplement à l'identification des zones où la qualité de l'air est moins bonne.

Dans les zones où les résultats sont supérieurs à la valeur limite, majorée de la marge de dépassement autorisée, les États-membres sont tenus d'élaborer des plans d'action détaillés, qui indiquent comment la valeur limite sera atteinte pour la date finale. Ces plans doivent être communiqués à la Commission européenne et à la population.

Pour les valeurs situées entre la valeur limite et la valeur limite majorée de la marge de dépassement, il ne faut pas de plans d'action détaillés. Ces valeurs doivent néanmoins être communiquées à la Commission et les mesures qui s'imposent doivent être prises pour que la valeur limite soit respectée à temps.

Tous les objectifs et obligations concernant le NO₂ sont repris dans la nouvelle directive 2008/50/CE qui regroupe et remplace plusieurs anciennes directives traitant la qualité de l'air ambiant.

11.2 Ancienne directive NO₂ (85/580/CE)

La directive 85/580/CE du 20 décembre 1985, reprise dans la législation belge par l'A.R. du 01.07.86 prévoit comme norme pour NO₂ une **valeur limite** de **200 µg/m³** en tant que **98^{ème} centile des valeurs moyennes horaires** (ou moyennes sur une période plus courte) **sur l'année calendrier**. Il y a donc 176 périodes horaires avec dépassement autorisées.

Cette valeur limite reste d'application jusqu'au 1^{er} janvier 2010.

12 DÉPASSEMENTS des niveaux de CONCENTRATION pour le NO₂

12.1 Valeur horaire pour le NO₂

200 µg/m³ : il n'y a eu, pendant l'été 2008 (mai – août), en Région de Bruxelles-Capitale **aucun** dépassement de la future valeur limite de 200 µg/m³ en NO₂ dans les postes de mesures qui correspondent aux critères pour être pris en compte pour l'évaluation de la qualité de l'air en fonction des directives européennes. La valeur limite, pas plus que 18 dépassements sur base annuelle, sera sans aucune doute respectée en 2008.

Le vendredi 8, lundi 11, mardi 12 et lundi 18 février, ainsi que le mercredi 16 avril 2008 il y a eu quelques dépassements, dans différents postes de mesure, de la valeur limite de 200 µg/m³ NO₂ en tant que valeur horaire.

Remarque: Au poste de mesure « Arts-Loi » il y a eu, durant la période mai – août 2008, au total 86 périodes horaires sur 22 jours. Depuis le début de l'année il y a eu 142 périodes horaires sur 43 jours. Durant le mois de mai 2008 il y a eu 54 périodes horaires sur 10 jours. L'implantation de ce poste, dans un carrefour, le rend incompatible avec les critères pour être pris en compte dans l'évaluation de la qualité de l'air selon les directives européennes (un poste de mesure doit être écarté d'au moins 25 mètres d'un carrefour).

Pendant la période estivale, plusieurs valeurs élevées en NO₂ dans le poste de mesure d'Arts-Loi tombent au même moment que les pointes d'ozone constatées dans les autres postes. À proximité du trafic une partie de l'excès en NO est oxydée par l'ozone avec formation d'une quantité équivalente en NO₂.

Toutefois, il y a lieu de remarquer que l'installation du poste de mesure Arts-Loi en 1992 était un choix délibéré dans l'étude de la problématique de la circulation. Les résultats du poste de mesure B003 fournissent des informations intéressantes à ce sujet, mais ne reflètent pas la qualité générale ou moyenne de l'air en ville ou dans la Région. Les moyennes annuelles relevées dans le poste de mesure B003 sont beaucoup plus élevées que dans les autres postes de la Région et sont nettement supérieures aux objectifs de qualité pour l'an 2010.

Le poste a été installé pour 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 au croisement est directement influencée par les rejets de la circulation locale.

Suite au réaménagement du carrefour (2002-2003) la prise d'air du poste de mesure se trouve encore plus proche de la circulation, notamment de la bande de trafic venant de la Rue de la Loi en direction de la place Madou. Ceci explique en partie le plus grand nombre de valeurs élevées en NO₂.

Suite aux travaux d'aménagement du complexe « Arts-Loi » le poste a été provisoirement mis à l'arrêt depuis fin août 2008.

Évolution et comparaison du nombre de dépassements du seuil de 200 µg/m³ en NO₂ en tant que valeur horaire durant les périodes estivales de 1981 à 2008.

Nombre de périodes horaires de dépassement du seuil de 200 µg/m³

Période : Année calendrier (1981-2007) - **[2008] : Janvier - Septembre**

Dépassements par poste de mesure

	R001	R002	B003	B004	B005	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	51				2	2				
1994	0	0	15				0	0			4	
1995	0	4	7				0	0			2	
1996	0	1	1				0	0			1	0
1997	1	0	7				0	0			0	0
1998	0	0	9				0	0	0		0	0
1999	0	0	3				0	0	0	(0)	0	0
2000	0	0	2	(0)			0	0	0	0	0	0
2001	2	(0)	8	4	(0)	(0)	0	0	0	0	(0)	(0)
2002	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2003	2	4	37	0	0	0	0	0	1	1	0	0
2004	1	0	24	0	0	0	0	0	2	1	0	0
2005	0	1	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	1	216	--	0	0	0	0	0	0	2	0
2007	1	8	135	--	3	0	1	0	1	1	7	0
[2008]	[4]	[4]	[142]	[0]	[1]	[1]	[0]	[0]	[6]	[0]	[2]	[--]

() : disponibilité réduite des données – (re)mise en service

B003 - Poste situé dans un carrefour
Pas d'évaluation en fonction des directives qualité de l'air

Jusque fin août 2008 il y a eu, dans le poste de mesure d'Arts-Loi, 142 périodes horaires en dépassement, dont 86 durant la période mai – août, 54 durant le mois de mai et 33 durant le mois de février. Les dépassements dans les autres postes ont eu lieu en février et avril.

Nombre de jours de dépassement du seuil de 200 µg/m³

Période : Année calendrier (1981-2007) - **[2008] : Janvier - Septembre**

Jours de dépassements par poste de mesure et globalement en Région de Bruxelles-Capitale (RBC)

	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013	RBC
1981	9						(5)					12
1982	3						1					4
1983	2						1					3
1984	5						1					6
1985	7						3					10
1986	3	(3)					0					5
1987	5	4					2					6
1988	2	10					0					11
1989	7	6					2					10
1990	6	1					0					7
1991	0	0					2					2
1992	0	1					0					1
1993	1	0				1	1					1
1994	0	0				0	0			2		2
1995	0	1				0	0			1		1
1996	0	1				0	0			1	0	2
1997	1	0				0	0			0	0	1
1998	0	0				0	0	0		0	0	0
1999	0	0				0	0	0	(0)	0	0	0
2000	0	0	(0)			0	0	0	0	0	0	0
2001	1	(0)	1	(0)	(0)	0	0	0	0	(0)	(0)	1
2002	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
2003	1	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5
2004	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
2005	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2006	0	1	--	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2007	1	3	--	1	0	1	0	1	1	2	0	5
[2008]	[2]	[2]	[0]	[1]	[1]	[0]	[0]	[3]	[0]	[2]	[--]	[5]

() : disponibilité réduite des données – (re)mise en service

12.2 Valeur moyenne annuelle en NO₂

Concentration moyenne annuelle en NO₂ [en µg/m³]

Période : 1^{er} janvier – 31 décembre (1981 à 2007)

Résultats partiels pour l'année 2008 (1^{er} janvier – 30 septembre)

!!! Valeurs à comparer à 40 µg/m³ et à respecter en 2010 [1999/30/CE] !!!

	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
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	58	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	--	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	54	97	--	43	40	31	29	45	32	46	29
[2008]	[43]	[52]	[101]	[36]	[34]	[35]	[27]	[25]	[45]	[32]	[39]	[--]

B003 - Poste situé dans un carrefour
Pas d'évaluation en fonction des directives qualité de l'air

La valeur limite de 40 µg/m³ en tant que *moyenne annuelle*, à respecter à partir du 1^{er} janvier 2010 (1999/30/CE), est encore dépassée en plusieurs endroits. Avec une moyenne annuelle d'environ 30 µg/m³, le seuil est d'ores et déjà respecté aux points de mesure qui ne subissent pas une influence directe du trafic : Berchem-Ste-Agathe (B011), Uccle (R012), le parc Meudon (MEU1) et Forest (E013).

Étant donné la stagnation des concentrations de NO₂ au fil des ans, due à la transformation spontanée du NO en NO₂ et une élimination plutôt difficile du NO₂ de l'atmosphère, une baisse significative de la concentration de NO₂ n'est pas prévue dans l'immédiat. Il en ressort qu'il ne sera pas évident de respecter ce seuil strict d'ici l'an 2010 aux endroits à grande circulation, situés dans des agglomérations et des zones urbanisées.

Marge de dépassement : Pour la première année d'application (2000) une marge de dépassement de 50% peut être appliquée. Cette marge diminue linéairement d'année en année et doit atteindre 0% au 1^{er} janvier 2010. La concentration moyenne annuelle en NO₂ ne peut donc pas dépasser 60 µg/m³ en 2000 (40 µg/m³ + 50%), 58 µg/m³ en 2001, ..., 48 µg/m³ en 2006, 46 µg/m³ en 2007 et **44 µg/m³ en 2008**. A l'exception des postes de mesure B003 (voir plus haut : **Remarque**), R002 et N043, ces valeurs ne sont dépassées dans aucun poste.

Le poste de mesure R002 est situé à l'Avenue de la Couronne, une rue du type « canyon ». La concentration moyenne en NO₂ y est plus élevée (~60 µg/m³) durant les périodes estivales, riches en ozone (1989, 1990, 1994, 1995 et 2003). Une partie du NO, originaire du trafic, est oxydé en NO₂ par l'ozone présent, ce qui fait augmenter la concentration moyenne annuelle de quelques unités.

Dans les années à venir, notamment en 2009 et 2010, la moyenne annuelle devra être inférieure à 42 et 40 µg/m³, la valeur limite finale. Le respect de ces valeurs posera un problème pour le poste R002 et probablement aussi pour les postes de Molenbeek (R001), Ste-Catherine (B004), Haren (N043) et Woluwé (WOL1).

Concentration moyenne annuelle [en µg/m³] et Marge de dépassement

Période : **1^{er} janvier – 31 décembre** (2000 à 2007)

Résultats partiels pour l'année 2008 (1^{er} janvier – 30 septembre)

	Valeur Limite + Marge de Dépassement	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	60	38	53	69	(50)			31	27	47	36	43	33
2001	58	41	(60)	73	45	(51)	(48)	33	30	50	39	(51)	(28)
2002	56	43	54	(72)	46	41	36	31	26	48	35	44	36
2003	54	49	61	86	47	42	41	36	29	47	40	49	38
2004	52	44	56	87	42	41	37	31	28	45	37	42	32
2005	50	47	58	93	43	40	38	32	27	46	32	44	34
2006	48	47	54	99	--	39	38	29	30	45	31	46	32
2007	46	46	54	97	--	43	40	31	29	45	32	46	29
[2008]	44	[43]	[52]	[101]	[36]	[34]	[35]	[27]	[25]	[45]	[32]	[39]	[--]

() : disponibilité réduite des données – (re)mise en service

B003 - Poste situé dans un carrefour
Pas d'évaluation en fonction des directives qualité de l'air

Aux tableaux en bas de la page sont données, par année calendrier, les concentrations moyennes en NO₂ des *samedis* et des *dimanches*. Le graphique du dessus de la figure 26 représente, pour certains postes de mesure, l'évolution de la concentration moyenne annuelle (*tous les jours*) et le graphique du dessous la concentration moyenne des jours ouvrables. L'évolution de la concentration moyenne les samedis et les dimanches est représentée à la figure 27. Le niveau de 40 µg/m³, l'objectif de la concentration moyenne annuelle en NO₂, à respecter à partir de 2010, est indiqué par une ligne horizontale qui traverse les graphiques.

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 (canyon street) elle reste même largement supérieure à cet objectif. Cet objectif pourrait être respecté presque partout si les activités émettrices étaient limitées toute l'année au niveau de celles d'un dimanche moyen. Ixelles reste le seul endroit où la limite de 40 µg/m³ serait encore dépassée.

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

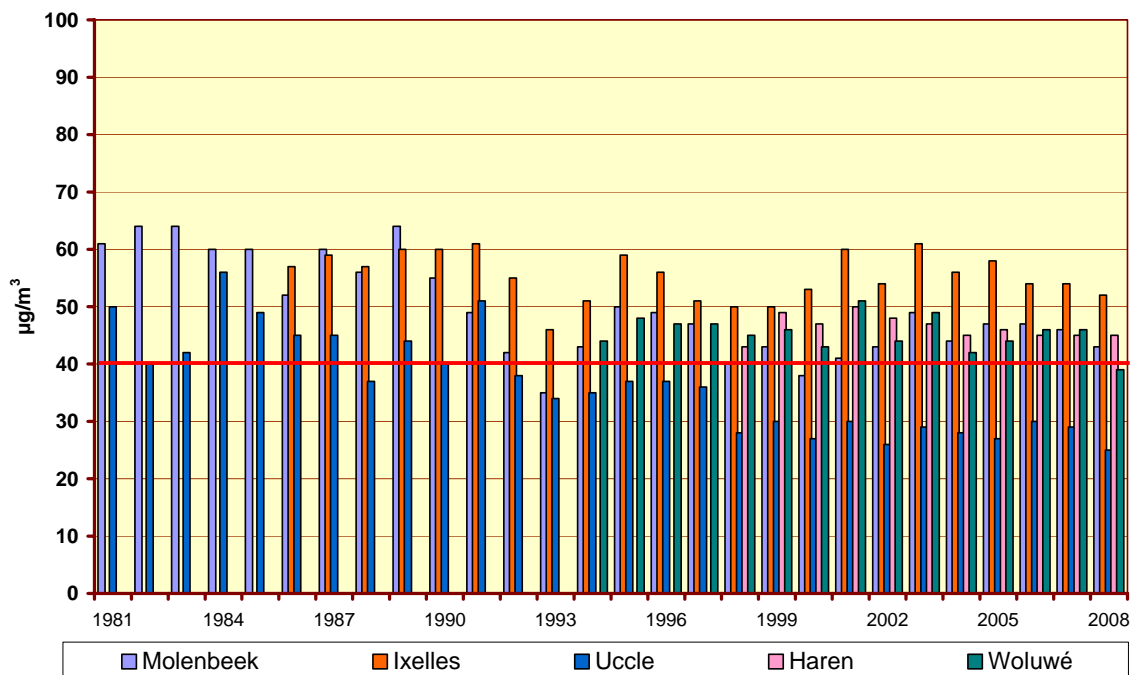
**CONCENTRATION MOYENNE en NO₂ [µg/m³]
les SAMEDIS et les DIMANCHES**
Période ANNUELLE (2000 – 2007)
[2008] : Janvier – Septembre

Samedis	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	37	51	(64)			28	25	40	34	41	32
2001	37	(55)	42	(48)	(46)	29	29	42	34	(47)	(24)
2002	39	51	43	36	32	27	24	39	30	40	34
2003	40	53	41	33	32	29	24	37	30	41	32
2004	39	52	39	37	33	28	26	38	31	38	29
2005	42	53	39	35	32	27	24	37	26	37	30
2006	44	49	--	35	33	26	28	36	26	41	30
2007	43	50	--	38	35	27	27	37	27	40	26
[2008]	[37]	[46]	[34]	[27]	[28]	[21]	[20]	[34]	[25]	[31]	[--]

Dimanches	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	30	45	(50)			23	22	33	29	36	27
2001	30	(52)	34	(46)	(40)	24	25	35	29	(42)	(21)
2002	31	42	34	30	26	22	19	33	25	33	28
2003	36	50	36	31	30	26	22	33	30	36	29
2004	31	44	32	32	28	23	23	31	26	32	25
2005	36	47	33	31	28	24	21	31	22	34	26
2006	36	42	--	30	27	22	24	29	22	33	25
2007	36	43	--	32	29	23	22	30	24	34	23
[2008]	[32]	[40]	[28]	[24]	[24]	[19]	[18]	[29]	[22]	[27]	[--]

() : série incomplète de données – (re)mise en service

**NO₂ - CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE
TOUS LES JOURS (1981-2008)**



**NO₂ - CONCENTRATION MOYENNE les JOURS OUVRABLES
(1981-2008)**

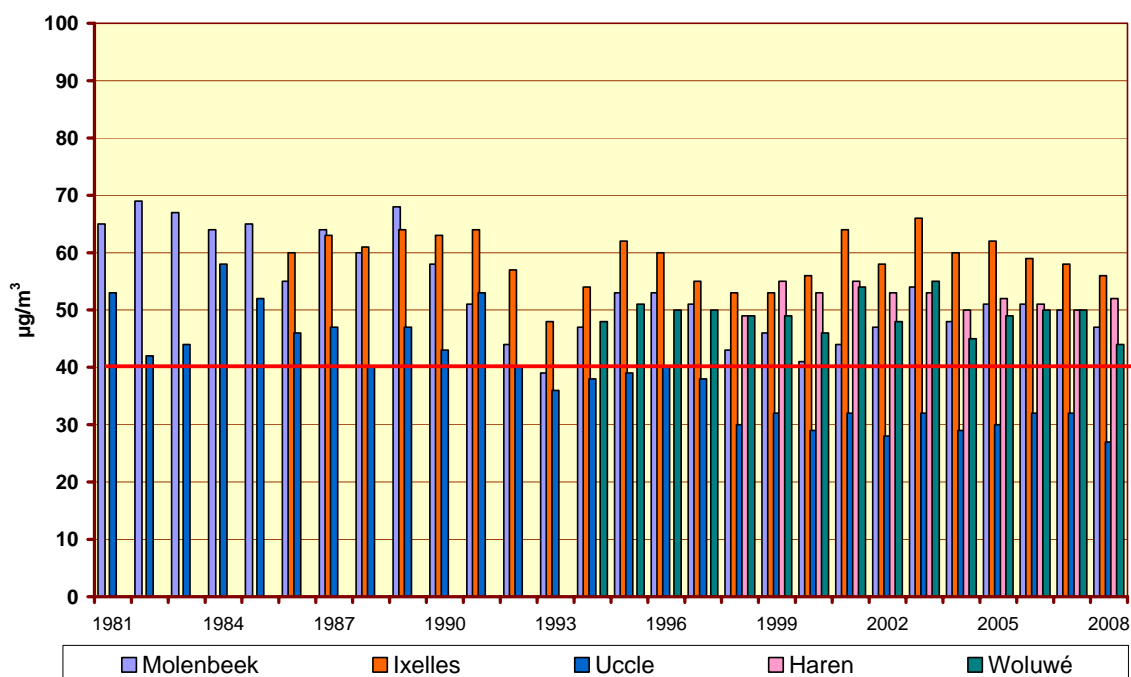
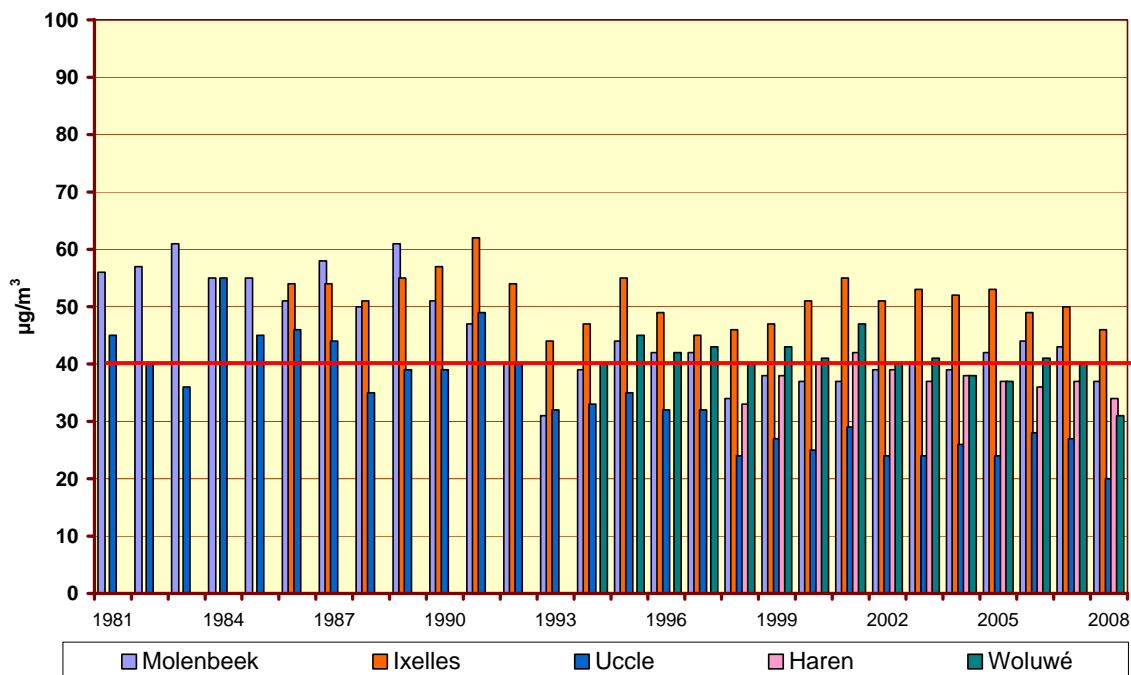


Fig. 26 : NO₂ – Évolution de la concentration moyenne annuelle (*tous les jours*) et de la concentration moyenne les '*jours ouvrables*' – Période 1981 - 2008

NO₂ - CONCENTRATION MOYENNE les SAMEDIS (1981-2008)



NO₂ - CONCENTRATION MOYENNE les DIMANCHES (1981-2008)

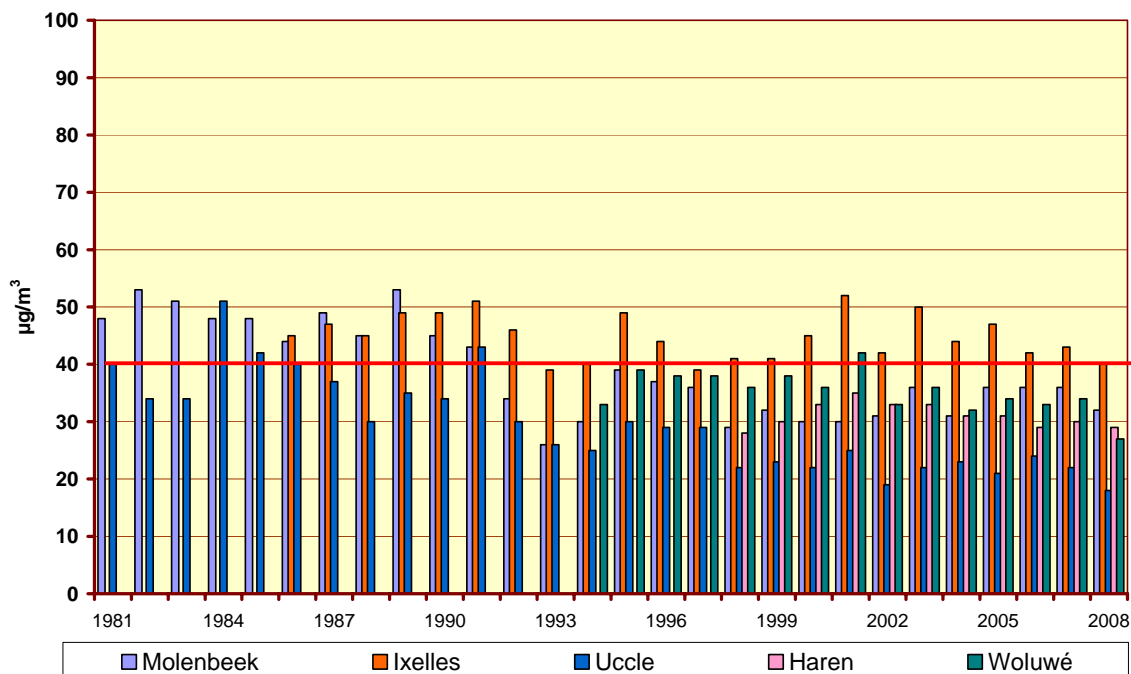


Fig. 27 : NO₂ – Évolution de la concentration moyenne les 'Samedis' et 'Dimanches'
Période 1981 - 2008

13 Évolution BENZÈNE

13.1 Réglementation benzène

Le benzène est une substance dont les propriétés cancérogènes sont reconnues. La teneur en benzène dans l'air ambiant n'était soumise, jusqu'il y a peu, à aucune valeur normative. La directive européenne 2000/69/CE fixe, pour le benzène, une valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme moyenne annuelle d'ici 2010. Une tolérance de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est acceptée entre décembre 2000 et le 1^{er} janvier 2006. Par après cette tolérance diminue tous les 12 mois de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour atteindre $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au 1^{er} janvier 2010.

13.2 Évolution de la concentration moyenne annuelle

La moyenne annuelle est calculée sur base des résultats obtenus (valeur hebdomadaire, journalière ou semi-horaire).

A l'instar du NO et du CO, les concentrations sont maximales aux points de mesure situés à proximité du trafic et où l'espace environnant est plutôt fermé. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées au carrefour Arts-Loi (B003), suivi par l'Avenue de la Couronne à Ixelles (R002). Les valeurs les plus basses sont observées au point de mesure d'Uccle (R012).

L'évolution de la concentration moyenne annuelle de benzène à plus long terme (1989-2008) est représentée graphiquement à la figure 28. Les données numériques correspondantes à la période 1994-2008 sont présentées dans le tableau IX.

Après une augmentation de la moyenne annuelle entre 1989 et 1992, une tendance à la baisse est constatée à partir de 1997. Les changements dans la composition des carburants (auto-oil) et l'amélioration du parc de voitures ont contribué à améliorer la situation. Dans la période 2001-2007 l'objectif de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été respecté dans tous les postes de mesures. Ceci sera aussi le cas en 2008. La faisabilité de l'objectif de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2010 peut donc être considérée comme assez réaliste.

L'évolution de la concentration moyenne annuelle de toluène est représentée graphiquement à la figure 29. L'évolution présente certaines similitudes avec celle du benzène, notamment une augmentation des concentrations entre 1989 et 1992 et une tendance à la baisse à partir de 1997. L'information numérique se trouve dans le tableau X.

BENZENE : Concentration Moyenne Annuelle
PERIODE : 1989 - 2008

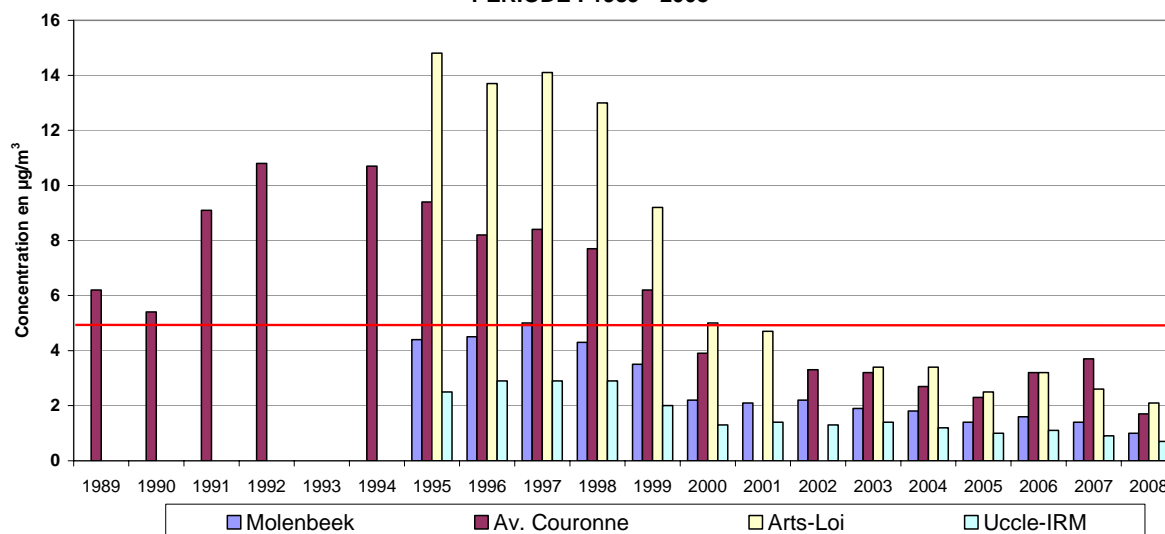


Fig. 28 : Benzène – Évolution de la concentration moyenne annuelle
 Période : janvier – décembre (1989-2007)
 2008 : Janvier - Septembre

Tableau IX : BENZÈNE : CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE

PÉRIODE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE [1994-2007]
 [2008] : JANVIER – SEPTEMBRE
 Concentration en µg/m³

Benzène	R001	R002	B003	B006	R012	WOL1	WOL2
1994		10.7					
1995	4.4	9.4	14.8		2.5		
1996	4.5	8.2	13.7		2.9		
1997	5.0	8.4	14.1		2.9	3.8	
1998	4.3	7.7	13.0		2.9	--	
1999	3.5	6.2	9.2		2.0	2.5	--
2000	2.2	3.9	5.0		1.3	1.7	1.8
2001	2.1	--	4.7		1.4	1.9	1.7
2002	2.2	3.3	--	**	1.3	1.6	1.2
2003	1.9	3.2	3.4	1.9	1.4	1.6	1.7
2004	1.8	2.7	3.4	1.6	1.2	1.2	1.2
2005	1.4	2.3	2.5	1.5	1.0	1.2	1.5
2006	1.6	3.2	3.2	1.4	1.1	1.3	1.1
2007	1.4	3.7	2.6	0.9	0.9	1.1	0.9
[2008]	[1.0]	[1.7]	[2.1]	[0.9]	[0.7]	[0.8]	[0.6]

TOLUÈNE : Concentration Moyenne Annuelle
PERIODE : 1989 - 2008

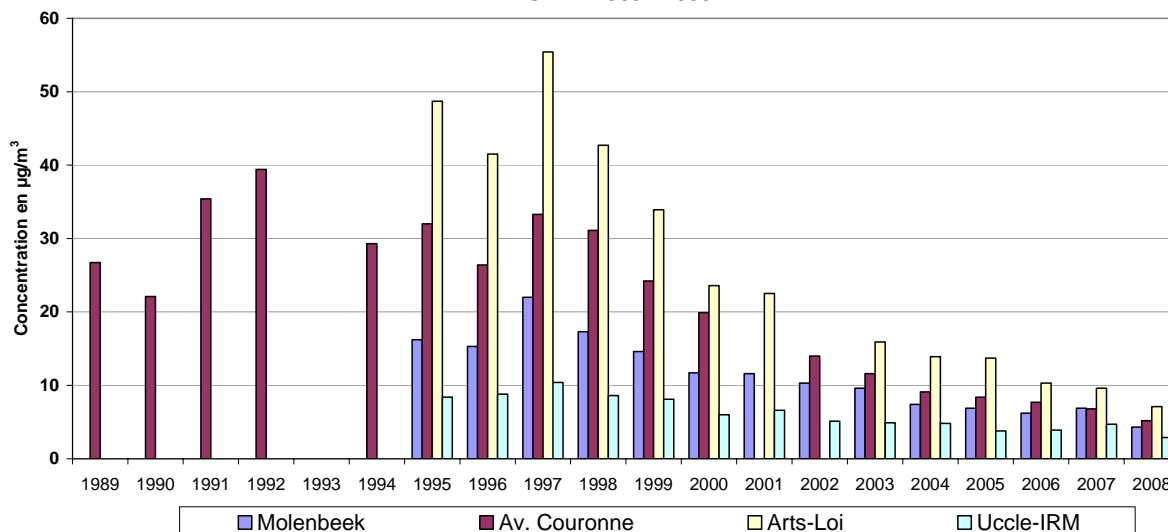


Fig. 29 : Toluène – Évolution de la concentration moyenne annuelle
 Période : janvier – décembre (1989-2007)
 2008 : Janvier - Septembre

Tableau X : TOLUÈNE : CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE

PÉRIODE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE [1994-2007]
 [2008] : JANVIER – SEPTEMBRE
 Concentration en µg/m³

Toluène	R001	R002	B003	B006	R012	WOL1	WOL2
1994		29.3					
1995	16.2	32.0	48.7		8.4		
1996	15.3	26.4	41.5		8.8		
1997	22.0	33.3	55.4		10.4	13.3	
1998	17.3	31.1	42.7		8.6	--	
1999	14.6	24.2	33.9		8.1	9.6	--
2000	11.7	19.9	23.6		6.0	8.2	7.5
2001	11.6	--	22.5		6.6	7.9	6.5
2002	10.3	14.0	--	--	5.1	6.3	4.1
2003	9.6	11.6	15.9	7.5	4.9	5.8	5.3
2004	7.4	9.1	13.9	5.3	4.8	4.6	4.4
2005	6.9	8.4	13.7	4.7	3.8	4.3	4.4
2006	6.2	7.7	10.3	4.1	3.9	3.7	4.1
2007	6.9	6.8	9.6	4.9	4.7	3.5	3.7
[2008]	[4.3]	[5.2]	[7.1]	[4.1]	[2.9]	[2.5]	[2.8]

13.3 Réseau de mesure pour le Benzène

Dans le cadre de la nouvelle directive concernant le benzène, un réseau comportant environ 20 points de prélèvements a été installé en 1998. Il a pour but de donner une représentation spatiale des niveaux de benzène dans la Région de Bruxelles-Capitale et de mettre en évidence les zones où la nouvelle norme ne serait pas respectée. Les emplacements sont choisis pour être représentatifs des différents cadres de vie de la population : parcs publiques, jardins privés, artères à circulation intense et "canyon street".

