



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
LEEFMILIEU BRUSSEL
- IBGE · BIM -

LA QUALITÉ DE L’AIR
en
RÉGION de BRUXELLES-CAPITALE
Mesures à l’immission 2006-2008
SYNTHESE

40 ans de MESURE de la QUALITÉ de l’ AIR à BRUXELLES
30 ans de RÉSEAU TÉLÉMÉTRIQUE
20 ans de SURVEILLANCE par l’ IBGE

7. Résumé

La qualité de l'air à Bruxelles est suivie en permanence depuis la fin des années '60. Au début, il ne s'agissait que d'observer *le dioxyde de soufre* et les *fumées noires*. Grâce au développement du réseau de mesure télémétrique de la pollution atmosphérique, des données en temps réel sont disponibles depuis 1981, pour *le dioxyde de soufre, le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote, l'ozone* et *les particules en suspension*. Par ailleurs, depuis 1973, sont réalisées des mesures de la teneur *en plomb* dans l'air, depuis 1989 de la teneur *en BTX* (*benzène, toluène et xylènes*) et, depuis 1997, de la teneur en HPA.

Les systèmes de mesures de la pollution atmosphérique ambiante en Région de Bruxelles-Capitale sont gérés depuis début 1994 par le Laboratoire de Recherche en Environnement de l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE-LRE).

7.1 Évolution de la réglementation

Réglementation actuelle : fin 1996 l'Union européenne a édicté une directive cadre (1996/62/CE) relative à la pollution de l'air, qui impose l'obligation de déterminer les concentrations dans l'air ambiant d'une série de polluants considérés comme prioritaires : *le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote, les particules fines* telles que les suies (y compris PM10), *les particules en suspension, le plomb, l'ozone, le benzène, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures polycycliques aromatiques, le cadmium, l'arsenic, le nickel et le mercure*. En Région de Bruxelles-Capitale, cette directive a été transposée par l'ordonnance du 25 mars 1999.

La directive cadre oblige à évaluer la qualité de l'air. De plus, dans les agglomérations de plus de 250.000 habitants, l'évaluation doit être basée entre autres sur des résultats de mesures.

Suite à la directive cadre, une première directive fille (1999/30/CE), concernant les **valeurs limites** pour *le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote* et *les oxydes d'azote, les particules en suspension* (la fraction PM10) et *le plomb* dans l'air, a vu le jour au cours de l'année 1999. En Région de Bruxelles-Capitale, cette directive a été transposée par l'arrêté du 28 juin 2001.

Le 16 novembre 2000, une deuxième directive fille (2000/69/CE), concernant les **valeurs limites** pour le *benzène* et le *monoxyde de carbone*, a été promulguée. Cette directive a été adoptée par le Gouvernement bruxellois le 5 juillet 2001.

Les **valeurs limites** sont des valeurs normatives légales contraignantes imposées dans un but de *protection de la santé publique*.

Une troisième directive fille (2002/3/CE), concernant l'*ozone*, a été approuvée par la Commission européenne le 12 février 2002. Cette directive a été adoptée le 18 avril 2002 par le Gouvernement bruxellois. La directive fixe des **valeurs cibles** pour l'ozone.

Une quatrième directive fille (2004/107/CE) concernant *l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel* et les *hydrocarbures polycycliques aromatiques*, a été publiée le 15 décembre 2004. Cette directive fixe des **valeurs cibles** pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le benzo(a)pyrène. La directive a été adoptée par la Région de Bruxelles-Capitale par l'arrêté du 25 octobre 2007.

Les **valeurs cibles** doivent être atteintes, si possible, dans le délai donné. Les valeurs cibles sont également imposées en vue de la protection de la santé publique.

Au niveau de la CE une nouvelle **directive 2008/50/CE** est apparue le 21 mai 2008. Cette nouvelle directive réalise une intégration, dans une seule directive, de la directive cadre 1996/62/CE et des trois premières directives filles (1999/30/CE, 2000/69/CE et 2002/3/CE). Le plus gros changement est l'introduction d'un objectif de qualité de l'air pour les particules PM_{2,5}. Cet objectif remplace la valeur limite indicative PM₁₀ qui avait été fixée à plus long terme (la phase 2 des PM₁₀). Les États membres doivent, au plus tard pour le 11 juin 2010, se conformer à cette nouvelle directive.

Les directives déterminent entre autres pour chaque polluant considéré des objectifs auxquels la qualité de l'air devra satisfaire pour le 1^{er} janvier 2005, 1^{er} janvier 2010, 2013 ou 2015. Les objectifs de qualité de la réglementation actuelle et les valeurs limites d'une plus ancienne réglementation sont explicités *au chapitre 3 (Normes – Directives CE)*.

Un suivi permanent de la qualité de l'air est prévu formellement dans les directives CE et est nécessaire en raison du "**caractère dynamique**" du phénomène de la *pollution de l'air*. Les paramètres co-responsables des variations rapides et intenses des concentrations dans l'air ambiant sont commentés *au chapitre 2 (Influence de la météo sur les concentrations)*.

Réglementation plus ancienne : déjà dans les années '80, la Commission européenne avait fixé des normes contraignantes (valeurs limites) pour une série de ces substances polluantes, notamment *le dioxyde de soufre* et *les particules en suspension* mesurées selon la méthode de la fumée noire (**80/779/CE**), *le dioxyde d'azote* (**85/580/CE**) et *le plomb* (**82/884/CE**). Seule la valeur limite pour le dioxyde d'azote (85/580/CE) est encore d'application jusqu'au 1^{er} janvier 2010.

Pour *l'ozone* il n'y avait pas eu de norme légalement contraignante établie. La directive ozone (**92/72/CE**) de 1992 fixe des valeurs seuils en vue de la protection de la santé publique et de la végétation et prévoit l'obligation d'informer la population dès que la valeur seuil de 180 µg/m³ ozone (valeur horaire) a été dépassée.

7.2 Systèmes de mesures

Certains des polluants considérés comme prioritaires sont mesurés depuis longtemps déjà à Bruxelles et, depuis le début de l'année 1994, des adaptations ont été réalisées pour pouvoir mesurer en permanence les autres polluants prioritaires et suivre (éventuellement anticiper) les développements au niveau légal. De nouvelles méthodes de mesure et d'étalonnage ont été mises au point en laboratoire et des postes de mesure ont été installés sur le terrain afin de déterminer les concentrations des composés acidifiants (NH₃, SO₂, HCl), des composés organiques volatiles (C.O.V.) et des hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A.).

