

LA QUALITÉ DE L'AIR EN RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE - POLLUTION PHOTOCHIMIQUE EN PÉRIODE ESTIVALE 2004, BENZÈNE ET INDICES DE QUALITÉ DE L'AIR

1. Transparence air - Information destinée au public

L'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'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 l'IBGE-BIM : <http://www.ibgebim.be>, et de la Cellule Interrégionale (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 2004. 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 (1994-2003).

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 :

L'INSTITUT BRUXELLOIS pour la GESTION de L'ENVIRONNEMENT
Service "Info-Environnement"
Gulledelle 100
B-1200 Bruxelles
Tél. +32-(0)2-775 77 75
Fax +32-(0)2-775 76 21

2. Réseau de contrôle de la qualité de l'air

La Région de Bruxelles-Capitale dispose de onze postes de mesure, dont un mobile, 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 (laboratoire mobile)

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 matière polluante bien précise (polluant). 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:

	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	-	-	-
41N043	X	X	X	X	X	-	X	(X)	-	-
41MEU1	X	X	X	-	-	-	X	X	-	X
41WOL1	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-

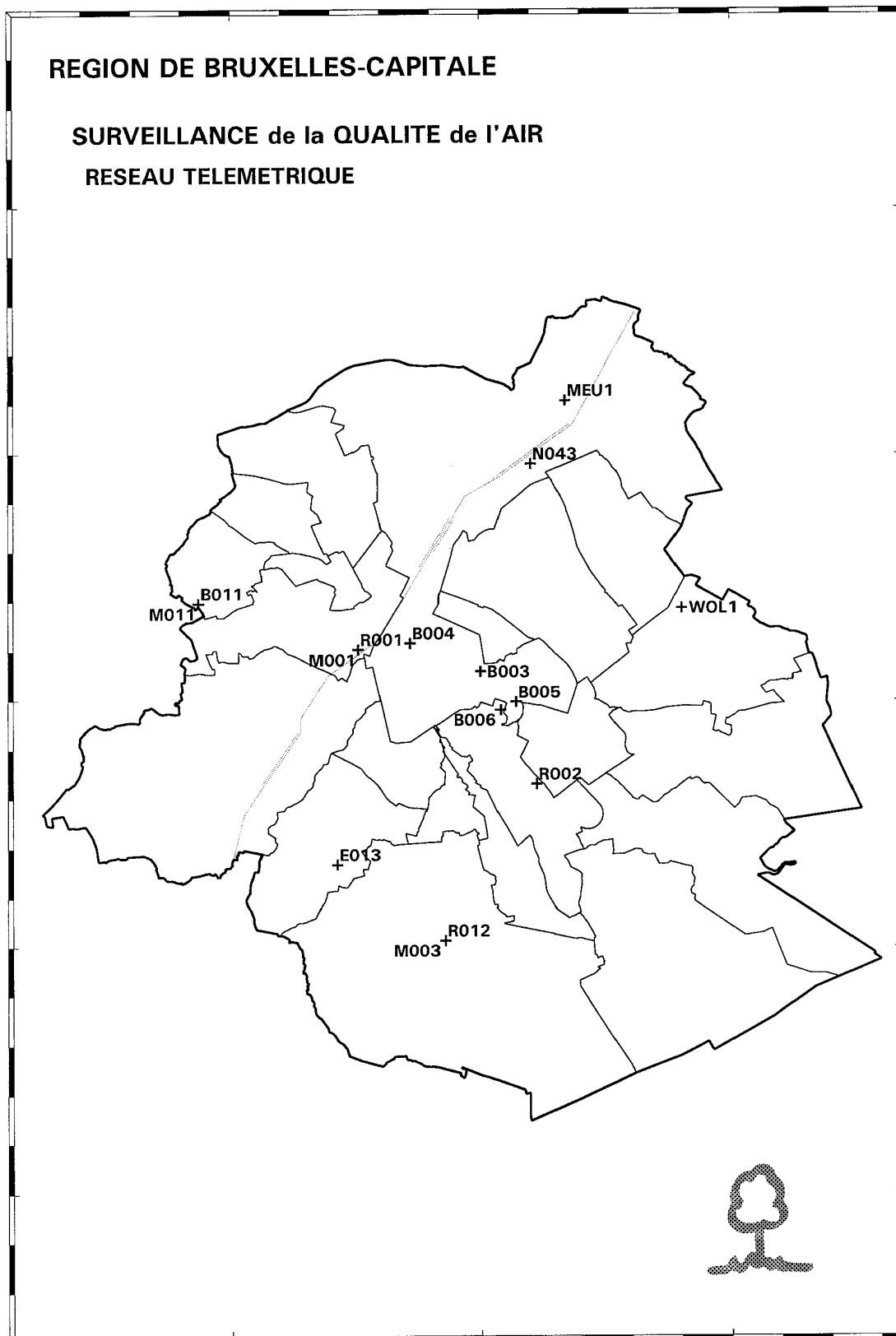


Fig. 1 : Emplacement des postes de mesure du réseau télémétrique

3. La pollution de l'air en période estivale

Entre 1960 et le milieu des années '70, 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 (SO_2) 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 SO_2 et en fumées noires. La prise d'échantillons y est automatisée, mais l'analyse se fait 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 SO_2 et sur les particules respirables. A certains endroits toutefois, des systèmes de mesure des oxydes d'azote (NO_x = somme de NO et NO_2), de l'ozone (O_3), du monoxyde de carbone (CO) et de la concentration en hydrocarbures volatils ont également été installés.

Au cours des années, la pollution par le SO_2 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 combustibles.

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

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' O_3 . Il y a actuellement environ 37 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 (41B011), Uccle (41R012), Molenbeek (41R001), Haren (41N043), Ste-Catherine (41B004), le Parlement Européen (41B006) et à Woluwé-St-Lambert (41WOL1).

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 $180 \mu g/m^3$ 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. En 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.

3.1. 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 NO_2 est à l'origine de la formation d'ozone : $\text{NO}_2 + h\nu \rightleftharpoons \text{NO} + \text{O}$. L'atome d'oxygène libéré et une molécule d'oxygène forment ensemble l'ozone : $\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{O}_3$.

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 NO_2 , 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 C.O.V. réactifs) de nouveau en NO_2 , 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.

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 : $\text{O}_3 + \text{NO} \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{NO}_2$.

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, peuvent en fait conduire 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 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 substances organiques volatiles 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).

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 la formation d'ozone. Au bord et au-delà de ces zones, la formation d'ozone devient plus importante que sa 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 (41B011) et d'Uccle (41R012) 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 poste de mesure proche du centre-ville, notamment à Molenbeek (41R001) et Ste-Catherine (41B004), et dans les postes de mesure situés le long des axes de trafic, tels que Haren (41N043) et Woluwé-St-Lambert (41WOL1).

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 en 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 d'étalonnage de l'IBGE (mars-avril 2004). 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%. 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 2003 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, '96, '97, '98, '99, 2000, '01, '02 et 2003).

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) et le scrubber O₃ doit être suffisamment efficace et pur.

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 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 test 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 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] + [NO₂]. 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.

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).

Tous les quatre mois, 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 7%. 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).

Les valeurs non validées ne sont jamais validées à posteriori, même s'il s'avère ultérieurement que la cause de l'erreur technique ne relève pas de l'appareil de détection, mais p. ex. du système interne d'étalonnage. 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 , NO_2 et O_3 , obtenus à l'aide du réseau télémétrique, 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 télémétrique 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. Depuis la fin 1998, l'IBGE-LRE dispose d'une accréditation NBN-EN 45001 (Beltest N° 122-T) pour ce genre de détermination. En octobre 2001 cette accréditation a été prolongée pour une nouvelle période de trois ans.

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 FISIONS), 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 2004

Les figures 2 à 7 représentent graphiquement l'évolution des concentrations moyennes horaires en O₃ durant les mois de mai, juin, juillet et août 2004. Les figures 2 à 5 contiennent six graphiques, ils donnent dans l'ordre l'évolution des valeurs horaires en O₃ pour les postes de mesure à Molenbeek, Ste-Catherine, Berchem-Ste-Agathe, Uccle, Haren et Woluwé. Les résultats pour mai 2004 sont représentés dans la figure 2, juin 2004 dans la figure 3, etc... Les figures 6 et 7 reprennent les graphiques de ces 4 mois, respectivement pour le poste de mesure situé au Parlement Européen et un poste temporaire à Anderlecht. La ligne pointillée correspond au seuil à partir duquel on envoie un message d'information à la population : 180 µg/m³ comme valeur horaire.

Les figures 8 et 9 représentent graphiquement l'évolution des valeurs moyennes journalières en ozone pour la période « septembre 2003 - août 2004 ». On s'aperçoit que la concentration moyenne d'ozone augmente à l'approche de la période estivale. La ligne pointillée (65 µg/m³) correspond à la valeur seuil de protection de la végétation figurant dans l'ancienne directive ozone 92/62/CE.

La figure 10.a présente l'évolution journalière moyenne de la concentration d'ozone durant toute la période estivale (du 1^{er} mai au 31 août 2004). La valeur moyenne est calculée sur tous les jours, par période horaire (01.00 TU, 02.00 TU, ..., 24.00 TU). Ces graphiques reprennent 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 TU), il est 14 h temps local.

La concentration moyenne d'ozone atteint son minimum entre 2 et 6 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 de NO 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 Molenbeek, Ste-Catherine et le phénomène est encore plus évident à Haren.

Sur la figure 10.b est représentée, par analogie avec la figure 10.a, l'évolution journalière moyenne des concentrations en NO₂ pendant la période estivale (du 1^{er} mai - 31 août 2004). L'évolution journalière moyenne des concentrations en NO₂ est plus élevée l'après-midi aux postes de mesures de Woluwé, Haren et Molenbeek et plus faible à Uccle et Berchem-Ste-Agathe. Le comportement complémentaire des concentrations en O₃ et NO₂ apparaît sur la figure 19 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.

Les figures 11 à 18 donnent l'évolution graphique des concentrations moyennes horaires de NO₂ calculées dans les onze postes fixes de mesure dans la Région (d'une part Molenbeek, Ixelles, Arts-Loi, Berchem-Ste-Agathe, Uccle et Haren et d'autre part Woluwé, le parc Meudon, Ste-Catherine, Eastman-Belliard et le Parlement Européen) et le poste temporaire à Anderlecht. Les résultats sont représentés par mois : mai, juin, juillet et août 2004. La ligne pointillée correspond au seuil de 200 µg/m³ de la directive CE pour le NO₂ (2002/3/CE et 92/62/CE).

Les tableaux 1 à 5 donnent un aperçu de la moyenne mensuelle des concentrations en COV à Arts-Loi (B003), Ixelles (R002), Molenbeek (R001) et Uccle (R012) et Woluwé (WOL1).

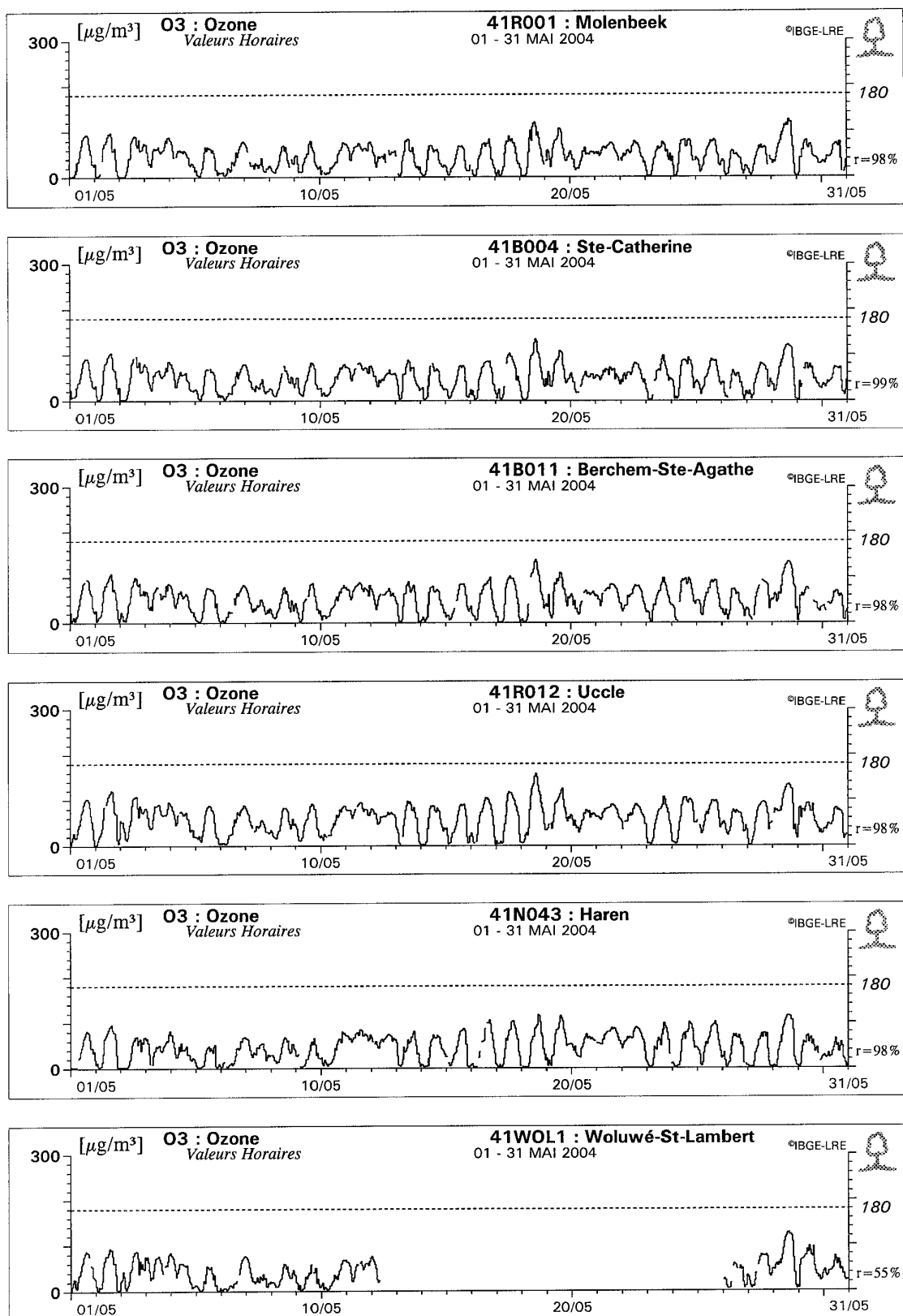


Fig. 2 : Évolution des concentrations en O₃ dans la Région de Bruxelles-Capitale : mai 2004

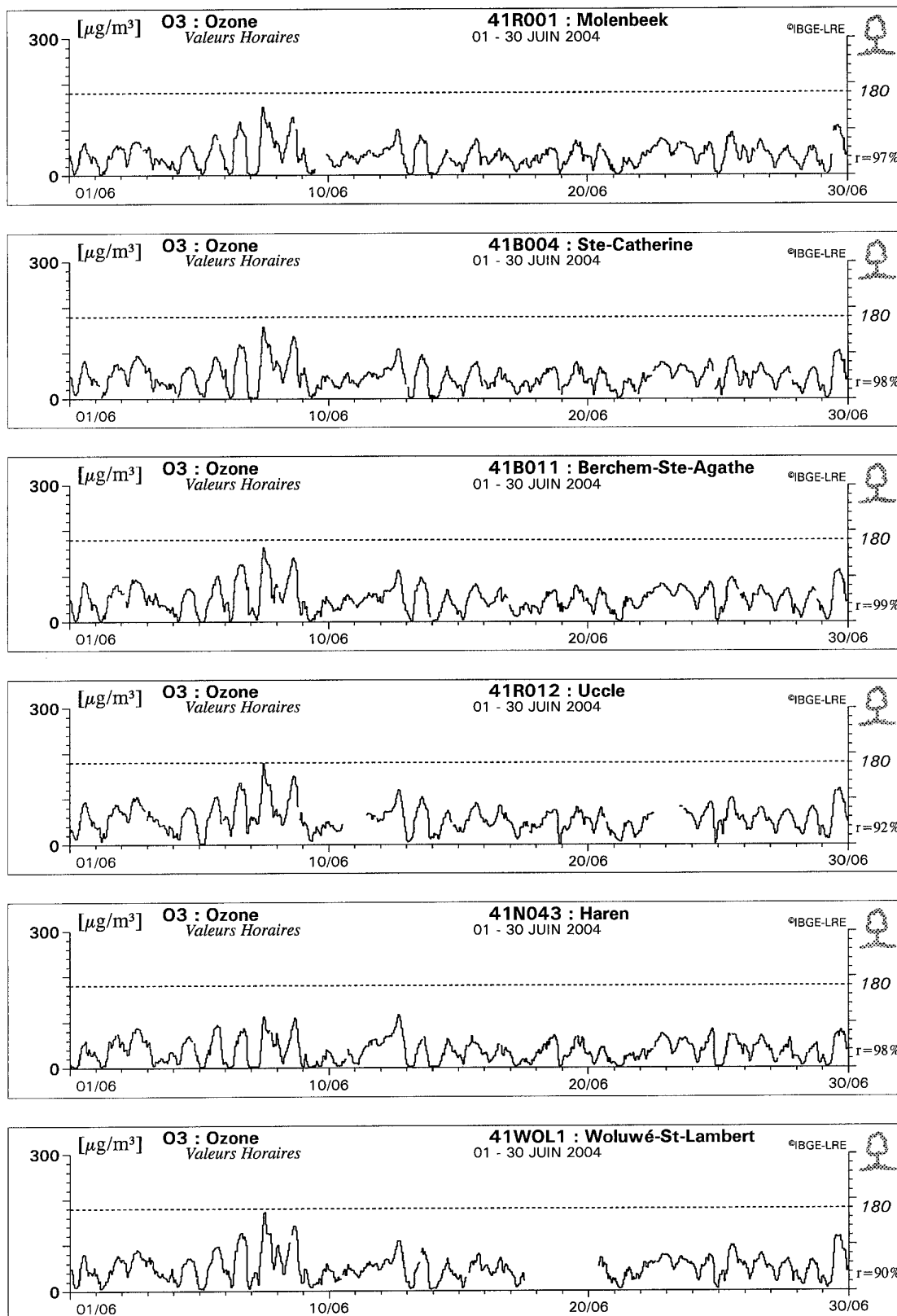


Fig. 3 : Évolution des concentrations en O₃ dans la Région de Bruxelles-Capitale : juin 2004

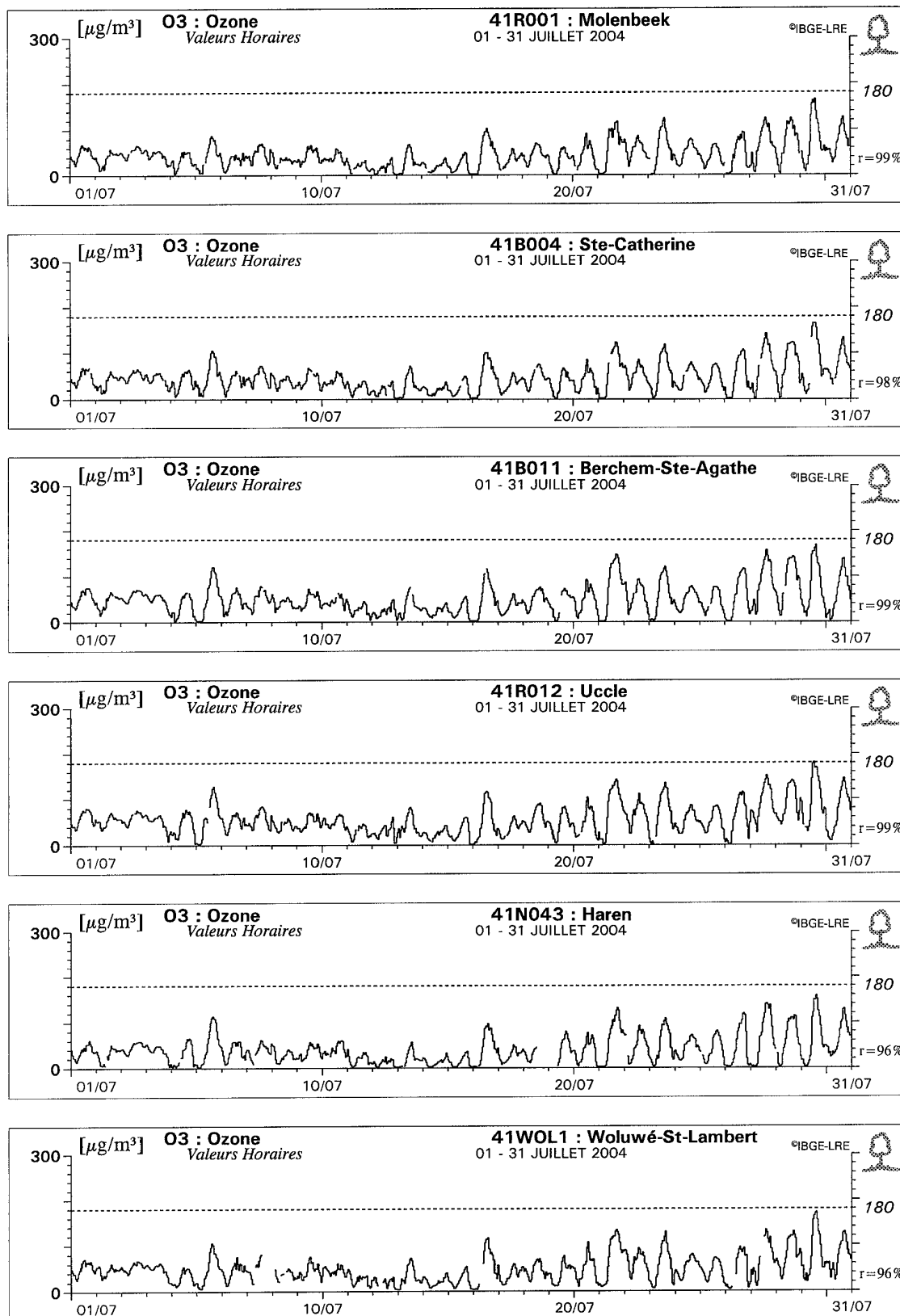


Fig. 4 : Évolution des concentrations en O₃ dans la Région de Bruxelles-Capitale : juillet 2004

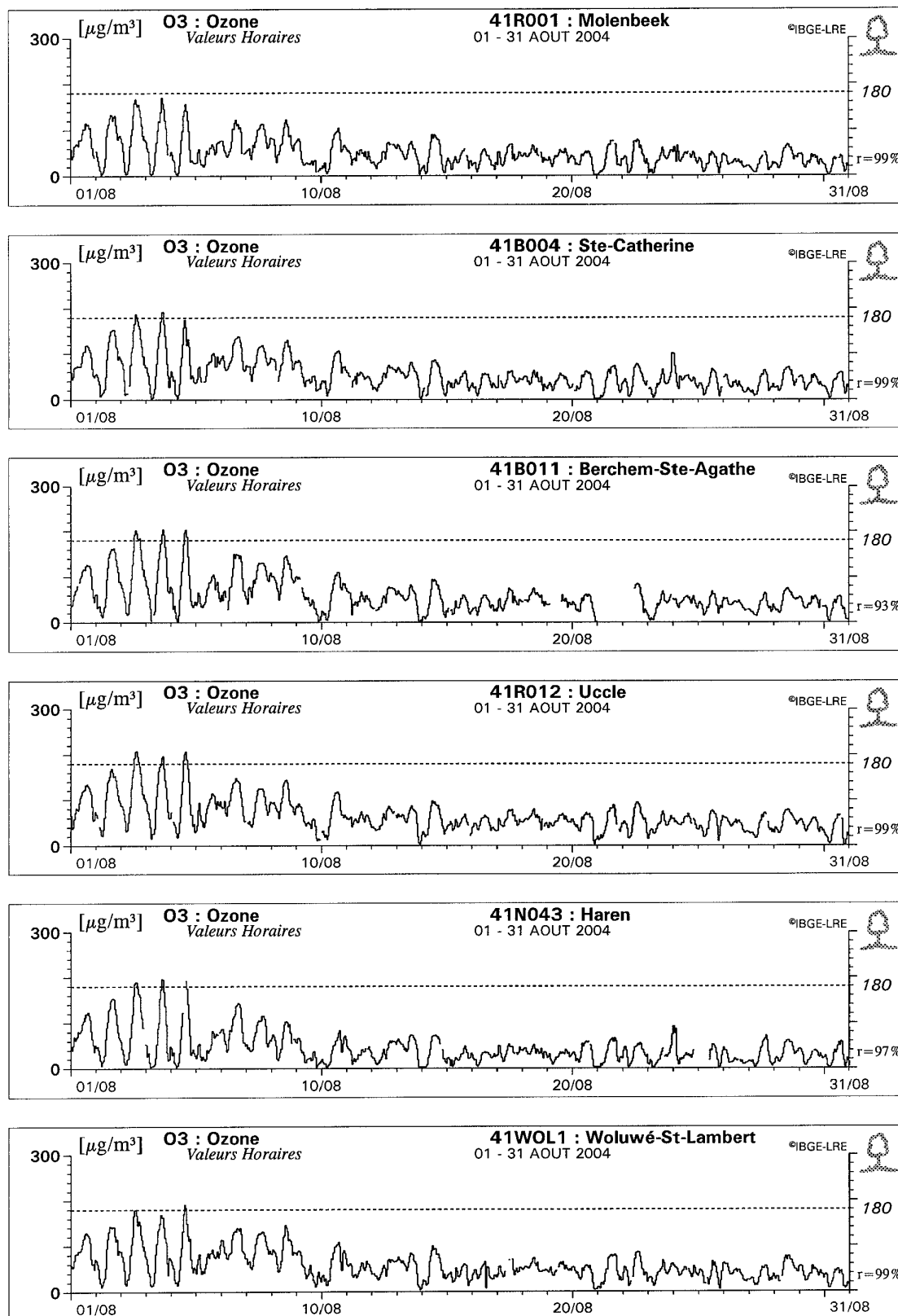


Fig. 5 : Évolution des concentrations en O₃ dans la Région de Bruxelles-Capitale : août 2004

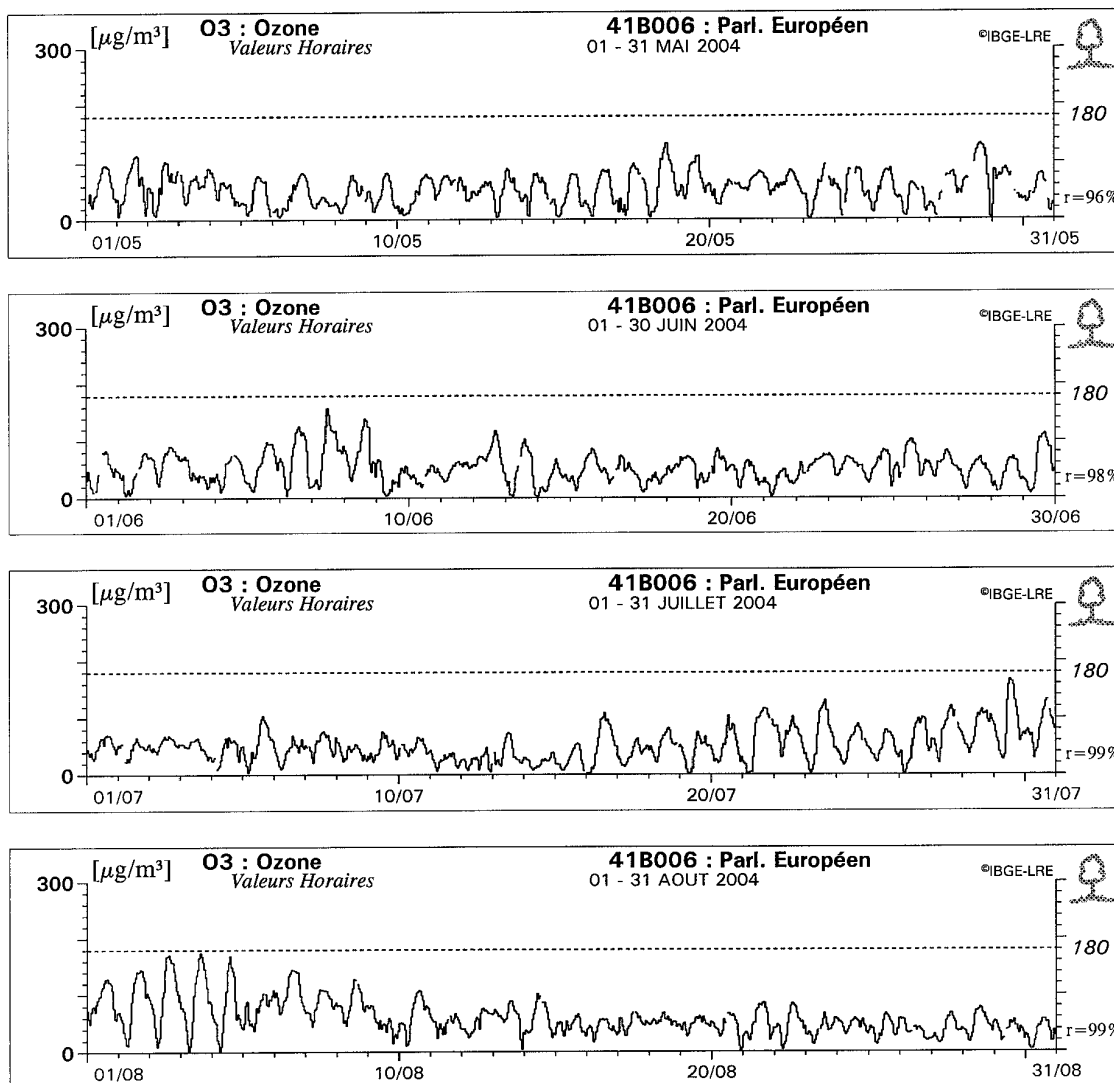


Fig. 6 : Parlement Européen : Évolution des concentrations en O₃ : mai - août 2004

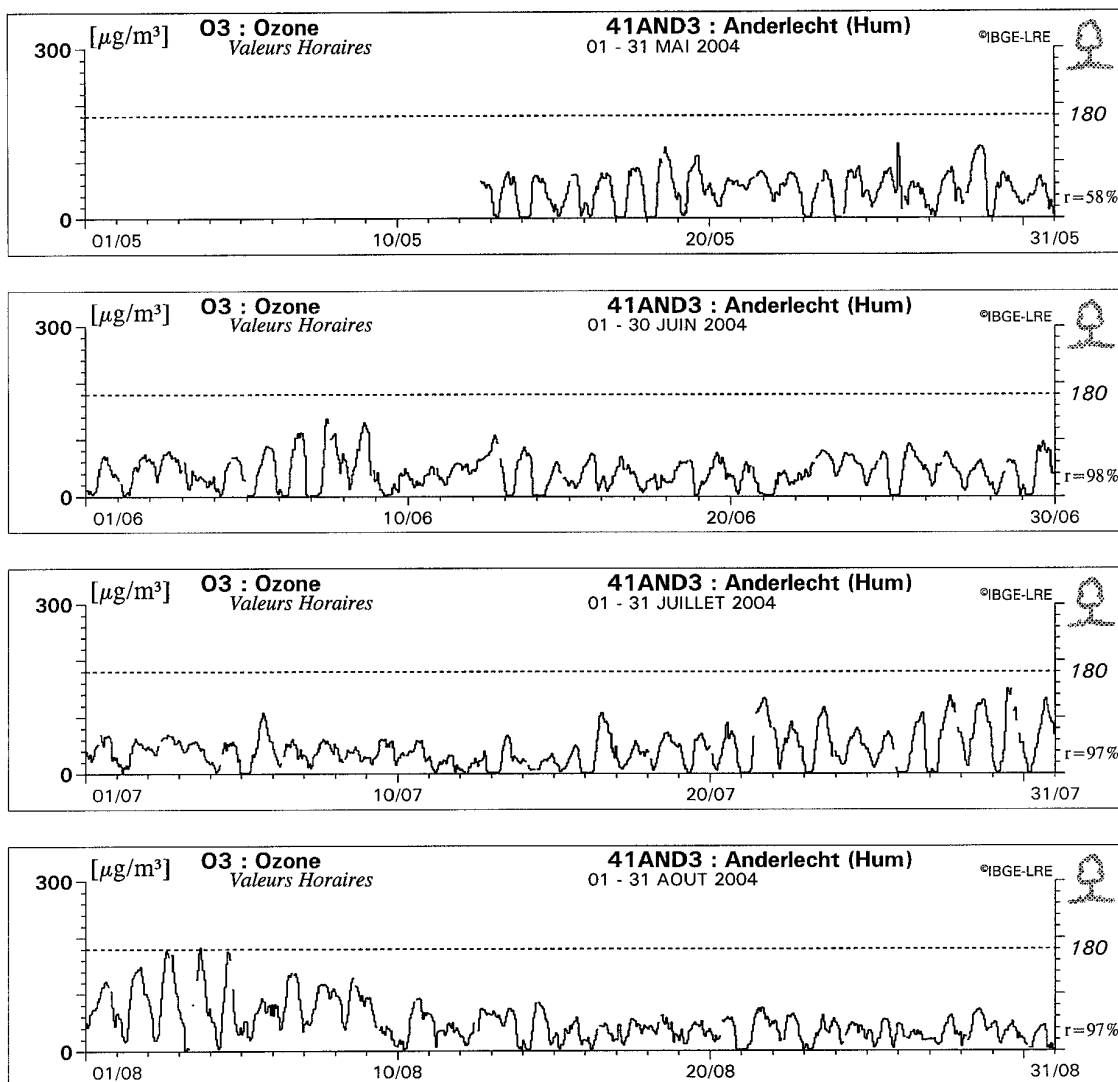


Fig. 7 : Anderlecht : Évolution des concentrations en O₃ : mai - août 2004

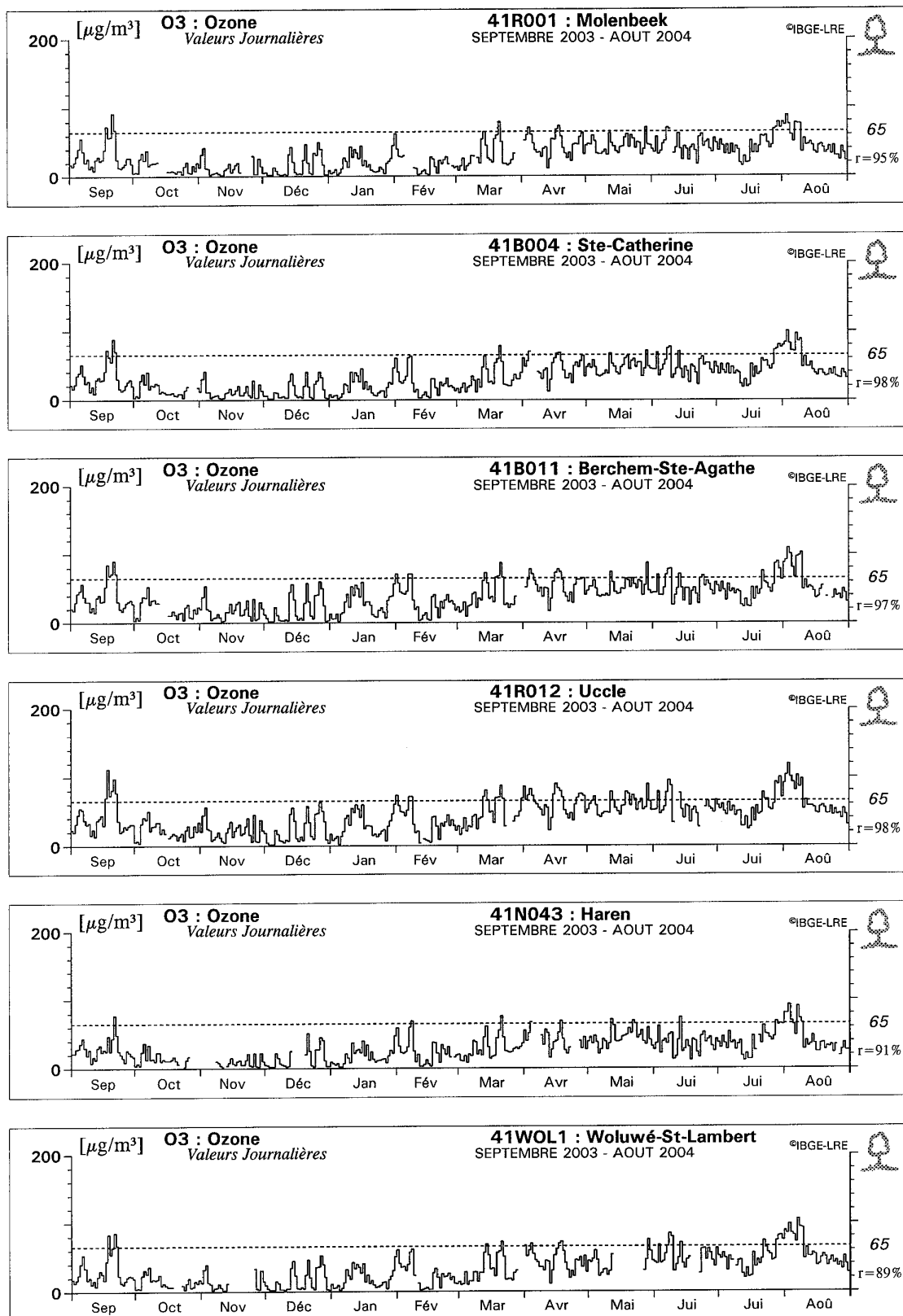


Fig. 8 : Évolution des valeurs journalières en O₃ à Bruxelles
Période : septembre 2003 - août 2004

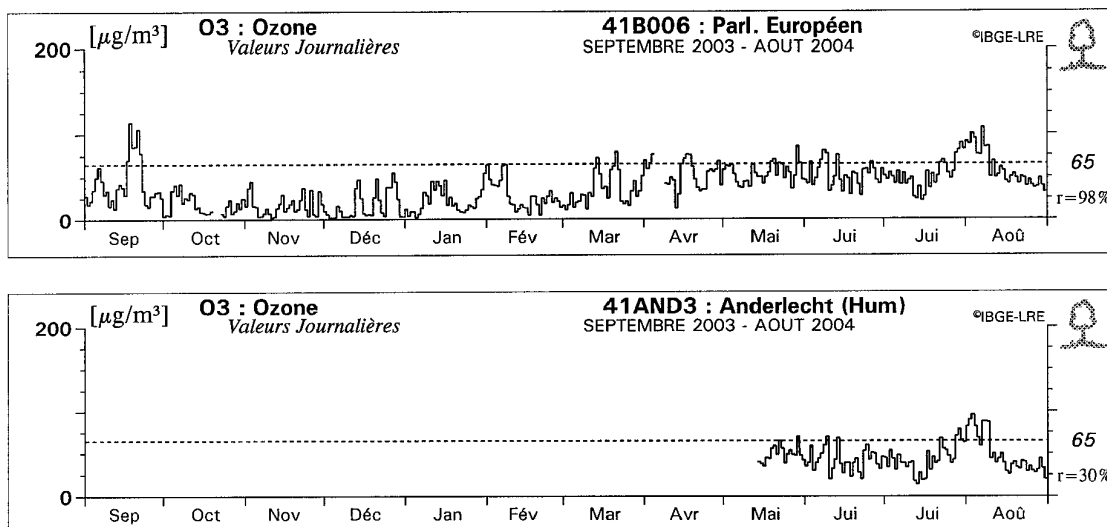


Fig. 9 : Évolution des valeurs journalières en O₃ à Bruxelles
Période : septembre 2003 - août 2004

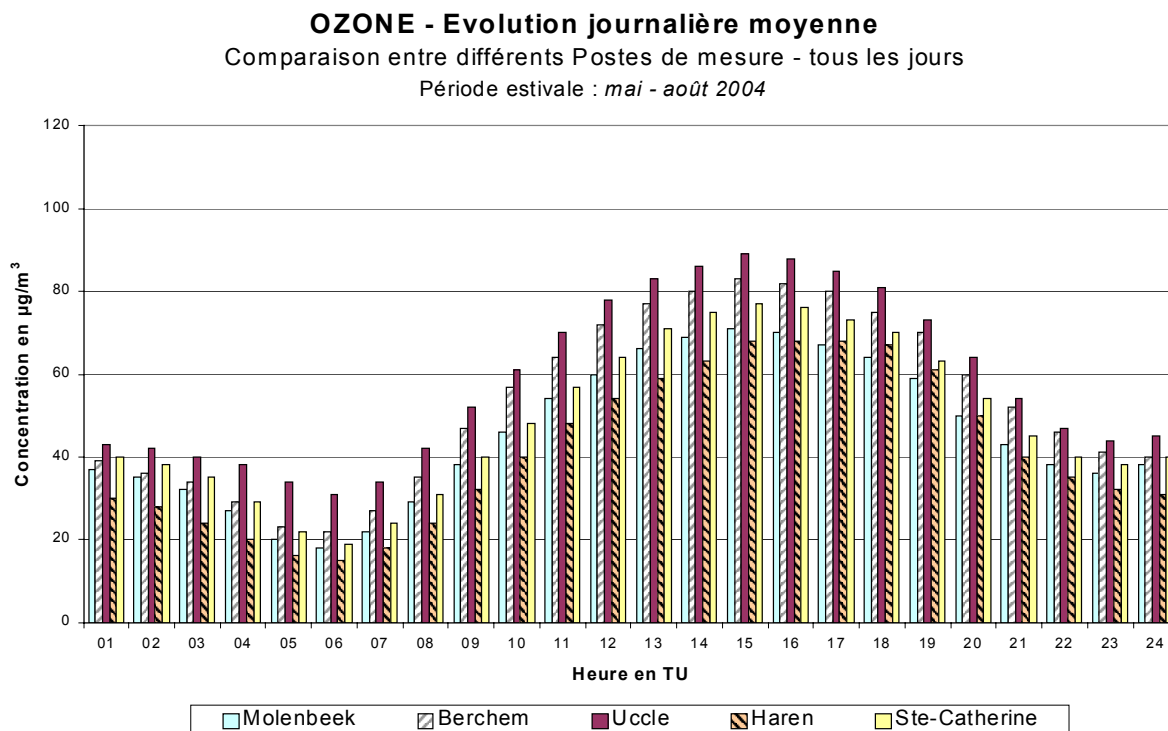


Fig. 10.a : Évolution journalière moyenne des concentrations en O₃ durant la période mai-août 2004

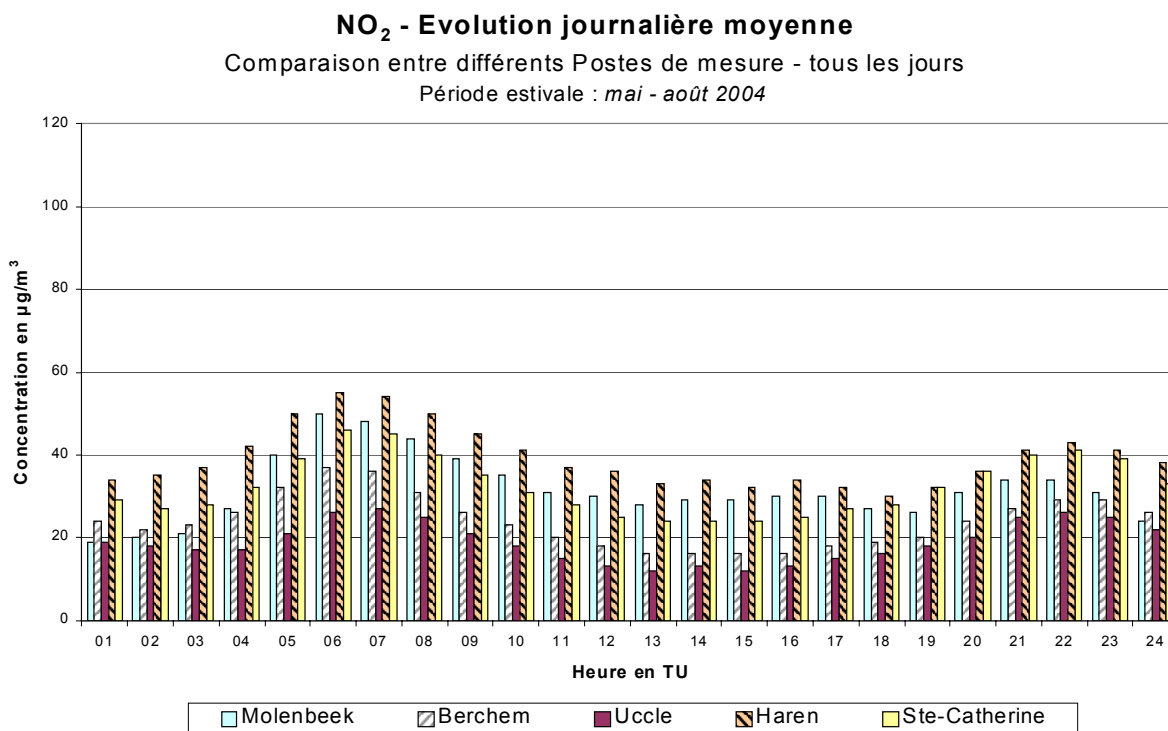


Fig. 10.b : Évolution journalière moyenne des concentrations en NO₂ durant la période mai-août 2004

