

## 4.2 OZONE (O<sub>3</sub>)

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/m<sup>3</sup> 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*, 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. Ces inversions matinales sont éventuellement suivies de conditions stables pendant le reste de la journée.

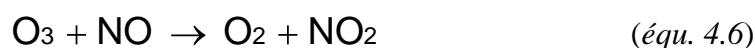
La concentration d'ozone en un endroit précis est toujours le résultat de deux processus simultanés : un processus de *'formation d'ozone'* évoluant assez lentement (plusieurs heures) et un processus de *'destruction d'ozone'* assez rapide (d'une à quelques minutes). La photolyse (scission sous l'influence de photons) d'une molécule de NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> formé peut à nouveau être scindé sous l'influence des rayons UV et former de l'ozone.

Une même molécule de NO<sub>2</sub> peut en quelque sorte engendrer la formation de plusieurs molécules d'O<sub>3</sub>. Ce processus en chaîne peut donner lieu à une formation d'ozone excédentaire, même en cas de faible concentration des *précurseurs*.

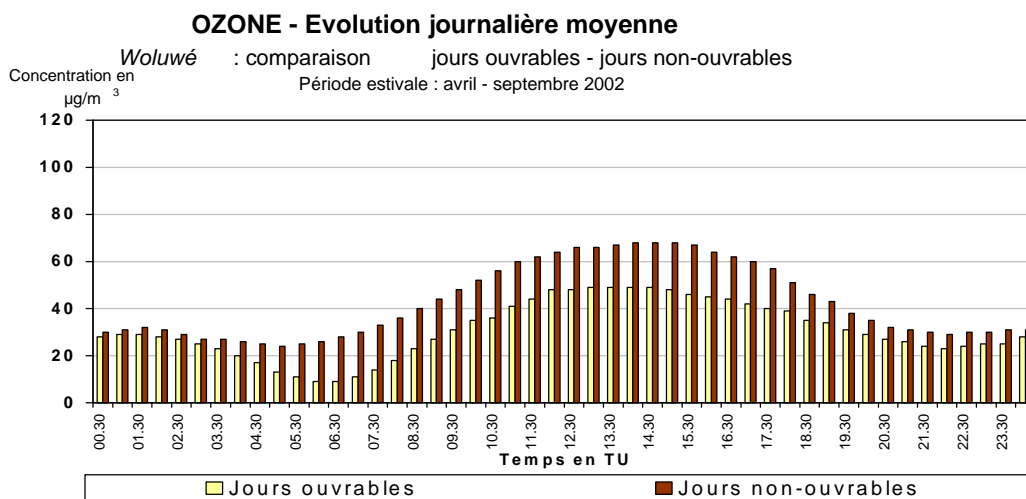


Fig. 4.14: formation excessive d'ozone (schéma simplifié)

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 de la pollution d'ozone ne peut intervenir qu'à condition que les réductions d'émissions des précurseurs soient réalisées de manière *drastique* (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 1999), les concentrations d'ozone pendant les étés 2000-2002 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. En conséquence il y a moins de NO présent dans l'air et la destruction de l'ozone devient moins importante.

Dans ses rapport 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 15 pays de la CE et des 10 pays non-CE une différence marquée en concentration d'ozone le week-end et les jours ouvrables. De plus aux États-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<sub>x</sub> 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.

## OZONE- Evolution journalière moyenne

Haren : comparaison jours ouvrables - jours non-ouvrable

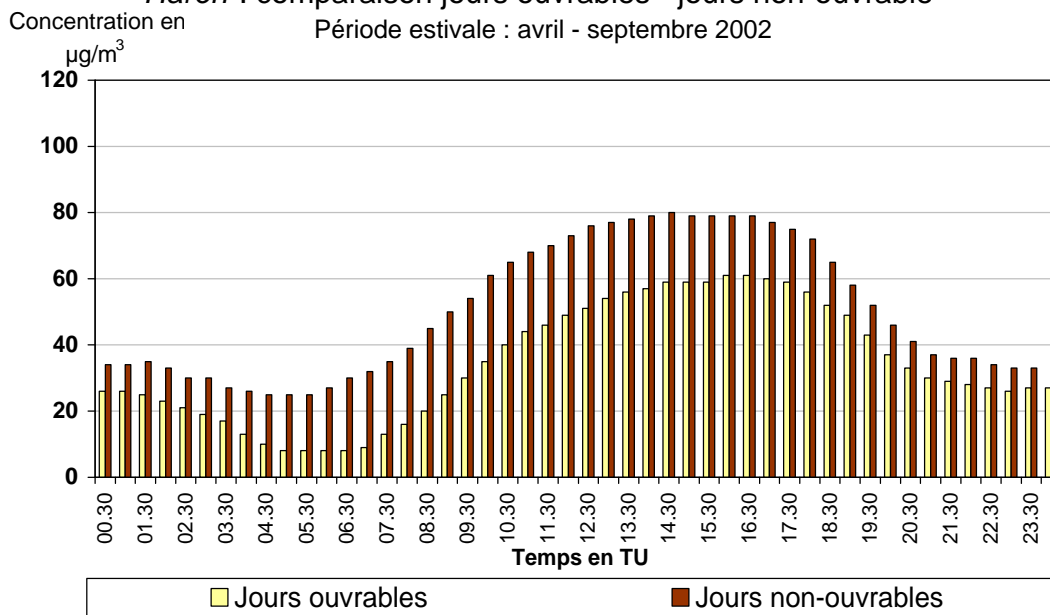


Fig. 4.15: Destruction de l'ozone au centre-ville par l'excès de NO provenant du trafic. Formation d'ozone plus importante en périphérie et en aval des grandes villes.

Les concentrations d'ozone en Région de Bruxelles-Capitale sont mesurées en permanence en plusieurs endroits 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 O<sub>3</sub>

La directive 2002/3/CE du 12 février 2002 fixe deux valeurs cibles :

- **120 µg/m<sup>3</sup>** 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/m<sup>3</sup>.h** comme **AOT-40**, 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 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.

La directive 2002/3/CE du 12 février 2002 fixe également deux objectifs à long terme :

- **120 µg/m<sup>3</sup>** comme **le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures**, pendant une année civile
- **6.000 µg/m<sup>3</sup>.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*" : 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. Sauf 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.

En plus la directive 2002/3/CE du 12 février 2002 fixe un seuil d'information et un seuil d'alerte :

- **seuil d'information : 180 µg/m<sup>3</sup>** comme **valeur horaire**
- **seuil d'alerte : 240 µg/m<sup>3</sup>** comme valeur horaire ; pour la mise en oeuvre de l'article 7, le dépassement du seuil doit être mesuré ou prévu pendant trois heures consécutives

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 à partir duquel des informations actualisées sont nécessaires.