Les prélèvements sont réalisés au moyen de tubes à diffusion passive, exposés par période de 2 semaines. Les analyses des concentrations de benzène sont faites en laboratoire par chromatographie gazeuse après désorption thermique.

Les résultats de ce réseau de mesure montrent également une diminution nette des concentrations en benzène à des endroits situés à proximité du trafic.

Le graphique de la figure 30 représente l'évolution dans le temps (1999 – 2007) de la concentration moyenne en benzène dans quelques postes de mesure du réseau benzène. La distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle obtenue en 2007 est donnée à la figure 31. La valeur limite proposée ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est dépassée dans aucun endroit.

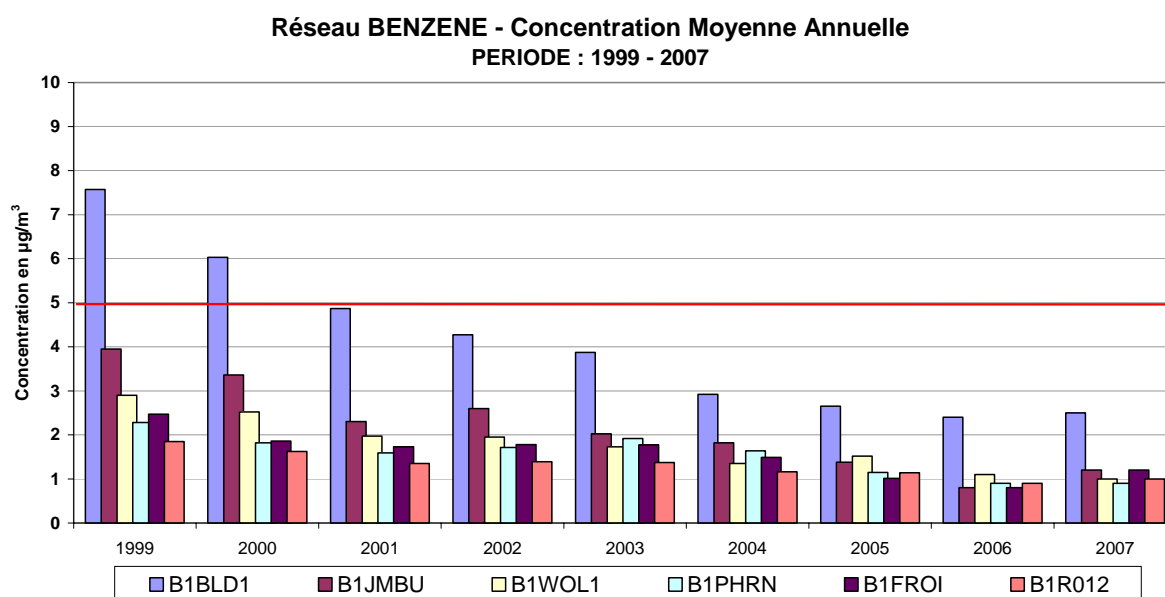


Fig. 30 : Réseau Benzène – Évolution de la concentration moyenne annuelle dans quelques postes de mesure. Période 1999 - 2007

REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

SURVEILLANCE de la QUALITE de l'AIR

RESEAU BENZENE

ANNEE : 2007

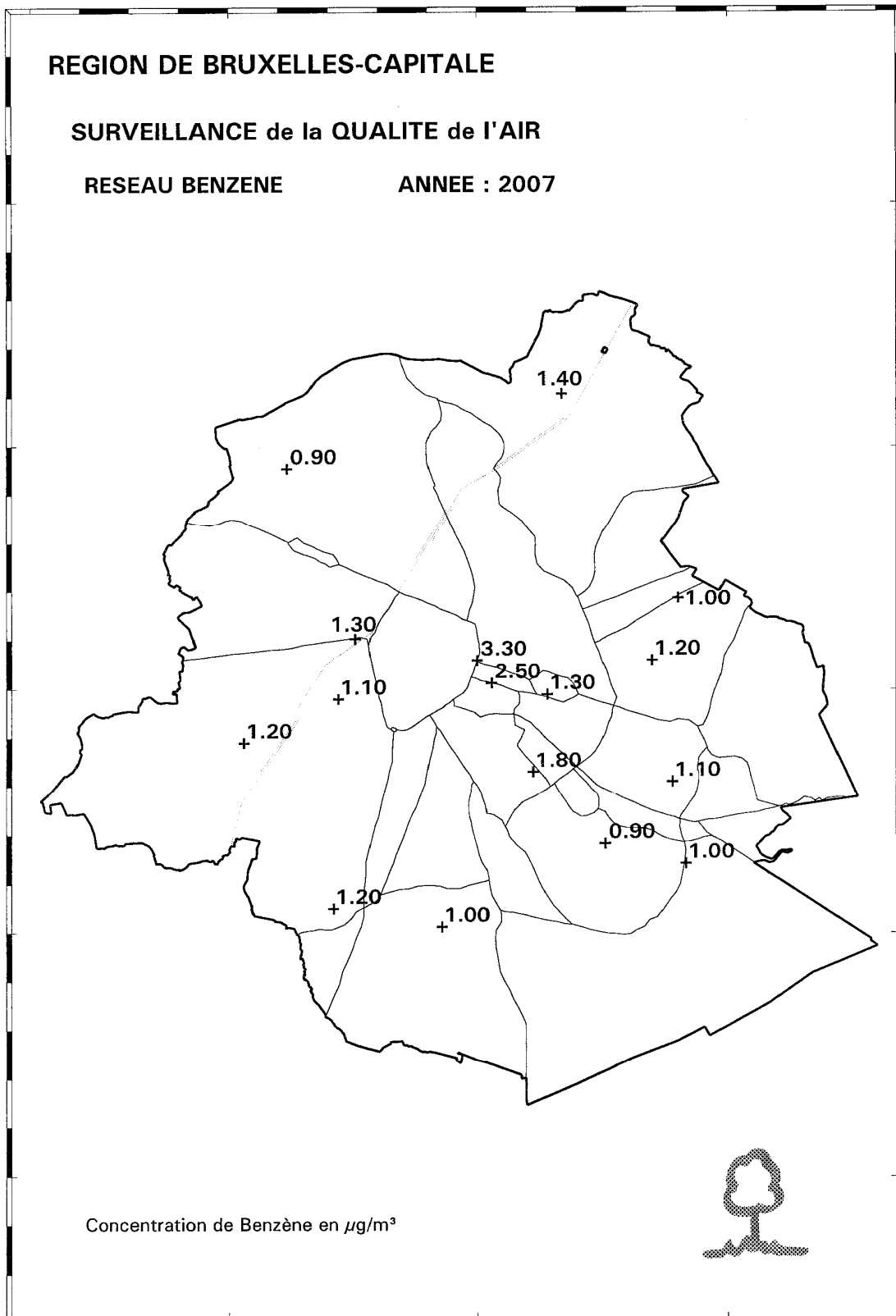


Fig. 31 : Benzène – Distribution spatiale de concentration moyenne annuelle en 2007

14 DISTRIBUTION des FRÉQUENCES CUMULÉES : O₃ et NO₂

O₃ : Dans le tableau suivant la distribution de fréquences cumulées est donnée pour les concentrations moyennes horaires d'O₃, observées durant la période « estivale » avril - septembre de 2008. En annexe 1, ces résultats sont comparés avec la situation des périodes estivales de 1994 à 2007.

Distribution des fréquences cumulées des valeurs horaires pour l'ozone

Concentration O₃ en µg/m³. Période : 1 avril – 30 septembre

Poste	Pér	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41R001	é08	all	29	44	58	66	80	95	114	150	45	35	98,2
41B004	é08	all	31	45	60	71	87	109	130	163	48	36	98,5
41B006	é08	all	36	50	65	74	89	105	123	149	52	42	98,0
41B011	é08	all	35	50	66	77	94	117	139	161	53	41	95,2
41R012	é08	all	41	57	72	82	99	117	139	173	59	48	98,4
41N043	é08	all	17	32	48	58	75	92	113	154	36	23	94,5
41WOL1	é08	all	27	40	53	63	78	97	116	153	43	31	96,7

où

Pér : période
é08 : période estivale 2008
all : tous les jours

P_{xx} : xx^{ème} centile; p.e. P₃₀ est la valeur de concentration pour laquelle 30% des valeurs de mesure est inférieure

MA : moyenne arithmétique
MG : moyenne géométrique
%Nt : pourcentage de données validées

Au vu de la comparaison des résultats, il apparaît que les concentrations en ozone les plus élevées ont été mesurées à Uccle (R012), à Berchem-Ste-Agathe (B011) et à proximité du poste situé au Parlement Européen (B006). Les niveaux de concentrations à Molenbeek (R001), Ste-Catherine (B004), Haren (N043) et Woluwé-St-Lambert (WOL1) sont plus faibles. Une plus grande destruction locale de l'ozone à ces postes de mesure, entre autres par les émissions de NO liées à la densité de circulation, est responsable des concentrations plus faibles en ozone.

En général, au centre-ville et à proximité des axes routiers la destruction d'ozone l'emporte sur la formation. Dans la périphérie en aval des grandes villes la formation d'ozone devient plus importante que sa destruction. Les concentrations en ozone sont plus élevées aux endroits qui sont moins directement exposés au trafic : ceci est le cas à Uccle, Berchem et au Parlement Européen.

La distribution des fréquences cumulées pour l'ozone (l'été 2008: *avril - septembre*) est représentée graphiquement à la figure 32.

L'évolution à moyen terme (période 1986-2008) est représentée dans les graphiques de la figure 33 et 34. Le graphique de la figure 33 donne l'évolution au poste de mesure d'Uccle (R012) et celui de la figure 34 donne l'évolution au poste de mesure de Berchem-Ste-Agathe (B011). Les périodes estivales plus chaudes de 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 et 2006 se dégagent clairement de l'évolution des valeurs, et plus précisément les niveaux plus élevés des centiles supérieurs (P70 à P98).

Au cours du temps on constate une légère augmentation de la concentration moyenne d'ozone et une diminution de la fréquence des pics d'ozone.

Une comparaison de l'évolution journalière moyenne des concentrations en ozone pendant les étés (*mai-août*) de 2004 à 2008 est indiquée à la figure 35. Le graphique de la figure 36 donne une comparaison analogue pour les étés riches en ozone, notamment 1989, 1994, 1995, 2003 et 2006.

Une comparaison pour la température et la vitesse du vent est donnée respectivement à la figure 37 et 38.

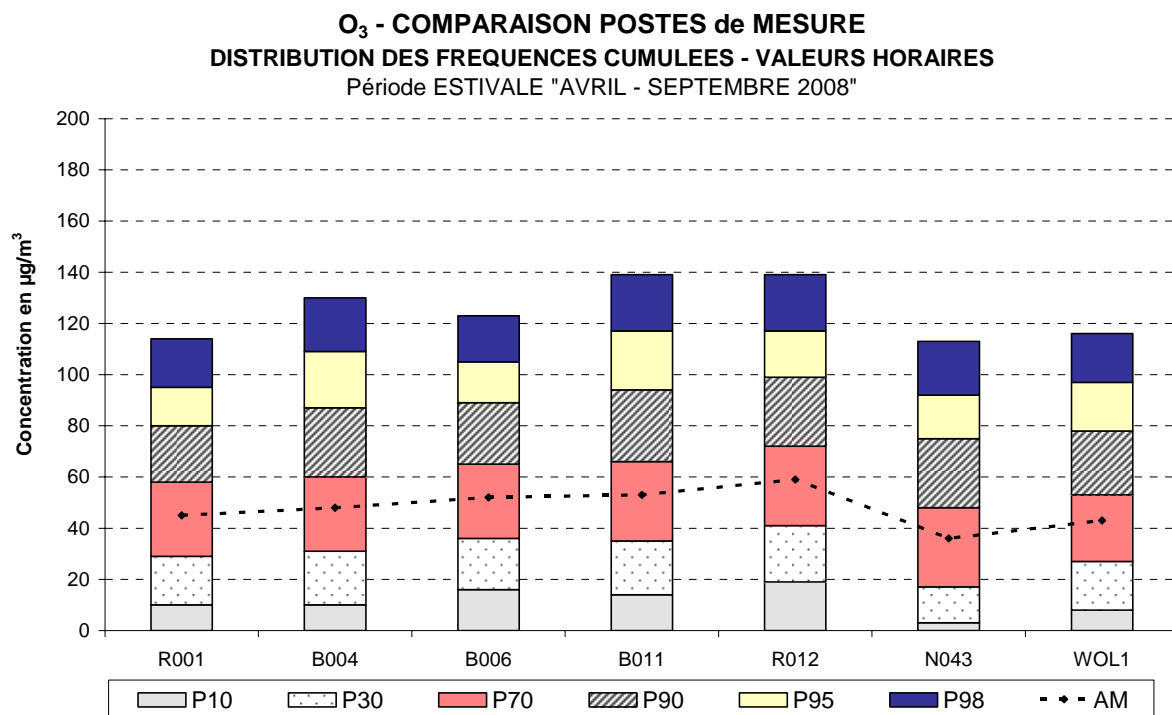


Fig. 32 : Ozone - Distribution de fréquences cumulées - valeurs horaires: avril - septembre 2008

OZONE à UCCLE (R012) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période Estivale "AVRIL - SEPTEMBRE"

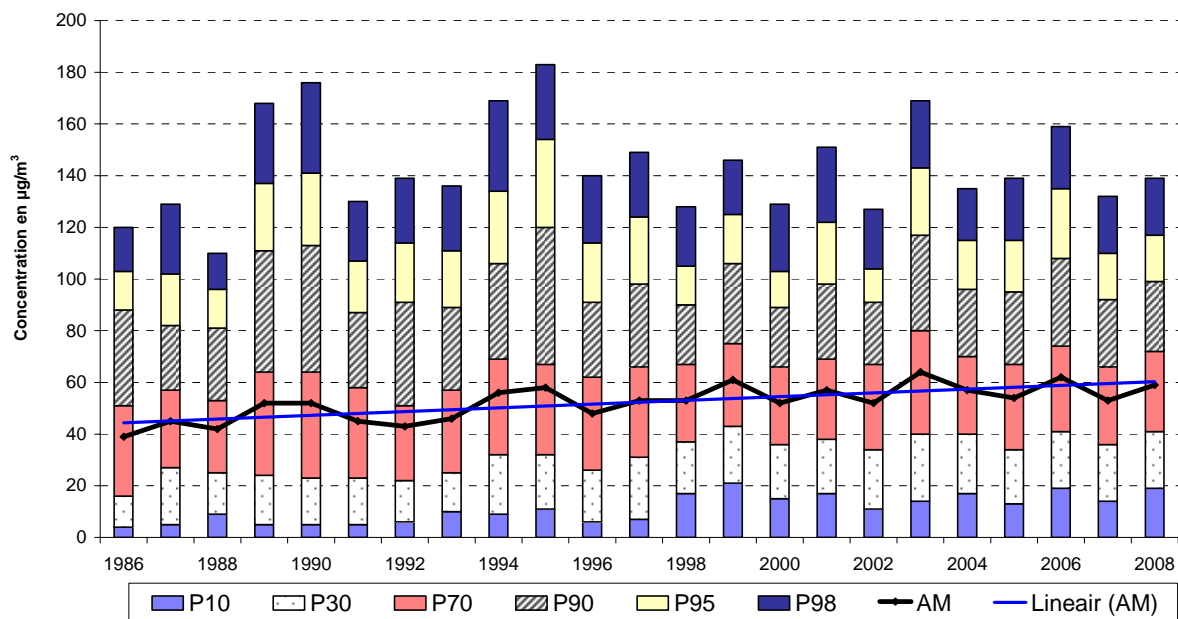


Fig. 33 : Uccle - Évolution des Valeurs Horaires en Ozone (1986-2008)
 Période estivale « avril – septembre »

OZONE à BERCHEM-Ste-Agathe (B011) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période Estivale "AVRIL - SEPTEMBRE"

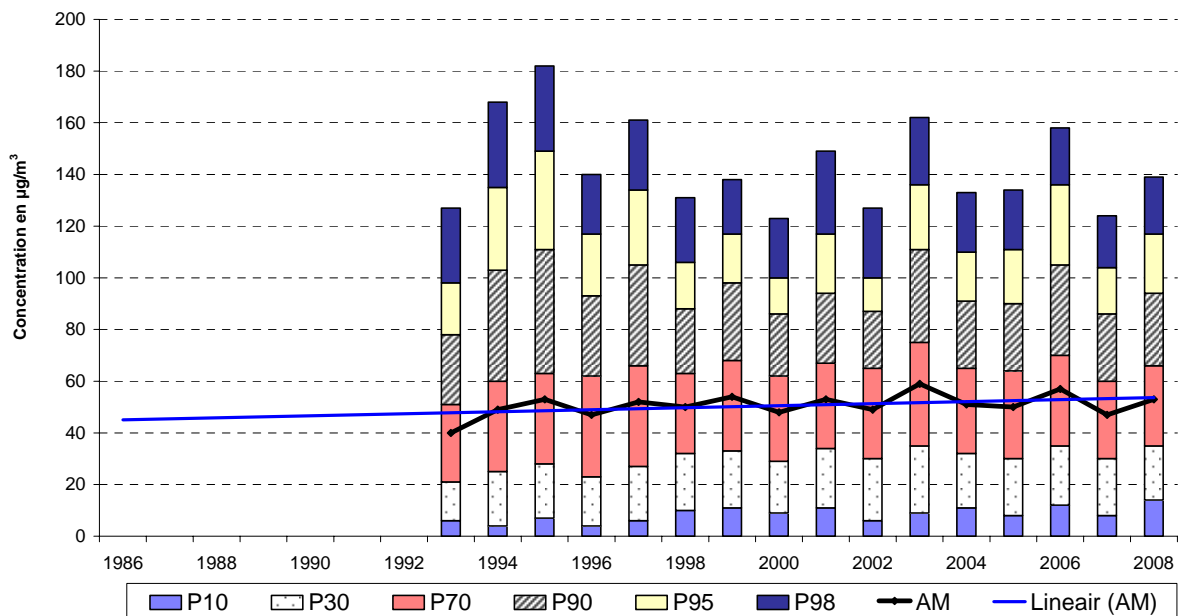


Fig. 34 : Berchem-Ste-Agathe - Évolution des Valeurs Horaires en Ozone (1993-2008)
 Période estivale « avril – septembre »

OZONE - Evolution journalière moyenne - Uccle

Comparaison été 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008

Période : mai - août

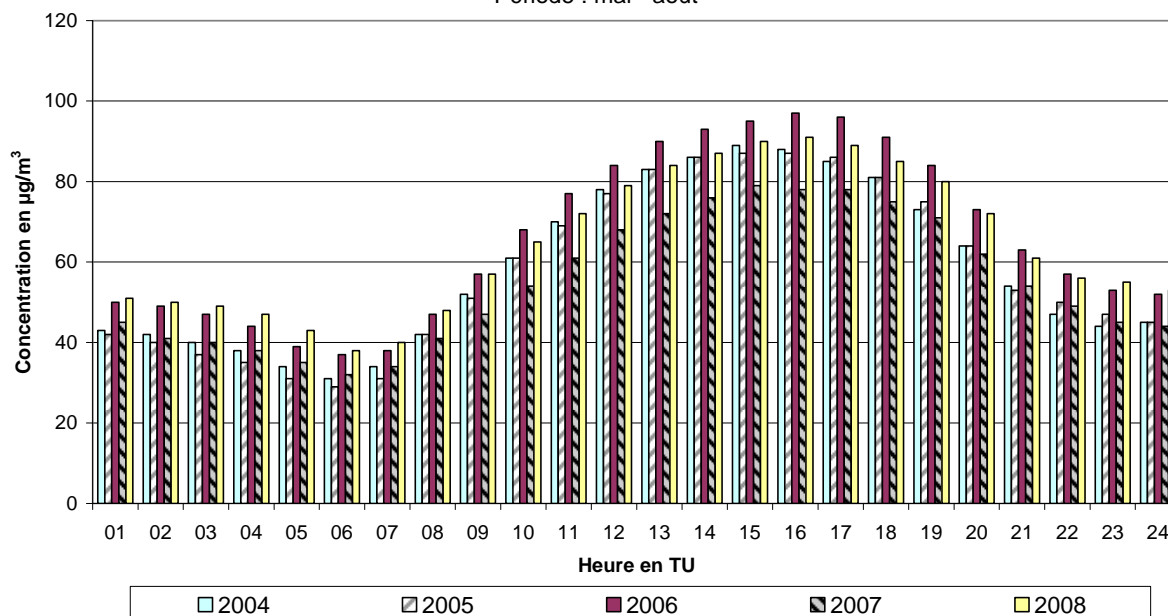


Fig. 35 : Évolution journalière moyenne en ozone à Uccle (R012)
Comparaison des niveaux durant les périodes estivales récentes (2004 à 2008)

OZONE - Evolution journalière moyenne - Uccle

Comparaison été 1989, 1994, 1995, 2003 et 2006

Période : mai - août

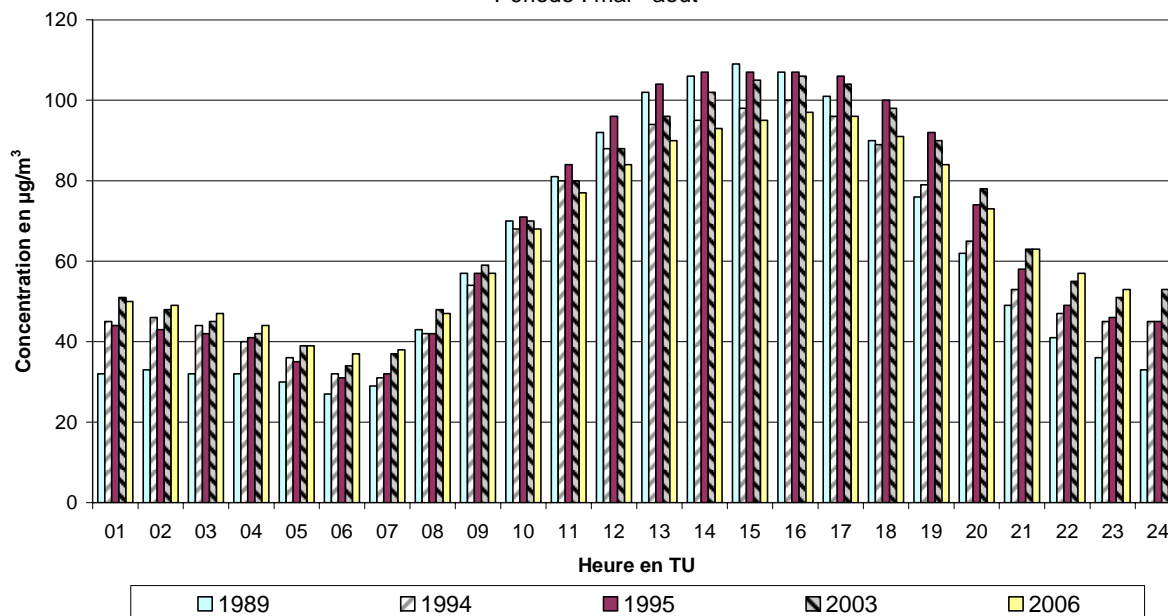


Fig. 36 : Évolution journalière moyenne en ozone à Uccle (R012)
Comparaison des niveaux durant les étés riches en ozone (1989-1994-1995-2003-2006)

Température - Evolution journalière moyenne

Comparaison été 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008

Période : mai - août

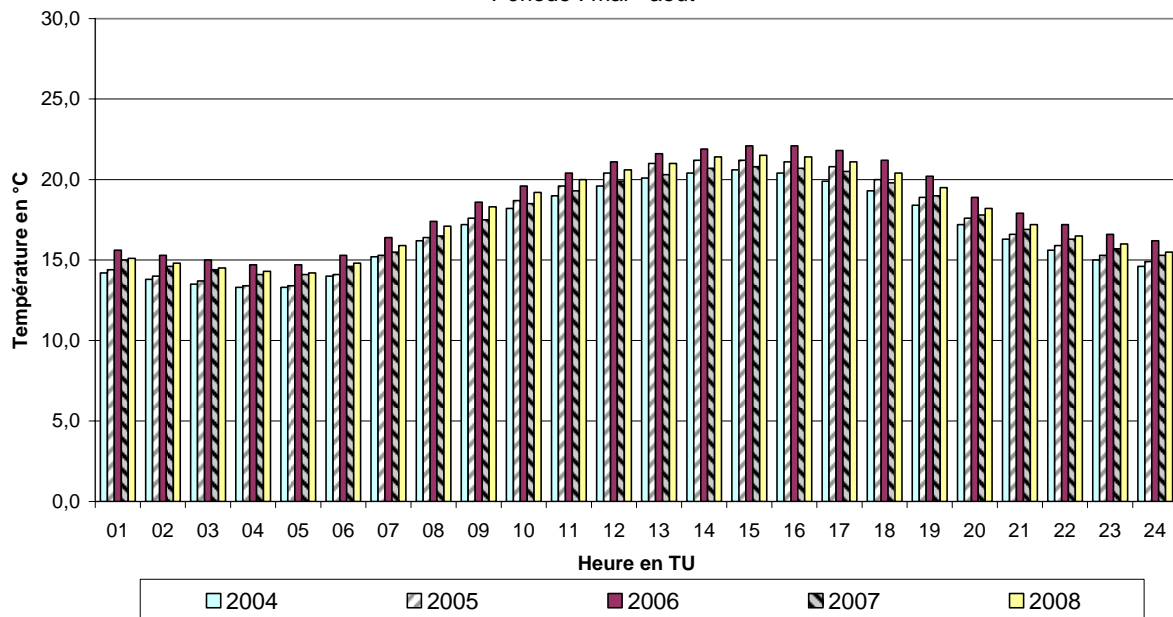


Fig. 37 : Température - évolution journalière moyenne
Périodes estivales « mai – août » 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008

Vitesse de Vent - Evolution journalière moyenne

Comparaison été 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008

Période : mai - août

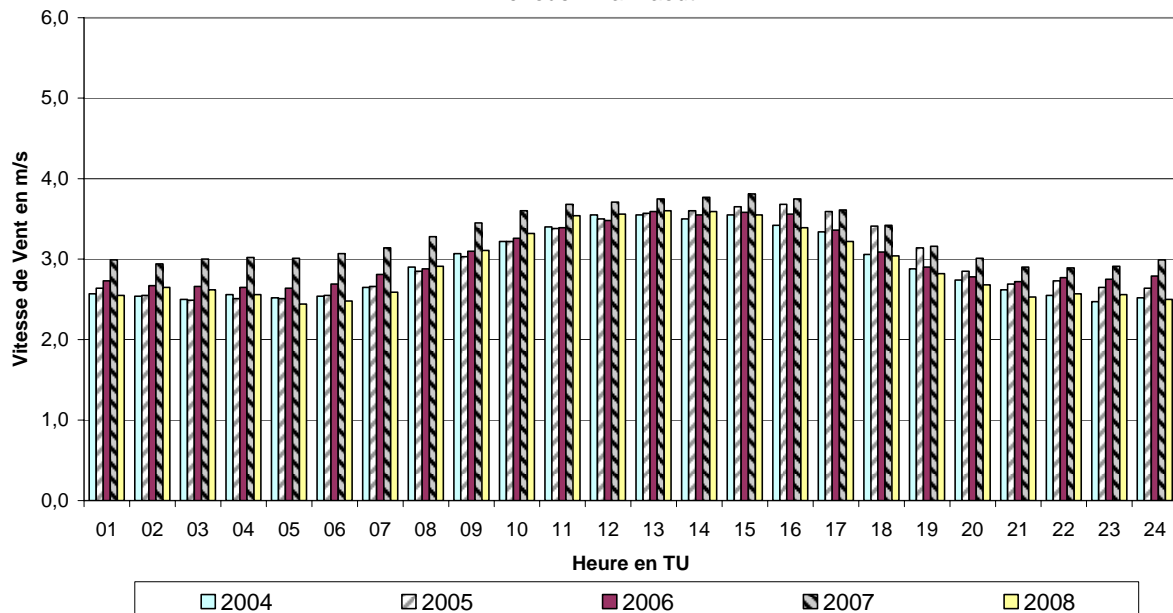


Fig. 38 : Vitesse de vent - évolution journalière moyenne
Périodes estivales « mai – août » 2004, 2005, 2006, 2007 et 2008

NO₂ : La distribution des fréquences cumulées des valeurs horaires pour le NO₂ pendant la période estivale (avril – septembre) 2008 est mentionnée au tableau ci-dessous :

Distribution des fréquences cumulées des valeurs horaires pour le dioxyde d'azote
Concentration NO₂ en µg/m³. Période : 1 avril – 30 septembre

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41R001	é08	all	25	37	51	62	74	86	104	141	41	33	96,6
41R002	é08	all	36	47	59	68	81	92	107	139	49	43	97,3
41B003	é08	all	74	96	121	142	166	186	210	272	103	93	74,6
41B004	é08	all	24	32	42	50	62	72	83	125	36	32	97,6
41B005	é08	all	18	27	36	44	57	68	81	117	30	25	95,9
41B006	é08	all	20	29	40	47	59	70	85	120	33	28	96,3
41B011	é08	all	12	19	29	36	48	58	74	122	24	18	93,2
41R012	é08	all	11	17	26	32	43	52	65	112	21	16	94,6
41N043	é08	all	27	37	48	57	71	83	98	141	40	34	76,3
41MEU1	é08	all	15	24	35	44	57	71	86	128	29	22	95,1
41WOL1	é08	all	22	32	46	54	69	81	96	160	37	30	96,0

Dans les zones avec d'importantes émissions une part du NO est oxydée par l'ozone. La concentration en NO₂ y est donc plus élevée pendant les périodes à forte concentration d'ozone.