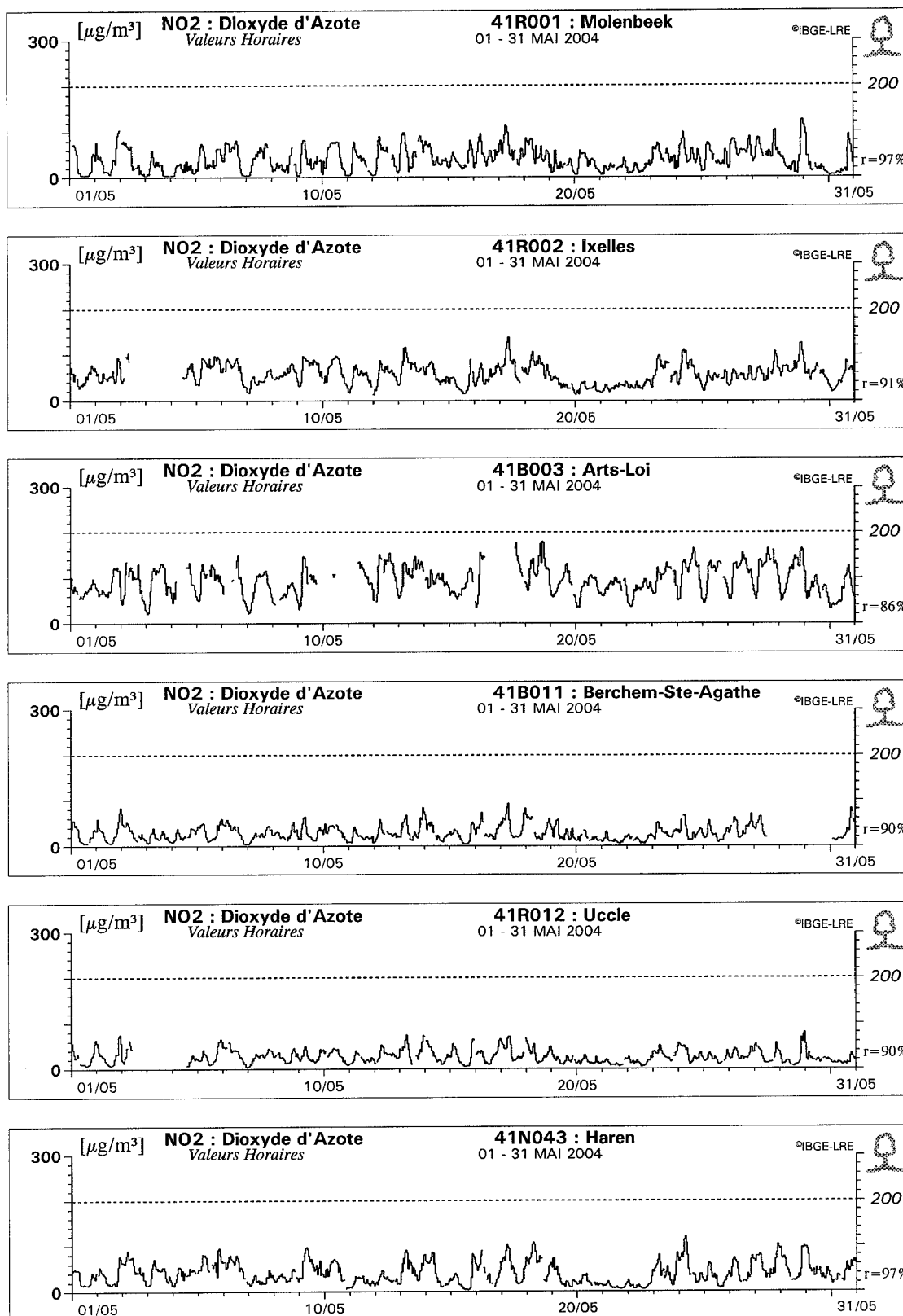


Fig. 11 : Évolution des concentrations en NO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale : mai 2004

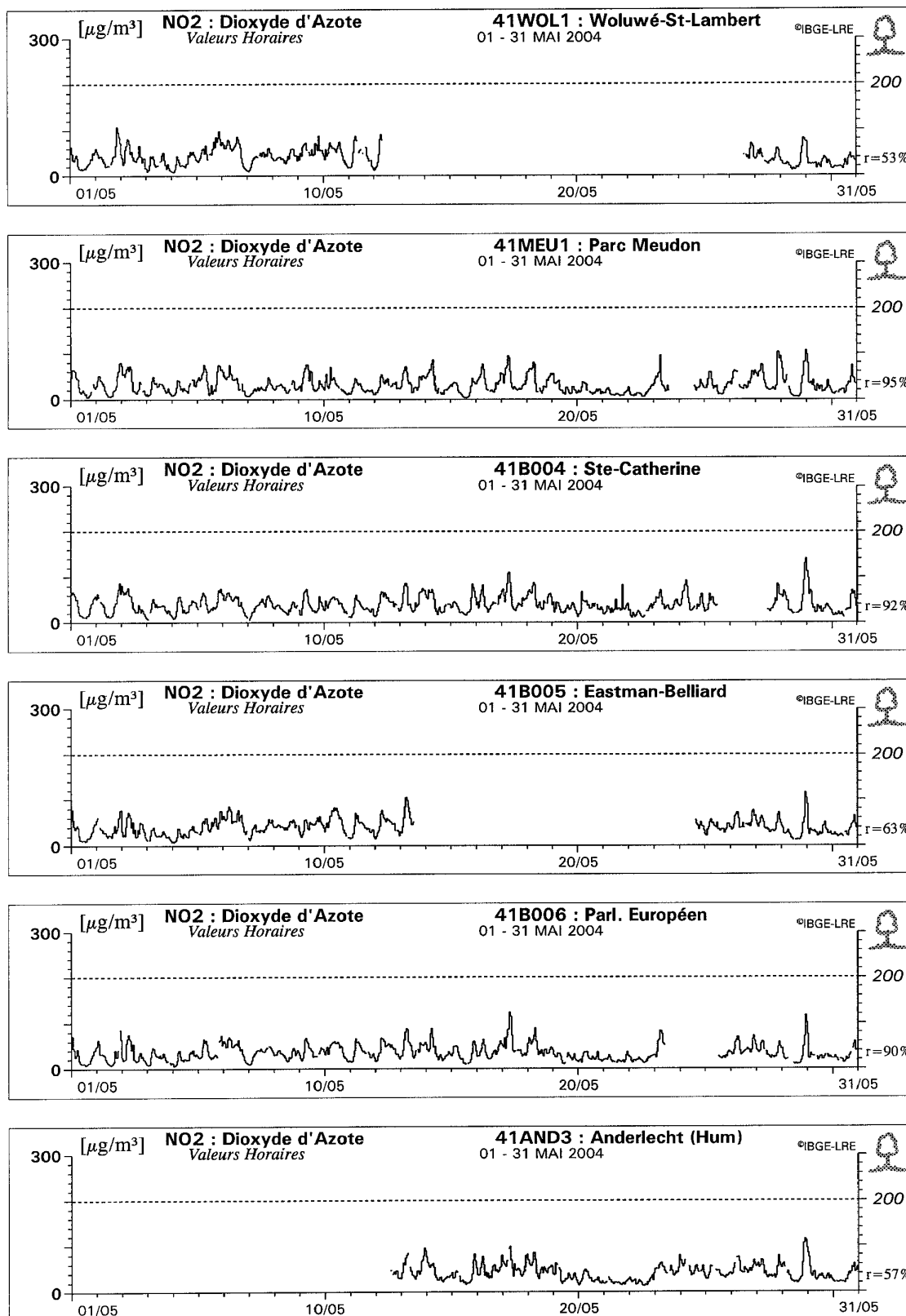


Fig. 12 : Évolution des concentrations en NO_2 dans la Région de Bruxelles-Capitale : mai 2004

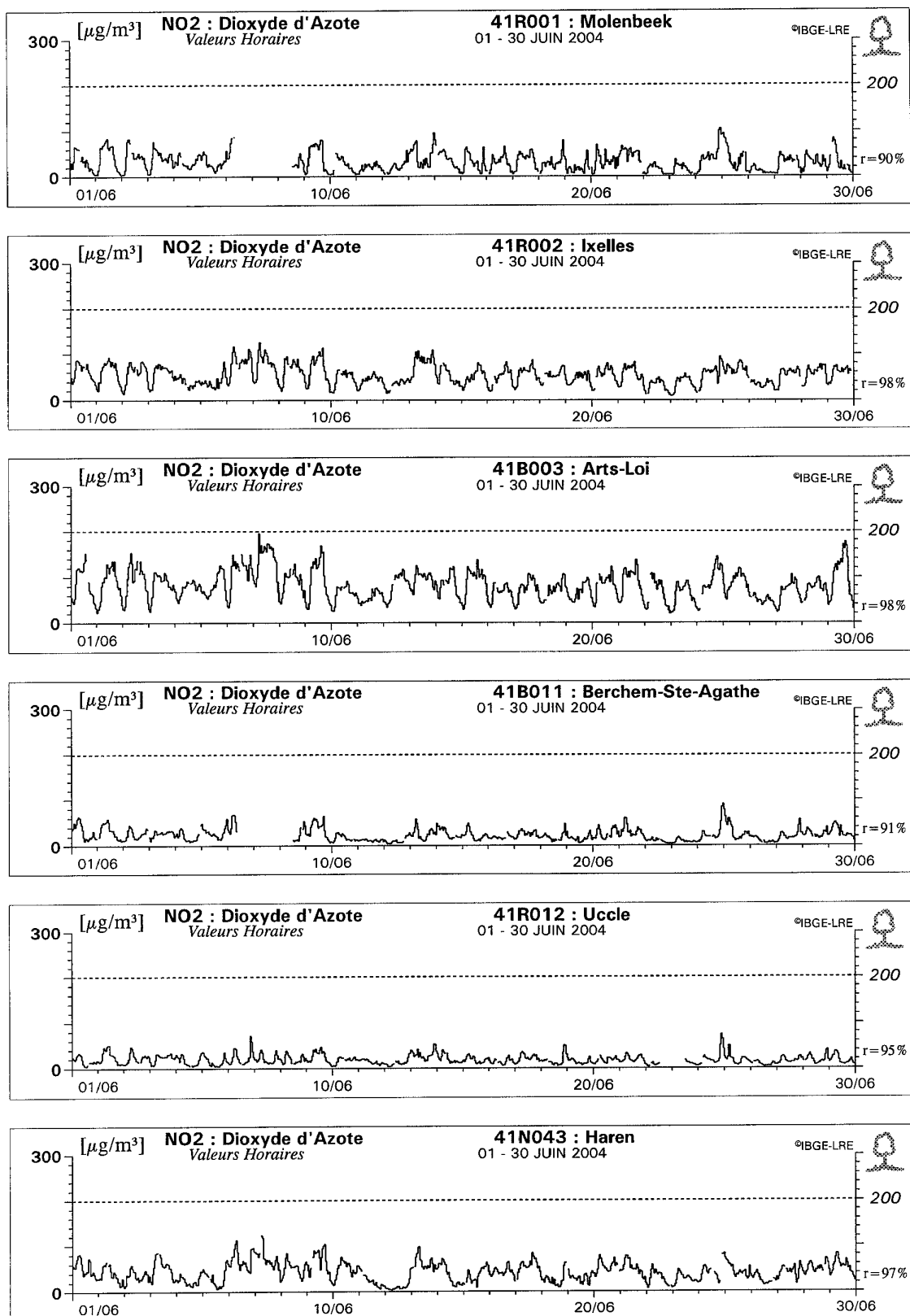


Fig. 13 : Évolution des concentrations en NO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale : juin 2004

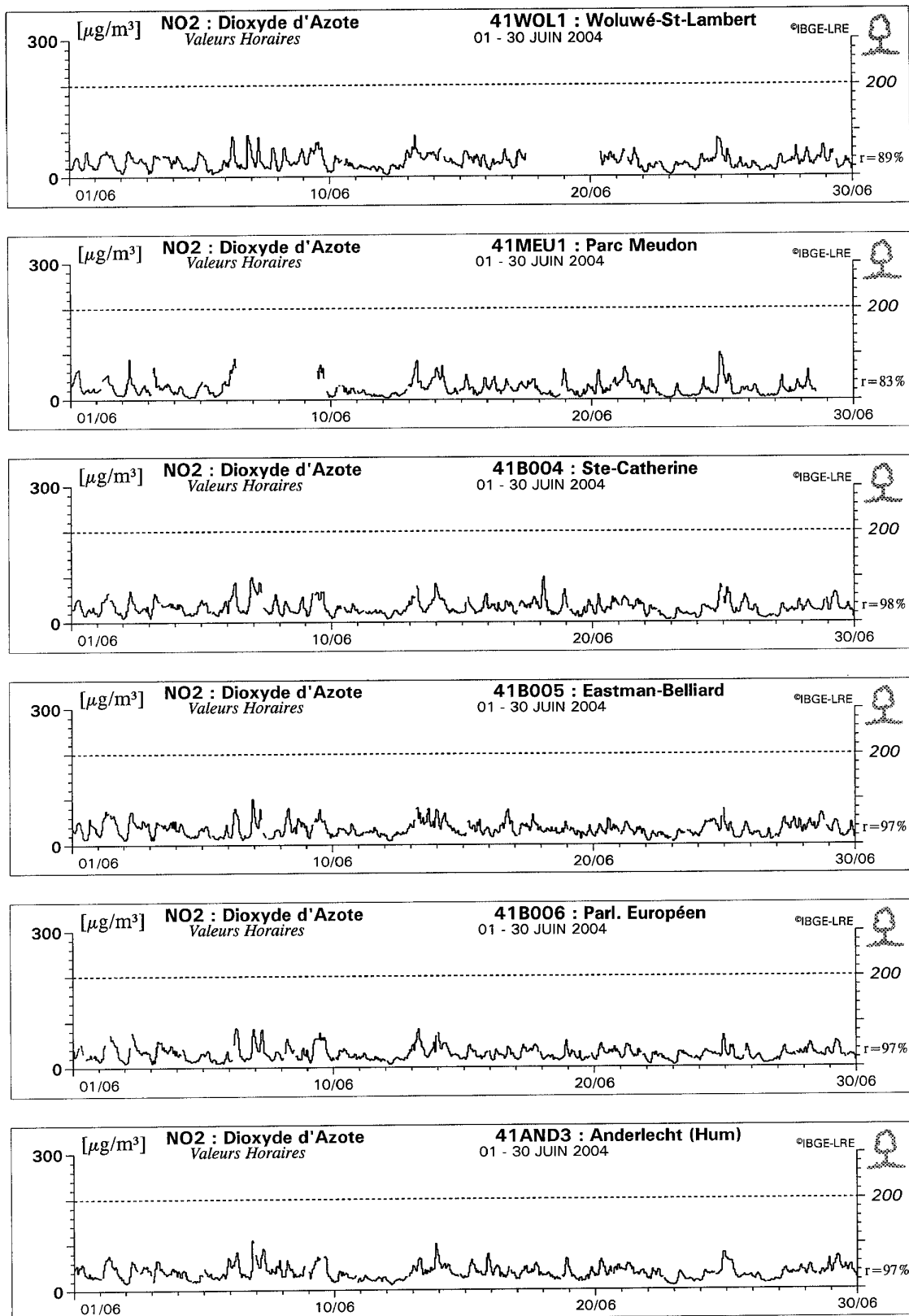


Fig. 14 : Évolution des concentrations en NO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale : juin 2004

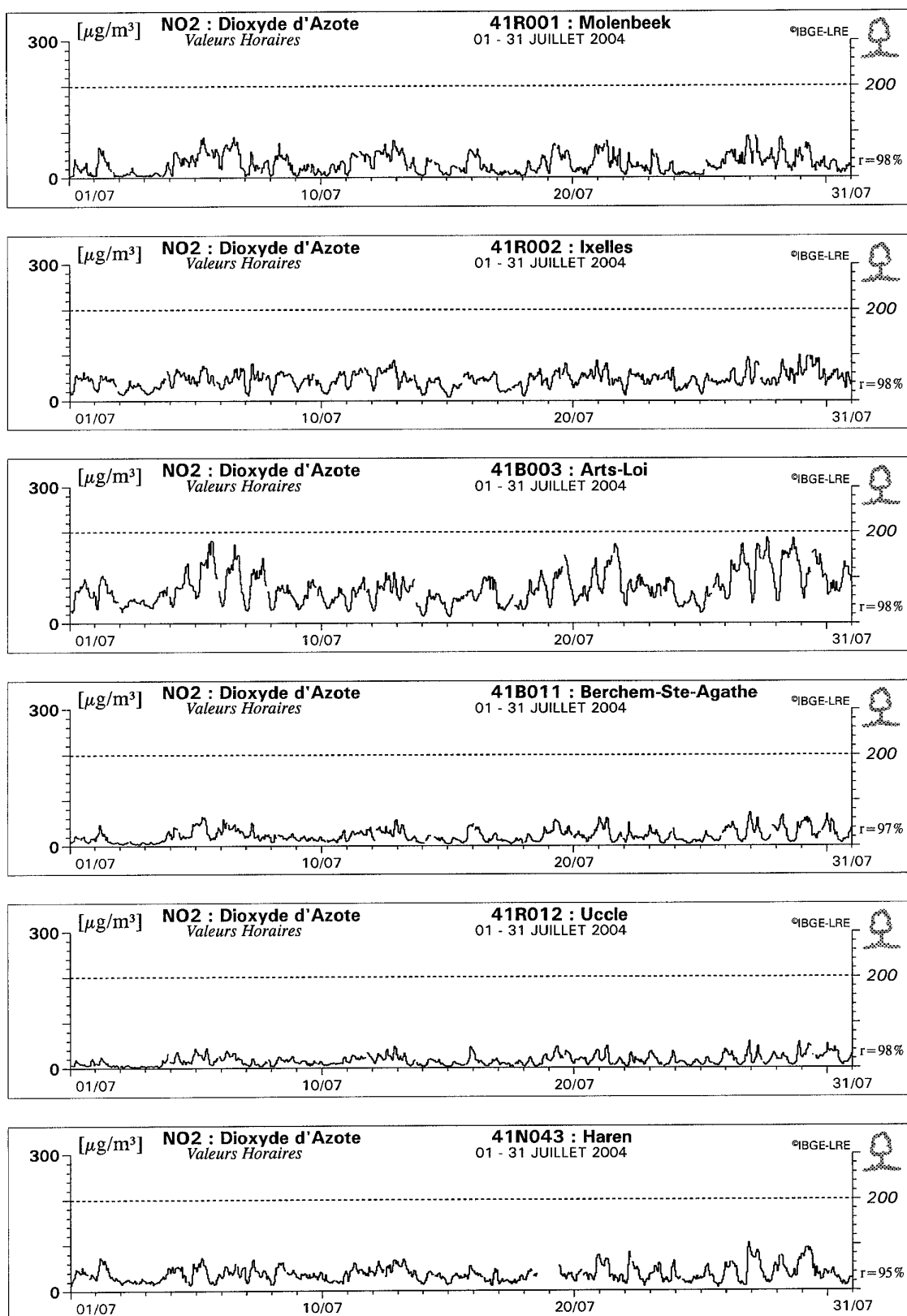


Fig. 15 : Évolution des concentrations en NO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale : juillet 2004

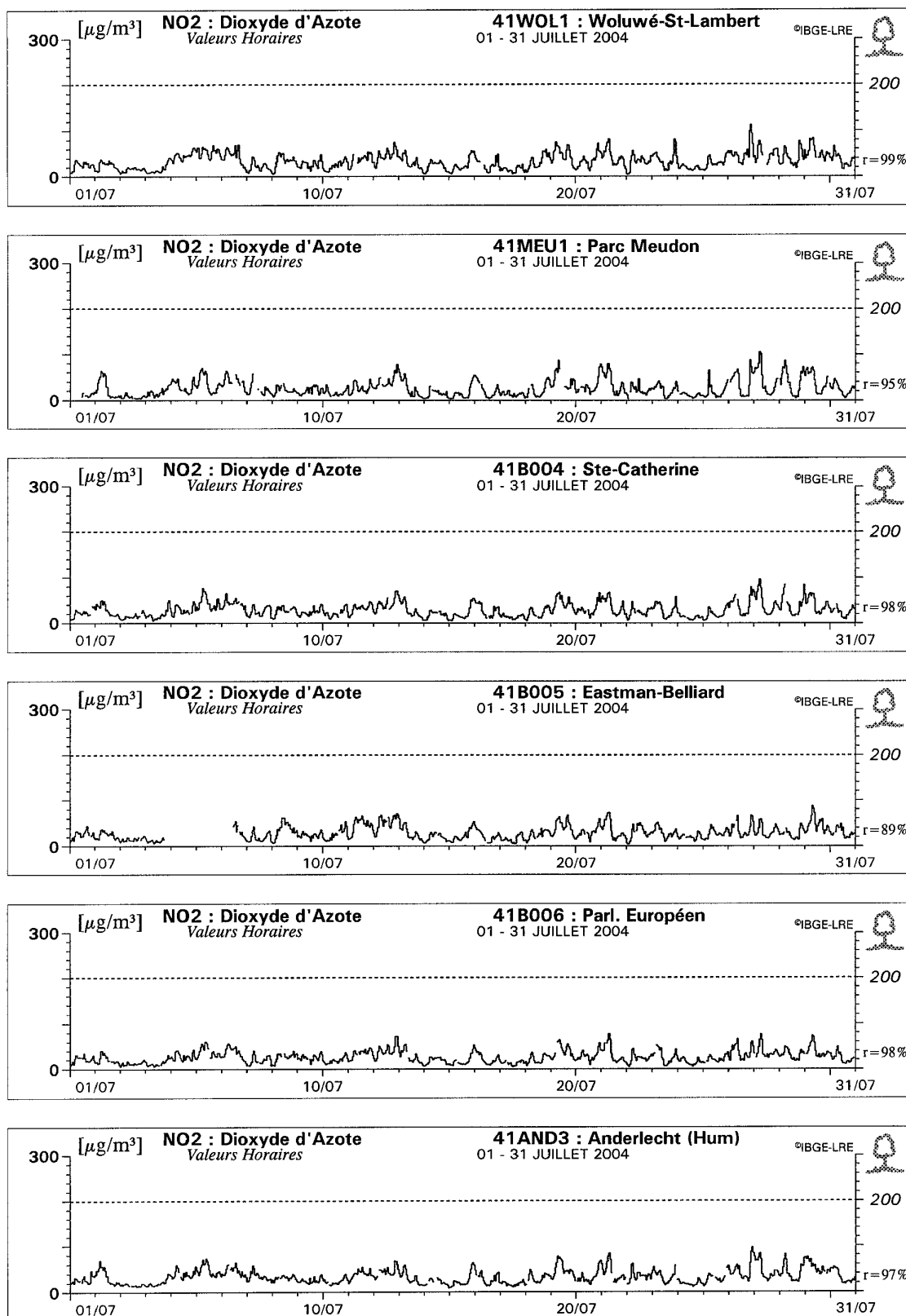


Fig. 16 : Évolution des concentrations en NO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale : juillet 2004

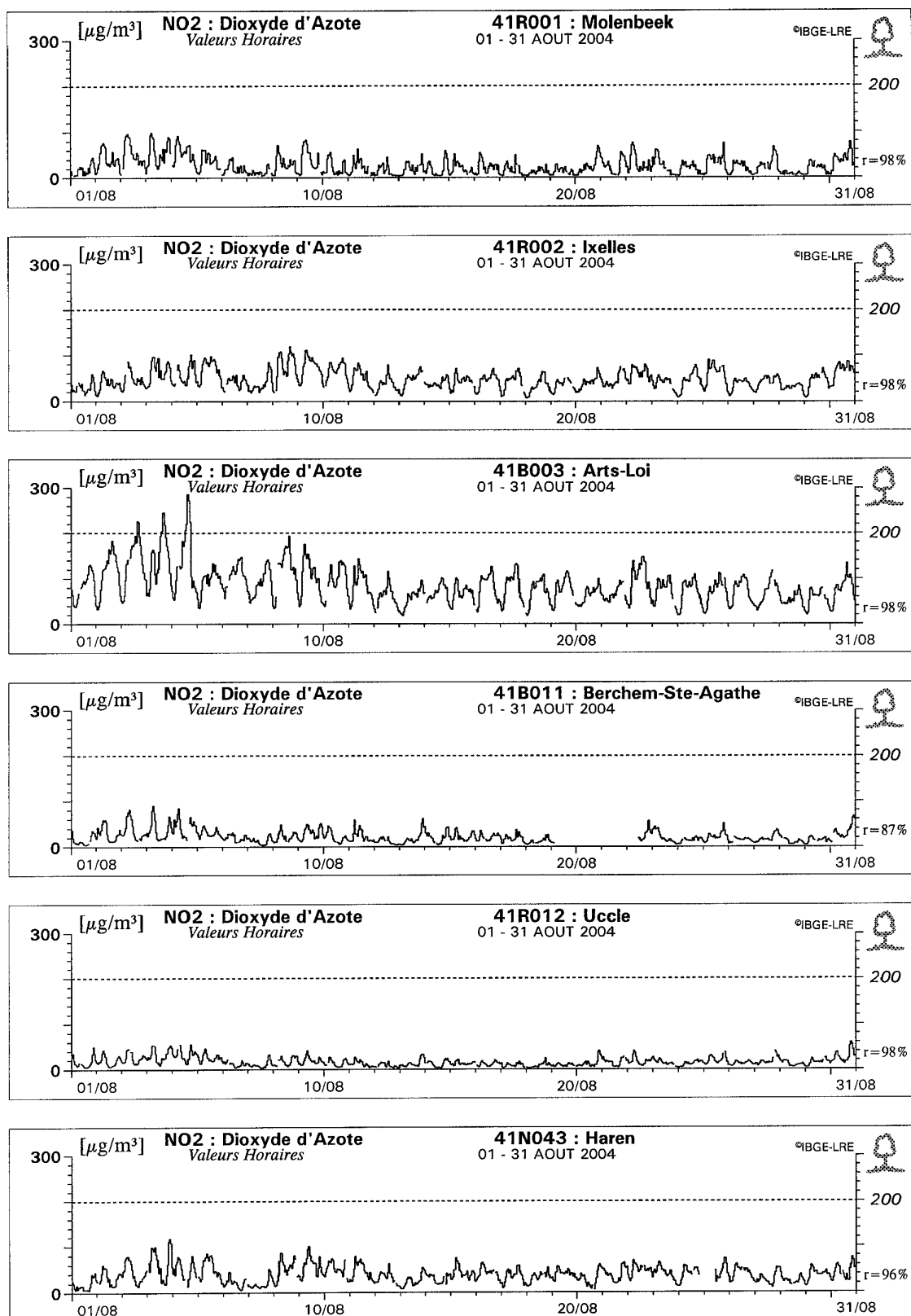


Fig. 17 : Évolution des concentrations en NO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale : août 2004

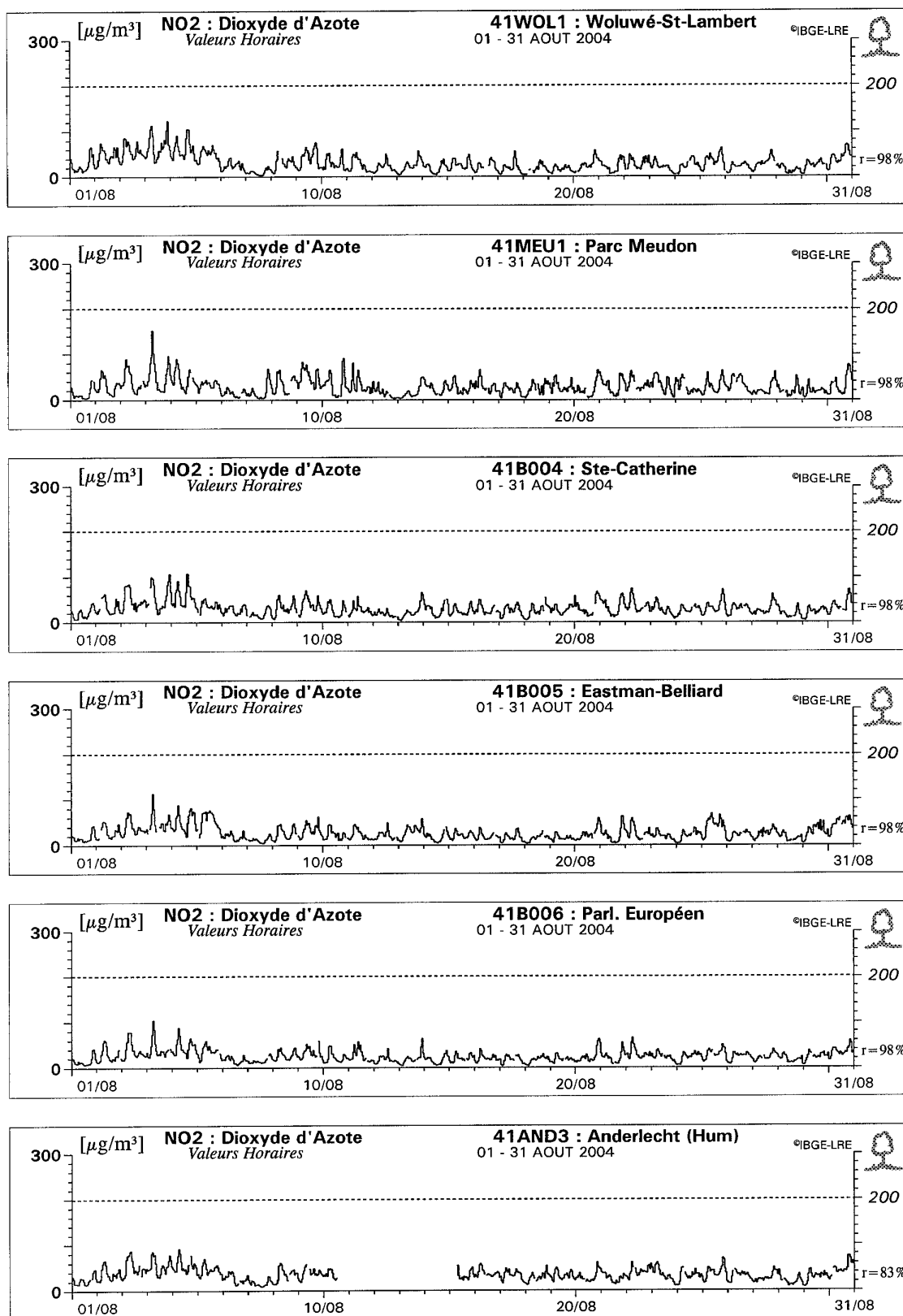


Fig. 18 : Évolution des concentrations en NO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale : août 2004

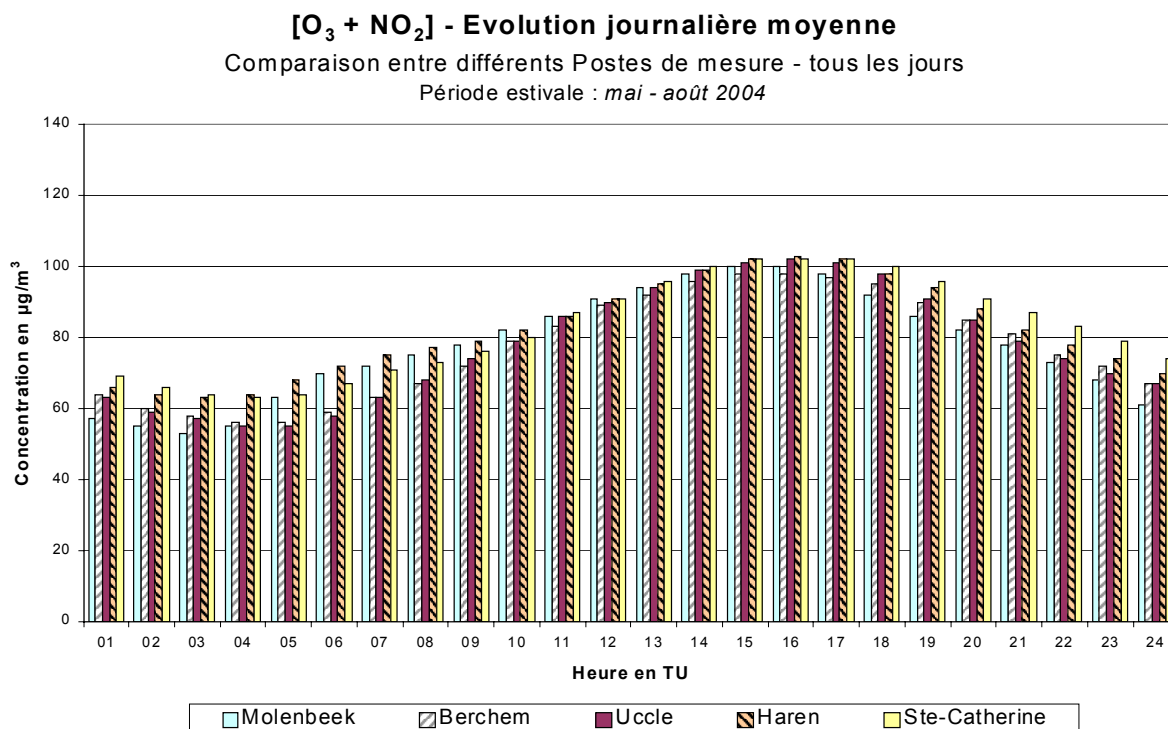


Fig. 19 : Évolution journalière moyenne des concentrations en [O₃ + NO₂] durant la période mai - août 2004

	03-09	03-10	03-11	03-12	04-01	04-02	04-03	04-04	04-05	04-06	04-07	04-08
n.Pentane	3.8	3.0	5.8	3.2	2.5	2.9	3.0	2.8	3.7	2.7	2.8	--
n.Hexane	2.3	2.6	2.7	1.8	1.3	2.0	1.7	2.3	3.0	1.7	2.8	--
2-Methylhexane	1.5	1.2	1.8	1.1	1.0	1.3	1.2	1.2	1.5	1.3	1.1	--
n.Heptane	1.2	1.1	1.5	1.1	1.1	1.3	1.1	1.2	1.3	1.2	0.9	--
n.Octane	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.7	0.7	0.6	0.9	--
<hr/>												
Benzène	3.5	3.5	5.5	3.8	3.1	3.6	3.5	3.2	4.7	3.3	2.2	--
Toluène	20.1	16.2	22.0	12.4	11.3	14.3	13.2	12.9	15.1	17.7	10.4	--
m+p-Xylène	7.9	7.3	8.2	7.1	7.0	6.1	4.9	6.1	6.5	4.8	4.2	--
o-Xylène	3.1	2.9	3.2	2.5	2.4	2.3	1.9	2.3	2.7	2.0	1.8	--
Ethylbenzène	2.7	2.7	2.9	2.4	3.1	2.1	1.7	2.0	2.4	1.7	1.4	--
<hr/>												
1,2-Dichloroéthane	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	--
Tétrachloroéthylène	18.5	19.8	24.8	24.0	13.0	8.0	13.3	16.4	12.1	12.4	14.1	--

Tab 1. : Concentrations moyennes mensuelles en COV de septembre 2003 à août 2004 en µg/m³ à la station B003 - Arts-Loi

	03-09	03-10	03-11	03-12	04-01	04-02	04-03	04-04	04-05	04-06	04-07	04-08
n.Pentane	3.4	2.6	2.9	2.6	1.9	2.4	2.3	2.0	3.0	3.0	2.8	3.0
n.Hexane	2.6	3.3	1.9	1.4	2.1	1.7	1.4	1.6	1.6	2.4	1.5	1.6
2-Methylhexane	1.0	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9
n.Heptane	1.0	0.7	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
n.Octane	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4
Benzène	3.0	2.8	3.3	3.6	2.5	2.6	2.4	2.3	3.2	2.3	2.1	3.8
Toluène	13.4	10.6	12.5	10.3	7.6	9.6	7.4	7.1	7.1	8.4	9.8	8.7
m+p-Xylène	10.9	6.5	5.9	4.9	3.4	4.0	3.3	3.6	3.8	3.9	3.5	4.1
o-Xylène	4.0	2.6	2.3	2.1	1.7	1.6	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.8
1.4Ethylbenzène	3.3	2.1	2.1	1.8	2.0	1.5	1.2	1.2	1.3	1.4	1.2	1.5
1,2-Dichloroéthane	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Tétrachloroéthylène	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4

Tab 2 : Concentrations moyennes mensuelles en COV de septembre 2003 à août 2004 à la station R002 - Ixelles (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	03-09	03-10	03-11	03-12	04-01	04-02	04-03	04-04	04-05	04-06	04-07	04-08
n.Pentane	2.5	2.0	2.5	2.6	1.6	2.1	1.4	4.1	2.3	2.2	2.2	1.9
n.Hexane	1.8	2.0	2.7	1.8	1.3	1.8	1.2	0.8	1.8	1.3	0.9	0.9
2-Methylhexane	0.8	0.6	0.7	0.8	0.5	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
n.Heptane	0.8	0.6	0.8	0.9	0.6	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6
n.Octane	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Benzène	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.8	1.9	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1
Toluène	15.0	8.5	10.1	9.6	5.7	11.2	7.3	5.2	5.3	6.6	5.3	6.3
m+p-Xylène	4.4	3.9	4.1	4.2	2.6	4.2	2.9	2.5	2.1	2.3	2.0	2.4
o-Xylène	1.7	1.4	1.5	1.7	1.0	1.6	1.2	1.0	0.9	0.9	0.8	1.0
Ethylbenzène	1.6	1.4	1.5	1.5	1.0	1.6	1.1	0.8	0.7	0.9	0.7	0.9
1,2-Dichloroéthane	0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Tétrachloroéthylène	1.1	0.5	0.7	0.7	0.3	0.5	0.8	0.7	0.9	0.4	0.3	0.3

Tab 3 : Concentrations moyennes mensuelles de COV de septembre 2003 à août 2004 à la station R001 - Molenbeek (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	03-09	03-10	03-11	03-12	04-01	04-02	04-03	04-04	04-05	04-06	04-07	04-08
n.Pentane	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	1.1	0.9	0.7	0.9	0.5	0.7	0.8
n.Hexane	0.9	2.4	0.8	0.8	2.0	1.2	0.7	0.7	0.9	0.6	0.4	1.4
2-Methylhexane	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
n.Heptane	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
n.Octane	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Benzène	1.5	1.3	1.6	1.8	1.2	1.7	1.3	0.9	0.9	0.5	0.5	0.6
Toluène	6.8	4.5	4.4	5.5	3.6	6.4	3.4	2.7	4.4	3.5	2.6	3.1
m+p-Xylène	1.9	1.6	1.7	1.9	0.9	1.6	1.1	1.0	1.2	0.9	0.9	0.9
o-Xylène	0.8	0.6	0.7	0.8	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4
Ethylbenzène	0.8	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4
1,2-Dichloroéthane	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Tétrachloroéthylène	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2

Tab 4 : Concentrations moyennes mensuelles de COV de septembre 2003 à août 2004 à la station R012 - Uccle (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	03-09	03-10	03-11	03-12	04-01	04-02	04-03	04-04	04-05	04-06	04-07	04-08
n.Pentane	1.8	1.5	1.7	1.6	1.0	1.2	1.2	1.0	1.1	0.8	0.9	1.1
n.Hexane	3.0	2.4	1.8	1.1	2.1	2.2	1.1	1.3	3.9	2.1	2.2	1.1
2-Methylhexane	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
n.Heptane	0.5	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.4	0.7	0.4	0.3	0.3	0.3
n.Octane	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.7	0.1	0.1	0.1	0.1
Benzène	1.8	1.7	1.9	2.2	1.3	1.5	1.5	1.1	1.1	0.7	0.7	0.8
Toluène	7.1	6.2	6.4	6.2	3.9	4.6	4.1	4.8	3.3	3.8	3.3	3.8
m+p-Xylène	2.7	2.5	2.5	2.6	1.6	1.8	1.6	1.8	1.5	1.4	1.3	1.4
o-Xylène	1.1	1.0	1.0	1.1	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6
Ethylbenzène	1.0	1.0	0.9	1.0	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
1,2-Dichloroéthane	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Tétrachloroéthylène	0.7	0.4	0.4	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2

Tab 5 : Concentrations moyennes mensuelles de COV de septembre 2003 à août 2004 à la station WOL1 - Woluwé-St-Lambert (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

8. Normes pour l'ozone - Directive 2002/3/CE

La nouvelle directive ozone, longtemps attendue, a été publiée le 12 février 2002 et déjà le 18 avril 2002 elle a été transposée en arrêté de la Région de Bruxelles-Capitale. Cette directive est issue de la directive cadre pour la qualité de l'air (1996/62/CE).

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 de 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 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, <i>(calculée sur base de valeurs glissantes sur 8 heures)</i>	120 µg/m ³	25 par an <i>(en moyenne sur 3 ans)</i>	2010 (*)
Végétation	AOT40, <i>(calculée sur les valeurs sur 1h pour la période mai – juillet)</i>	18.000 µg/m ³ .h <i>(en moyenne sur 5 ans)</i>		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, <i>(calculée sur base des valeurs glissantes sur 8 heures)</i>	120 µg/m ³	<i>date cible</i> 2020
Végétation	AOT40, <i>(calculée sur les valeurs sur 1h pour la période mai – juillet)</i>	6.000 µg/m ³ .h	<i>date cible</i> 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 l'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 '96, 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 l'IBGE (<http://www.ibgebim.be>).
- Autres sources d'information : La cellule interrégionale (CELINE) diffuse chaque matin un tableau des valeurs de mesure d'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 '98 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 Threshold". 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 h et 20 h heure de l'Europe Centrale" (8 am à 8 pm CET). La période de 8 à 20 h CET correspond à "7 à 19 h TU".

Cette exposition cumulative au-delà de 40 ppb d'ozone (soit 80 µg/m³) est calculée comme suit : pour la période "1 mai - 31 juillet", on examine si les valeurs horaires d'O₃ entre 8 et 20 h CET 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 20, où les surplus positifs au-delà de 80 µg/m³ entre 8 h et 20 h CET sont en foncé.

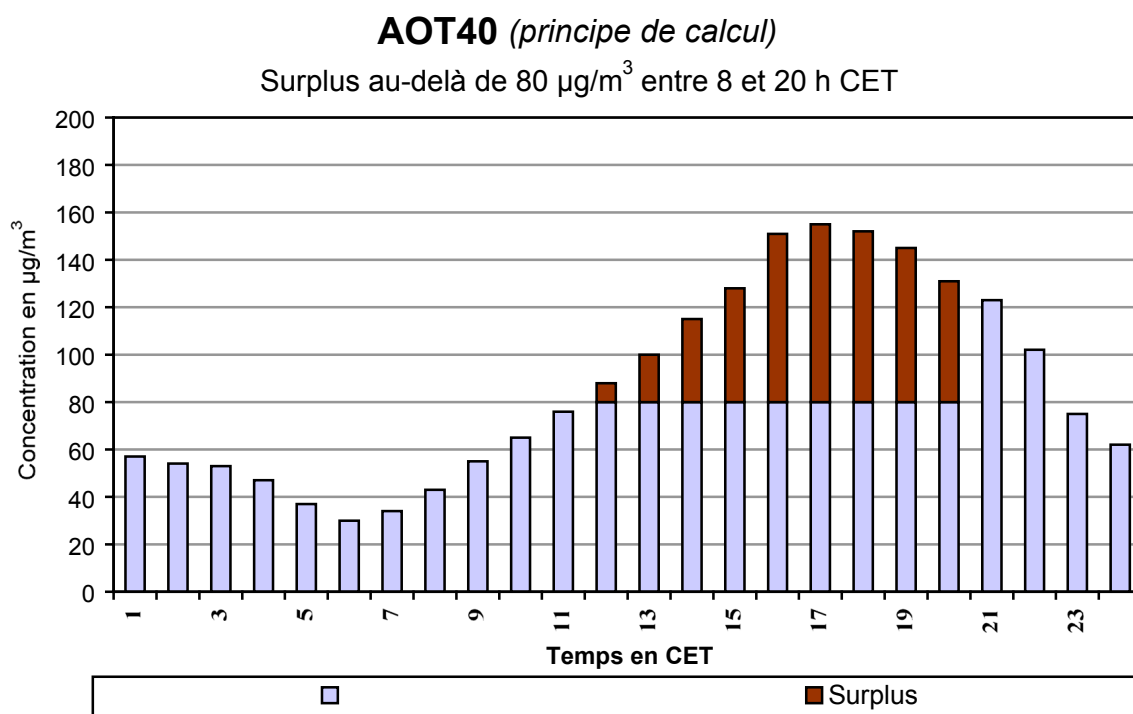


Fig. 20 : AOT40 - Représentation de surplus au-delà de 80 µg/m³ entre 8 et 20 h CET

S'il n'y a pas de résultats de mesure disponibles pour toutes les périodes horaires considérées la valeur de l'AOT est adaptée en fonction du nombre d'heures total (résultats disponibles à 100%) :

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

9. Dépassements des seuils pour l'ozone selon la directive 2002/3/CE

9.1. Valeur cible pour la Santé publique

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 (2010-2011-2012).