Définition "*seuil d'alerte*" : 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.

La directive 92/72/CE du 21 septembre 1992 fixait les valeurs seuils suivantes :

- **110 µg/m<sup>3</sup>** comme **valeur moyenne sur 8 heures**, à calculer quatre fois par jour ; valeur seuil pour la protection de la santé humaine
- **200 µg/m<sup>3</sup>** comme **valeur horaire** et **65 µg/m<sup>3</sup>** comme **valeur sur 24 heures** ; valeur seuil pour la protection de la végétation

La directive 92/72/CE fixait également un seuil d'information et un seuil d'alerte :

- **seuil d'information : 180 µg/m<sup>3</sup>** comme **valeur horaire**
- **seuil d'alerte : 360 µg/m<sup>3</sup>** comme **valeur horaire**

#### 4.2.2 Valeurs d'ozone mesurées

Le tableau IV.6 reproduit les niveaux d'O<sub>3</sub> obtenus aux postes de mesure de la Région de Bruxelles-Capitale lors des périodes estivales successives '1<sup>er</sup> avril – 30 septembre'.

**Tableau IV.6 : Ozone : Valeurs horaires : P50 à P98 et Valeur Moyenne (MOY)**

Période ESTIVALE : 1 AVRIL – 30 SEPTEMBRE  
[ Concentration en µg/m<sup>3</sup> ]

R001	P50	P70	P80	P90	P95	P98	MOY
1997	--	--	--	--	--	--	--
1998	43	57	65	79	93	113	45
1999	38	53	63	80	99	120	42
2000	38	52	62	74	85	108	40
2001	41	56	66	80	99	128	44
2002	41	56	67	80	91	114	43

B011	P50	P70	P80	P90	P95	P98	MOY
1997	46	66	80	105	134	161	52
1998	48	63	73	88	106	131	50
1999	50	68	79	98	117	138	54
2000	45	62	73	86	100	123	48
2001	50	67	77	94	117	149	53
2002	47	65	75	87	100	127	49

R012	P50	P70	P80	P90	P95	P98	MOY
1997	49	66	77	98	124	149	53
1998	51	67	76	90	105	128	53
1999	58	75	86	106	125	146	61
2000	50	66	76	89	103	129	52
2001	53	69	79	98	122	151	57
2002	51	67	77	91	104	127	52

N043	P50	P70	P80	P90	P95	P98	MOY
1997	#	#	#	#	#	#	#
1998	--	--	--	--	--	--	--
1999	35	52	62	83	105	126	41
2000	27	42	52	66	75	93	31
2001	37	55	67	84	108	135	43
2002	36	54	64	78	90	113	40

# : pas de mesures

-- : moins dan 50% de données durant la période considérée

WOL1	P50	P70	P80	P90	P95	P98	MOY
1997	33	50	59	78	97	124	38
1998	36	48	57	71	85	104	38
1999	37	52	61	76	92	109	40
2000	30	43	53	66	77	97	33
2001	--	--	--	--	--	--	--
2002	32	47	56	66	78	98	35

B004	P50	P70	P80	P90	P95	P98	MOY
1997	#	#	#	#	#	#	#
1998	#	#	#	#	#	#	#
1999	#	#	#	#	#	#	#
2000	--	--	--	--	--	--	--
2001	38	54	63	79	97	122	42
2002	41	57	67	81	92	118	44

B006	P50	P70	P80	P90	P95	P98	MOY
1997	#	#	#	#	#	#	#
1998	#	#	#	#	#	#	#
1999	#	#	#	#	#	#	#
2000	#	#	#	#	#	#	#
2001	--	--	--	--	--	--	--
2002	48	64	73	87	100	119	50

# : pas de mesures  
 -- : moins dan 50% de données durant la période considérée

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 et Berchem sont moins directement sous influence des émissions du trafic. Dans une moindre mesure ceci est également le cas pour le poste situé au Parlement Européen. A proximité de ces sites les émissions en NO sont plus faibles, ainsi que la destruction de l'ozone. 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. 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.

#### 4.2.3 Dépassements des valeurs seuils pour l'ozone

Le tableau IV.7 donne un aperçu de l'évolution du nombre de dépassements des différentes valeurs seuils: seuil d'alerte ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  comme valeur horaire) et la valeur cible ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  comme valeur maximale sur 8 heures de la journée), toutes deux figurant dans la nouvelle directive 2002/3/CE pour l'ozone. Le tableau indique, par année civile, le "nombre de jours 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  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [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]

Ce tableau comprend également l'aperçu de l'évolution du nombre de dépassements des différentes valeurs seuils spécifiées dans l'ancienne directive 1992/72/CE :

##### 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 journalières 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]

**Tableau IV.7: OZONE : Nombre de jours avec dépassement dans la Région**  
Période ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE

	92/72/CE				2002/3/CE		
	nd_1h > 180	nd_1h > 200	nd_24h > 65	nd_8h > 110	nd_1h > 240	nd_8hmax > 120	nd3y_8hm > 120
1991	3	1	17	14	0	13	
1992	6	3	24	22	0	23	
1993	7	4	24	22	1	19	<b>18</b>
1994	13	8	56	36	2	32	<b>25</b>
1995	24	12	57	45	3	43	<b>31</b>
1996	2	0	38	23	0	18	<b>31</b>
1997	8	1	51	33	0	31	<b>31</b>
1998	4	2	50	17	0	17	<b>22</b>
1999	4	0	79	35	0	27	<b>25</b>
2000	1	0	39	17	0	14	<b>19</b>
2001	6	2	60	30	0	28	<b>23</b>
2002	2	1	59	20	0	14	<b>19</b>

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 1994 et 1995.



Ce constat est en concordance avec ce qui ressort de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées (figure 4.18), à savoir la présence de valeurs pics plus élevées pour l'O<sub>3</sub> 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 ces deux périodes annuelles. La différence est moins flagrante par rapport au nombre de jours de dépassement des autres années civiles.

Les périodes estivales de 1999, 2001 et 2002, considérées comme étant plus "normales", présentent le plus grand nombre de jours de dépassement du seuil pour la *valeur journalière* (> 65 µg/m<sup>3</sup>). Cela indique une exposition plus permanente. La tendance légèrement à la hausse de la concentration annuelle moyenne d'O<sub>3</sub> (figure 4.18) va dans le même sens.