La distribution des fréquences cumulées de NO₂ pour les différents postes de mesure pendant la période estivale 2008 est illustrée à la figure 39. Les figures 40 et 41 montrent l'évolution de la distribution des fréquences cumulées pour plusieurs périodes estivales (1991 à 2008). Le graphique à la figure 40 correspond au poste de mesure de l'Avenue de la Couronne à Ixelles (R002) et le graphique à la figure 41 au poste de mesure Arts-Loi (B003).

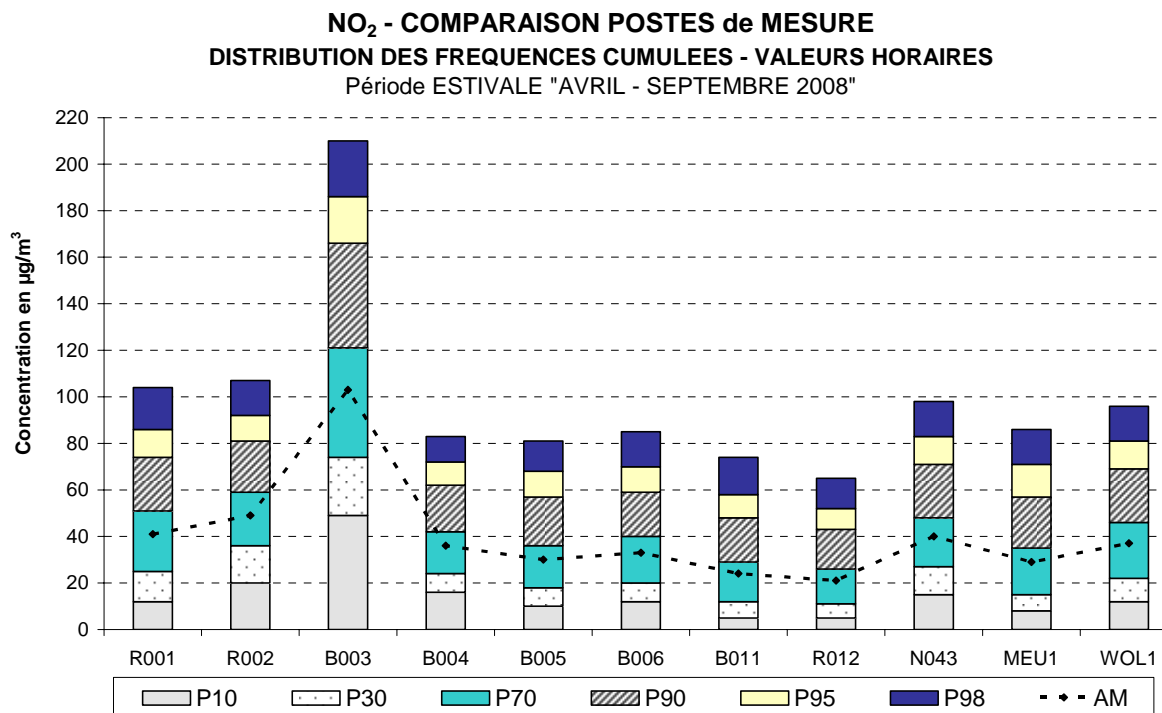


Fig.39 : NO₂ - Distribution de fréquences cumulées - valeurs horaires: avril - septembre 2008

NO₂ à IXELLES (R002) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période ESTIVALE "AVRIL - SEPTEMBRE"

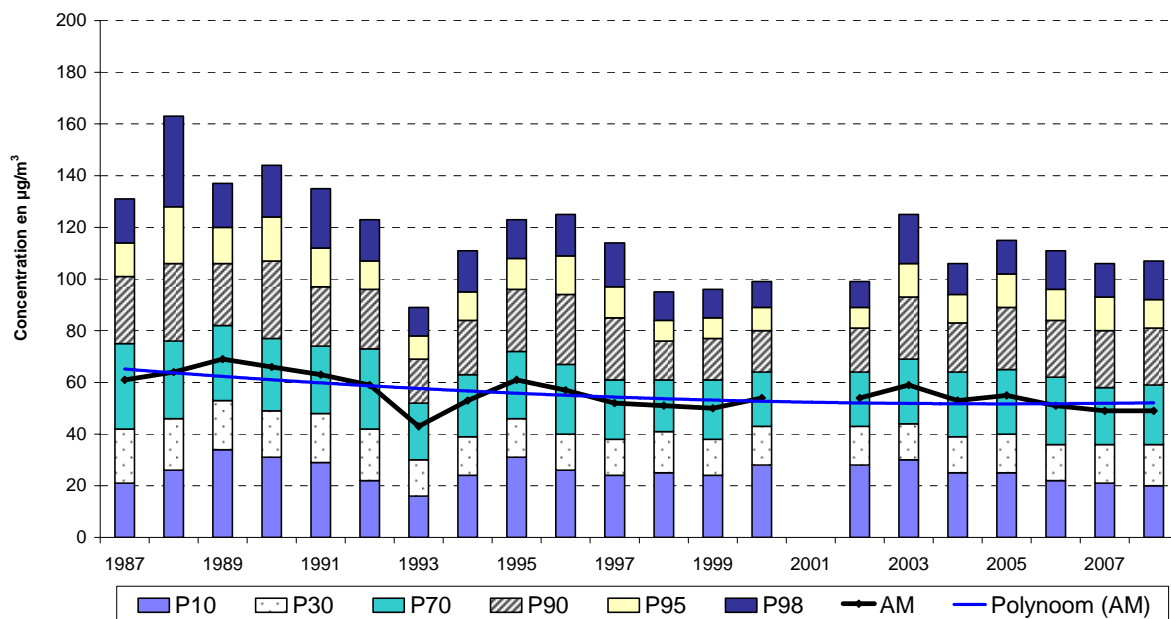


Fig. 40 : Ixelles – Évolution de Valeurs Horaires en NO₂
 Période estivale « avril – septembre » (1991-2008)

NO₂ à ARTS-LOI (B003) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période ESTIVALE "AVRIL - SEPTEMBRE"

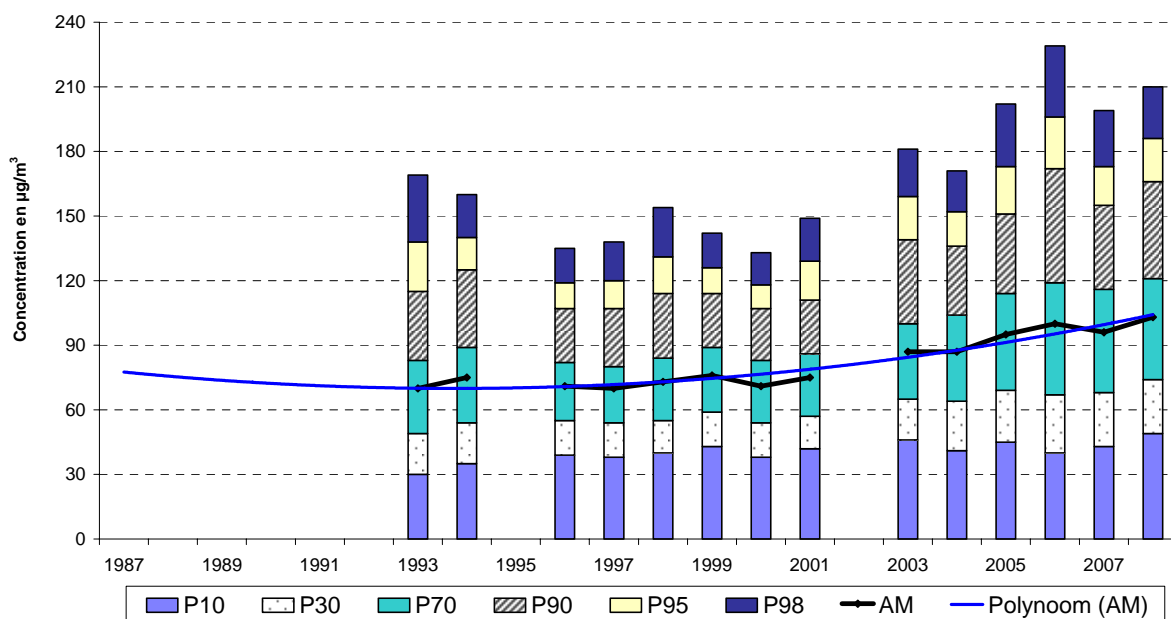


Fig. 41 : Arts-Loi – Évolution de Valeurs Horaires en NO₂
 Période estivale « avril – septembre » (1993-2008)

15 Concentration d'ozone en fonction de la température, de la vitesse et de la direction du vent

La figure 42 reproduit, pour la période *mai – août 2008*, toutes les valeurs semi-horaires relatives à l'ozone (R012 à Uccle) en fonction de la température (M003 à Uccle), dans un diagramme XY. La concentration en O₃ est portée sur l'axe Y et la température moyenne semi-horaire sur l'axe X. On remarque clairement que le risque de valeurs plus élevées en ozone augmente en cas de températures plus élevées.

Les figures 43, 44 et 45 représentent les concentrations moyennes en O₃, en NO₂ et en NO, en fonction de la direction du vent. Les résultats sont indiqués avec, en arrière plan, une carte de la Région de Bruxelles-Capitale. Les graphiques au-dessus représentent la situation pendant *la période estivale "avril-septembre 2008"* et les graphiques en dessous la situation durant *la période hivernale "octobre 2007 – mars 2008"*.

L'ozone, et en partie aussi le NO₂, sont des polluants secondaires. La représentation sous forme de rose de pollution est dans ce cas intéressante, surtout pour se faire une idée de la distribution spatiale des concentrations, plutôt que pour l'interprétation des résultats en fonction de la direction du vent.

Les concentrations en ozone sont plus élevées en période estivale qu'en période hivernale et plus élevées quand l'emplacement du poste de mesure est moins directement influencé par les émissions du trafic. Le niveau moyen des concentrations d'ozone (figure 43) est assez comparable dans les postes de mesure B011 (Berchem-Ste-Agathe) et R012 (Uccle). Les concentrations à Molenbeek (R001), [Ste-Catherine (B004)], Haren (N043) et Woluwé (B004) sont légèrement inférieures.

Pour le NO₂ il n'y a pas de grandes différences entre la situation estivale et hivernale (figure 44). Les concentrations moyennes en hiver sont légèrement supérieures à celles de l'été. Uniquement au poste de mesure Arts-Loi la concentration moyenne en été est supérieure à celle de l'hiver. Ceci est dû à la forte densité de circulation et à la conversion du NO en NO₂ (avec disparition de l'ozone).

Pour le NO on peut constater des différences plus prononcées entre les différents postes de mesure et entre la situation moyenne estivale et hivernale (figure 45). Les concentrations sont plus élevées au centre ville et à proximité des axes de trafic. Les concentrations en NO sont très basses dans la périphérie, et plus particulièrement durant les périodes estivales. Le surplus en ozone y oxyde presque entièrement les restes de NO en NO₂.

UCCLE - OZONE en fonction de la TEMPERATURE

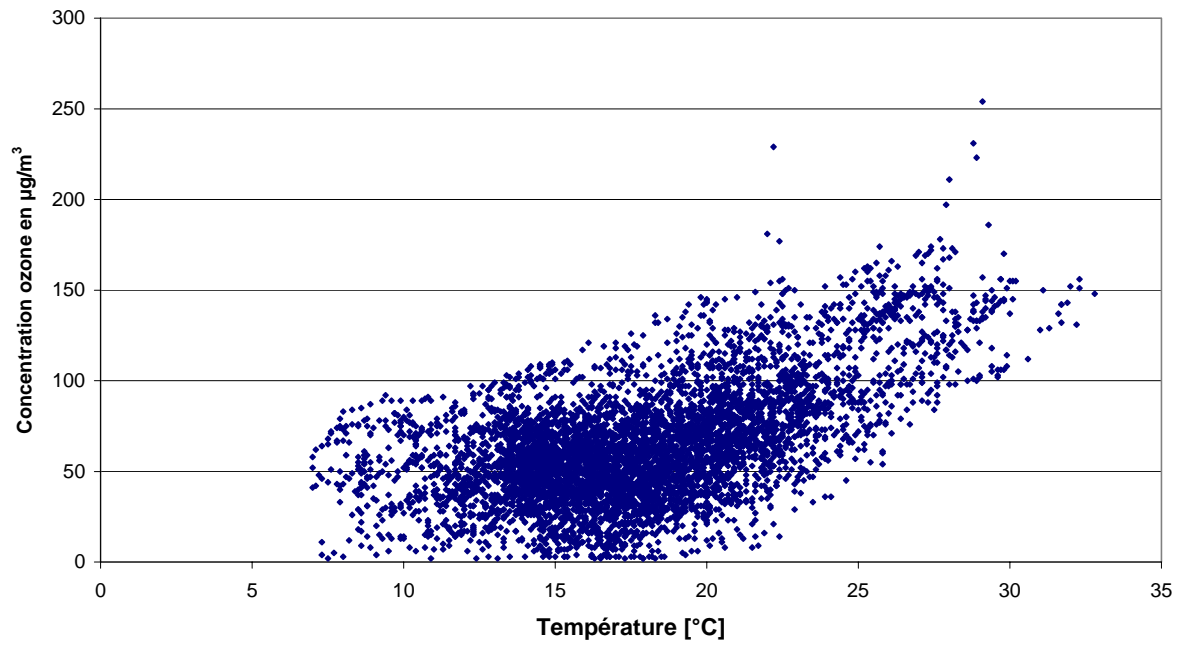


Fig. 42 : Uccle : Concentrations en ozone en fonction de la température (mai - août 2008)

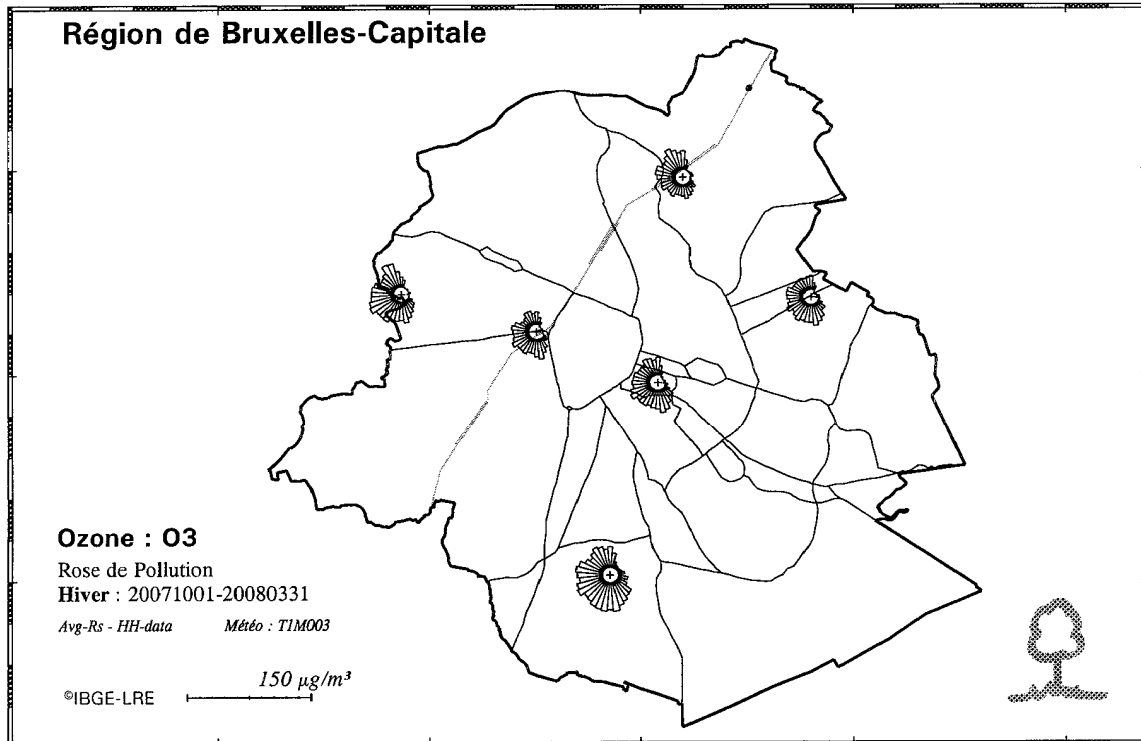
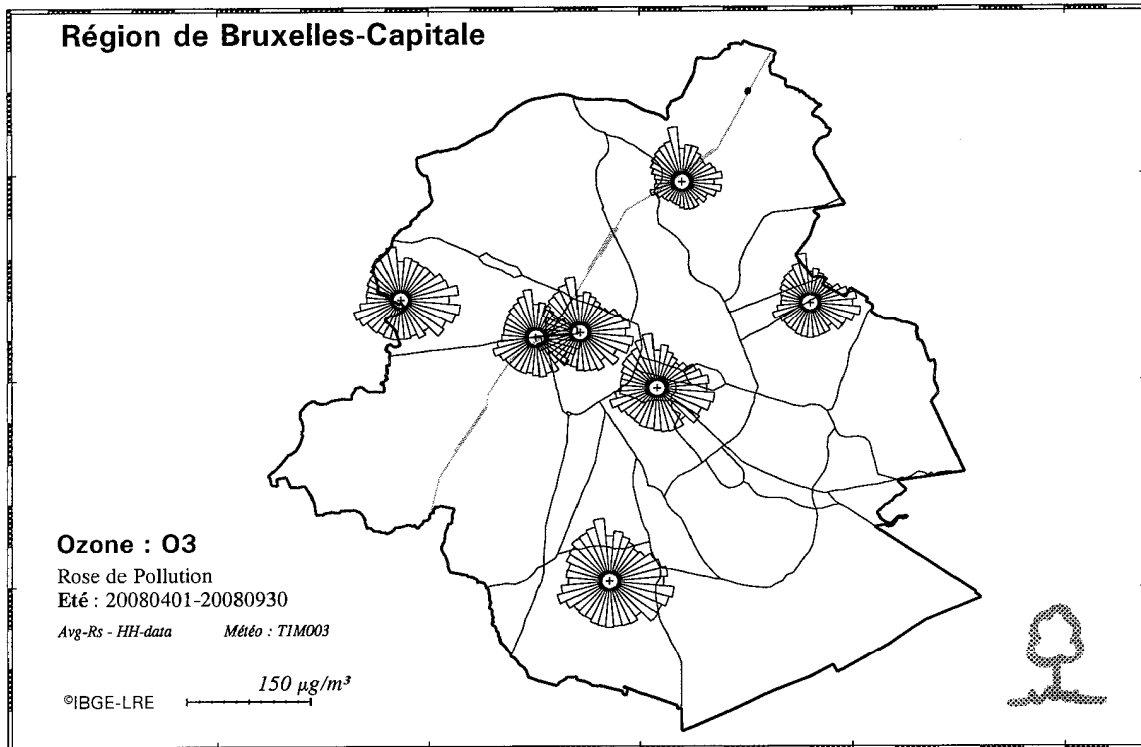


Fig. 43 : Distribution spatiale des concentrations en O₃ pendant l'été et l'hiver

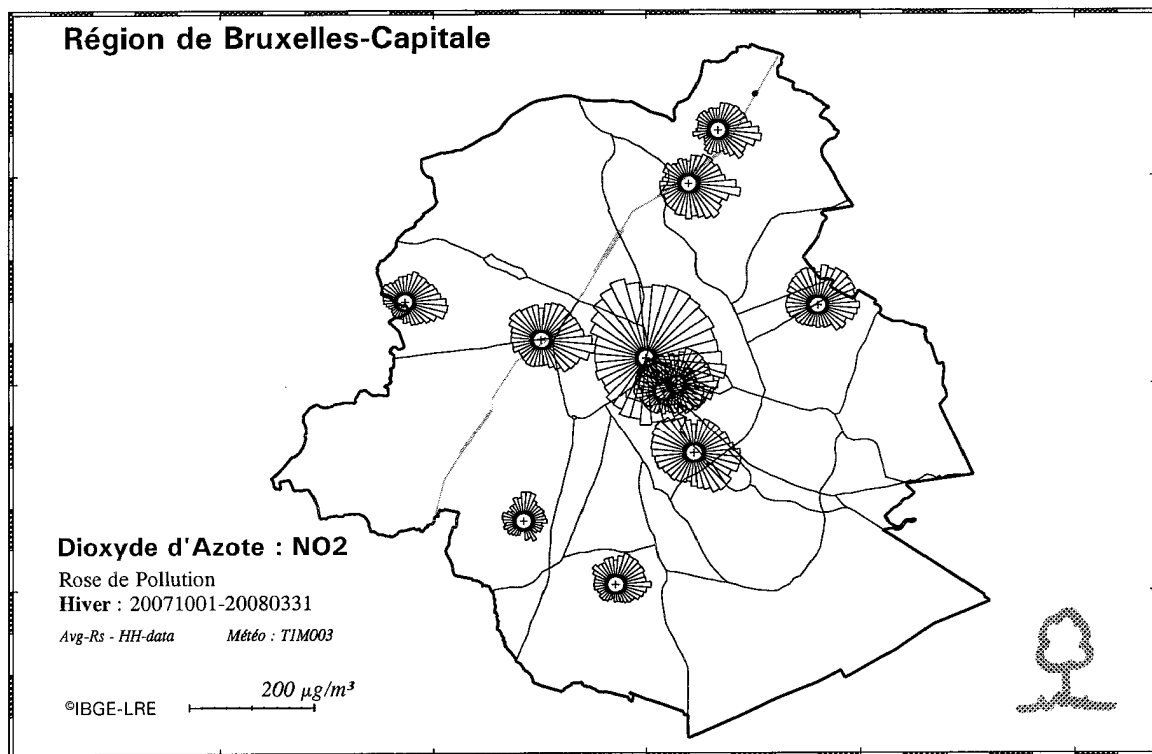
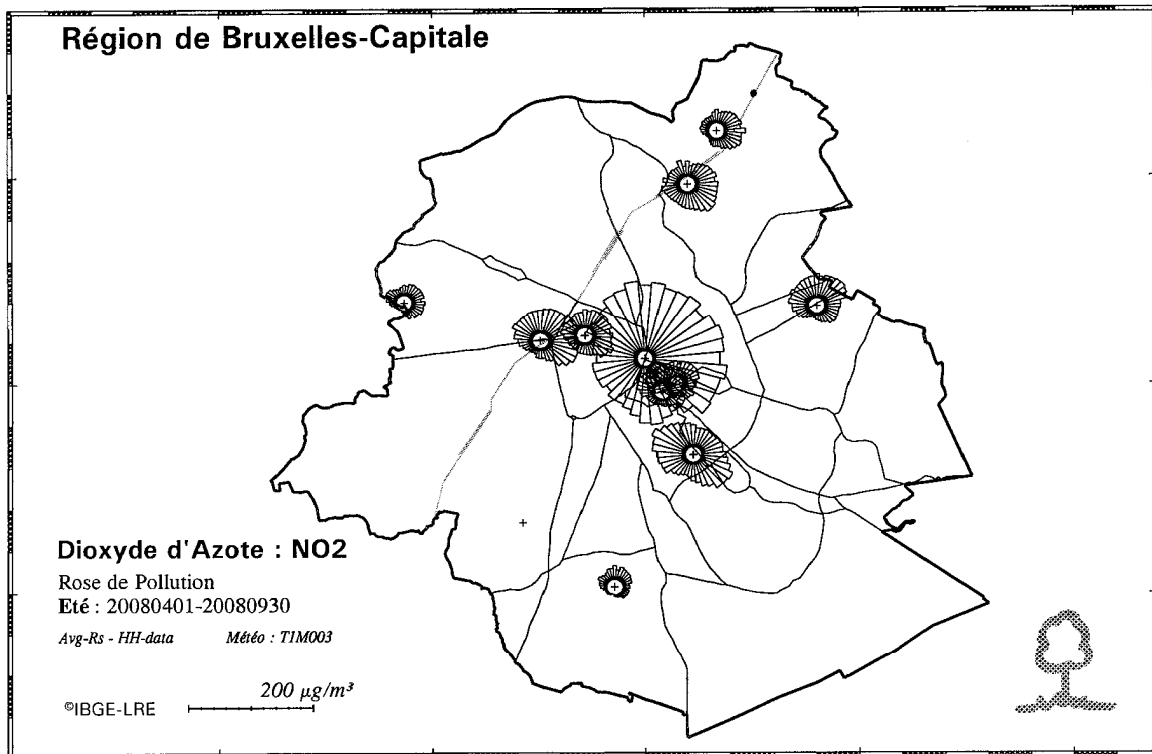


Fig. 44 : Distribution spatiale des concentrations en NO₂ pendant l'été et l'hiver

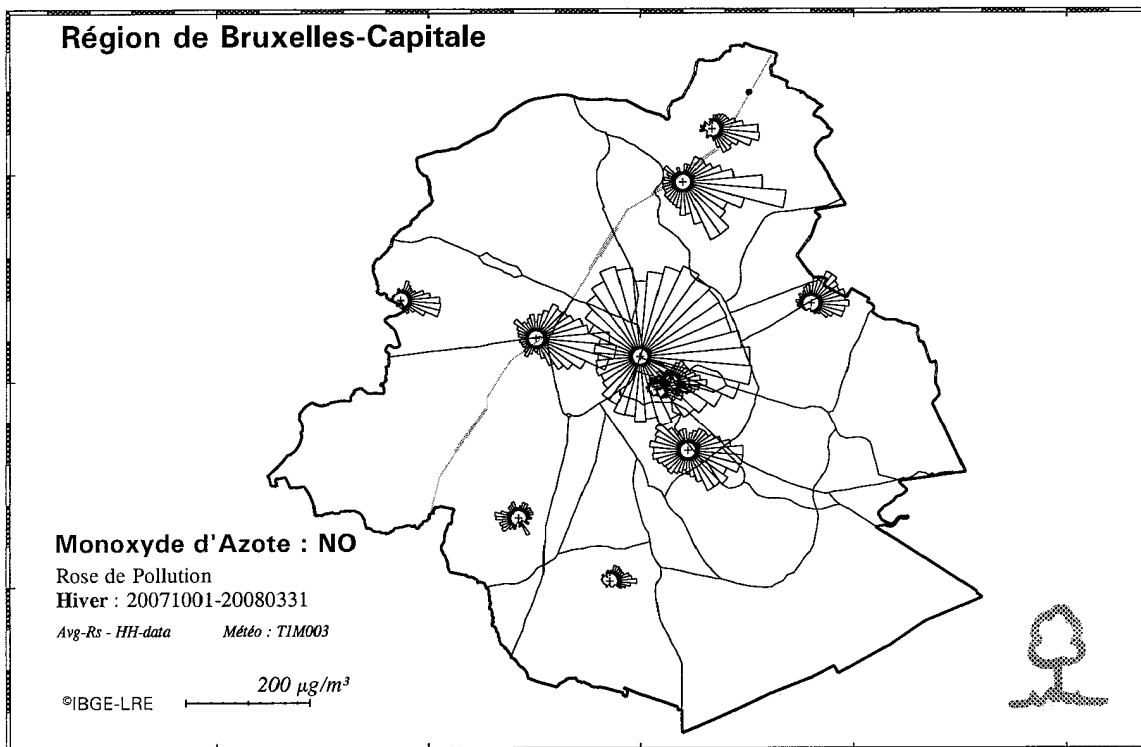
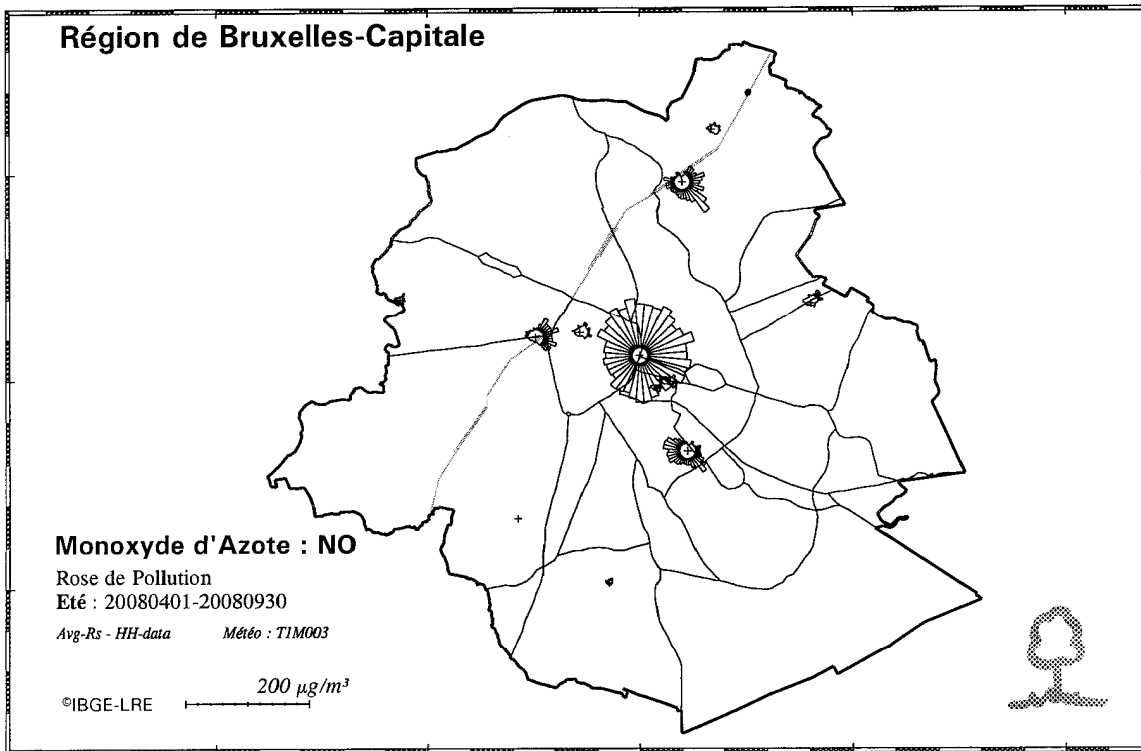


Fig. 45 : Distribution spatiale des concentrations en NO pendant l'été et l'hiver

16 L'OZONE les WEEK-ENDS et JOURS FÉRIÉS

Une comparaison des résultats entre différents postes de mesure montre bien que les concentrations en ozone sont en moyenne plus élevées aux endroits moins exposés au trafic (postes de mesure d'Uccle, de Berchem et du Parlement Européen).