Dans les *réseaux non-téléométriques*, au cours de la période 2006-2008, quatre postes de mesure du réseau « *métaux lourds* » étaient opérationnels. Les réseaux hydrocarbures polycycliques aromatiques (H.P.A) et composés organiques volatils (COV) comptent chacun 5 postes de mesure. Les mesures du réseau benzène, par échantillonnage passif, comptent environ 20 points de mesure. L'exploitation des installations permettant de suivre l'incidence de l'incinérateur sur l'environnement, mises en place en 1998, a été maintenue.

Durant la période 2006-2008, le *réseau téléométrique* comptait 11 postes de mesures pour le contrôle de la qualité de l'air ambiant et comportait 11 appareils de mesure pour les oxydes d'azote (NO, NO₂ et NO_x), 8 appareils SO₂, 8 appareils CO, 7 appareils O₃, 6 systèmes de mesures pour les particules PM10, 5 appareils pour la mesure de la fraction PM2,5 des particules, 4 appareils CO₂ et 2 systèmes de mesure BTX. Selon les directives européennes, dans une agglomération d'environ 1 million d'habitants, chaque polluant soumis à une réglementation doit être mesuré à 4 endroits différents, à l'exception des PM2,5, pour lesquels il convient d'avoir 2 endroits de mesures.

Durant la période 2006-2008 des investissements supplémentaires ont été réalisés pour équiper tous les appareils Teom-PM10 et Teom-PM2,5 restants avec des systèmes FDMS et pour remplacer les anciens appareils de mesures, spécialement ceux des oxydes d'azote, de l'ozone et de monoxyde de carbone. Au cours de l'année 2008 un premier appareil de comptage des particules a été mis en service dans le poste de Woluwé. Le nombre de particules est déterminé pour 31 classes différentes dans la gamme de 0,25 µm à 32 µm.

De plus le laboratoire reçoit de façon régulière les résultats d'un des postes de mesure de l'air ambiant, appartenant à Electrabel et situé à Forest (NO et NO₂). Le laboratoire exploite également deux postes de mesures de l'AED destinés à la surveillance de la qualité de l'air dans le tunnel Léopold II (NO, NO₂ et CO).

Des informations plus détaillées sur la configuration des réseaux de mesure sont données dans le *chapitre 1 (Principaux polluants et programmes de mesure)* ou sont indiquées lors de la discussion des résultats des polluants (*chapitre 4 – Évaluation des résultats de mesure*).

7.3 Information

Les résultats sont commentés via un message téléphonique journalier dans le cadre de l'action "TRANSPARENCE AIR". Depuis mi-1996, le message est complété d'un indice de la qualité générale de l'air et, en cas de niveaux de concentration élevés, également d'un indice de la qualité d'air en milieu à circulation dense.

Le site Internet de l'IBGE "www.ibgebim.be" et le lien avec le site de la Cellule Interrégionale (les trois régions) pour l'environnement "www.irceline.be", donnent, à l'utilisateur intéressé, accès aux données de mesures récentes (SO₂, NO₂, O₃, CO, PM10 et PM2,5) ou à un historique de données dérivées comme p.ex. l'indice de la qualité de l'air, les dépassements des valeurs limites (NO₂, PM10) et cibles (O₃), etc... .

Il reste pourtant utile et nécessaire de procéder régulièrement à l'évaluation de ces masses de données et de les présenter de manière synoptique au moyen de données statistiques représentatives. Suite aux rapports IBGE sur « *La qualité de l'air en Région de Bruxelles Capitale 1994-1996, 1997-1999, 2000-2002 et 2003-2005* », le présent rapport donne une synthèse des résultats de mesures des années civiles 2006, 2007 et 2008. Les niveaux de concentration obtenus pour certains types de milieu urbain (à circulation dense, résidentiel ou axe industriel) sont comparés entre eux, analysés et, dans la mesure du possible, situés par rapport à l'évolution à long terme.

L'étude de la pollution de l'air en ville présente une série d'aspects intéressants. Outre le contrôle du respect des normes légales, on peut, plus généralement, observer des différences en regard des niveaux moyens de concentrations suivant les saisons (hiver et été). On peut également constater des variations marquées dans l'évolution moyenne journalière et hebdomadaire selon l'environnement typique des postes de mesure. Une évaluation détaillée des résultats de mesure est donnée au *chapitre 4 (Évaluation des résultats de mesure)*.

7.4 Le respect des valeurs normatives

Réglementation actuelle : les résultats de mesures de la période 2001 à 2008 doivent déjà être comparés aux objectifs de qualité formulés par la réglementation actuelle (1999/30/CE, 2000/69/CE, 2002/3/CE et 2004/107/CE). Les objectifs mêmes ne doivent être atteints qu'à la date finale : au 1^{er} janvier 2005, 2010, 2013 ou 2015.

Entre-temps, en attendant la date finale d'application, les valeurs limites peuvent être majorées d'une marge de tolérance. La marge admise, initialement 50%, diminue progressivement d'année en année et doit être nulle pour la date finale. Lors d'un dépassement de la valeur limite, majorée de la marge de tolérance, les pays membres doivent entreprendre des actions et établir des plans pour pouvoir respecter les objectifs de qualité avant la date finale.

Dioxyde d'azote :

Valeur limite – concentration horaire : la directive 1999/30/CE établit les nouvelles normes NO₂ qui devront être respectées au 1^{er} janvier 2010. Sur base annuelle, la valeur horaire de 200 µg/m³ NO₂ ne pourra pas être dépassée plus de 18 fois. Cette condition assez stricte est, à l'exception du poste de mesure Arts-Loi, respectée sur tous les postes de mesure de la Région. Une copie du tableau IV.3 (page suivante) représente le nombre de dépassements de la valeur limite majorée de la marge de dépassement.

Des valeurs élevées en NO₂ se manifestent lors d'une inversion de température matinale, suite à des conditions défavorables à la dispersion de la pollution. Dans un environnement à circulation dense, des valeurs élevées en NO₂ peuvent apparaître également lors des chaudes après-midi estivales. L'excès de monoxyde d'azote y est oxydé par l'ozone et transformé en dioxyde d'azote. Les valeurs élevées en NO₂ y sont un résultat direct de la pollution photochimique.

C'est au point de mesure Arts-Loi, spécialement choisi pour l'étude de la pollution de l'air par le trafic routier, que la tendance des émissions dues à la circulation se manifeste le plus clairement. Vu l'emplacement spécifique de ce poste de mesure dans le carrefour, les résultats de cette station ne peuvent pas être pris en compte pour l'évaluation de la qualité de l'air en fonction de la nouvelle réglementation (un poste de mesure doit se trouver au moins à 25 m du carrefour le plus proche). La qualité de l'air du carrefour « Arts-Loi » est trop directement influencée par les émissions directes du trafic et n'est donc pas représentative de la qualité générale de l'air en Région de Bruxelles-Capitale.