Selon la nouvelle directive pour l'ozone, le nombre de jours avec une valeur maximale sur 8 heures supérieure à 120 µg/m<sup>3</sup>, 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 la 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.

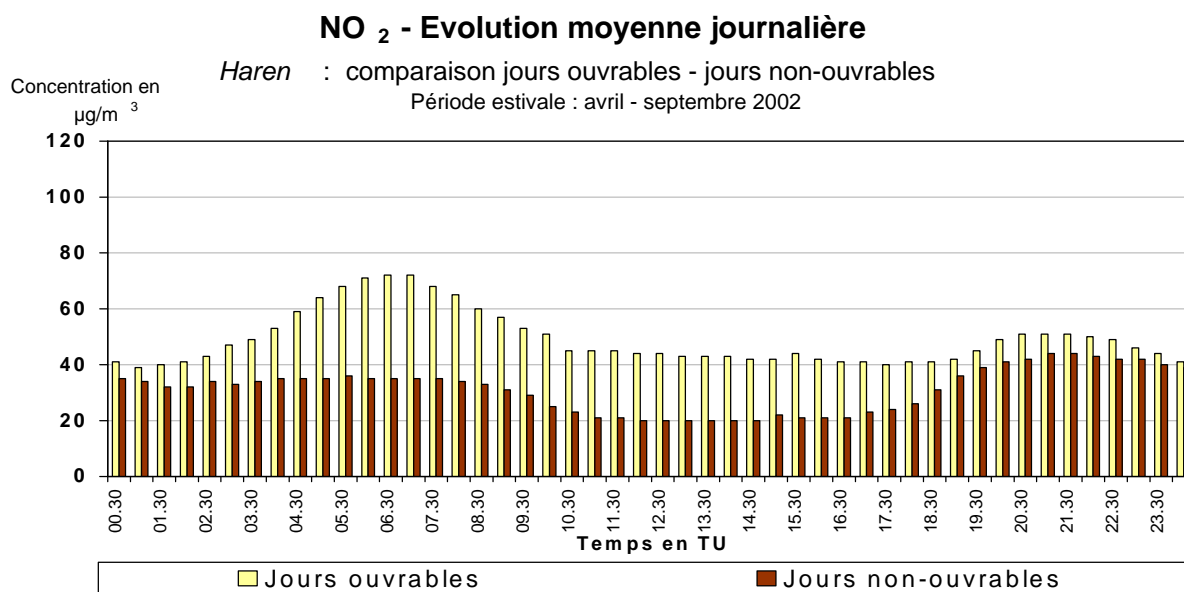


Fig. 4.16: Ozone : nombre de jours avec dépassement en Région de Bruxelles-Capitale  
Périodes annuelles : 1 janvier – 31 décembre

La nouvelle directive sur l'O<sub>3</sub> donne également une valeur cible pour la protection de la végétation : l'AOT40 calculée, notamment l'AOT40 mesurée et corrigée à 100% de disponibilité des valeurs horaires, de la période de mai à juillet, entre 8 et 20 h, heure de l'Europe centrale, ne peut être supérieure à 18.000 µg/m<sup>3</sup>.h. Dans ce cas-ci il s'agit de l'AOT (Accumulated Over a Treshold) calculée pendant la saison de croissance. L'objectif à plus long terme est une AOT40 calculée qui ne dépasserait pas 6.000 µg/m<sup>3</sup>.h.

Cette exposition au-dessus de 40 ppb (= 80 µg/m<sup>3</sup>) est calculée comme suit : pour la période considérée '1<sup>er</sup> mai – 31 juillet', pour chaque valeur horaire de l'O<sub>3</sub> supérieure à 80 µg/m<sup>3</sup>, on fait la somme de tous les soldes positifs. (Dans ce cas, le solde est la partie au-dessus du seuil de 80 µg/m<sup>3</sup> ; soit 35 pour une valeur horaire de 115 µg/m<sup>3</sup> et 0 pour une valeur horaire de 55 µg/m<sup>3</sup>). L'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 :

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

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 24.000 µg/m<sup>3</sup>.h.

Pour les postes de mesures d'Uccle (R012) et de Berchem-Ste-Agathe (B011) les deux niveaux AOT40 sont énumérés dans le *tableau IV.8*, ainsi qu'un niveau AOT60, calculé sur base annuelle (janvier-décembre).

Le niveau AOT60 calcule l'excédent cumulé au-dessus de 60 ppb (= 120 µg/m<sup>3</sup>), la donnée de base étant la valeur maximale sur 8 heures par jour. Ce niveau AOT peut éventuellement être utilisé comme indicateur des effets sur la santé. Les valeurs représentées dans le tableau ont été corrigées pour une disponibilité de 100% de résultats.

**Tableau IV.8 : OZONE : AOT40 en AOT60 (100%)**

AOT40-MJ : période MAI – JUILLET (8-20 h CET)  
 AOT40-AS : période AVRIL – SEPTEMBRE (8-20 h CET)  
 AOT60 : période JANVIER – DECEMBRE (8h-max.)

	AOT40 – MJ		AOT40 – AS		AOT60	
	B011	R012	B011	R012	B011	R012
1991	#	(7.186)	#	(15.276)	#	2.064
1992	#	(13.898)	#	(17.589)	#	3.456
1993	(8.174)	11.599	(10.699)	(16.784)	1.896	4.128
1994	(23.489)	(24.292)	(26.775)	(29.595)	8.584	9.072
1995	(20.299)	24.857	(33.067)	(38.377)	14.576	15.120
1996	(12.189)	(12.375)	(18.203)	(17.370)	3.056	3.264
1997	(12.212)	9.646	(28.727)	(22.517)	7.880	5.584
1998	(10.090)	9.733	14.559	14.551	3.192	3.008
1999	13.666	17.440	19.498	25.971	3.304	4.584
2000	7.512	7.797	11.333	13.288	1.328	1.784
2001	14.130	15.628	19.435	21.665	5.144	5.536
2002	7.674	8.825	12.107	14.153	1.864	1.712

() : moins de 90% de données disponibles  
 # : pas de mesures

La valeur de 18.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  pour l'AOT40 (mai-juillet) est généralement respectée, à l'exception des années 1994 et 1995, riches en ozone . Des valeurs en dessous de l'objectif à long terme, à savoir 6.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , ne sont pas encore en vue.

Une valeur AOT40 de 24.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  pour la période 'avril-septembre' est généralement atteinte et parfois dépassée.

L'évolution de l'AOT40 (mai-juillet) et de l'AOT60 (janvier-décembre) est reproduite à la figure 4.17.