Evolution et comparaison du nombre de dépassements du seuil de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en ozone en tant que maximum journalier de la moyenne sur 8 heures durant les périodes estivales de 1986 à 2004 inclus.

Nombre de jours avec la valeur maximale sur 8 heures supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Période : Année calendrier (1986-2003) - [2004] : janvier - août

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

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	RBC nd-8hmax	RBC nd3yr-8hmax
1986					(5)			5	
1987					(10)			10	
1988					(1)			1	
1989					35			35	
1990					28			28	
1991					13			13	25
1992					23			23	21
1993				12	19			19	18
1994				27	29		(18)	32	25
1995				41	41		24	43	31
1996				16	15		12	18	24
1997				29	25		9	31	31
1998	(7)			16	15		5	17	22
1999	7			20	26	(11)	4	27	25
2000	6	(0)		10	14	1	3	14	19
2001	16	10	(0)	28	26	18	(0)	28	22
2002	7	7	9	13	12	7	2	14	19
2003	21	26	32	39	41	25	19	45	29
[2004]	[5]	[8]	[0]	[16]	[18]	[7]	[11]	[10]	[26]

() : moins de 90% des données disponibles

Les mesures d'ozone à Bruxelles commencent en 1986. Les millésimes avec été riche en ozone durant cette période sont 1989, 1990, 1994, 1995 et 2003. Le plus grand nombre de jours avec dépassement (nd-8hmax) de la valeur maximale sur 8 heures a été relevé en 2003 (45 jours avec dépassement), suivi par 1995 (43), et 1989 (35).

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 (jusque fin août) il y eu 19 jours de dépassement. En moyenne sur les trois dernières périodes estivales (2002-2003-2004) il y a eu 26 jours de dépassement. Le nombre moyen de jours avec dépassement sur les 15 dernières années est égale à 25.

Moyenné sur 3 ans, le nombre de jours avec dépassement (nd-3yr-8hmax) 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. L'évolution du nombre de jours avec dépassement par an (nd-8hmax) et de la moyenne sur 3 ans (nd-3yr-8hmax) est représentée à la figure 21.

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

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

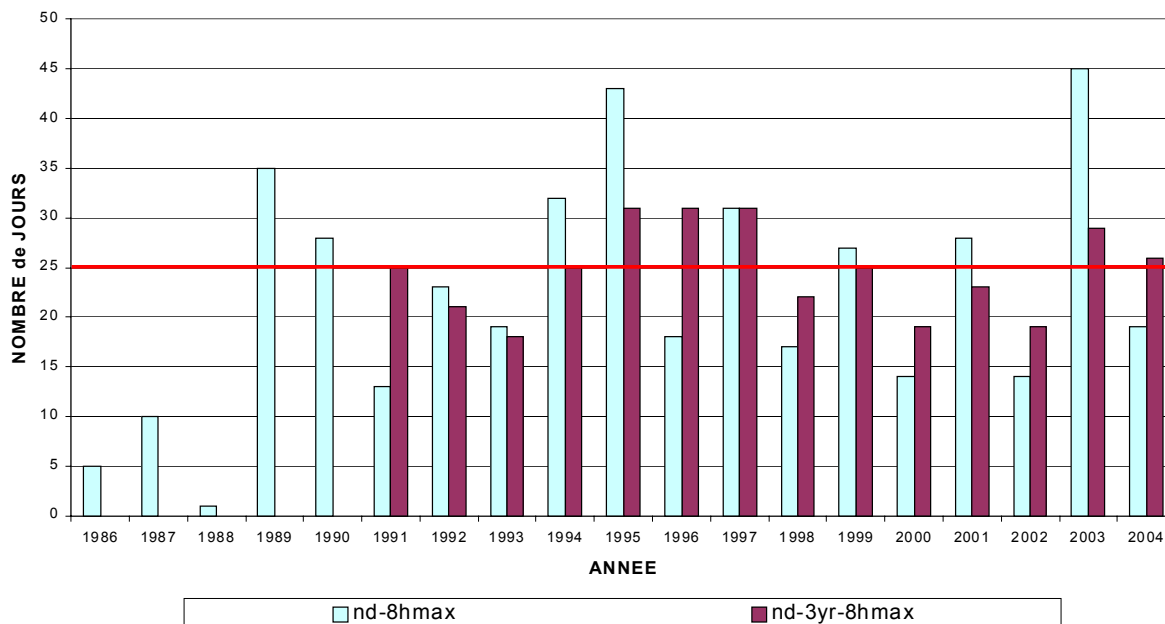


Fig. 21: Ozone - évolution du nombre de jours avec dépassement en Région de Bruxelles-Capitale.

Valeur cible pour la Santé Publique. Valeur maximale sur 8 heures > 120 µg/m³.

Période : janvier - décembre (1986-2003) [2004] : janvier - août

La directive propose comme objectif à long terme, à partir de 2020 (date cible), plus aucun dépassement du seuil de 120 µg/m³ en tant que valeur maximale sur 8 heures.

9.2. Valeur cible pour la Végétation

La nouvelle 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 µg/m³.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'AOT 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 µg/m³.h**.

Cette exposition au-dessus de 40 ppb (= 80 µg/m³) est calculée comme suit : pour la période considérée '1^{er} mai - 31 juillet', pour chaque valeur horaire de l'O₃ supérieure à 80 µg/m³, on fait la somme de tous les soldes positifs. Dans ce cas, le solde est la partie au-dessus du seuil de 80 µg/m³ ; soit 35 pour une valeur horaire de 115 µg/m³ et 0 pour une valeur horaire de 55 µg/m³. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.

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.

L'évolution des niveaux AOT40-MJ et AOT40-AS, observés dans certains postes de mesures, est représentée graphiquement aux figures 22 et 23.

	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)		(3.956)
1999	8.286			13.666	17.440	8.911	5.268
2000	3.929			7.512	7.797	(2.333)	2.847
2001	7.538	7.106		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)

() : moins de 90% de données disponibles

Tableau IV.a : AOT40-MJ : AOT40-MJ par Année

AOT40-MJ : Période **MAI - JUILLET** (8-20 h d'Europe centrale) [AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]

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), 1994 (24.292) et 2003 (18.991).

Pour 2004, les valeurs de l'AOT40-MJ (période mai - juillet) notées à Uccle et Berchem, s'élèvent respectivement à 9.039 et 6.781 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.

	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

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

AOT40-MJ : Période MAI - JUILLET (8-20 h d'Europe centrale) [AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]

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

	AOT40_Avril – Septembre						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
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			11.333	13.288	3.365	3.930
2001	10.981	9.602		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

() : moins de 90% des données disponibles

Tableau V.a : AOT40-AS : AOT40-AS par Année

AOT40-AS : Période **AVRIL - SEPTEMBRE** (8-20 h d'Europe centrale) [AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]

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), 1999 (25.971) et 1995 (24.857).

	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

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

AOT40-AS : Période AVRIL - SEPTEMBRE (8-20 h d'Europe centrale) - [AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$]

Dans les postes de mesure d'Uccle (R012) et Berchem-Ste-Agathe (B011) la valeur de 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$ pour l'AOT40-AS (période 'avril - septembre') est généralement approchée ou dépassée.

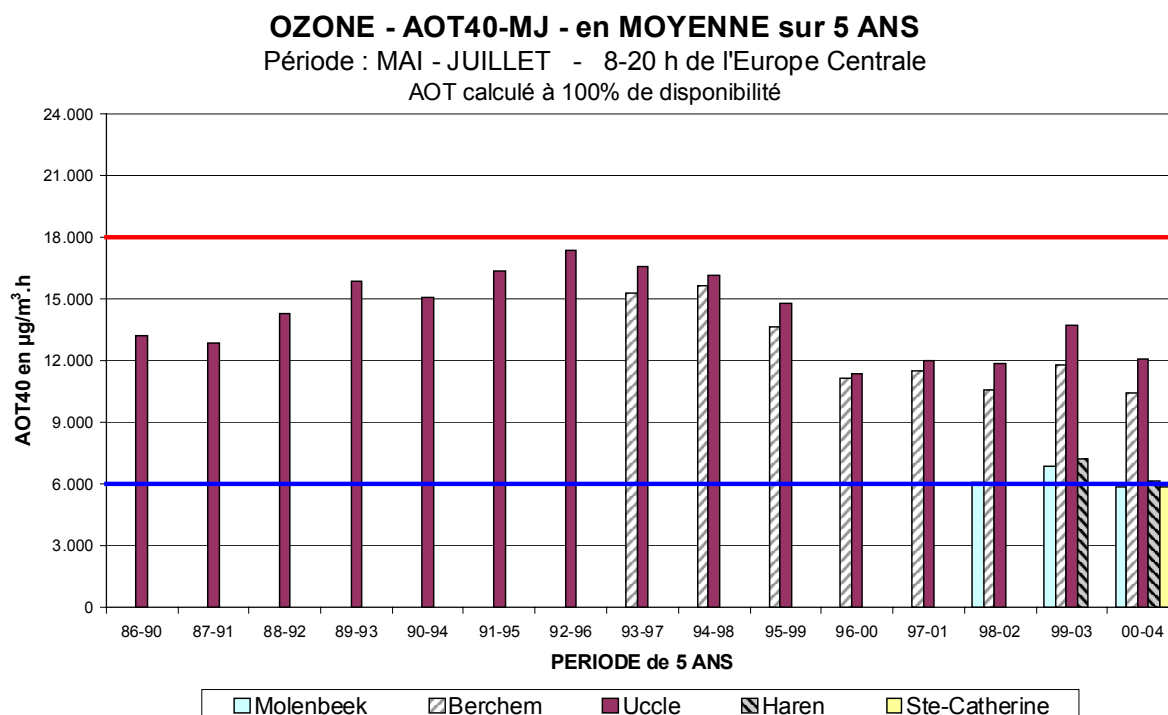
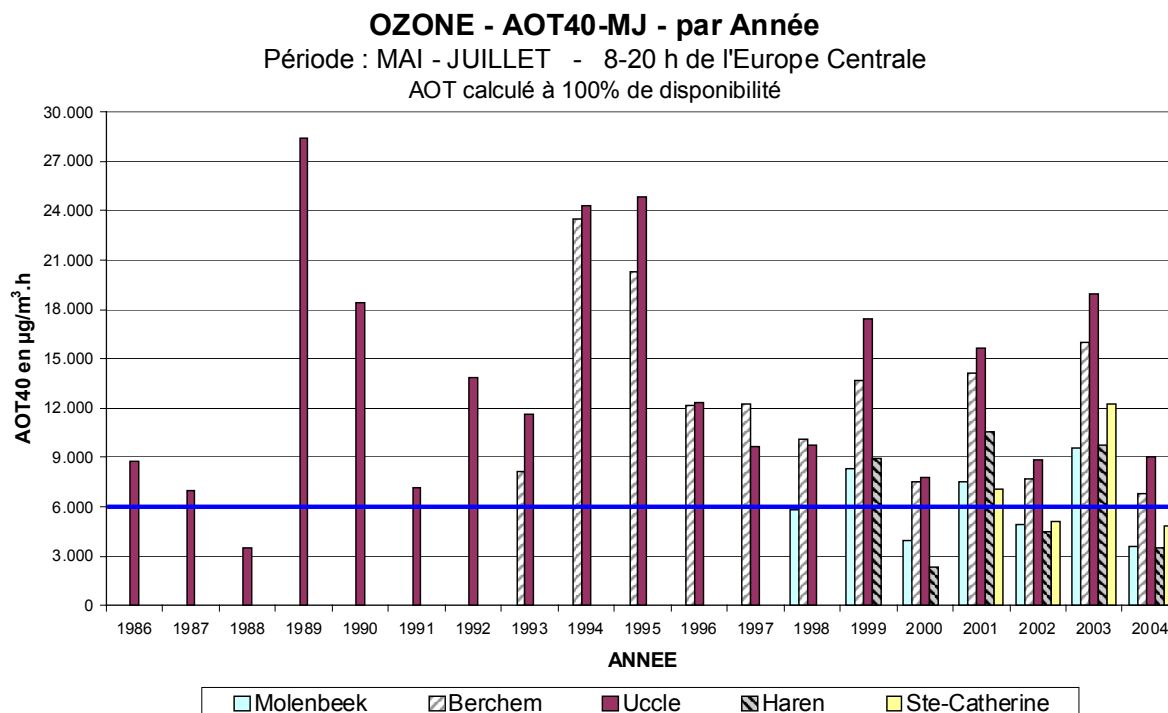


Fig. 22 : Évolution **AOT40-MJ** dans le temps (1986-2004)
 AOT pour la période Mai - Juillet, 8-20 h d'Europe centrale
 Résultats par an et moyenné sur 5 ans
 AOT calculé à 100% de disponibilité des résultats

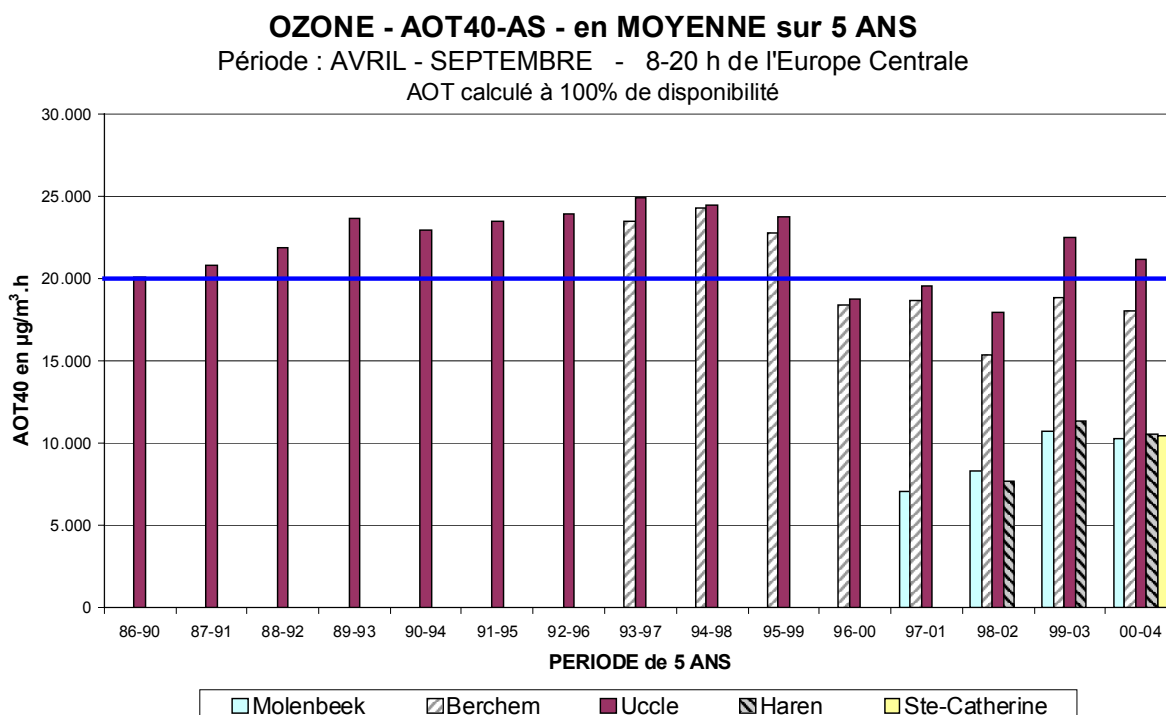
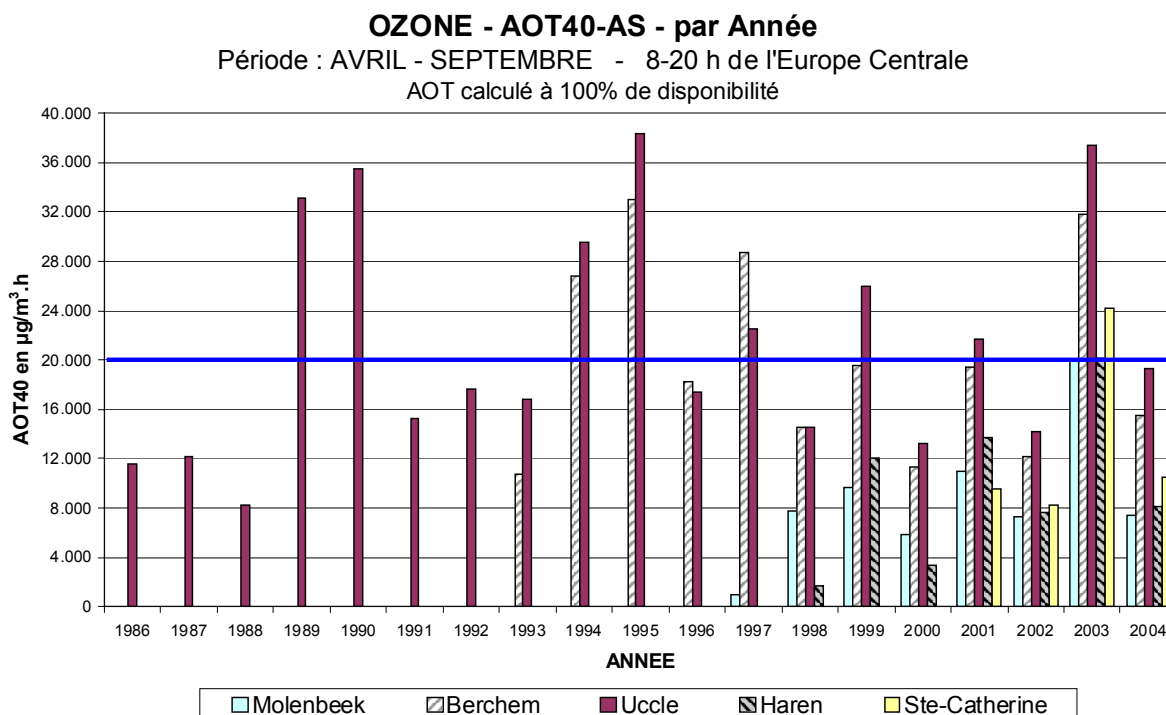


Fig. 23 : Évolution **AOT40-AS** dans le temps (1986-2004)
 AOT pour la période Avril - Septembre, 8-20 h d'Europe centrale
 Résultats par an et moyenné sur 5 ans
 AOT calculé à 100% de disponibilité des résultats

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 **quatre (4) jours différents** durant la période de « mai à août 2004 » dans la Région de Bruxelles-Capitale. Dans la même période mais pour les années 2003, 2002, 2001, 2000, '99, '98, '97, '96, '95 et '94, il y a eu respectivement 12, 2, 6, 1, 4, 4, 8, 2, 24 et 13 jours de dépassement.

Pendant cet été, il y a eu pour le poste de mesure d'Uccle, **12 périodes horaires** avec dépassement contre 53 périodes horaires en 2003, 6 périodes horaires en 2002, 11 périodes en 2001, 2 en 2000, 7 en '99, 13 en '98, 14 en '97, 3 en '96, 84 en '95, 44 en 1994, 48 en 1990 et 41 périodes horaires en 1989.

Les dépassements de la période estivale 2004 sont mentionnés ci-après :

jour/date	poste de mesure		heure	concentration en O ₃		
Ve 30/07/04	R012	Uccle	13:00 h UT	181 µg/m ³		
Ma 03/08/04	B004	Ste-Catherine	15:00 h UT	187 µg/m ³		
			16:00	182		
	B011	Berchem-Ste-Agathe	14:00 h UT	192 µg/m ³		
			15:00	202		
			16:00	196		
			17:00	184		
			18:00	181		
			19:00	184		
	R012	Uccle	14:00 h UT	193 µg/m ³		
			15:00	207		
			16:00	208		
			17:00	197		
	N043	Haren	18:00	185		
14:00 h UT			185 µg/m ³			
15:00			189			
			16:00	189		
Me 04/08/04	B004	Ste-Catherine	16:00 h UT	192 µg/m ³		
			17:00	192		
	B011	Berchem-Ste-Agathe	16:00 h UT	193 µg/m ³		
			17:00	204		
			18:00	192		
	R012	Uccle	16:00 h UT	193 µg/m ³		
			17:00	197		
	N043	Haren	16:00 h UT	196 µg/m ³		
			17:00	195		
			17:00 h UT	183 µg/m ³		
Je 05/08/04	B011	Berchem-Ste-Agathe	14:00 h UT	197 µg/m ³		
			15:00	203		
			16:00	188		
	R012	Uccle	13:00 h UT	188 µg/m ³		
			14:00	202		
			15:00	207		
			16:00	189		
	N043	Haren	15:00 h UT	192 µg/m ³		
			WOL1	Woluwé-St-Lambert	14:00 h UT	191 µg/m ³
					15:00	184

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 2004 inclus.

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1	RBC
1986					(1)			1
1987					(1)			1
1988					(0)			0
1989					12			12
1990					10			10
1991					2			2
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)	2	5	2	(0)	6
2002	0	0	0	1	2	1	0	2
2003	4	7	8	11	11	9	5	12
[2004]	(0)	(0)	(0)	(2)	(4)	(2)	(1)	(4)

() : moins de 90% des données disponibles

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

Période : Année calendrier (1986-2003) - **[2004] : janvier - août**

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

Pendant la période estivale 2004 il y a eu 4 journées où le seuil d'information de 180 µg/m³, en tant que valeur horaire, a été dépassé. Ce nombre est nettement plus bas que pendant les étés riches en ozone tels que 1989 (10 jours), 1990 (12 jours), 1994 (13 jours), 1995 (24 jours) et 2003 (12 jours). Le nombre de jours avec dépassement est plutôt comparable au nombre constaté en 1998 et 1999.

L'évolution graphique du nombre de jours avec dépassement du seuil d'information est représentée à la figure 24.

	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	10	11	10	12	12	16	12

() : moins de 90% des données disponibles

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

Période : Année calendrier (1986-2003) - **[2004] : janvier - août**

Dépassements par poste de mesure

En comparaison avec les étés riches en ozone (1989, 1990, 1994, 1995 et 2003) le nombre de périodes horaires avec dépassement est plutôt faible en 2004, notamment 12 périodes horaires à Uccle et 12 à Berchem-Ste-Agathe. L'été précédent il y a eu respectivement 53 et 43 périodes horaires avec dépassement. La situation est comparable à celle de l'année 1998 (13 périodes horaires à Uccle et 19 à Berchem) ou 2001 (11 périodes horaires à Uccle et 8 à Berchem).

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

Pendant l'été 2004 le seuil d'alerte, à savoir 240 µg/m³ comme valeur horaire (2002/3/EG), n'a pas été dépassé en Région de Bruxelles-Capitale. Seulement en 1994, 1995 et 2003 il y a eu quelques dépassements de cette valeur seuil.

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 2004 inclus.

	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
1986-2003	101	101	101	101	101	101	101	101

() : moins de 90% des données disponibles

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

Période : Année calendrier (1986-2003) - [2004] : janvier - août

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

	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)

() : moins de 90% des données disponibles

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

Période : Année calendrier (1986-2003) - **[2004] : janvier - août**

Dépassements par poste de mesure

Des valeurs horaires d'ozone supérieures à 240 µg/m³ à Bruxelles ont seulement été constatées pendant les étés riches en ozone de 1994, 1995 et 2003. Cet été il n'y a pas eu de dépassement.

La figure 25 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

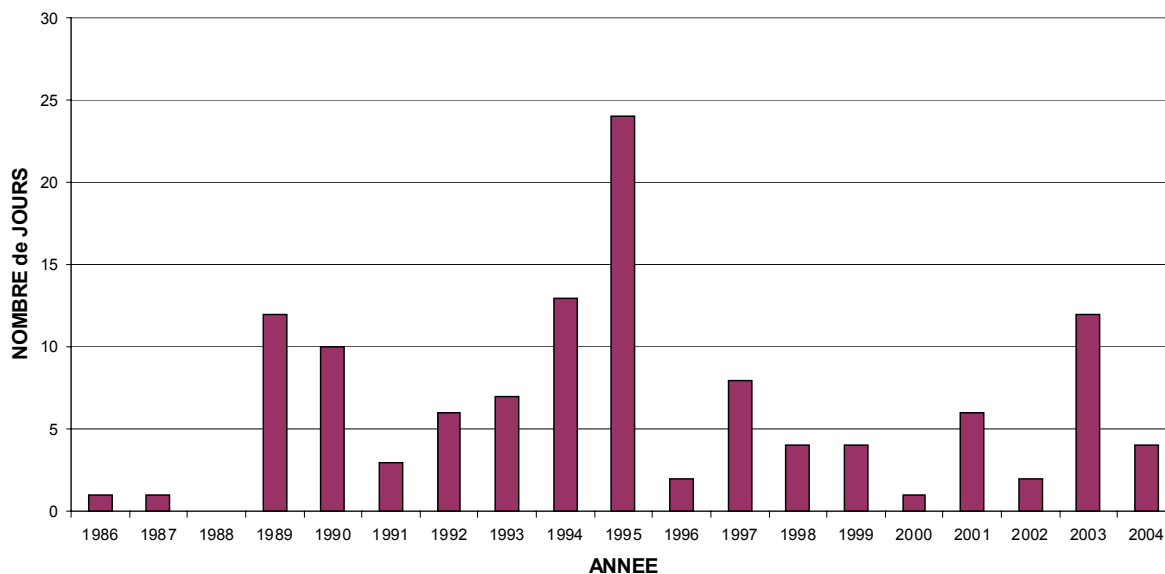


Fig. 24 : Ozone - Évolution du nombre de jours avec dépassement en Région de Bruxelles-Capitale

Seuil d'information: Valeur horaire > 180 µg/m³

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

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

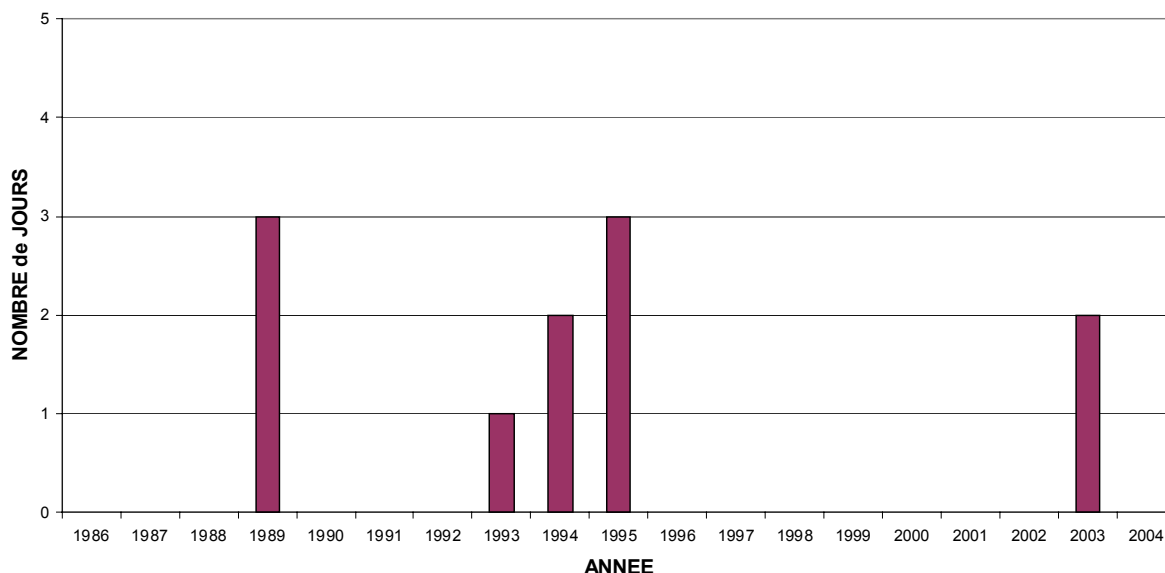


Fig. 25 : Ozone - Évolution du nombre de jours avec dépassement en Région de Bruxelles-Capitale

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). L'évolution du nombre de dépassement du seuil d'information et de la valeur cible pour la protection de la santé est représentée graphiquement à la figure 26.

Nombre de jours avec :

- valeurs horaires supérieures à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_1h > 180]
- valeurs horaires supérieures à $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_1h > 240]
- valeur maximale sur 8 heures supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_8hmax > 120]
- valeur max. sur 8h. > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenné sur 3 ans [nd_3yr_8hm > 120]

	nd 1h > 180	nd 1h > 240	nd 8hmax > 120	nd 3vr 8hmax > 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]	[19]	[26]

Tableau VI : OZONE : Nombre de jours avec dépassement dans la Région
PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER - 31 DECEMBRE (1986 - 2003)

[Données partielles pour la période "2004" : 1^{er} janvier - 31 août]

La plupart des jours [nd-1h] 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) et 1990 (10 jours). Ce constat est en concordance avec ce qui ressort de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées (figure 36), 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 au cours des mêmes années. La différence est moins flagrante par rapport au nombre de jours de dépassement des autres années civiles.

Selon la nouvelle directive pour l'ozone, le nombre de jours avec dépassement de la valeur maximale sur 8 heures (> à 120 µg/m³), 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 et 2002 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 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.

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur Horaire > 180 µg/m³ - Valeur Maximale sur 8 heures > 120 µg/m³
REGION de BRUXELLES-CAPITALE

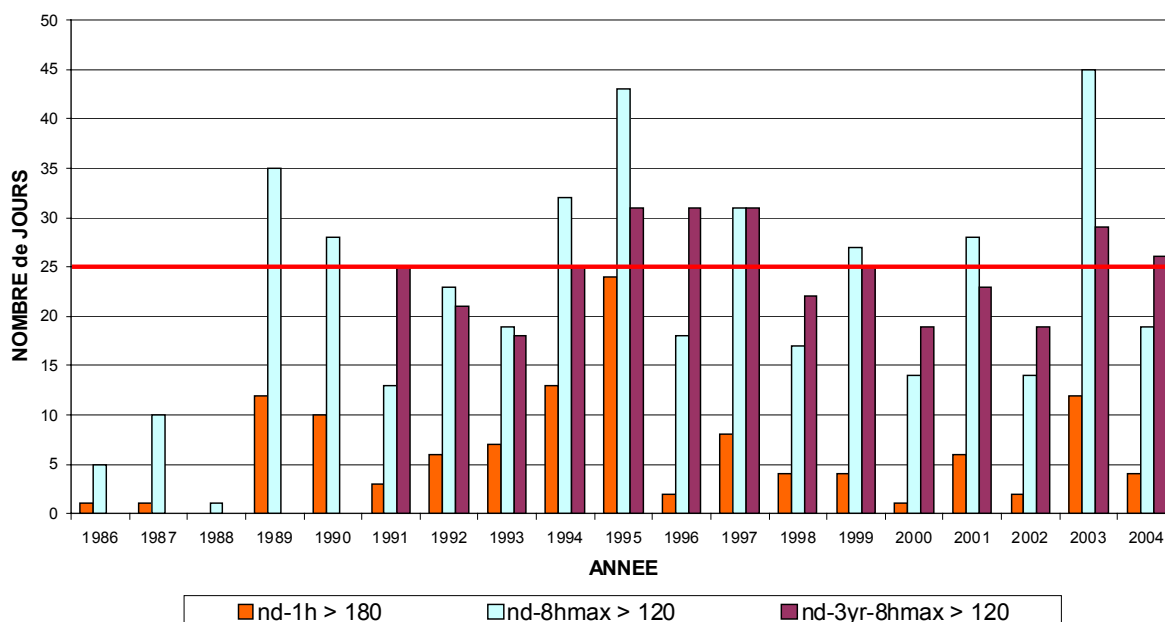


Fig. 26 : Ozone : nombre de jours avec dépassements en Région de Bruxelles-Capitale

Périodes annuelles : 1 janvier - 31 décembre (1986 - 2003)

Données partielles pour l'année 2004 (1^{er} janvier - 31 août)

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

Le nombre de dépassements des différentes valeurs seuils a été porté en graphique aux figures 27 et 28. Les graphiques de la figure 27 donnent les résultats pour les postes de mesure de Uccle (R012), Berchem-Ste-Agathe (B011) et le Parlement Européen (B006), tandis que les graphiques de la figure 28 représentent les résultats des postes de mesure de Molenbeek (R001), Ste-Catherine (B004), Haren (N043) et Woluwé-St-Lambert (WOL1).

Ces 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.

La valeur journalière (valeur moyenne sur 24 heures) est indiquée par une ligne épaisse hachurée (au bas du graphique). L'évolution de la valeur horaire maximale par jour est représentée par une fine ligne hachurée et claire (en haut du graphique). Entre ces deux lignes, l'évolution de la valeur maximale sur 8 heures par jour est donnée par une ligne interrompue.

Les différentes valeurs seuil correspondantes sont indiquées dans le graphique par une ligne horizontale. La valeur nominale est mentionnée dans la légende (à droite du graphique). Le type de ligne et son épaisseur réfèrent au temps d'intégration pour lequel la valeur seuil s'applique : 180 et 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la valeur horaire et 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la valeur maximale sur 8 heures.

La valeur de 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur journalière est une des valeurs seuils de l'ancienne directive ozone (92/72/CE).

La figure 29 compare les résultats dans le temps pour le poste de mesure d'Uccle. Le graphique supérieur donne le nombre de dépassements pendant la période estivale de 2004. Les autres graphiques correspondent à la situation des 2 périodes estivales de 2003 et 1995 (riches en ozone).

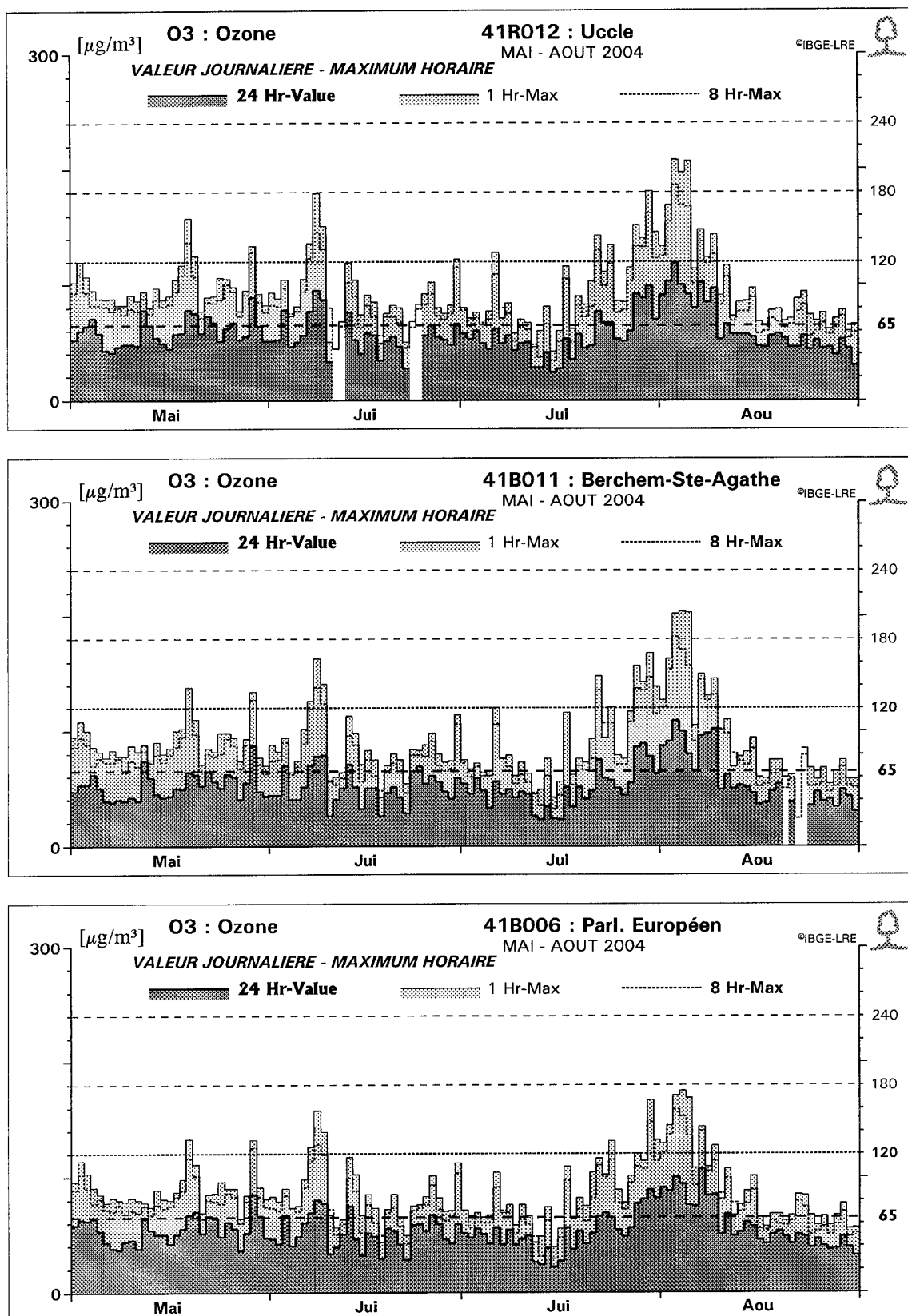


Fig. 27 : Ozone - Évolution Maximum horaire, maximum sur 8 heures et valeur journalière

Période : mai - août 2004

Postes de mesure à Uccle, Berchem-Ste-Agathe et au Parlement Européen

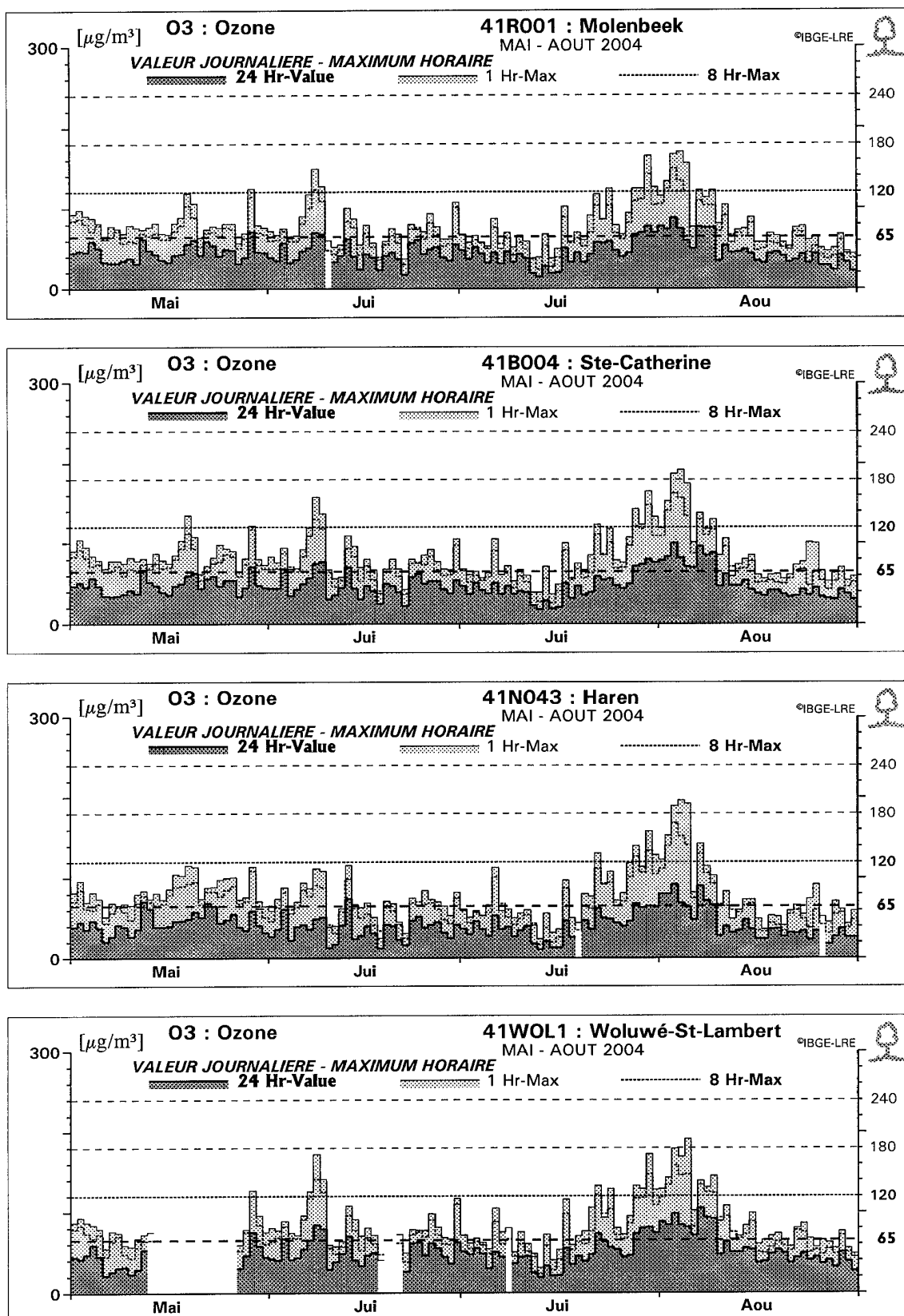


Fig. 28 : Ozone - Évolution Maximum horaire, maximum sur 8 heures et valeur journalière

Période : mai - août 2004

Postes de mesure à Molenbeek, Ste-Catherine, Haren et Woluwé-St-Lambert

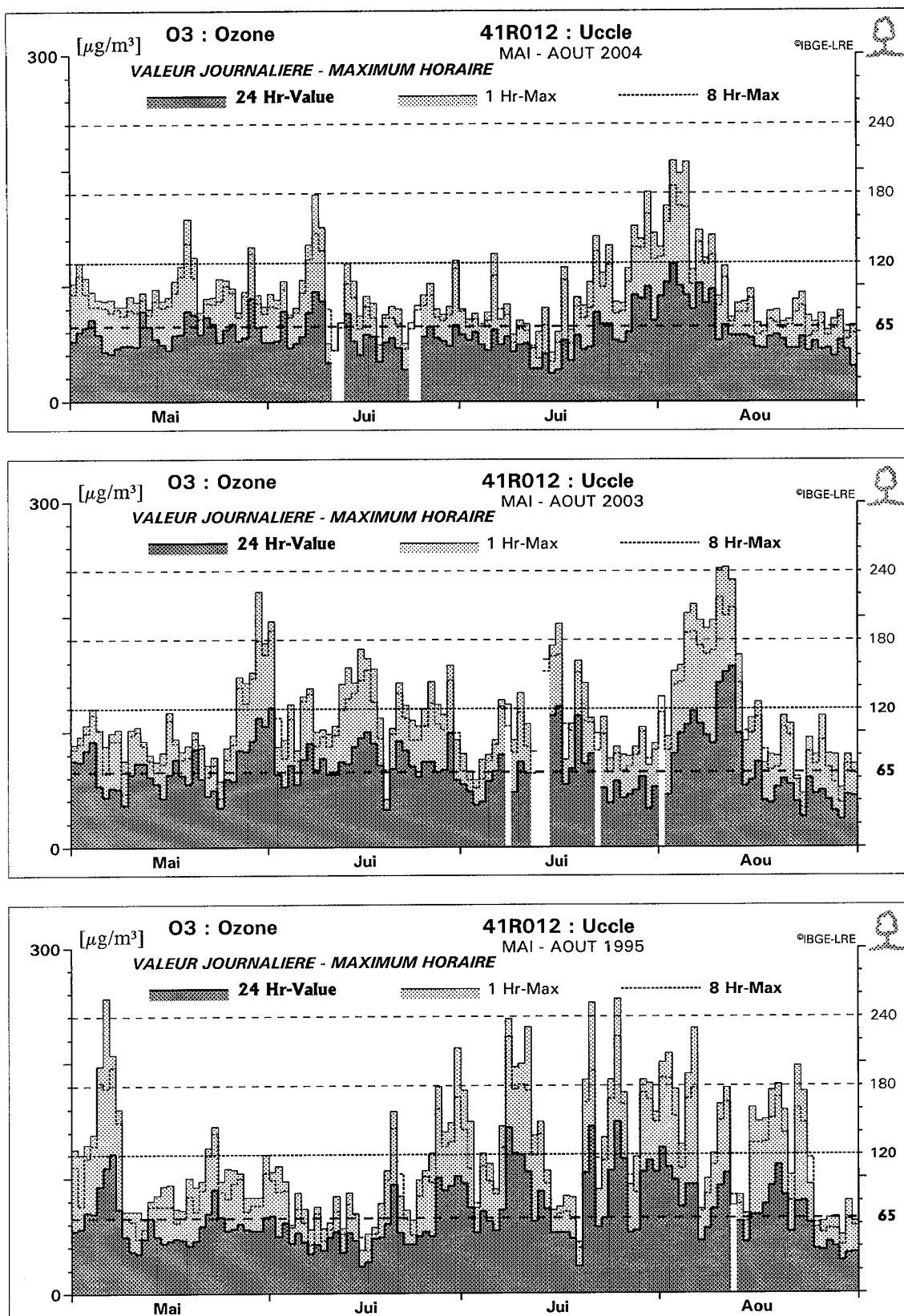


Fig. 29 : Ozone à Uccle - Évolution Maximum horaire, maximum sur 8 heures et valeur journalière
 Comparaison des périodes estivales de 2004, 2003 et 1995.