Analogue à ce phénomène on peut constater que, dans tous les postes de mesure, les concentrations en ozone sont plus basses pendant les périodes à trafic intense et plus élevées pendant les périodes avec moins de trafic. Dans le tableau suivant les résultats obtenus les jours ouvrables sont comparés avec ceux des jours non ouvrables. Il apparaît que les concentrations en ozone sont systématiquement plus élevées les jours non ouvrables.

Distribution des fréquences cumulées des valeurs horaires pour l'ozone
 Comparaison entre *jours ouvrables* (ouv) et *week-ends et jours fériés* (wkf)
 Concentration O₃ in µg/m³. Période : 1^{er} avril – 30 septembre 2008

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Np
41R001	é08	ouv	27	40	54	63	77	93	112	128	43	32	98,0
41R001	é08	wkf	37	51	63	73	85	99	115	189	51	40	98,6
41B004	é08	ouv	28	41	58	68	85	108	130	152	46	34	98,5
41B004	é08	wkf	38	51	65	75	90	109	134	209	53	40	98,5
41B006	é08	ouv	33	46	62	71	87	103	120	148	50	39	98,2
41B006	é08	wkf	46	58	70	79	93	110	128	150	59	49	97,4
41B011	é08	ouv	33	47	64	74	93	117	138	158	51	38	95,2
41B011	é08	wkf	42	56	70	81	97	117	139	174	58	46	95,1
41R012	é08	ouv	40	54	70	81	98	117	139	171	57	47	98,3
41R012	é08	wkf	48	61	76	85	101	118	142	205	63	53	98,5
41N043	é08	ouv	14	26	44	54	71	89	110	140	33	20	94,8
41N043	é08	wkf	28	41	55	65	81	99	126	172	45	32	93,8
41WOL1	é08	ouv	24	37	50	59	74	93	113	137	40	29	97,4
41WOL1	é08	wkf	34	47	60	68	85	101	125	194	49	37	95,1

ouv : jours ouvrables
 wkf : week-end et jours fériés
 %Np : pourcentage des données validées (ouv ou wkf)

Les moyennes arithmétiques (MA) et géométriques (MG) ainsi que la majorité des données (P50 à P90) montrent des concentrations moyennes en ozone plus élevées les week-ends et jours fériés (wkf). Ce phénomène est constaté chaque année (voir les résultats publiés dans les rapports IBGE précédents de la “*Qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale*”, respectivement pour les périodes estivales de 1994, '95, ..., 2000, 2001, ..., 2006 et 2007).

D'autre part, les concentrations en NO₂ sont en moyenne plus élevées les jours ouvrables que les jours non-ouvrables, comme le montrent les résultats de la distribution des fréquences cumulées pour NO₂. Cette différence est la plus marquée dans les postes de mesure à proximité du trafic. (B003-R002).

Distribution des fréquences cumulées des valeurs horaires pour le dioxyde d'azote

Comparaison entre *jours ouvrables* (ouv) et *week-ends et jours fériés* (wkf)

Concentration NO₂ en µg/m³. Période : 1^{er} avril – 30 septembre 2008

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Np
41R001	é08	ouv	28	41	57	66	79	91	107	141	45	37	96,0
41R001	é08	wkf	18	29	41	49	60	69	81	121	32	26	97,9
41R002	é08	ouv	40	51	64	73	86	97	111	139	53	47	97,2
41R002	é08	wkf	28	37	49	56	66	75	85	125	40	35	97,6
41B003	é08	ouv	83	107	136	155	176	198	218	280	113	102	73,6
41B003	é08	wkf	62	77	95	106	122	139	157	190	82	76	76,9
41B004	é08	ouv	27	34	44	52	65	75	85	128	38	34	97,5
41B004	é08	wkf	20	26	35	42	55	66	74	118	31	27	97,9
41B005	é08	ouv	21	30	40	49	61	72	85	121	34	28	95,1
41B005	é08	wkf	12	19	29	34	43	52	60	91	23	19	97,8
41B006	é08	ouv	24	32	43	51	64	75	89	122	36	31	96,2
41B006	é08	ouv	15	21	31	36	45	56	65	102	25	21	96,5
41B011	é08	ouv	14	22	32	39	52	63	79	127	26	20	92,6
41B011	é08	wkf	8	14	22	28	37	43	55	77	18	13	94,4
41R012	é08	ouv	12	19	28	35	46	56	69	114	23	18	94,9
41R012	é08	wkf	8	14	21	26	34	44	52	81	17	13	93,9
41N043	é08	ouv	34	42	54	62	76	88	103	141	47	42	75,1
41N043	é08	wkf	16	22	32	39	53	63	77	102	27	22	78,8
41MEU1	é08	ouv	18	27	39	48	62	76	91	128	32	26	94,6
41MEU1	é08	wkf	10	16	25	32	44	55	65	98	21	16	96,4
41WOL1	é08	ouv	25	37	50	59	73	85	101	160	41	34	96,7
41WOL1	é08	wkf	15	23	34	41	52	64	81	136	28	22	94,4

Les figures 46 à 52 donnent une autre représentation graphique de la différence en concentration moyenne d'O₃ et de NO₂ *les jours ouvrables et non-ouvrables*. Les graphiques indiquent respectivement pour les postes de mesure d'Uccle, Berchem-Ste-Agathe, Molenbeek, Haren, Woluwé-St-Lambert, le Parlement Européen et Ste-Catherine, l'évolution journalière moyenne des concentrations d'O₃ et NO₂ pour les deux types de jours (*jours ouvrables et non-ouvrables*). Le profil journalier de la concentration en NO₂ est complémentaire au profil de la concentration en O₃. En général des valeurs plus élevées pour le NO₂ et plus basses pour l'O₃ sont atteintes les jours ouvrables.

On constate de plus grosses différences au niveau des concentrations pour les 2 types de jours aux postes de mesure où l'influence de la circulation est plus intense, notamment à Haren, Molenbeek et Woluwé. Les différences sont moins prononcées aux postes de mesure où l'influence du trafic est moins directe (B011 en R012).

Les graphiques de la figure 53 et 54 représentent, pour les deux types de jours, l'évolution journalière moyenne en NO₂ pour les postes de mesure Eastman-Belliard (B005), le parc Meudon (MEU1), l'Avenue de la Couronne à Ixelles (R002) et Arts-Loi (B003).

La différence des concentrations en ozone les *jours ouvrables et non-ouvrables* n'est pas la conséquence d'une différence frappante dans les conditions météorologiques. La figure 55 reprend l'évolution journalière moyenne de la température et de la vitesse de vent pour les deux types de jours. En ce qui concerne la température, aucune différence significative n'a été observée.

OZONE - Uccle - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

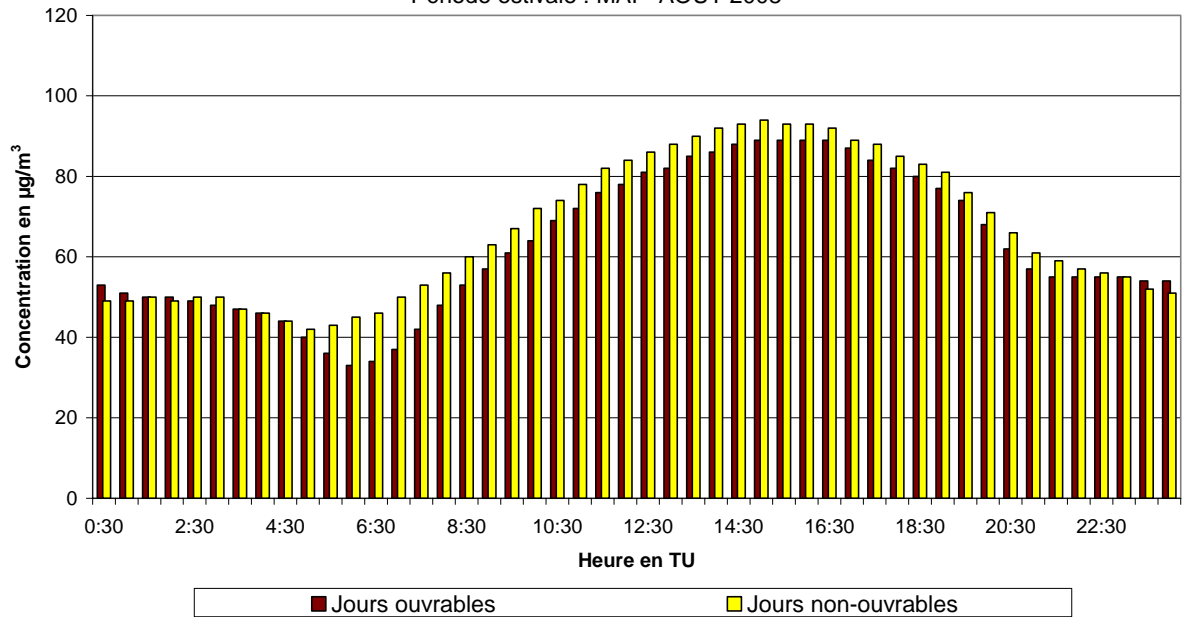


Fig. 46.a : **Uccle** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO₂ - Uccle - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

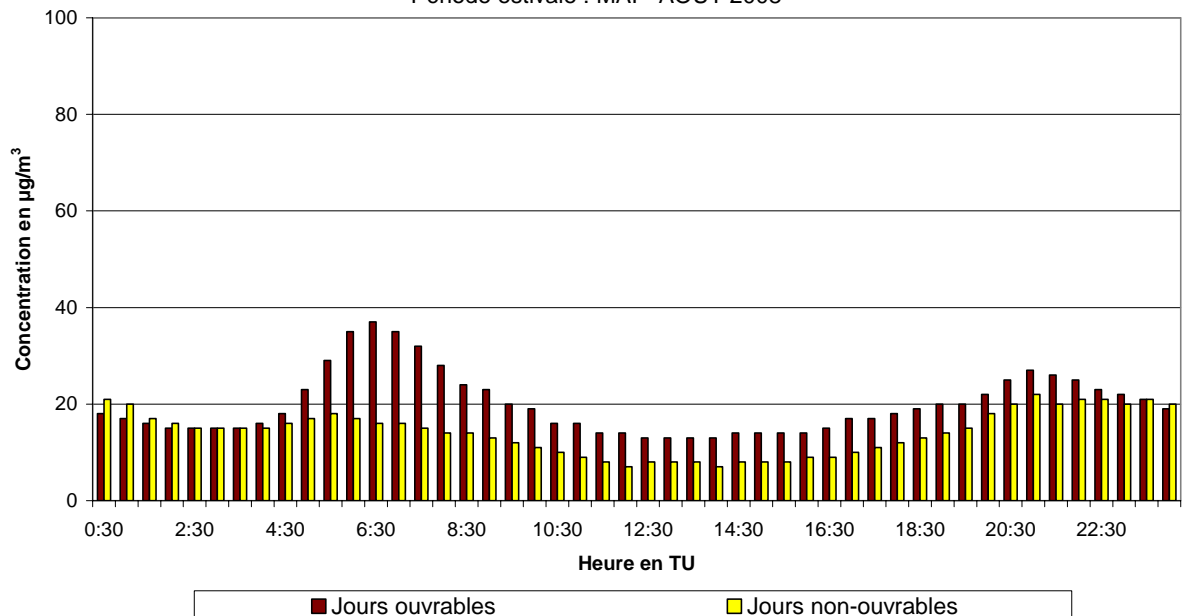


Fig. 46.b : **Uccle** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

OZONE - Berchem-Ste-Agathe - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

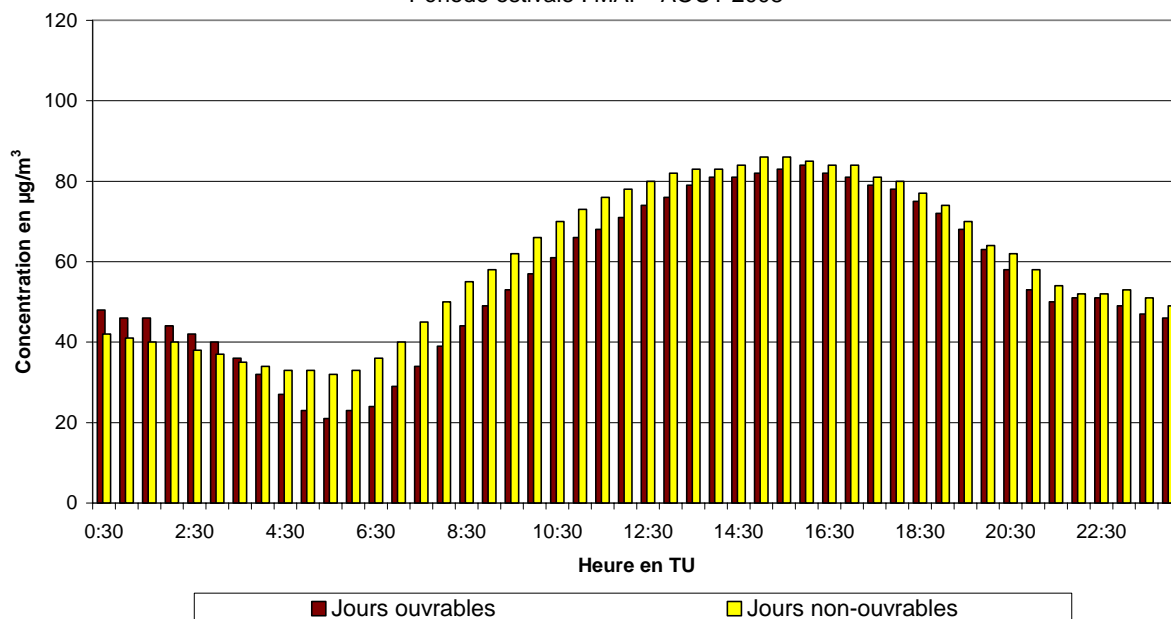


Fig. 47.a : **Berchem-Ste-Agathe** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O_3 les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO_2 - Berchem-Ste-Agathe - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

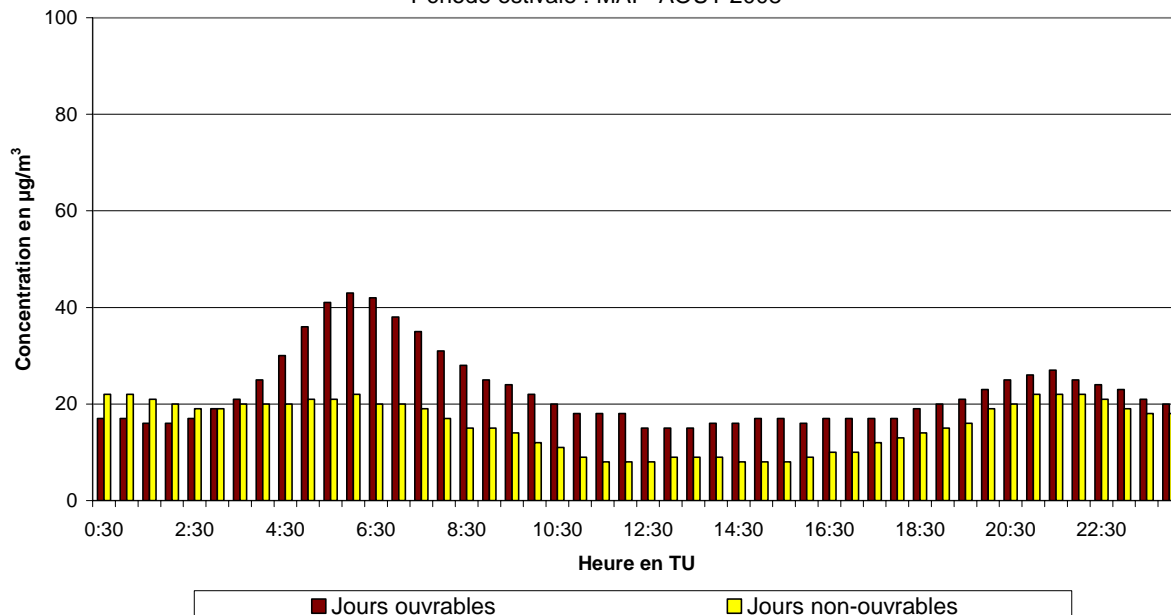


Fig. 47.b : **Berchem-Ste-Agathe** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO_2 les jours ouvrables et non-ouvrables pendant le période mai – août 2008

OZONE - Molenbeek - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

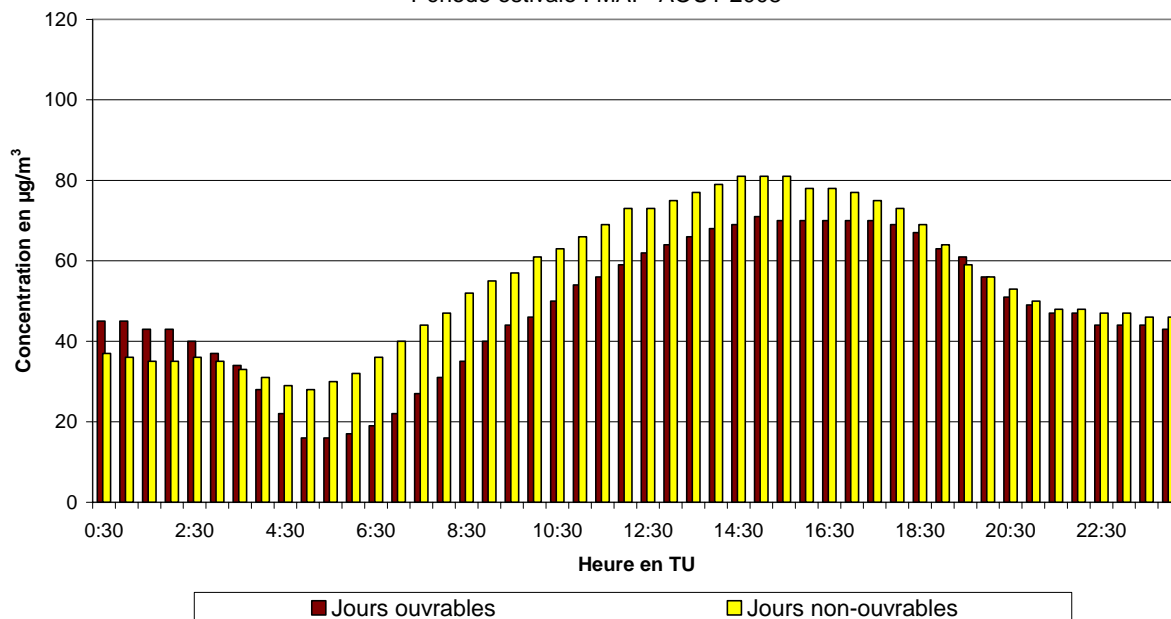


Fig. 48.a : **Molenbeek** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O_3 les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai- août 2008

NO_2 - Molenbeek - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

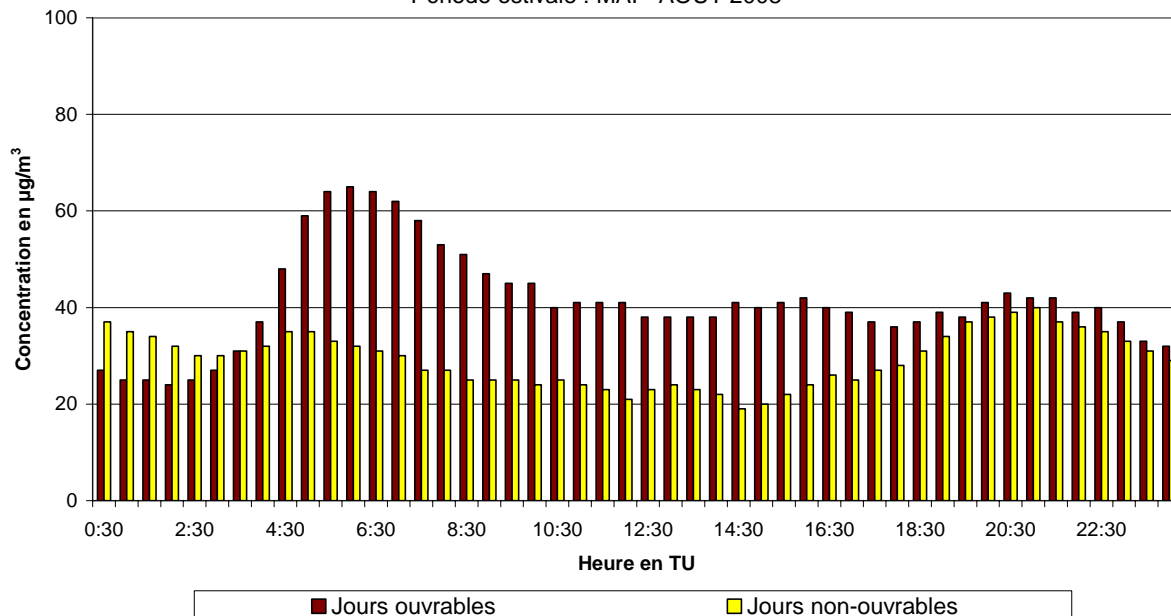


Fig. 48.b : **Molenbeek** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO_2 les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

OZONE - Haren - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

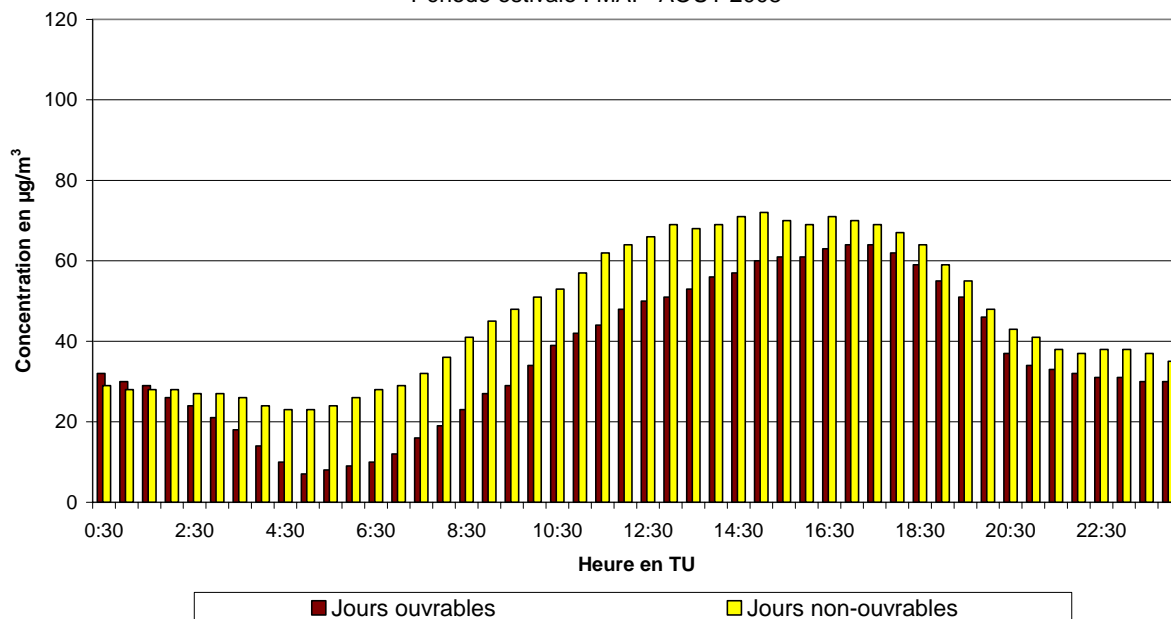


Fig. 49.a : **Haren** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO₂ - Haren - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

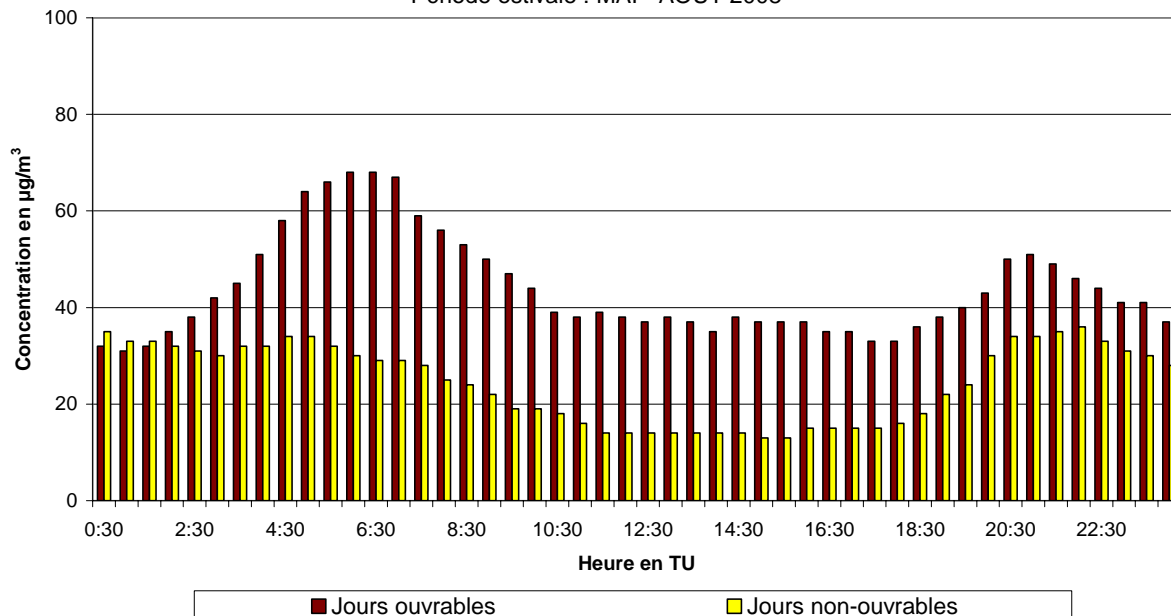


Fig. 49.b : **Haren** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

OZONE - Woluwé-St-Lambert - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

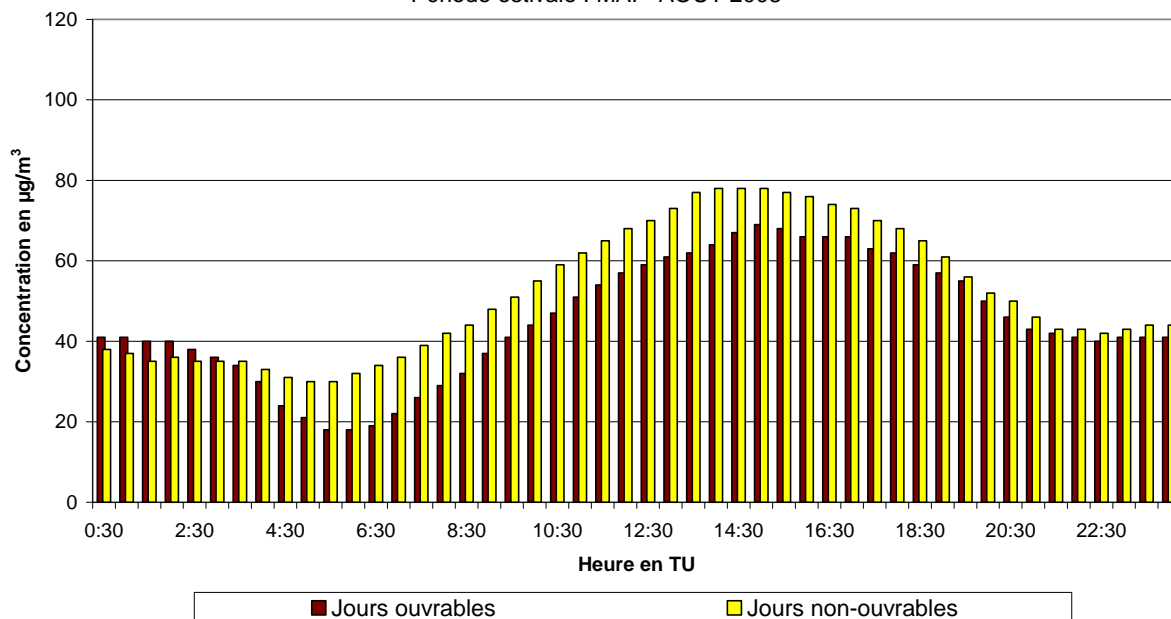


Fig. 50.a : **Woluwé-St-Lambert** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO₂ - Woluwé-St-Lambert - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

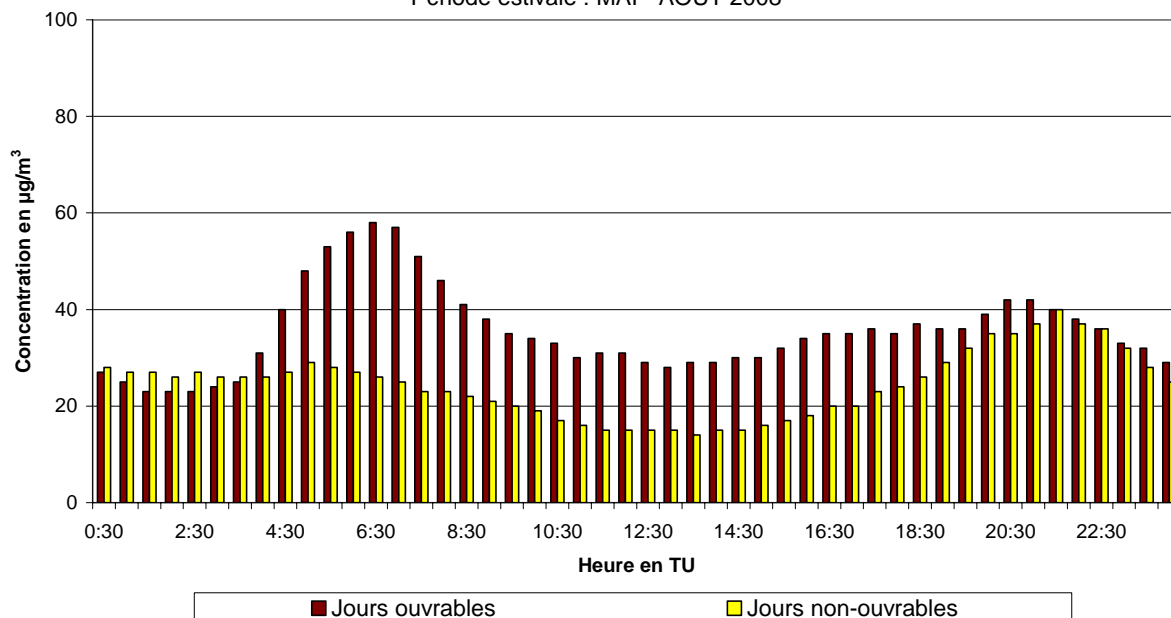


Fig. 50.b : **Woluwé-St-Lambert** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

OZONE - Parlement Européen - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