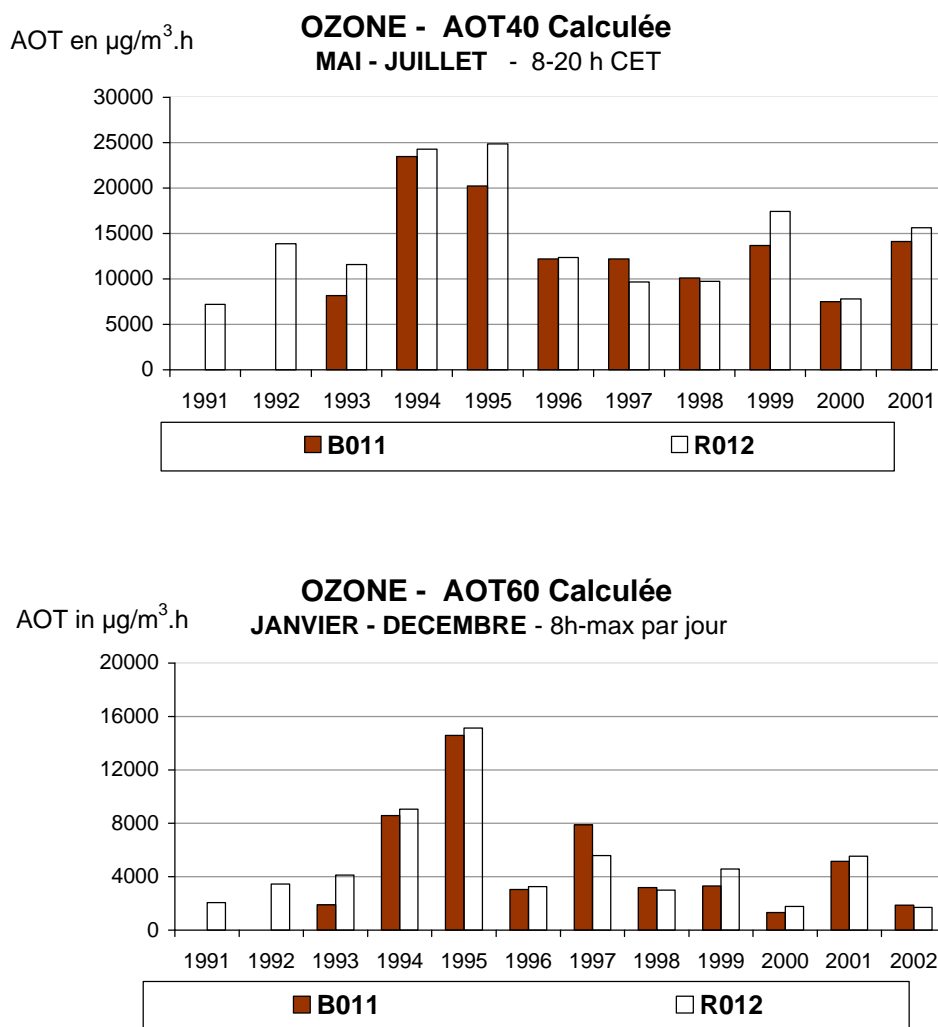


Fig. 4.17: AOT en  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  : O<sub>3</sub>-AOT40 pendant la période "mai-juillet" et O<sub>3</sub>-AOT60 pendant la période "janvier - décembre"

#### 4.2.4 Évolution à long terme des concentrations en ozone

La *figure 4.14* reproduit l'évolution dans le temps de la pollution à l'O<sub>3</sub> pour la période 1986 à 2002. Les graphiques présentent la distribution de fréquences cumulées pour les périodes estivales '1<sup>er</sup> avril – 30 septembre'. Les résultats pour les différents centiles sont calculés sur la base des valeurs moyennes horaires.

Le graphique au-dessus 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 et 1995 se dégagent clairement de l'évolution des valeurs, et plus précisément les niveaux plus élevés des centiles supérieurs (P70 à P98). Le graphique en 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 et 1995 en ressortent aussi clairement.

Dans les deux graphiques, on note une légère augmentation de la concentration moyenne d'ozone lors des dernières périodes estivales. C'est peut-être la conséquence de la réduction des émissions de NO, qui réduit la quantité de NO présente pour détruire l'ozone.

Des tableaux détaillés, 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), avec notamment une distinction entre les *jours ouvrables* et les *jours non ouvrables*, les *samedis* et les *dimanches*, figurent en annexe B.

La *figure 4.19* donne 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 au-dessus donne la situation pendant la période hivernale 'octobre 2001 – mars 2002' et la carte en dessous renvoie à la période estivale 'avril – septembre 2002'. Les concentrations sont en moyenne 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 NO<sub>2</sub>. 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 4.20* donne une représentation graphique de l'évolution hebdomadaire moyenne pour les postes de mesure de Berchem-Ste-Agathe (B011), Uccle, (R012), Woluwé-St-Lambert (WOL1) et Molenbeek (R001). La moyenne, la médiane (P50) et les centiles P10 et P90 sont mis en graphique par période horaire. Ces deux dernières valeurs délimitent approximativement la zone dans laquelle la concentration peut varier de jour en jour. Les graphiques à gauche renvoient à la période hivernale 'octobre 2001 – mars 2002' et les graphiques à droite, à la période estivale 'avril – septembre 2002'. En été, les concentrations d'ozone sont manifestement plus élevées qu'en hiver. Les variations dans le profil journalier s'expriment davantage et les valeurs varient sur une gamme de concentrations plus large.

La *figure 4.21* reproduit l'évolution journalière moyenne pour l'O<sub>3</sub> durant la période estivale 'avril – septembre 2002'. A cet égard, une distinction est opérée entre la situation les *jours ouvrables* et les *jours non ouvrables*. Le graphique au-dessus illustre l'évolution journalière moyenne au poste de mesure d'Uccle (R012). Le graphique en dessous reproduit cette évolution pour le poste de Woluwé-St-Lambert (WOL1).

Les concentrations d'O<sub>3</sub> 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. 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 : 1994-2002). 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 4.22 reproduit l'évolution journalière moyenne de l'O<sub>3</sub> et du NO<sub>2</sub> au poste de Haren (N043) pour la période estivale 'avril – septembre 2002', les **jours ouvrables** d'une part, et les **jours non ouvrables**, d'autre part. Chaque année, on constate que le profil journalier du NO<sub>2</sub> 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'O<sub>3</sub> et de NO<sub>2</sub>, et leurs profils journaliers sont pratiquement identiques à tous les postes de mesure de la Région.