9.7. AOT60 (8hmax)

Le paramètre AOT60 (8hmax) 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 30 représente l'évolution graphique de l'AOT60 pour les postes de mesure de Molenbeek, Berchem-Ste-Agathe, Uccle, Haren et Ste-Catherine.

	AOT60_Janvier – Décembre						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					1.048		
1987					2.360		
1988					64		
1989					9.504		
1990					10.872		
1991					2.064		
1992					3.456		
1993				1.896	4.128		
1994				8.584	9.072		6.064
1995				14.576	15.120		10.520
1996				3.056	3.264		2.176
1997				7.880	5.584		1.032
1998	704			3.192	3.008		640
1999	792			3.304	4.584	1.520	520
2000	656			1.328	1.784	360	384
2001	1.576	728		5.144	5.536	2.672	--
2002	512	896	656	1.864	1.712	968	48
2003	4.400	5.976	6.704	8.640	10.416	5.624	3.712
[2004]	[584]	[1.368]	[1.344]	[2.864]	[3.312]	[1.304]	[1.616]

() : moins de 90% des valeurs disponibles

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

AOT60 : période JANVIER - DÉCEMBRE (1986-2003)

[2004] : JANVIER - SEPTEMBRE

OZONE - AOT60 (8hmax) - par Année

Période : JANVIER - DECEMBRE

AOT calculé à 100% de disponibilité

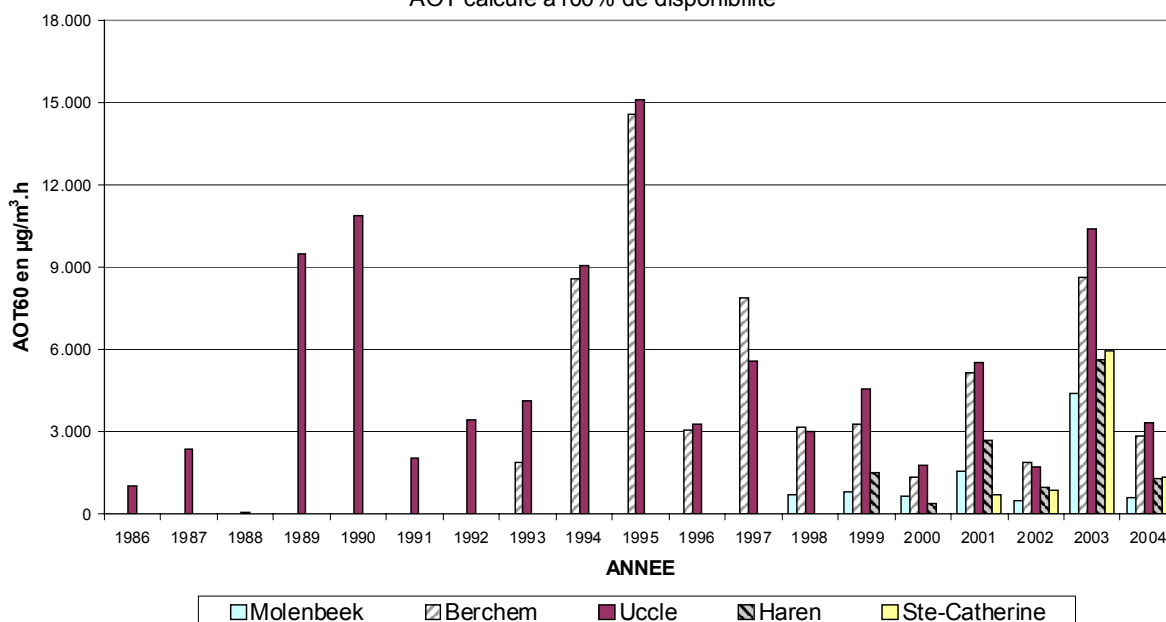


Fig. 30: Évolution **AOT60** dans le temps (1986-2004)

Période: JANVIER - DÉCEMBRE (sur base de la valeur maximale sur 8 heures par jour)

2004 : janvier - septembre

AOT calculé à 100% de disponibilité des résultats

Pour 2004 une valeur de 3.312 $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$, 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 (15.120), 1990 (10.872), 2003 (10.416), 1989 (9.504) et 1994 (9.072).

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. A partir de cet année 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_1h > 180]
- valeurs horaires supérieures à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_1h > 200]
- valeur journalière supérieure à 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_24h > 65]
- valeurs sur 8 heures supérieures à 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_8h > 110]

	nd 1h > 180	nd 1h > 200	nd 24h > 65	nd 8h > 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]	[59]	[21]

Tableau VIII : OZONE : Nombre de jours avec dépassement dans la Région
PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER - 31 DECEMBRE (1986 - 2003)

[Données partielles pour la période "2004" : 1^{er} janvier - 31 août]

La plupart des jours [nd-1h] 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 la période estivale de 2003. Ce constat est en concordance avec ce qui ressort de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées (figure 36), 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 ces trois 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-24h] 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 (figure 36) va dans le même sens.

La figure 31 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.

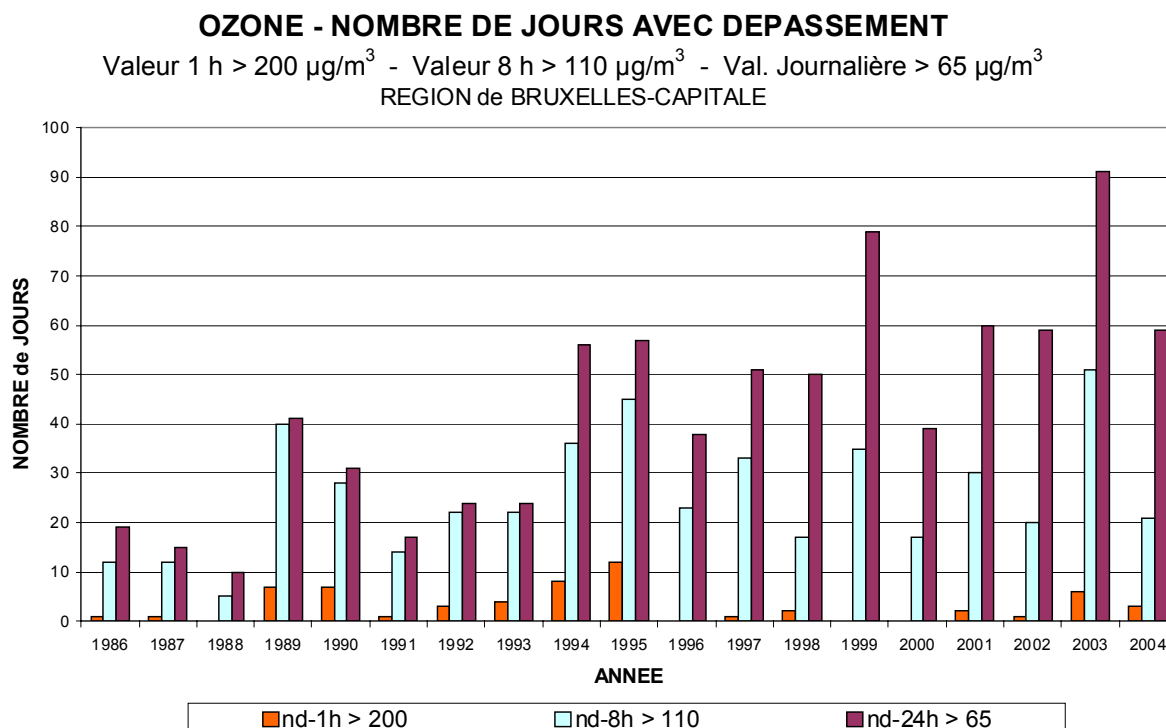


Fig. 31 : Ozone : nombre de jours avec dépassements (directive 92/72/CE)

Période : janvier - décembre (1986 à 2003)

2004 : janvier - août

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 pourtant 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 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.

La valeur limite de 200 µg/m³ en tant que valeur horaire se base, avec une certaine marge de sécurité, sur la valeur proposée par l'OMS de 400 µg/m³ en tant que valeur moyenne horaire. Aucun effet néfaste pour la santé n'a été constaté en-dessous de ce dernier niveau.

Les valeurs limites de la directive antérieure (85/580/CE) restent en vigueur jusqu'au 1^{er} janvier 2005. Dès l'année 2001, les données doivent toutefois être évaluées par rapport aux directives plus récentes (objectif qualité de l'air 2005 ou 2010). Pour la période entre 2001 et 2005 (ou 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 2005 ou 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 2005 ou 2010 et pas avant. Le fait de prévoir un 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.

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 autorisés.

Une valeur limite a un caractère légal contraignant. La valeur limite de l'ancienne directive reste d'application jusqu'en 2005.

12. Dépassements des niveaux de concentration pour le NO₂

12.1. Valeur horaire pour le NO₂

A - 200 µg/m³ : il y a eu, pendant l'été 2004, *trois (3) jours différents* où la concentration en NO₂ a dépassé les 200 µg/m³ en Région de Bruxelles-Capitale. Au poste de mesure « Arts-Loi » il y a eu au total 11 périodes horaires sur 3 jours. Cette valeur n'a pas été dépassée dans les autres postes de mesure. La nouvelle valeur limite, moins de 18 dépassements sur base annuelle, sera probablement respectée en 2004. La valeur limite de l'ancienne directive (176 périodes horaires) sera également respectée.

Les périodes horaires avec dépassement :

jour/date	poste de mesure		heure	concentration en NO ₂
Ma 03/08/04	B003	Arts-Loi	16:00 h UT	226 µg/m ³
			17:00	224
Me 04/08/04	B003	Arts-Loi	15:00 h UT	203 µg/m ³
			16:00	244
			17:00	245
			18:00	218
Je 05/08/04	B003	Arts-Loi	14:00 h UT	206 µg/m ³
			15:00	220
			16:00	286
			17:00	272
			18:00	225

Normalement il y a plusieurs valeurs élevées en NO₂ dans le poste de mesure d'Arts-Loi, qui tombent au même moment que les pointes d'ozone constatées dans les autres postes. En 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 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.

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

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 2004.

	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	0				
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]	[0]	[0]	[15]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]

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

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

Période : Année calendrier (1981-2003) - **[2004] : janvier - août**

Dépassements par poste de mesure

Dans le nombre total de dépassements constatés jusqu'à ce jour en 2004, il y a eu dans le poste de mesure d'Arts-Loi 15 périodes horaires de dépassement, dont 11 durant la période mai - août.

	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013	RBC
1981	0							(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						0					10
1990	6	1						2					7
1991	0	0						0					2
1992	0	1						1					1
1993	1	0	17				1	0					18
1994	0	0	5				0	0			2		7
1995	0	1	1				0	0			1		5
1996	0	1	1				0	0			1	0	2
1997	1	0	3				0	0			0	0	4
1998	0	0	3				0	0	0		0	0	3
1999	0	0	2				0	0	0	0	0	0	2
2000	0	0	1	(0)			0	0	0	0	0	0	1
2001	1	(0)	2	1	(0)	(0)	0	0	0	0	(0)	(0)	2
2002	0	0	(0)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
2003	1	3	12	0	0	0	0	0	1	1	0	0	15
[2004]	[0]	[0]	[6]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[6]

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

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

Période : Année calendrier (1981-2003) - [2004] : janvier - août

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

12.2. Valeur moyenne annuelle en NO₂Concentration moyenne annuelle en NO₂ [en µg/m³]

	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
1999/01	1421	1551	1871	1401	1401	1361	1201	1271	1421	1251	1421	1201

Période : 1^{er} janvier – 31 décembre (1981 à 2003)Résultats partiels pour l'année 2004 (1^{er} janvier - 31 août)!!! Valeurs à comparer à 40 µg/m³ et à respecter en 2010 [1999/30/CE] !!!

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 : Parlement Européen (B006), 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.

Tolérances : Pour la première année d'application (2000) une marge de tolérance 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, 56 µg/m³ en 2002, 54 µg/m³ en 2003 et **52 µg/m³** en **2004**. A l'exception du poste de mesure B003 (voir plus loin : **Remarque**) et R002, 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 2005, 2006 et 2007, la moyenne annuelle devra être inférieure à 50, 48 et 46 µg/m³. Le respect de ces valeurs posera un problème pour le poste R002.

Remarque: Les moyennes annuelles relevées dans le poste de mesure B003 sont les seules à ne pas répondre à ce critère. La situation de ce poste de mesure, dans le carrefour "Arts-Loi", ne répond pas aux critères d'implantation (à au moins 25 m des carrefours) des postes de mesure pris en compte pour l'évaluation des objectifs en matière de qualité de l'air.

Il faut signaler que l'emplacement du poste de mesure Arts-Loi fut un choix délibéré pour l'étude de la pollution de l'air par le trafic. Les résultats de ce poste de mesure fournissent des informations très intéressantes à ce sujet mais ne peuvent pas être interprétées comme indication de la qualité de l'air générale ou moyenne dans la Région de Bruxelles-Capitale.

13. Distribution des fréquences cumulées : O₃ et NO₂

O₃ : La distribution de fréquences cumulées est donnée pour les concentrations moyennes semi-horaires d'O₃, observées durant la période « estivale » mai-août de 2004, et elle est également comparée avec la situation des périodes estivales de 1994 à 2003. Pour des séries de données très nombreuses, il convient d'établir une comparaison des valeurs à l'aide de quelques paramètres statistiques significatifs.

Distribution des fréquences cumulées des valeurs semi-horaires pour l'ozone

Concentration O₃ en µg/m³. Période : 1 mai - 31 août

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B011	é04	all	33	50	66	75	93	115	140	200	53	40	97
41R012	é04	all	40	55	71	81	98	119	141	205	58	47	97
41WOL1	é04	all	32	47	61	71	88	113	130	183	50	40	85
41R001	é04	all	28	43	57	66	80	98	116	162	45	34	98
41N043	é04	all	21	37	54	65	79	98	118	190	41	27	97
41B004	é04	all	31	45	60	70	85	104	124	183	48	37	98
41B006	é04	all	37	51	66	75	91	107	128	170	54	45	98
41AND3	é04	all	26	43	59	69	85	107	126	176	46	31	87

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B011	é04	all	33	50	66	75	93	115	140	200	53	40	97
41B011	é03	all	39	58	78	92	118	144	172	220	63	47	98
41B011	é02	all	35	50	67	78	90	106	135	178	53	40	97
41B011	é01	all	37	53	71	83	105	134	156	204	58	44	98
41B011	é00	all	30	45	62	73	90	110	132	188	49	36	95
41B011	é99	all	35	52	71	84	106	125	145	182	57	41	96
41B011	é98	all	32	50	65	77	95	117	141	207	53	39	92
41B011	é97	all	34	53	73	90	122	150	168	201	60	44	81
41B011	é96	all	30	49	66	78	102	123	149	174	53	38	84
41B011	é95	all	34	51	73	93	135	167	193	247	62	43	89
41B011	é94	all	30	50	71	89	118	149	176	236	58	38	86

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41R012	é04	all	40	55	71	81	98	119	141	205	58	47	97
41R012	é03	all	44	63	83	98	126	152	178	234	69	54	95
41R012	é02	all	38	53	69	80	93	107	131	189	56	45	97
41R012	é01	all	41	57	74	86	111	139	158	193	62	49	94
41R012	é00	all	36	50	67	78	94	113	136	179	54	43	96
41R012	é99	all	46	61	78	91	115	132	153	189	65	53	96
41R012	é98	all	38	52	69	80	95	114	137	201	56	45	94
41R012	é97	all	36	53	70	83	109	136	156	192	58	44	92
41R012	é96	all	34	51	68	79	104	123	151	187	55	40	87
41R012	é95	all	40	55	78	100	138	168	192	243	67	51	93
41R012	é94	all	38	56	75	92	121	149	180	230	63	48	86

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41WOL1	é04	all	32	47	61	71	88	113	130	183	50	40	85
41WOL1	é03	all	30	47	66	78	99	123	146	201	52	37	98
41WOL1	é02	all	22	33	47	56	67	80	101	138	37	27	92
41WOL1	é01	all	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
41WOL1	é00	all	16	30	43	53	68	85	107	165	34	23	94

41WOL1	é99	all	24	40	55	65	80	99	116	156	43	30	98
41WOL1	é98	all	23	36	49	58	75	91	114	173	40	29	98
41WOL1	é97	all	23	39	54	65	88	111	132	162	44	29	85
41WOL1	é96	all	21	37	54	65	85	111	138	180	43	29	97
41WOL1	é95	all	23	38	55	72	111	144	174	217	49	33	86
41WOL1	é94	all	25	41	60	76	103	131	153	191	49	35	75

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41R001	é04	all	28	43	57	66	80	98	116	162	45	34	98
41R001	é03	all	32	49	69	81	103	126	152	209	55	41	97
41R001	é02	all	31	45	60	70	83	96	120	157	48	37	98
41R001	é01	all	29	44	59	69	87	114	137	166	48	35	96
41R001	é00	all	24	38	53	64	78	94	119	163	42	29	97
41R001	é99	all	28	45	61	71	90	108	125	170	48	34	97
41R001	é98	all	31	45	59	69	86	102	120	158	48	37	96

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41N043	é04	all	21	37	54	65	79	98	118	190	41	27	97
41N043	é03	all	22	42	62	75	102	133	156	208	49	33	98
41N043	é02	all	22	38	56	66	80	94	122	167	42	29	98
41N043	é01	all	24	41	60	73	96	121	142	180	47	32	98
41N043	é99	all	22	37	55	66	90	113	134	176	43	29	97
41N043	é00	all	14	29	44	54	67	80	105	176	33	21	81

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B004	é04	all	31	45	60	70	85	104	124	183	48	37	98
41B004	é03	all	35	52	72	85	110	135	161	220	58	43	98
41B004	é02	all	31	44	60	70	83	98	124	165	48	38	98
41B004	é01	all	28	43	58	68	86	110	128	156	46	33	97

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B006	é04	all	37	51	66	75	91	107	128	170	54	45	98
41B006	é03	all	44	61	80	94	117	139	161	218	66	54	98
41B006	é02	all	39	51	67	78	90	104	124	159	55	46	98

- Pér : période
- é04 : période estivale 2004
- ... : ...
- é94 : période estivale 1994
- all : tous les jours
- P_{xx} : xx^{ste} 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 semble 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),

Woluwé-St.-Lambert (WOL1) et Anderlecht (AND3) 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 2004 : *mai-août*) est représentée graphiquement à la figure 35 (voir graphique au-dessus).

L'évolution à moyen terme est représentée à la figure 36. Les graphiques donnent l'évolution des différents centiles, calculés sur les périodes *d'avril à septembre* des années 1986 à 2004. Le graphique au-dessus donne l'évolution au poste de mesure d'Uccle (R012) et celui en dessous l'évolution au poste de mesure de Berchem-Ste-Agathe (B011). Les périodes estivales plus chaudes de 1989, 1990, 1994, 1995 et 2003 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 2000 à 2004 est indiquée à la figure 37 (voir graphique au-dessus). Le graphique en bas donne une comparaison analogue pour les étés riches en ozone, notamment 1989, 1990, 1994, 1995 et 2003.

Une comparaison pour la vitesse du vent et la température est donnée à la figure 38. Il en ressort qu'en moyenne, durant l'été 2004, la température était moins élevée que durant l'été plus riche en ozone de 2003.

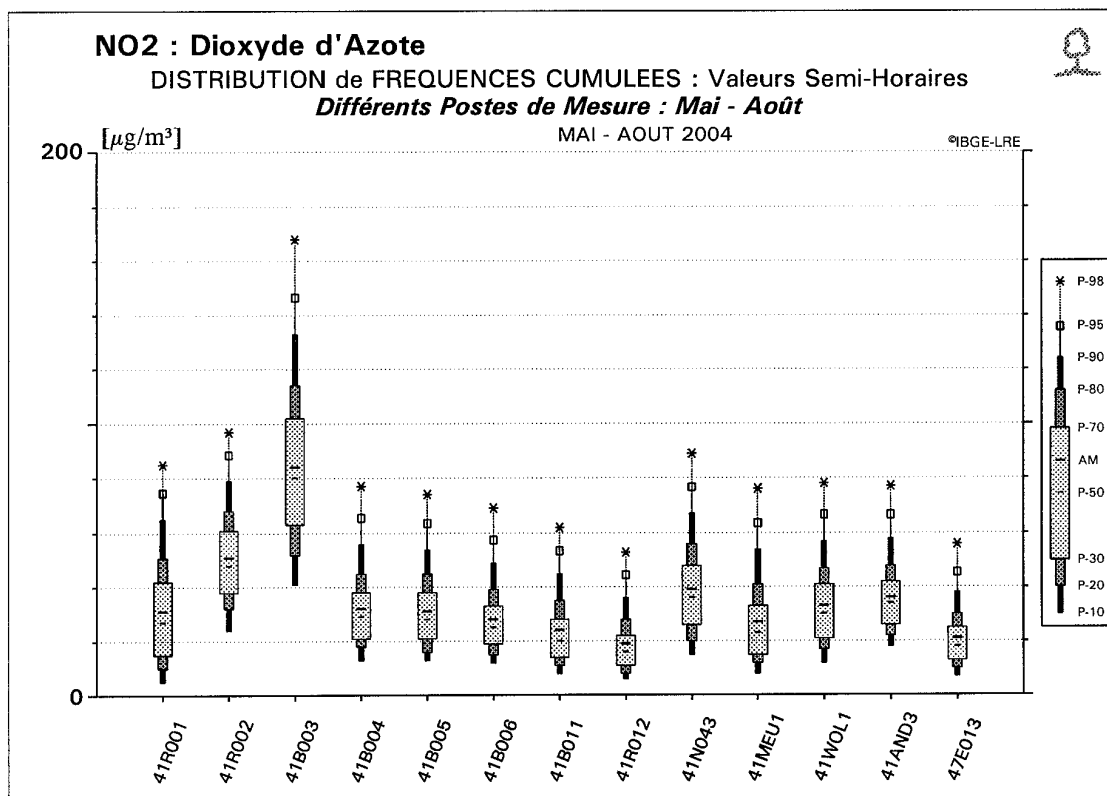
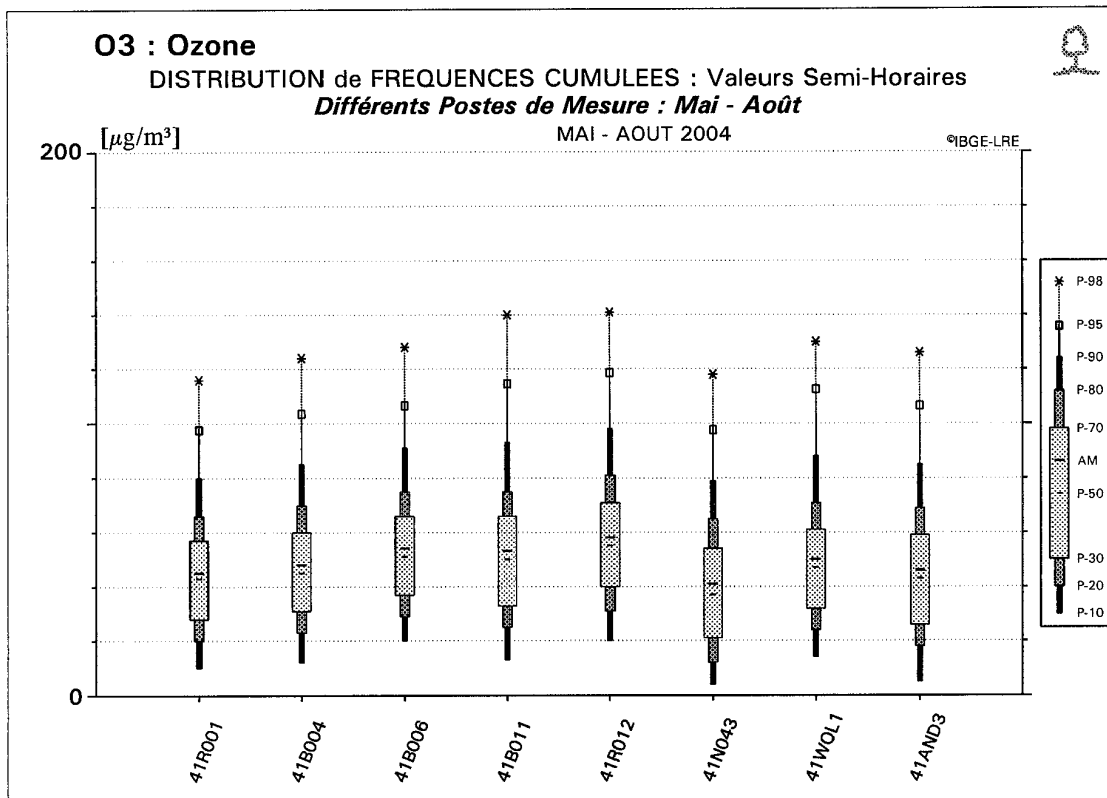


Fig. 35 : Distribution de fréquences cumulées : valeurs semi-horaires en O₃ et NO₂ : mai - août 2004

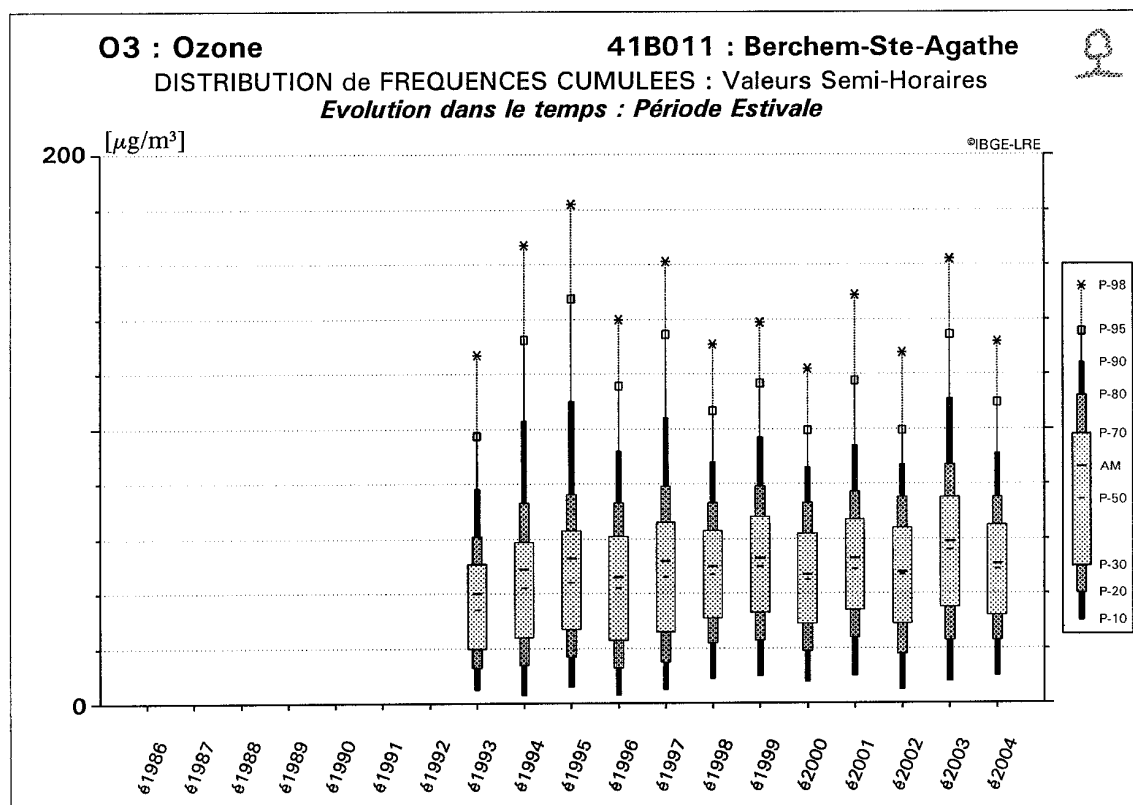
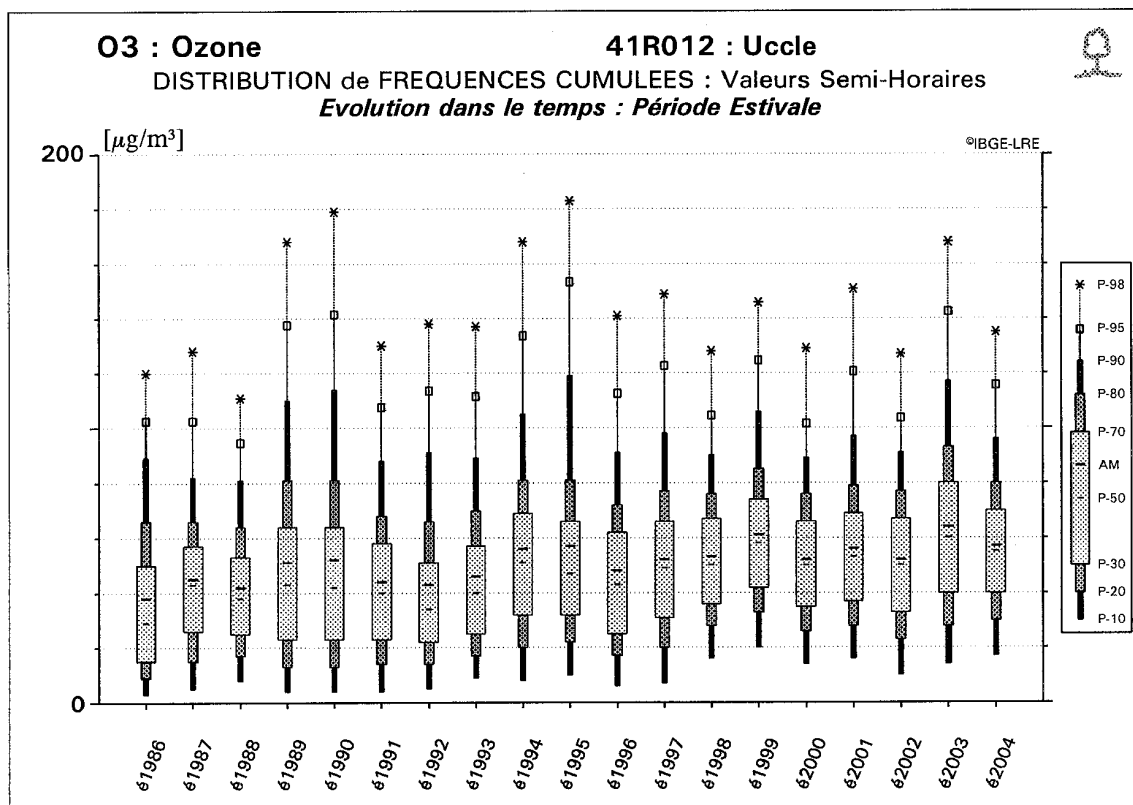
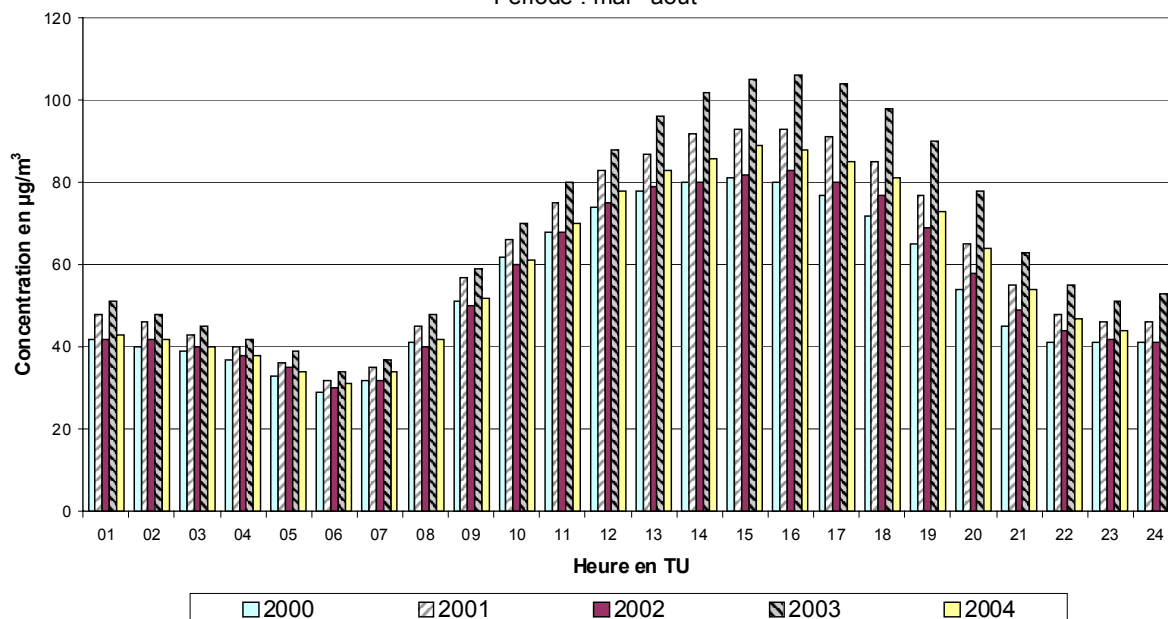


Fig. 36 : Distribution de fréquences cumulées en O₃ : Uccle et Berchem-Ste-Agathe.
 Évolution à long terme 1986-2004

OZONE - Evolution journalière moyenne - Uccle

Comparaison été 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004

Période : mai - août



OZONE - Evolution journalière moyenne - Uccle

Comparaison été 1989, 1990, 1994, 1995 et 2003

Période : mai - août

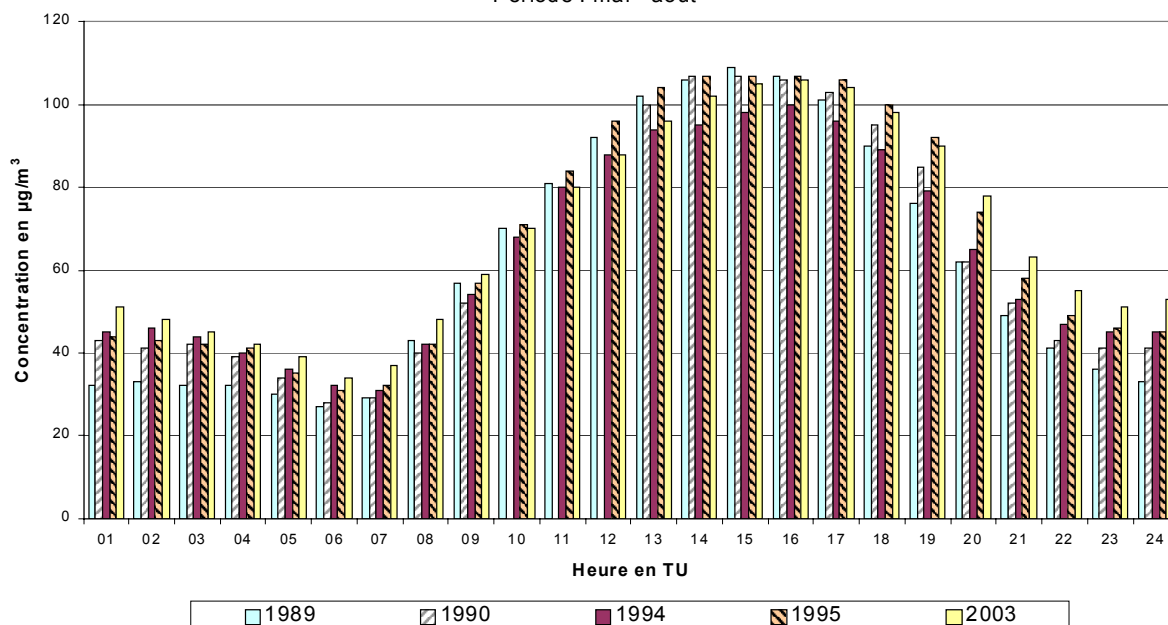


Fig. 37 : Évolution journalière moyenne en ozone à Uccle (R12)

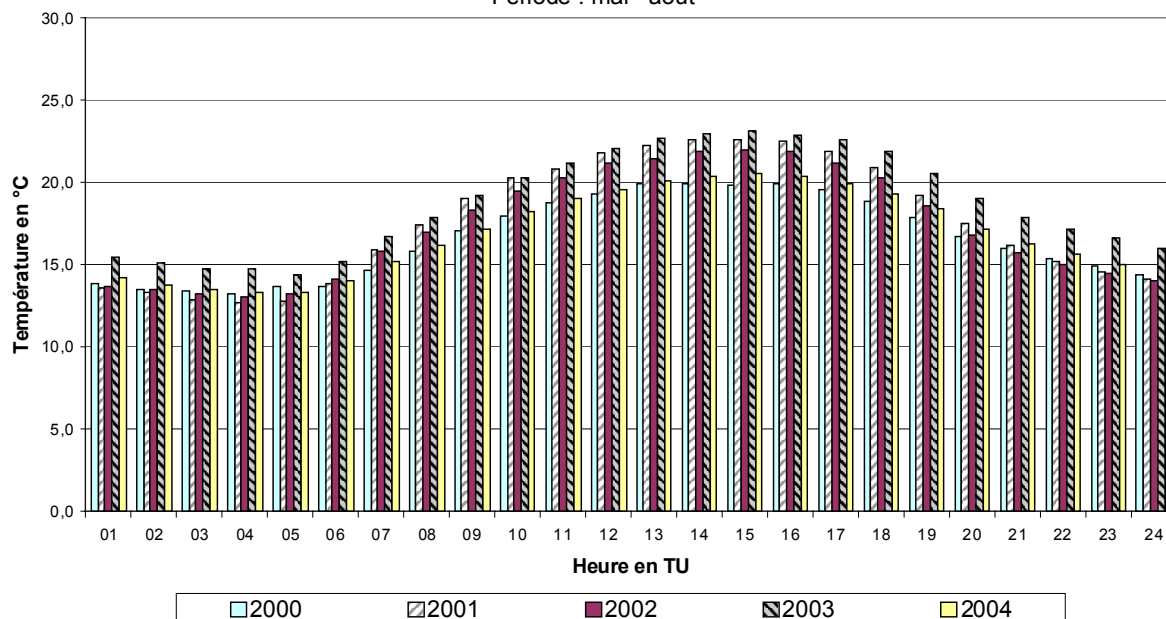
Comparaison des niveaux durant les périodes estivales récentes (2000 à 2004) et

les étés riches en ozone (1989-1990-1994-1995-2003)

Température - Evolution journalière moyenne

Comparaison été 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004

Période : mai - août



Vitesse de Vent - Evolution journalière moyenne

Comparaison été 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004

Période : mai - août

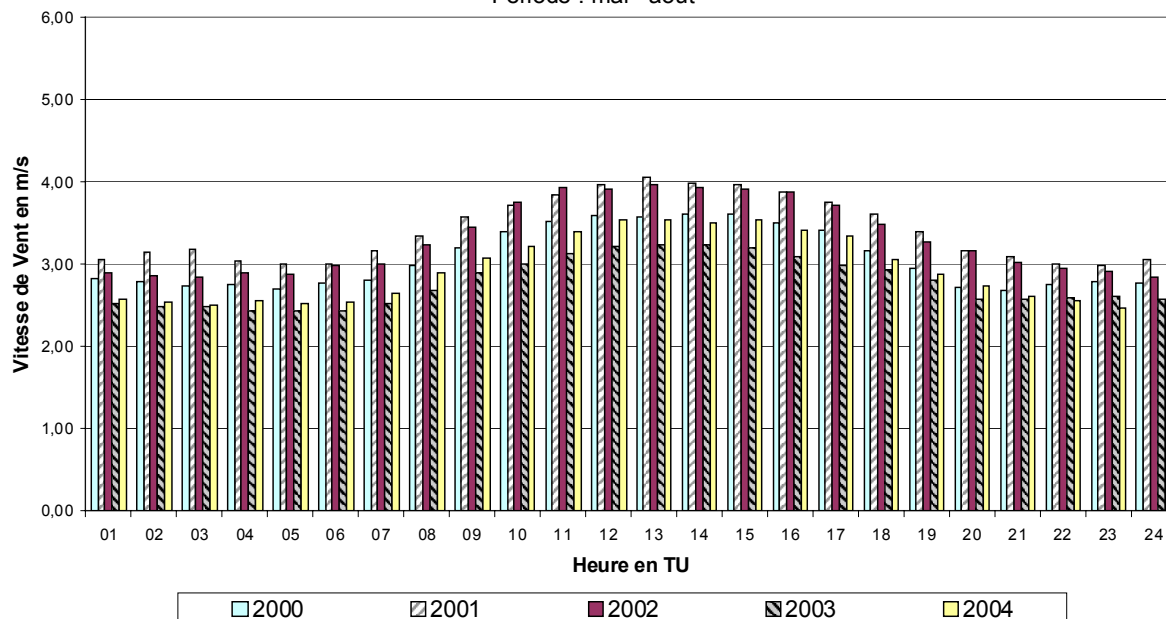


Fig. 38 : Température et vitesse de vent : évolution journalière moyenne

Périodes estivales « mai - août » 2000, 2001, 2002, 2003 et 2004

NO₂ : La distribution des fréquences cumulées des valeurs semi-horaires pour le NO₂ pendant la période estivale (mai - août) 2004 est mentionnée aux tableaux ci-dessous :

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

Concentration NO₂ en µg/m³. Période : 1 mai - 31 août

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B011	é04	all	14	20	28	35	45	54	62	90	24	20	91
41R012	é04	all	11	16	22	28	36	45	53	75	19	15	95
41WOL1	é04	all	21	30	41	47	57	67	78	115	33	28	85
41R001	é04	all	15	27	42	51	65	75	85	114	31	22	96
41R002	é04	all	38	48	61	68	79	89	97	124	51	46	96
41B003	é04	all	63	80	102	114	133	147	168	247	84	77	95
41N043	é04	all	26	36	48	56	67	77	89	115	39	33	96
41MEU1	é04	all	15	23	33	41	54	64	76	115	27	22	93
41B004	é04	all	21	29	38	45	56	66	77	113	32	28	96
41B006	é04	all	19	25	33	39	49	58	69	105	28	24	96
41B005	é04	all	21	28	38	45	54	64	74	106	31	27	87
41AND3	é04	all	26	34	42	48	58	67	77	109	36	33	83

Les concentrations en NO₂ relevées aux postes de mesure centrés sur la circulation sont légèrement plus basses que celles obtenues pour la période estivale riche en ozone de 2003. Elles sont comparables à celles des périodes estivales normales.

