

4.2 OZONE (O₃)

L'ozone est un polluant typique de la période estivale en Europe occidentale. L'ozone est toujours présent en concentration relativement stable dans la zone de la troposphère juste au-dessus de la couche de mélange. Dans les couches inférieures de la troposphère (la couche de mélange), la concentration d'ozone est moins stable et peut varier du niveau zéro à environ 200 à 250 µg/m³ les jours d'été à grande chaleur. L'ozone n'est pas émis directement dans l'atmosphère mais est le résultat d'un processus complexe de réactions photochimiques. C'est pourquoi l'ozone est qualifié de '*polluant secondaire*'.

Lors des périodes ensoleillées et par températures élevées, un processus de réaction est initié, sous l'effet des rayons UV du spectre solaire, dans les masses d'air déjà polluées par des oxydes d'azote et des composés organiques volatils (COV). La concentration d'ozone augmente en cours de journée et atteint sa valeur maximale en fin d'après-midi ou en soirée. Les oxydes d'azote et les COV sont appelés '*précurseurs*' de la formation d'ozone.

Le niveau de concentration atteint dépend de nombreux paramètres : l'*intensité des rayons UV et la durée*, la *température*, la *nébulosité*, l'*hygrométrie*, la *stabilité des couches atmosphériques*, la *hauteur de la couche de mélange*, la *vitesse* et la *direction du vent*, etc. ...

L'air provenant du continent est plus sec et déjà plus pollué que les masses d'air arrivant de l'océan. Un vent fort a un effet plus diluant qu'un vent faible. Lorsque l'atmosphère est instable, le mélange en hauteur se fait mieux et les concentrations au sol sont plus faibles.

Lorsque les couches atmosphériques sont plus stables ou que la hauteur de couche de mélange est plus basse, la pollution reste concentrée dans une couche d'air plus mince. Dans ce cas, les concentrations sont plus importantes qu'habituellement. Dans le commentaire des paramètres météorologiques (chapitre 2), il a été signalé que les concentrations d'ozone les plus élevées sont généralement précédées d'une inversion de température (inversion au sol) en matinée.

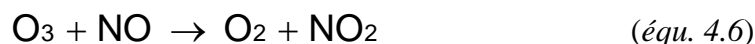
La concentration d'ozone en un endroit précis est toujours le résultat de deux processus simultanés : un processus de '*formation d'ozone*' évoluant assez lentement (plusieurs heures) et un processus de '*destruction d'ozone*' assez rapide (d'une à quelques minutes). La photolyse (scission sous l'influence de photons) d'une molécule de NO₂ est à la base de la formation d'ozone.



L'atome d'oxygène libéré réagit avec une molécule d'oxygène pour former de l'ozone :



La principale réaction qui donne lieu à la destruction d'ozone est la réaction directe avec du monoxyde d'azote :



En l'absence de composés organiques volatils, un équilibre dynamique devrait s'établir entre la formation d'ozone (équ. 4.4 et 4.5) et la destruction d'ozone (équ. 4.6). Cet équilibre est toutefois perturbé du fait que le NO est en grande partie oxydé en NO₂ dans une réaction avec des radicaux provenant de composés organiques volatils. Par conséquent, le NO n'est pas disponible pour la destruction d'ozone et le NO₂ formé peut à nouveau être scindé sous l'influence des rayons UV et former de l'ozone.

Une même molécule de NO₂ peut en quelque sorte engendrer la formation de plusieurs molécules d'O₃. Ce processus en chaîne peut donner lieu à une formation d'ozone excédentaire, même en cas de faible concentration des *précurseurs*.

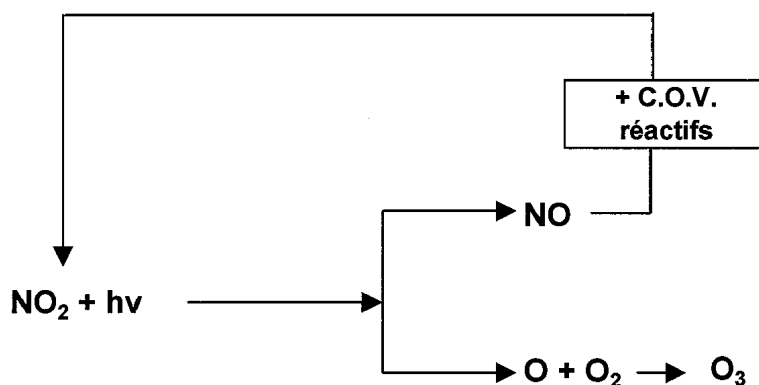


Fig. 4.20: formation excessive d'ozone (schéma simplifié)

Les polluants entraînant la formation et la destruction d'ozone appartiennent au même groupe et proviennent dans une large mesure des mêmes sources (trafic routier). Des mesures d'urgence pour une réduction immédiate des émissions de *précurseurs* entraînent également une réduction de la destruction d'ozone. On pourrait donc obtenir un résultat contraire à celui visé.

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

Phénomène de week-end: 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 2005), les concentrations d'ozone pendant les étés 2006, 2007 et 2008 ont été, en moyenne, plus élevées les jours non-ouvrables.

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. 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 dès lors moins de NO présent dans l'air et la destruction de l'ozone devient moins importante.

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 pays membres de la CE, une différence marquée en concentration d'ozone le week-end et les jours ouvrables. Aux Etats-Unis, ce phénomène est le sujet d'un programme de recherche qui rassemble toutes les informations (émissions et concentrations) disponibles afin d'étudier ce phénomène et les tendances par rapport aux évolutions des émissions en NO_x et COV.

Dispersion spatiale de la concentration en ozone: le processus de formation d'ozone seul, entraînerait peut-être une concentration d'ozone pratiquement homogène au-dessus de la Région. La distribution spatiale de la concentration d'ozone n'est toutefois pas homogène, en raison surtout de la destruction d'ozone qui peut varier d'un endroit à l'autre.

En général, au centre-ville et à proximité des axes routiers (surplus en NO) la destruction d'ozone l'emporte sur la formation. Dans la périphérie et en aval des grandes villes la formation d'ozone devient plus importante que sa destruction. C'est bien dans ces endroits qu'on retrouve les concentrations en ozone les plus élevées.

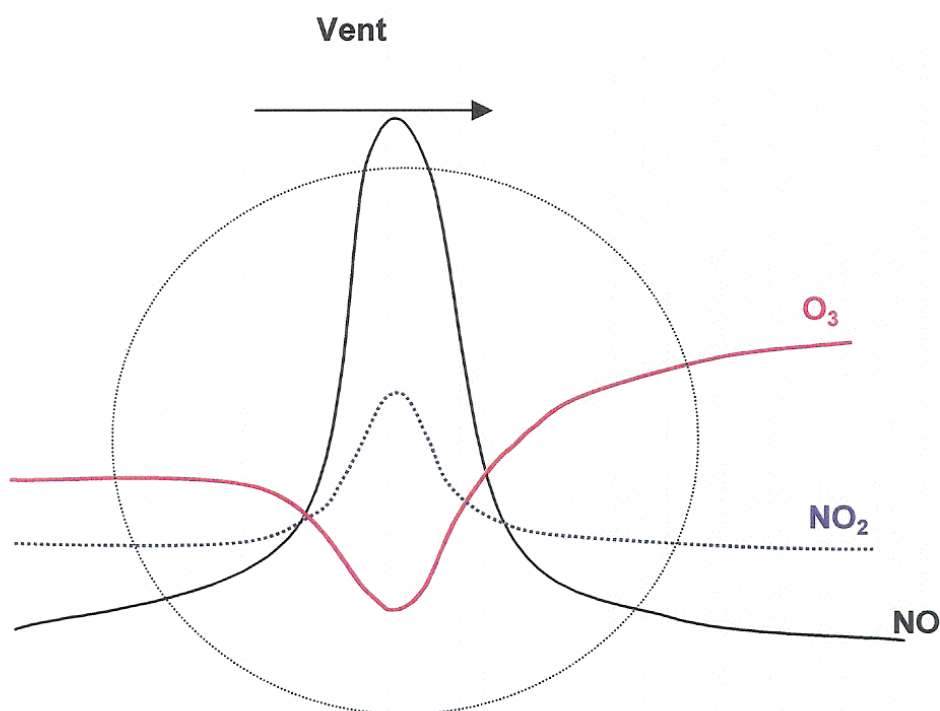


Fig. 4.21: Destruction de l'ozone au centre-ville par l'excès de NO provenant du trafic. Formation d'ozone plus importante en périphérie et en aval des grandes villes.

Les concentrations d'ozone en Région de Bruxelles-Capitale sont mesurées en permanence à 7 endroits différents du réseau télémétrique:

- Uccle (41R012) depuis 1986
- Berchem-Ste-Agathe (41B011) depuis janvier 1993
- Woluwé-St.-Lambert (41WOL1) depuis mars 1994
- Molenbeek (41R001) depuis septembre 1997
- Haren (41N043) depuis juillet 1998

- Ste-Catherine (41B004) depuis décembre 2000
- le Parlement Européen (41B006) depuis septembre 2001

4.2.1 Réglementation O₃

Les directives 2002/3/CE et 2008/50/CE fixent **deux valeurs cibles** :

- **120 µg/m³** comme **le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures**, à ne pas dépasser plus de **25** jours par année civile, moyenne calculée sur 3 ans
- **18.000 µg/m³.h** comme **AOT-40**, moyenne sur 5 ans, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet (entre 8 et 20 heures de l'Europe centrale)

Définition "*valeur cible*" : un niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Les valeurs cibles sont à atteindre à partir de 2010 : autrement dit, 2010 sera la première année dont les données seront utilisées pour calculer la conformité sur les 3 ou 5 années suivantes, selon le cas.

Les directives 2002/3/CE et 2008/50/CE fixent également deux objectifs à long terme :

- **120 µg/m³** comme **le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures**, pendant une année civile
- **6.000 µg/m³.h** comme **AOT-40**, calculée à partir de valeurs sur 1 heure de mai à juillet (entre 8 et 20 heures de l'Europe centrale)

Définition "*objectif à long terme*" : un niveau à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

La directive 2008/50/CE ne prévoit pas de date de référence pour la réalisation de cet objectif à long terme.

En plus les directives 2002/3/CE et 2008/50/CE fixent un **seuil d'information** et un **seuil d'alerte** :

- **seuil d'information** : **180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** comme **valeur horaire**
- **seuil d'alerte** : **240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** comme **valeur horaire**

Définition "*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 pour lequel des informations immédiates et adéquates sont nécessaires.

Définition "*seuil d'alerte*" : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et à partir duquel les États membres doivent immédiatement prendre des mesures

Pour la mise en œuvre de l'article 24 (plan d'actions à court terme) de la directive 2008/50/CE le dépassement du seuil doit être mesuré ou prévu pour trois heures consécutives.

4.2.2 Valeurs d'ozone mesurées

Le tableau IV.10 reproduit les niveaux d'O₃ obtenus aux postes de mesure de la Région de Bruxelles-Capitale lors des périodes estivales successives '1^{er} avril – 30 septembre'. Il s'agit des niveaux des centiles P98 et P50 et de la valeur moyenne (MOY). L'évolution de la concentration moyenne annuelle est représentée dans le tableau IV.11.

Les résultats repris dans les deux tableaux montrent que les concentrations en ozone de l'été 2003 figurent parmi les plus élevées depuis le début des observations. Cette période estivale était la plus chaude depuis l'été 1976, lorsqu'il y a eu lieu à Bruxelles (section "Air" de l'IHE) une première tentative de mesurer la présence d'ozone, préalablement à l'installation des appareils de mesure O₃ dans le réseau téléométrique. Les résultats de ces tests n'ont pas été conservés mais des concentrations horaires en ozone entre 200 et 240 µg/m³ ont été observées régulièrement (plusieurs jours) durant la période de canicule de fin juin 1976.

Pour les années 2006 à 2008, des valeurs élevées en ozone ont été mesurées surtout durant le mois estival et chaud de juillet 2006. Également durant le mois d'avril 2007, des températures très élevées, presque estivales, ont été enregistrées.

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 au Parlement européen (B006). Les niveaux de concentrations à Molenbeek (R001), St.-Catherine (B004), Haren (N043) et Woluwé-St-Lambert (WOL1) sont plus faibles.

Les postes de mesures à Uccle (R012) et Berchem (B011) sont moins directement sous influence des émissions du trafic. Ceci est également le cas, dans une moindre mesure, pour le poste situé au Parlement européen (B006). A proximité de ces sites, les émissions en NO ainsi que la destruction de l'ozone sont plus faibles. Ces postes sont quasi idéalement situés pour pouvoir mesurer des concentrations élevées d'ozone à l'intérieur d'une agglomération.

Une grande destruction locale de l'ozone, entre autres par les émissions de NO liées à la densité de circulation, aux postes de mesure de Molenbeek, Ste-Catherine, Haren et Woluwé est responsable des concentrations plus faibles en ozone. Aux centres-ville et à proximité des axes routiers (surplus en NO), la destruction d'ozone l'emporte en général sur sa formation. Dans la périphérie et en aval des grandes villes, la formation d'ozone devient plus importante que sa destruction.