#### Rendement et précision des mesures d'ozone

Le *tableau IV.9* ci-après donne un aperçu des rendements (saisie en %) des données de mesure pour l'O<sub>3</sub>. La précision des résultats pour l'O<sub>3</sub> 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.9 : Valeurs horaires O<sub>3</sub> : saisie des données de mesure (en %)**

PERIODE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE

	R001	B004	B006	B011	R012	N043	WOL1
1991					75		
1992					85		
1993				90	89		
1994				84	84		(51)
1995				84	80		56
1996				82	85		85
1997				81	84		88
1998	90			90	92		90
1999	92			90	94	95	87
2000	93	(6)		90	93	89	92
2001	94	95	(28)	93	91	95	(25)
2002	96	94	95	95	95	96	90

(): série incomplète de données – début des mesures

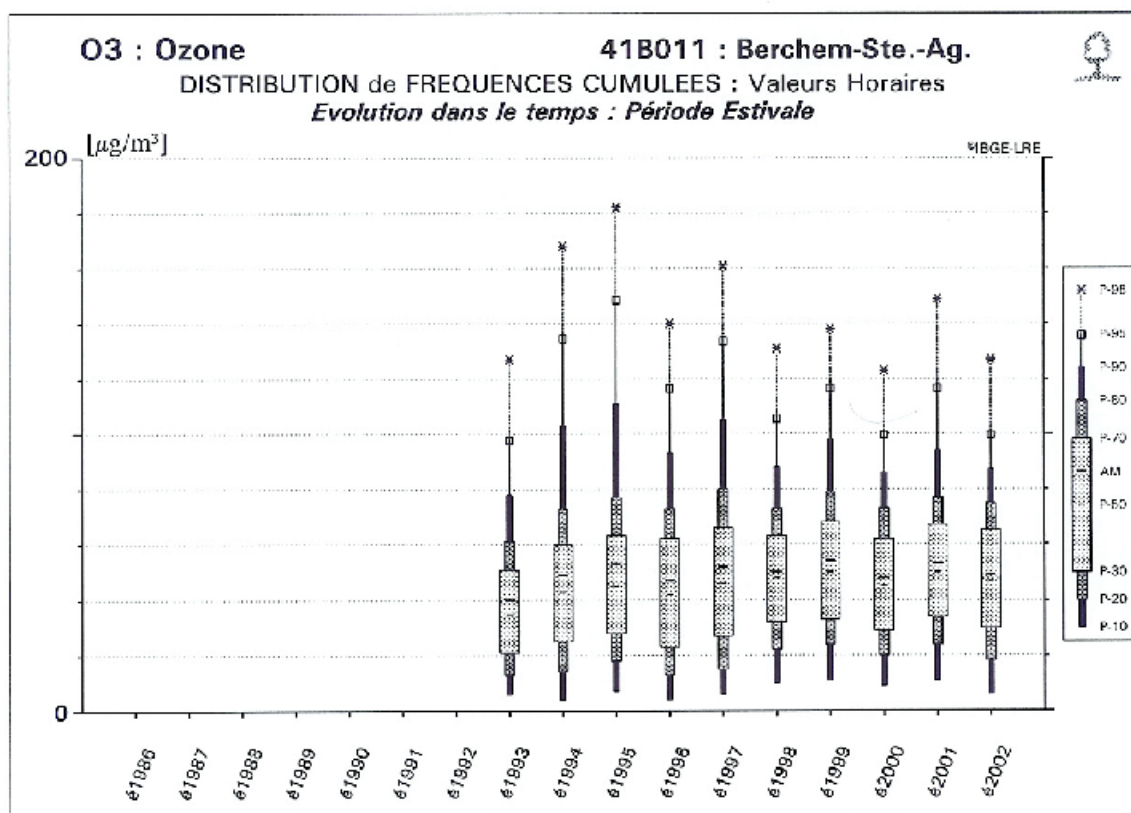
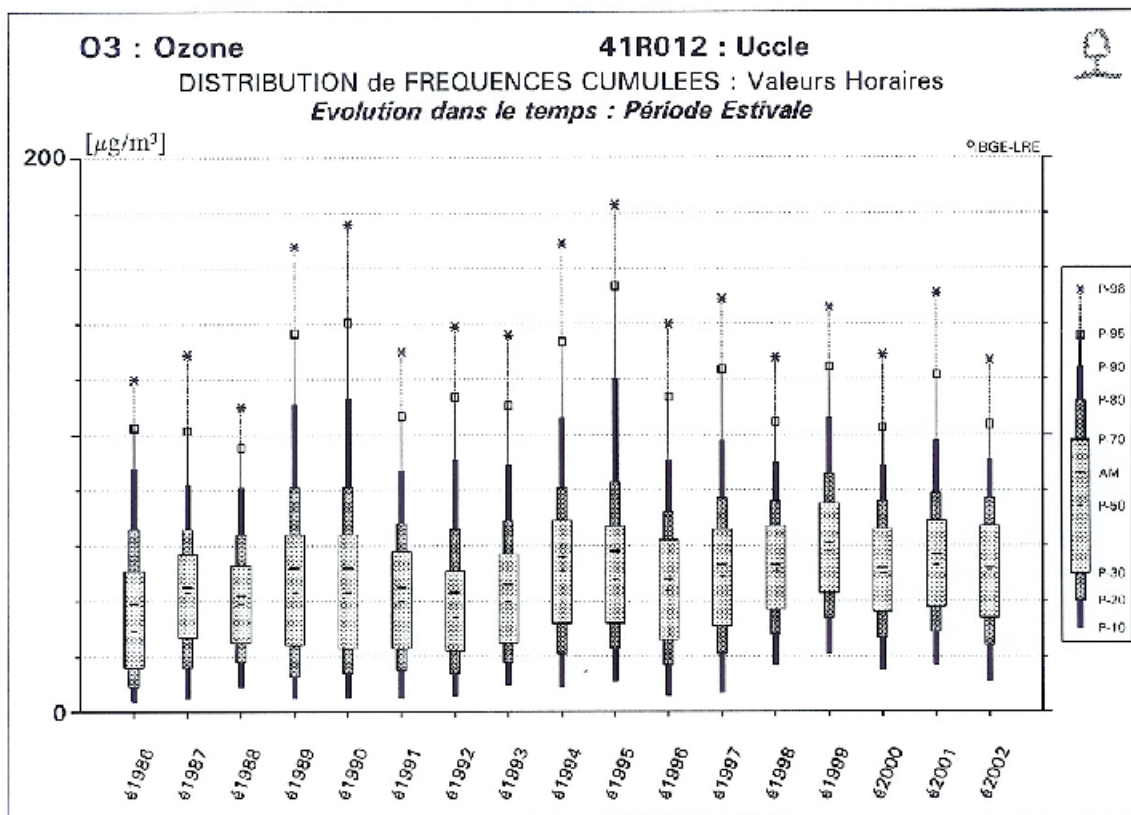