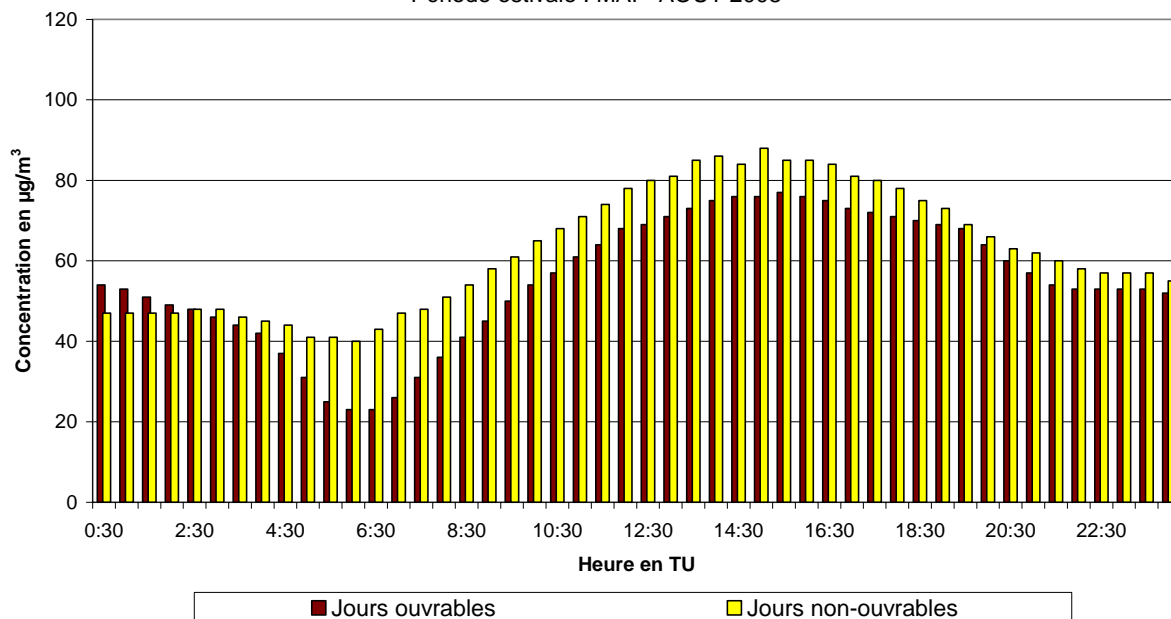


Fig. 51.a : **Parlement Européen** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO₂ - Parlement Européen - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

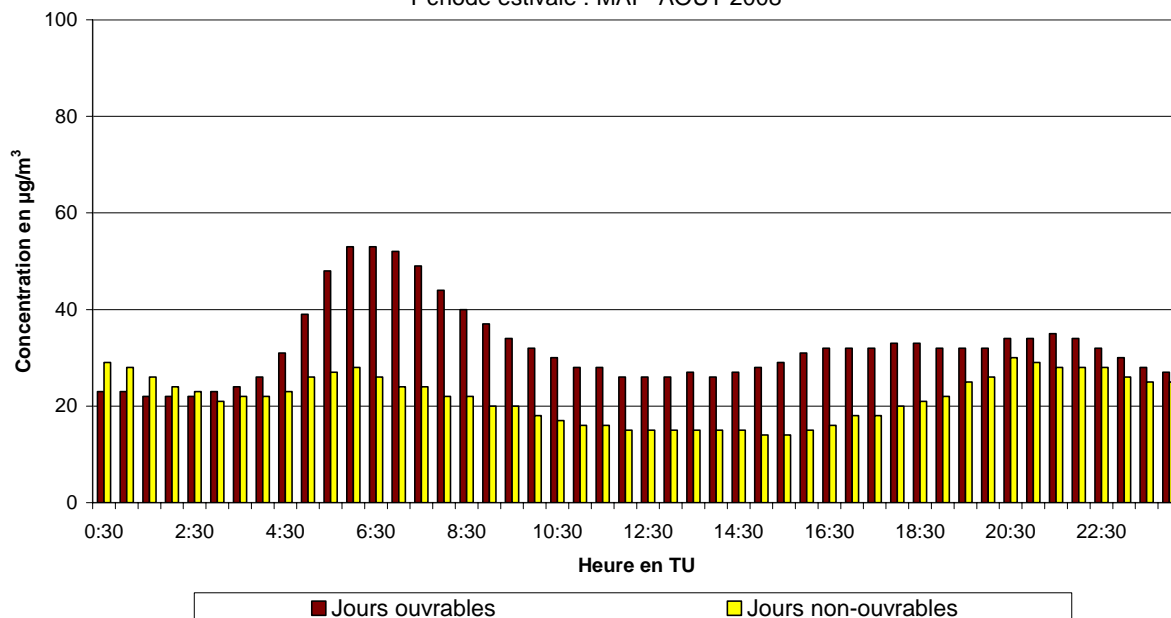


Fig. 51.b : **Parlement Européen** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

OZONE - Ste-Catherine - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

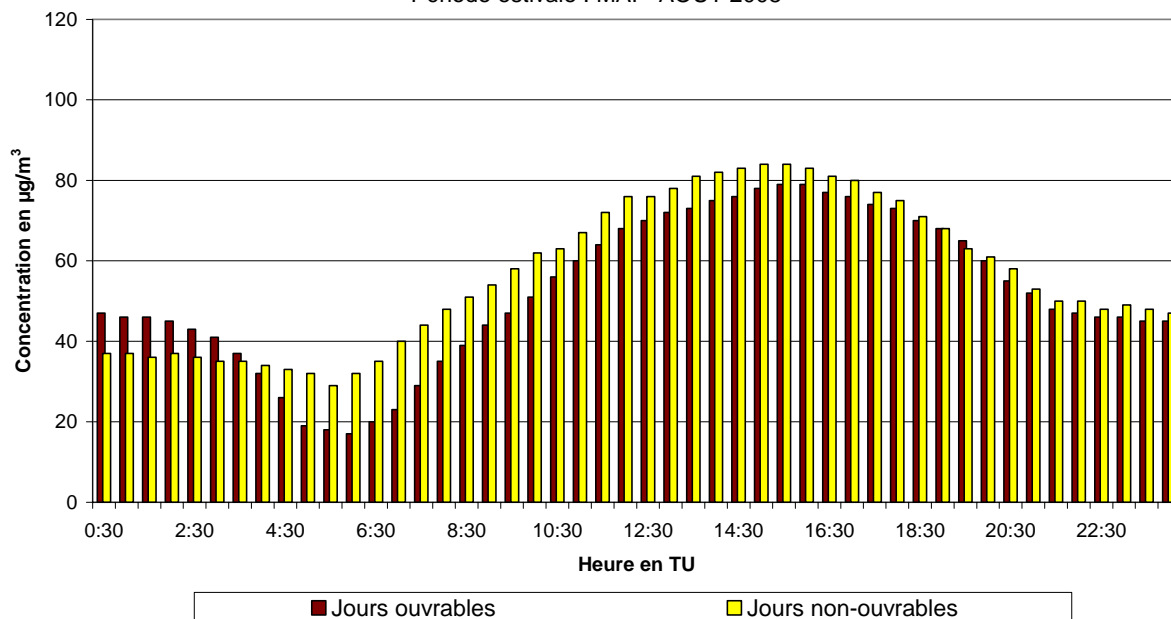


Fig. 52.a : **Ste-Catherine** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO₂ - Ste-Catherine - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

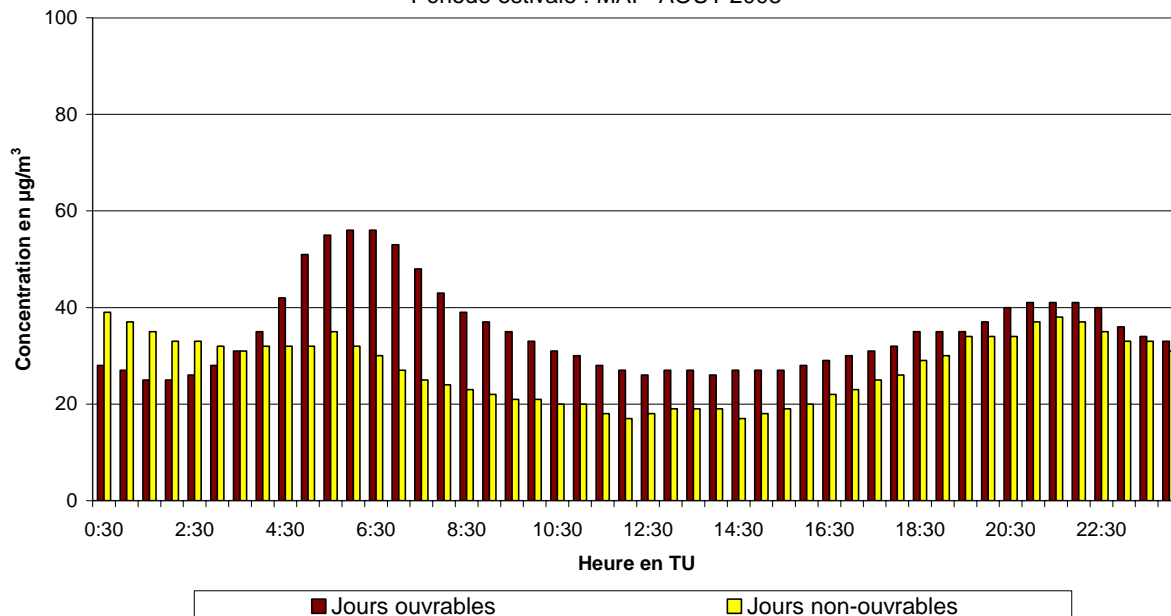


Fig. 52.b : **Ste-Catherine** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

NO₂ - Eastman-Belliard - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables
Période estivale : MAI - AOUT 2008

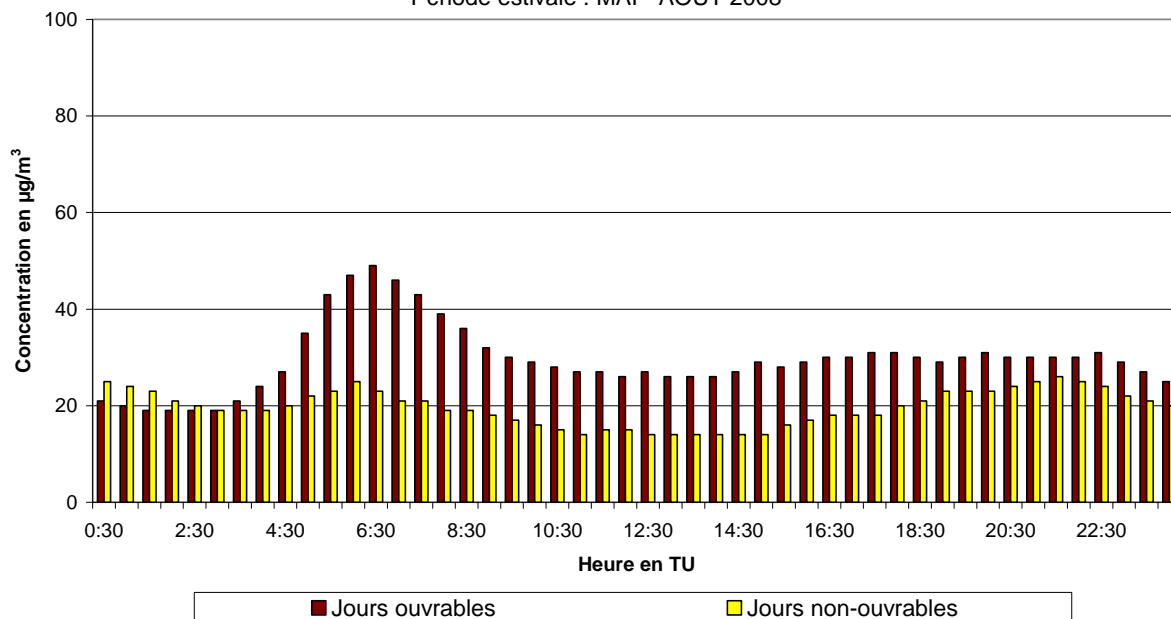


Fig. 53.a : **Eastman-Belliard** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO₂ - Parc Meudon - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables
Période estivale : MAI - AOUT 2008

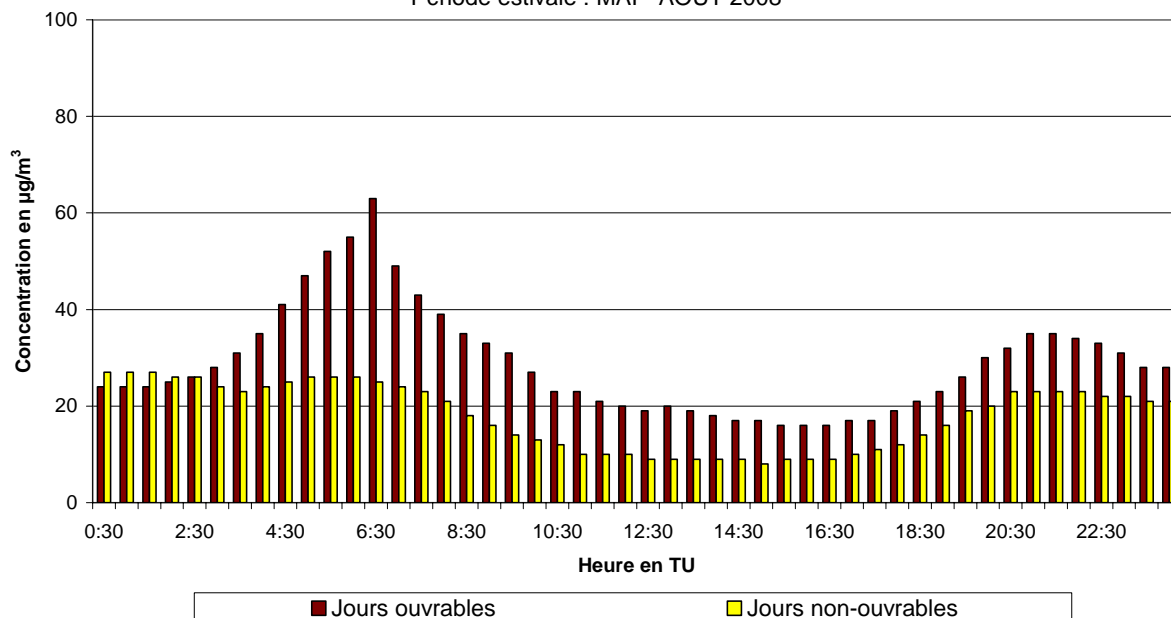


Fig. 53.b : **Parc Meudon** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

NO₂ - Ixelles - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables
Période estivale : MAI - AOÛT 2008

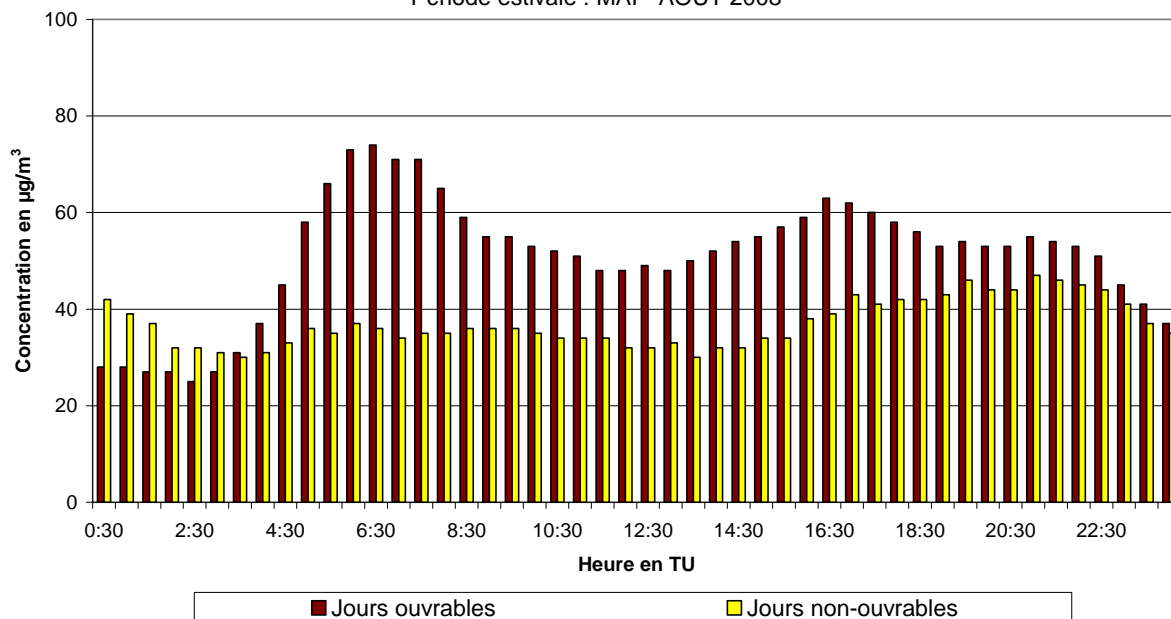


Fig. 54.a : **Avenue de la Couronne à Ixelles** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

NO₂ - Arts-Loi - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables
Période estivale : MAI - AOÛT 2008

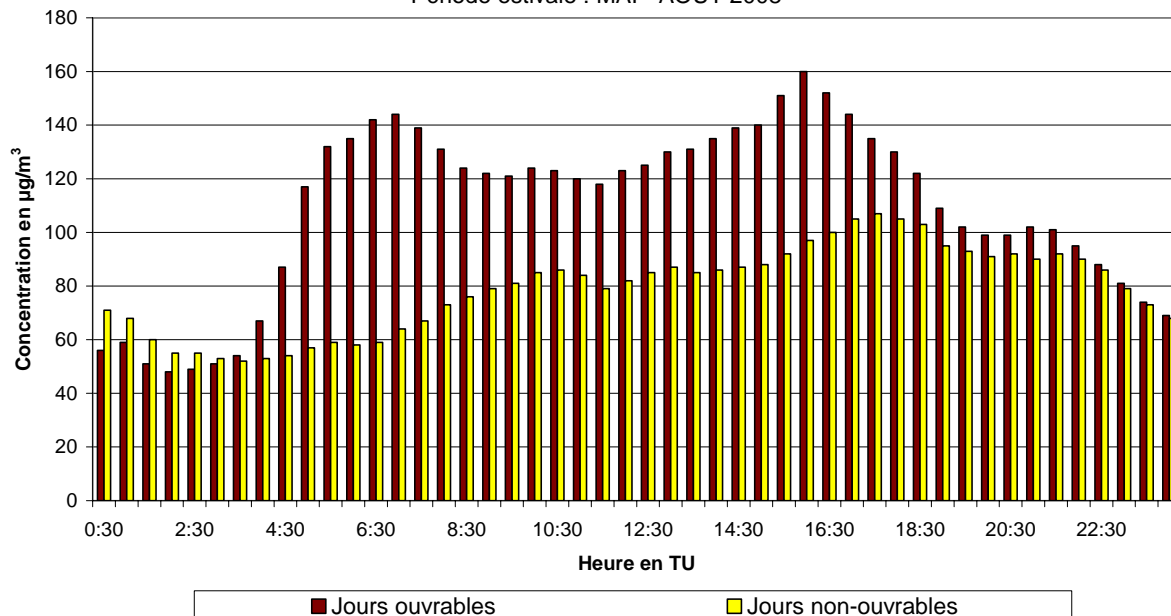


Fig. 54.b : **Arts-Loi** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2008

Température - Uccle - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

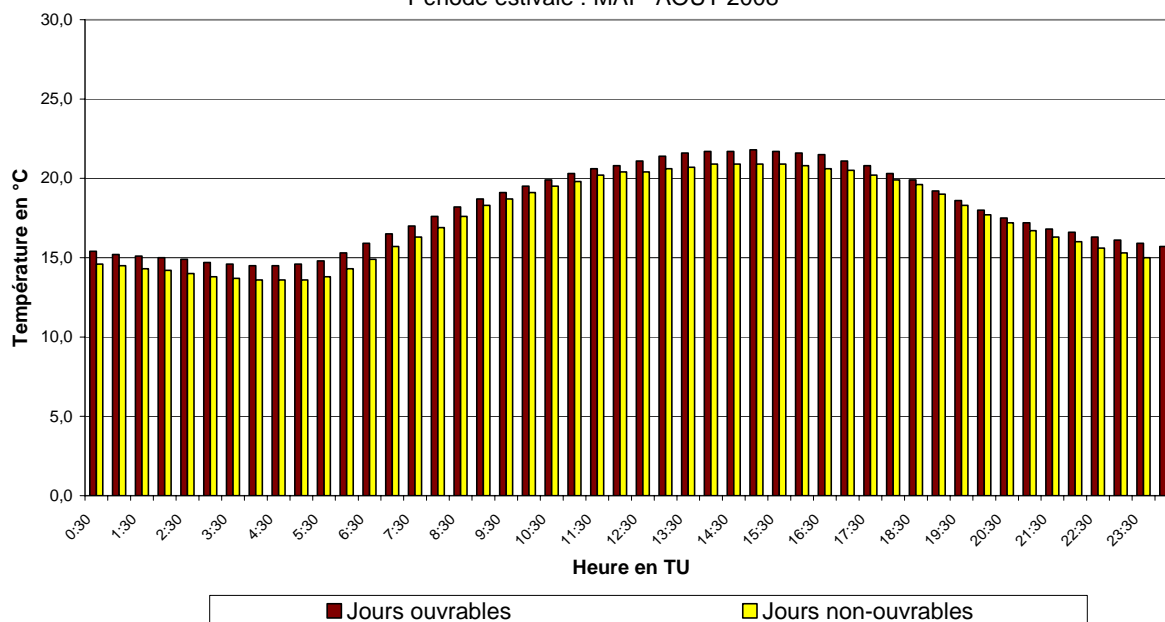


Fig. 55.a : Uccle : Évolution journalière moyenne de la température les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

Vitesse de Vent - Uccle - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : MAI - AOUT 2008

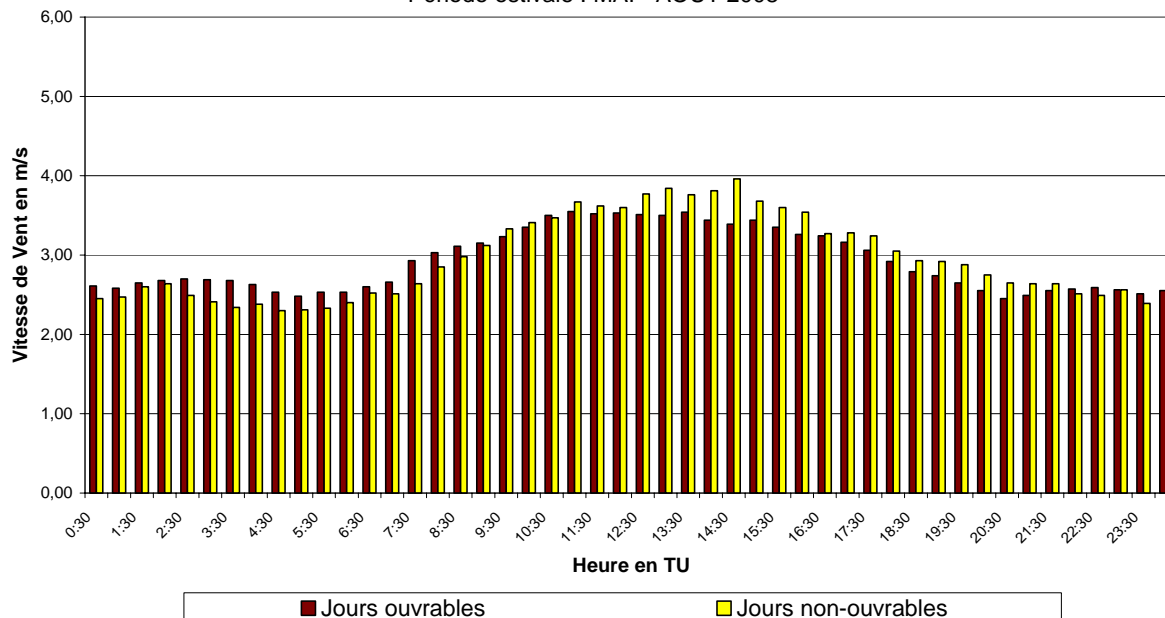


Fig. 55.b : Uccle : Évolution journalière moyenne de la vitesse de vent les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai – août 2008

17 ÉVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE

La différence de concentration en O₃ entre les jours ouvrables et non-ouvrables a servi de base au calcul de l'évolution des concentrations de la "semaine moyenne". Lors du calcul de l'évolution des concentrations du samedi et du dimanche moyens, tous les samedis et dimanches ont été respectivement pris en compte. Tandis que lors du lundi au vendredi moyens, seuls les jours ouvrables (effectifs) ont été retenus.

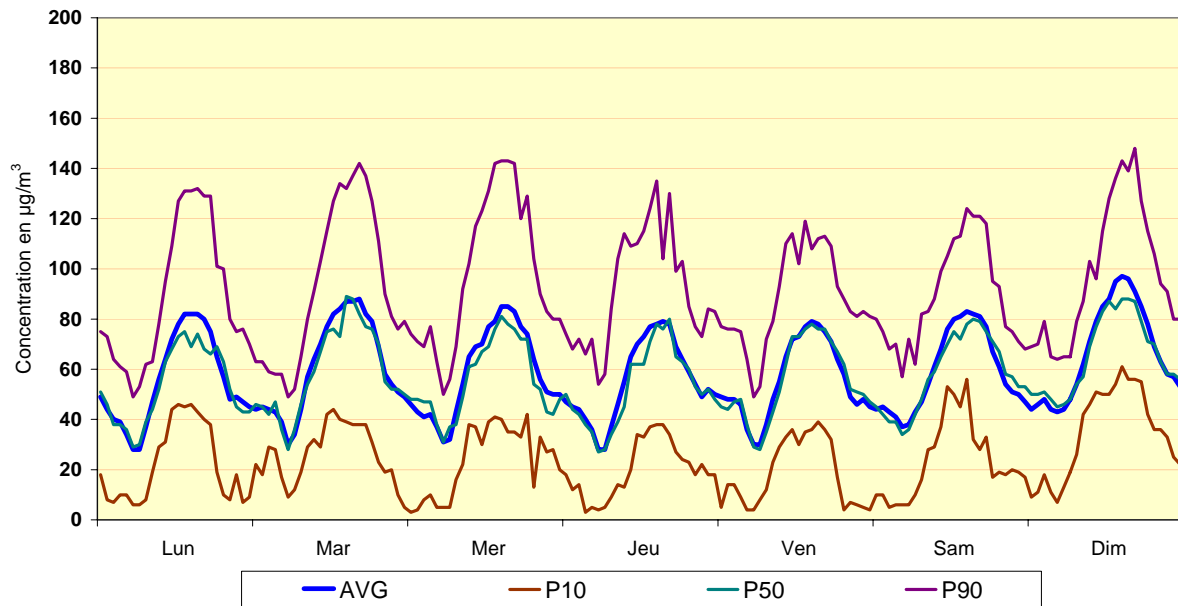
Les graphiques des figures 56, 57 et 58 représentent l'évolution hebdomadaire moyenne des concentrations en ozone dans les postes de mesure d'Uccle (R012), Berchem (B011) et Haren (N043). Les graphiques du dessus renvoient à période *estivale* « avril - septembre 2008 » et ceux du dessous à la période *hivernale* « octobre 2007 – mars 2008 ».

L'évolution des graphiques révèle des concentrations moyennes en ozone plus élevées en été qu'en hiver. Durant l'été les concentrations en ozone sont plus élevées les samedis et les dimanches (lignes grasses au milieu des graphiques). La présentation des lignes du 90^{ème} et 10^{ème} centile (P90 et P10) donnent une idée de la dispersion des données.

Les figures 59.a en 59.b représentent, respectivement pour les postes de mesure d'Uccle et de Molenbeek, le profil hebdomadaire normalisé des concentrations en NO, NO₂, O₃ et de la somme [NO₂+O₃], moyenné sur trois périodes estivales successives ; 'avril – septembre' 2006, 2007 et 2008. La normalisation (à 1) est obtenue en divisant la concentration moyenne de chaque jour de semaine par la concentration moyenne des jours ouvrables. Ainsi une valeur proche de l'unité est obtenue pour les jours ouvrables et la diminution (NO et NO₂) ou l'augmentation (O₃) de la concentration durant le week-end est directement lisible en pourcentage.