Copie tableau IV.3: **NOMBRE de VALEURS HORAIREs en NO₂ supérieures à la VALEUR LIMITE + MARGE de DÉPASSEMENT**
Période ANNUELLE : JANVIER – DÉCEMBRE

	Valeur Limite + Marge de dépassement	R001	R002	B003	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	300	0	0	0	(0)			0	0	0	0	0	0
2001	290	0	0	0	0	(0)	(0)	0	0	0	0	(0)	(0)
2002	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	270	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	260	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	250	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	240	0	0	63	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	230	1	4	40	--	0	0	0	0	0	0	1	0
2008	220	1	2	60	0	1	1	0	0	5	0	2	--

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

B003 – Poste de mesure situé dans le carrefour
Pas d'évaluation des données en fonction des normes

Valeur limite – concentration annuelle : une condition beaucoup plus stricte encore est imposée pour la concentration moyenne annuelle de NO₂. Celle-ci ne pourra plus dépasser 40 µg/m³ à partir du 1^{er} janvier 2010. Cette norme ne sera probablement pas respectée dans plusieurs postes de mesure. La diminution des émissions NO_x du trafic, réalisée au cours des années '90, a mené à une diminution importante des concentrations en NO. Une tendance similaire pour les concentrations de NO₂ n'a pas encore été constatée. Les émissions de NO_x se composent principalement de NO qui s'oxyde spontanément en NO₂ en présence de l'oxygène de l'air (réaction lente) ou d'ozone (réaction rapide). Le NO₂ formé est éliminé moins rapidement de l'atmosphère ; c'est pourquoi il reste présent partout.

Après l'introduction du catalyseur à 3 voies sur les véhicules à essence et suite à une taxation différente sur l'essence et le diesel, il y a eu un changement progressif de la composition du parc automobile en faveur des voitures diesel. Un rapport plus élevé de NO₂/NO_x dans les émissions du diesel et l'absence de systèmes "dé-NO_x" sur les voitures diesel n'a certainement pas eu de contribution positive pour résoudre le problème du NO₂.

Dans certains postes de mesure de la Région la concentration moyenne en NO₂ des samedis reste supérieure à 40 µg/m³. Pour le poste de mesure situé dans une rue canyon, la concentration moyenne en NO₂ des dimanches égale ou dépasse le seuil de 40 µg/m³. Même si tous les jours de semaine, les niveaux d'émissions diminuaient au niveau moyen des samedis, l'objectif pour la concentration moyenne annuelle en NO₂ ne serait pas respecté partout.

Une diminution importante et supplémentaire des émissions en NO_x est absolument nécessaire pour pouvoir satisfaire à cette nouvelle condition (moyenne annuelle < 40 µg/m³) en 2010 (probablement plus tard). Le problème du respect de cette norme ne se pose pas seulement à Bruxelles, mais il est général pour tous les postes de mesures localisés dans les grandes villes (Europe de l'Ouest) à proximité du trafic.

L'expérience des dimanches sans voiture (2002 à 2008) a pourtant démontré qu'une diminution drastique de l'émission de NO_x du trafic (pratiquement pas de trafic) a un effet favorable sur la concentration en NO₂ dans tous les postes de mesure de la Région, même ceux qui ne se trouvent pas à proximité du trafic.

Ceci est une constatation importante: si on pouvait, dans l'avenir, réaliser de façon permanente des réductions considérables des émissions de NO_x provenant du trafic (p.ex par des systèmes « dé-NO_x » sur des diesels ou par un parc automobile libre d'émissions en NO_x), la concentration moyenne 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.

Le tableau IV.6 présenté ci-dessous compare la concentration moyenne annuelle en NO₂ avec le niveau de la valeur limite majorée de la marge de dépassement autorisée. Les résultats des années 2006, 2007 et 2008 sont à comparer respectivement à 48, 46 et 44 µg/m³.

À l'exception des points de mesure Arts-Loi (B003 - pas dans le tableau) et Ixelles (Avenue de la Couronne -R002), il existe un risque réel que la concentration moyenne annuelle en NO₂ dépasse la valeur limite majorée de la marge de tolérance, dans les postes de mesure de Molenbeek (R001), Haren (N043) et Woluwé (WOL1).

Le tableau IV.7 (copie à la page suivante) reprend la concentration moyenne en NO₂ des samedis et des dimanches. La figure 7.1 représente graphiquement l'évolution des concentrations moyennes annuelles en NO₂ et des concentrations moyennes des samedis par station.

Copie tableau IV.6: **MOYENNE ANNUELLE NO₂ et MARGE de DÉPASSEMENT**
Période ANNUELLE : JANVIER – DÉCEMBRE – concentrations en µg/m³

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

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

On peut s'attendre, sur base des résultats connus, à ce que la valeur limite de 40 µg/m³ en tant que concentration moyenne annuelle en NO₂ ne sera pas respectée en temps voulu (1^{er} janvier 2010) dans trois ou quatre postes de mesure (Ixelles, Molenbeek, Haren et Woluwé) de la Région de Bruxelles-Capitale. Le respect de cette valeur limite ne posera probablement aucun problème dans les postes de mesures situés à Uccle, Berchem, au parc Meudon ou dans le poste d'Electrabel à Forest. Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de donner une garantie absolue en ce qui concerne le respect de cette valeur limite en temps voulu dans les autres postes de mesure de la Région (Ste-Catherine, le Parlement Européen et Eastman-Belliard).