Fig. 4.18: Évolution de la concentration en  $\text{O}_3$  à Uccle (R012) et Berchem-Ste-Agathe (B011)

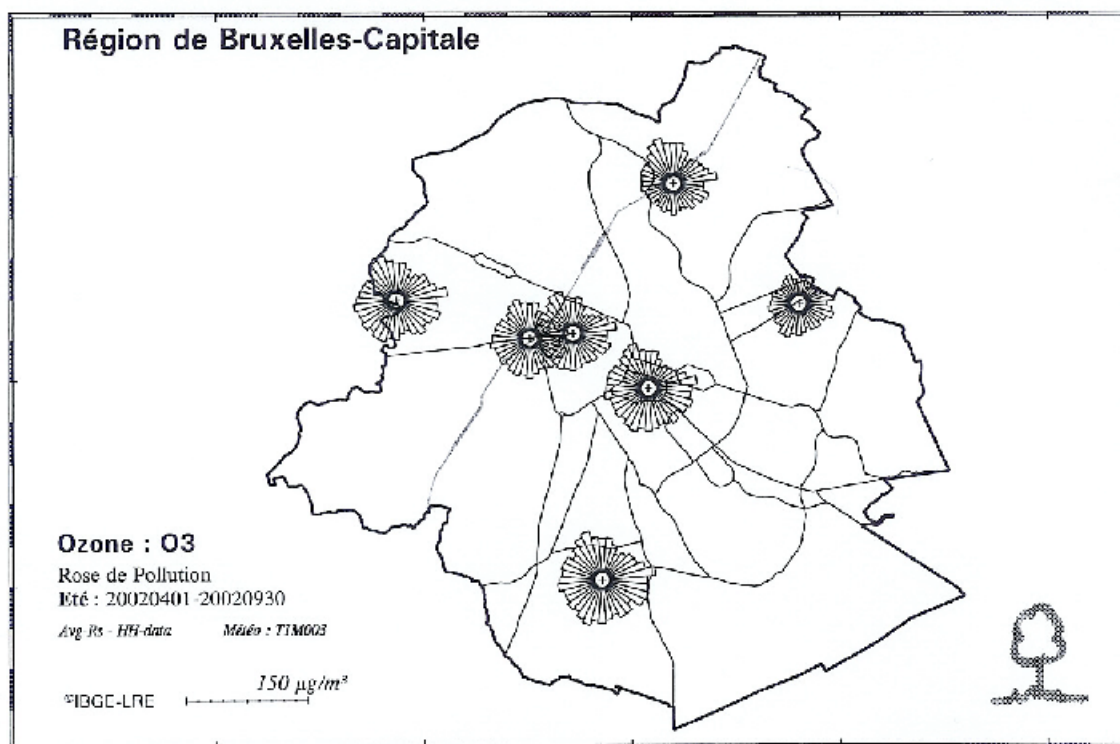
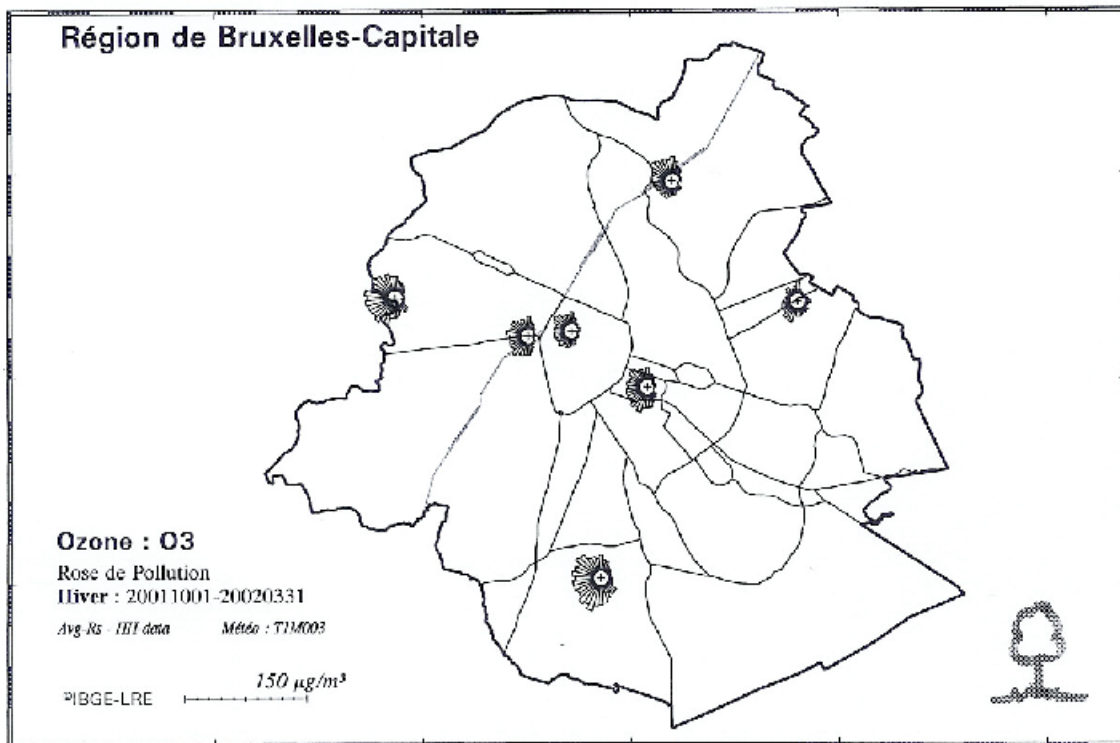


Fig. 4.19: Roses de pollution en O<sub>3</sub> : distribution spatiale de la concentration pendant l'hiver et l'été