O₃ à UCCLE (R012)

EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
Période ESTIVALE : AVRIL - SEPTEMBRE 2008



O₃ à UCCLE (R012)

EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
Période HIVERNALE : OCTOBRE 2007 - MARS 2008

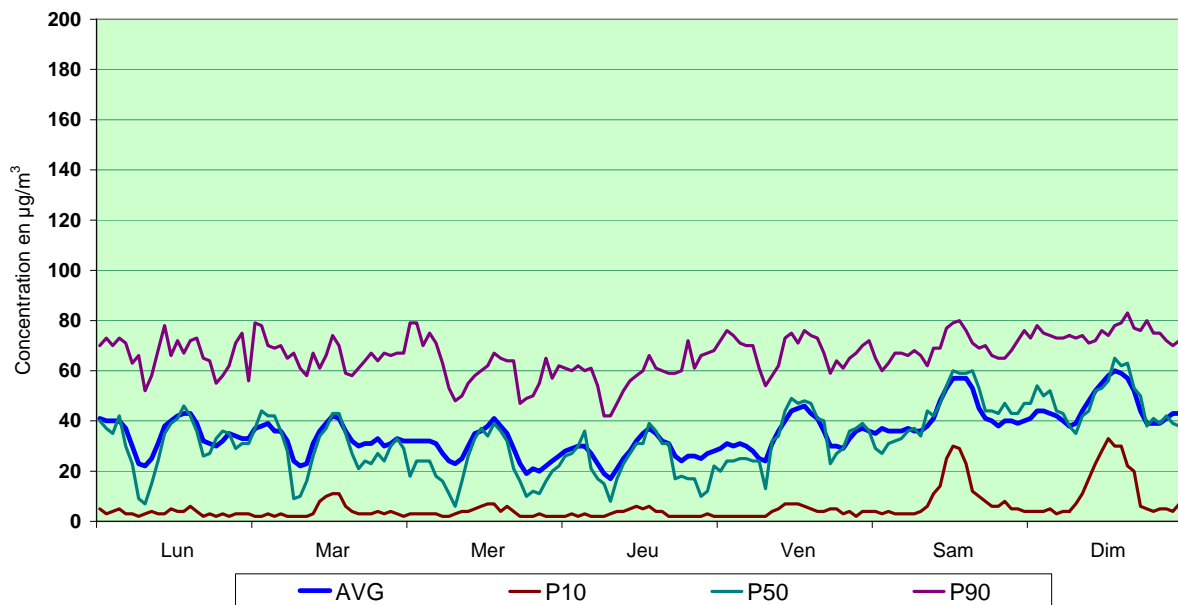
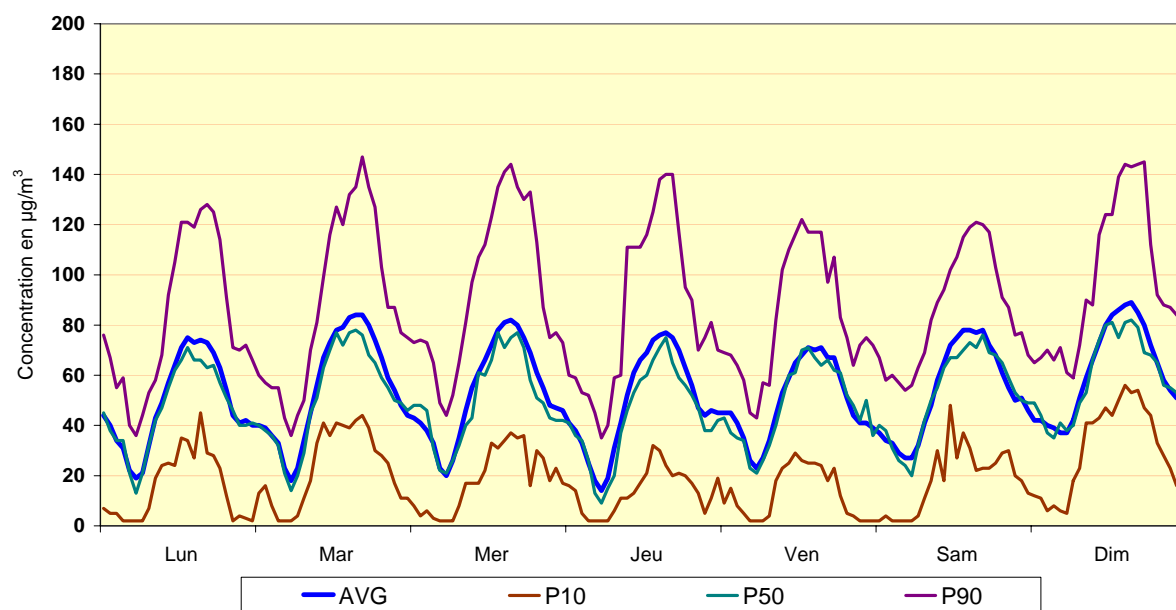


Fig. 56 : Ozone à Uccle - Évolution hebdomadaire moyenne en période estivale et hivernale

O₃ à BERCHEM-Ste-Agathe (B011)
 EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
 Période ESTIVALE : AVRIL - SEPTEMBRE 2008



O₃ à BERCHEM-Ste-Agathe (B011)
 EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
 Période HIVERNALE : OCTOBRE 2007 - MARS 2008

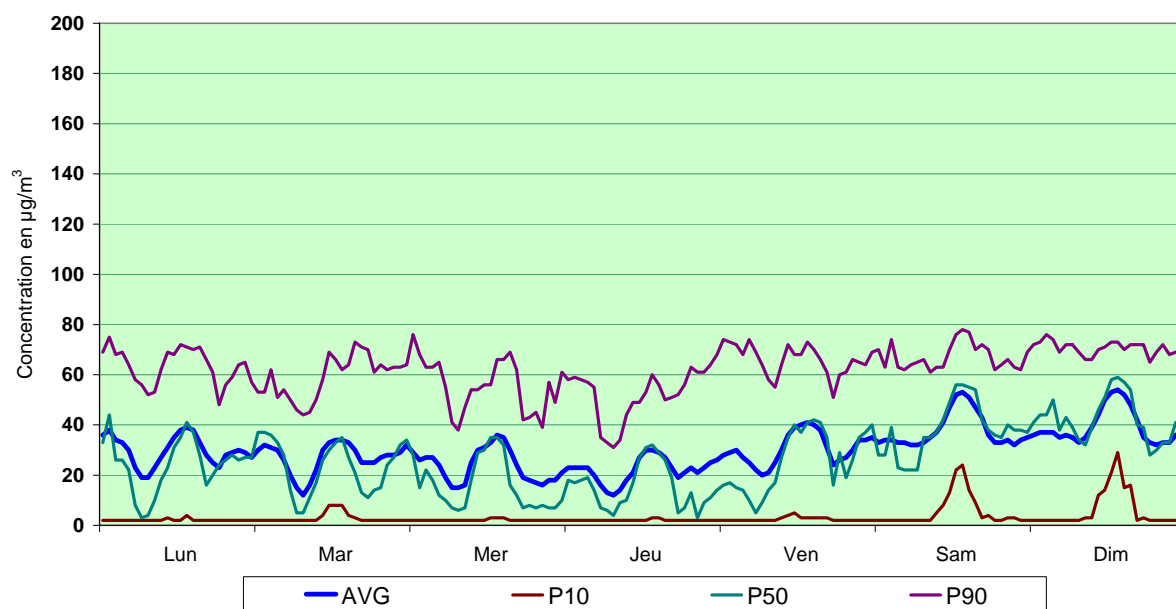
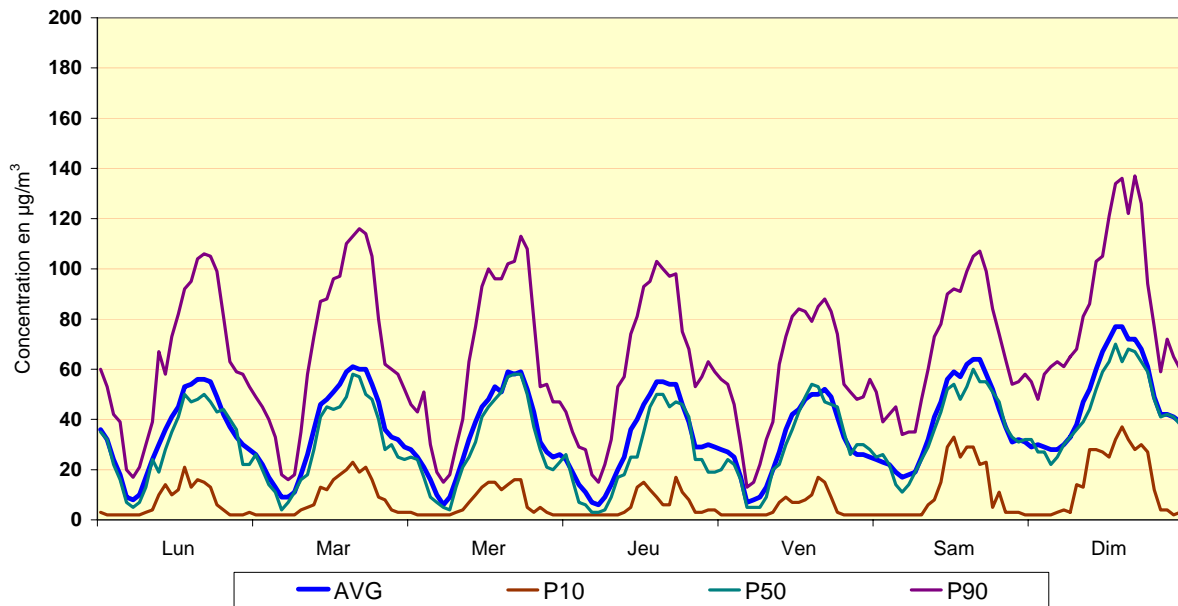


Fig. 57 : Ozone à Berchem - Évolution hebdomadaire moyenne en période estivale et hivernale

O₃ à HAREN (N043)

EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
Période ESTIVALE : AVRIL - SEPTEMBRE 2008



O₃ à HAREN (N043)

EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
Période HIVERNALE : OCTOBRE 2007 - MARS 2008

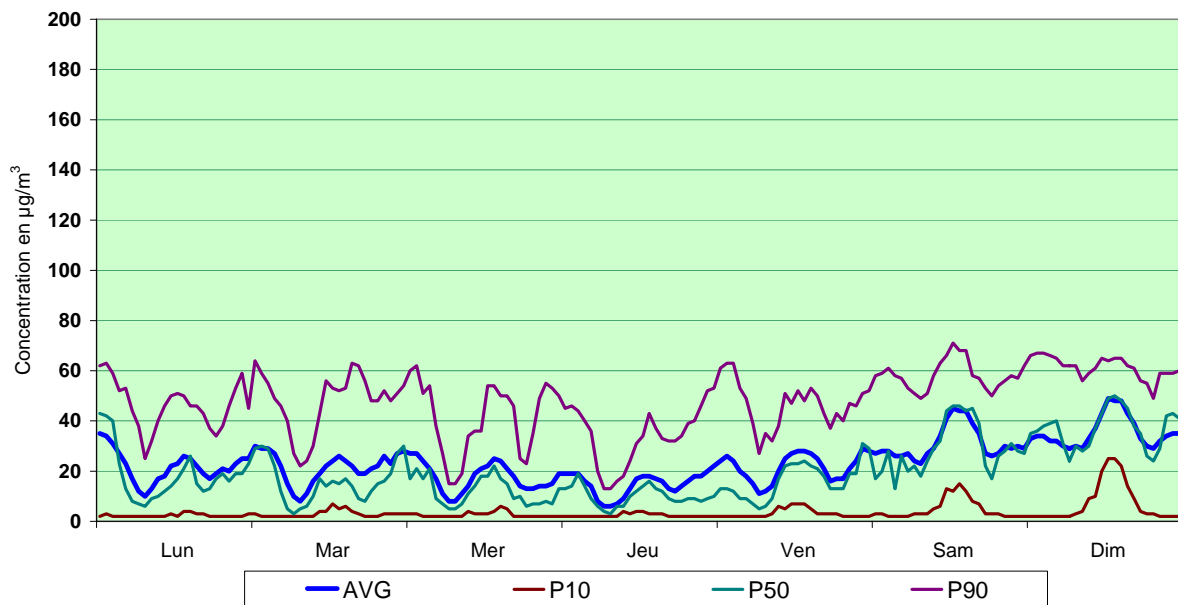


Fig. 58 : Ozone à Haren - Évolution hebdomadaire moyenne en période estivale et hivernale

R012 - Week Pattern for NO, NO₂, O₃ and [NO₂+O₃]
 Period : Average Summer "April-September" (2006 - 2007 - 2008)

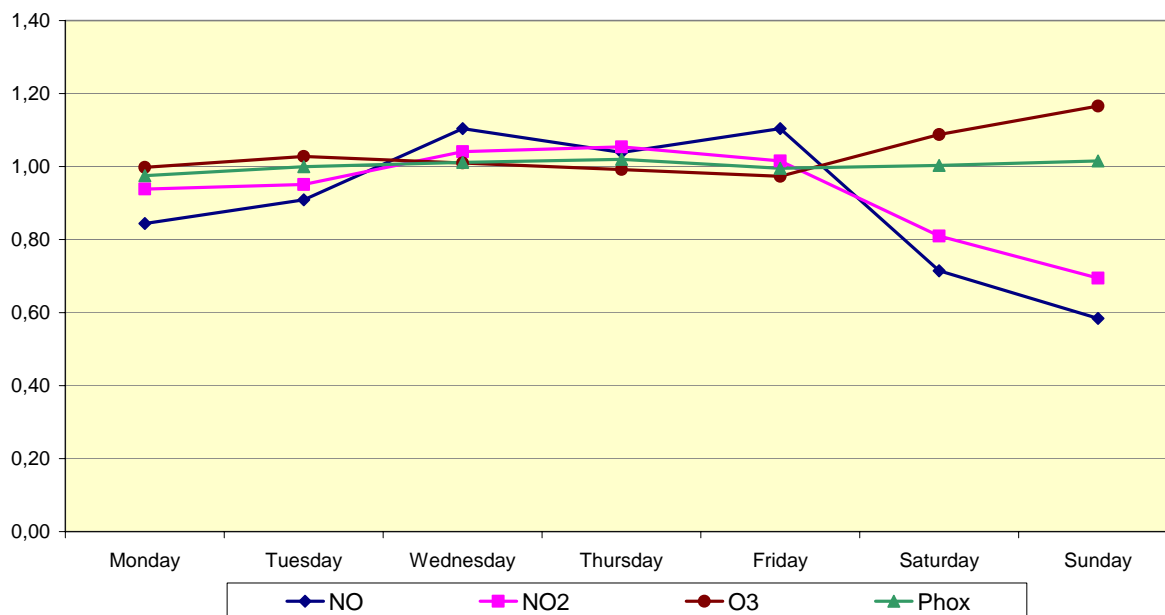


Fig. 59.a : Poste de mesure à Uccle – Profil hebdomadaire moyen des concentrations en NO, NO₂, O₃ et [NO₂+O₃] sur trois périodes estivales successives : 'avril – septembre' 2006, 2007 et 2008

R001 - Week Pattern for NO, NO₂, O₃ and [NO₂+O₃]
 Period : Average Summer "April-September" (2006 - 2007 - 2008)

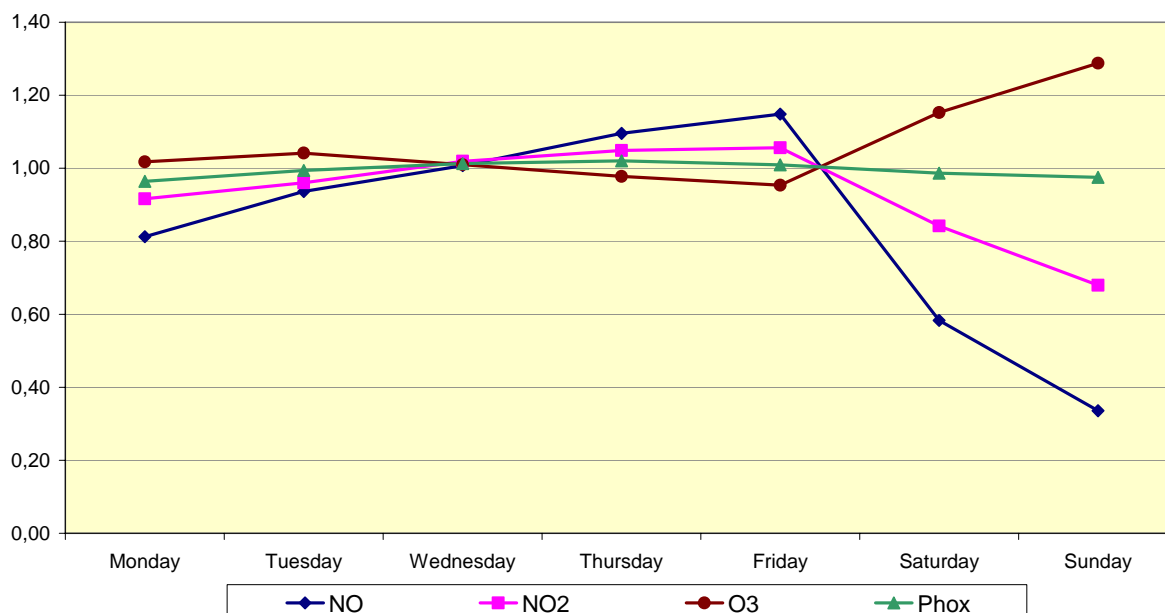


Fig. 59.b : Poste de mesure à Molenbeek – Profil hebdomadaire moyen des concentrations en NO, NO₂, O₃ et [NO₂+O₃] sur trois périodes estivales successives : 'avril – septembre' 2006, 2007 et 2008

18 Calcul de l'INDICE de la QUALITÉ DE L'AIR

18.1 INDICE GÉNÉRAL de la QUALITÉ DE L'AIR

Depuis la période estivale de 1996, un *indice général de la qualité de l'air* a été instauré par analogie avec d'autres grandes villes comme Paris. Cet indice est un *indice journalier*: il est calculé chaque jour et à chaque jour calendrier n'est attribué qu'une valeur de l'indice de la qualité de l'air, celle-ci étant indiquée par un seul chiffre dans une échelle de 1 à 10 et par l'appréciation qualitative qui y correspond :

Indice général	Appréciation qualitative “la qualité de l'air est”
1	excellente
2	très bonne
3	bonne
4	assez bonne
5	moyenne
6	médiocre
7	très médiocre
8	mauvaise
9	très mauvaise
10	exécrable

L'indice général de la qualité de l'air est basé sur les concentrations des polluants SO₂, NO₂, O₃ et PM10. Vu les effets possibles sur la santé, il y avait déjà dans le passé, pour ces polluants, une directive CE dans laquelle les valeurs limites, les valeurs-guides ou les valeurs seuils qui y sont indiquées se réfèrent à une période d'exposition relativement courte (valeur horaire, valeur sur 8 heures, valeur journalière). Les polluants sont mesurés en plusieurs emplacements dont l'environnement est parfois très différent. L'attribution d'un indice général est alors une tentative d'obtenir une image suffisamment représentative, sur base de données disponibles immédiatement.

!!! De commun accord avec la cellule interrégionale CELINE, il a été décidé d'adapter, à partir du 1^{er} janvier 2001, le calcul de l'indice aux valeurs limites des directives récentes 1999/30/CE (SO₂, NO₂ et PM10) et 2002/3/CE (O₃). Les points de départ sont les suivants: il y a pour chaque polluant un lien direct avec la valeur limite ou cible pour *la santé*, ainsi qu'avec le *temps d'intégration correspondant*.

Une “*valeur caractéristique*” est calculée chaque jour pour ces quatre polluants, laquelle est comparée à une échelle de concentration. La correspondance entre l'indice et l'échelle de concentration (tableau ci-dessous) est conçue de manière à ce que les concentrations proches de la valeur limite indiquent un indice de 6, 7 ou 8. L'attribution de l'indice (6, 7 ou 8) est surtout déterminée par la sévérité de la valeur limite considérée. Plus le nombre de dépassements autorisés est faible, plus l'indice est élevé.

Les nouvelles valeurs limites ont une influence sensible sur le sous indice PM10.

Rapport Indice – Concentrations (échelles depuis le 1/1/2001)

Pol/Indice		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SO ₂	µg/m ³	0	15	30	45	60	80	100	125	165	250	>250
NO ₂	µg/m ³	0	25	45	60	80	110	150	200	270	400	>400
O ₃	µg/m ³	0	30	45	60	80	100	120	150	200	270	>270
PM10	µg/m ³	0	10	20	30	40	50	70	100	150	200	>200

Le calcul de "la valeur caractéristique" fait appel à la concentration d'un poste de mesure imaginaire "Xmean". Par période semi-horaire, ce poste "Xmean" reçoit la concentration moyenne de tous les postes de mesure de la Région, où les résultats du polluant considéré sont disponibles en temps réel. Une valeur semi-horaire pour le poste "Xmean" n'est validée que si au moins la moitié des postes de mesure présentent une valeur semi-horaire validée.

Pour calculer les concentrations de "Xmean", les postes de mesure suivants sont pris en considération, par polluant :

SO ₂	R001-R002-B003-B005-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_SO ₂
NO ₂	R001-R002-B003-B004-B005-B006-B011-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_NO ₂
O ₃	R001-B004-B006-B011-R012-N043-WOL1	Xmean_O ₃
PM10	R001-B011-R012-N043-MEU1-WOL1	Xmean_PM10

Par ailleurs, pour le calcul de la "valeur caractéristique", il est tenu compte de la période d'intégration mentionnée dans la directive CE correspondante. Pour le SO₂ et les PM10 la "valeur caractéristique" calculée est la concentration moyenne sur 24 heures du poste de mesure imaginaire "Xmean". Pour le NO₂ la "valeur caractéristique" est la valeur horaire maximale de la journée et pour l'O₃ la valeur maximale sur 8 heures, constatée dans le poste de mesure imaginaire « Xmean ».

Les "valeurs caractéristiques" obtenues sont prises en compte dans le tableau ci-dessus, à partir duquel les quatre sous-indices I-SO₂, I-PM10, I-NO₂ et I-O₃ sont déduits: par ex. pour le NO₂ une valeur horaire maximale allant de 61 à 80 µg/m³ donne la valeur 4 pour le sous-indice I-NO₂ et une moyenne sur 8 heures pour l'O₃ comprise entre 121 à 150 µg/m³ donne la valeur 7 pour le sous-indice I-O₃.

Le **plus élevé** de ces **quatre sous-indices** constitue l'**indice général de la qualité de l'air**. La figure 60 donne, pour la période janvier – septembre 2008, une représentation graphique des résultats de 3 sous-indices (I-NO₂, I-O₃ et I-PM10) et de l'indice général de la qualité de l'air.

Vu le mode de calcul, l'indice journalier signale si oui ou non la pollution atmosphérique de la Région approche (au moins pour un polluant) la valeur de référence (valeur limite, valeur cible). L'appréciation qualitative qui se rapporte à l'échelle (1-10) permet d'apporter des nuances qui étaient impossibles auparavant (faible, moyen, élevé). Un large public peut désormais mieux situer la qualité de l'air d'un jour par rapport aux jours précédents.

Un grand nombre d'informations sont toutefois perdues pour l'utilisateur plus intéressé. L'indice ne révèle pas le polluant qui est à la base de la pollution ni la durée du phénomène. Il n'est bien entendu **pas** davantage **approprié** à une **interprétation scientifique** du phénomène de la pollution atmosphérique. L'indice proposé est uniquement un indice d'information.

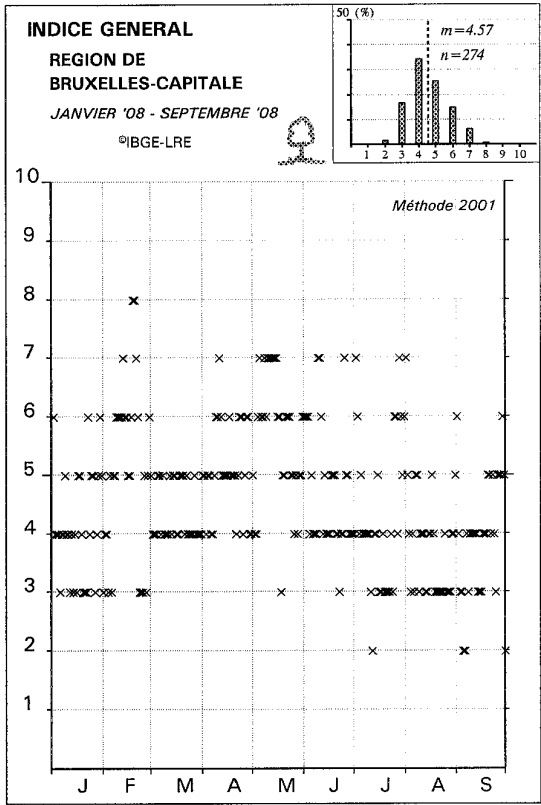
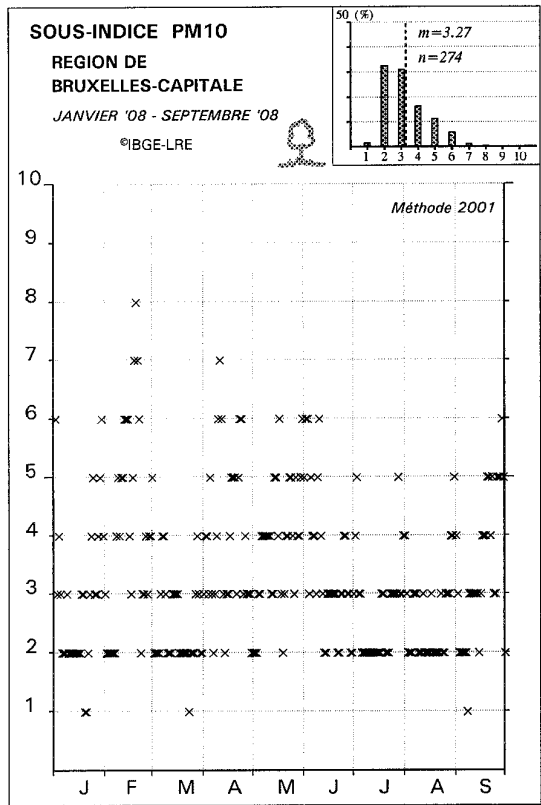
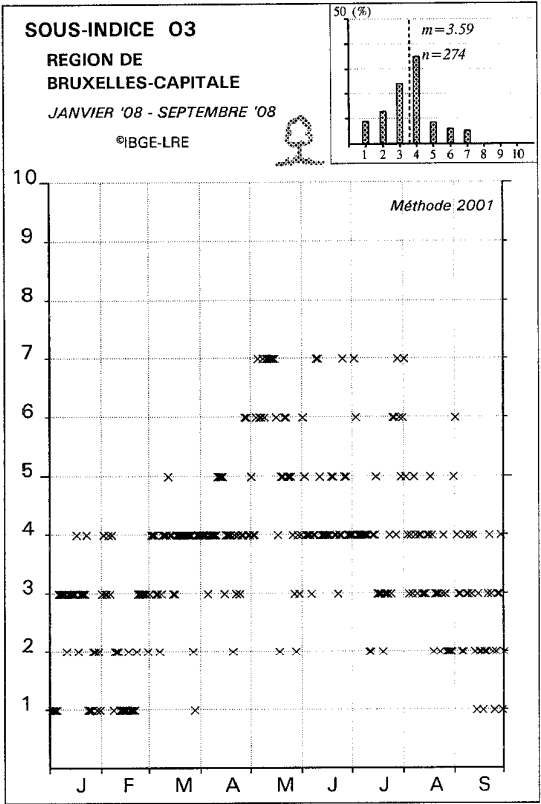
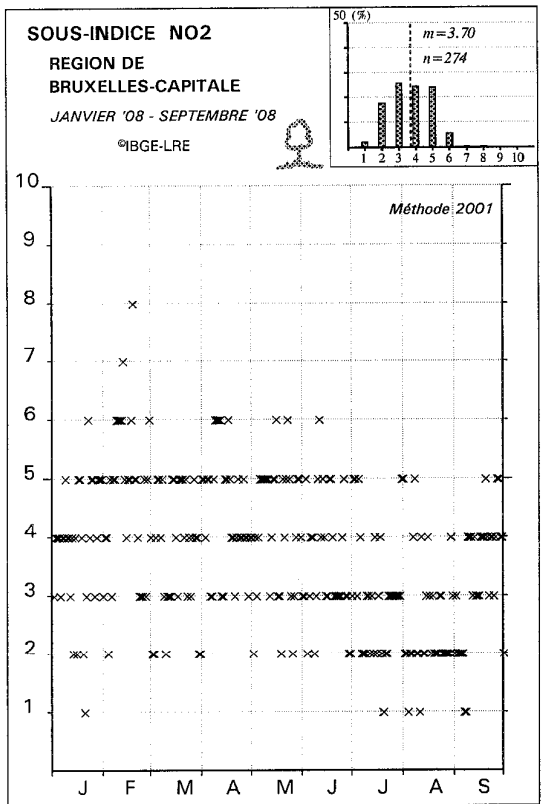


Fig. 60 : Les sous-indices pour NO₂, O₃ et PM10 - Indice général (2008)

18.2 INDICE de la qualité de l'air dans un environnement à forte densité de circulation

Une des principales sources de la pollution de l'air, surtout en milieu urbain, est le trafic routier. Or, l'indice général de la qualité de l'air n'exprime pas convenablement l'influence directe du trafic routier sur la qualité de l'air. Les émissions dues à la circulation contiennent surtout (mais pourtant de moins en moins) du CO, du NO ($\pm 90\%$ des émissions en oxydes d'azote sont constitués de NO, le reste de NO₂) et des C.O.V.

C'est pourquoi, outre l'indice général de la qualité de l'air, un deuxième indice a été instauré, nommé *l'indice de la qualité dans un environnement à forte densité de circulation*. Le mode de calcul est analogue à celui de l'indice général. Le calcul du poste de mesure "Xmean" est toutefois limité aux deux postes de mesure situés dans un environnement spécifique à trafic intense : Ixelles-Avenue de la Couronne (R002) et Arts-Loi (B003).

Comme polluants, les paramètres liés spécifiquement à la circulation sont pris en considération, leurs données étant disponibles en temps réel : CO et NO_x (addition de NO et NO₂, exprimés en concentration de masse équivalente NO₂). Une valeur semi-horaire pour le poste de mesure imaginaire "Xmean" n'est validée que si les valeurs semi-horaires des deux postes de mesure réels sont validés. La valeur semi-horaire maximale du poste de mesure "Xmean" est calculée en tant que "valeur caractéristique" et intégrée dans le tableau suivant :

Rapport Indice-Concentrations

Pol/Indice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
NO _x µg/m ³	0	70	125	225	325	400	475	650	950	1750	>1750
CO mg/m ³	0	1.39	2.09	2.79	3.61	4.54	5.24	6.64	8.38	13.74	>13.74

A défaut des valeurs de référence appropriées ce tableau a été dressé suivant une autre méthode. Pour le poste de mesure "Xmean", uniquement les valeurs CO et NO_x durant les heures de pointe du matin et du soir des jours ouvrables de l'année 1995 ont été sélectionnées. La distribution des fréquences cumulées a été calculée d'après ces données. L'échelle de concentration a été choisie de manière à ce que les centiles les plus élevés du passé donnent un indice 8 à 9, tandis que le P₃₀ donne un indice 1.

Un sous-indice est calculé pour les deux paramètres, (I-NO_x et I-CO), leur maximum déterminant l'indice de la qualité de l'air dans un environnement à forte densité de circulation. La figure 61 donne la représentation graphique des résultats de la période janvier – septembre 2008.

Le message téléphonique journalier ne mentionne aucun chiffre à cause de la confusion possible avec l'indice général de la qualité de l'air, et l'appréciation qualitative n'est mentionnée qu'à partir de l'indice 7.

Indice trafic

< (7)
(7)
(8)
(9)
(10)

Appréciation qualitative

situation normale
forte pollution par le trafic
très forte pollution par le trafic
pollution très élevée par le trafic
pollution exceptionnellement élevée par le trafic

Le schéma de calcul de l'indice *global de la qualité de l'air* est, sauf présence dans l'environnement immédiat de sources industrielles de SO₂ et NO₂, transposable à d'autres régions. Le calcul de *l'indice de la qualité de l'air* dans un *environnement à trafic intense* n'est pas transposable de manière simple à d'autres situations. Les niveaux de concentrations en CO et NO_x sont trop directement influencés par *l'importance* et la *proximité* des émissions.

Indice dynamique : depuis la période estivale de 2004 le site web de l'IBGE et deux panneaux d'information situés en ville présentent un indice de qualité de l'air qui est mis à jour à chaque heure. Le mode de calcul et les correspondances entre les niveaux de concentration et les valeurs des sous-indices sont analogues au schéma de calcul d'application pour le calcul de l'indice journalier.

La « *valeur caractéristique* » pour chaque polluant est basé sur les concentrations obtenues durant la période des dernières 24 heures (SO₂ et PM10), la dernière période de 8 heures (O₃) ou la dernière heure (NO₂, NO_x et CO).