Tableau IV.10 : **OZONE : VALEURS HORAIRES : Centiles P98 et P50**

Période **ESTIVALE** : 1 AVRIL – 30 SEPTEMBRE
 [Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$]

P98	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				168	169		144
1995				182	183		168
1996				140	140		127
1997	--			161	149		124
1998	113			131	128	--	104
1999	120			138	146	126	109
2000	108			123	129	93	97
2001	128	122	--	149	151	135	--
2002	114	118	119	127	127	113	98
2003	144	150	152	162	169	147	139
2004	111	118	121	133	135	112	125
2005	118	127	123	134	139	114	112
2006	136	--	141	158	159	135	132
2007	103	--	120	124	132	113	103
2008	114	130	123	139	139	113	116

-- : moins de 50% de données - (re)mise en service

P50	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				43	51		35
1995				45	48		36
1996				42	44		32
1997	--			46	49		33
1998	43			48	51	--	36
1999	38			50	58	35	37
2000	38			45	50	27	30
2001	41	38	--	50	53	37	--
2002	41	41	48	47	51	36	32
2003	46	49	58	56	61	40	44
2004	41	43	50	49	55	35	45
2005	43	45	48	48	50	35	39
2006	45	--	53	54	58	38	43
2007	38	--	45	44	49	34	34
2008	44	45	50	50	57	32	40

Suite du tableau IV.10 : **OZONE : CONCENTRATION MOYENE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]**

Période ESTIVALE : 1 AVRIL – 30 SEPTEMBRE

MOY	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1994				49	56		42
1995				53	58		45
1996				47	48		37
1997	--			52	53		38
1998	45			50	53	--	38
1999	42			54	61	41	40
2000	40			48	52	31	33
2001	44	42	--	53	57	43	--
2002	43	44	50	49	52	40	35
2003	50	53	61	59	64	46	48
2004	43	46	52	51	57	39	47
2005	45	47	51	50	54	39	42
2006	49	--	57	57	62	43	47
2007	40	--	48	47	53	38	37
2008	45	48	52	53	59	36	43

-- : moins de 50% des données - (re)mise en service

Tableau IV.11 : **OZONE – CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]**

Période ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE

MOY	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					35		
1987					32		
1988					30		
1989					37		
1990					38		
1991					31		
1992					29		
1993				30	34		
1994				35	41		37
1995				42	43		34
1996				31	34		28
1997	--			38	41		27
1998	34			38	41		29
1999	33			41	47	31	32
2000	33			40	43	25	27
2001	31	28	--	39	42	29	--
2002	33	32	38	38	41	30	27
2003	35	35	41	42	45	32	34
2004	31	32	38	38	43	28	34
2005	33	33	37	39	41	28	32
2006	35	--	40	43	47	31	35
2007	31	--	36	38	43	30	30
2008	35	37	40	42	47	29	34

-- : moins de 50% des données - (re)mise en service

4.2.3 Dépassements des valeurs seuils pour l'ozone – directives 2002/3/CE et 2008/50/CE

Valeur cible pour la santé humaine

Selon les directives, le nombre de jours avec une valeur maximale sur 8 heures supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenné sur 3 années, ne peut excéder 25 à partir de l'an 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).

Le tableau IV.12 donne l'évolution des dépassements de la valeur cible pour la santé humaine. Les résultats représentent, par poste de mesure et pour l'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale, le nombre de jours avec dépassement, moyenné sur trois ans.

Tableau IV.12 : OZONE - NOMBRE de JOURS par AN, moyenné sur 3 ans, avec VALEUR MAXIMALE sur 8 HEURES supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Période : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE

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

Les résultats de ce tableau sont calculés en tenant compte d'une disponibilité de 75% des valeurs sur 8 heures pour la validation de la valeur maximale sur 8 heures de la journée. Les résultats de ce tableau peuvent donc être légèrement différents (1 à 2 jours) à ceux publiés dans les rapports précédents.

Pour les années 2006, 2007 et 2008 il y a eu, sur l'ensemble de la Région, respectivement 36, 16 et 23 jours de dépassement. Toutes les années avec un temps estival chaud et ensoleillé durant les mois de juillet ou août connaissent 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.

Les mesures d'ozone à Bruxelles commencent en 1986. Les millésimes avec étés riches en ozone durant cette période sont 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 et 2006. Le plus grand nombre de jours avec dépassement de la valeur maximale sur 8 heures a été relevé en 2003 (45 jours de dépassement), suivi par 1995 (43) et 2006 (36). Dans ces cas, le nombre de jours correspondant, moyenné sur 3 ans, peut être supérieur aux 25 jours de dépassement autorisés.

En moyenne sur 3 ans, le nombre de jours avec dépassement varie entre 20 et 30. Deux périodes estivales moyennement riches en ozone, ou un été très riche, sur trois ans peuvent entraîner un dépassement de la valeur moyenne de 25 jours avec dépassement de seuil, valeur cible à partir de 2010. Le nombre moyen de jours avec dépassement sur plus long terme (1989-2008) s'approche de 25. Compte tenu du mécanisme de formation de l'ozone, d'une part, et de la tendance légèrement à la hausse de la concentration moyenne d'ozone, d'autre part, pouvoir répondre à cet objectif d'ici l'an 2010 n'est pas encore garanti.

L'évolution du nombre de jours avec dépassement de la valeur cible, à savoir $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en tant que maximum journalière sur 8 heures, est représentée à la figure 4.22 et 4.23, respectivement pour les postes de mesure d'Uccle et de Berchem. Les graphiques donnent le nombre de jours avec dépassement par an, le nombre moyen par période de 3 ans et le nombre moyen depuis le début des mesures. Le graphique de la figure 4.24 donne des résultats similaires pour l'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale.

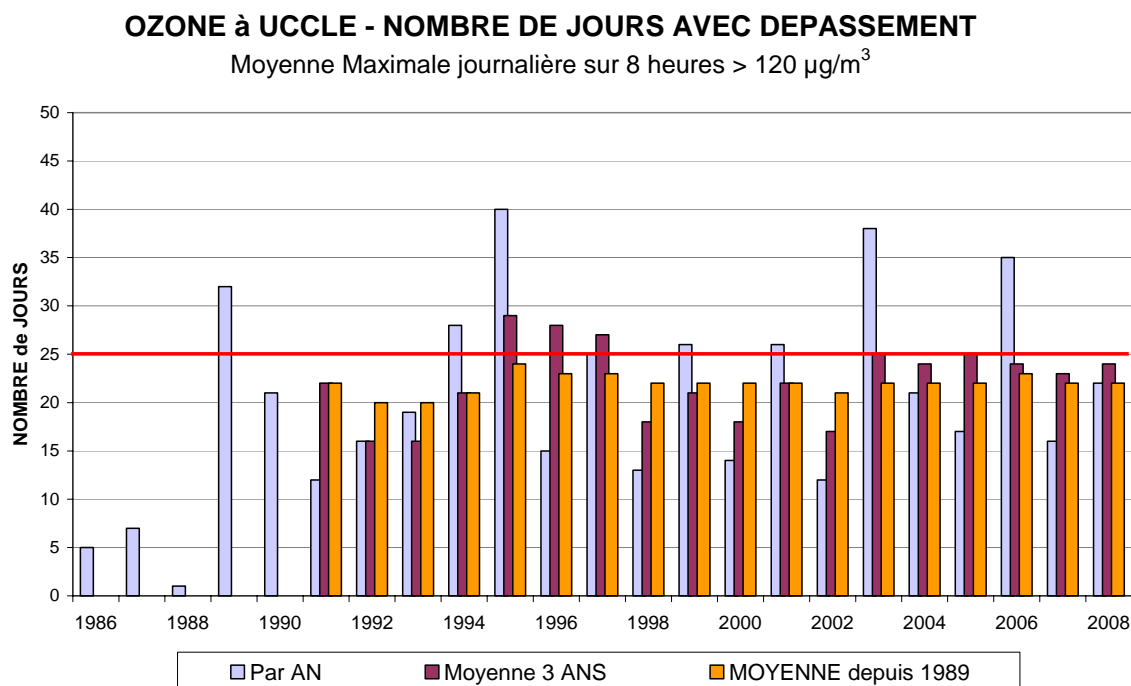


Fig. 4.22 : Ozone à Uccle – nombre de jours de dépassement de la valeur cible pour la santé
Nombre de jours avec dépassement par an, nombre moyen par période de trois ans
et nombre moyen depuis le début des mesures

OZONE à BERCHEM - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Moyenne Maximale journalière sur 8 heures > 120 µg/m³

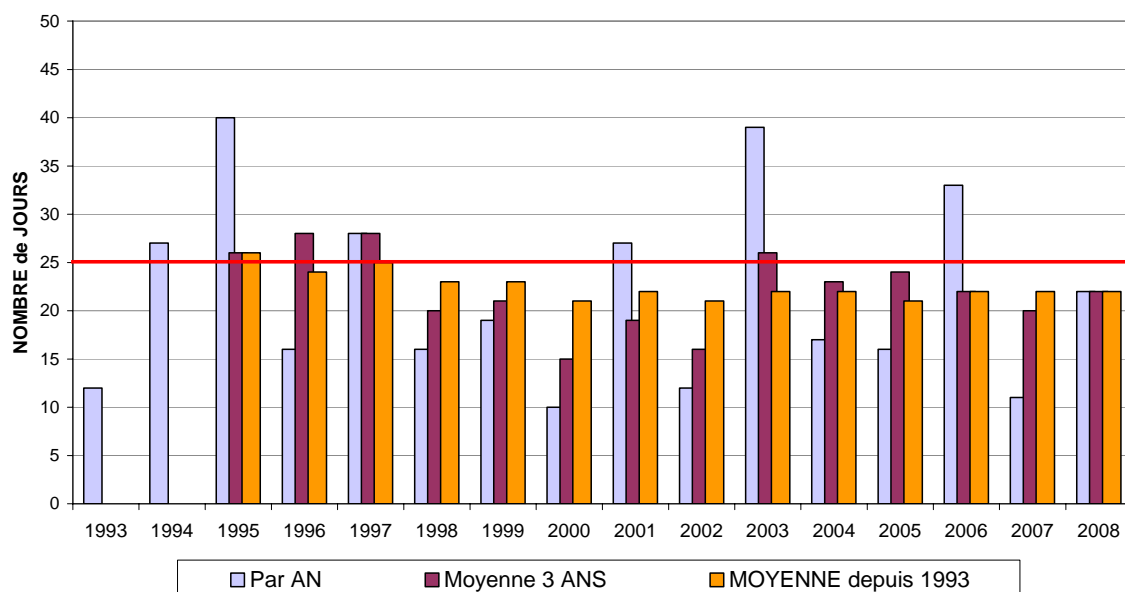


Fig. 4.23 : Ozone à Berchem – nombre de jours de dépassement de la valeur cible pour la santé
 Nombre de jours avec dépassement par an, nombre moyen par période de trois ans
 et nombre moyen depuis le début des mesures

OZONE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

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

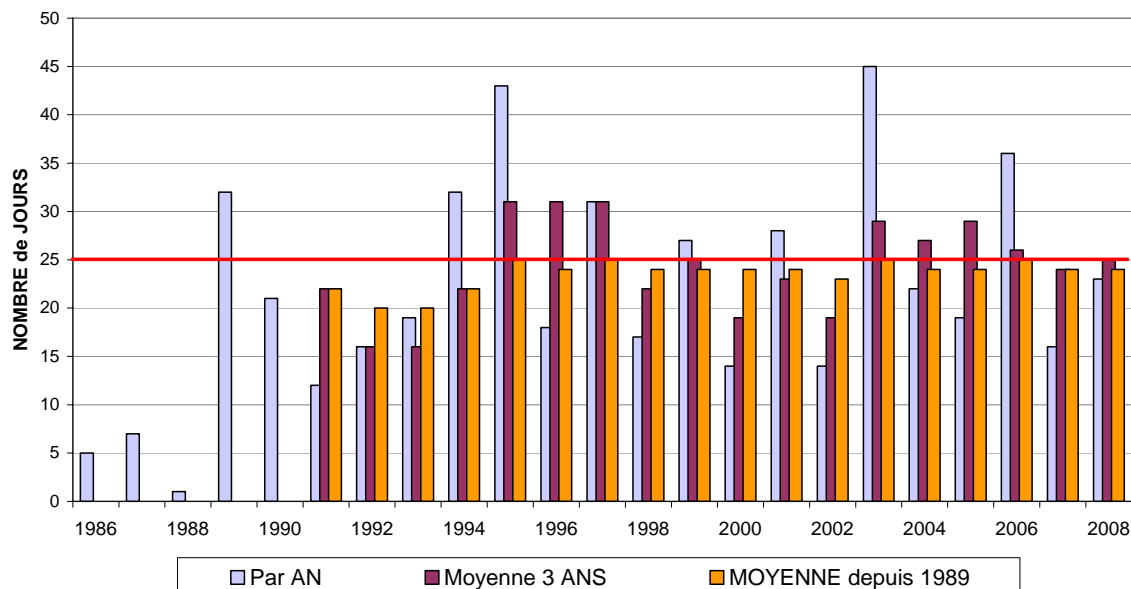


Fig. 4.24 : Ozone – nombre de jours avec dépassement de la valeur cible pour la santé.
 Nombre de jours avec dépassement par an, nombre moyen par période de trois ans
 et nombre moyen depuis le début des mesures – sur l'ensemble de la Région

Valeur cible pour la végétation :

La directive sur l'O₃ donne également une valeur cible pour la protection de la végétation : l'**AOT40 estimée** (= l'AOT40 mesurée et corrigée à 100%) dans la période de mai à juillet, entre 8 et 20 h, heure de l'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).

L'objectif à plus long terme est une 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.

Cette **AOT40 mesurée** n'est acceptée que si au moins 90% des valeurs horaires sont disponibles. Par après l'AOT40 mesurée est corrigée pour une disponibilité de 100% des valeurs horaires. L'**AOT40 estimée** est alors obtenue :

$$\text{AOT40}_{\text{(estimée)}} = \text{AOT40}_{\text{(mesurée)}} * (\text{nombre total d'heures} / \text{nombre d'heures disponibles})$$

Il y a un lien entre l'**AOT40-MJ** (*mai-juillet*) ainsi calculée 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 calculée pour cette période est de 20.000 µg/m³.h.