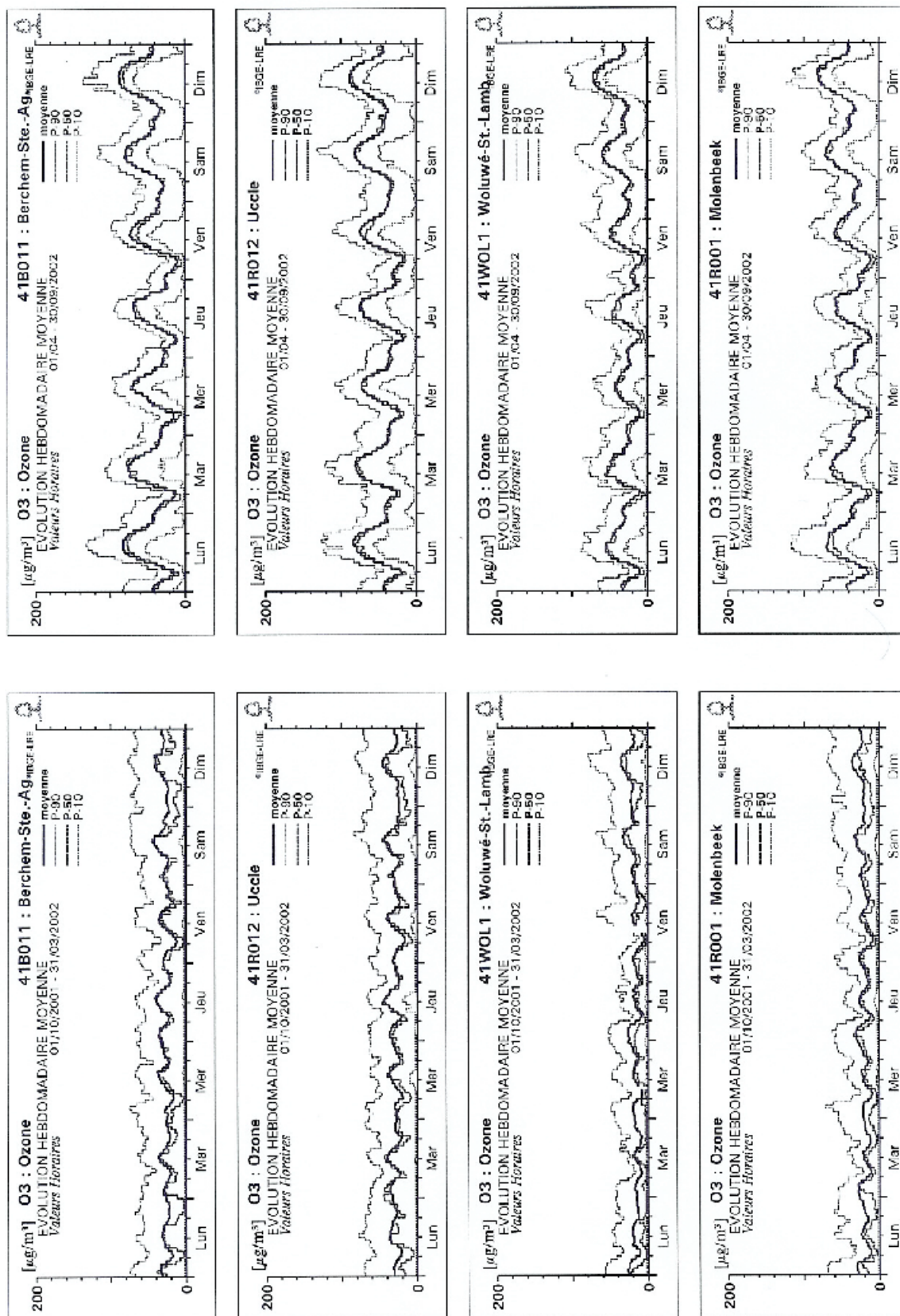
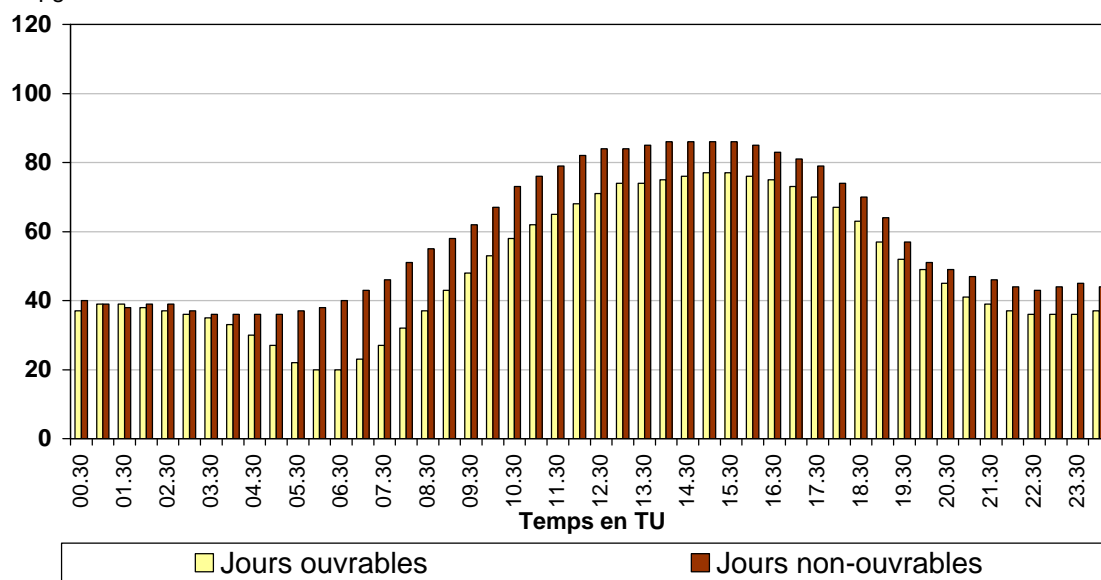


Fig. 4.20: Évolution hebdomadaire moyenne de la concentration en O<sub>3</sub> en hiver et en été



## OZONE - Evolution journalière moyenne

*Uccle* : comparaison jours ouvrables - jours non-ouvrables  
 Concentration en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Période estivale : avril - septembre 2002



## OZONE - Evolution journalière moyenne

*Woluwé* : comparaison jours ouvrables - jours non-ouvrables  
 Concentration en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
 Période estivale : avril - septembre 2002