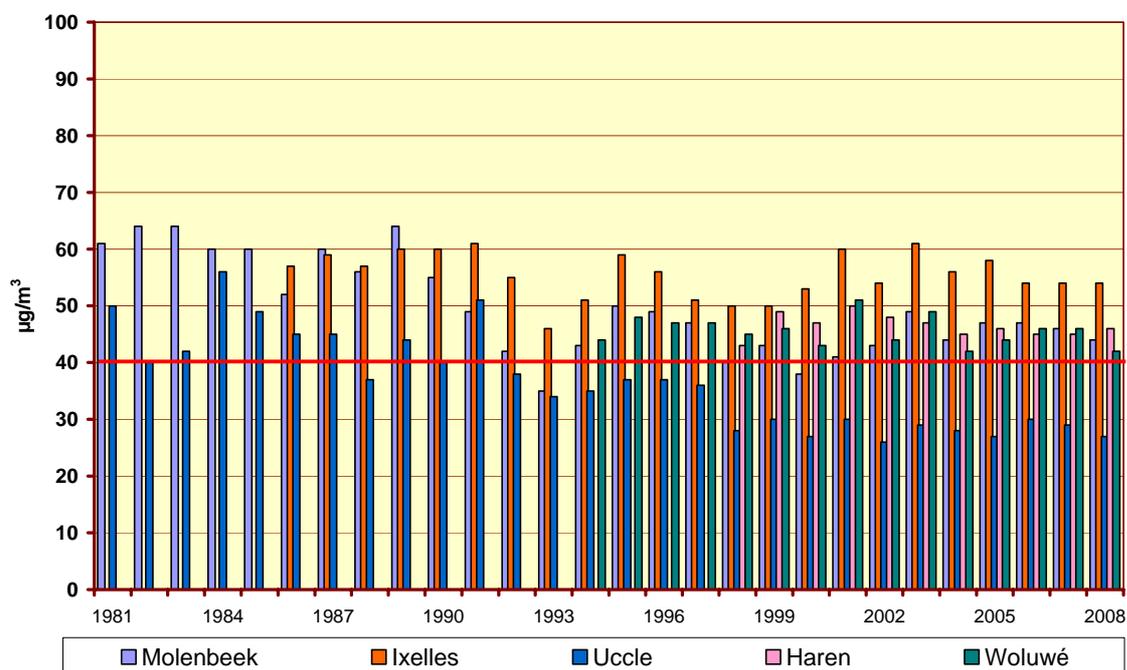
Copie tableau IV.7: **CONCENTRATION MOYENNE en NO₂ [µg/m³]**
les SAMEDIS et les DIMANCHES
Période ANNUELLE : JANVIER – DÉCEMBRE

Samedis	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	37	51	(64)			28	25	40	34	41	32
2001	37	(55)	42	(48)	(46)	29	29	42	34	(47)	(24)
2002	39	51	43	36	32	27	24	39	30	40	34
2003	40	53	41	33	32	29	24	37	30	41	32
2004	39	52	39	37	33	28	26	38	31	38	29
2005	42	53	39	35	32	27	24	37	26	37	30
2006	44	49	--	35	33	26	28	36	26	41	30
2007	43	50	--	38	35	27	27	37	27	40	26
2008	38	48	38	30	31	22	21	35	27	34	--

Dimanches	R001	R002	B004	B005	B006	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
2000	30	45	(50)			23	22	33	29	36	27
2001	30	(52)	34	(46)	(40)	24	25	35	29	(42)	(21)
2002	31	42	34	30	26	22	19	33	25	33	28
2003	36	50	36	31	30	26	22	33	30	36	29
2004	31	44	32	32	28	23	23	31	26	32	25
2005	36	47	33	31	28	24	21	31	22	34	26
2006	36	42	--	30	27	22	24	29	22	33	25
2007	36	43	--	32	29	23	22	30	24	34	23
2008	32	41	32	26	27	20	19	30	24	29	--

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

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



**NO₂ - CONCENTRATION MOYENNE les SAMEDIS
(1981-2008)**

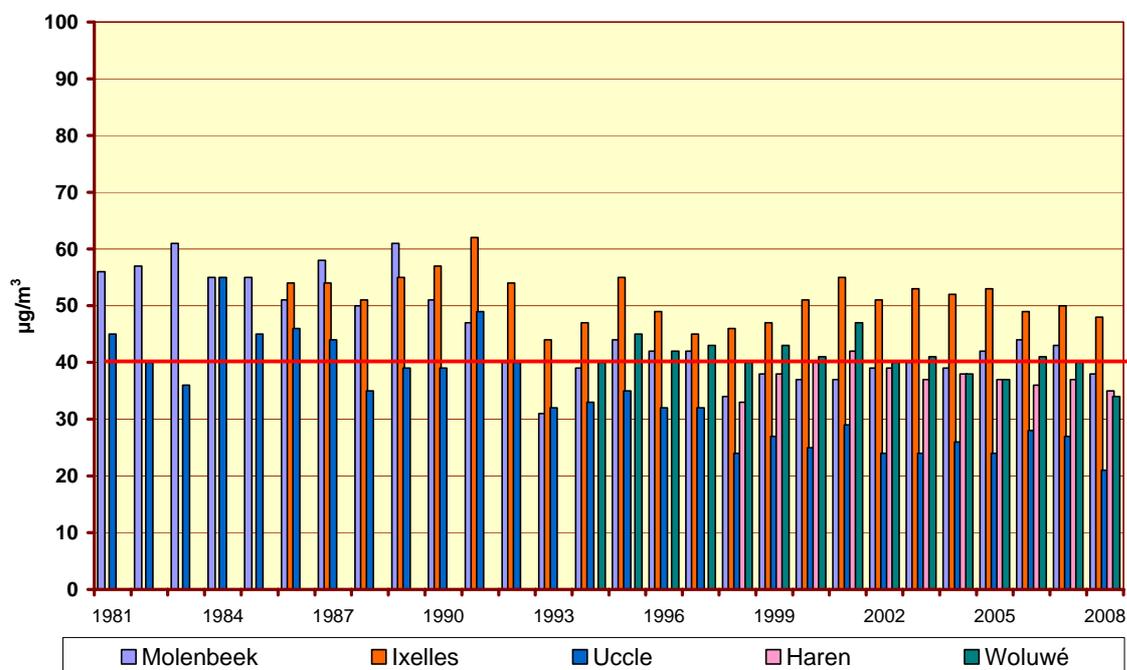


Fig. 7.1 : NO₂ – Concentration moyenne annuelle et concentration moyenne des samedis.
Période : Années calendriers 1981 – 2008

Ozone :

Valeur cible pour la santé : la nouvelle directive ozone (2002/3/CE) prévoit qu'à partir de 2010 il ne pourra y avoir plus de 25 jours, par année calendrier, où la moyenne maximale sur 8 heures sera supérieure à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De plus, le nombre de dépassements devra être moyenné sur trois années calendriers consécutives. Pour les années 2006, 2007 et 2008 il y a eu respectivement 24, 23 et 24 jours de dépassements au poste de mesure d'Uccle. Le respect de la norme, c.-à.-d. moins de 25 jours de dépassements en 2010 en moyenne sur trois ans, n'est pas encore garanti.