Les niveaux **AOT40-MJ** (*mai-juillet*), moyennés sur 5 ans, sont énumérés dans le tableau IV.13. L'évolution des niveaux AOT40-MJ, observés dans certains postes de mesure, est graphiquement représentée à la figure 4.25. Des lignes horizontales, traversant le graphique, indiquent les niveaux correspondants à la valeur cible (18.000 µg/m³.h) et à l'objectif à plus long terme (6.000 µg/m³.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 µg/m³.h. 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 (R012) et de Berchem-Ste-Agathe (B011).

Les niveaux **AOT40-AS** (*avril-septembre*), moyennés sur 5 ans, sont énumérés dans le tableau IV.14. L'évolution des niveaux, observés dans certains postes de mesure, est graphiquement représentée à la figure 4.26. Le niveau de la valeur cible de 20.000 µg/m³.h est également indiqué par une ligne horizontale.

Les résultats de l'**AOT40-AS** (*avril-septembre*) sont assez proches ou dépassent légèrement (poste de mesure d'Uccle) la valeur de 20.000 µg/m³.h.

Tableau IV.13 : **AOT40-MJ, MOYENE sur 5 ANS**

AOT40-MJ – période **MAI – JUILLET** (8 – 20 h – heure de l'Europe centrale)

[AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ – Calculé pour une disponibilité de 100%]

Période	AOT40 – MAI-JUILLET						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986 – 1990					13.223		
1987 – 1991					12.914		
1988 – 1992					14.292		
1989 – 1993					15.906		
1990 – 1994					15.086		
1991 – 1995					16.366		
1992 – 1996					17.404		
1993 – 1997				15.273	16.554		
1994 – 1998				15.656	16.181		8.654
1995 – 1999				13.691	14.810		6.545
1996 – 2000				11.134	11.398		4.606
1997 – 2001	5.111			11.522	12.049		3.165
1998 – 2002	6.100			10.614	11.885	5.462	2.735
1999 – 2003	6.846			11.797	13.736	7.226	3.626
2000 – 2004	5.901	5.862		10.420	12.056	6.138	3.713
2001 – 2005	6.856	7.906	7.164	11.359	13.295	7.158	4.422
2002 – 2006	8.527	(8.106)	10.708	13.313	15.178	7.851	7.033
2003 – 2007	8.108	(9.090)	10.499	13.011	15.033	7.784	7.087
2004 – 2008	7.574	(9.051)	9.736	12.660	14.634	7.313	6.998

Tableau IV.14 : AOT40-AS, MOYENNE sur 5 ANS

AOT40-AS – période **AVRIL – SEPTEMBRE** (8 – 20 h – heure de l'Europe centrale)

[AOT40 en $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ – Calculé pour une disponibilité de 100%]

Période	AOT40 – AVRIL - SEPTEMBRE						
	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986 - 1990					20.116		
1987 – 1991					20.858		
1988 – 1992					21.949		
1989 – 1993					23.654		
1990 - 1994					22.947		
1991 - 1995					23.524		
1992 – 1996					23.943		
1993 – 1997				23.494	24.929		
1994 – 1998				24.266	24.482		13.981
1995 – 1999				22.811	23.757		12.038
1996 – 2000				18.464	18.739		7.618
1997 – 2001	7.060			18.710	19.598		5.469
1998 – 2002	8.313			15.386	17.926	7.677	4.169
1999 – 2003	10.750			18.828	22.491	11.358	6.464
2000 – 2004	10.313	10.516		18.036	21.162	10.575	7.324
2001 - 2005	11.247	13.103	12.567	19.047	22.250	11.636	8.145
2002 - 2006	12.380	(13.978)	16.490	20.457	23.615	11.867	10.793
2003 - 2007	12.071	(15.879)	16.444	20.519	24.046	11.878	11.017
2004 - 2008	9.650	(12.276)	13.301	17.621	20.666	9.396	9.276

OZONE - AOT40-MJ - en MOYENNE sur 5 ANS

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

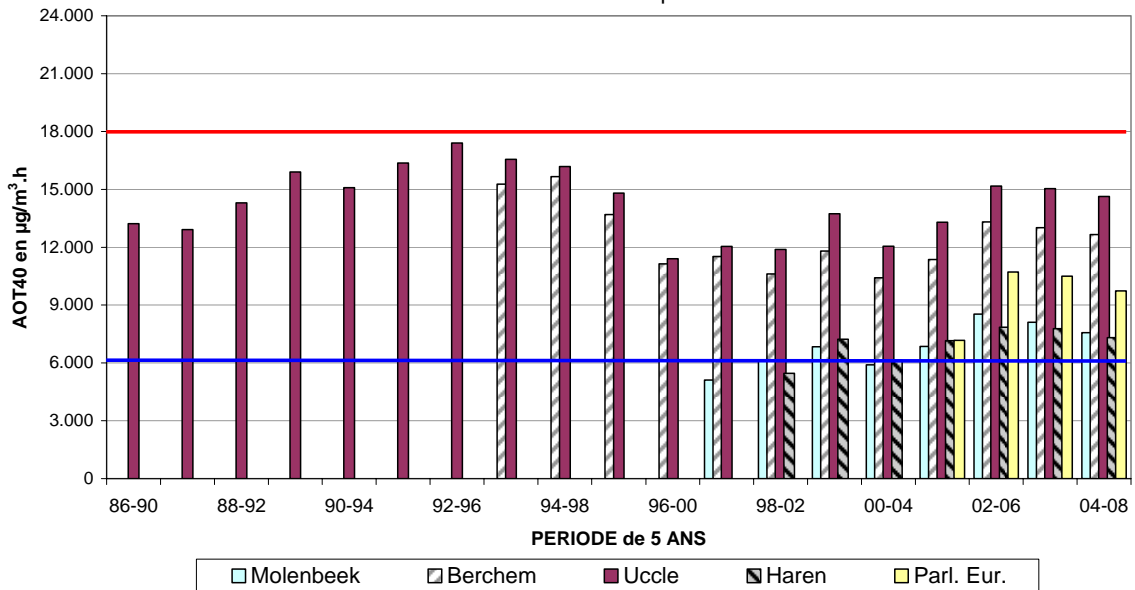


Fig. 4.25 : Ozone – Évolution de l'AOT40-MJ – Résultats moyennés sur 5 ans
AOT40 de la période Mai-Juillet, de 8 à 20 h – heure de l'Europe centrale
Valeurs AOT40-estimées pour une disponibilité de 100% des données

OZONE - AOT40-AS - en MOYENNE sur 5 ANS

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

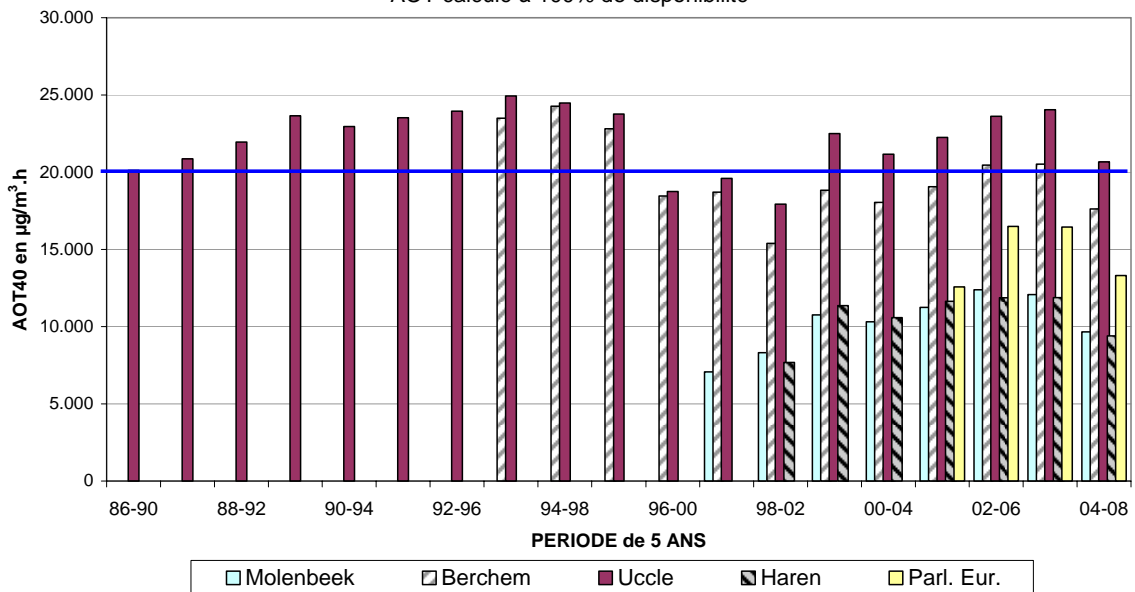


Fig. 4.26 : Ozone – Évolution de l'AOT40-AS – Résultats moyennés sur 5 ans
AOT40 de la période Avril-Septembre, de 8 à 20 h – heure de l'Europe centrale
Valeurs AOT40-estimées pour une disponibilité de 100% des données

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

Le tableau IV.15 représente l'évolution du nombre de jours avec dépassement du seuil d'information à la population. Pour chaque année le nombre de dépassements est donné par poste de mesure et pour l'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale.

**Tableau IV.15 : NOMBRE de JOURS avec DÉPASSEMENT
du SEUIL d'INFORMATION – 180 µg/m³**

Période : JANVIER – DÉCEMBRE

Résultats par poste de mesure et sur l'ensemble de la Région (RBC)

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

() : moins de 90% des données disponibles

La plupart des jours avec dépassement des seuils 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 et 1989 (12 jours), 1990 (10 jours) et 2006 (9 jours). Ce constat est en concordance avec ce qui ressort de la présentation graphique de fréquences cumulées (voir plus loin), à savoir la présence plus fréquente de valeurs pics élevées pour l'O₃ durant les périodes estivales les plus chaudes.

Seuil d'alerte – 240 µg/m³ en tant que valeur horaire :

Le tableau IV.16 donne un aperçu du nombre de jours avec dépassement du seuil d'alerte. Pour chaque année le nombre de dépassements est donné par poste de mesure et pour l'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale.

**Tableau IV.16 : NOMBRE de JOURS avec DÉPASSEMENT
du SEUIL d'ALERTE – 240 µg/m³**

Période : JANVIER – DÉCEMBRE
Résultats par poste de mesure et pour l'ensemble de la Région (RBC)

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

() : moins de 90% des données disponibles

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, 2003 et 2006. Durant l'été nettement moins chaud de 2008 il y a eu également un seul dépassement du seuil d'alerte.

Aperçu des Dépassements selon la directive 2002/3/CE :

Le tableau IV.17 donne un aperçu de l'évolution du nombre de dépassements du seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire), du seuil d'alerte ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur horaire) et de la valeur cible ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme valeur maximale sur 8 heures de la journée). Il s'agit du nombre de jours où au moins un des postes de mesure de la Région est en situation de dépassement. L'évolution des dépassements, pour l'ensemble de la Région, est graphiquement présentée à la figure 4.27. Pour les postes de mesure d'Uccle et de Berchem les dépassements sont représentés dans les figures 4.28 et 4.29.

Nombre de jours avec :

- valeurs horaires supérieures à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 180]
- valeurs horaires supérieures à $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_1Hr > 240]
- valeur maximale sur 8 heures supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [Nd_8HrMax > 120]
- valeur max. sur 8h > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenné sur 3 ans [Nd3Yr_8HrMax > 120]

Tableau IV.17: **OZONE - NOMBRE de JOURS avec DÉPASSEMENT en RBC**

Période ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE

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

La plupart des jours avec dépassement des seuils, mesurés sur une courte durée (*valeurs horaires*), ont été enregistrés durant les chaudes périodes estivales, riches en ozone, de 2003, suivi par les périodes estivales de 2003 et 2006.

Ce constat est en concordance avec ce qui ressort de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées (voir plus loin), à savoir la présence plus fréquente de valeurs pics plus élevées pour l'O₃ durant les périodes estivales les plus chauds.

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

Selon la directive en vigueur, le nombre de jours avec une valeur maximale sur 8 heures supérieure à 120 µg/m³, moyenné sur trois années, ne peut excéder 25 d'ici l'an 2010. Ce nombre est dépassé systématiquement durant les étés chauds. Par contre ce nombre reste inférieur à 20 pour les étés normaux. Vu le mécanisme de formation d'ozone, d'une part, et la tendance légèrement à la hausse de la concentration moyenne d'ozone, d'autre part, atteindre cet objectif d'ici l'an 2010 n'est pas encore garanti.