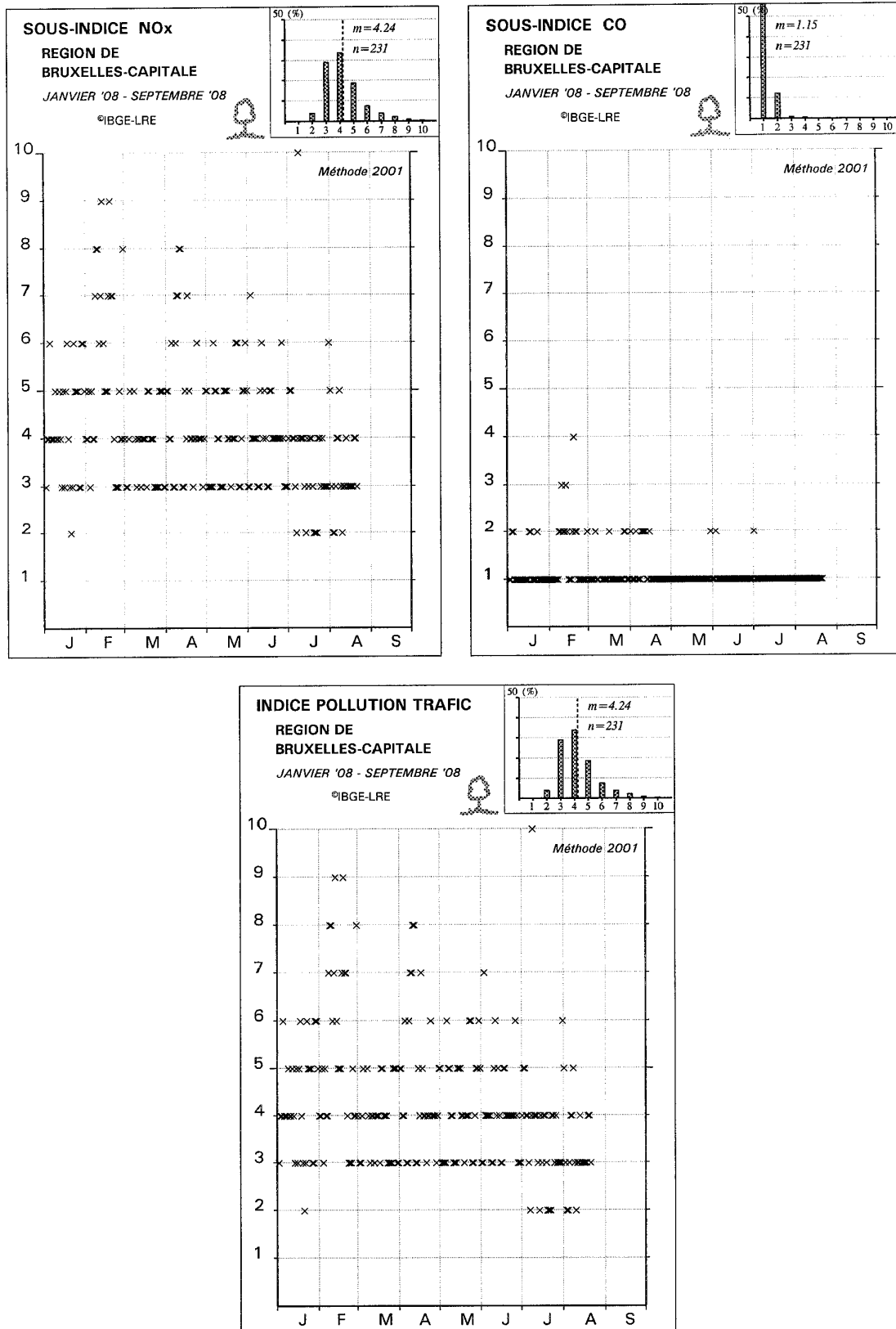


Fig. 61 : Sous-indices pour NO_x et CO – Indice trafic (2008)

19 Résumé et Conclusions

Dans la Région de Bruxelles-Capitale les teneurs en ozone dans l'air ambiant sont suivies en permanence depuis l'année 1986. L'été de 2008 se classe parmi les étés moins riches en ozone. Il y a eu relativement peu de dépassements durant les mois de juillet et août. Le nombre de dépassements le plus élevé a été constaté durant le mois de mai.

Dans la Région de Bruxelles-Capitale, la teneur en ozone dans l'air atmosphérique ambiant est mesurée dans sept postes de mesure du réseau télémétrique de la qualité de l'air : Molenbeek (R001), Ste-Catherine (B004), le Parlement Européen (B006), Berchem-Ste-Agathe (B011), Uccle (R012), Haren (N043) et Woluwé-St-Lambert (WOL1).

Les points de mesure de Molenbeek, Ste-Catherine, Haren et Woluwé sont plus ou moins situés à proximité d'axes de circulation importants. La qualité de l'air aux postes de mesure d'Uccle et de Berchem-Ste-Agathe est influencée dans une moindre mesure par la circulation. La situation de ces postes de mesure est donc optimale pour pouvoir évaluer la pollution photochimique dans la Région de Bruxelles-Capitale, notamment les concentrations élevées d'ozone.

Dans un environnement soumis à l'influence directe des émissions du trafic une partie de l'ozone disparaît très rapidement. En présence d'un excès de monoxyde d'azote, l'ozone est consommé par l'oxydation en NO_2 d'une partie du NO présent.

Les oxydes d'azote et les substances organiques volatiles (COV) sont les principaux « précurseurs » dans le « processus de réaction » photochimique entraînant les augmentations des concentrations d'ozone. La teneur en oxydes d'azote (NO_x), soit le monoxyde (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2), est mesurée dans les 11 postes de mesure du réseau télémétrique de la surveillance de la qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale : à Molenbeek, Ixelles (R002), Arts-Loi (B003), Ste-Catherine, Eastman-Belliard (B005), au Parlement Européen, Berchem-Ste-Agathe, Uccle, Haren, au Parc Meudon (MEU1) et à Woluwé-St-Lambert.

Le réseau de mesure des substances organiques volatiles (COV) se compose actuellement de cinq postes de mesure. Quatre d'entre eux mesurent la pollution dans des situations urbaines typiques, mais différentes : à Molenbeek, Ixelles (Avenue de la Couronne), Arts-Loi et Woluwé-St-Lambert. Le cinquième poste de mesure, à Uccle, sert de poste de mesure de fond pour la Région de Bruxelles-Capitale.

19.1 Directive ozone 2002/3/CE

19.1.1 Valeur cible pour la protection de la Santé humaine

La directive ozone prévoit, comme *valeur cible pour la santé humaine*, qu'à partir de 2010 il ne pourra y avoir plus de 25 jours par année calendrier (moyenné sur 3 ans) où la **moyenne maximale sur 8 heures** de la journée aura été supérieure à **120 µg/m³**. La période 2010-2011-2012 est la première période de trois ans pour laquelle la conformité doit être atteinte.

Au cours des années '90 il y a eu plusieurs années avec plus de 25 dépassements enregistrés. Les périodes estivales moins riches en ozone de 1996, 1998, 2000, 2002, 2004 et 2007 ont limité le dépassement du nombre de jours autorisés. D'autre part, deux périodes moyennement riches en ozone, ou un été très riche sur 3 ans, entraînent un dépassement de la valeur moyenne de 25 jours avec dépassement du seuil (voir figure 63 à la page 107 et le tableau correspondant à la page 108).

Pour la Région entière, le nombre moyen de jours de dépassement sur les 20 dernières années est égale à 25. Sur la dernière période de trois ans (2006-2008) il y a eu en moyenne 24 jours de dépassement à Uccle et 22 à Berchem-Ste-Agathe. La conformité avec la valeur cible à partir de l'an 2010 *ne peut pas être considérée* comme pouvant certainement être atteinte.

L'analyse des données des années précédentes (nombre de dépassements par mois) montre que ce sont surtout les conditions météorologiques de la période allant de fin juin à mi-août qui sont prépondérantes pour le respect ou non du nombre de jours avec dépassement autorisés. En fait le nombre de jours avec dépassement augmente pour toutes les valeurs seuil d'ozone en fonction de la qualité estivale pendant la période haute de l'été.

Pour pouvoir respecter, à partir de 2010, la valeur cible pour la santé humaine, une diminution sensible des concentrations moyenne en ozone est nécessaire. Ceci ne peut se faire que par une diminution des émissions des « *précurseurs* ». Pour arriver à une diminution sensible de la formation d'ozone, les mesures à prendre devront être *draconiennes* (env. 50% de réduction), *à grande échelle* (Europe de l'Ouest) et *durables*. Par conséquent, une solution structurelle au problème d'ozone demande du temps et des mesures qui parviennent à diminuer progressivement et de façon *durable* les émissions des précurseurs. Une solution durable ne sera pas possible avec des mesures trop limitées en ampleur, en espace ou dans le temps.

L'objectif à long terme, plus aucun dépassement du seuil de 120 µg/m³, est, lui aussi, encore loin d'être atteint.

19.1.2 Valeur cible pour la protection de la végétation

A partir de l'an 2010 l'**AOT40-MJ** (période mai – juillet), calculé sur base des valeurs horaires entre 08:00 et 20:00 h, heure de l'Europe centrale, et moyenné sur 5 ans, ne pourra être supérieur à **18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$** .

Le graphique du dessous indique que cet objectif est actuellement respecté dans tous les postes de mesure de la Région Bruxelles-Capitale. La valeur de l'AOT40-MJ de certaines périodes estivales, riches en ozone (2006, 2003, 1995, 194, 1990 et 1989), peut néanmoins dépasser cette valeur (voir tableau IV.a à la page 28).

Des valeurs inférieures à l'objectif à long terme, à savoir $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, sont actuellement loin d'être accessibles dans les postes de mesure d'Uccle et de Berchem-Ste-Agathe.

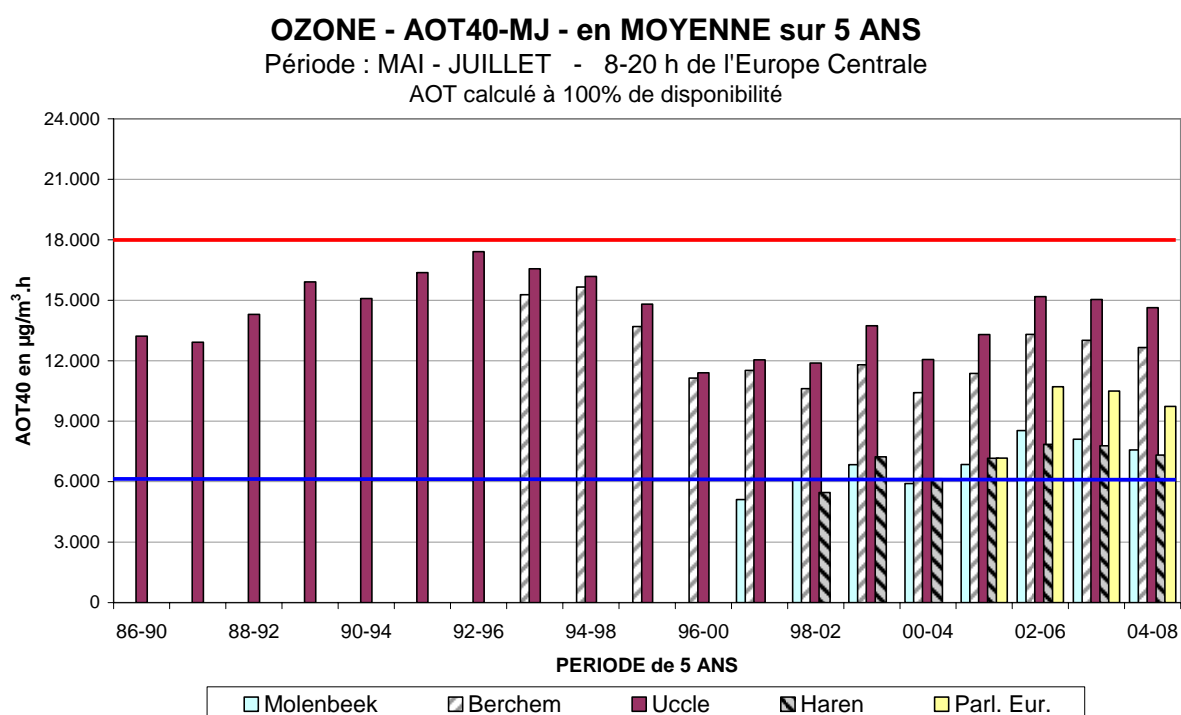


Fig. 62 : Évolution AOT-MJ, moyenné sur 5 ans

AOT-MJ : AOT pour la période mai – juillet de 8 à 20 h de l'Europe centrale
AOT calculé et corrigé à 100% de disponibilité des résultats

19.1.3 Seuil d'information et seuil d'alerte

Le dépassement du seuil d'information de la population, à savoir **180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en tant que **valeur horaire**, a été atteint **deux jours** durant la période de « mai à août 2008 » : le dimanche 8 juin et le dimanche 27 juillet 2008. Au poste de mesure d'Uccle il y a eu 4 périodes horaires en dépassement.

Pendant l'été 2008 le seuil d'alerte, à savoir **240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en tant que **valeur horaire** a été atteint **un seul jour** en Région de Bruxelles-Capitale. Le dimanche 27 juillet 2008 une valeur horaire de 243 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesurée à Uccle.

19.1.4 Aperçu du nombre de dépassements

La figure 63 donne, pour la station d'Uccle, un aperçu de l'évolution du *seuil d'information* (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire) et de la *valeur cible* (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur maximale sur 8 heures de la journée) *pour la protection de la santé humaine*, figurant dans la directive sur l'ozone **2002/3/CE**.

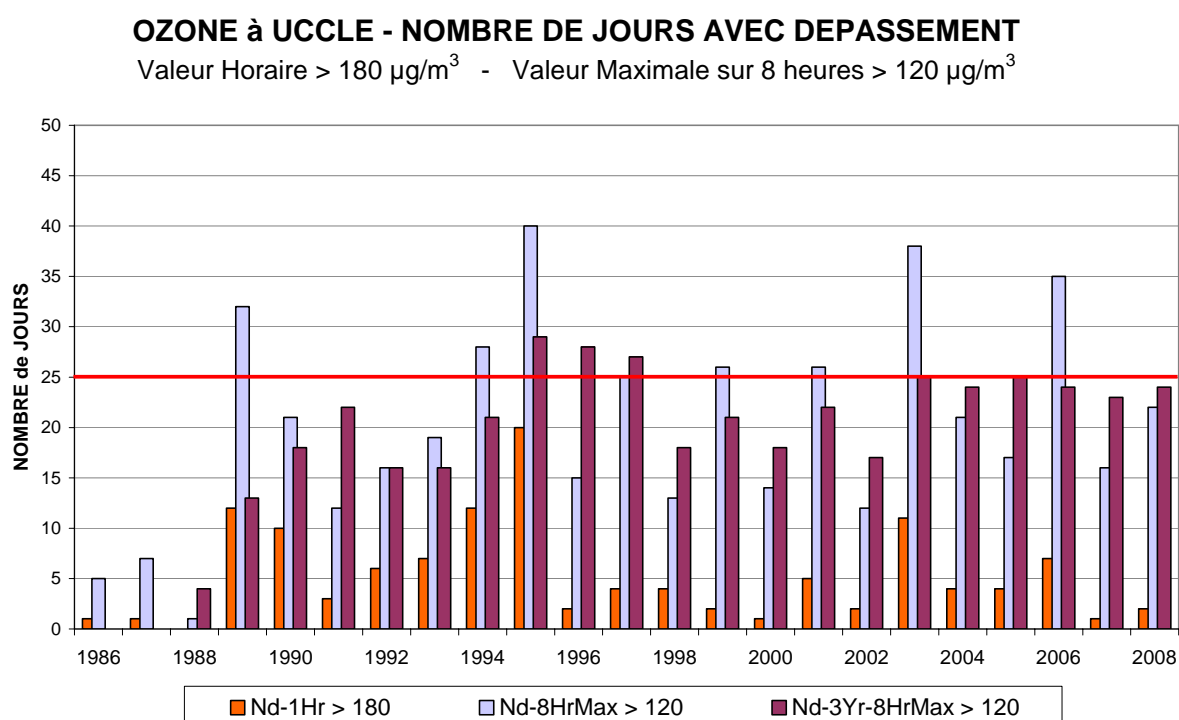


Fig. 63 : Ozone – nombre de jours avec dépassements à Uccle
Nombre de jours avec des valeurs horaires supérieures à 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et des valeurs maximales sur 8 heures supérieures à 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (par an et moyenné sur 3 ans)

Périodes annuelles : 1^{er} janvier – 31 décembre (1986 – 2007)
Données partielles pour l'année 2008 (1^{er} janvier – 30 septembre)

Le tableau suivant donne un aperçu de l'évolution du nombre de dépassements du seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire), du seuil d'alerte ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire) et de la valeur cible ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur maximale sur 8 heures de la journée) pour la protection de la santé humaine, figurant dans la directive sur l'ozone **2002/3/CE**.

Le tableau indique, par année civile, le « nombre de jours [Nd] avec dépassement » des différents seuils. Il s'agit du nombre de jours où au moins un des postes de mesure de la Région est en situation de dépassement :

Nombre de jours avec :

- valeurs horaires supérieures à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 180]
- valeurs horaires supérieures à $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 240]
- valeur maximale sur 8 heures supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_8HrMax > 120]
- valeur max. sur 8h. $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenné sur 3 ans [Nd_3Yr_8HrMax > 120]

OZONE : NOMBRE de JOURS avec dépassement dans la Région

PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE (1986 – 2007)

[Données partielles pour la période "2008" : 1^{er} janvier – 30 septembre]

	Nd_1Hr > 180	Nd_1Hr > 240	Nd_8HrMax > 120	Nd_3Yr_8HrMax > 120
1986	1	0	5	
1987	1	0	10	
1988	0	0	1	
1989	12	3	35	
1990	10	0	28	
1991	3	0	13	25
1992	6	0	23	21
1993	7	1	19	18
1994	13	2	32	25
1995	24	3	43	31
1996	2	0	18	31
1997	8	0	31	31
1998	4	0	17	22
1999	4	0	27	25
2000	1	0	14	19
2001	6	0	28	23
2002	2	0	14	19
2003	12	2	45	29
2004	4	0	22	27
2005	4	0	19	29
2006	9	1	36	26
2007	1	0	16	24
[2008]	[2]	[1]	[23]	[25]

19.2 Valeurs limites pour le Dioxyde d'azote

Selon la directive 1999/30/CE, transposée dans un arrêté de la Région de Bruxelles-Capitale (28 juin 2001), concernant *les valeurs limites pour SO₂, NO₂ et NO_x, les particules en suspension et le plomb*, il ne peut y avoir pendant une année calendrier entière plus de **18 périodes horaires** avec une concentration en NO₂ supérieure à **200 µg/m³**. Bien que cette condition ne devra être satisfaite qu'à partir du 1^{er} janvier 2010, elle ne pose plus de problème à l'heure actuelle.

Pour les jours de concentrations élevées en ozone, on observe aux postes de mesure à proximité du trafic (p.ex. à Arts-Loi), une augmentation des concentrations en NO₂ dans le courant de l'après-midi. L'ozone présent dans l'air ambiant y oxyde une partie du monoxyde d'azote (NO), en provenance des gaz d'échappement, en dioxyde d'azote (NO₂). Aux endroits proches du trafic, l'activité photochimique, qui conduit normalement à la formation des concentrations d'ozone élevées, donne lieu à des concentrations plus élevées en NO₂. Durant l'été, des concentrations élevées en NO₂ au poste de mesure Arts-Loi sont symptomatiques de l'activité photochimique.

Durant les étés riches en ozone (1994, 1995) et exceptionnellement chauds (2003) ce phénomène (de l'ozone caché) fait augmenter la concentration moyenne annuelle en NO₂ de quelques unités aux postes de mesure situés à proximité du trafic. Ceci complique le respect de la valeur limite imposée pour la moyenne annuelle.

La directive impose en effet une **valeur limite de 40 µg/m³** de NO₂, en tant que **valeur moyenne annuelle**. Cette condition est beaucoup plus sévère que la valeur guide (50 µg/m³ de NO₂ en tant que 50^{ème} centile) de l'ancienne directive. Ce critère ne devra être respecté qu'à partir de l'an 2010. Pour l'année 2000 la marge de tolérance était de 50%. Cette marge doit diminuer linéairement et atteindre 0% en 2010. La valeur moyenne annuelle de 2008 est à comparer à **44 µg/m³** (valeur limite + marge de tolérance).

Ce critère est actuellement respecté dans la plupart des postes de mesure de la Région, à l'exception des postes de mesures Arts-Loi (voir remarque ci-dessous), Avenue de la Couronne à Ixelles (une *canyon street*) et Haren, où les concentrations moyennes de la période *janvier – septembre 2008* s'élèvent respectivement à 101, 52 et 45 µg/m³. Pour la même période, la concentration moyenne à Molenbeek et Woluwé est égale à 43 et 39 µg/m³.

Le respect de la valeur de 40 µg/m³ en 2010 *n'est pas encore garanti* aux endroits à *proximité du trafic*, situés dans les grandes agglomérations.

Remarque : Le poste de mesure Arts-Loi, situé au cœur du carrefour, n'est pas représentatif du niveau général de la pollution de l'air en Région de Bruxelles-Capitale. Pour être pris en considération pour l'évaluation des objectifs de la qualité de l'air, les postes de mesure doivent être éloignés d'au moins 25 mètres des carrefours. L'air échantillonné dans le carrefour est trop directement influencé par les gaz d'échappement des véhicules. Pourtant ce point de mesure a été choisi intentionnellement en fonction de l'étude de la relation entre la pollution de l'air et la circulation. Depuis plusieurs années ce poste de mesure livre des données fort intéressantes qui ont été prises en compte par le groupe technique chargé de la préparation de la directive NO₂ au sein de la CE.

19.3 Influence de la formation et de la destruction d'ozone sur sa concentration

Les concentrations d'ozone sont toujours le résultat de deux processus simultanés mais antagonistes : la formation d'ozone et la destruction d'ozone.

La formation d'ozone est initiée par la photodissociation du NO_2 présent :

$\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}$. L'oxygène atomique réagit avec une molécule d'oxygène jusqu'à la formation d'ozone : $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$. Le rôle des substances organiques volatiles consiste en ce que le NO présent s'oxyde en NO_2 par un mécanisme réactionnel complexe entraînant une nouvelle formation d'ozone. Ainsi apparaît un processus en chaîne permettant une production de plus en plus importante d'ozone.

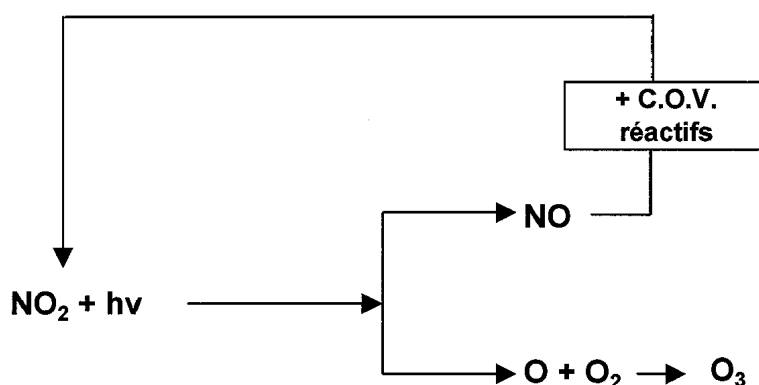


Fig. 64 : formation excessive d'ozone (schéma simplifié)

La principale réaction de la destruction d'ozone dans les villes est la réaction directe avec le NO : $\text{O}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{O}_2 + \text{NO}_2$. En l'absence de substances organiques, il y aurait un *équilibre dynamique* entre la formation et la destruction d'ozone. La présence de substances organiques réactives perturbe cet équilibre et entraîne, dans certaines conditions météorologiques, une formation excessive d'ozone.

Le processus de formation photochimique est influencé par une série de facteurs qui sont surtout liés à la situation météorologique : intensité du rayonnement UV, température, stabilité des couches d'air, nébulosité, pression atmosphérique, hygrométrie, angle d'incidence du rayonnement solaire et durée du jour.

Lors d'un « *épisode de pollution estivale* », les principaux paramètres déterminant l'apparition du processus de réaction photochimique complexe sont un rayonnement solaire intense (intensité du *rayonnement UV*) et des températures élevées. Dans un mélange d'air déjà suffisamment enrichi par des polluants primaires tels que les oxydes d'azote et les substances organiques volatiles, apparaît un excès d'ozone.

Le processus de formation d'ozone seul entraînerait probablement une concentration d'ozone pratiquement homogène au-dessus de la Région. A l'exception du dimanche sans « voiture » (voir annexe 2) la distribution spatiale de la concentration d'ozone n'est toutefois pas homogène, en raison surtout de la destruction d'ozone qui peut varier fortement d'un endroit à l'autre.

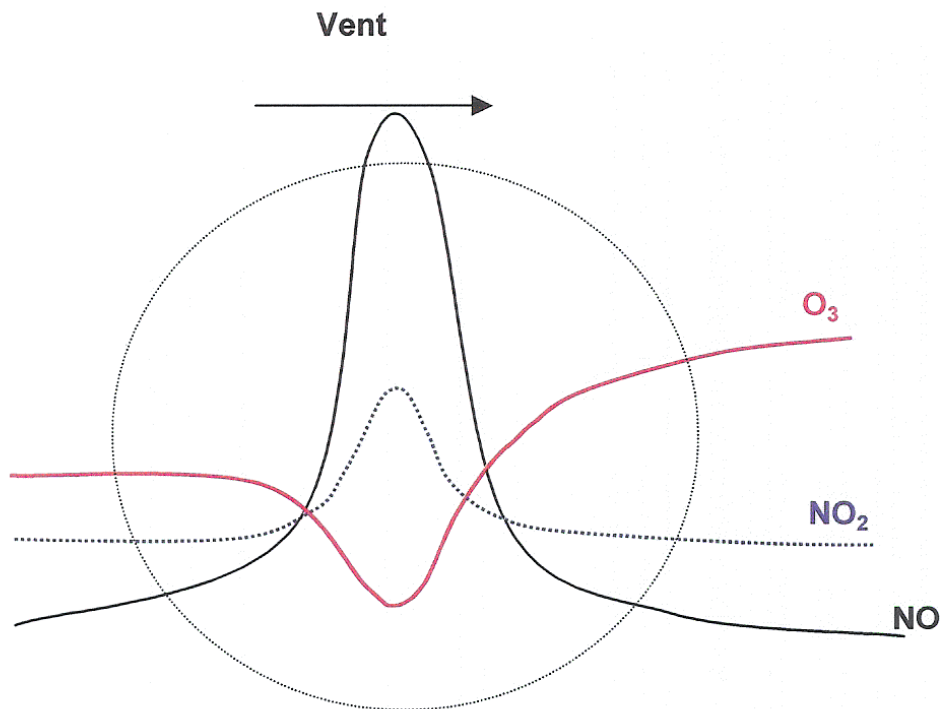


Fig. 65 : destruction de l’ozone au centre-ville par l’excès de NO provenant du trafic.
Formation d’ozone plus importante en périphérie et en aval des grandes villes

Cette dualité explique la difficulté d’évaluer correctement la problématique de l’ozone et de prendre des mesures adéquates. En effet, le principal polluant pour la destruction d’ozone, le NO, appartient également au groupe des polluants responsables de la formation d’ozone. Les mesures de réduction des émissions influencent donc aussi bien le mécanisme de formation que de destruction d’ozone.

Dans cette optique, il faut être bien conscient qu’en imposant des limitations temporaires de la circulation quand on atteint une concentration élevée d’ozone, cela pourrait conduire, dans la zone d’émissions, à une augmentation plutôt qu’à une diminution des concentrations d’ozone. On obtiendrait ainsi l’effet inverse de celui désiré.

Généralement on admet qu’une diminution de la pollution par l’ozone ne peut intervenir qu’à condition que les réductions d’émission des précurseurs soient réalisées de manière *draconienne* (min. 50 à 60%), *à grande échelle* (une partie de l’Europe de l’Ouest) et de façon *durable dans le temps*.

Une indication de l’augmentation éventuelle de la concentration d’ozone, lors d’une réduction brusque et temporaire des émissions, est la différence marquée de la concentration d’ozone un « jour ouvrable moyen » par rapport à un « jour de week-end ou un jour férié moyen ». Tout comme pour les étés précédents (1994 à 2007), les concentrations d’ozone pendant l’été 2008 ont été, en moyenne, plus élevées les jours non ouvrables, que les jours ouvrables.

Les concentrations relativement élevées en ozone les dimanches sans « voiture » et la distribution spatiale plus égalisée à ces jours sans trafic (un dimanche en septembre des années 2002 à 2008 – voir annexe 2) sont une autre indication qu’il faut se rendre bien compte de la réalité physico-chimique en élaborant d’éventuelles mesures en la matière.

De nouveau, il apparaît que cette différence n'est pas due à la situation météorologique qui serait significativement différente les jours ouvrables et les jours non ouvrables. Le peu de différence entre les conditions météorologiques des jours ouvrables et des jours non ouvrables, ne peut expliquer la différence dans les concentrations moyennes en ozone. L'hypothèse la plus probable pour expliquer cette différence provient du changement du modèle d'émission (situation du trafic) les jours ouvrables et non ouvrables.

Les week-ends et jour fériés les émissions sont plus faibles, il y a moins de NO présent (principalement originaire du trafic) dans l'air, donc la destruction de l'ozone est moins importante. Si cette hypothèse est correcte, cette différence devra également être constatée à proximité des autres zones d'émission (autres grandes villes), mais pas ou beaucoup moins, dans les endroits moins fréquentés (postes de mesure de fond).

Dans ces rapports d'été l'AEE (Agence Européenne d'Environnement) consacre un chapitre à ce phénomène de « week-end ». Il apparaît que l'on peut constater dans la plupart des postes de mesures des différents États membres de la CE une différence marquée en concentration d'ozone le week-end et les jours ouvrables.

Les figures 66, 67 et 68 reproduisent, pour trois postes de mesure différentes, l'évolution journalière moyenne (*tous les jours*), respectivement pour l'ozone, le dioxyde d'azote et la somme des deux [$O_3 + NO_2$], exprimées en quantités équivalentes d'ozone. Les postes de mesure d'Uccle et de Berchem sont moins exposés au trafic et le profil journalier d'ozone atteint un niveau plus élevé qu'à Haren (fig. 66). Le surplus du NO, provenant du trafic, est responsable d'une destruction plus importante d' O_3 à Haren.

Le profil journalier du dioxyde d'azote est tout à fait complémentaire au profil journalier de l'ozone. Le graphique de la figure 67 montre que les niveaux les plus élevés en NO se présentent à Haren : une partie du NO, plus présent à cet endroit, est oxydée par l'ozone en NO_2 . L'aspect complémentaire de ces deux profils est clairement illustré à la figure 68, reprenant le profil journalier de la somme [$O_3 + NO_2$].

Ce phénomène observé en différents endroits, autrement influencés par le trafic, s'observe également à chaque endroit, pour des périodes où la circulation est différente. Les graphiques de la figure 69 représentent, respectivement pour les postes d'Uccle et de Haren, le profil journalier d'ozone, calculé pour la situation des *jours ouvrables* et les *jours non ouvrables*. Les concentrations en ozone sont en moyenne plus élevées les jours non ouvrables et en moyenne plus faibles les jours ouvrables. Les différences sont plus flagrantes au postes de mesure situé à proximité de la circulation (Haren). Les week-end et les jours fériés, la circulation est globalement moins intense. Étant donné qu'il y a moins de NO présent, il y a moins d'ozone détruit.

La figure 70 reproduit l'évolution journalière moyenne de la somme [$O_3 + NO_2$], exprimée en quantités équivalentes d'ozone. L'aspect complémentaire entre le profil O_3 et NO_2 se manifeste tant entre postes de mesure qu'entre jours ouvrables et jours non ouvrables.