Durant les périodes estivales moyennes, le nombre de jours de dépassement est limité (moins de 20). Dans le cas d'étés chauds, plus de 30 dépassements journaliers ont déjà été observés dans le passé. Dans le poste de mesure d'Uccle, durant la période 1994-2008, entre 17 et 29 dépassements ont été relevés en moyennant sur trois années calendriers. Dans notre environnement, il faut sur une période de 3 ans que nous ayons au moins 2 périodes estivales chaudes et ensoleillées ou une période estivale exceptionnellement chaude, pour que le nombre de jours de dépassements, moyenné sur 3 ans, soit supérieur aux 25 jours autorisés.

Depuis le début des mesures, le nombre moyen de jours de dépassement à Uccle s'élève à 22 jours. Pour pouvoir satisfaire, avec une marge de sécurité, à la nouvelle condition pour l'an 2010, une diminution évidente 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 de plus être *draconiennes* (env. 50% de réduction), *à grande échelle* (Europe de l'Ouest) et *durables*.

OZONE à UCCLE - NOMBRE DE JOURS AVEC DEPASSEMENT

Moyenne Maximale journalière sur 8 heures > $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

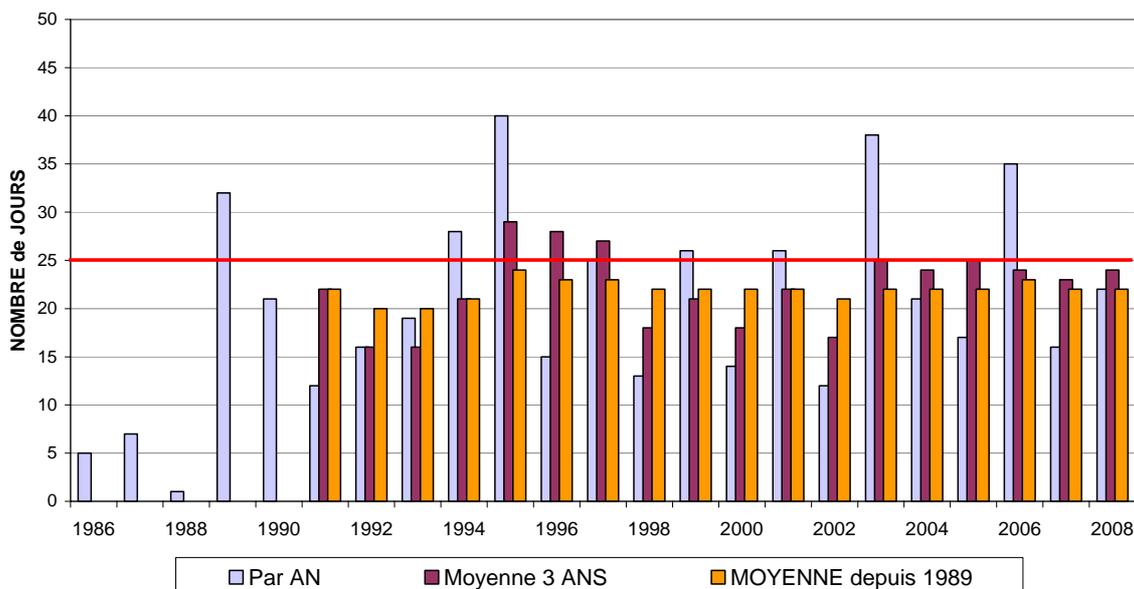


Fig. 7.2 : Ozone à Uccle – nombre de jours de dépassement de la valeur cible pour la santé
Nombre de jours avec dépassement par an, nombre moyen par période de trois ans
et nombre moyen depuis le début des mesures

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 pour une disponibilité de 100% des données) 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 supérieure 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**.

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 (Fig. 7.3). 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).

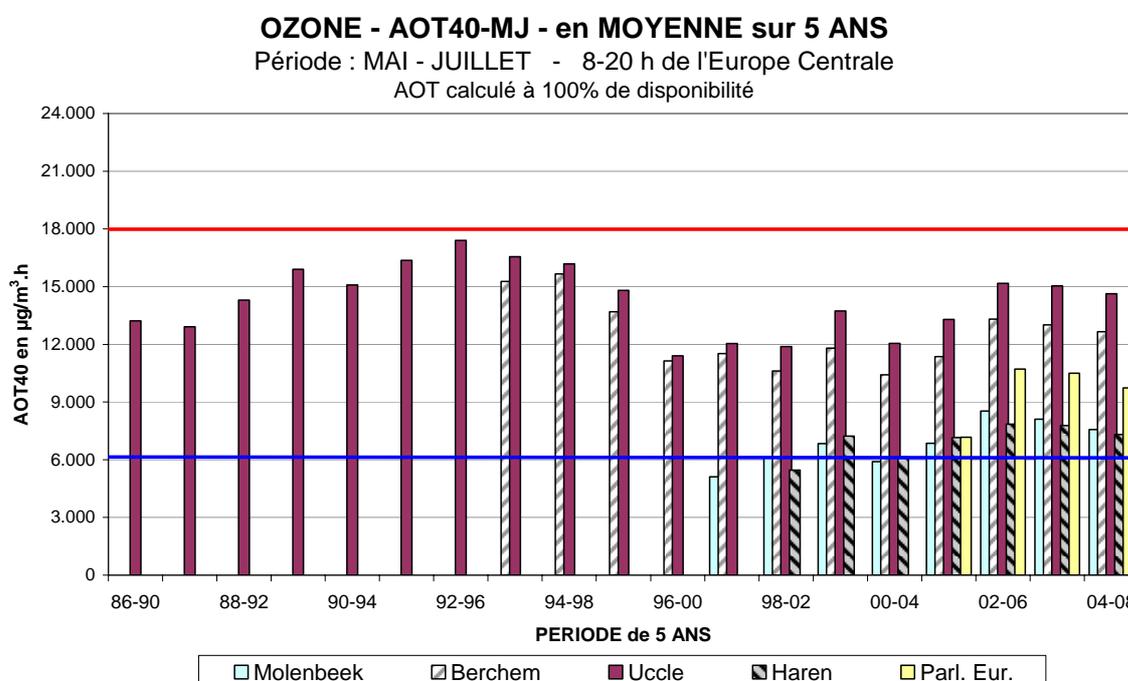


Fig. 7.3 : Ozone – Évolution de l'AOT40-MJ – Résultats moyennés sur 5 ans
AOT40 de la période Mai-Juillet, de 8 à 20 h – heure de l'Europe centrale
Valeurs AOT40-estimées pour une disponibilité de 100% des données

Seuil d'information et seuil d'alerte : le dépassement d'un des seuils, soit $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ozone en tant que valeur horaire, impose la diffusion d'informations auprès de la population. En Région de Bruxelles-Capitale il y a eu, durant les périodes estivales des années 2006, 2007 et 2008, respectivement 9, 1 et 2 jours de dépassement de ce seuil d'information. Durant les périodes estivales de 2006 et 2008, un dépassement du seuil d'alerte - à savoir $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en tant que valeur horaire - a également été constaté.