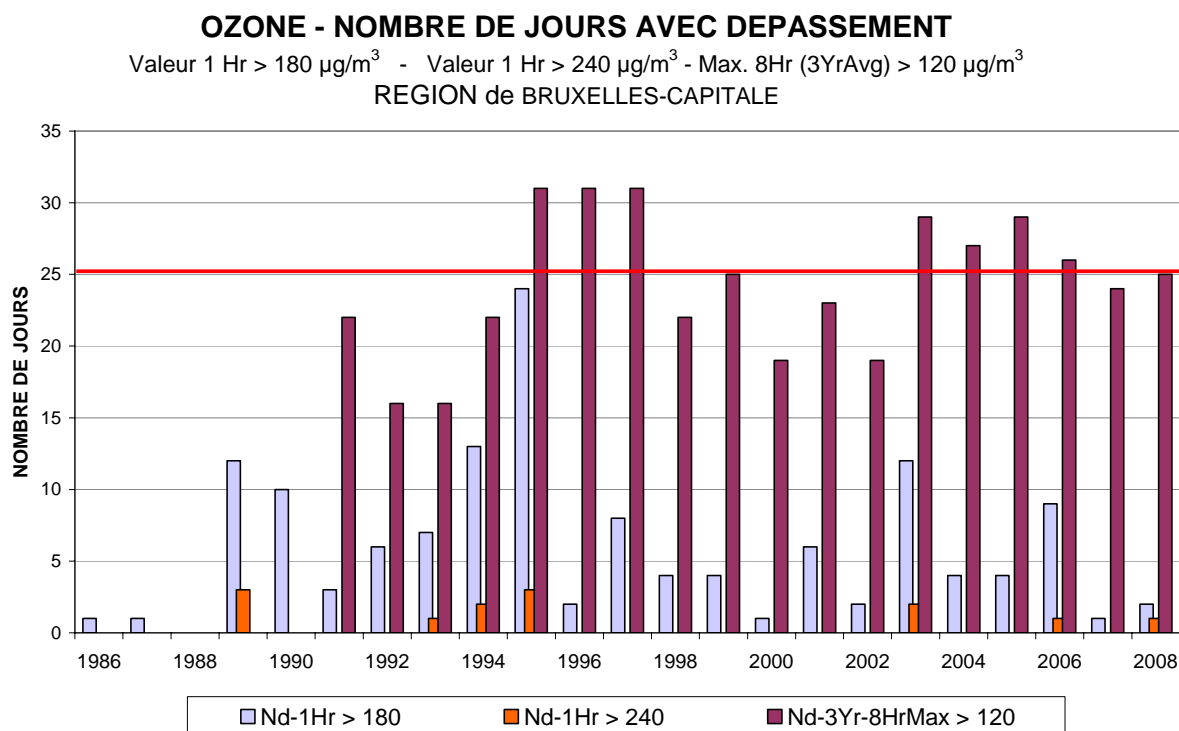


Fig. 4.27: Ozone : Évolution du nombre de jours avec dépassement pour l'ensemble de la Région de Bruxelles-Capitale.
 Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre
 Valeur Horaire 180 µg/m³ - Valeur Horaire > 240 µg/m³
 Valeur maximale sur 8 heures > 120 µg/m³ (moyenne sur 3 ans)

OZONE à UCCLE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur 1 Hr > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur 1 Hr > 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

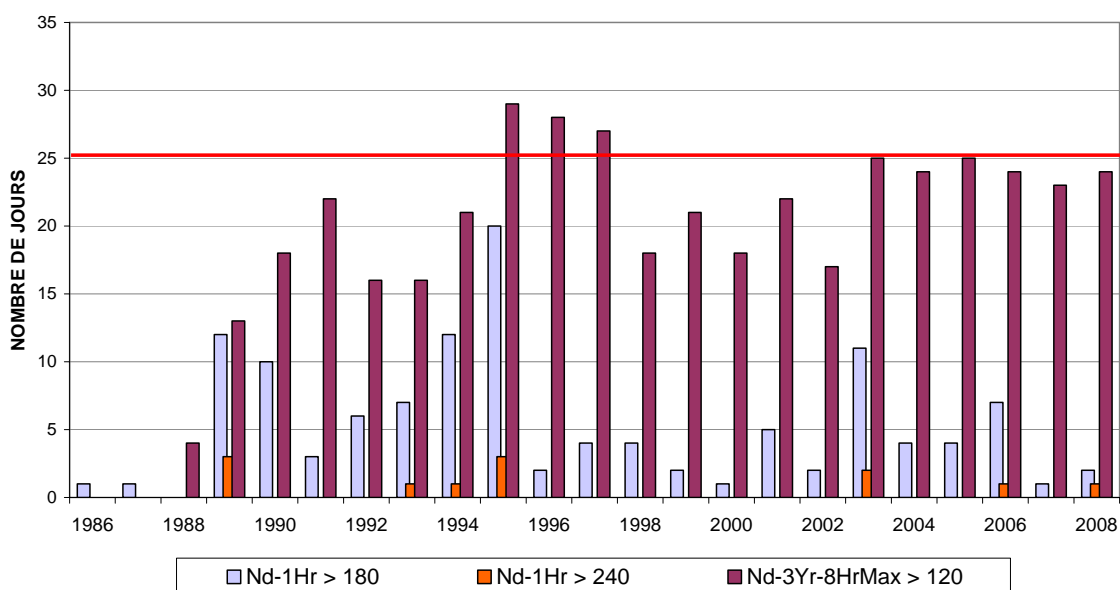


Fig. 4.28: Ozone à Uccle : Évolution du de nombre de jours avec dépassement
Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre
Valeur Horaire 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur Horaire > 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valeur maximale sur 8 heures > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne sur 3 ans)

OZONE à BERCHEM - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Valeur 1 Hr > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur 1 Hr > 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Max. 8Hr (3YrAvg) > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

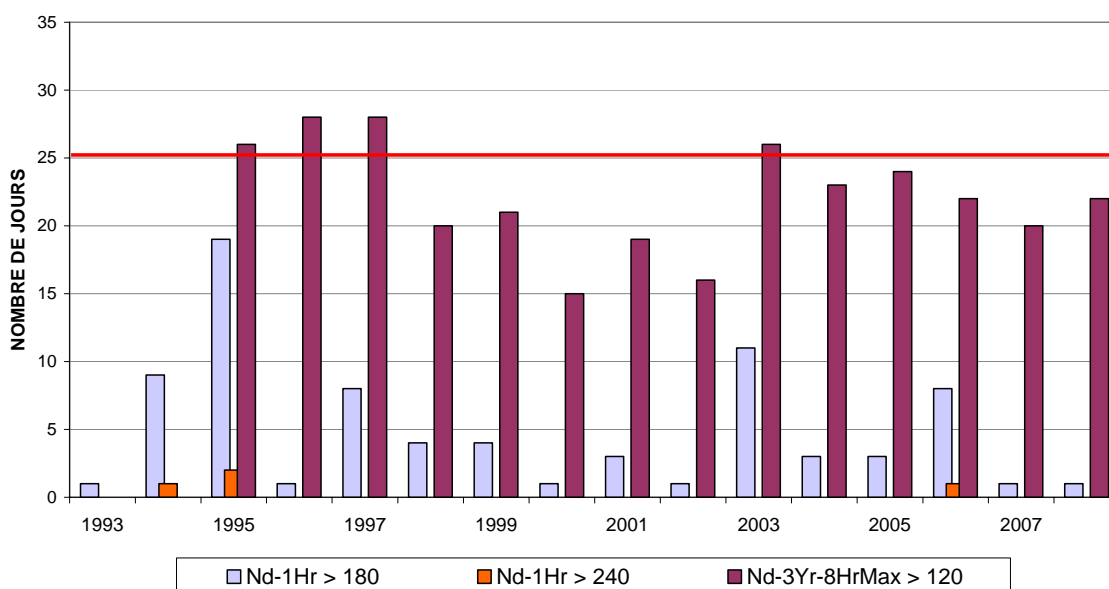


Fig. 4.29: Ozone à Berchem : Évolution du de nombre de jours avec dépassement
Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre
Valeur Horaire 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - Valeur Horaire > 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valeur maximale sur 8 heures > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne sur 3 ans)

4.2.4 Dépassements des valeurs seuils pour l'ozone – ancienne directive 1992/72/CE

Cette ancienne directive a été abrogée à partir du 9 septembre 2003. Un aperçu sommaire du nombre de dépassements est donné au tableau IV.18.

Nombre de jours avec :

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

Tableau IV.18: **OZONE - NOMBRE de JOURS avec DÉPASSEMENT dans la RÉGION**

Période ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE

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

Des dépassements du seuil de 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n'ont jamais été constatés à Bruxelles. Le plus grand nombre de jours de dépassement de la valeur journalière (> 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), indiquant une exposition plus permanente, est constaté en 2003 (91 jours), suivi de 1999 (79 jours) et 2008 (77 jours). En moyenne, il y a eu à partir de la fin des années '90 plus de dépassements que pendant la période précédente.

Le plus grand nombre des dépassements de ce type ne se manifestent pas nécessairement durant les périodes très riches en ozone (été 1994 ou 1995). La tendance légèrement à la hausse de la concentration moyenne en ozone est en concordance avec le nombre croissant de valeurs journalières supérieures à $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La figure 4.30 résume, pour les périodes annuelles à partir de 1986, l'historique du nombre de jours avec dépassements des valeurs seuils suivantes : valeurs horaires supérieures à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valeurs sur 8 heures supérieures à $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et valeurs journalières supérieures à $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

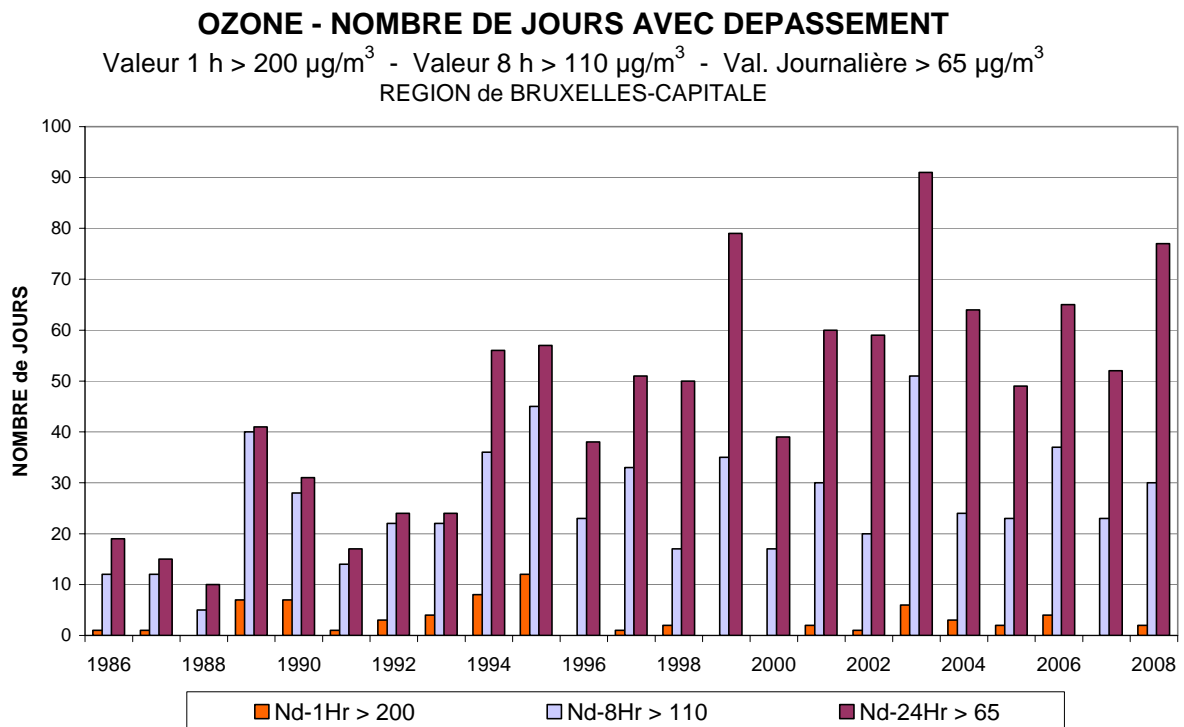


Fig. 4.30: Évolution du nombre de jours avec dépassements – Directive 1992/72/CE
 Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre
 Situation sur l'ensemble de la Région
 Valeur Horaire > $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – Valeur sur 8 heures > $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – Valeur journalière > $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4.2.5 Évolution à long terme des concentrations en ozone

La figure 4.31 reproduit l'évolution dans le temps de la pollution à l'O₃ pour la période 1986 à 2008. Les graphiques présentent la distribution de fréquences cumulées pour les périodes estivales '1^{er} avril – 30 septembre'. Les résultats pour les différents centiles sont calculés sur base des valeurs moyennes horaires.

Le graphique supérieur donne l'évolution au poste de mesure d'Uccle (R012), où l'ozone fait l'objet de mesures depuis 1986 déjà. Les périodes estivales plus chaudes de 1989, 1990, 1994, 1995, 2003 et 2006 se dégagent clairement de l'évolution des valeurs, et plus précisément les niveaux plus élevés des centiles supérieurs (P70 à P98). Le graphique du dessous donne l'évolution à partir de 1993 au poste de mesure de Berchem-Ste-Agathe (B011). Les périodes estivales chaudes et riches en ozone de 1994, 1995, 2003 et 2006 ressortent aussi clairement. Le nombre de dépassements des valeurs seuils pour une exposition de courte durée (valeurs horaires – p.ex. seuil d'information) fait apparaître une diminution du nombre ou de la grandeur des valeurs pics d'ozone.

Dans les deux graphiques, on note une légère tendance à la hausse de la concentration moyenne d'ozone depuis le début des observations. Cette tendance résulte probablement de la réduction des émissions de NO laquelle réduit la quantité de NO présente pour détruire l'ozone.

La comparaison des niveaux de concentrations observés dans les différents postes de mesure est représentée graphiquement à la figure 4.32. Le graphique du dessus fait référence à la période hivernale 'octobre 2007 – mars 2008' et celui du dessous à la période estivale 'avril – septembre 2008'. Les concentrations en période estivale sont nettement plus élevées qu'en période hivernale. Les niveaux les plus élevés ont été constatés aux postes de mesure d'Uccle (R012) et Berchem (B011), qui sont plus protégés de l'influence directe du trafic.