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 que pour les périodes à faible concentration d'ozone, comme le montrent les données au tableau ci-dessous, où les résultats des périodes estivales précédentes sont comparés :

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B011	é04	all	14	20	28	35	45	54	62	90	24	20	91
41B011	é03	all	14	22	32	39	50	60	72	107	26	21	95
41B011	é02	all	11	20	29	35	44	54	69	104	23	18	87
41B011	é01	all	13	20	32	41	54	65	76	112	26	20	97
41B011	é00	all	15	22	35	43	57	66	80	112	28	22	97
41B011	é99	all	9	15	25	34	47	60	73	96	21	15	94
41B011	é98	all	13	19	28	35	47	56	73	102	24	19	93
41B011	é97	all	15	23	34	42	53	65	79	109	28	22	83
41B011	é96	all	15	21	30	38	49	57	70	111	26	21	80
41B011	é95	all	18	26	37	45	57	71	90	143	31	26	92
41B011	é94	all	24	32	41	50	61	70	82	122	35	30	89

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

Concentration NO₂ en µg/m³. Période : 1 mai - 31 août

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41R012	é04	all	11	16	22	28	36	45	53	75	19	15	95
41R012	é03	all	11	16	24	30	40	48	59	91	20	16	93
41R012	é02	all	12	16	23	28	35	42	51	95	19	16	96
41R012	é01	all	15	20	29	36	46	56	67	98	25	21	93
41R012	é00	all	13	19	30	38	49	61	76	113	24	19	96
41R012	é99	all	14	22	31	37	48	58	73	103	26	21	96
41R012	é98	all	11	16	24	31	41	50	65	107	21	16	91
41R012	é97	all	18	25	33	40	52	63	75	115	29	25	88
41R012	é96	all	17	24	34	41	53	62	74	108	28	23	88
41R012	é95	all	22	29	40	49	62	74	90	150	34	29	91
41R012	é94	all	20	28	37	45	58	70	86	128	32	27	87

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41WOL1	é04	all	21	30	41	47	57	67	78	115	33	28	85
41WOL1	é03	all	29	40	52	60	72	81	94	137	43	37	96
41WOL1	é02	all	27	36	47	54	65	75	87	134	39	35	86
41WOL1	é01	all	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
41WOL1	é00	all	28	38	49	57	69	78	93	131	41	36	94
41WOL1	é99	all	31	41	53	61	71	82	97	133	44	40	96
41WOL1	é98	all	30	39	49	56	67	75	90	136	41	37	87
41WOL1	é97	all	29	38	50	59	72	85	103	155	43	37	87
41WOL1	é96	all	28	37	48	55	64	73	88	133	40	35	93
41WOL1	é95	all	35	46	58	67	82	99	123	194	50	44	94
41WOL1	é94	all	31	42	54	61	73	84	97	145	45	40	89

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41R001	é04	all	15	27	42	51	65	75	85	114	31	22	96
41R001	é03	all	22	33	46	54	67	79	93	133	37	29	95
41R001	é02	all	22	31	42	50	61	72	85	134	35	29	96
41R001	é01	all	22	31	44	53	66	77	90	137	36	29	97
41R001	é00	all	22	31	43	51	63	72	87	117	35	29	94
41R001	é99	all	24	33	45	53	67	79	93	125	37	31	95
41R001	é98	all	22	31	41	48	61	73	88	132	34	29	89
41R001	é97	all	25	34	47	56	69	83	102	145	39	32	75
41R001	é96	all	28	38	48	57	69	81	95	129	40	34	82
41R001	é95	all	33	45	58	67	85	102	124	194	49	41	89
41R001	é94	all	34	45	58	66	77	88	102	154	47	41	81

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

Concentration NO₂ en µg/m³. Période : 1 mai - 31 août

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41R002	é04	all	38	48	61	68	79	89	97	124	51	46	96
41R002	é03	all	40	51	63	72	85	96	112	200	54	49	89
41R002	é02	all	41	50	62	70	81	90	99	127	53	48	84
41R002	é01	all	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
41R002	é00	all	42	53	63	70	81	91	102	124	54	49	88
41R002	é99	all	37	48	59	66	75	85	96	128	49	44	93
41R002	é98	all	39	49	59	66	75	83	98	128	50	45	93
41R002	é97	all	35	45	58	67	81	95	112	152	49	44	87
41R002	é96	all	37	49	62	71	86	98	111	142	52	46	87
41R002	é95	all	46	60	77	88	102	113	131	203	64	58	80
41R002	é94	all	39	50	64	75	88	99	113	150	54	48	89

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B003	é04	all	63	80	102	114	133	147	168	247	84	77	95
41B003	é03	all	61	77	94	108	129	146	166	218	82	75	93
41B003	é02	all	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
41B003	é01	all	58	74	89	101	119	139	157	220	78	72	86
41B003	é00	all	52	66	83	94	110	123	137	187	70	64	94
41B003	é99	all	55	70	85	96	112	126	141	193	73	68	93
41B003	é98	all	54	67	84	95	114	132	158	218	73	67	91
41B003	é97	all	50	61	75	86	103	115	128	174	66	61	89
41B003	é96	all	51	63	77	86	104	121	137	177	67	62	86
41B003	é95	all	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	47
41B003	é94	all	55	72	93	108	131	148	168	220	78	69	85

* : beaucoup de données manquantes pour des raisons techniques externes

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41N043	é04	all	26	36	48	56	67	77	89	115	39	33	96
41N043	é03	all	26	38	51	59	70	79	89	131	40	34	98
41N043	é02	all	26	36	48	57	67	76	88	125	40	34	92
41N043	é01	all	31	42	55	64	77	87	101	135	46	40	92
41N043	é00	all	32	44	55	63	74	84	96	134	45	39	82
41N043	é99	all	28	42	55	63	75	87	104	144	44	35	94
41N043	é98	all	26	36	48	54	64	75	90	139	39	33	86

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41MEU1	é04	all	15	23	33	41	54	64	76	115	27	22	93
41MEU1	é03	all	16	25	36	45	58	68	85	126	29	23	95
41MEU1	é02	all	14	22	31	38	49	58	72	106	26	20	94
41MEU1	é01	all	16	25	38	48	61	72	88	128	31	24	94
41MEU1	é00	all	19	27	39	47	59	69	80	111	32	27	93

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

Concentration NO₂ en µg/m³. Période : 1 mai - 31 août

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B004	é04	all	21	29	38	45	56	66	77	113	32	28	96
41B004	é03	all	22	31	43	51	64	76	93	139	35	30	95
41B004	é02	all	23	31	42	50	62	74	91	146	36	30	98
41B004	é01	all	24	33	46	56	69	81	94	147	38	32	97

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B006	é04	all	19	25	33	39	49	58	69	105	28	24	96
41B006	é03	all	18	25	35	42	54	64	74	106	29	24	91
41B006	é02	all	15	22	30	37	47	57	67	107	25	20	98

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Nt
41B005	é04	all	21	28	38	45	54	64	74	106	31	27	87
41B005	é03	all	19	27	39	47	58	66	77	109	31	25	96
41B005	é02	all	20	28	38	45	55	64	75	125	31	27	92

La distribution des fréquences cumulées de NO₂ pour les différents postes de mesure pendant la période estivale 2003 est illustrée à la figure 35 (graphique en dessous), et la figure 39 montre l'évolution de la distribution des fréquences cumulées pour plusieurs périodes estivales (1991 à 2004). Le graphique supérieur correspondant au poste de mesure Arts-Loi (B003) et le graphique inférieur au poste de mesure de l'Avenue de la Couronne à Ixelles (R002).

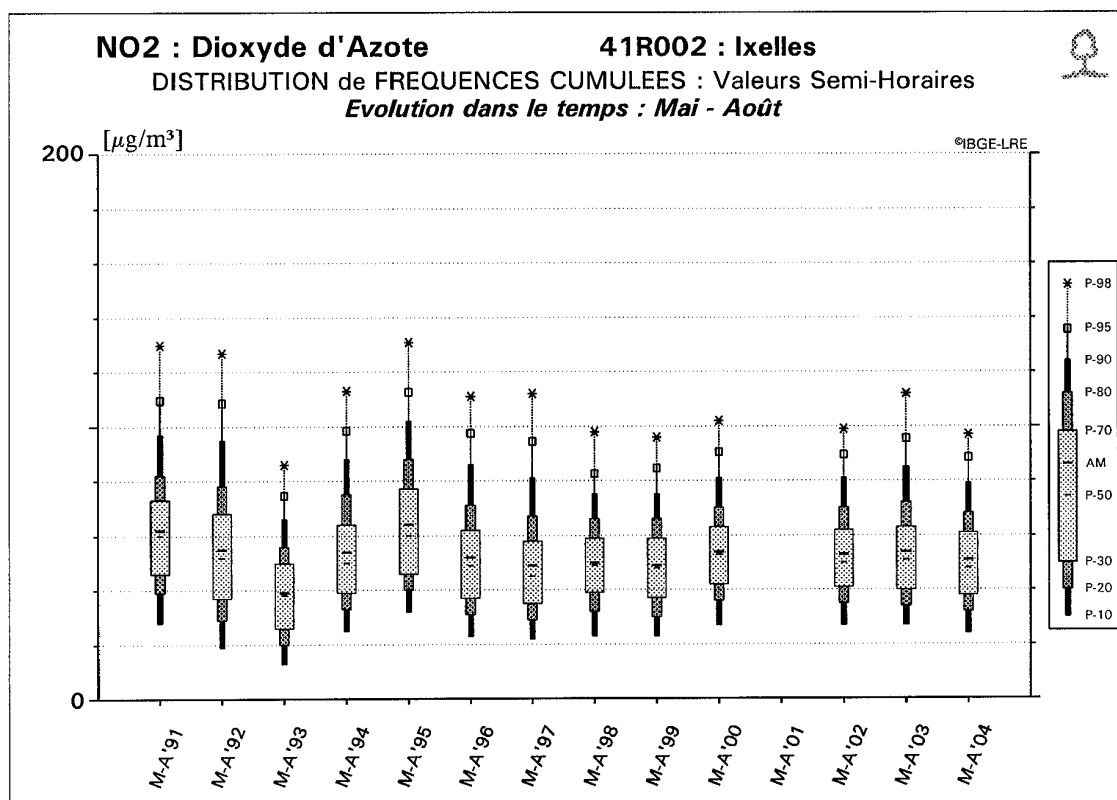
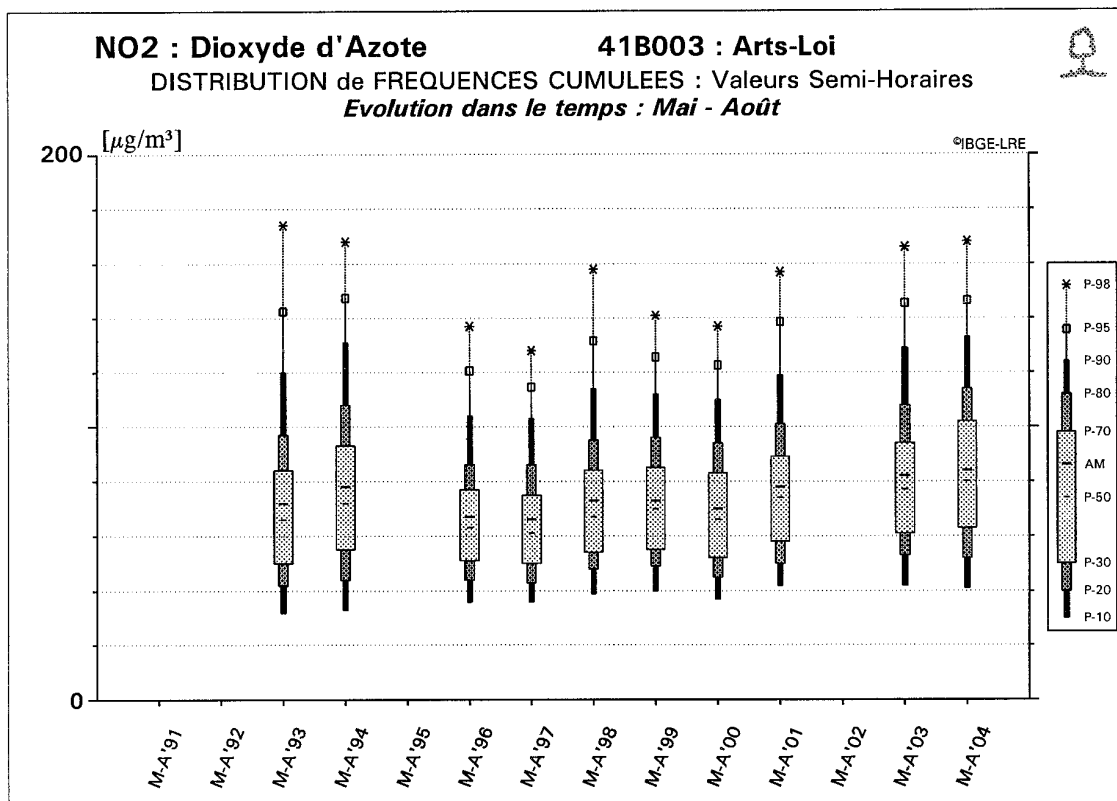


Fig. 39 : Distribution des fréquences cumulées en NO₂ : évolution 1991-2004 : période estivale

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

La figure 40 reproduit, pour la période *mai - août 2004*, 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 O_3 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 41, 42 et 43 représentent les concentrations moyennes en O_3 , en NO_2 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 2004"* et les graphiques en dessous la situation durant *la période hivernale "octobre 2003 - mars 2004"*.

L'ozone, et en partie aussi le NO_2 , 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 41) 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 NO_2 il n'y a pas de grandes différences entre la situation estivale et hivernale (figure 42). 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 NO_2 (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 43). 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 NO_2 .

Valeurs Semi-Horaires

Période : 01/05 - 31/08/2004

41R012-O3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vs. T1M003-T 03 [°C]

Y-ordonnée : 03 : 41R012 (Uccle)

X-abcisse : T 03 : T1M003 (Uccle)

(5730 paires de données)
 (5730 données à l'intérieur du cadre)
 ALLD - ALLD
 ALL-HH : yyyyyyyyyyyy vvvvvvvvvvvv yyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyy


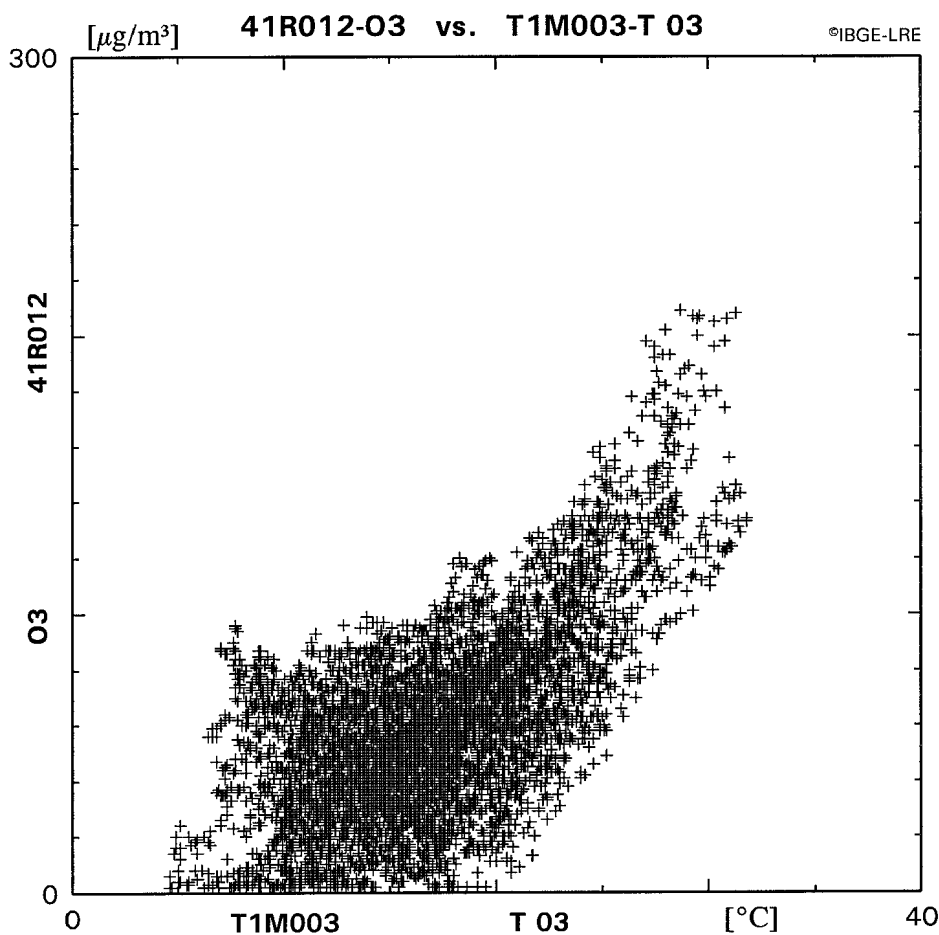



Fig. 40 : Uccle : Concentrations en ozone en fonction de la température (mai - août 2004)

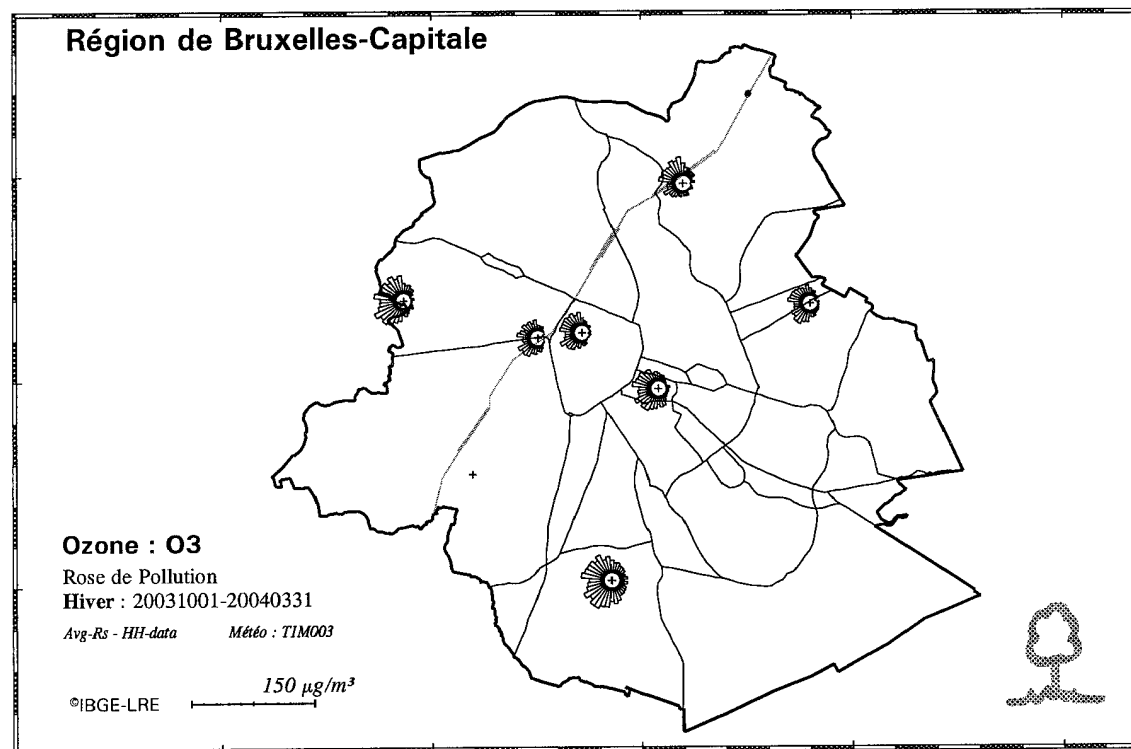
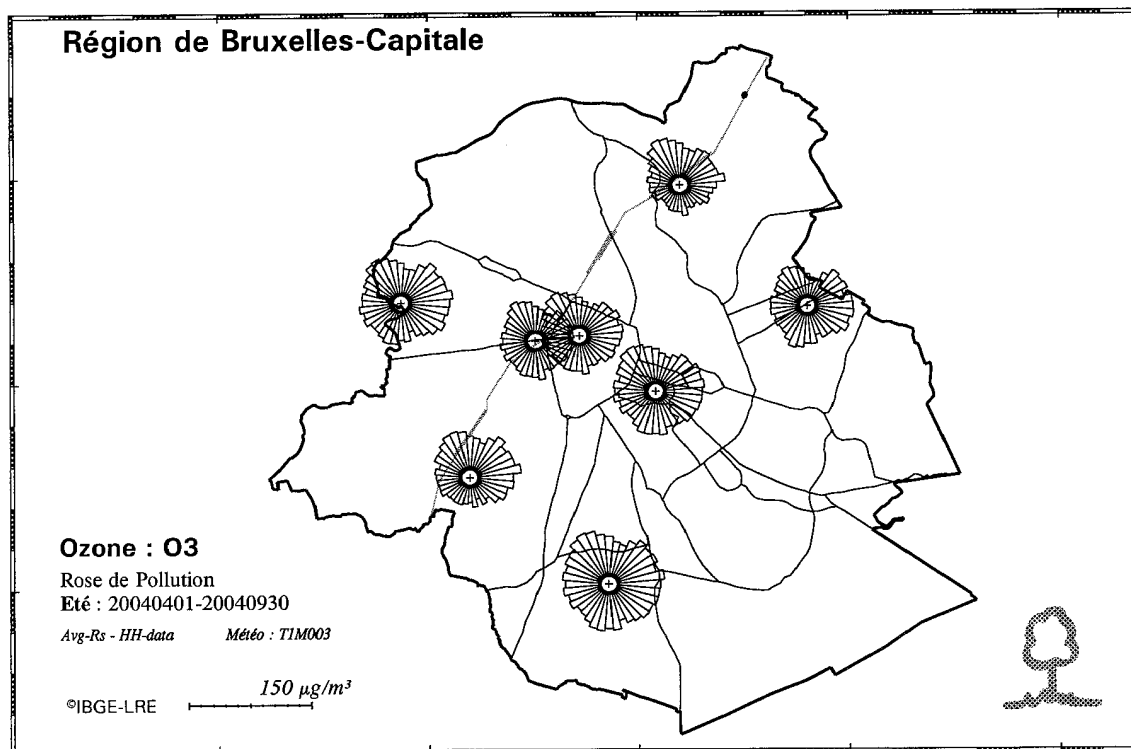


Fig. 41 : Distribution spatiale des concentrations en O₃ pendant l'été et l'hiver

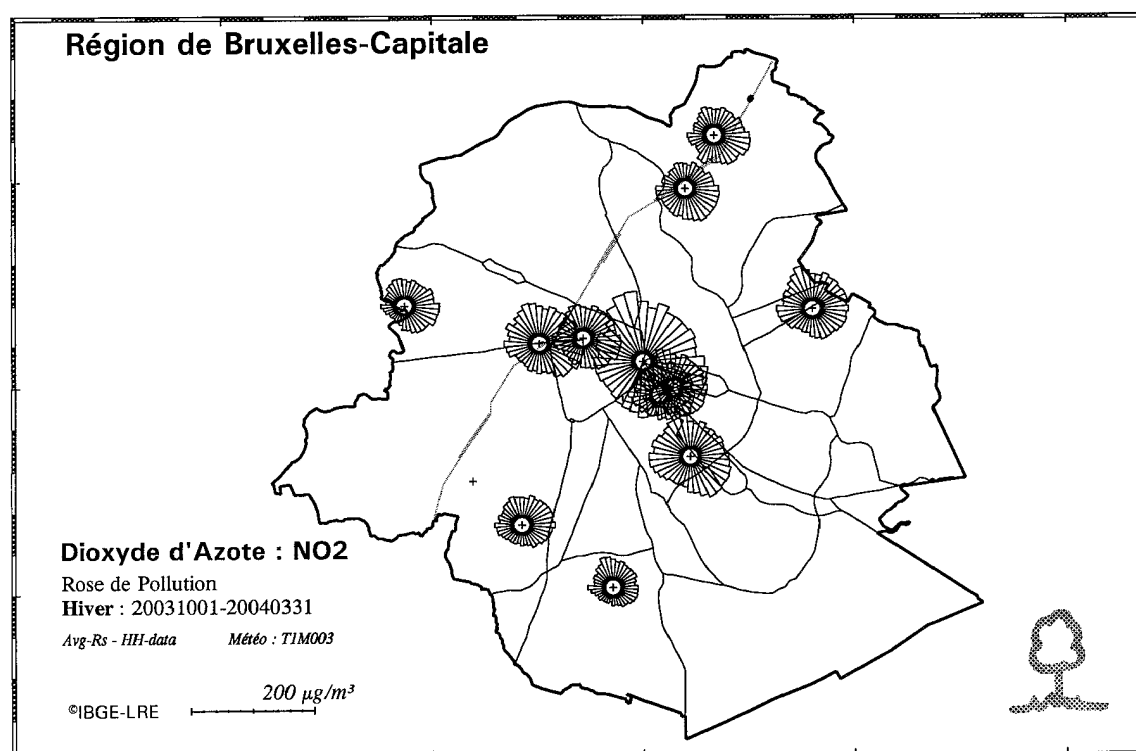
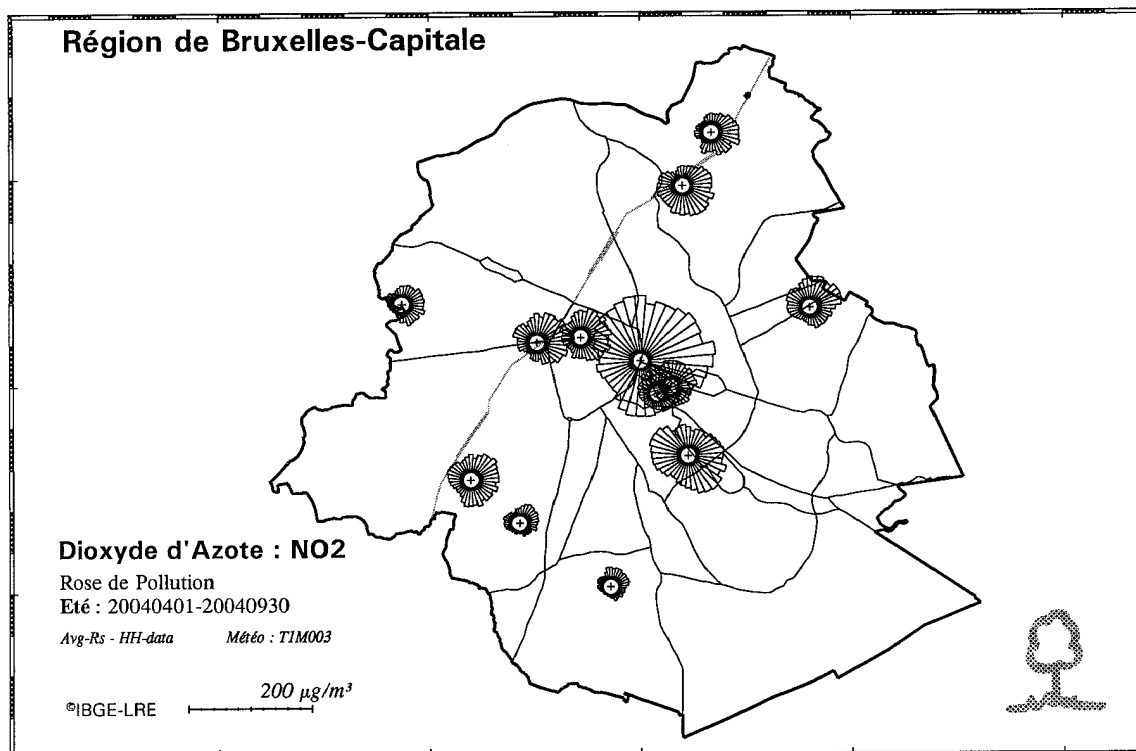


Fig. 42 : Distribution spatiale des concentrations en NO₂ pendant l'été et l'hiver

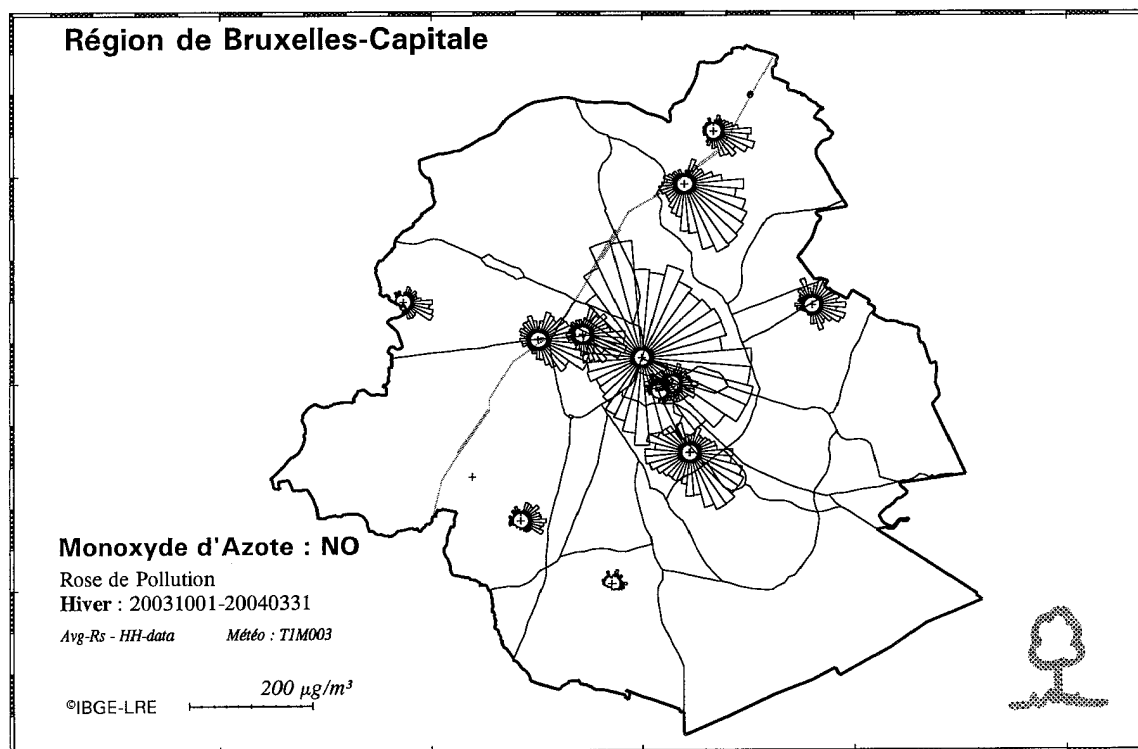
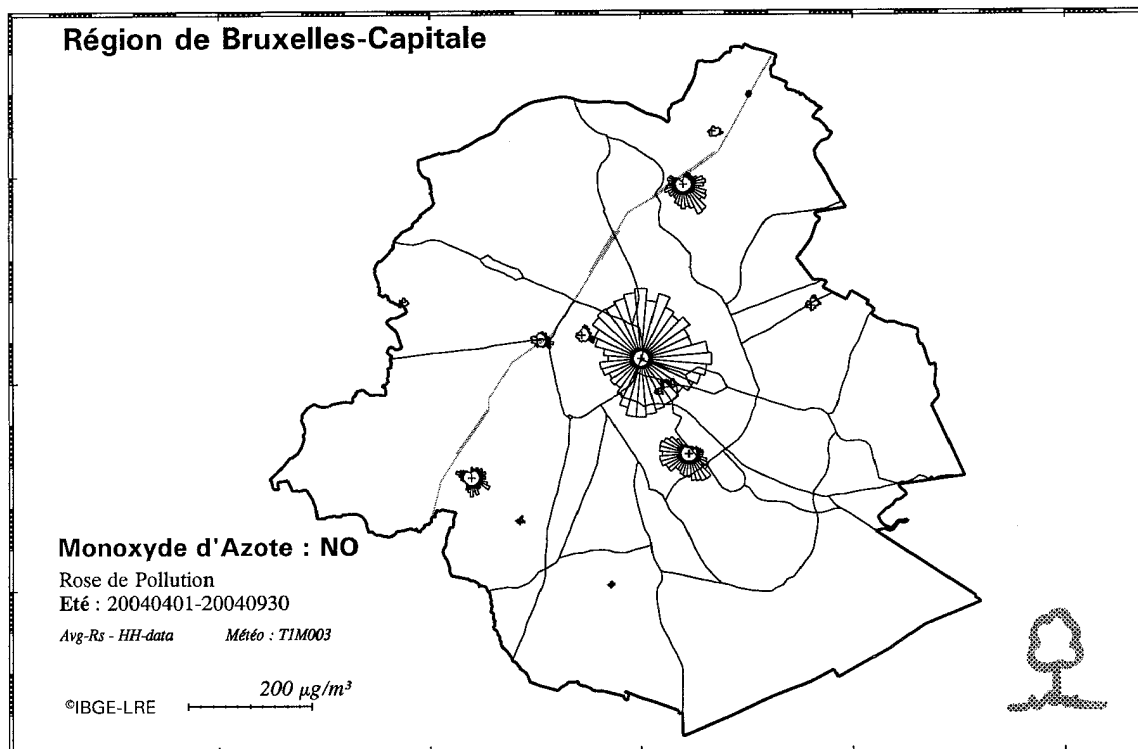


Fig. 43 : Distribution spatiale des concentrations en NO pendant l'été et l'hiver

15. L'ozone les week-ends et jours fériés

Une analyse plus approfondie des données en O₃ de plusieurs périodes estivales permet une comparaison des distributions de fréquences cumulées, d'une part pour les jours de travail (*ouv*), et d'autre part pour les week-ends et les jours fériés (*wkf*). Il apparaît clairement que les concentrations moyennes d'ozone sont systématiquement plus élevées les week-ends et les jours fériés. Le tableau ci-dessous reprend les données pour la période estivale de 2003.

Distribution des fréquences cumulées des valeurs semi-horaires pour l'ozone

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

Concentration O₃ in µg/m³. Période : 1^{er} mai - 31 août 2004

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Np
41R012	é04	ouv	40	54	70	80	97	122	149	206	58	47	97
41R012	é04	wkf	41	58	73	81	98	117	129	147	59	48	97
41B011	é04	ouv	32	48	65	75	93	118	144	201	52	39	97
41B011	é04	wkf	37	53	67	75	93	110	128	150	54	43	96
41R001	é04	ouv	26	40	55	65	79	97	120	164	44	32	98
41R001	é04	wkf	33	47	60	68	82	98	110	126	48	38	96
41WOL1	é04	ouv	31	45	59	69	85	113	134	183	49	38	87
41WOL1	é04	wkf	36	52	66	77	94	113	127	140	54	44	82
41N043	é04	ouv	18	33	50	61	77	96	120	191	38	25	97
41N043	é04	wkf	29	46	60	69	84	100	113	142	46	34	98
41B004	é04	ouv	29	44	59	69	85	105	130	190	47	36	98
41B004	é04	wkf	34	50	64	71	86	102	117	136	51	41	98
41B006	é04	ouv	35	49	63	73	88	106	130	171	52	43	98
41B006	é04	wkf	43	57	71	80	95	109	123	144	58	50	98
41AND3	é04	ouv	24	39	56	66	84	107	131	178	44	29	87
41AND3	é04	wkf	33	51	64	72	87	107	119	136	50	37	88

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 P95-P98) 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, '96, '97, '98, '99, 2000, 2001, 2002 et 2003). Pendant la période estivale de 2004 les différences de niveau de concentration sont moins prononcées que pendant les périodes estivales antérieures.

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 semi-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} mai - 31 août 2004

Poste	Per	day	P ₃₀	P ₅₀	P ₇₀	P ₈₀	P ₉₀	P ₉₅	P ₉₈	P _{99.9}	MA	MG	%Np
41B003	é04	ouv	68	87	109	123	140	156	175	262	90	82	94
41B003	é04	wkf	55	70	84	93	107	119	131	164	72	67	97
41R002	é04	ouv	42	53	65	73	84	92	100	126	54	49	95
41R002	é04	wkf	33	41	51	56	65	72	83	123	43	40	98
41R012	é04	ouv	12	17	24	29	38	46	54	75	20	16	94
41R012	é04	wkf	9	12	18	23	32	40	51	77	16	12	98
41B011	é04	ouv	16	22	31	38	47	56	64	91	26	22	93
41B011	é04	wkf	11	15	22	27	36	46	56	82	19	15	88
41R001	é04	ouv	19	32	47	56	68	78	86	109	35	26	95
41R001	é04	wkf	10	18	28	35	50	63	78	121	23	16	98
41WOL1	é04	ouv	24	34	45	51	61	70	81	117	36	31	86
41WOL1	é04	wkf	16	22	31	37	45	53	65	100	25	21	81
41N043	é04	ouv	32	42	53	61	72	80	92	118	44	39	96
41N043	é04	wkf	18	24	34	39	50	61	73	99	28	24	98
41MEU1	é04	ouv	18	26	37	46	58	67	77	122	31	25	90
41MEU1	é04	wkf	11	16	24	30	40	50	64	98	21	16	98
41B004	é04	ouv	24	31	40	47	59	68	80	108	34	30	95
41B004	é04	wkf	17	24	33	39	49	60	71	134	28	24	97
41B005	é04	ouv	22	31	42	49	59	67	76	103	34	29	88
41B005	é04	wkf	17	23	30	35	42	49	56	107	25	22	85
41B006	é04	ouv	21	28	36	42	54	62	72	104	31	27	95
41B006	é04	wkf	14	19	25	30	38	46	56	105	22	19	97
41AND3	é04	ouv	31	38	46	51	61	70	80	104	40	37	84
41AND3	é04	wkf	20	24	30	35	44	55	64	112	28	25	82

Les figures 44 à 51 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, Ste-Catherine, Molenbeek, Haren, Woluwé-St-Lambert, le Parlement Européen et Anderlecht, 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, Ste-Catherine, Molenbeek et Woluwé. Les différences sont moins prononcées aux postes de mesure où l'influence du trafic est moins directe (B011 en R012). Durant la dernière période estivale les différences de niveau entre jours ouvrables et non-ouvrables sont toutefois moins prononcées que dans les années précédentes.

Les graphiques de la figure 47 et 48 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 54 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 - août 2004

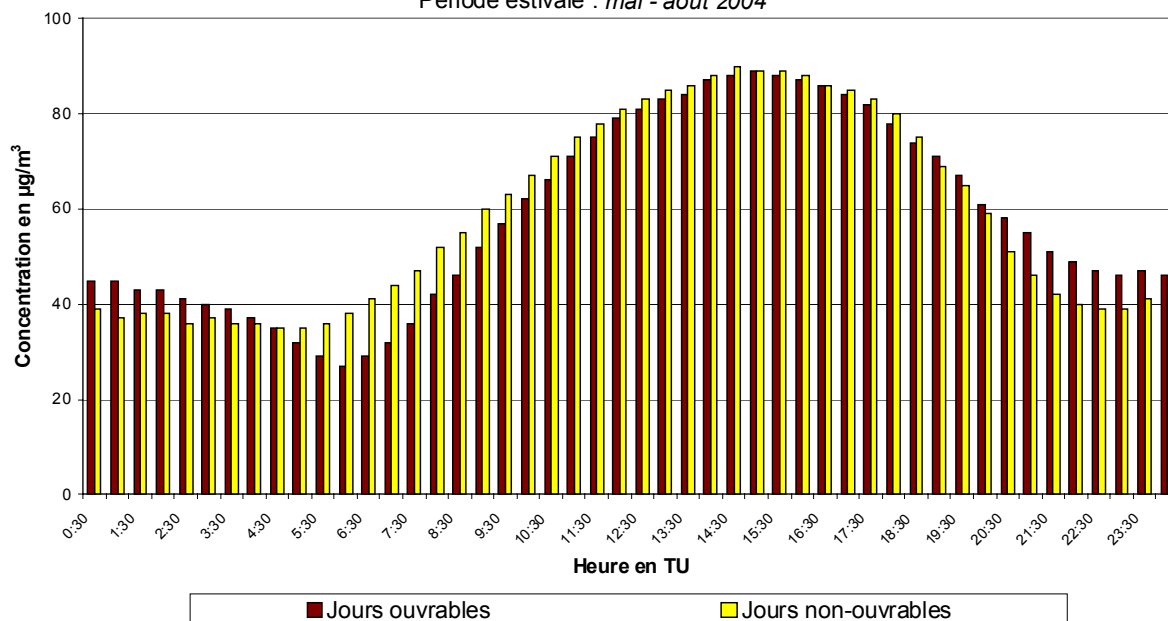


Fig. 44.a : Uccle : Évolution journalière moyenne de la concentration en O_3 les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Uccle - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

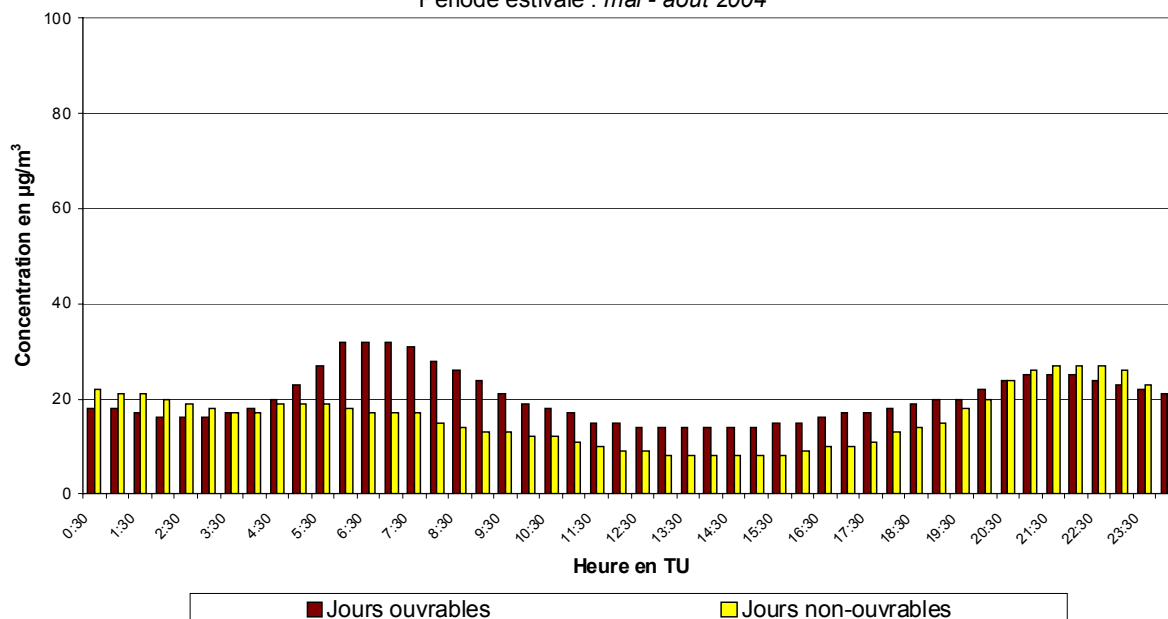


Fig. 44.b : Uccle : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

OZONE - Berchem-Ste-Agathe - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

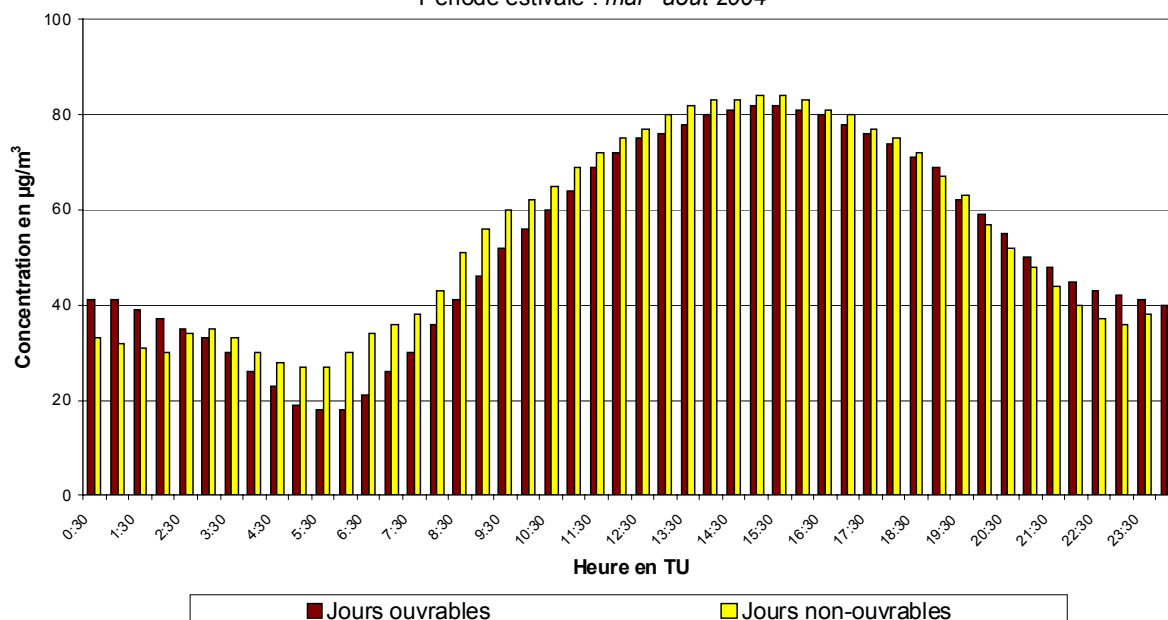


Fig. 45.a : Berchem-Ste-Agathe : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Berchem-Ste-Agathe - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