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

SEUIL d'INFORMATION ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) – SEUIL d'ALERTE ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

ANNÉE	Nd_1Hr	Nd_1Hr
	> 180	> 240
1986	1	0
1987	1	0
1988	0	0
1989	12	3
1990	10	0
1991	3	0
1992	6	0
1993	7	1
1994	13	2
1995	24	3
1996	2	0
1997	8	0
1998	4	0
1999	4	0
2000	1	0
2001	6	0
2002	2	0
2003	12	2
2004	4	0
2005	4	0
2006	9	1
2007	1	0
2008	2	1

Depuis le début des mesures, on constate que le niveau moyen des concentrations en ozone est légèrement en hausse et que le nombre ou l'intensité des pics diminue. La tendance à la baisse des émissions en NO_x et COV a conduit parallèlement à une diminution de la destruction et de la formation d'ozone.

La moindre destruction de l'ozone se remarque de manière permanente et est à l'origine de l'augmentation légère du niveau moyen en ozone. La diminution de la formation d'ozone se remarque surtout lors des périodes extrêmement favorables à la formation de l'ozone. Par conséquent, le nombre ou l'intensité des pics d'ozone diminue.

Fraction PM10 des particules :

Valeur limite – moyenne journalière : selon la directive 1999/30/CE la concentration moyenne en PM10 sur 24 heures ne pourra pas dépasser $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 35 fois par an à partir du 1^{er} janvier 2005. La nouvelle directive 2008/50/CE prévoit la possibilité de report du délai jusqu'en juin 2011. Pour pouvoir faire appel à ce délai les États Membres doivent présenter un plan dans lequel ils démontrent que l'objectif sera atteint avant la nouvelle date.

Le critère pour la moyenne journalière (valeur sur 24 heures) est fréquemment dépassé dans le poste de mesure de Haren (N043) et Molenbeek (R001) et parfois au Parc Meudon (MEU1), comme il ressort des données du tableau suivant, qui reprend, par an et par poste de mesure, le nombre de jours où la moyenne journalière dépasse la valeur de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le nombre annuel de jours de dépassement est clairement plus élevé que l'objectif pour l'an 2005, maximum 35 jours de dépassements par an.

Pour 2007, on note plus de 35 jours en dépassement ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dans tous les postes de mesures, sauf celui de Berchem (B011).

PM10 – NOMBRE de JOURS par an (Maximum 35) CONCENTRATION JOURNALIÈRE $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Année	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	RÉGION
2005	<u>42</u>	17	23	<u>66</u>		24	74
2006	<u>40</u>	17	25	<u>56</u>		29	58
2007	<u>65</u>	30	<u>42</u>	<u>68</u>	<u>46</u>	<u>37</u>	82
2008	<u>44</u>	25	15	<u>66</u>	33	23	80

Pour la période 2005-2008 l'évolution du nombre de dépassements réels par an, dans les différents postes de mesure, est représentée à la figure 7.4. Le graphique de la figure 7.5 donne une estimation du nombre de dépassements, calculé sur base des jours de week-end (= nombre de dépassements si tous les jours de l'année étaient des jours de week-end). Même avec une réduction généralisée des activités émettrices au niveau des jours de week-end, il y aurait un risque réel d'avoir plus de 35 jours de dépassements (valeur journalière $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) à certains endroits.

Les résultats des postes de mesure de Molenbeek (R001) et surtout de Haren (N043) montrent une pollution plus importante due à l'axe industriel et commercial de la Région. Au poste de mesure de Haren ou dans un environnement similaire (ville + industrie + trafic), cet objectif de maximum 35 jours avec une concentration moyenne journalière supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne sera certainement pas directement respecté.

Une analyse des circonstances prévalant lors des jours de dépassement a démontré que le surplus du nombre de dépassements aux postes de Haren et, dans un moindre mesure à Molenbeek (par rapport au nombre de dépassements dans les autres postes) est lié à un apport d'air plus sec venant du secteur est. Dans ces conditions et sous influence des activités locales et/ou du trafic, un plus grand nombre de particules plus grosses est remis en suspension ce qui se traduit par des concentrations PM10 plus élevées par rapport aux concentrations PM2,5 dans les postes de mesure à proximité d'une voirie.

Les dépassements observés simultanément dans plusieurs postes de mesure résultent soit de circonstances atmosphériques défavorables à la dispersion des polluants, soit de conditions qui favorisent la formation d'aérosols secondaires (entre autres sels d'ammoniaque), ou encore d'une combinaison de ces deux phénomènes.

Durant la période hivernale, et surtout entre novembre et février, on observe un plus grand nombre de situations caractérisées par la présence d'inversions thermiques et de vents faibles. Une inversion thermique de subsidence à grande échelle spatiale, généralement accompagnée d'une inversion thermique de surface en fin de nuit, réduit fortement l'épaisseur de la couche de mélange où les polluants s'accumulent ; un vent très faible y réduit encore la dispersion dans le plan horizontal. Ces conditions météorologiques étaient présentes la plupart des jours (décembre 2007, février et décembre 2008, janvier 2009) où des dépassements de la valeur journalière des PM10 ont été observés dans plusieurs postes de mesure. Dans ces situations, une augmentation des concentrations des différents polluants (excepté l'ozone) a été constatée et il y a une concordance entre l'évolution des concentrations des PM10 et des polluants gazeux (NO, NO₂, CO et CO₂).

Une autre cause de dépassements est la formation abondante d'aérosols secondaires. Par des températures modérées (8-20°C) et une forte humidité (~90% RH), en présence d'ammoniac, il y a formation de sels d'ammoniaque (principalement du nitrate d'ammonium) qui peuvent engendrer des hautes concentrations journalières de PM10 et PM2,5. Dans ces circonstances, la fraction PM2,5 représente de 80 à 90% de la masse des PM10. Le système de mesure FDMS montre la présence d'une fraction volatile associée à la fraction PM2,5. L'analyse des prélèvements sur filtre montre la présence d'ammonium, de nitrates et de sulfates. Les dépassements les plus importants sont généralement observés durant les mois de mars, avril, septembre et octobre. Dans le cas de formation d'aérosols secondaires, il y a une moins bonne relation entre l'évolution des concentrations en PM et celle des polluants gazeux NO, NO₂, CO et CO₂.