Un historique détaillé, reprenant les résultats calculés de la distribution de fréquences cumulées pour des périodes annuelles, des périodes estivales (avril – septembre) et des périodes hivernales (octobre – mars) est donné aux annexes B, C et D.

La figure 4.33 fournit un aperçu de la distribution spatiale de la concentration d'ozone. Les roses de pollution, avec une représentation de la concentration moyenne d'ozone par secteur de vent, sont dessinées avec, en fond, une carte de la Région. La carte du dessus donne la situation pendant la période hivernale 'octobre 2007 – mars 2008' et la carte du dessous renvoie à la période estivale 'avril – septembre 2008'. Les concentrations sont plus élevées en été ainsi qu'aux endroits moins directement exposés à la pollution due à la circulation. Dans le centre de la Région et aux endroits avec une surabondance de NO, l'ozone est détruit, entraînant une formation locale de NO₂. En périphérie et aux endroits où il y a peu de trafic, la formation d'ozone se poursuit sans encombre et le peu de NO disparaît presque entièrement.

La figure 4.34 donne une représentation graphique de l'évolution hebdomadaire moyenne pour les postes de mesure d'Uccle. La moyenne, la médiane (P50) et les centiles P10 et P90 sont représentés graphiquement par période horaire. Ces deux dernières valeurs délimitent approximativement la zone dans laquelle la concentration peut varier de jour en jour. Le graphique au-dessus renvoie à la période hivernale 'octobre 2007 – mars 2008' et le graphique en-dessous, à la période estivale 'avril – septembre 2008'. En été, les concentrations d'ozone sont manifestement plus élevées qu'en hiver. Les variations dans le profil journalier d'été s'expriment davantage et les valeurs varient sur une gamme de concentrations plus large.

Les figures 4.35 et 4.36 représentent, respectivement pour les postes de mesure d'Uccle et de Molenbeek, le profil hebdomadaire normalisé des concentrations en NO, NO₂, O₃ et de la somme [NO₂+O₃], moyenné sur trois périodes estivales successives ; 'avril – septembre' 2006, 2007 et 2008. La normalisation (à 1) est obtenue en divisant la concentration moyenne de chaque jour de semaine par la concentration moyenne des jours ouvrables. Ainsi une valeur proche de l'unité est obtenue pour les jours ouvrables et la diminution (NO et NO₂) ou l'augmentation (O₃) de la concentration durant le week-end est directement lisible en pourcentage. Dans les postes de mesure d'Uccle et de Molenbeek la concentration moyenne en ozone augmente respectivement d'environ 10 et 15% le samedi et d'environ 20 et 30% le dimanche.

La figure 4.37 reproduit l'évolution journalière moyenne pour l'O₃, calculée sur base des données de tous les jours de la période 'mai – août'. La situation dans trois différents postes de mesure est comparée. Les postes de mesure d'Uccle et de Berchem sont moins exposés au trafic et le profil journalier d'O₃ atteint un niveau plus élevé qu'à Haren. Le surplus de NO, provenant du trafic, est responsable d'une destruction plus importante d'O₃ à Haren. Le graphique au-dessus fait référence à la période estivale de 2003 et celui en-dessous à la période estivale de 2006. Le profil journalier obtenu pour la période estivale plus chaude de 2003 est clairement plus élevé que le profil calculé pour 2006.

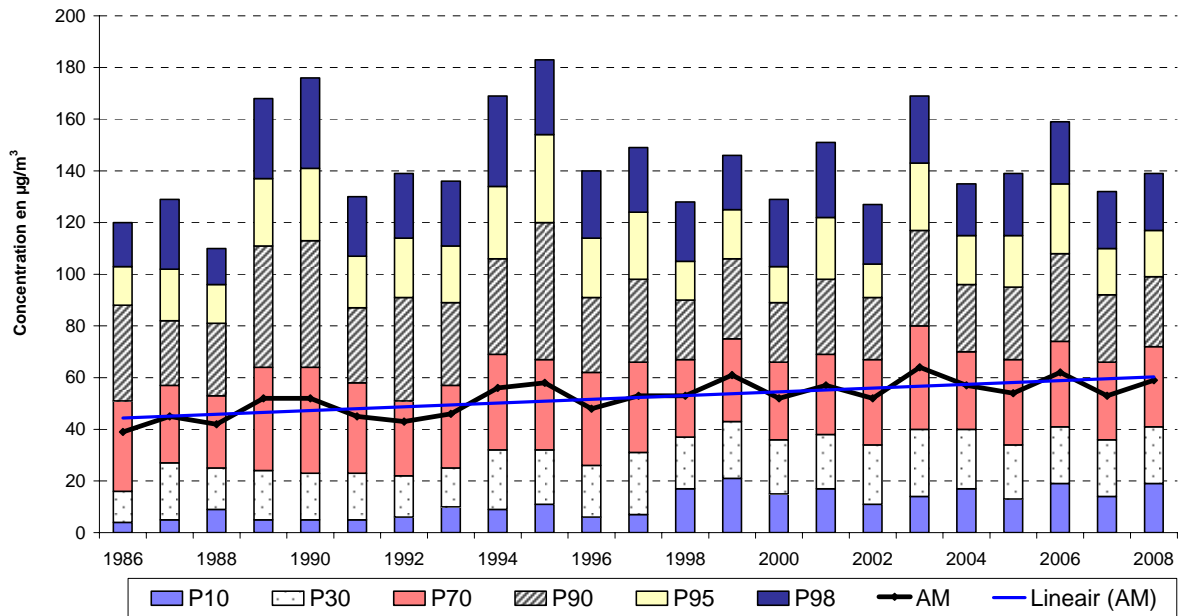
La figure 4.38 reproduit l'évolution journalière moyenne pour le NO₂ et pour la somme de [O₃ + NO₂], exprimée en quantités équivalentes d'ozone. Les résultats sont calculés pour les trois mêmes stations et pour la sélection 'tous les jours' de la période 'mai – août 2006'. Le profil journalier du NO₂ est tout à fait complémentaire au profil journalier de l'ozone. Les niveaux les plus élevés se présentent à Haren : une partie du NO, plus présent à cet endroit, est oxydée par l'ozone en NO₂. L'aspect complémentaire de ces deux profils est clairement illustré dans le graphique inférieur, reprenant le profil journalier de la somme [O₃ + NO₂].

Les graphiques de la figure 4.39 représentent, respectivement pour les postes d'Uccle et de Haren, le profil journalier calculé pour la période estivale 'avril – septembre 2006'. A cet égard, une distinction est opérée entre la situation les jours ouvrables et les jours non ouvrables.

Les concentrations d'O₃ sont en moyenne plus élevées les jours non ouvrables (samedi, dimanche et jours fériés) et en moyenne plus faibles les jours ouvrables. Les différences sont plus flagrantes aux postes de mesure situés à proximité de la circulation (Haren). Cette différence entre la situation les jours ouvrables et les jours non ouvrables est constatée chaque année (voir rapports de l'IBGE sur la qualité de l'air en période estivale : 1994-2008). Il y a plus de circulation les jours ouvrables et en raison de la plus grande disponibilité de NO, il y a plus d'ozone détruit. Le week-end et les jours fériés, la circulation est globalement moins intense. Étant donné qu'il y a moins de NO présent, il y a moins d'ozone détruit.

La figure 4.40 reproduit l'évolution journalière moyenne de la somme [O₃ + NO₂], exprimée en quantités équivalentes d'ozone. L'aspect complémentaire entre le profil O₃ et NO₂ se manifeste tant entre postes de mesures qu'entre jours ouvrables et non-ouvrables. Chaque année, on constate que le profil journalier du NO₂ connaît une évolution tout à fait complémentaire à celle de l'ozone, avec des valeurs plus faibles les jours non ouvrables et des valeurs plus élevées les jours ouvrables. La somme des concentrations d'O₃ et de NO₂, et leurs profils journaliers sont pratiquement identiques à tous les postes de mesure de la Région.

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



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

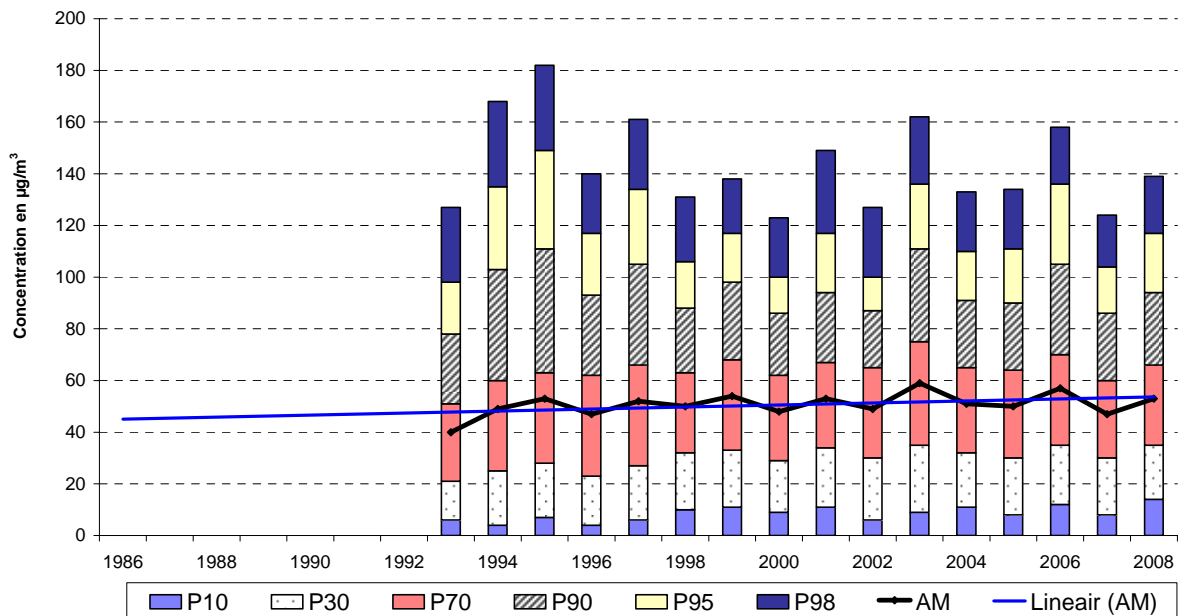
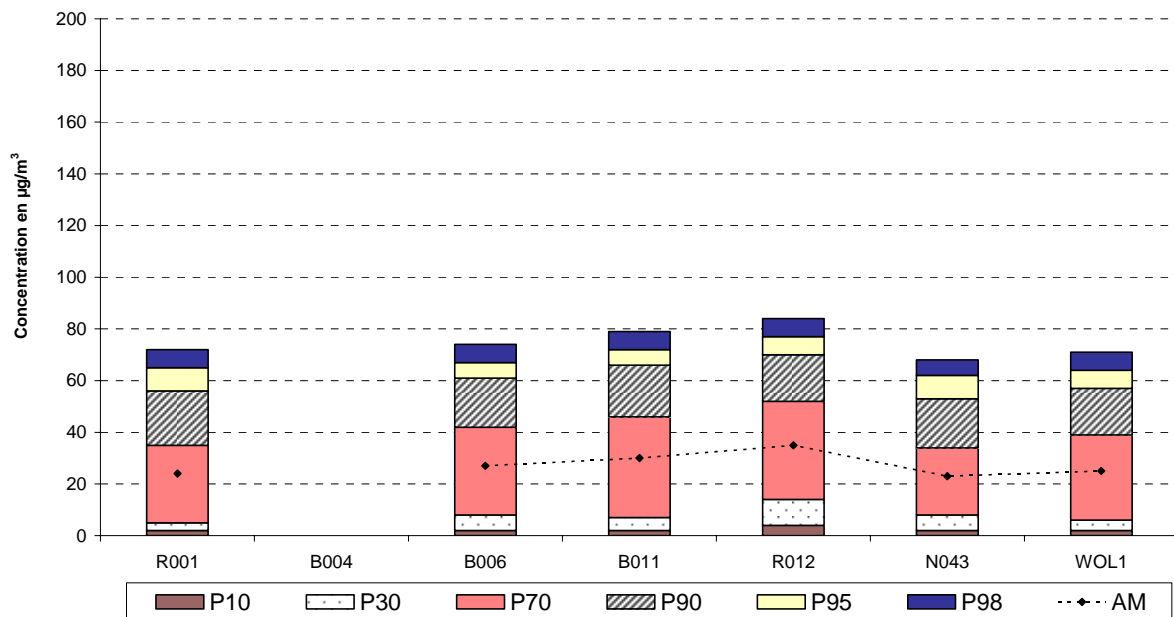


Fig. 4.31 : Ozone - Évolution des concentrations à Uccle (R012) et Berchem (B011)
 Périodes estivales 1986 – 2008

O₃ - COMPARAISON POSTES de MESURE
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période HIVERNALE "OCTOBRE 2007 - MARS 2008"



O₃ - COMPARAISON POSTES de MESURE
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période ESTIVALE "AVRIL - SEPTEMBRE 2008"