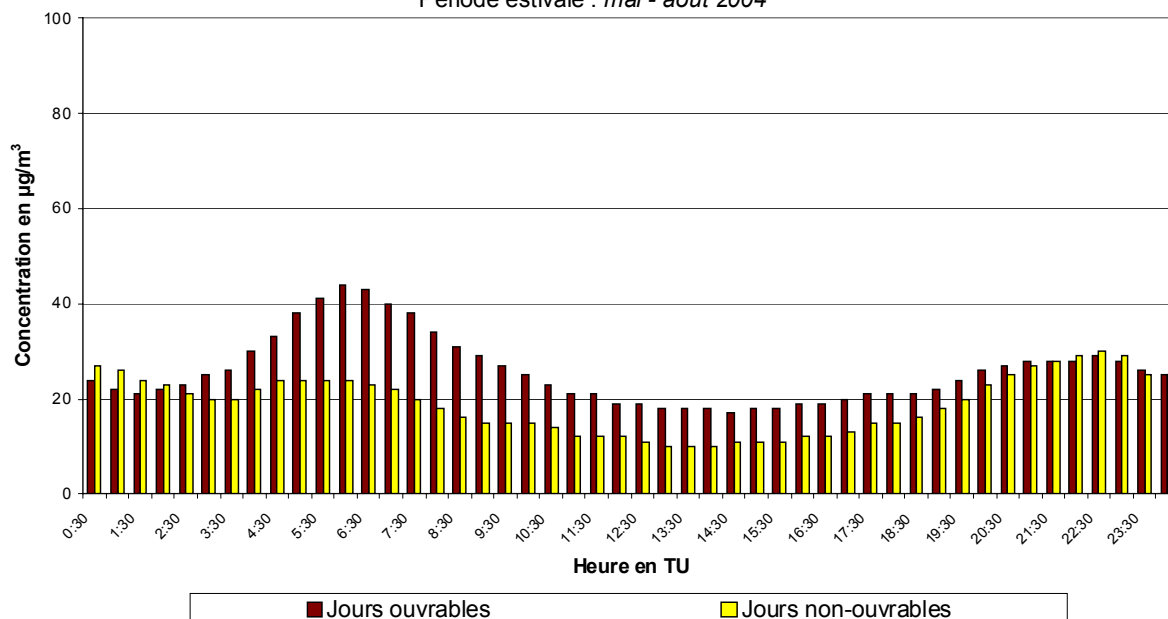


Fig. 45.b : Berchem-Ste-Agathe : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant le période mai - août 2004

OZONE - Ste-Catherine - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

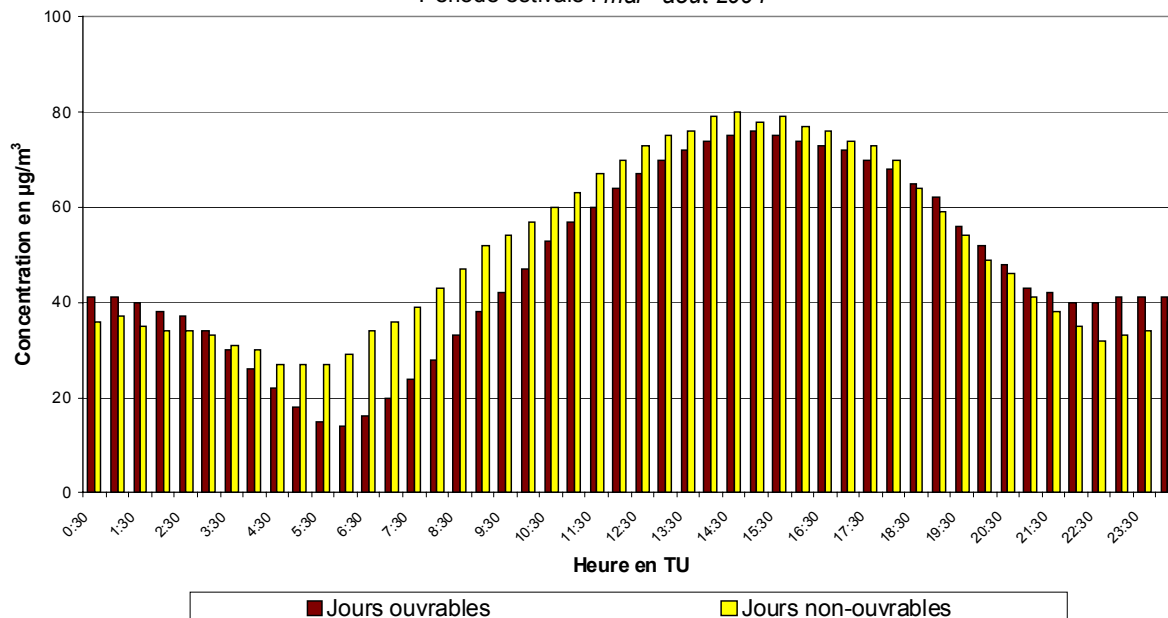


Fig. 46.a : Ste-Catherine : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Ste-Catherine - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

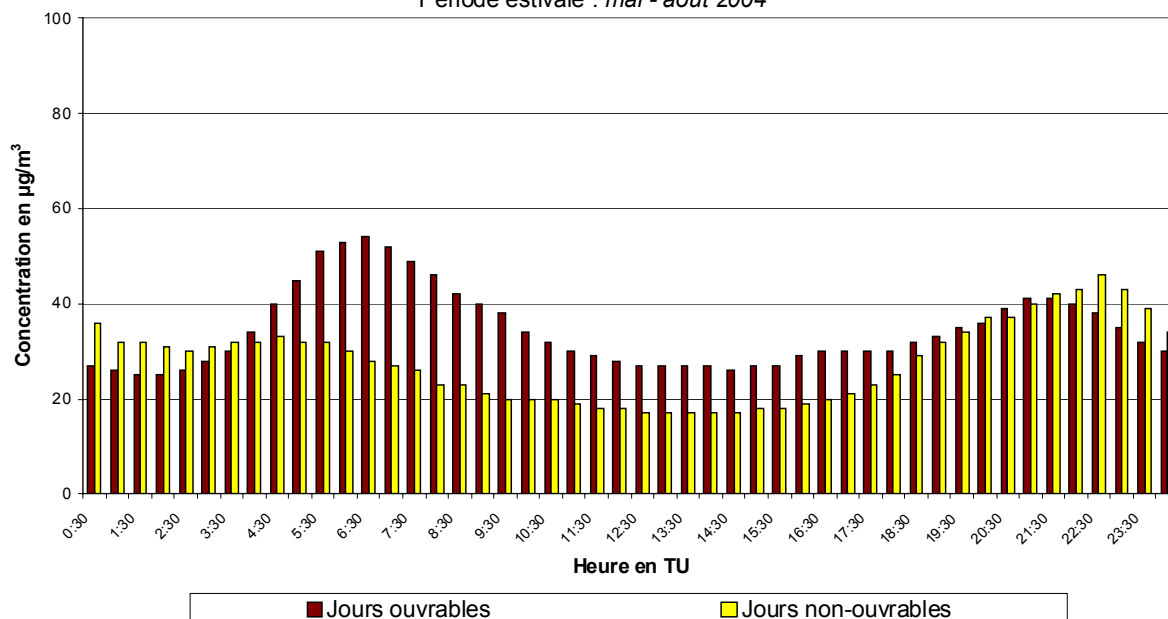


Fig. 46.b : **Ste-Catherine** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

OZONE - Molenbeek - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

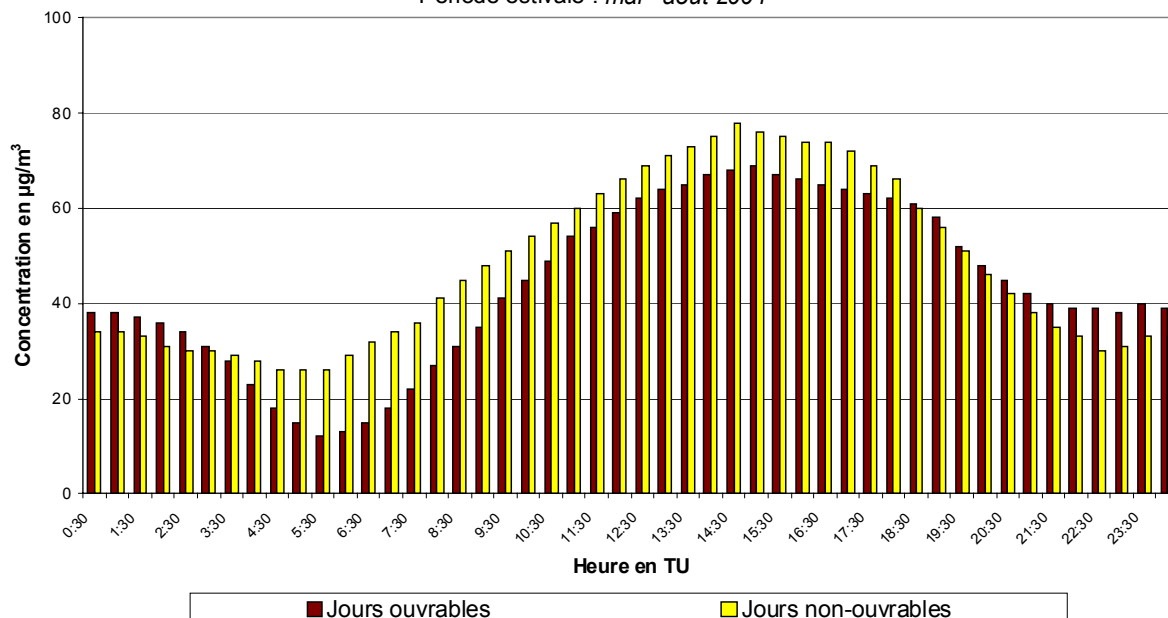


Fig. 47.a : **Molenbeek** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai- août 2004

NO₂ - Molenbeek - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

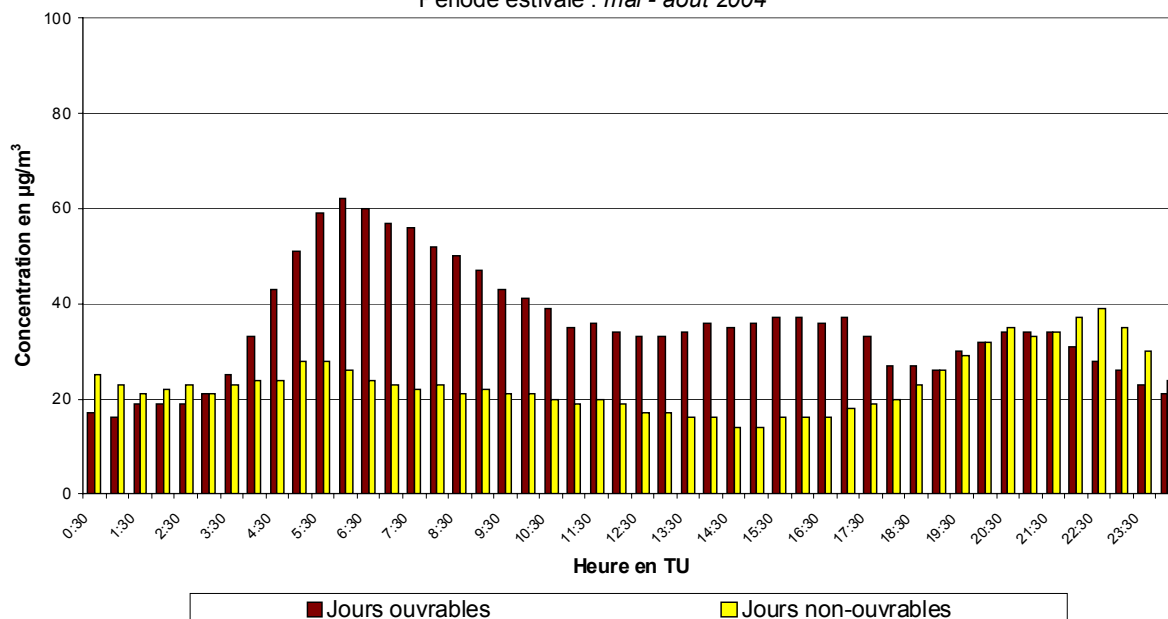


Fig. 47.b : **Molenbeek** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

OZONE - Haren - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

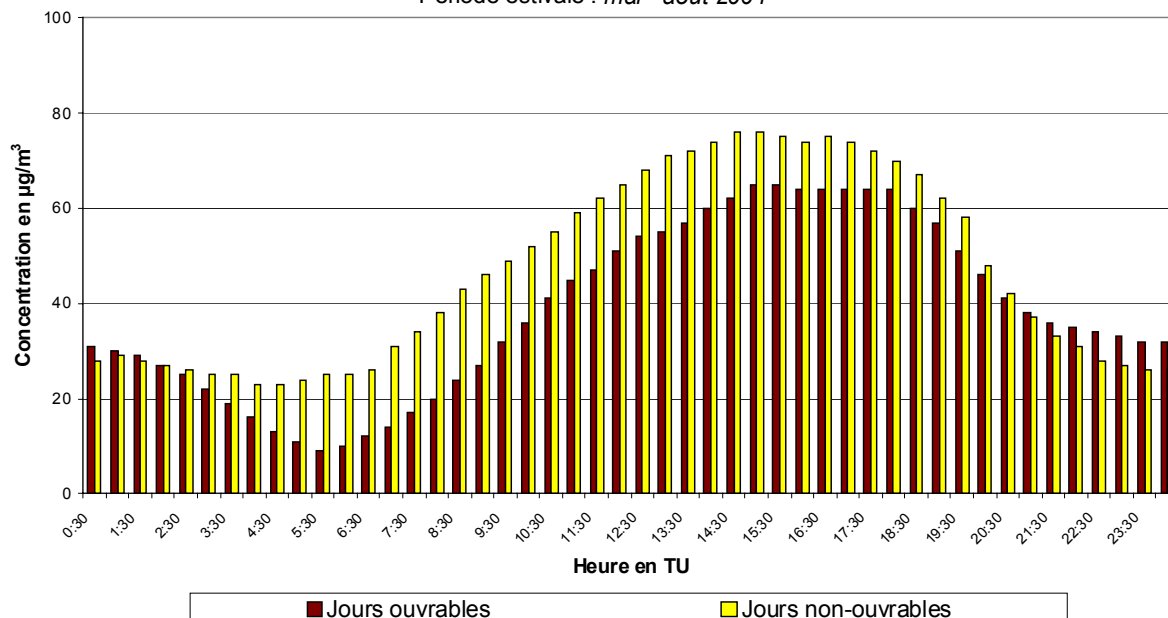


Fig. 48.a : **Haren** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Haren - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

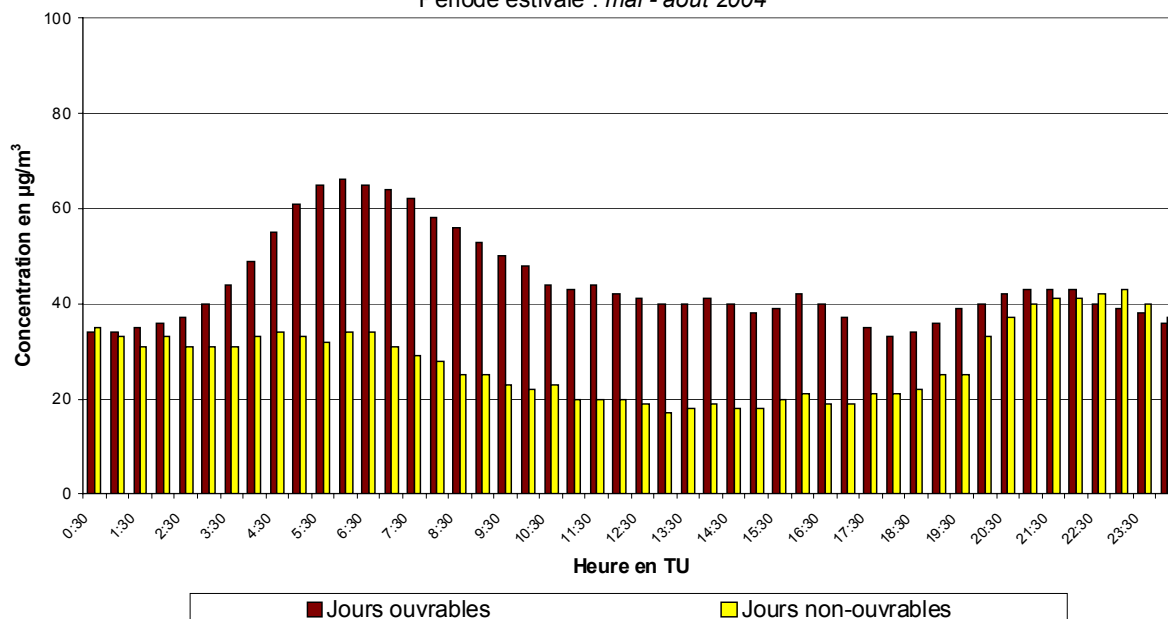


Fig. 48.b : Haren : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

OZONE - Woluwé-St-Lambert - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

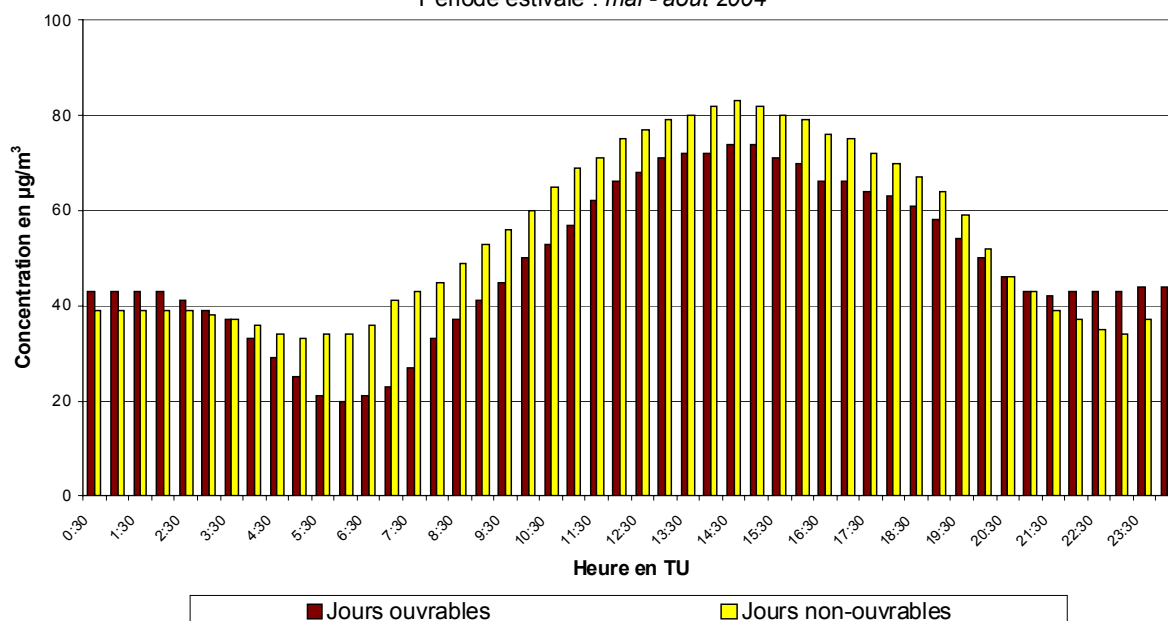


Fig. 49.a : Woluwé-St-Lambert : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Woluwé-St-Lambert - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

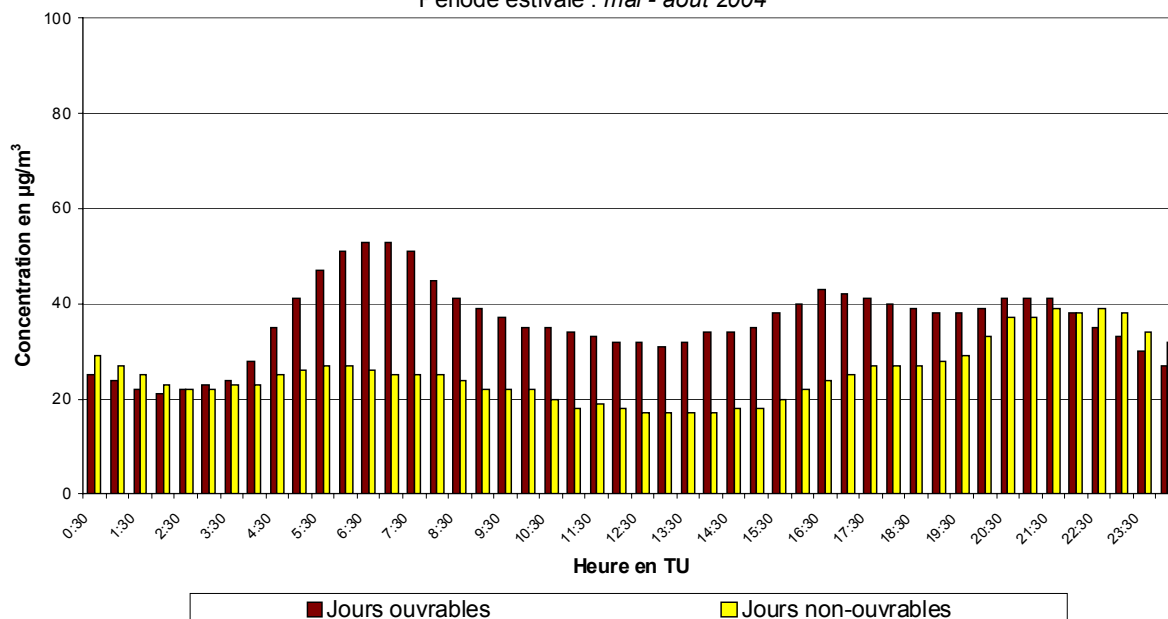


Fig. 49.b : **Woluwé-St-Lambert** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

OZONE - Parlement Européen - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

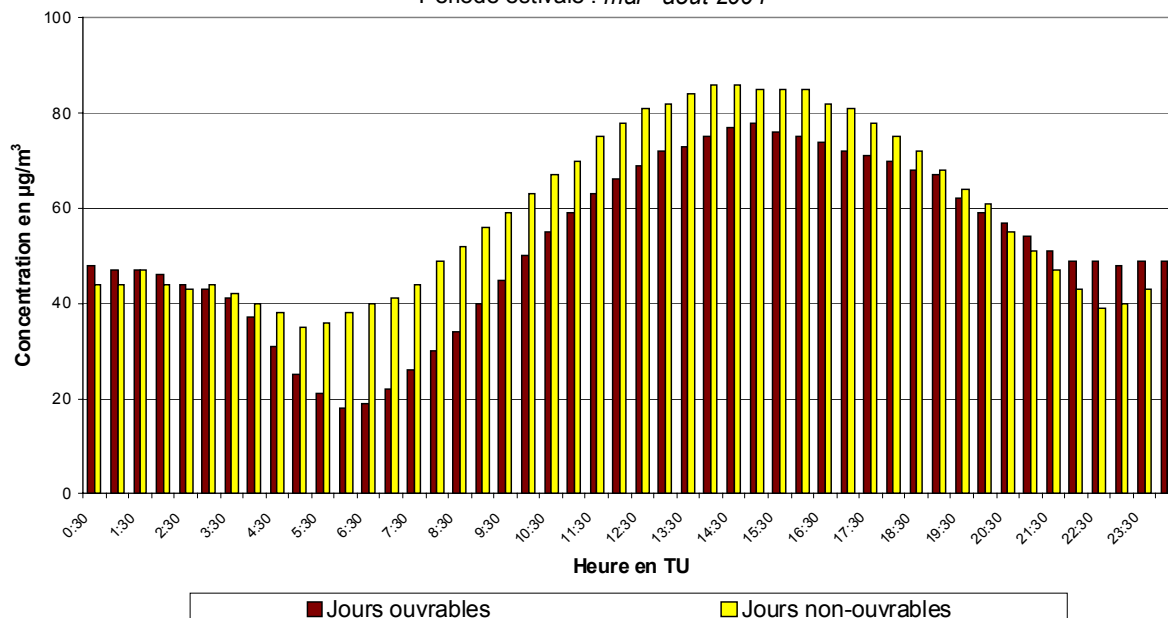


Fig. 50.a : **Parlement Européen** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Parlement Européen - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

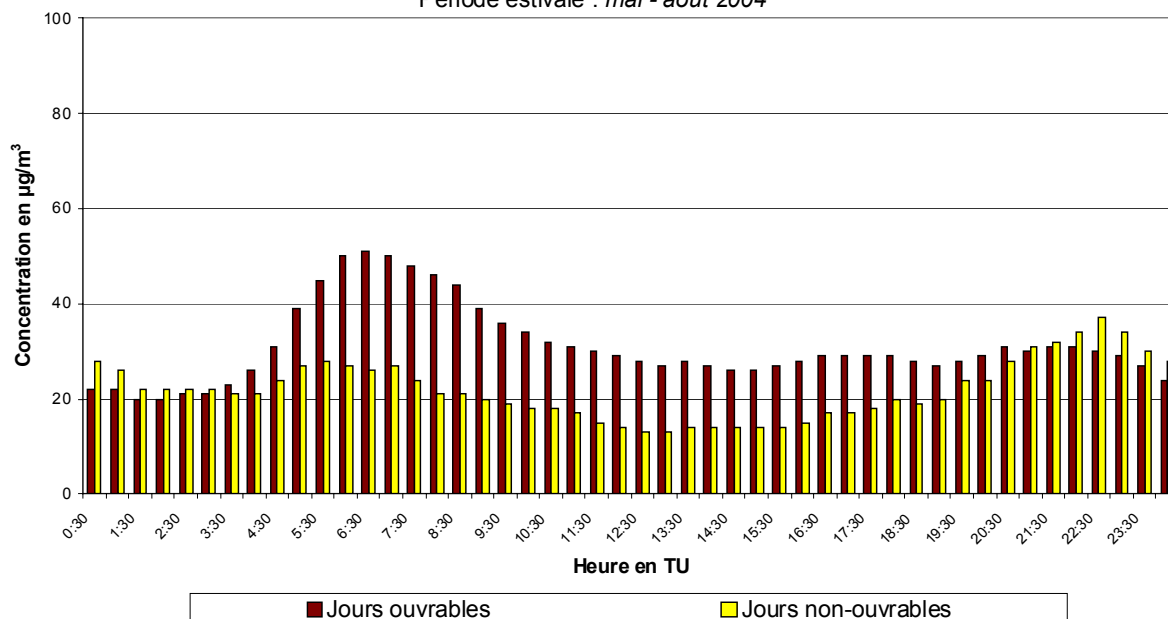


Fig. 50.b : **Parlement Européen** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

OZONE - Anderlecht - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

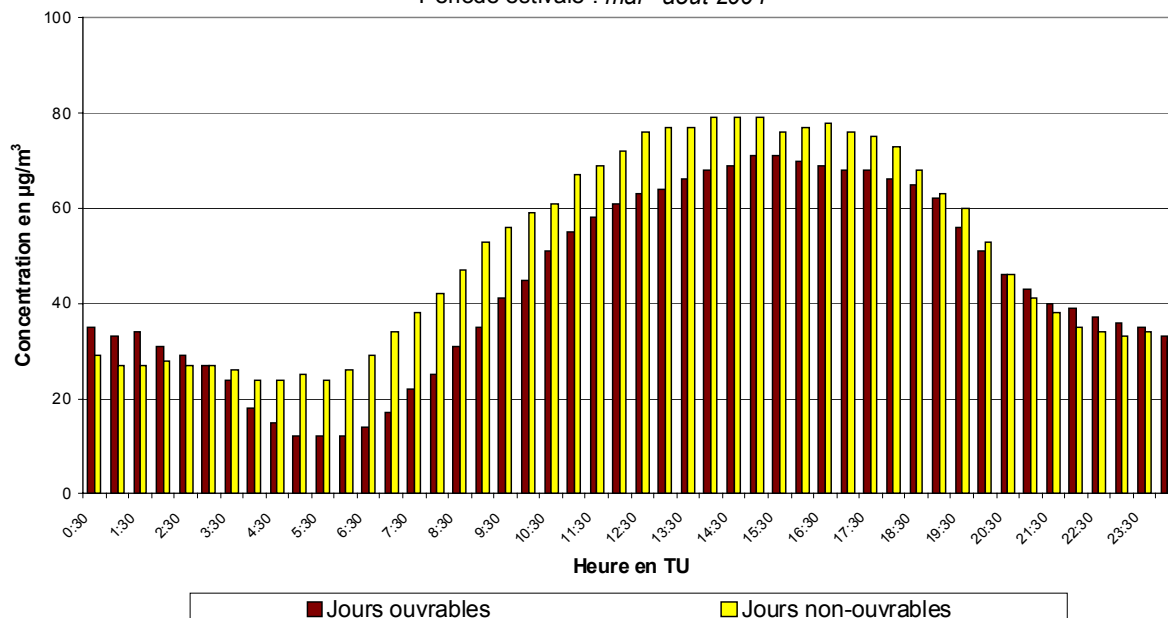


Fig. 51.a : **Anderlecht** : Évolution journalière moyenne de la concentration en O₃ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Anderlecht - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

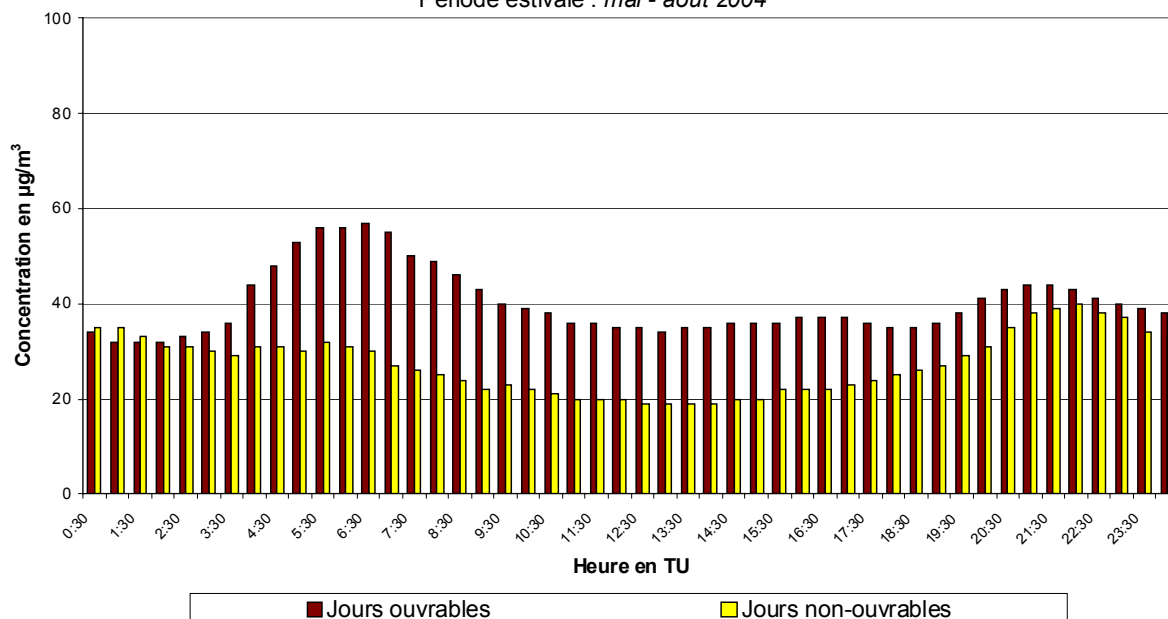


Fig. 51.b : **Anderlecht** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Eastman-Belliard - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

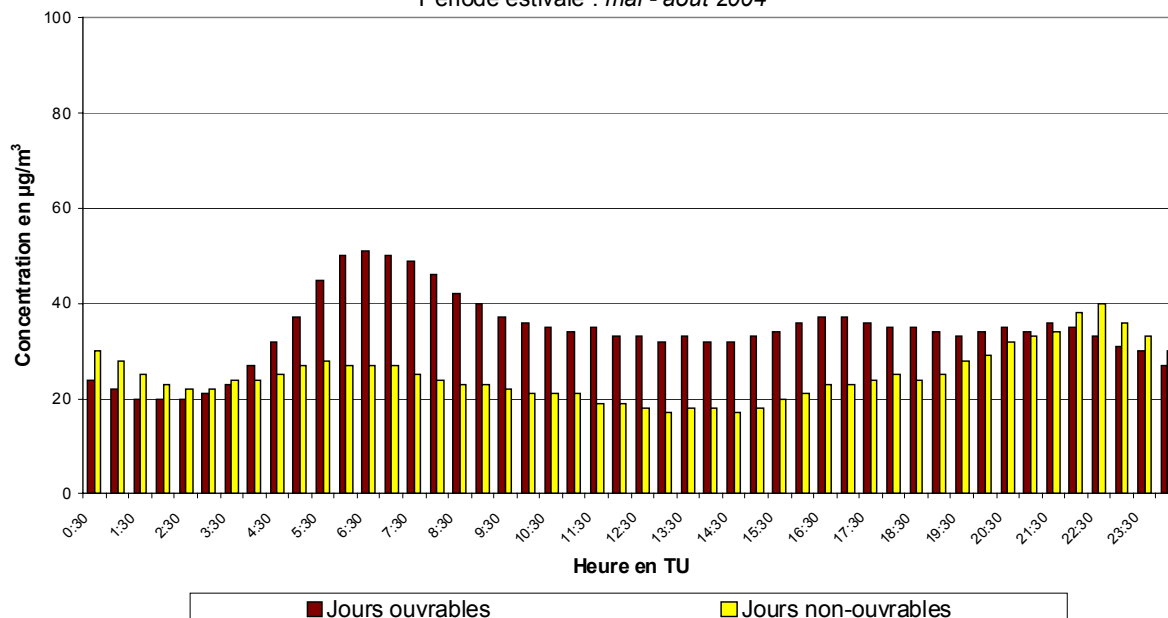


Fig. 52.a : **Eastman-Belliard** : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Parc Meudon - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

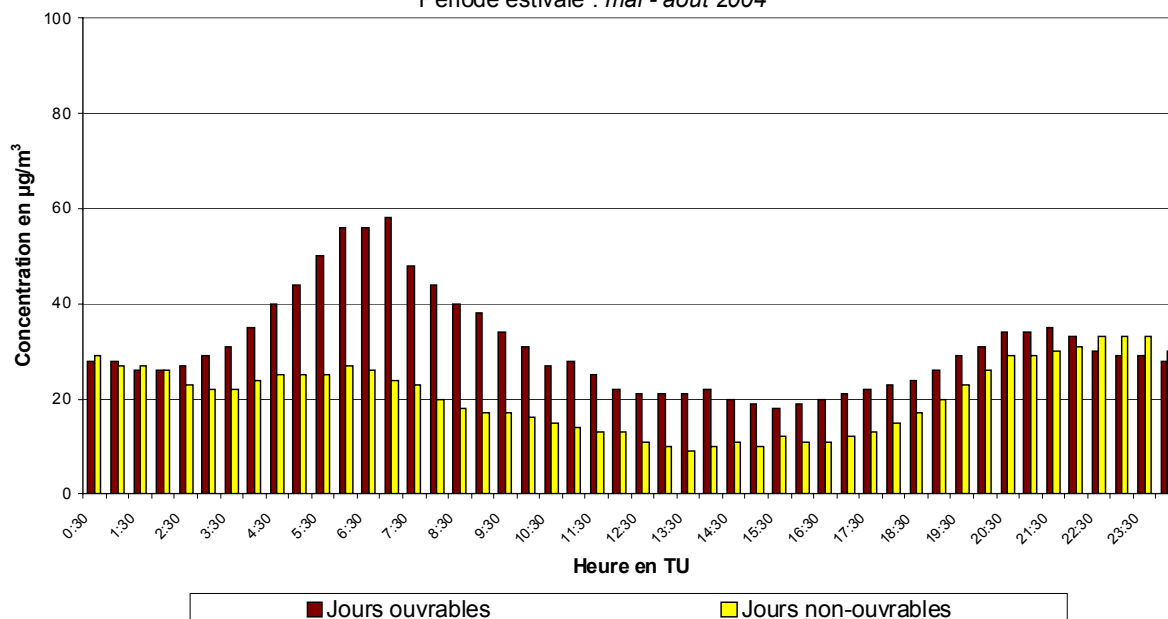


Fig. 52.b : Parc Meudon : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

NO₂ - Ixelles - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

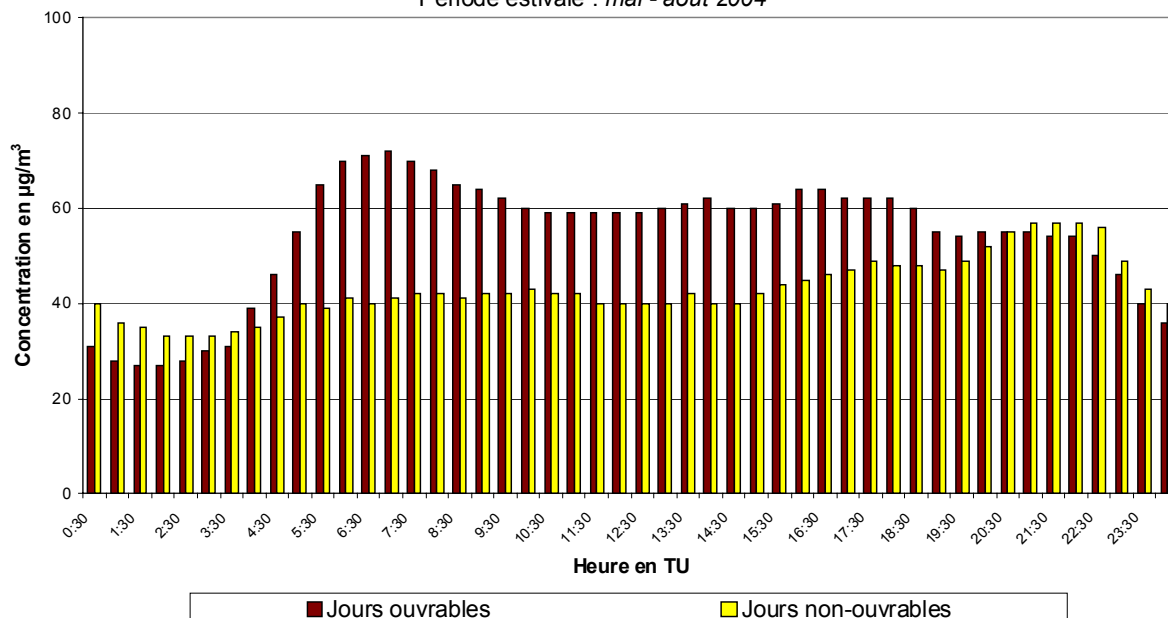


Fig. 53.a : Avenue de la Couronne à Ixelles : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

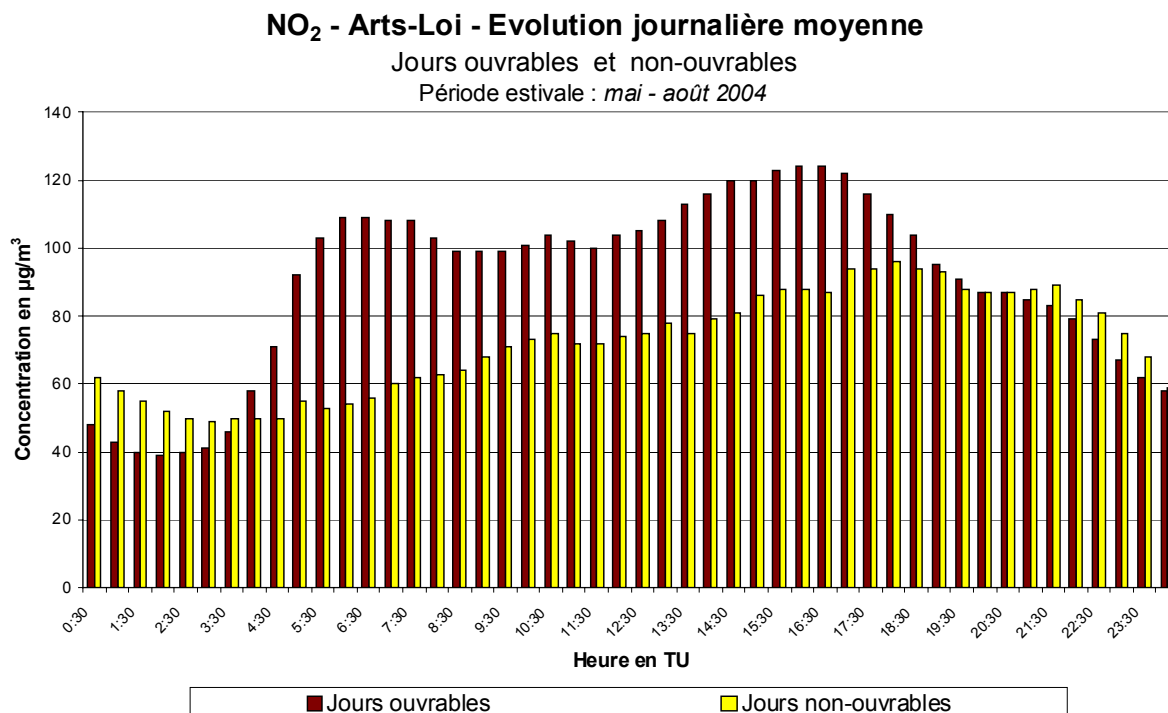


Fig. 53.b : Arts-Loi : Évolution journalière moyenne de la concentration en NO₂ les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

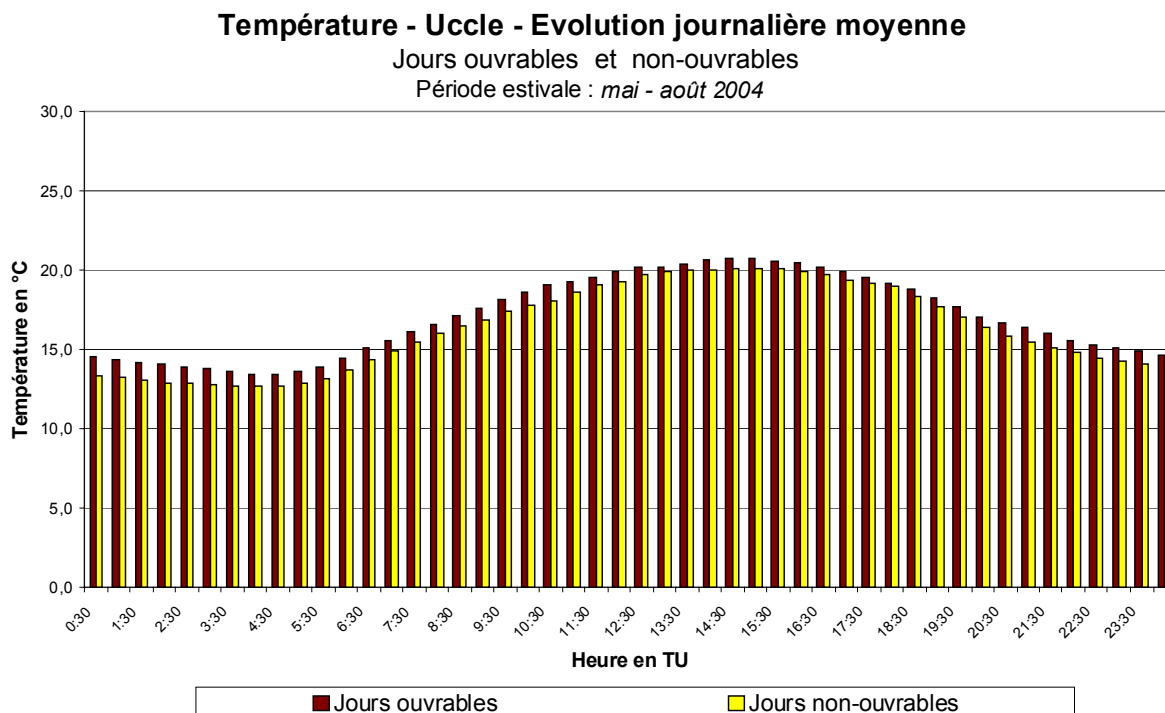


Fig. 54.a : Uccle : Évolution journalière moyenne de la température les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

Vitesse de Vent - Uccle - Evolution journalière moyenne

Jours ouvrables et non-ouvrables

Période estivale : mai - août 2004

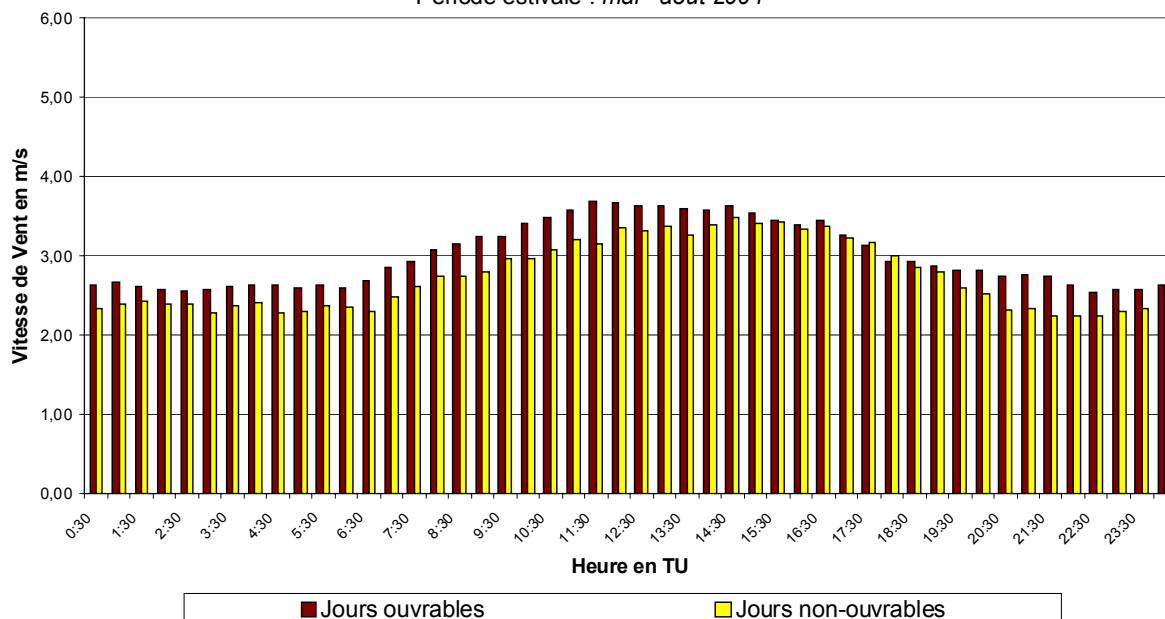


Fig. 54.b : Uccle : Évolution journalière moyenne de la vitesse de vent les jours ouvrables et non-ouvrables pendant la période mai - août 2004

16. Evolution hebdomadaire moyenne

La différence de concentration en O_3 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 figures 55, 56 et 57 donnent l'évolution hebdomadaire moyenne des concentrations pendant la période *estivale* « avril - septembre 2004 » et la période *hivernale* "octobre 2003 – mars 2004". La figure 55 donne l'évolution pour les postes de mesure à Uccle (R012), Berchem-Ste-Agathe (B011) et le Parlement Européen (B006). Les graphiques de la figure 56 donnent l'évolution hebdomadaire moyenne pour les postes de mesure à Molenbeek (R001), Ste.-Catherine (B004) et Haren (N043) et celles de la figure 57 l'évolution hebdomadaire moyenne pour les postes de mesures situés à Woluwé (WOL1) et Anderlecht (AND3).