La formation et la persistance d'aérosols secondaires présente une grande dépendance aux conditions météorologiques. Si dans le courant de l'après-midi, la température augmente (> 25°C) et que l'humidité relative diminue sensiblement (<60% RH), l'aérosol secondaire peut repasser en phase gazeuse. A la tombée du jour, quand la température diminue et que l'humidité remonte, l'aérosol secondaire peut à nouveau se reformer. Ce phénomène s'observe visuellement sur l'horizon où on constate un changement de la visibilité au cours de la journée.

Les hautes concentrations de PM10 et PM2,5 dues à la présence d'aérosols secondaires s'observent aussi les jours où le trafic est faible (congés, week-end) et les émissions dues au chauffage et aux activités commerciales et industrielles très réduites. La journée sans voiture du 17 septembre 2006, le lundi de Pâques 2005 (28 mars) et les 7 et 8 février 2005 (congé de carnaval) en sont des exemples typiques.

Durant les mois d'avril 2007 et 2008, ce phénomène a de nouveau été observé. Le mois d'avril 2007 a connu 16 dépassements de la valeur limite journalière pour les PM10 dus principalement à ce phénomène. Cela signifie que les dépassements ont eu lieu un jour sur deux durant ce mois et représentent pratiquement la moitié du nombre de dépassements autorisés pour une année.

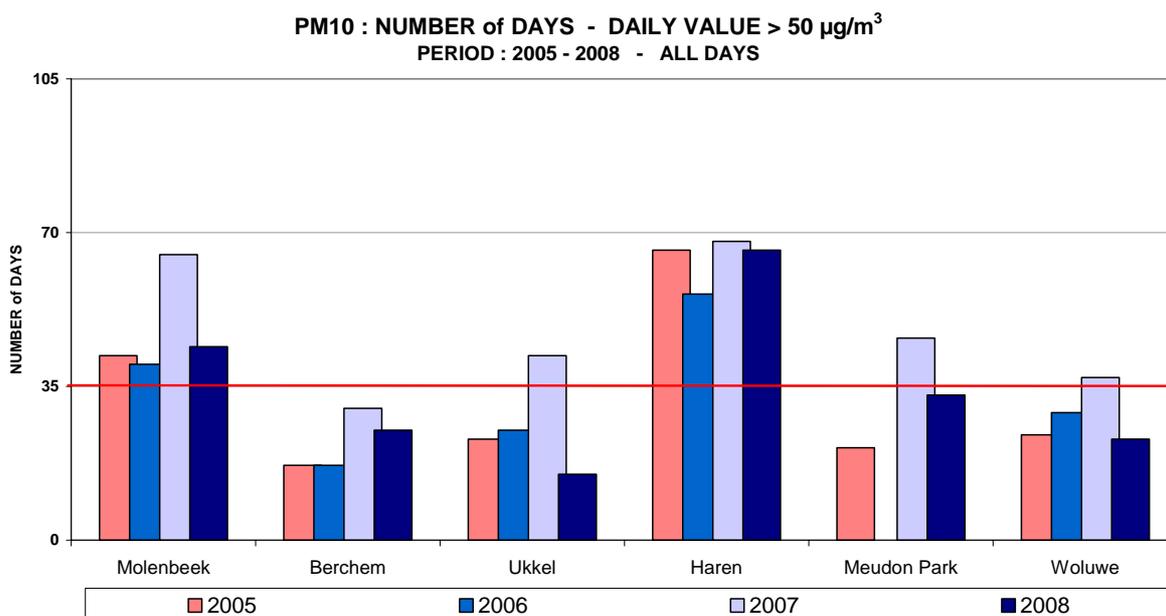


Fig. 7.4: PM10 – Valeur Journalière > 50 µg/m³ – Nombre de dépassements réels
Période 2005 - 2008

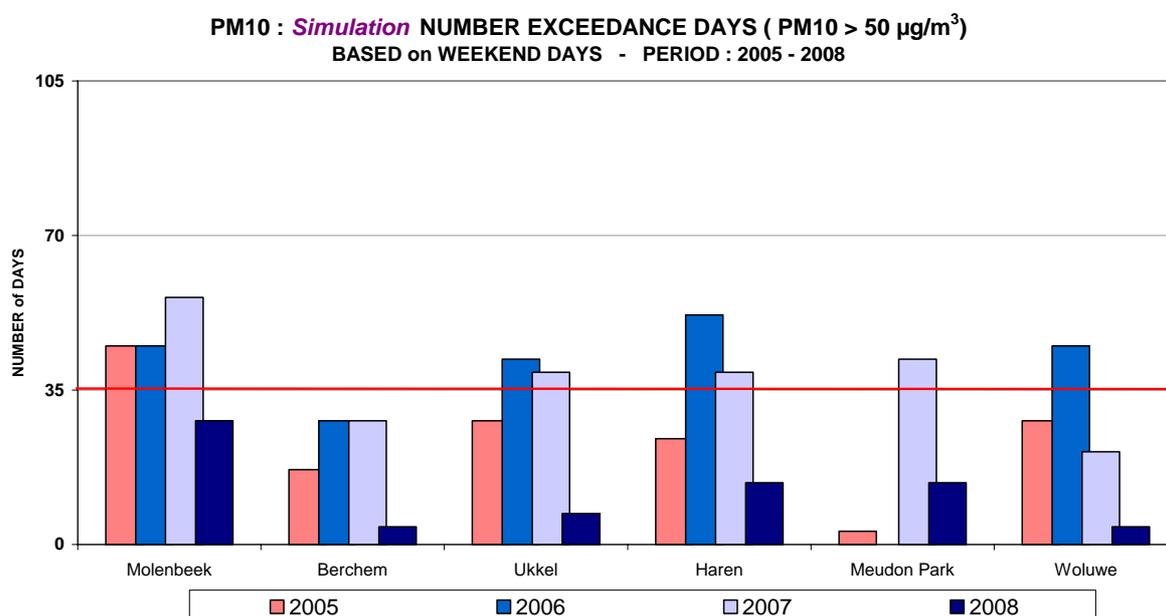


Fig. 7.5: PM10 – Valeurs Journalière > 50 µg/m³ – Estimation du nombre de jours de dépassement si les années ne seraient composées que des jours de week-end

Valeur limite – moyenne annuelle : la deuxième valeur limite prévoit une concentration moyenne annuelle de la fraction PM10 de maximum $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005. À partir de l’an 2005, la concentration moyenne annuelle calculée est, dans tous les postes de mesure de la Région, inférieure à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations les plus élevées sont mesurées dans le poste de mesure de Haren (N043). Ce poste de mesure est situé dans l’avant port, un environnement à proximité de sources industrielles (entre autres stockage et manutention de matériaux de construction) et soumis à beaucoup de trafic. Les concentrations moyennes annuelles de la période 2005-2008 sont chiffrées dans le tableau ci-dessous et représentées graphiquement à la figure 7.6.