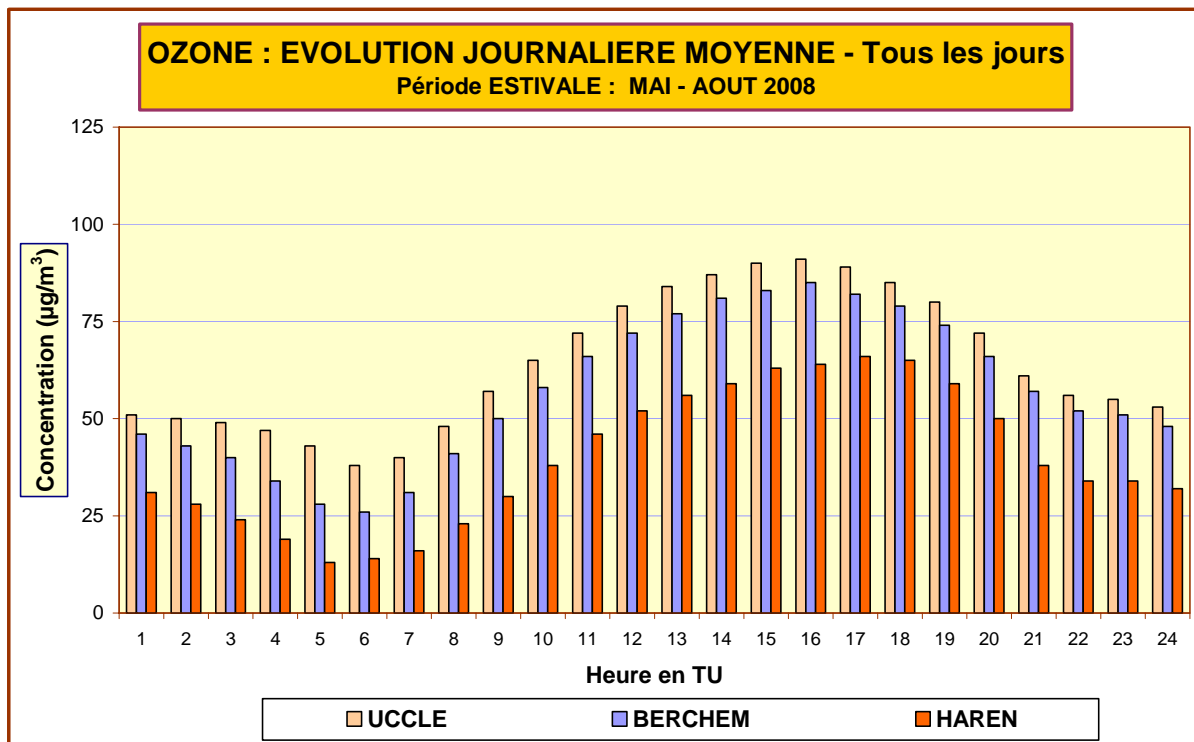


Fig. 66 : Ozone – Évolution journalière moyenne – Comparaison entre 3 postes de mesure Période « mai –août 2008 »

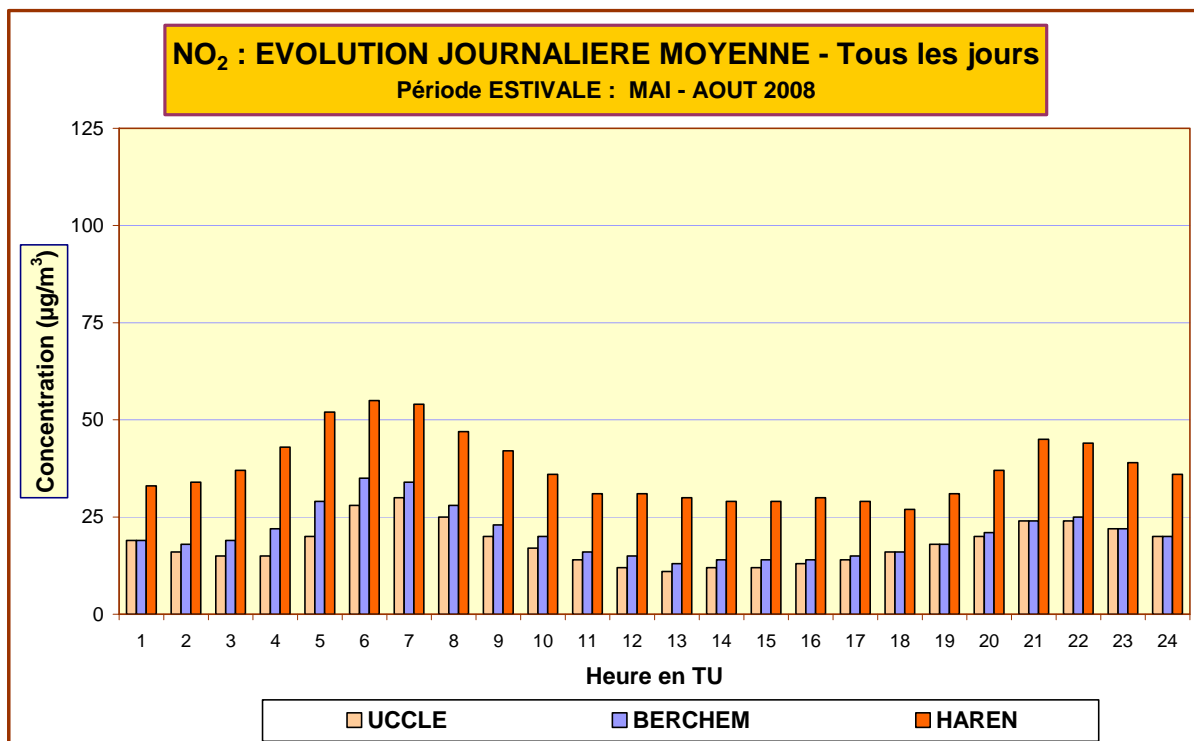


Fig. 67 : NO₂ – Évolution journalière moyenne – Comparaison entre 3 postes de mesure Période « mai –août 2008 »

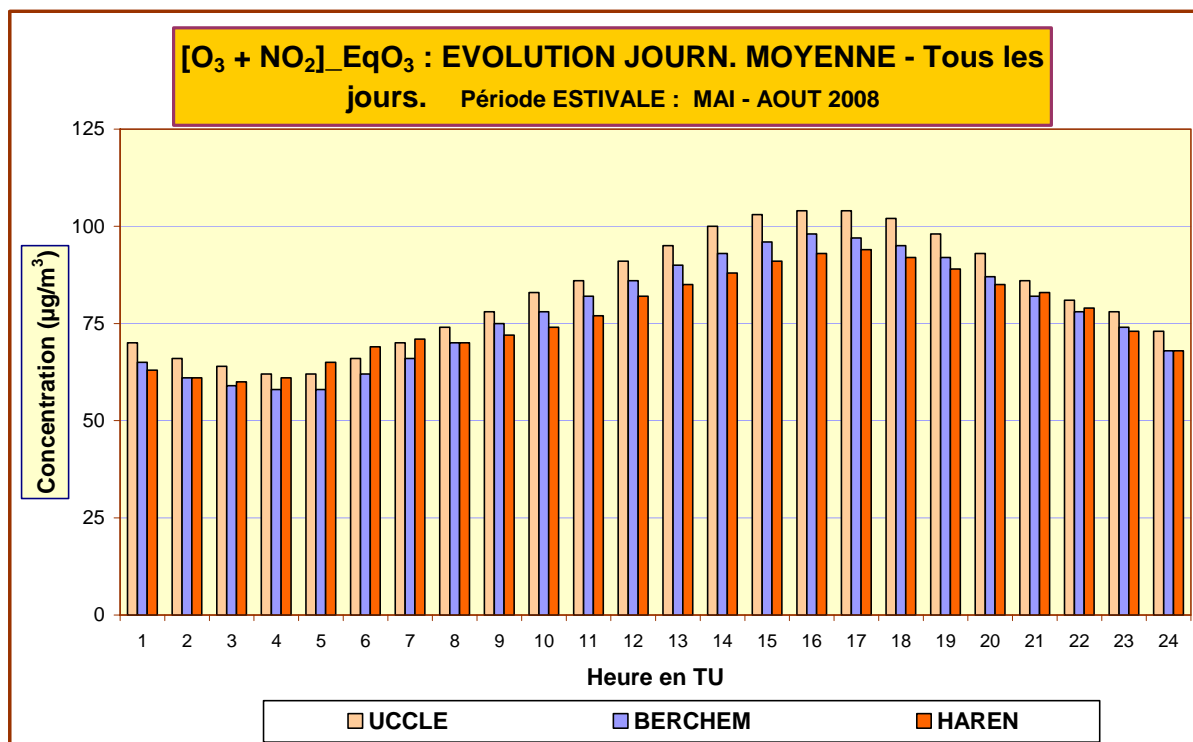
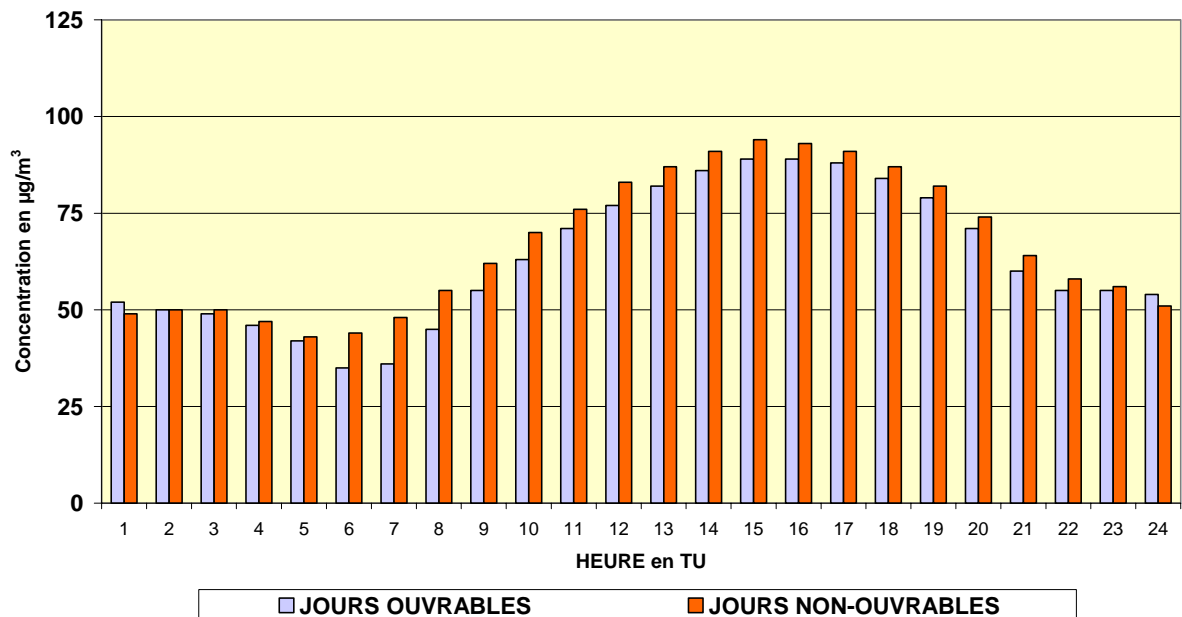


Fig. 68 : [O₃ + NO₂] – Évolution journalière moyenne – Comparaison entre 3 postes de mesure Période « mai –août 2008 »

OZONE - UCCLE - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOUT 2008



OZONE - HAREN - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOUT 2008

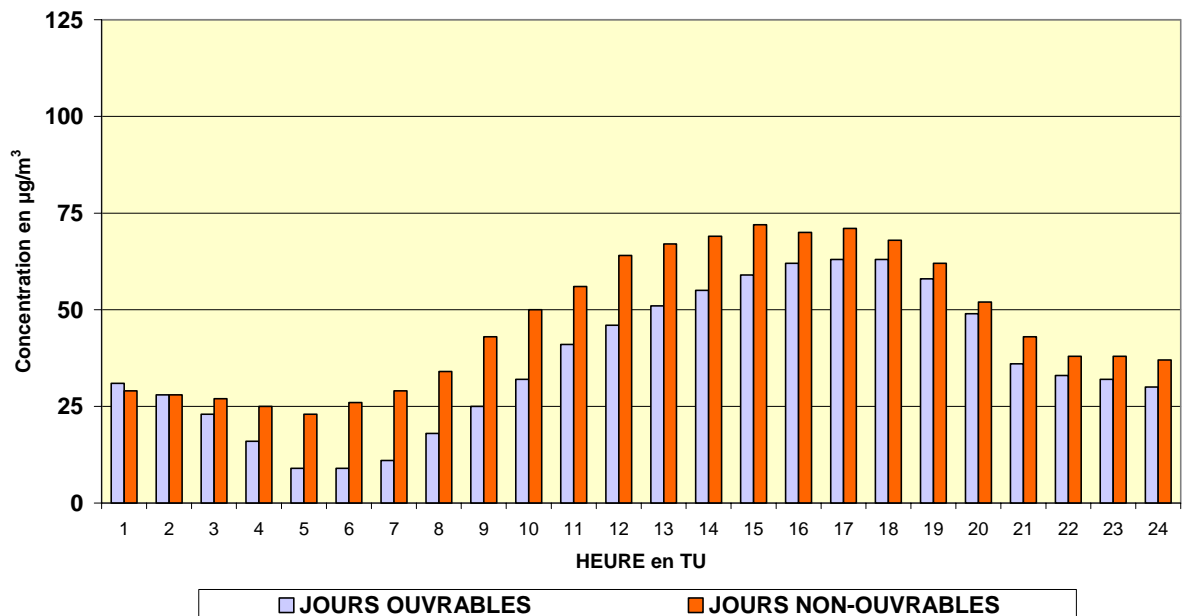
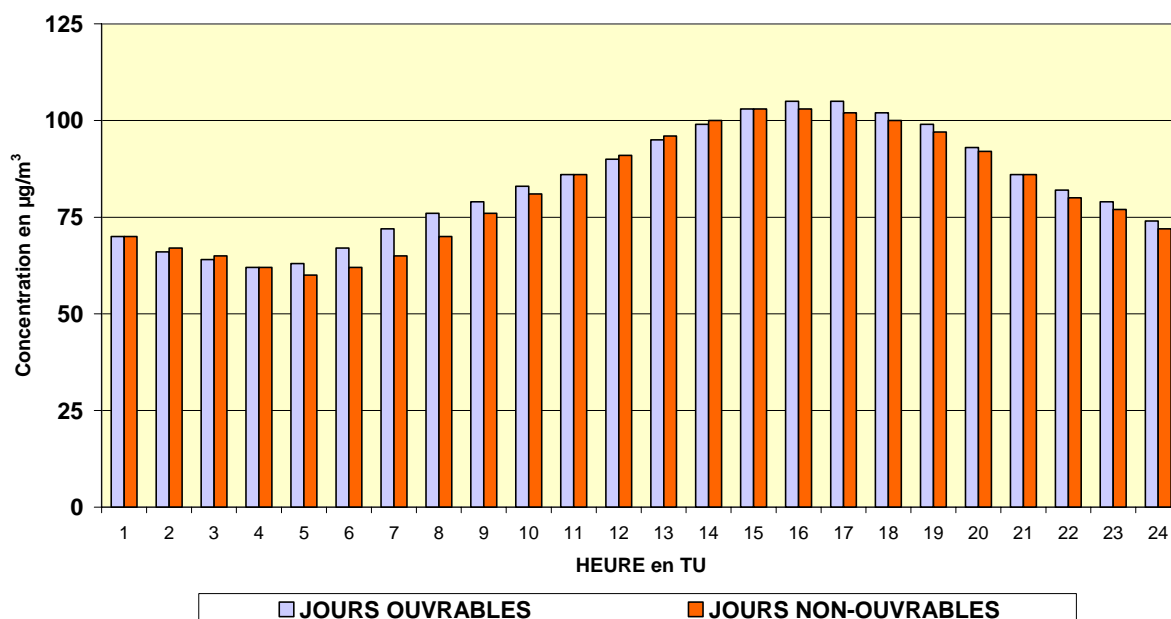


Fig. 69 : Ozone – Évolution journalière moyenne les jours ouvrables et les jours non ouvrables
 Postes de mesure d'Uccle et de Haren (trafic) - Période « mai –août 2008 »

[O₃ + NO₂] - UCCLE - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOUT 2008



[O₃ + NO₂] - HAREN - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOUT 2008

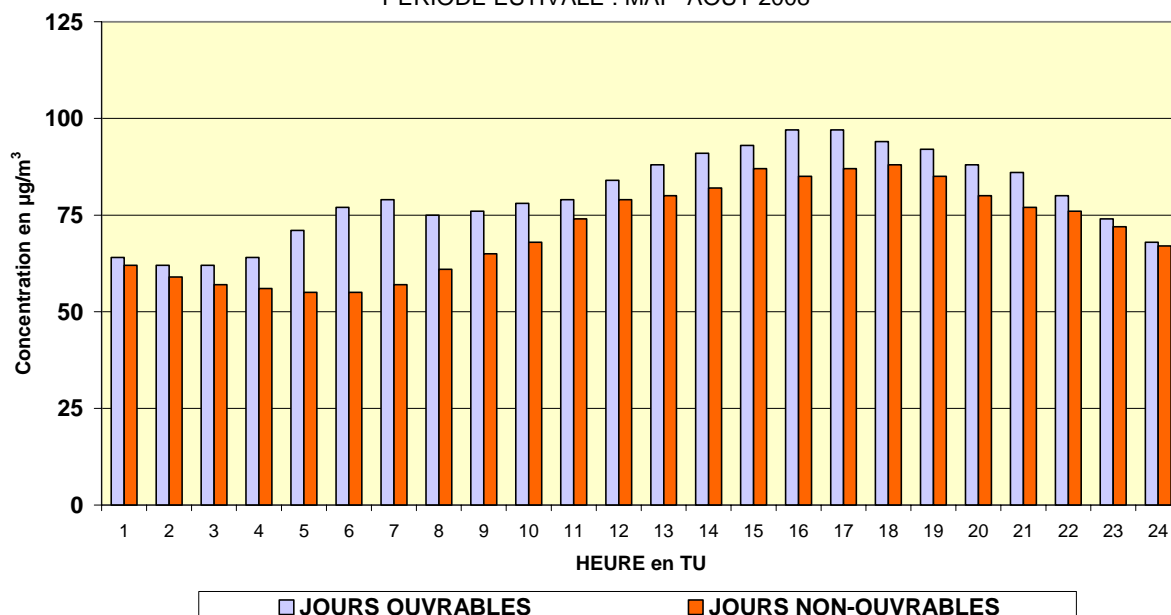


Fig. 70 : [O₃ + NO₂] – Évolution journalière moyenne les jours ouvrables et les jours non ouvrables
 Postes de mesure d'Uccle et de Haren (trafic) - Période « mai –août 2008 »

19.4 Évolution à long terme

Les rapport de l'UE sur l'ozone font apparaître, d'une part une légère tendance à l'augmentation des concentrations moyennes d'ozone et d'autre part une diminution du nombre de pics de concentration.

Le premier constat se vérifie en Région de Bruxelles-Capitale déjà depuis plusieurs années. Les figures 71 et 72 (à la page 118) montrent en effet une légère tendance à l'augmentation de la concentration moyenne d'ozone.

Sur base des résultats de l'été 2003 exceptionnellement chaud, le deuxième constat se confirme également. On constate effectivement des dépassements moins fréquents de la limite de la valeur horaire que pendant les autres périodes estivale chaudes, furent-elles de caractère moins exceptionnel. Cette diminution peut être constatée depuis quelques années dans les postes de mesure les plus continentaux. De par la situation géographique de Bruxelles, relativement proche de la Mer du Nord, le climat y est moins stable qu'à l'intérieur des terres. Il fallait donc bien attendre une période estivale chaude durable pour pouvoir se former une image claire qui puisse être comparée aux autres étés chauds (1995, 1994, 1990 et 1989).

L'augmentation de la concentration moyenne d'ozone est probablement liée à une diminution des concentrations de NO_x (voir figure 73 à la page 119), consécutive à la baisse des émissions. Cette baisse se traduit surtout par une diminution des concentrations de NO, et pas (encore) par une diminution des concentrations de NO₂ (voir figure 74). Dans les postes de mesure à forte influence du trafic, comme Ixelles (Avenue de la Couronne) et Arts-Loi, les niveaux de concentrations du NO, CO et composés organiques volatils ont baissé à peu près de moitié depuis le début des années '90. L'évolution des concentrations de NO₂ ne montre pas encore de tendance claire. Les émissions de NO_x devront encore diminuer de façon draconienne avant qu'une diminution des concentration ambiantes de NO₂ puisse être constatée. Suite à l'oxydation d'une partie de NO en NO₂, il n'y a pas de rapport linéaire simple entre les émissions locales de NO_x et les concentrations de NO₂.

Comme il y a moins de NO présent dans l'air ambiant, la destruction de l'ozone diminue, et en se manifestant en permanence, cela entraîne une augmentation de la concentration moyenne d'ozone. La réduction des émissions des précurseurs, NO_x et COV, a cependant déjà conduit à une diminution de la formation d'ozone au niveau du nombre de pics de concentration. Ceci se manifeste principalement lors des circonstances exceptionnellement favorables à la formation excessive d'ozone qui induisent (de moins en moins fréquemment) les pics de concentration.

Une diminution supplémentaire, draconienne et à grande échelle, des émissions futures sera nécessaire pour amorcer une diminution de la concentration moyenne d'ozone.

OZONE à UCCLÉ (R012) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période Estivale "AVRIL - SEPTEMBRE"

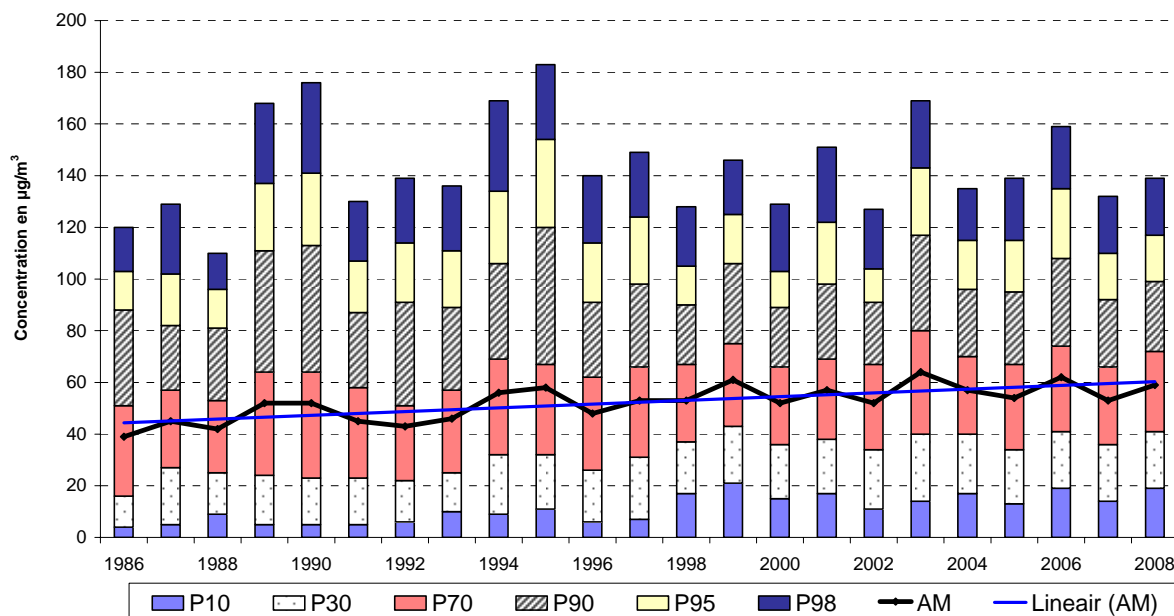


Fig. 71 : Ozone à Uccle – Valeurs horaires –évolution à long terme
 Périodes estivales 1986 - 2008

OZONE à BERCHEM-Ste-Agathe (B011) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période Estivale "AVRIL - SEPTEMBRE"

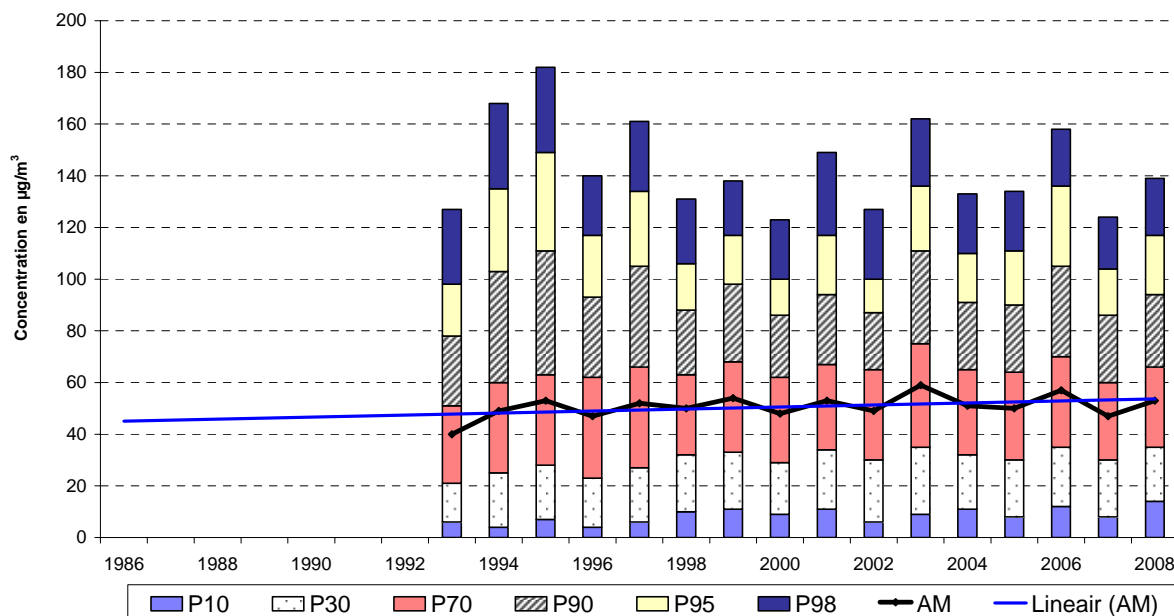


Fig. 72 : Ozone à Berchem-Ste-Agathe – Valeurs horaires –évolution à long terme
 Périodes estivales 1993 - 2008

NO_x à IXELLES (R002) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période "JANVIER - DECEMBRE"

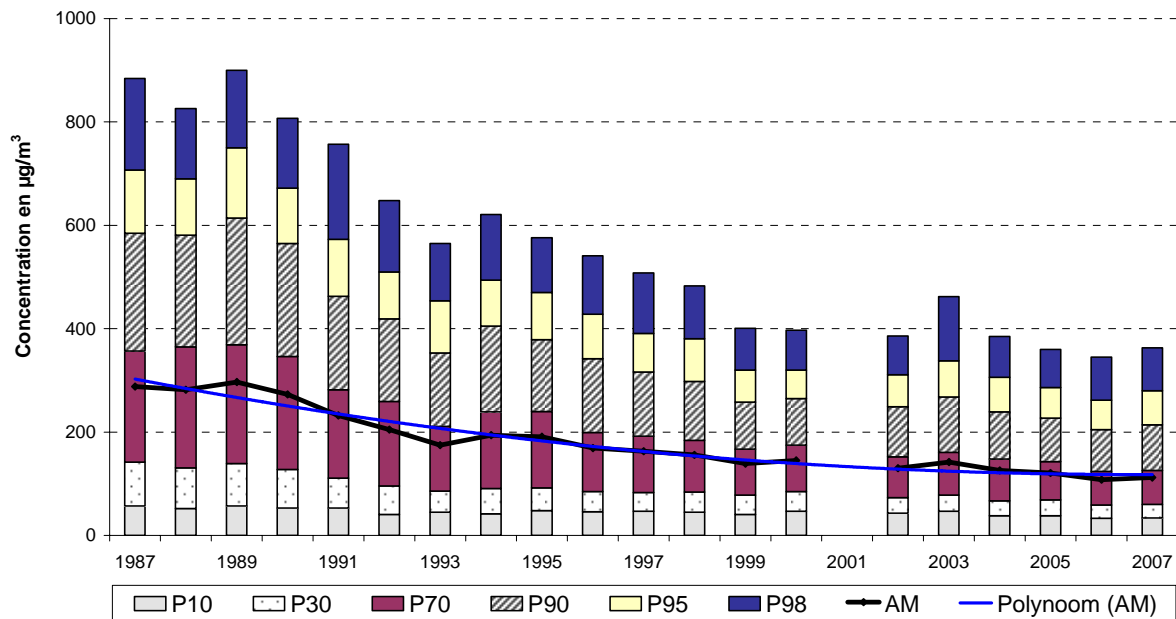


Fig. 73 : NO_x à Ixelles – Avenue de la Couronne (*canyon street*) – Valeurs horaires
 Évolution à long terme - Périodes annuelles 1987 - 2007

NO₂ à IXELLES (R002) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période "JANVIER - DECEMBRE"

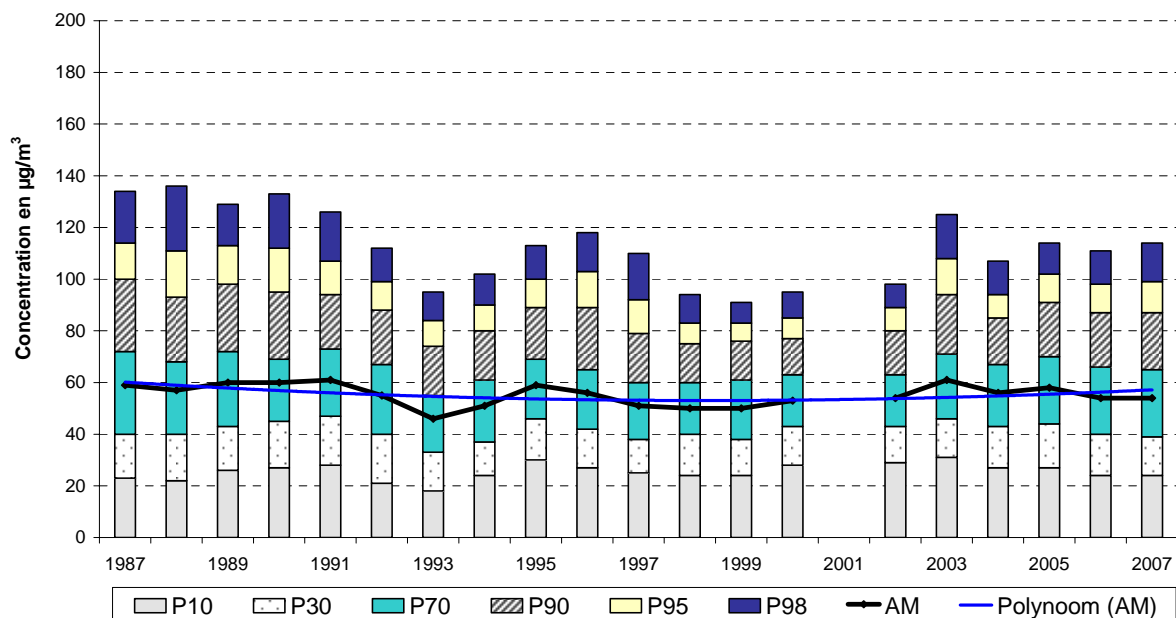


Fig. 74 : NO_x à Ixelles – Avenue de la Couronne (*canyon street*) – Valeurs horaires
 Évolution à long terme - Périodes annuelles 1987 - 2007