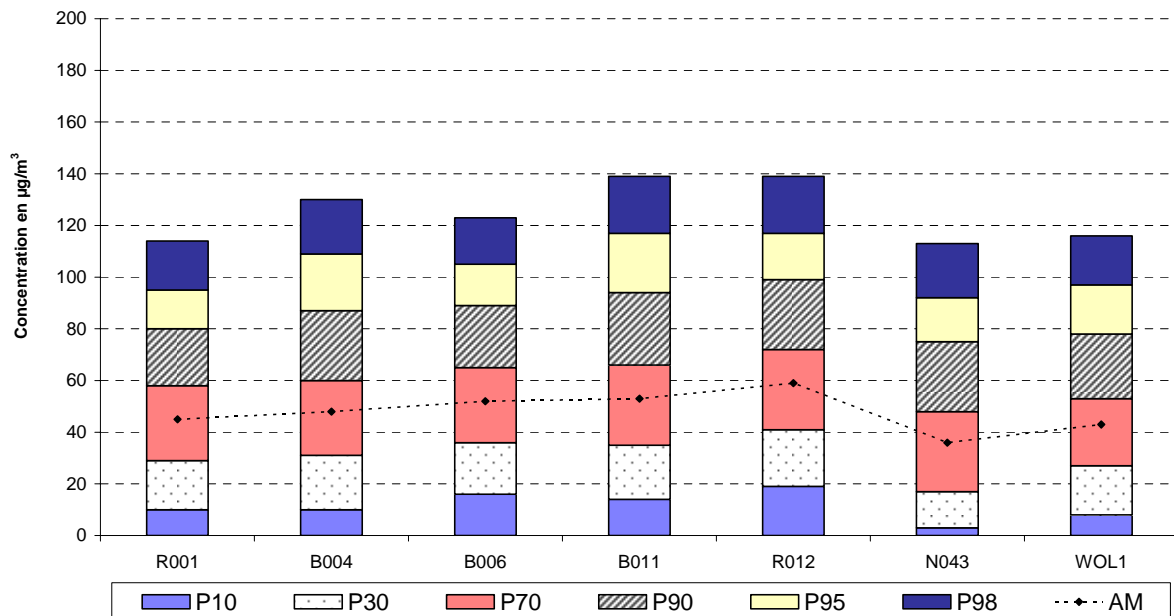


Fig. 4.32 : Ozone - Comparaison des niveaux de concentration entre différents postes de mesure Période hivernale 'octobre 2007 – mars 2008' et période estivale 'avril – septembre 2008'

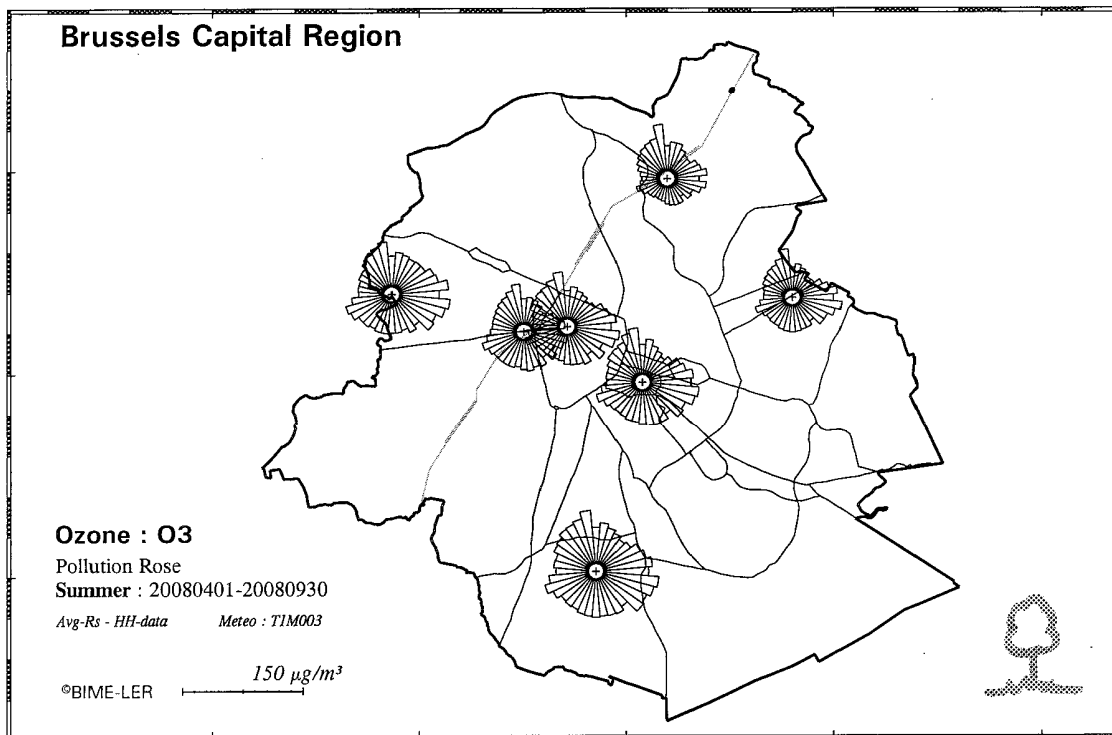
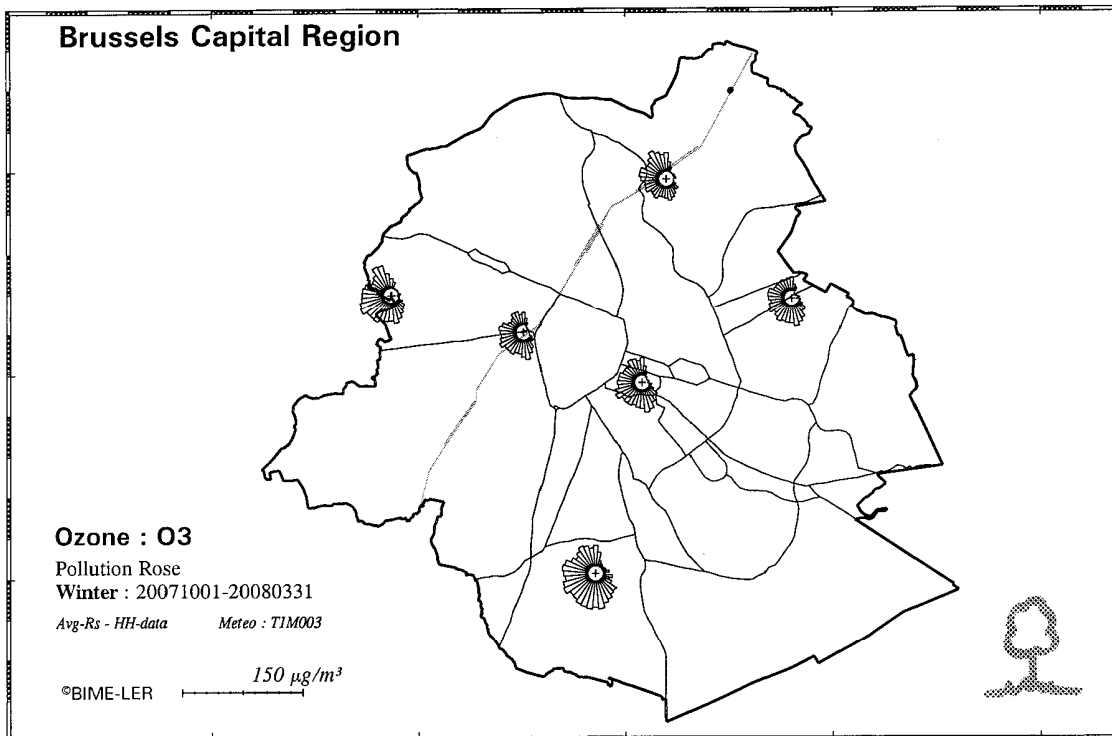
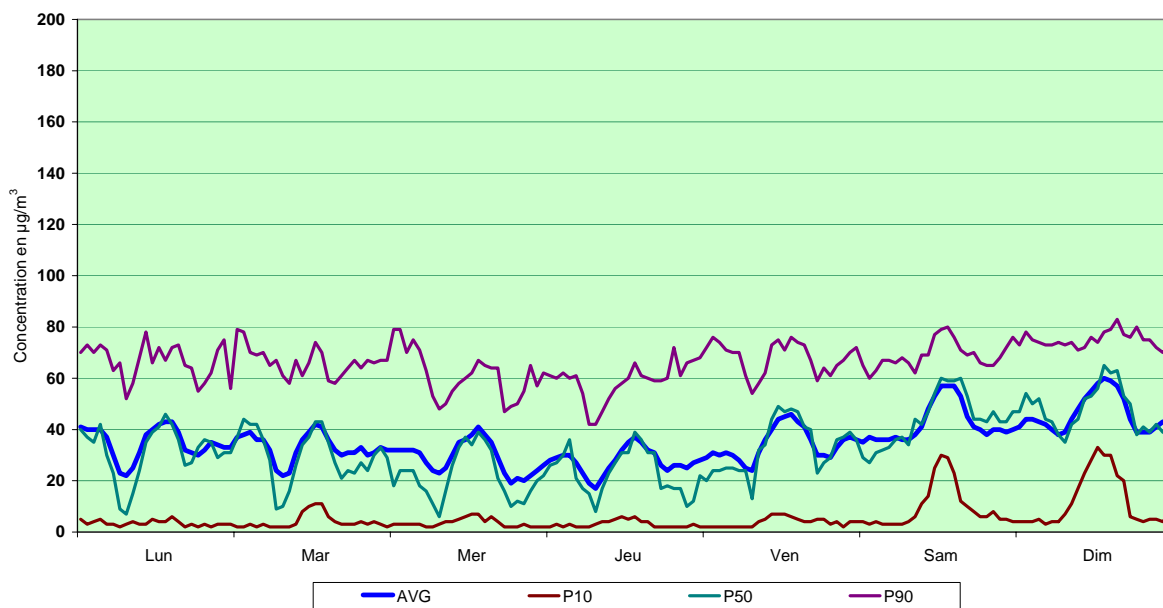


Fig. 4.33 : Roses de pollution – distribution spatiale des concentrations ozone en hiver et en été

O₃ à UCCLE (R012)
 EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
 Période HIVERNALE : OCTOBRE 2007 - MARS 2008



O₃ à UCCLE (R012)
 EVOLUTION HEBDOMADAIRE MOYENNE
 Période ESTIVALE : AVRIL - SEPTEMBRE 2008

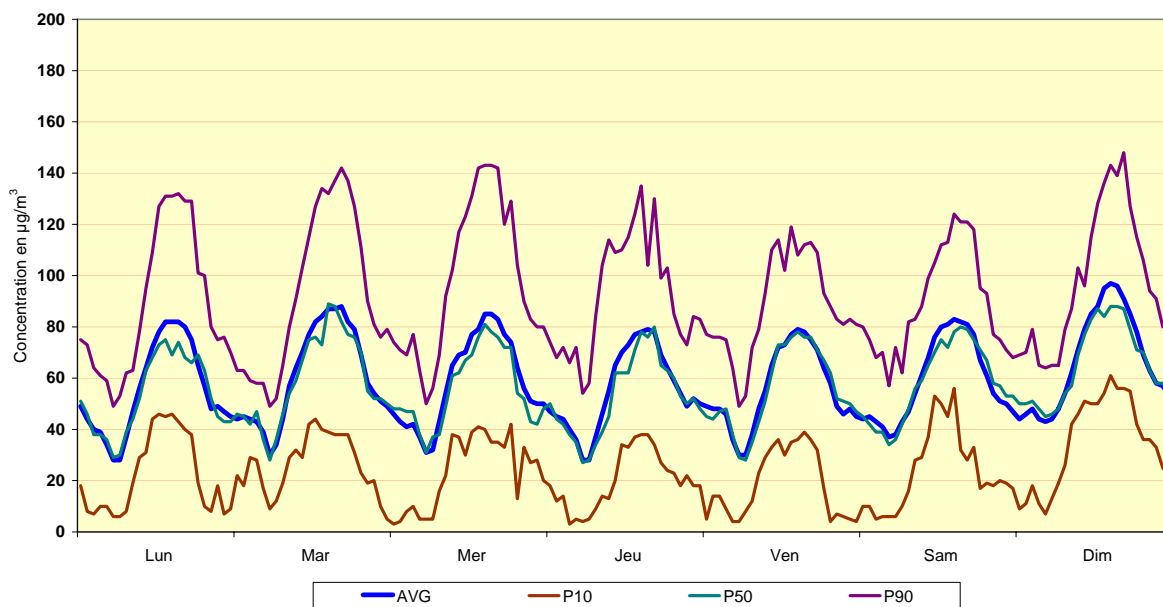


Fig. 4.34 : Ozone à Uccle – Évolution hebdomadaire moyenne des concentrations en hiver et en été. Concentration moyenne (AVG), centile P10, médiane (P50) et centile P90.