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).

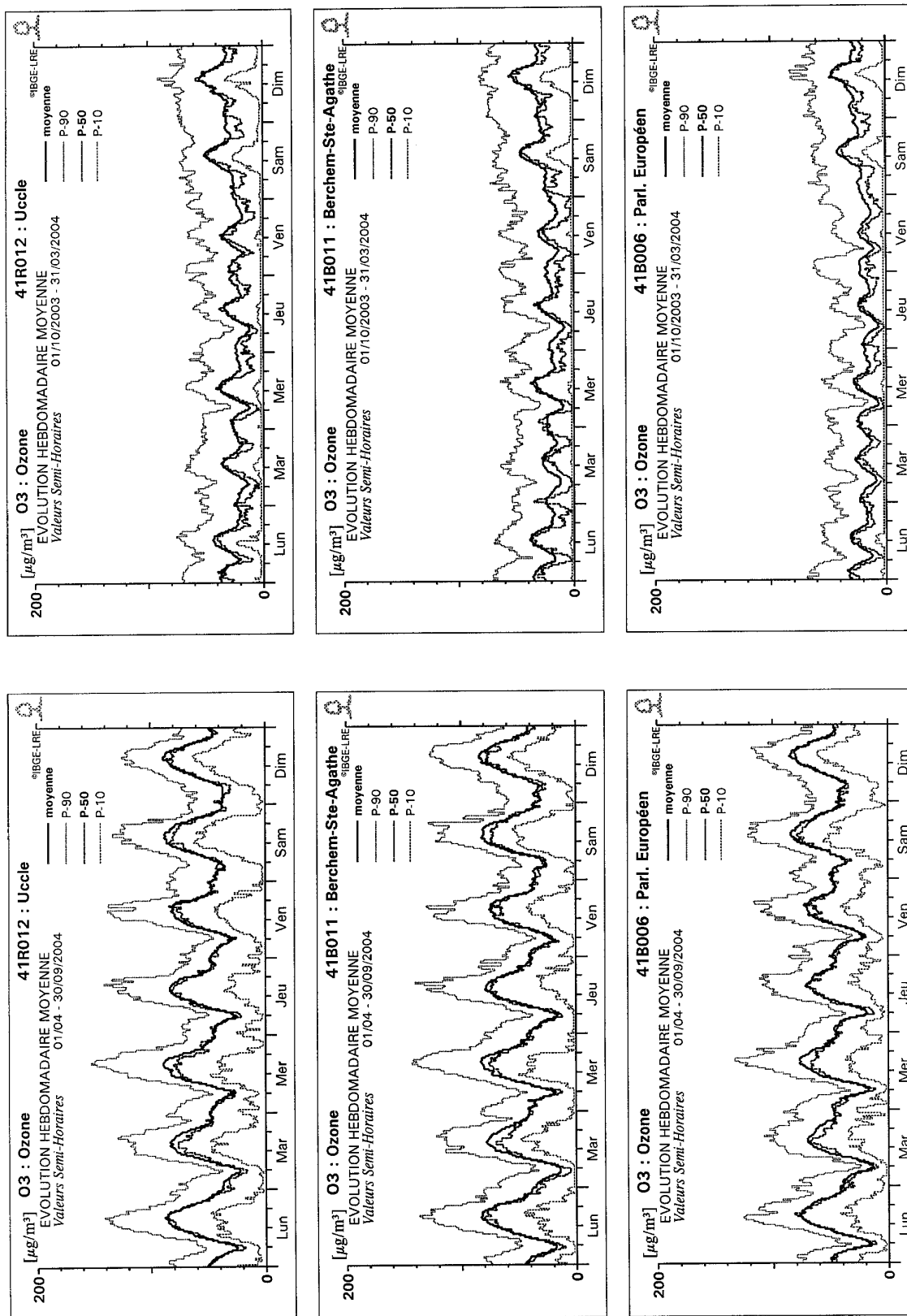


Fig. 55 : Évolution hebdomadaire moyenne de la concentration en ozone (été - hiver)
 Postes de mesure à Uccle, Berchem-Ste-Agathe et au Parlement Européen

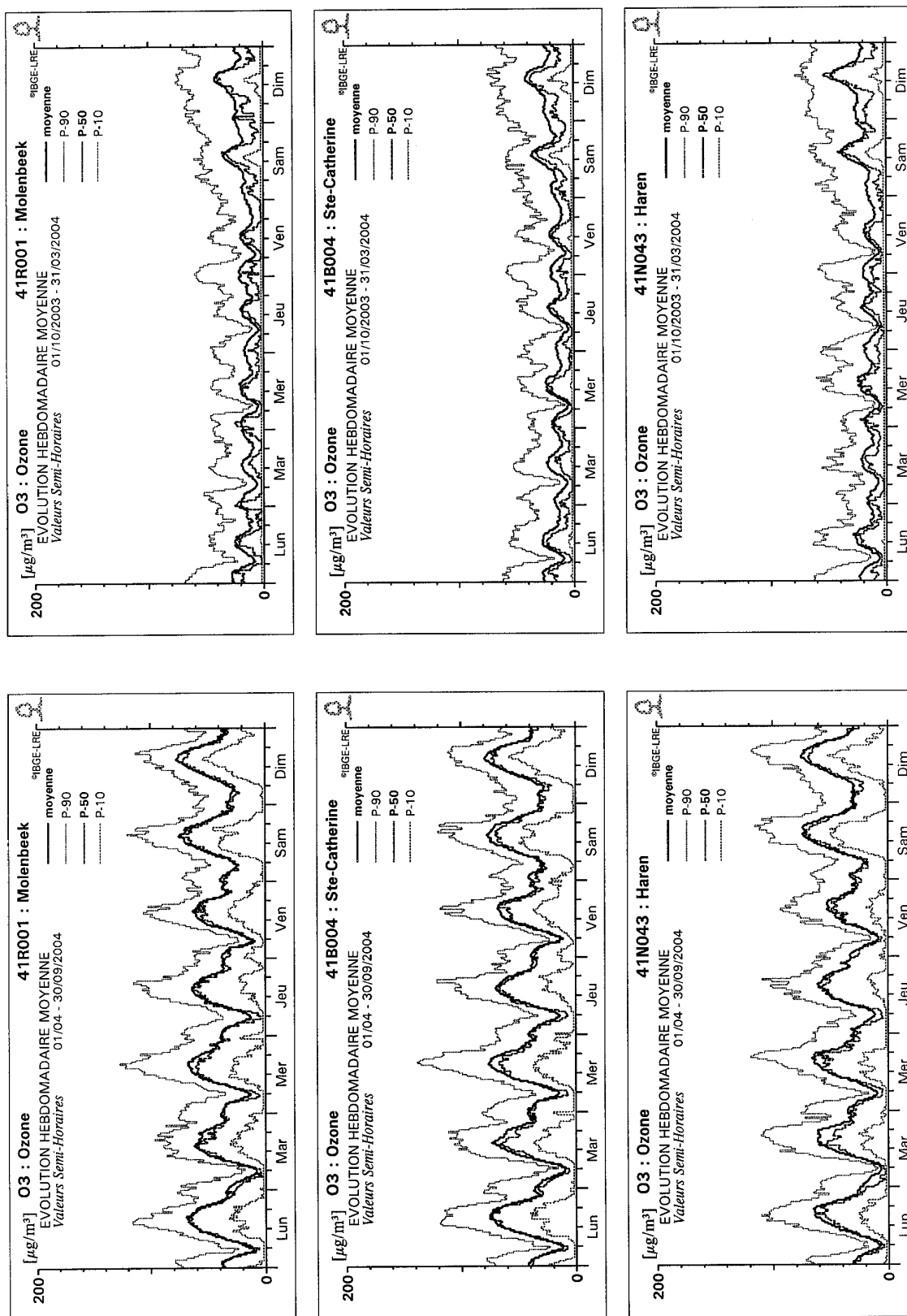


Fig. 56 : Évolution hebdomadaire moyenne de la concentration en ozone (été - hiver)

Postes de mesure à Molenbeek, Ste.-Catherine et Haren

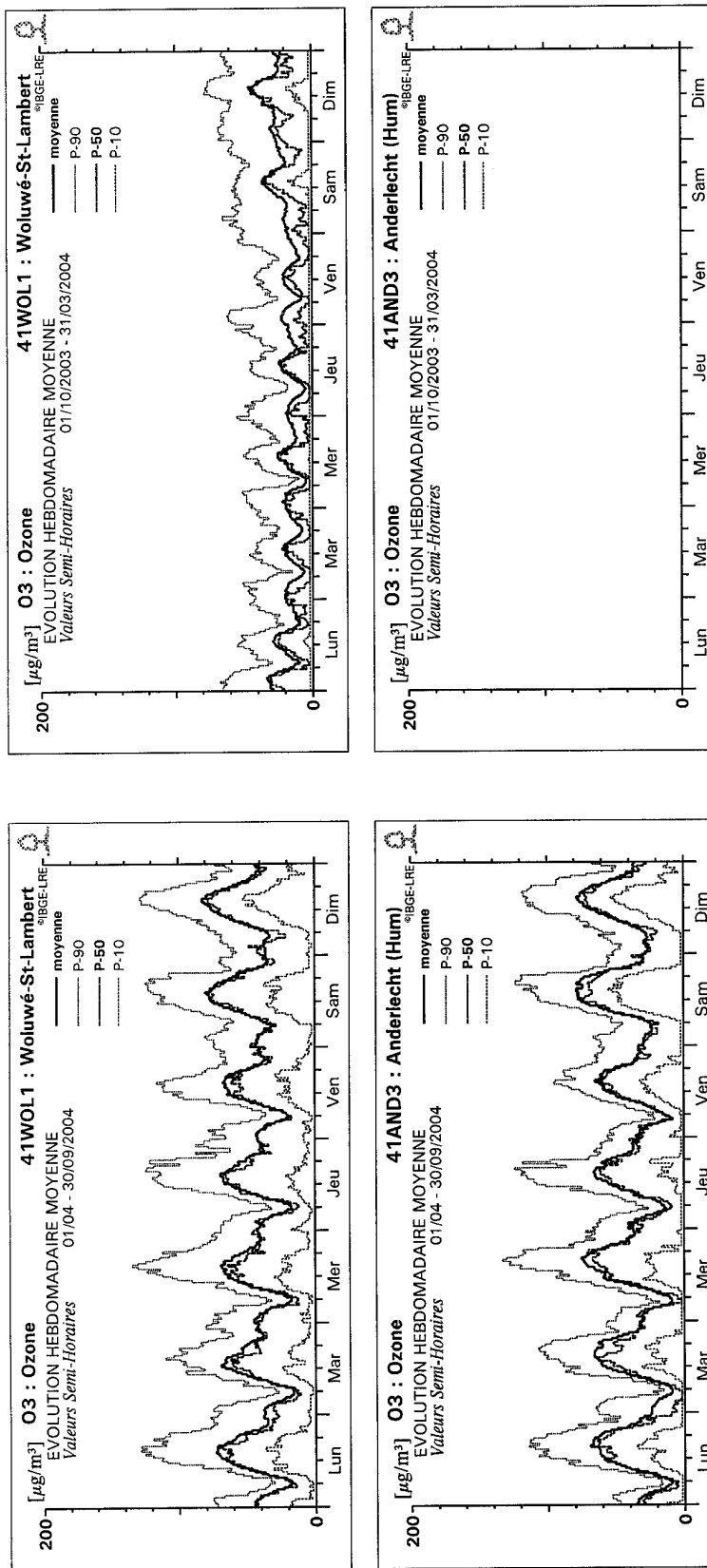


Fig. 57 : Évolution hebdomadaire moyenne de la concentration en ozone (été - hiver)
Postes de mesure à Woluwé et Anderlecht

17. Résultats d'une « Journée sans Voiture »

Le dimanche 19 septembre 2004, dans le cadre d'une action européenne, la Région de Bruxelles-Capitale a organisé une journée sans voiture. De 9 à 19 h heure locale (7 à 17 h TU), le trafic motorisé privé a été pratiquement complètement interdit sur l'entièreté du territoire de la Région. Grâce au « Réseau télémétrique de contrôle de la qualité de l'air » quelques constatations dignes d'intérêt ont été notées durant cette expérience.

NO et NO₂: les figures 60 et 61 donnent l'évolution journalière des concentrations de NO et NO₂ dans l'Avenue de la Couronne à Ixelles (poste R002) et au poste de mesure Arts-Loi (B003). Chaque graphique représente l'évolution de trois séries de données : les valeurs semi-horaires du dimanche 19 septembre 2004, le profil journalier d'un dimanche moyen de la période 1 mai-18 septembre 2004 et le profil journalier moyen d'un jour ouvrable de la même période.

Les graphiques permettent de constater que le dimanche 19 septembre 2003, entre 7 et 17 h TU (9 et 19 h locales), les concentrations de NO sont nettement plus basses qu'un dimanche moyen et que les concentrations les plus élevées correspondent à un jour ouvrable moyen. Pour le NO₂ on constate également des concentrations plus faibles pendant la période d'application de la journée sans voiture. Pour le NO₂ les différences de niveau de concentrations entre le dimanche sans voiture, un dimanche moyen et un jour ouvrable moyen sont moins importantes que pour le NO. Ceci corrobore la constatation que les concentrations en NO₂ sont réparties de façon plus homogène dans l'espace et dans le temps.

Les graphiques de la figure 62 donnent, pour la journée sans voiture, une comparaison des profils journaliers de NO et NO₂ dans quatre postes de mesure différents. Pour la période sans trafic on note, pour le NO, une diminution de concentration dans les postes à proximité du trafic. Dans les autres postes de mesure, les concentrations en NO sont déjà très basses.

Pour le NO₂ on remarque assez vite une diminution des concentrations dans tous les postes de mesure, même dans les endroits qui ne sont pas soumis à un environnement de trafic important. Ceci est une constatation fondamentale : il existe bien une marge pour une éventuelle diminution des concentrations de NO₂. Si, dans l'avenir, on pouvait réaliser de façon permanente des réductions considérables des émissions de NO_x (p.ex. par un parc automobile avec piles à combustible), la concentration générale de NO₂ baisserait, ce qui permettrait de respecter la sévère norme NO₂ (moyenne annuelle < 40 µg/m³) également dans les centres urbains à trafic intense. Une baisse significative des concentrations en NO₂ peut de plus induire moins de pollution photochimique (problématique de l'ozone).

O₃: pour les postes de mesure d'Uccle et de Berchem-Ste-Agathe, le profil journalier des concentrations d'O₃ du dimanche sans voiture est représenté par les graphiques de la figure 63. Le dimanche sans voiture la concentration en ozone durant les heures sans trafic était plus élevée que le niveau attendu pour un dimanche normal de ce mois de l'année. Contrairement à la journée sans voiture de l'an 2003 (temps exceptionnellement chaud) les concentrations n'étaient pas plus élevées que pour un dimanche moyen de la période estivale.

L'augmentation de la concentration était générale et a été constaté dans tous les postes de mesure de la Région, comme le montrent le graphique O₃ à la figure 64, où sont comparées les concentrations de 4 postes de mesure.

A la fin de la période sans trafic la concentration en ozone chute. Pendant la période d'arrêt du trafic, il y a moins de NO émis dans l'air. Ceci diminue la destruction d'ozone et la concentration augmente. Dès le retour du trafic les émissions de NO détruisent une partie de l'ozone présent et le NO est oxydé en NO₂. Ceci est clairement illustré par le graphique en-dessous de la figure 64.

Conjugué avec l'effet week-end de l'ozone, cette expérience apporte une preuve supplémentaire qu'une mesure (d'urgence) telle que l'arrêt du trafic, en vue d'une diminution des concentrations d'ozone, est contre productive dans les conditions actuelles.

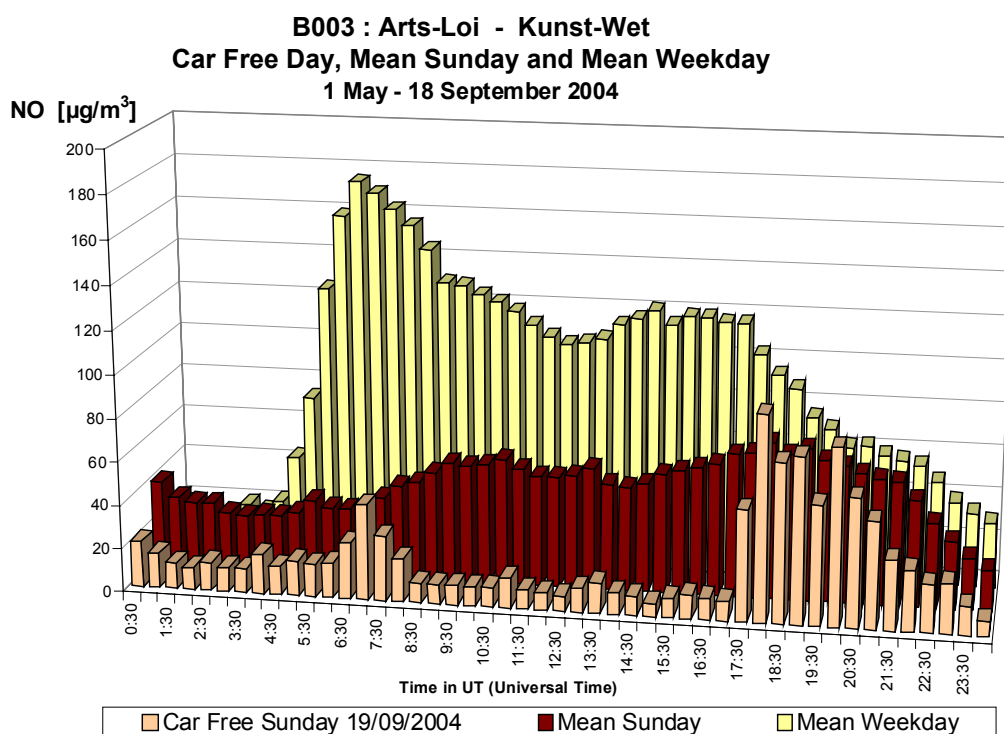
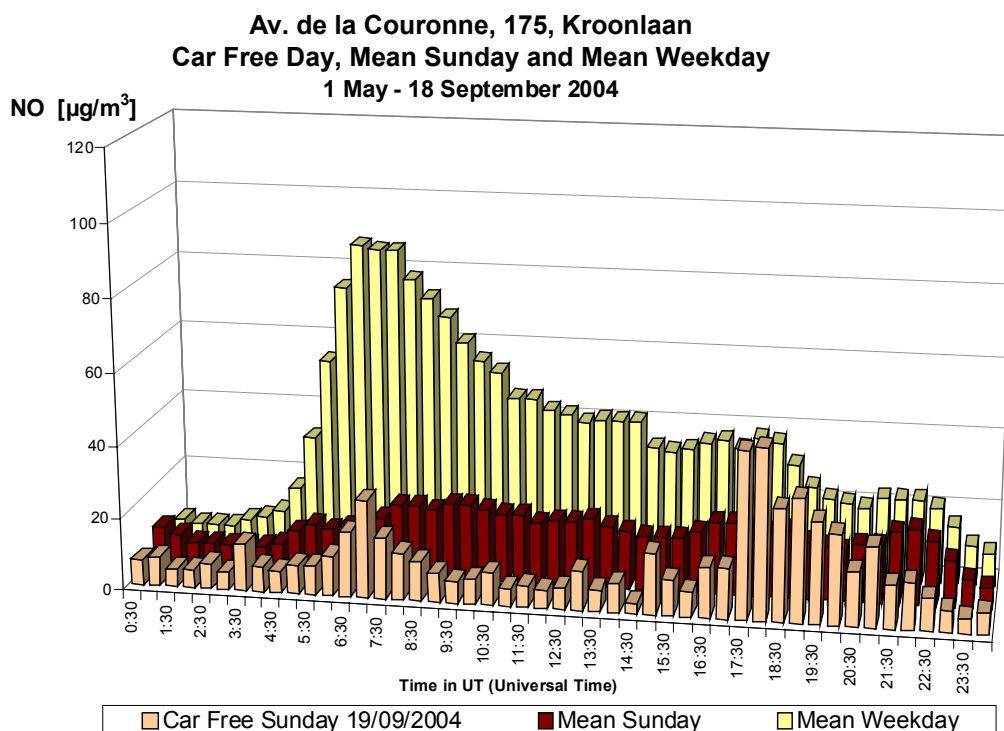


Fig. 60 : NO - évolution des concentrations le dimanche sans voiture, un dimanche moyen et un jour ouvrable moyen - Av. de la Couronne à Ixelles et Arts-Loi

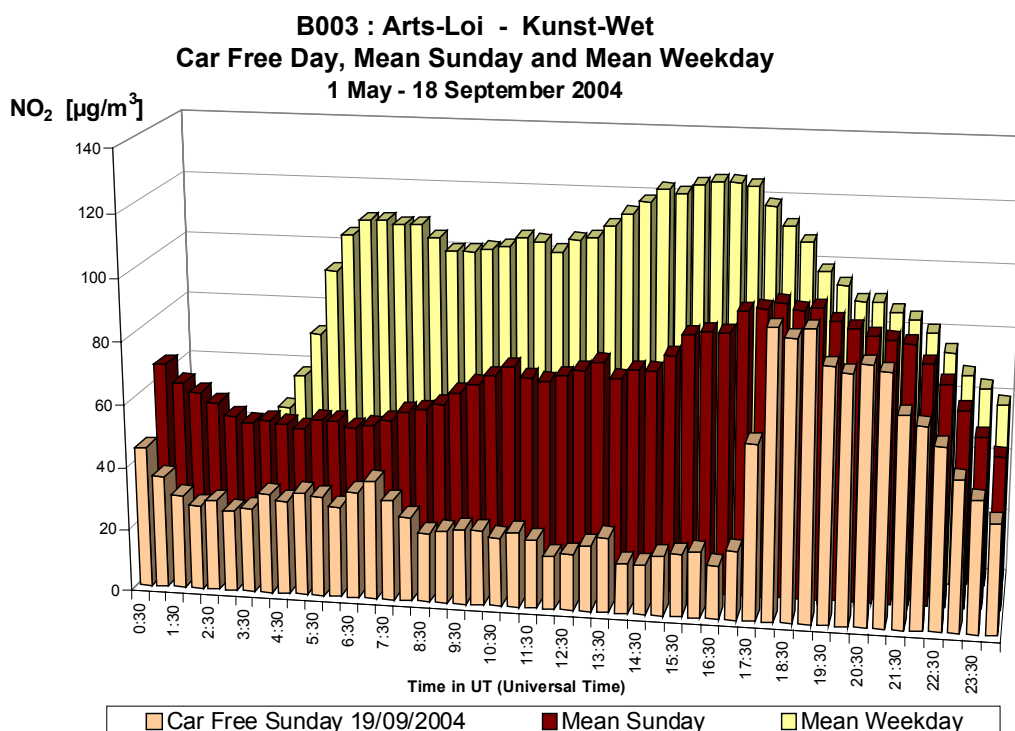
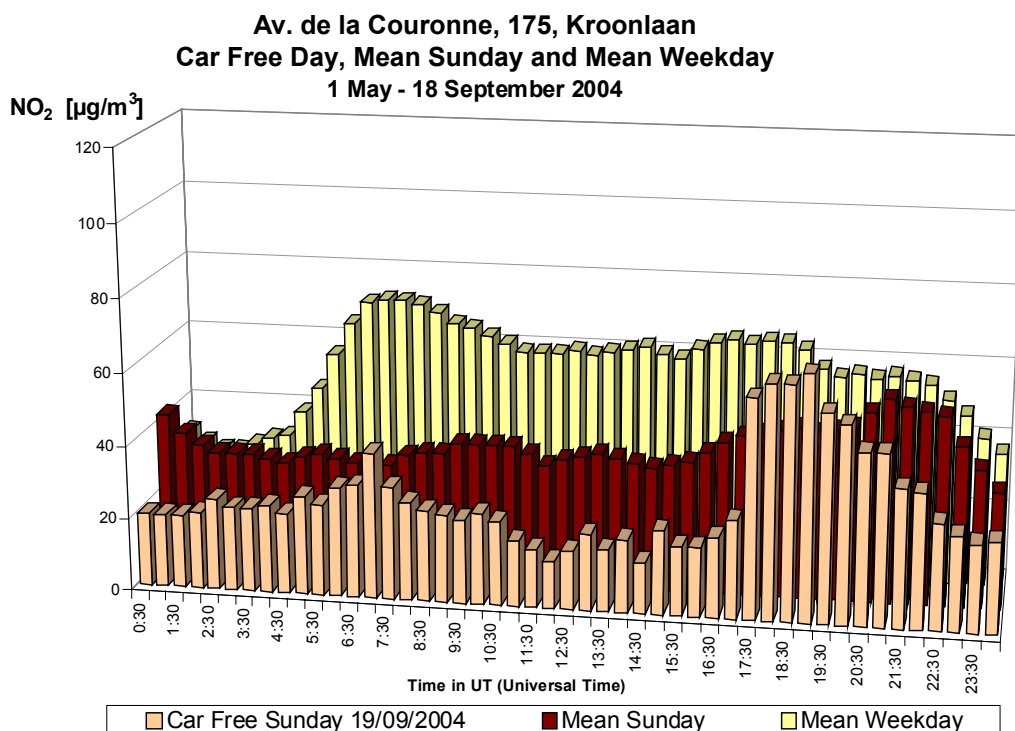
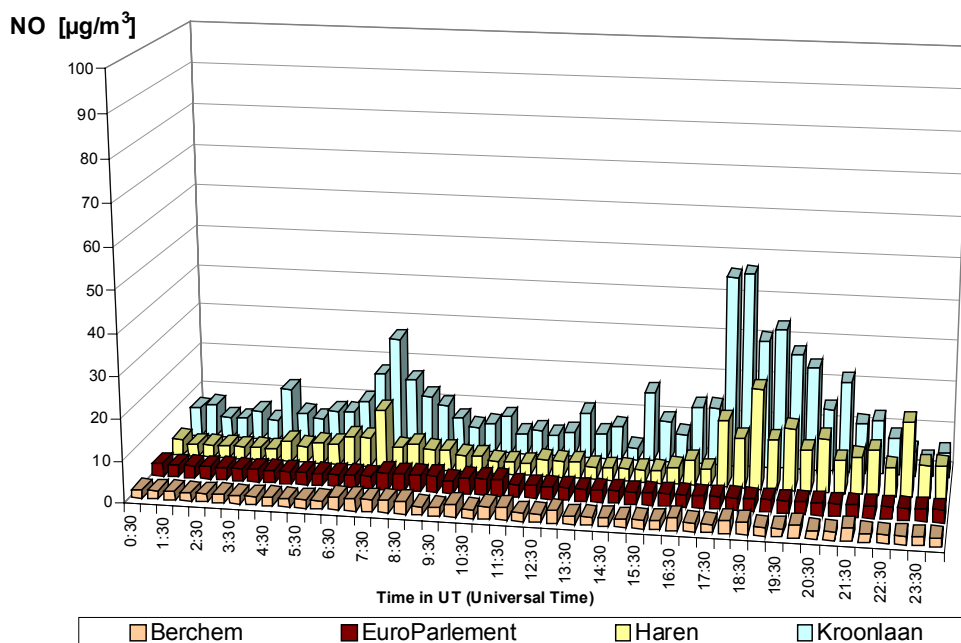


Fig. 61 : NO₂ - évolution des concentrations le dimanche sans voiture, un dimanche moyen et un jour ouvrable moyen - Av. de la Couronne à Ixelles et Arts-Loi

**NO - Car Free Day - Sunday 19 september 2004
Comparison 4 different sites**



**NO₂ - Car Free Day - Sunday 19 september 2004
Comparison 4 different sites**

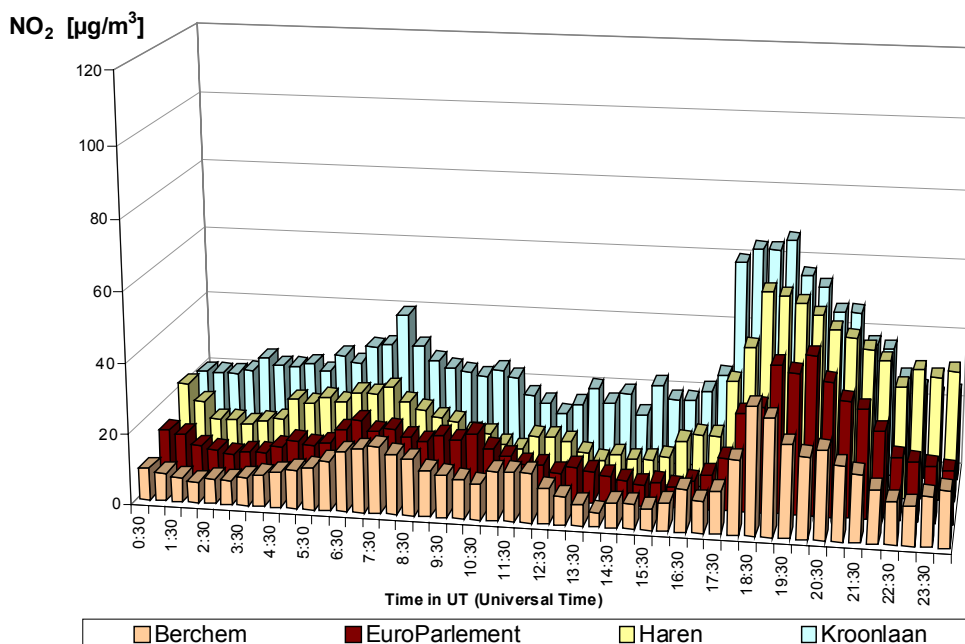


Fig. 62 : NO et NO₂ - Journée sans ma voiture
Comparaison de l'évolution des concentrations à 4 postes différents

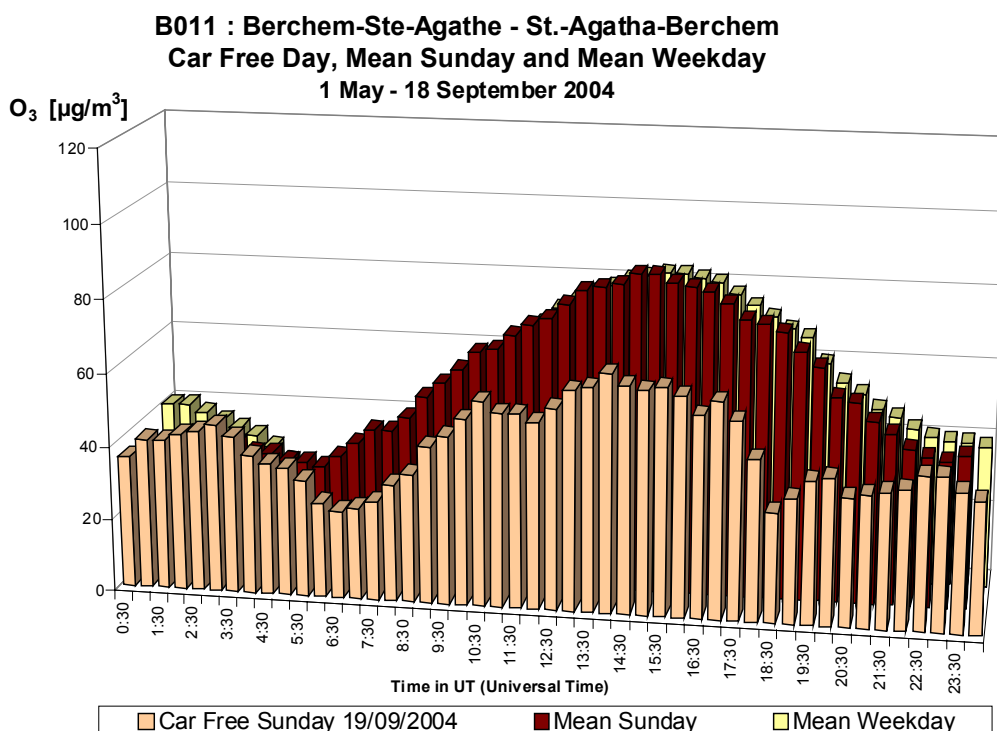
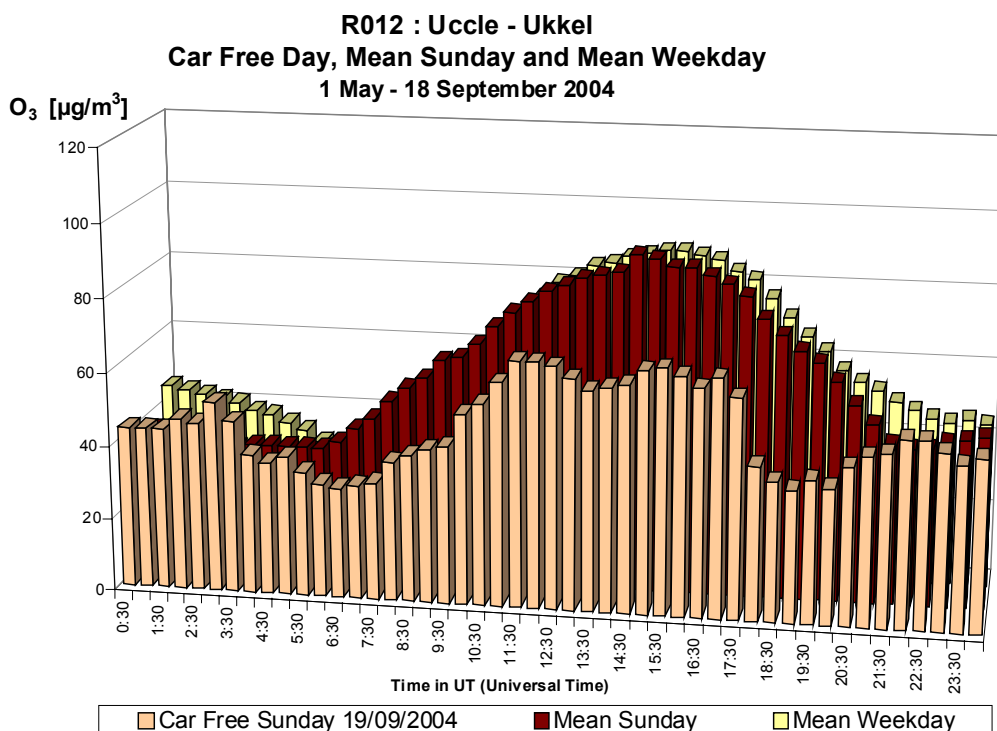
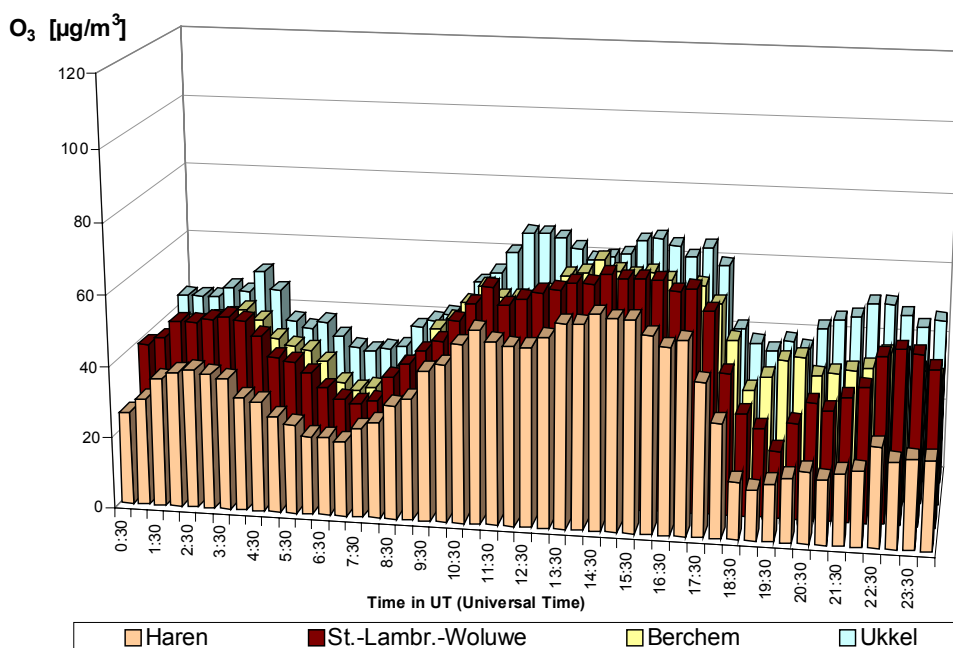


Fig. 63 : O₃- évolution des concentrations le dimanche sans voiture, un dimanche moyen et un jour ouvrable moyen - Uccle et Berchem-Ste-Agathe

O₃ - Car Free Day - Sunday 19 september 2004
Comparison 4 different sites



[O₃ + NO₂] - Car Free Day - Sunday 19 september 2004
Comparison 4 different sites

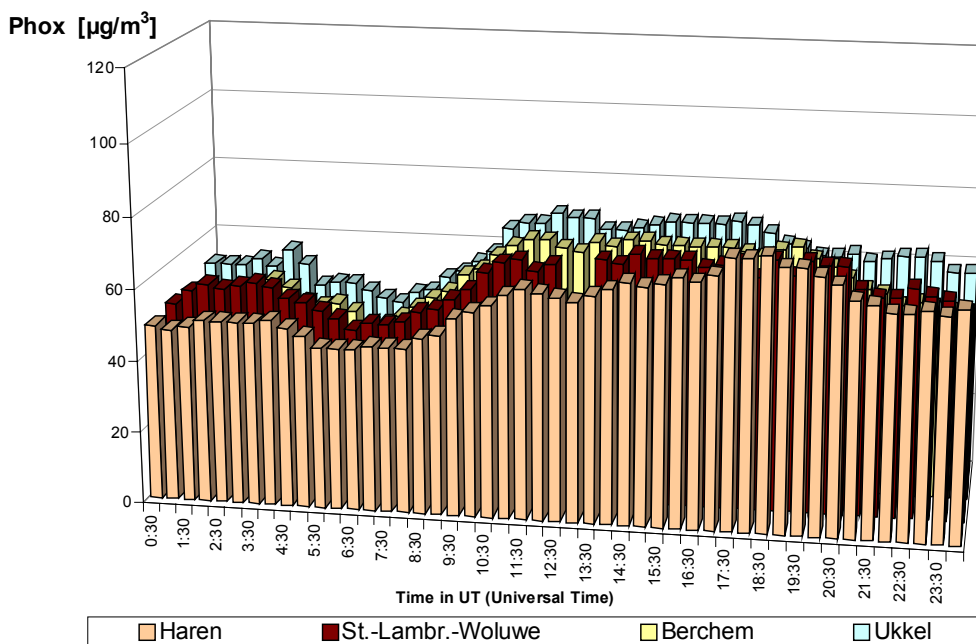


Fig. 64 : O₃ et Phox [O₃ + NO₂] - Journée sans ma voiture
 Comparaison de l'évolution des concentrations à 4 postes différents

18. 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. Comparé à la période estivale de 2003, l'été de 2004 était nettement moins chaud et moins riche en ozone avec pour conséquence un nombre plus limité de dépassements.

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). Durant la période estivale de 2004 l'ozone a également été mesuré à Anderlecht.

Les points de mesure de Molenbeek, Ste-Catherine, Haren et Woluwé sont plus ou moins situés à proximité d'axes importants de circulation. La qualité de l'air aux postes de mesure d'Uccle et de Berchem-Ste-Agathe est influencée dans une bien 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 NO₂ 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 d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂), est mesurée dans 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. Durant la période estivale de 2004 des mesures ont également été réalisées à Anderlecht.

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 typiques urbaines, 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.

18.1. Directive ozone 2002/3/CE

18.1.1. 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 2010-2012 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 et 2002 ont empêché le dépassement systématique 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 à la page 128 et le tableau à la page 129).

Le nombre moyen de jours de dépassement sur les 16 dernières années est égale à 25. La conformité avec la valeur cible à partir de l'an 2010 ne peut pas être considérée comme déjà 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 début août qui sont prépondérantes pour le respect ou non du nombre de jours avec dépassement autorisé. 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 satisfaire, à partir de 2010, la valeur cible pour la santé humaine, une diminution sensible des concentrations moyennes 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 de l'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 à partir de 2020, est encore loin d'être atteint.

18.1.2. 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 µg/m³.h**.

Le graphique en-dessous indique que cet objectif est actuellement respecté dans tous les postes de mesure la Région Bruxelles-Capitale. La valeur de l'AOT40-MJ de certaines périodes estivales, riches en ozone (2003, 1995, 1994, 1990 et 1989), peut néanmoins dépasser cette valeur (voir tableau IV.a à la page 42).

Des valeurs inférieures à l'objectif à long terme, à savoir 6.000 µg/m³.h, sont pour l'instant loin d'être accessibles dans les postes de mesure d'Uccle et de Berchem-Ste-Agathe.