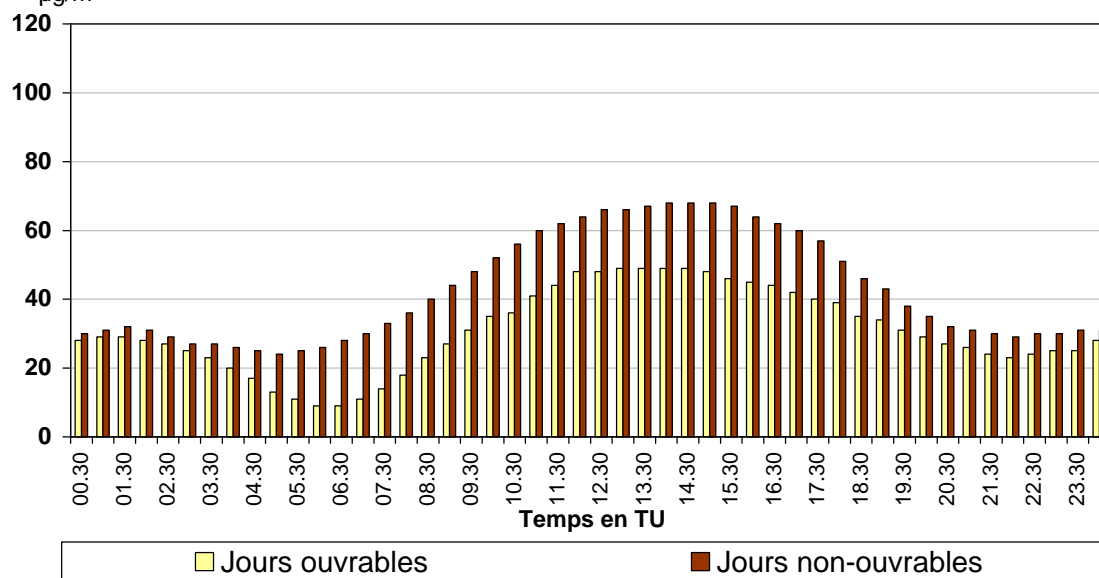


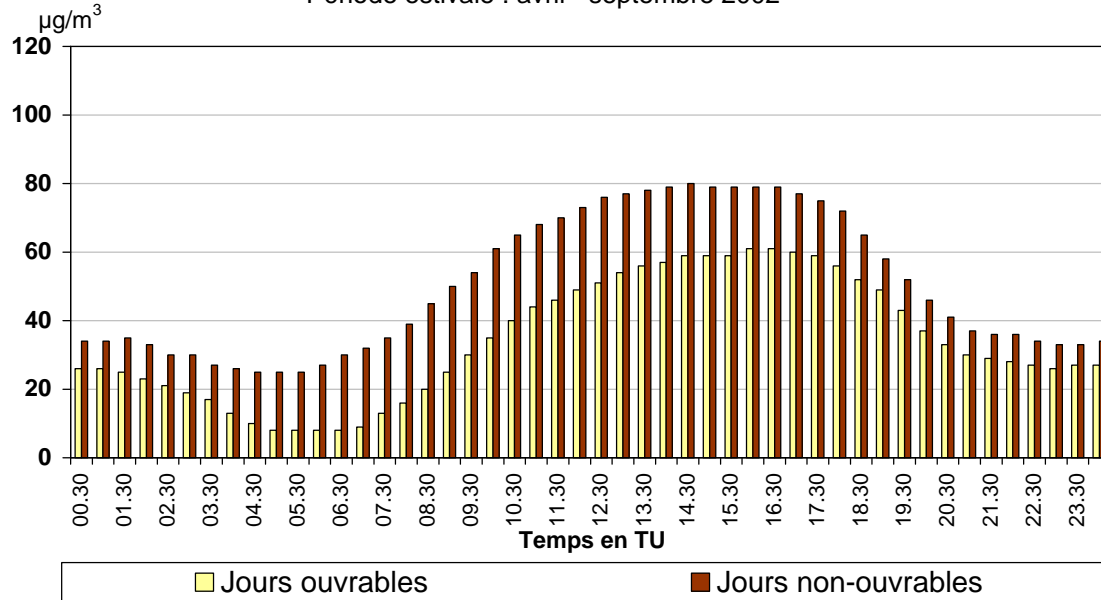
Fig. 4.21: Évolution journalière moyenne en  $\text{O}_3$  *les jours ouvrables* et *non-ouvrables* dans les postes de mesure d'Uccle (R012) et Woluwé-St.-Lambert (WOL1) : période estivale "avril – septembre 2002"

## OZONE- Evolution journalière moyenne

*Haren* : comparaison jours ouvrables - jours non-ouvrables

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

Période estivale : avril - septembre 2002



## NO<sub>2</sub> - Evolution moyenne journalière

*Haren* : comparaison jours ouvrables - jours non-ouvrables

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

Période estivale : avril - septembre 2002

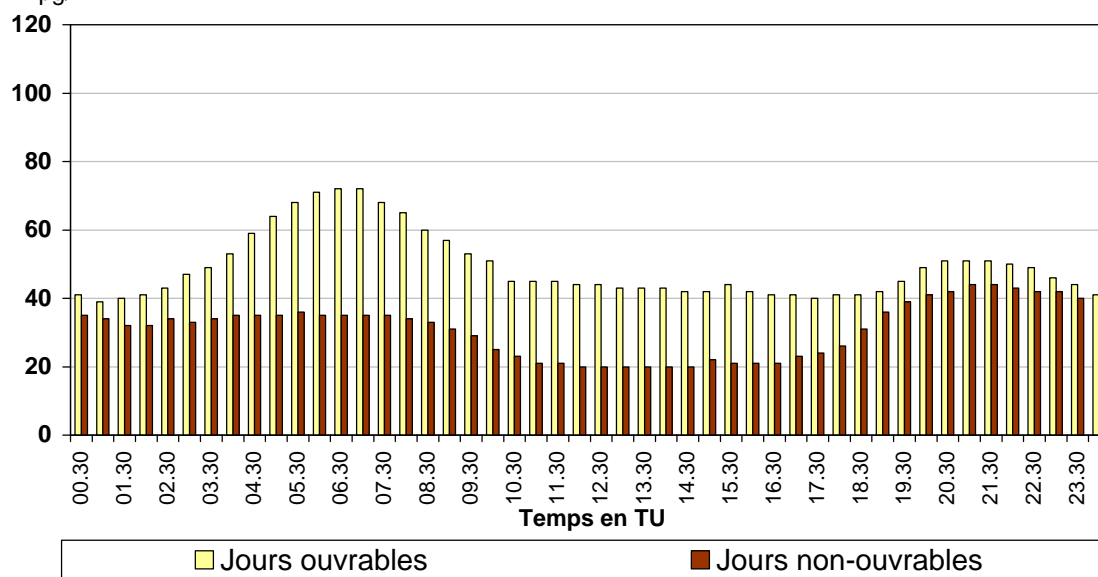


Fig. 4.22: *Haren* : Evolution journalière moyenne pour l'O<sub>3</sub> et le NO<sub>2</sub> les jours ouvrables et non-ouvrables en période estivale "avril – septembre 2002"

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.