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

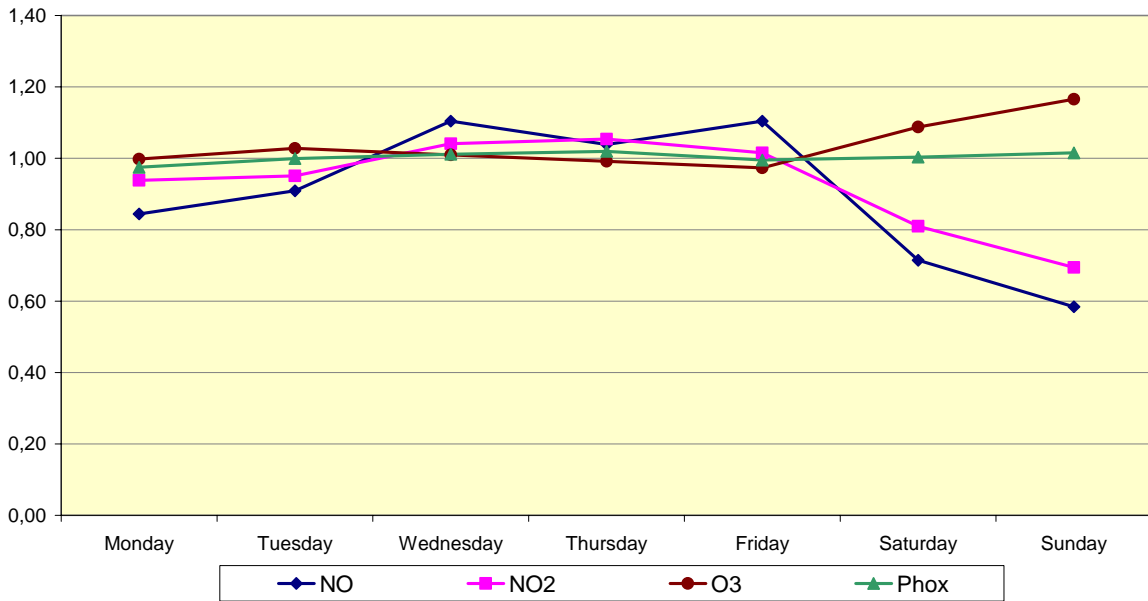


Fig. 4.35 : Poste de mesure à Uccle – Profil hebdomadaire moyen des concentrations en NO, NO₂, O₃ et [O₃ + NO₂] sur trois périodes estivales successives : 'avril – septembre' 2006, 2007 et 2008

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

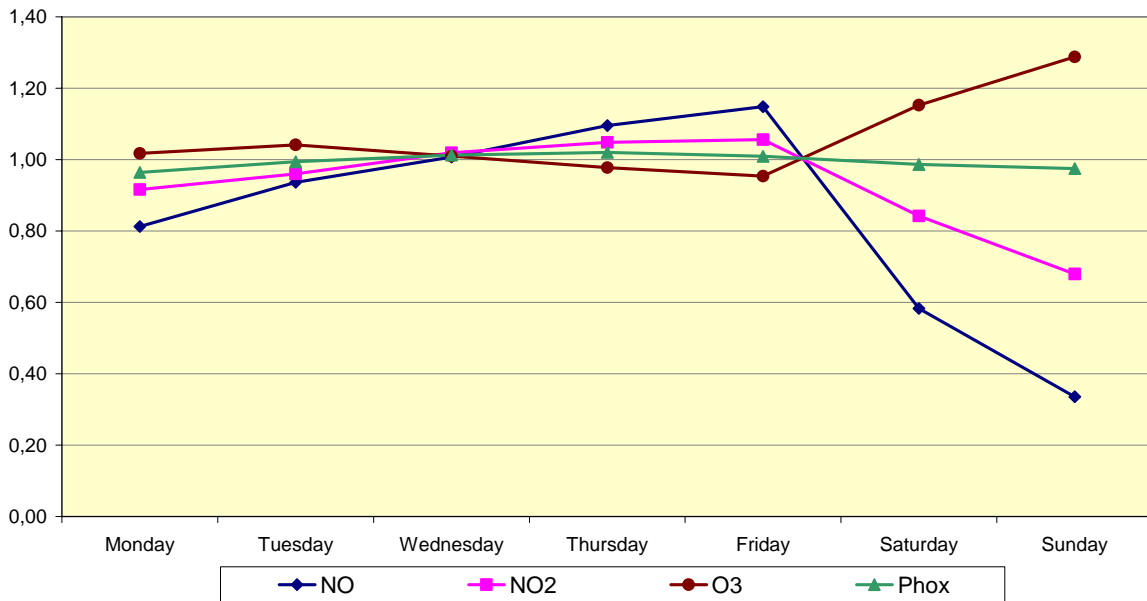


Fig. 4.36 : Poste de mesure à Molenbeek – Profil hebdomadaire moyen des concentrations en NO, NO₂, O₃ et [O₃ + NO₂] sur trois périodes estivales successives : 'avril – septembre' 2006, 2007 et 2008

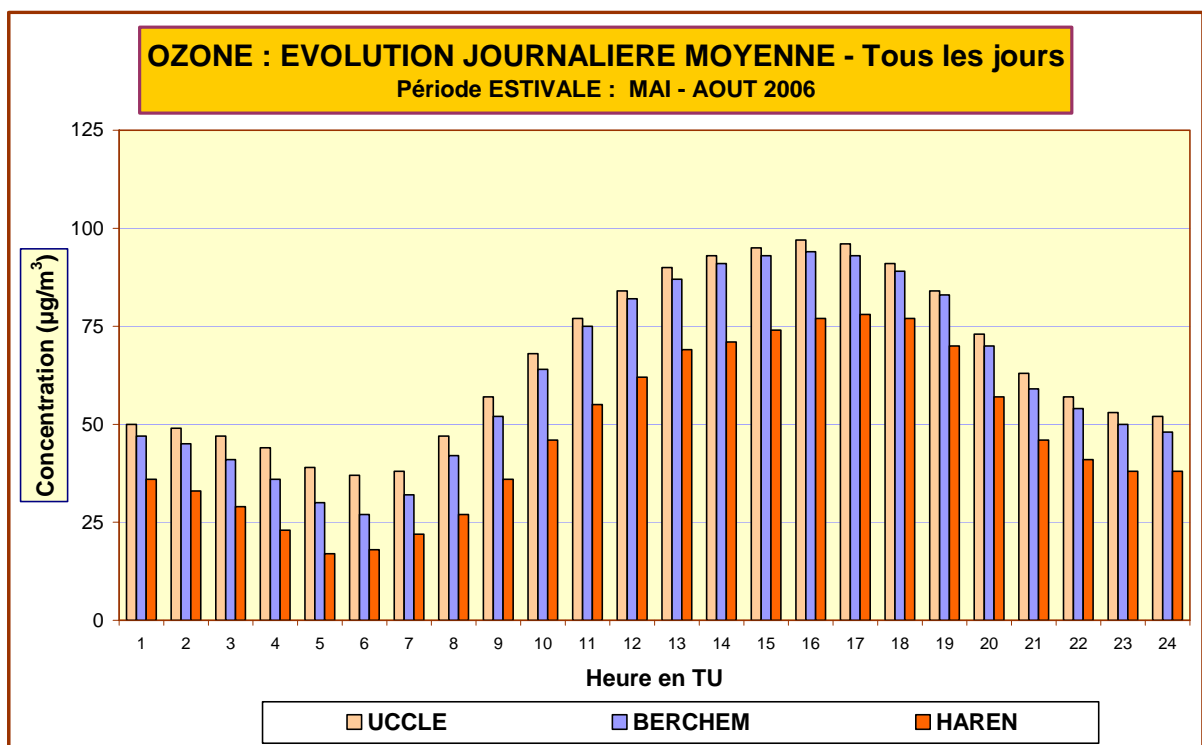
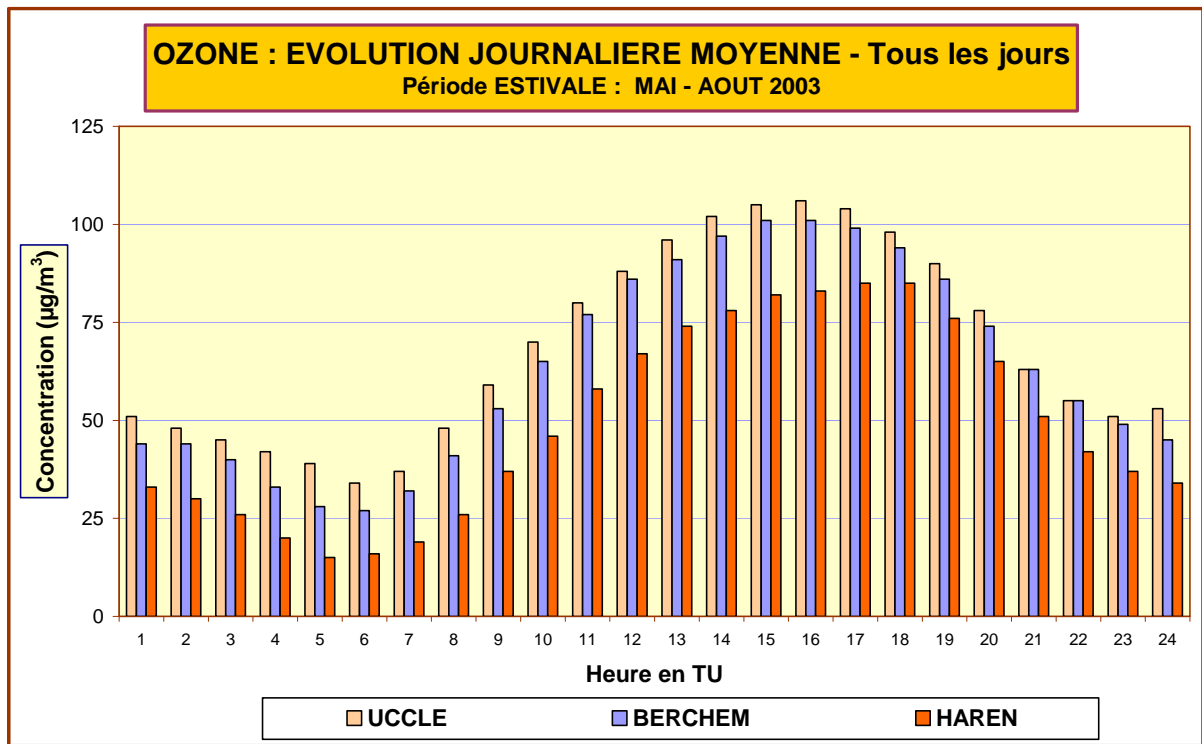


Fig. 4.37 : Ozone – Évolution journalière moyenne – Comparaison entre 3 postes de mesure. Période 'mai – août' 2003 et 2006

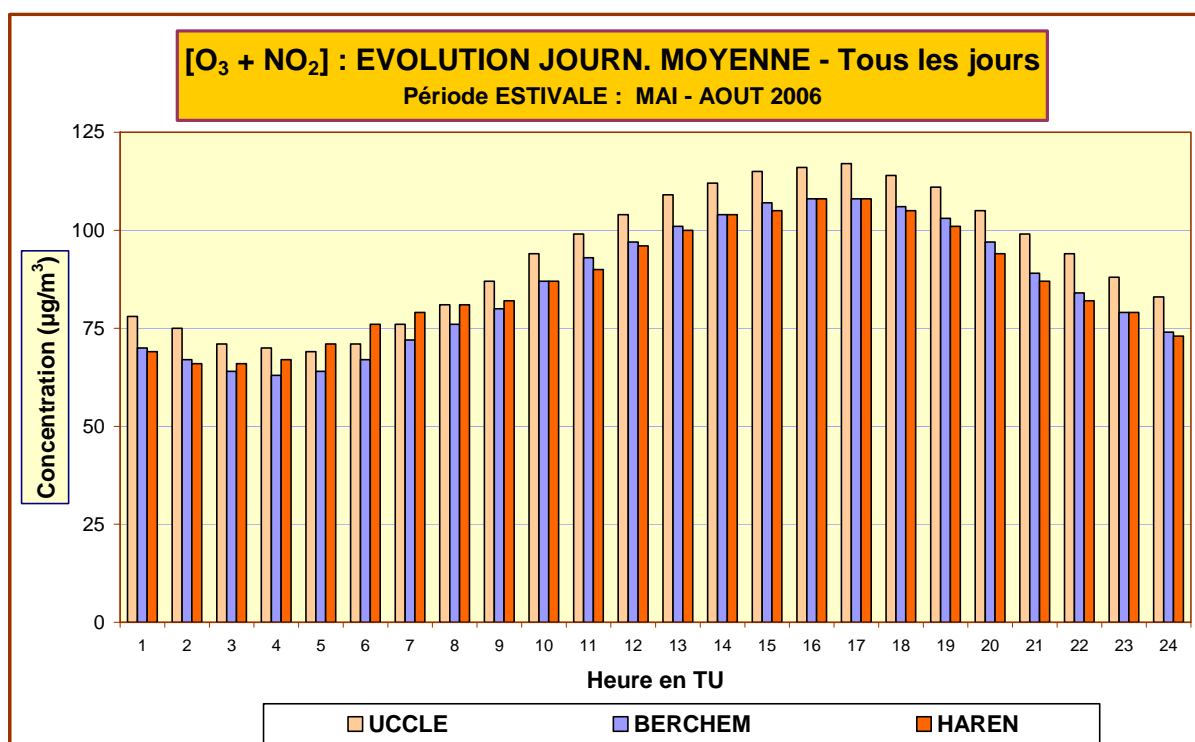
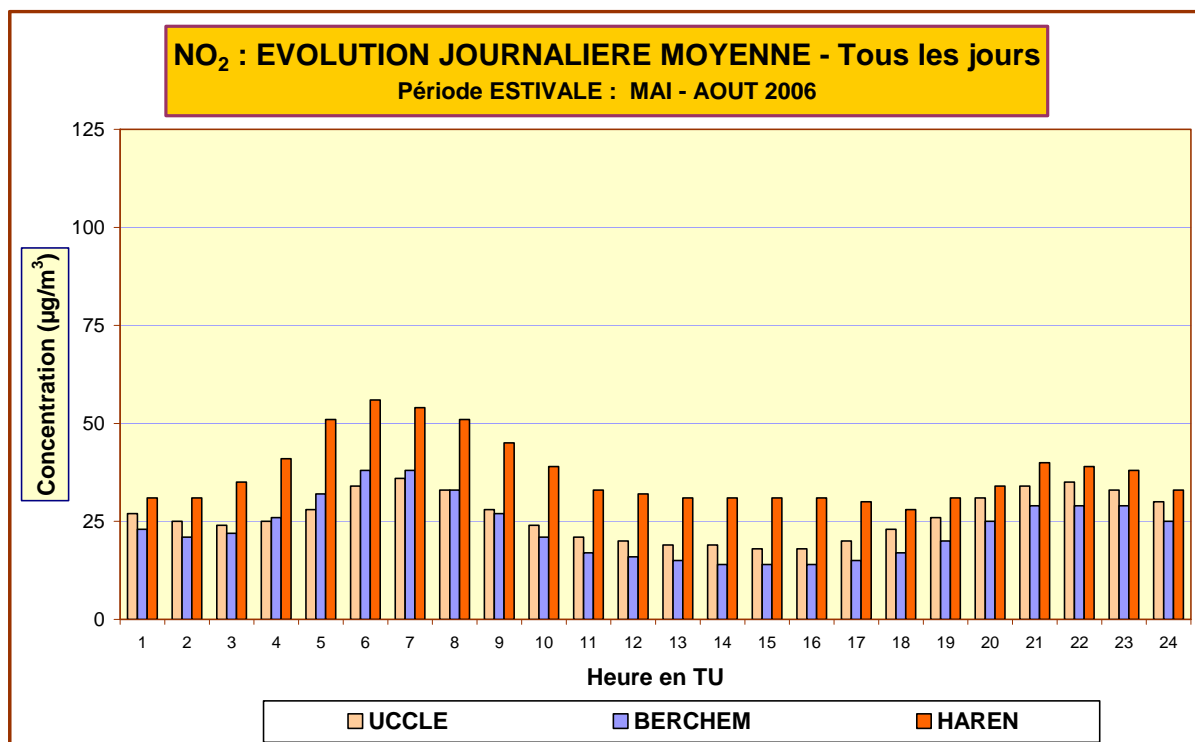
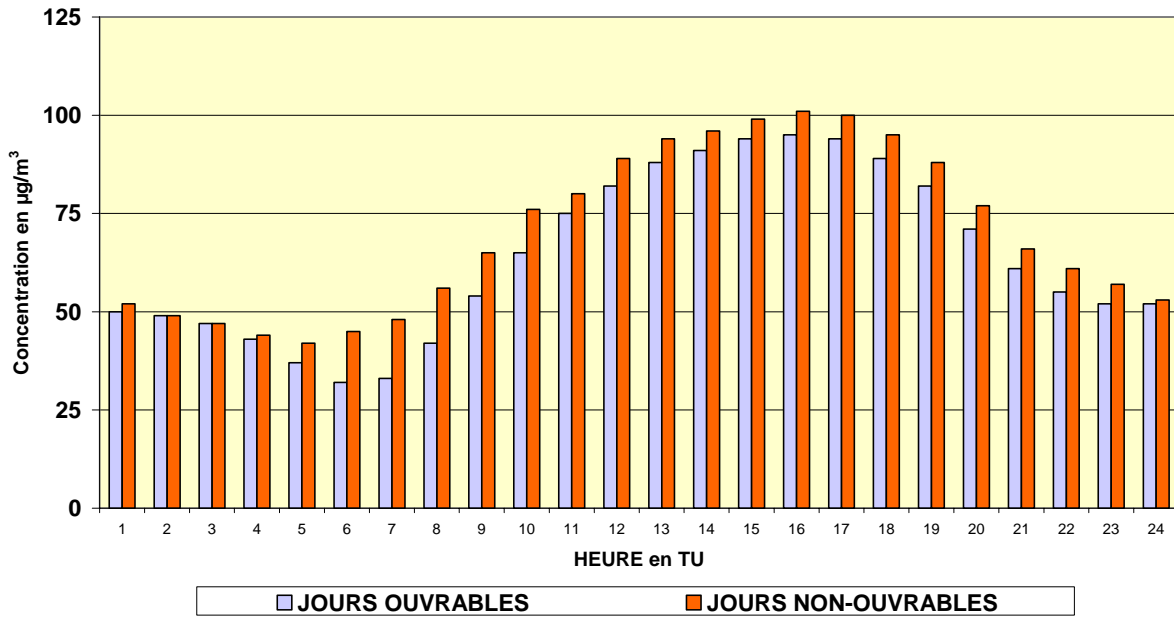