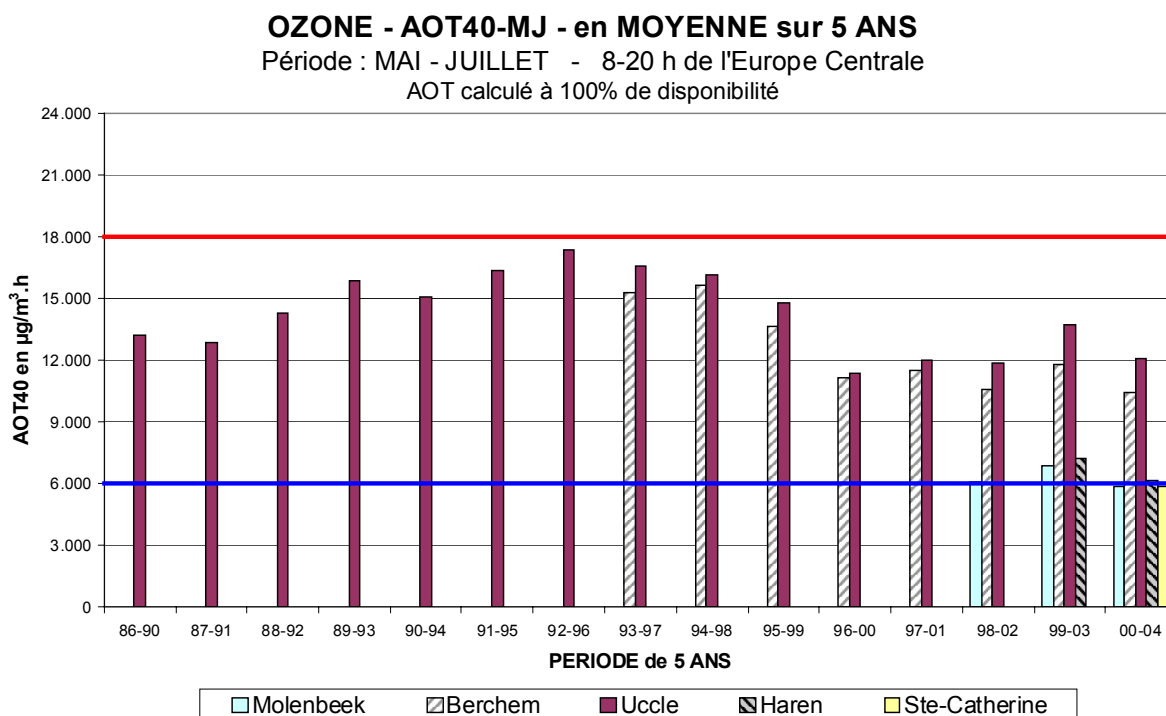


Fig. 65 : Évolution AOT40-MJ, moyenné sur 5 ans
 AOT-MJ : AOT pour la période mai-juillet de 8 à 20 h de l'Europe centrale
 AOT calculé à 100% de disponibilité des résultats

18.1.3. Seuil d'information et seuil d'alerte

Le dépassement du seuil d'information de la population, à savoir **180 µg/m³** en tant que **valeur horaire**, a été atteint **quatre (4) jours** différents durant la période de « *mai à août 2004* » dans la Région de Bruxelles-Capitale : le vendredi 30 juillet, mardi 3 août, mercredi 4 et jeudi 5 août. Des périodes estivales avec un nombre comparable de dépassement étaient les périodes estivales de 1991 (3 jours), 1988 (4 jours) et 1999 (4 jours).

Pendant l'été 2004 le seuil d'alerte, à savoir **240 µg/m³** en tant que **valeur horaire** n'a pas été dépassé en Région de Bruxelles-Capitale. Des dépassements ont seulement été constatés durant les étés riches en ozone de 2003 (2 jours), 1989 (3 jours), 1995 (3 jours) et 1994 (2 jours).

18.1.4. Aperçu du nombre de dépassements

Le graphique ci-dessous donne un aperçu de l'évolution du seuil d'information (180 µg/m³ comme valeur horaire) et de la valeur cible (120 µg/m³ comme valeur maximale sur 8 heures de la journée) pour la protection de la santé humaine, figurant dans la **directive** sur l'**O₃ 2002/3/CE**.

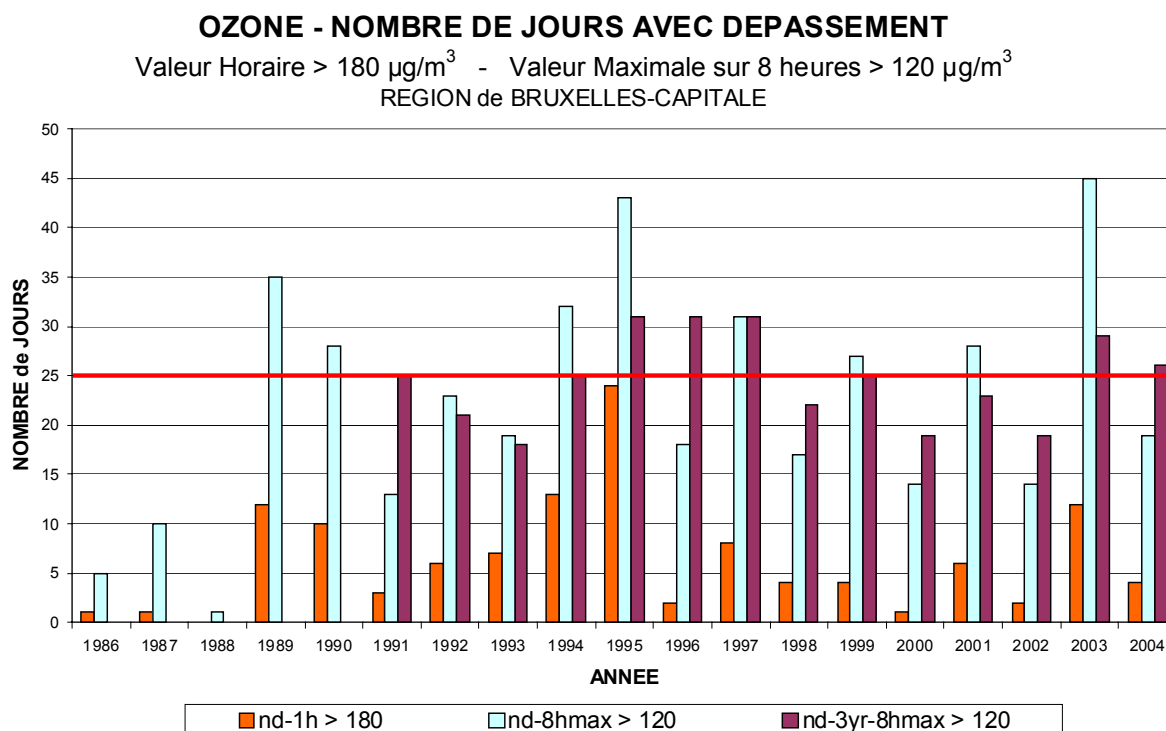


Fig. 66 : Ozone : nombre de jours avec dépassements en Région de Bruxelles-Capitale

Nombre de jours avec des valeurs horaires supérieures à 180 µg/m³ et des valeurs maximales sur 8 heures supérieures à 120 µg/m³ (par an et moyenné sur 3 ans)

Périodes annuelles : 1 janvier - 31 décembre (1986 - 2003)

Données partielles pour l'année 2004 (1^{er} janvier - 31 août)

Le tableau suivant donne un aperçu de l'évolution du nombre de dépassements du seuil d'information (180 µg/m³ comme valeur horaire), du seuil d'alerte (240 µg/m³ comme valeur horaire) et de la valeur cible (120 µg/m³ comme valeur maximale sur 8 heures de la journée) pour la protection de la santé humaine, figurant dans la **directive** sur l'**O₃ 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_1h > 180]
- valeurs horaires supérieures à 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_1h > 240]
- valeur maximale sur 8 heures supérieure à 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [nd_8hmax > 120]
- valeur max. sur 8h. > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenné sur 3 ans [nd3y_8hm > 120]

	nd 1h > 180	nd 1h > 240	nd 8hmax > 120	nd 3vr 8hmax > 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]	[19]	[26]

OZONE : Nombre de jours avec dépassement dans la Région

PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER - 31 DECEMBRE (1986 - 2003)

[Données partielles pour la période "2004" : 1^{er} janvier - 31 août]

18.2. 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 SO_2 , NO_2 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 NO_2 supérieure à **200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . 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 NO_2 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 chaudes (2003) ce phénomène (de l'ozone caché) fait augmenter la concentration moyenne annuelle en NO₂ de quelques unités aux postes de mesures 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 pour atteindre 0 en 2010. La valeur moyenne annuelle de 2004 est à comparer à **52 µg/m³** (valeur limite + marge de tolérance).

Ce critère est actuellement respecté dans tous les postes de mesure de la Région, à l'exception du poste de mesure "Arts-Loi" (voir remarque) et du poste situé à l'Avenue de la Couronne à Ixelles, une « *canyon street* », où les concentrations moyennes de la période janvier-août 2004 s'élèvent à 87 et 55 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 mesures 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.

Depuis la mise en vigueur de la directive 1999/30/CE, seule la valeur limite de l'ancienne directive (85/580/CE) reste encore d'application jusqu'en 2005. Cette directive spécifie une valeur limite de 200 µg/m³ en tant que 98^{ème} centile des valeurs moyennes horaires sur l'année calendrier. Le respect de cette valeur limite ne pose aucun problème en Région de Bruxelles-Capitale.

18.3. 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 NO₂ 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 NO₂ 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.

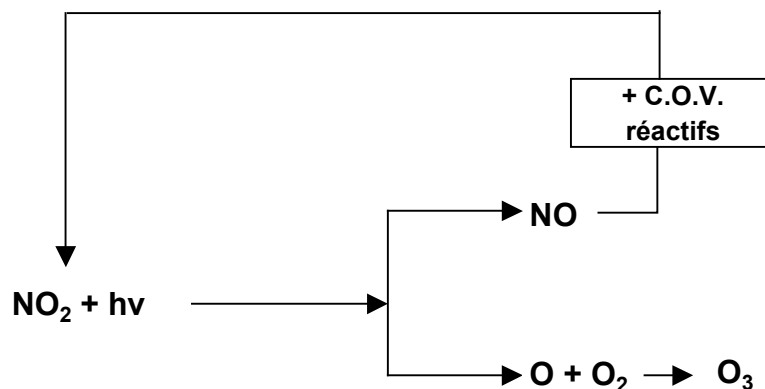


Fig. 67 : formation excessive d'ozone (schéma simplifié)

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 peut-être une concentration d'ozone pratiquement homogène au-dessus de la région. A l'exception du dimanche sans « voiture » 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.

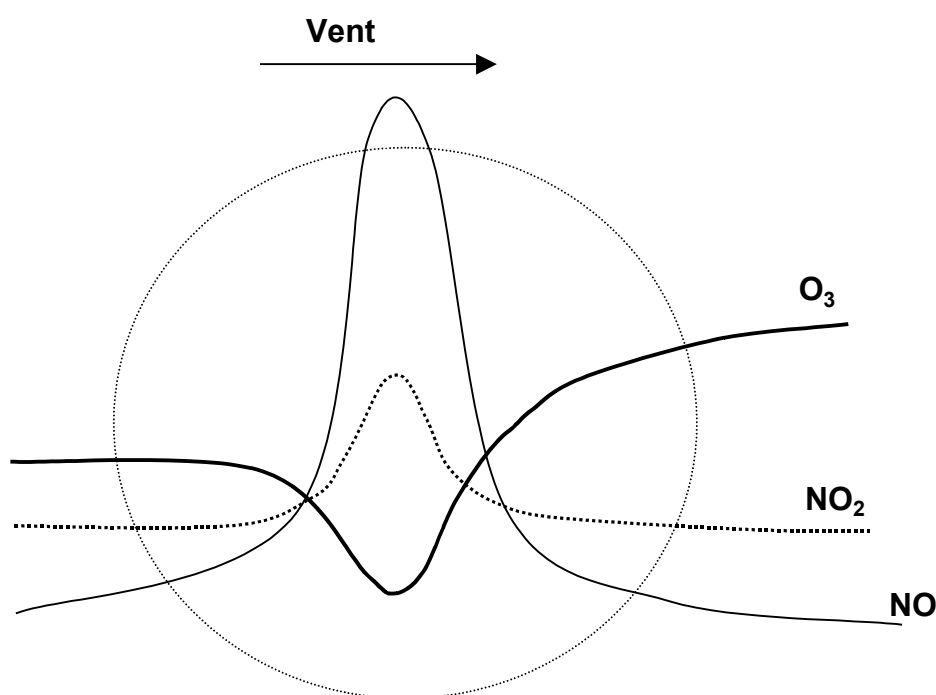


Fig. 68 : Destruction de l'ozone au centre-ville par l'excès de NO provenant du trafic.

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 d'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 "un jour de week-end ou un jour férié moyen". Tout comme pour les étés précédents (1994 à 2003), les concentrations d'ozone pendant l'été 2004 ont été, en moyenne, plus élevées les jours non-ouvrables, que les jours ouvrables.

Les concentrations élevées en ozone le dimanche sans « voiture » de l'année passée (2003) et une distribution spatiale plus égalisée les jours sans trafic forment 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 jours 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 ses 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 mesure des 25 pays de la CE une différence marquée en concentration d'ozone le week-end et les jours ouvrables.

18.4. Évolution à long terme

Les rapports 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 aussi en Région de Bruxelles-Capitale depuis quelques années. Les graphiques de la page 135 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 estivales chaudes, fussent-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 graphique supérieure p. 136), 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 graphique inférieure). 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 devront encore diminuer de façon draconienne avant que, suite à l'oxydation d'une partie de NO en NO₂, une diminution des concentrations ambiantes de NO₂ ne puisse être constatée.

Comme il y a moins de NO présent dans l'air ambiant, la destruction de l'ozone diminue, ce qui 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 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.

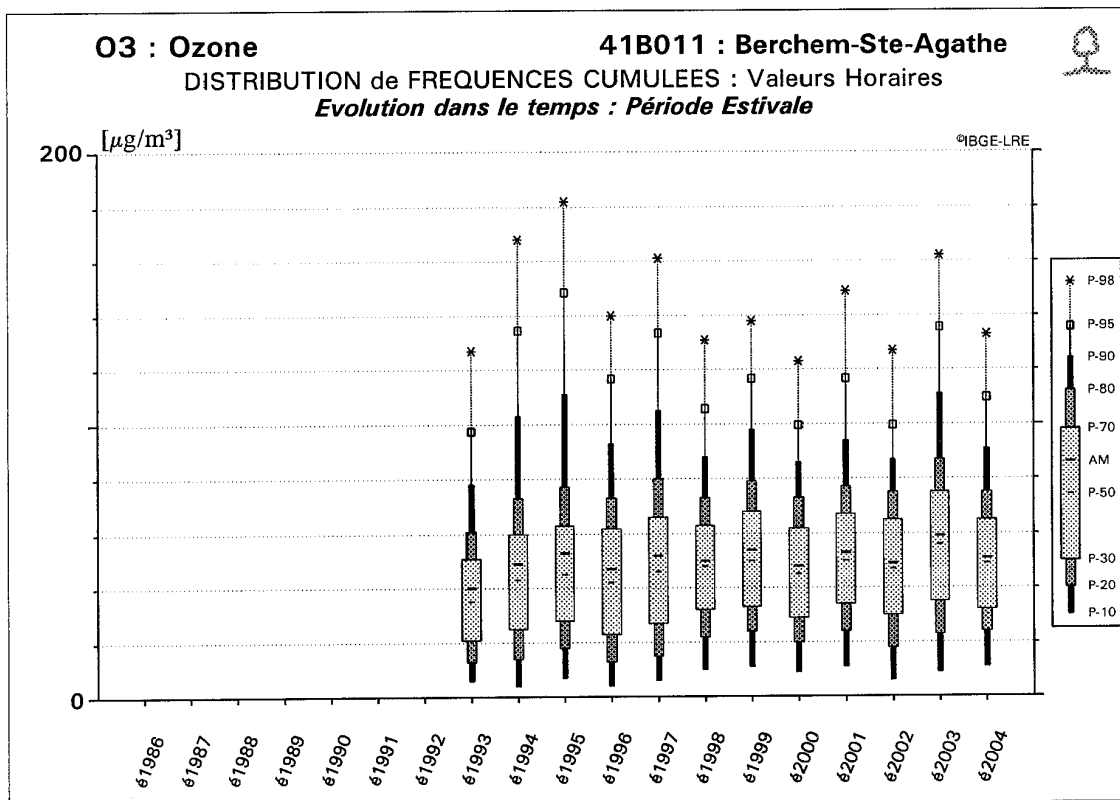
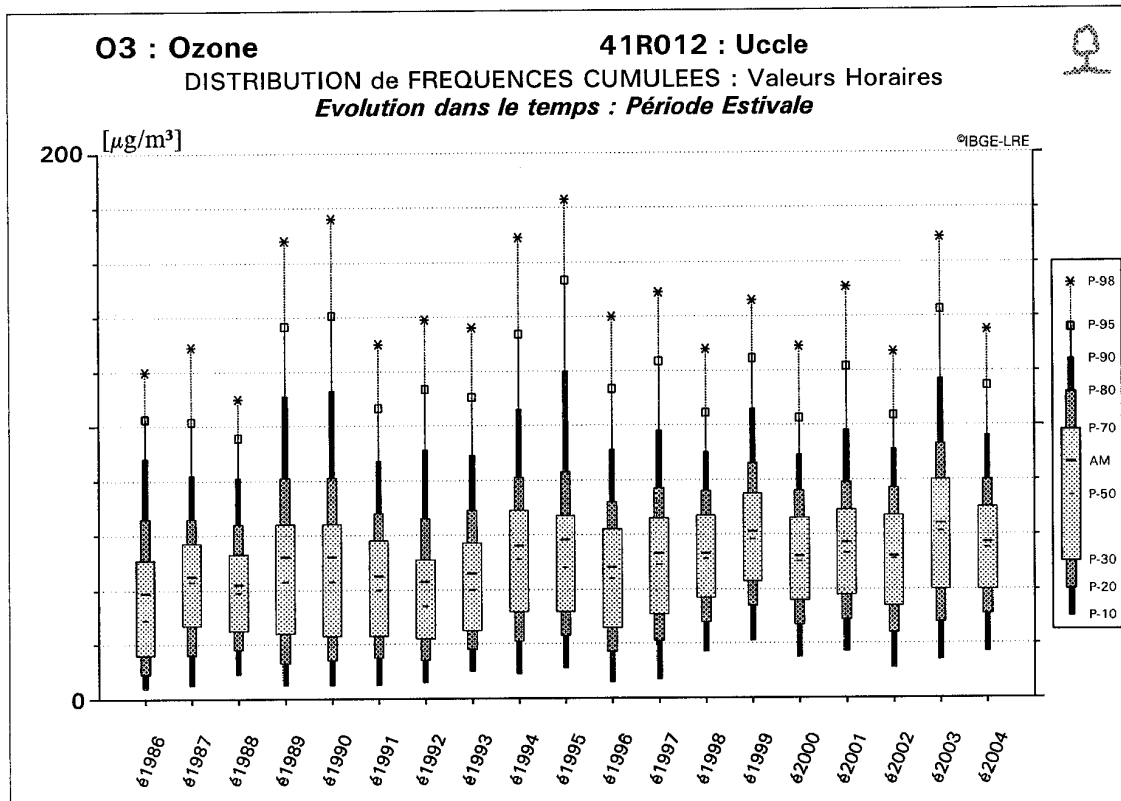


Fig. 69 : Ozone - Valeurs horaires - évolution à long terme
 Périodes estivales 1986 - 2004
 Poste de mesure d'Uccle et de Berchem-Ste-Agathe

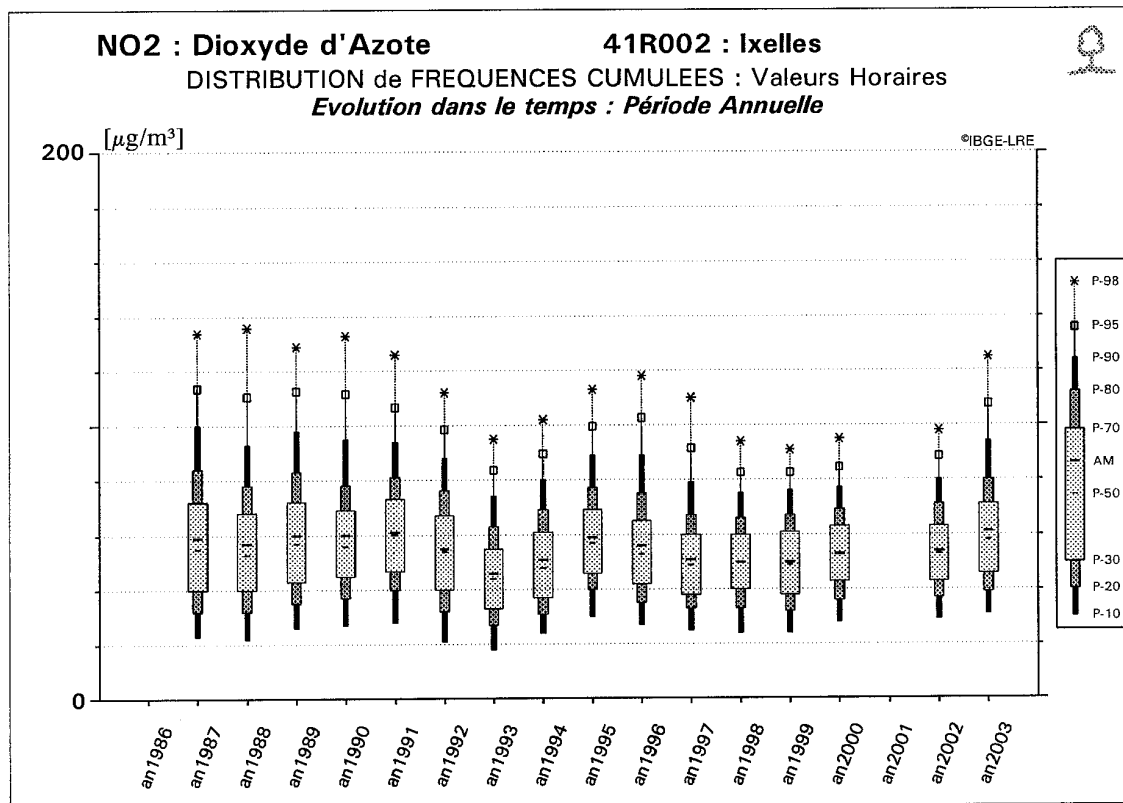
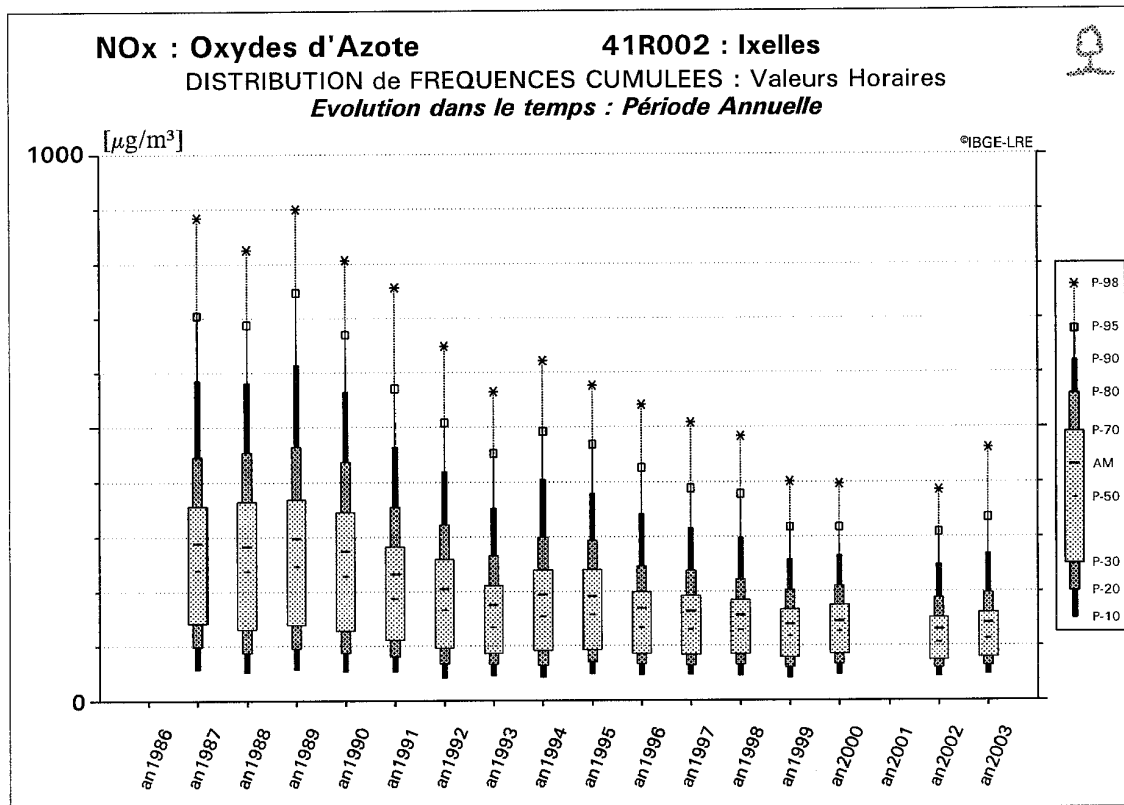


Fig. 70 : NO_x et NO₂ - Valeurs horaires - évolution à long terme

Périodes annuelles 1986-2003

Poste de mesure à Ixelles-Avenue de la Couronne (*canyon street*)

19. Calcul de l'indice de la qualité de l'air

19.1. 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 évident avec la valeur limite ou cible pour la santé, ainsi que du 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 les sous-indices SO₂ et PM₁₀. Le calcul du sous-indice PM₁₀ fait appel à des valeurs corrigées PM₁₀-EqRef, équivalentes à la méthode de référence.

Rapport Indice-Concentrations (nouvelles 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-B011-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 58 donne 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.

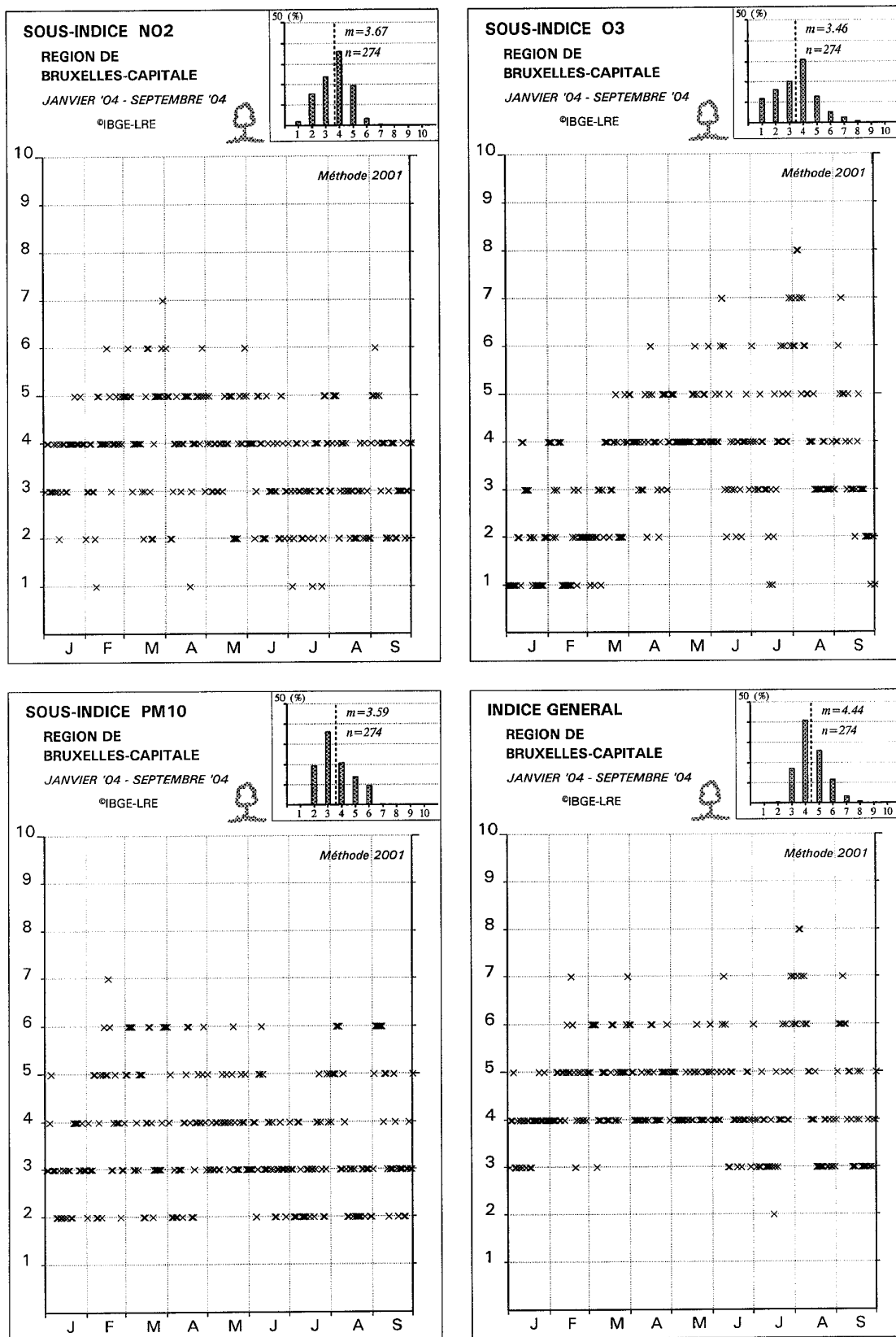


Fig. 58 : Les sous-indices pour NO₂, O₃ et PM10 - Indice général (2004)

19.2. 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", les valeurs de CO et NO_x ont été sélectionnées durant les heures de pointe du matin et du soir des jours ouvrables uniquement l'année calendrier 1995. 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 59 donne la représentation graphique des résultats.

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 **Appréciation qualitative**

< (7)	situation normale
(7)	forte pollution par le trafic
(8)	très forte pollution par le trafic
(9)	pollution très élevée par le trafic
(10)	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 un panneau d'information situé 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 (SO_2 et PM_{10}), la dernière période de 8 heures (O_3) ou la dernière heure (NO_2 , NO_x et CO).

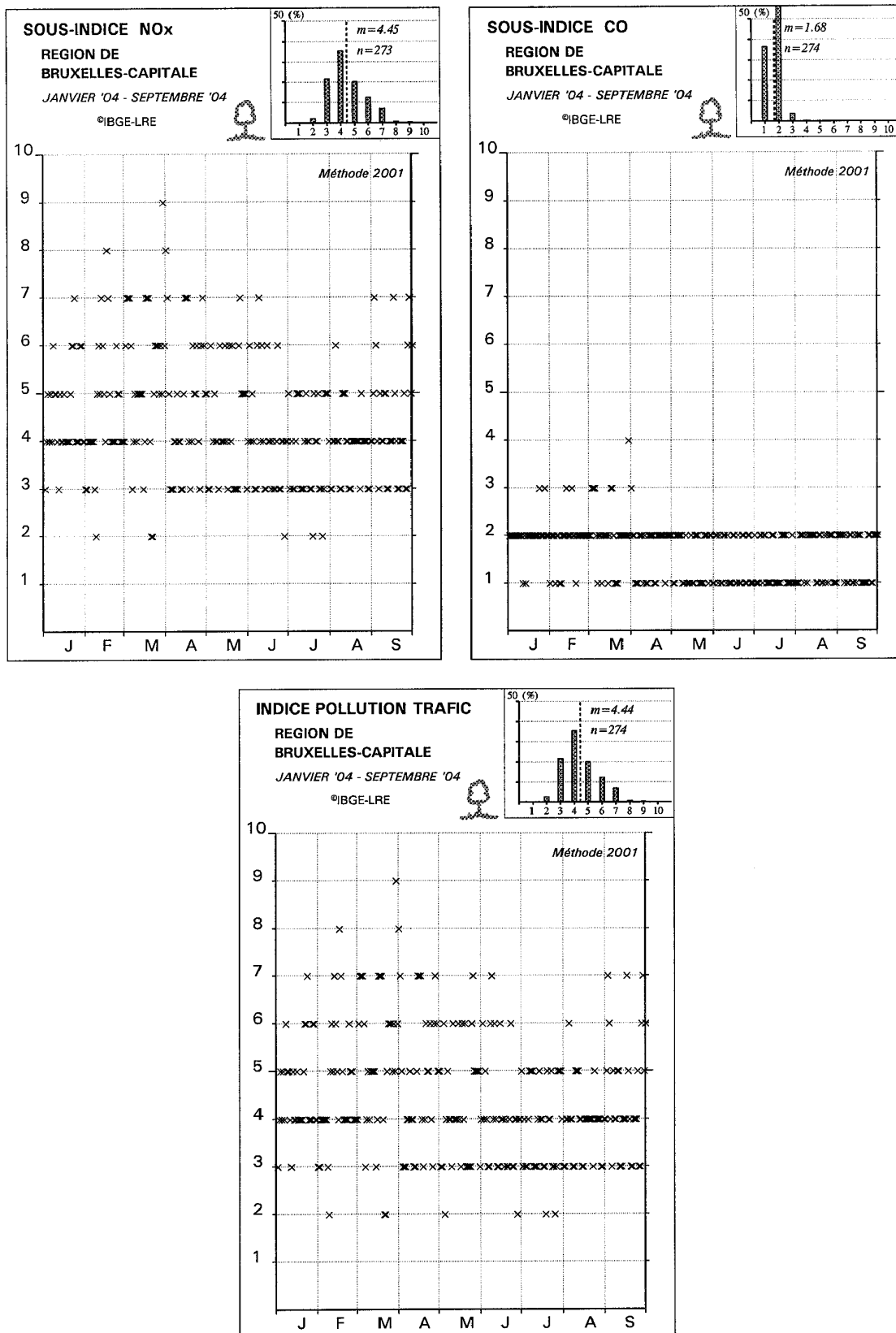


Fig. 59 : Sous-indices pour NO_x et CO - Indice trafic (2004)

20. Évolution des concentrations en Benzène

20.1. Réglementation benzène

Le benzène est une substance dont les propriétés cancérigènes 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 $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ici le 1^{er} janvier 2010.

20.2. Évolution de la concentration moyenne annuelle

La moyenne annuelle est calculée pour chaque composé, 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 (1989-2004) est représentée graphiquement à la figure 32. Les données numériques correspondantes à la période 1994-2004 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. En 2001, 2002 et 2003 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 2004. 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 33. 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.

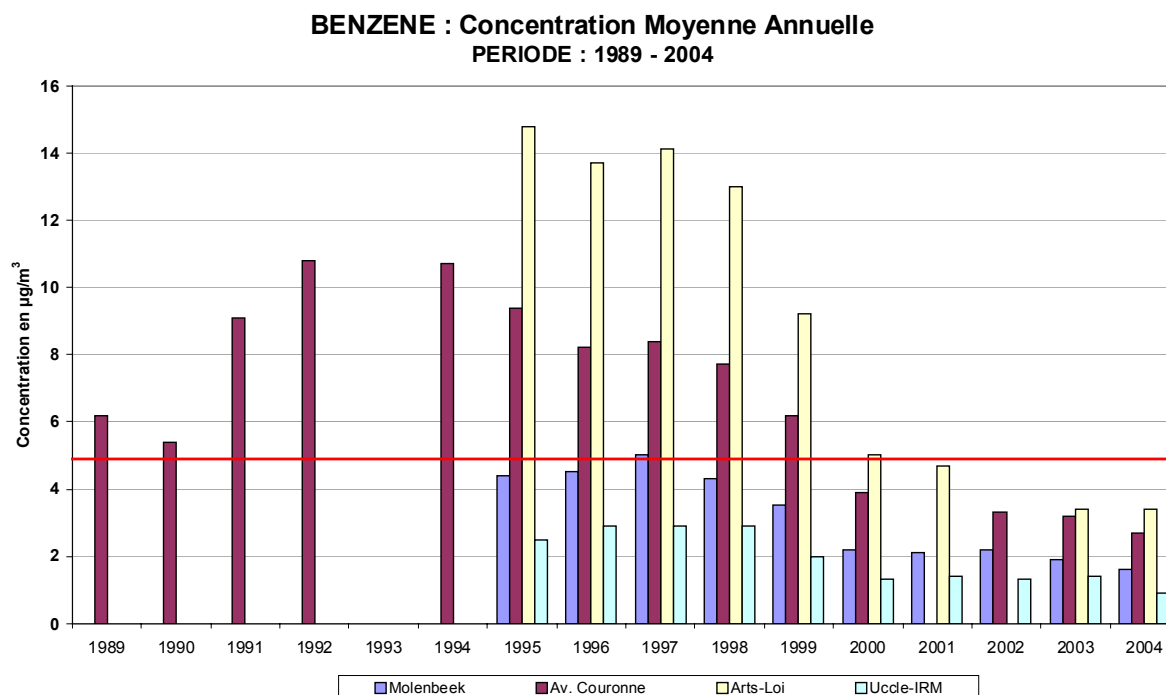


Fig. 32 : Benzène - Évolution de la concentration moyenne annuelle
Période : janvier - décembre (1989-2003) - 2004 : janvier - août

Benzène	R001	R002	B003	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	1.4	1.6	1.7	1.9
[2004]	[1.6]	[2.7]	[3.4]	[0.9]	[1.1]	[1.1]	[1.4]

Tableau IX : BENZÈNE : CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE * Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 PÉRIODE : 1 JANVIER - 31 DÉCEMBRE [1994-2003]
 [2004] : JANVIER - AOÛT

TOLUÈNE : Concentration Moyenne Annuelle
 PÉRIODE : 1989 - 2004

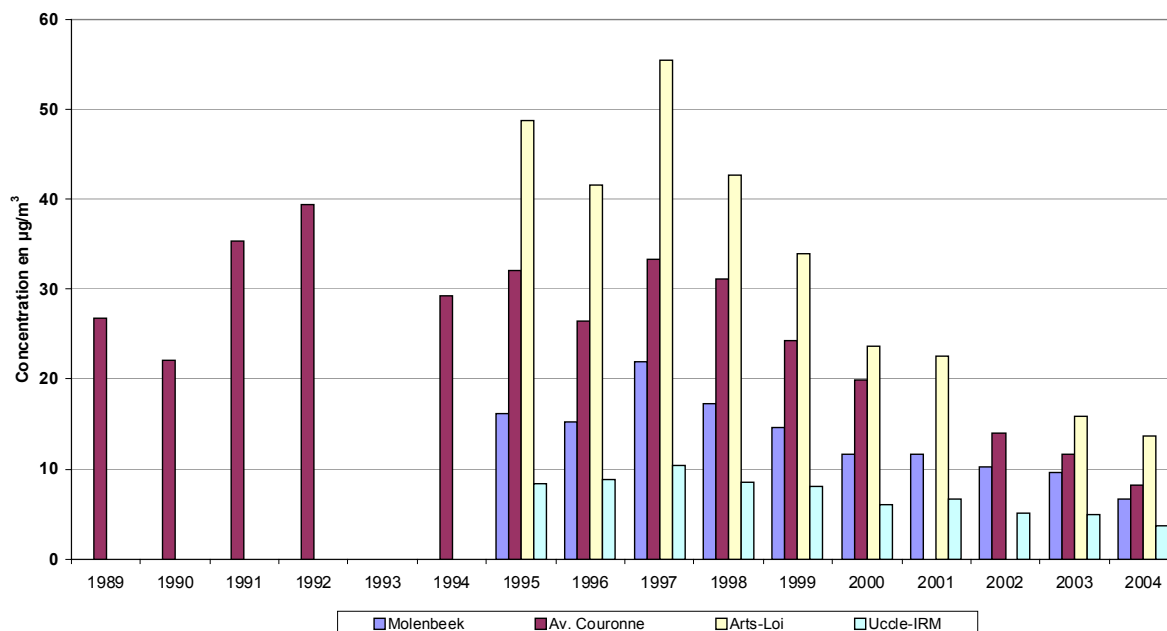


Fig. 33 : Toluène - Évolution de la concentration moyenne annuelle
 Période : janvier - décembre (1989-2003)
 2004 : janvier - août

Toluène	R001	R002	B003	R012	WOL1	WOL2	B006
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	4.9	5.8	5.3	7.5
[2004]	[6.7]	[8.2]	[13.6]	[3.7]	[4.0]	[3.8]	[4.6]

Tableau X : TOLUÈNE : CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE

PÉRIODE : 1 JANVIER - 31 DÉCEMBRE [1994-2003]

[2004] : JANVIER - AOÛT

Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

20.3. 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 extraction par solvant (CS_2).

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

La figure 34 représente la distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle obtenue en 2003. La valeur limite proposée ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est dépassée dans aucun endroit.

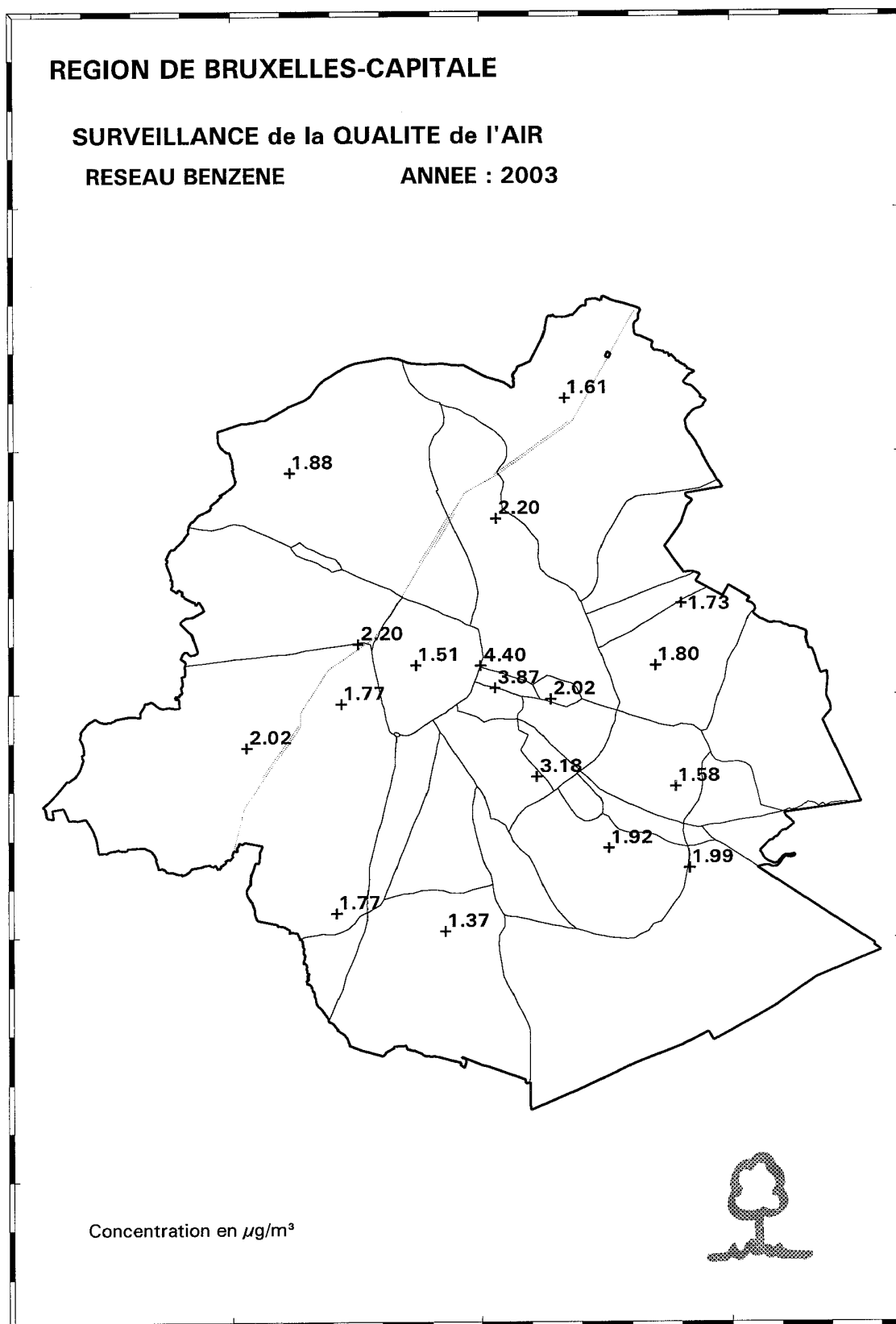


Fig. 34 :Benzène - Distribution spatiale de concentration moyenne annuelle en 2003