Fig. 4.38 : Évolution journalière moyenne de NO₂ et de la somme [O₃ + NO₂]
Comparaison entre 3 postes de mesure – Période 'mai – août 2006'

OZONE - UCCLE - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOÛT 2006



OZONE - HAREN - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOÛT 2006

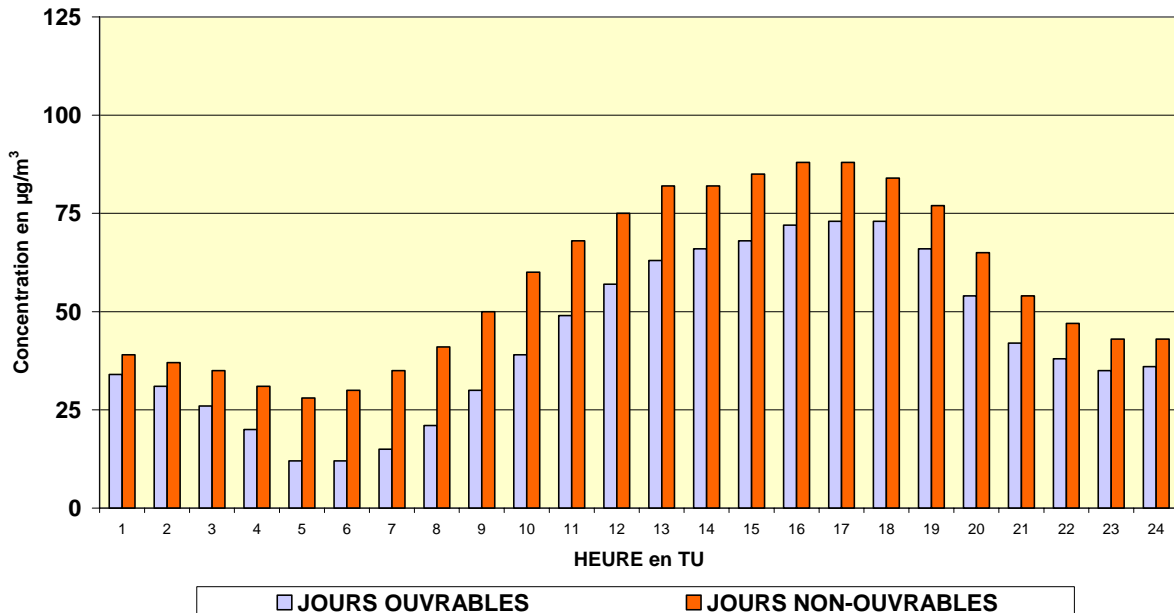
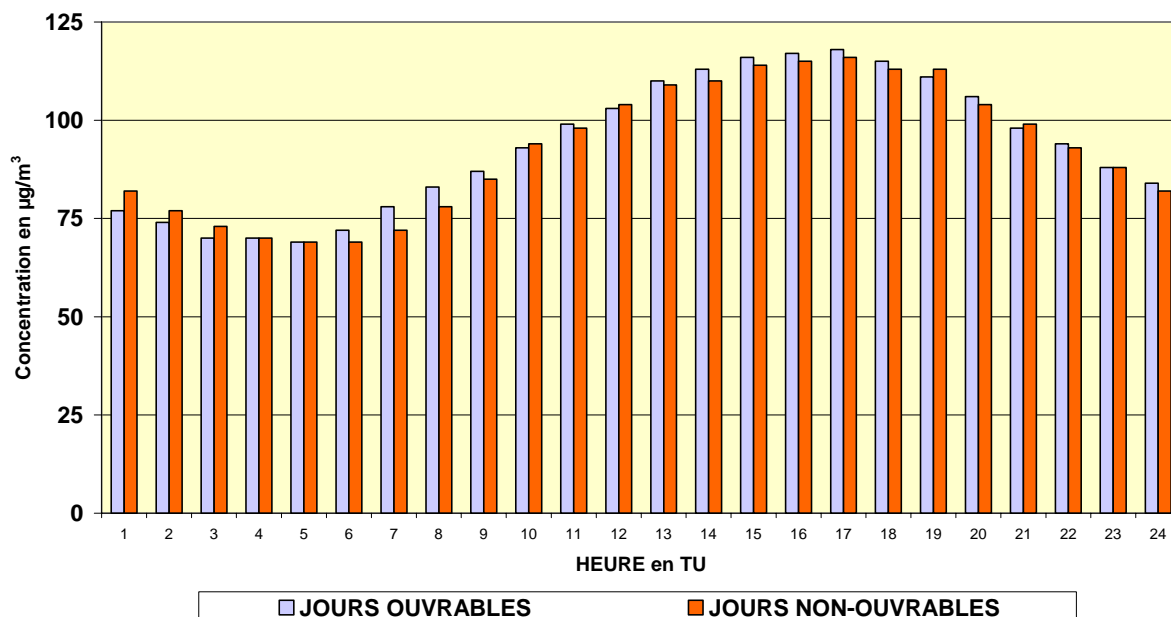


Fig. 4.39 : Ozone – Évolution journalière moyenne les *jours ouvrables* et les *jours non ouvrables*
 Postes de mesure d'Uccle et Haren (trafic) – Période 'mai – août 2006'

[O₃ + NO₂] - UCCLE - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOÛT 2006



OZONE - HAREN - EVOLUTION JOURNALIERE MOYENNE
JOURS OUVRABLES ET NON-OUVRABLES
 PERIODE ESTIVALE : MAI - AOÛT 2006

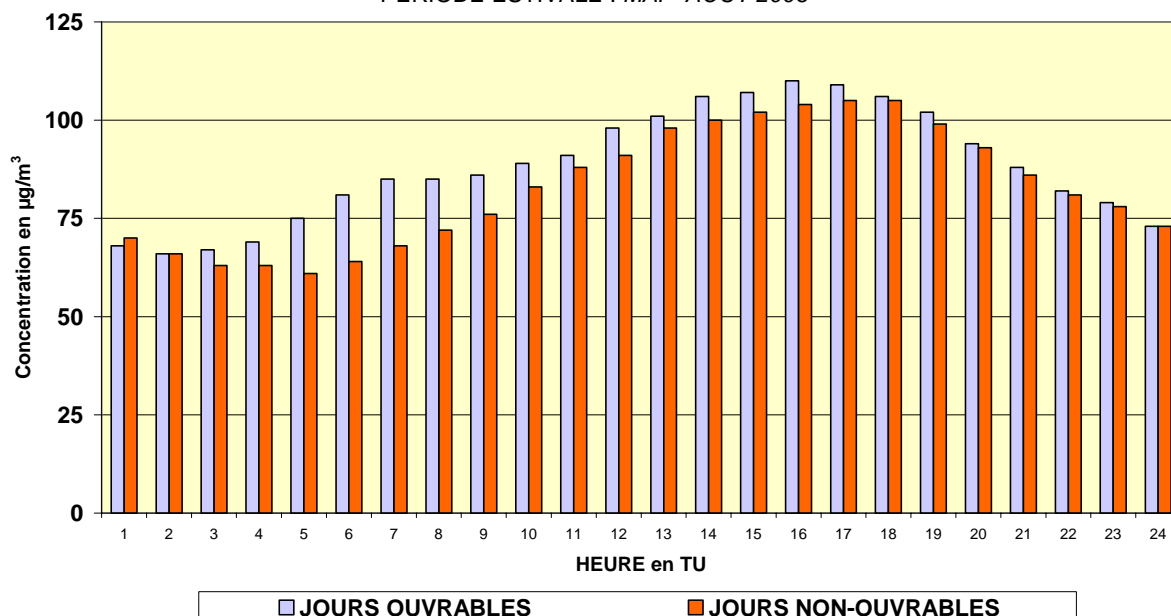


Fig. 4.40 : [O₃ + NO₂] – Évolution journalière moyenne – Jours ouvrables et non ouvrables
 Postes de mesure d'Uccle et Haren – Période 'mai – août 2006'

4.2.6 Rendement et précision des mesures d'ozone

Le tableau IV.19 ci-après donne un aperçu des rendements (saisie en %) des données de mesure pour l'O₃. La précision des résultats pour l'O₃ est déterminée lors des tests de contrôle semestriels par rapport au standard primaire du banc d'étalonnage. Il en ressort qu'une précision absolue d'environ 4% peut être atteinte.

Tableau IV.19 : **VALEURS HORAIRES en O₃ : Rendement**
Saisie des données (en %) = nombre de valeurs horaires / nombre total de périodes horaires

Période : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1986					60.9		
1987					61.4		
1988					78.1		
1989					83.9		
1990					59.4		
1991					75.1		
1992					85.3		
1993				89.9	88.6		
1994				83.9	83.9		(51.4)
1995				84.3	80.4		55.8
1996				82.3	84.5		85.0
1997	(23.3)			80.9	84.0		87.6
1998	89.8			89.5	92.0	44.6	90.0
1999	91.5			89.5	93.8	94.6	87.4
2000	92.7	(5.8)		89.6	92.6	88.5	91.8
2001	93.9	94.7	(28.2)	92.5	90.7	95.4	(24.6)
2002	95.5	93.8	94.6	94.8	94.6	95.8	89.7
2003	93.5	96.7	96.1	96.6	94.1	91.6	91.8
2004	95.6	97.3	96.6	96.3	96.2	94.5	93.0
2005	95.8	96.6	96.9	96.8	95.9	87.9	93.3
2006	96.3	(16.2)	97.4	94.9	96.1	96.1	91.7
2007	96.6	--	90.7	96.5	97.1	94.5	94.9
2008	96.8	77.1	96.9	94.7	96.9	95.2	93.4

(): série incomplète de données – début des mesures