A l’exception du poste de mesure de Haren, la concentration moyenne en PM10 calculée pour les jours de week-end, n’est que faiblement inférieure à la concentration moyenne annuelle. En 2006, à certains endroits, la concentration moyenne des jours de week-end était quasi identique à la concentration moyenne annuelle. Cette année-là, il y avait proportionnellement plus de jours de dépassements (valeur journalière $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) les jours de week-end que les jours ouvrables.

PM10 – CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Année	R001	B011	R012	N043	MEU1	WOL1
2005	31	26	27	36	(31)	28
2006	31	23	29	34		27
2007	34	25	29	34	34	27
2008	32	28	24	34	29	26

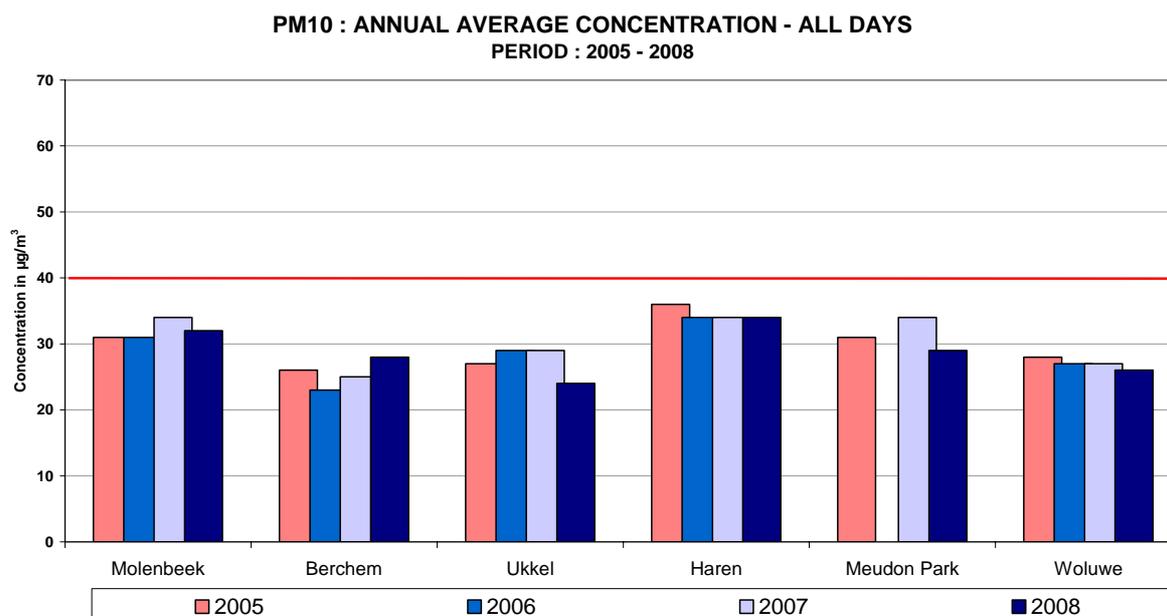


Fig. 7.6: PM10 – Évolution de la concentration moyenne annuelle. Période 2005-2008

La directive 1999/30/EG prévoyait, pour l'an 2010, une valeur limite indicative de 20 µg/m³ en tant que concentration moyenne annuelle. Actuellement, les concentrations de fond en Région de Bruxelles-Capitale sont de l'ordre de 24 à 28 µg/m³. Un objectif tellement ambitieux ne peut pas être atteint dans les prochaines années. Dans la directive 2008/50/CE cet objectif a d'ailleurs été remplacé par des objectifs à atteindre pour la fraction PM_{2,5} des particules.

La valeur cible de 25 µg/m³ PM_{2,5} en tant que concentration moyenne annuelle, à respecter à partir de 2010 (valeur limite à partir de 2015), sera probablement respectée. A l'heure actuelle, on ne peut pas encore se prononcer sur le respect éventuel de la valeur limite indicative de 20 µg/m³ prévue pour 2020.

PM_{2,5} – CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE [µg/m³]

MOY	R001	B011	R012	N043	MEU1
2006	23,7		17,0	24,2	19,7
2007	24,6		20,7	26,2	21,5
2008	22,6	15,6	18,1	21,4	18,4

Les particules suspectes et potentiellement dangereuses, en provenance directe des échappements du trafic, se situent dans l'ordre de grandeur de 0,01 à 1 µm. Même dans un environnement à trafic intense, la masse totale de ces particules ne contribue que faiblement à la masse totale de la fraction PM₁₀ ou PM_{2,5} des particules. Des mesures de la fraction « submicronique » seront probablement recommandées dans l'avenir.

Commentaires sur l'influence du trafic :

Le trafic est reconnu comme une des principales sources émettrices de polluants en Belgique. En s'appuyant non seulement sur l'analyse objective des mesures issues du réseau téléométrique, mais aussi sur les inventaires d'émissions et les études d'impact réalisées dans le cadre des pics de pollution, cette sous-section a pour objectif de situer l'importance relative de cette source dans le cadre de la problématique élargie des PM10 mesurés à Bruxelles.

Bien que le trafic représente environ trois quarts des émissions bruxelloises de PM10, sa contribution directe sur les concentrations massiques localement mesurées s'avère nettement plus réduite. Sur base de l'analyse de l'effet weekend et de l'évolution hebdomadaire des concentrations de PM10 et de NO, on estime que la contribution totale du trafic sur les PM10 mesurés varie généralement entre 7 (en environnement résidentiel) et 25% (en environnement urbain, proche du trafic). Cette estimation appelle les commentaires suivants :

- La contribution totale du trafic comprend non seulement les émissions directes des véhicules, mais aussi la remise en suspension des particules générée par le déplacement des véhicules. La littérature scientifique estime généralement que ces deux processus présentent une importance comparable.
- La différence importante dans la contribution relative du trafic entre les émissions bruxelloises et les concentrations mesurées s'explique par le transport à grande distance des particules, la contribution naturelle non prise en compte dans les inventaires d'émissions ainsi que la formation de particules secondaires.
- L'estimation susmentionnée de la contribution totale du trafic est une valeur moyenne. Lors de pics de pollution résultant de conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants, les sources locales jouent un rôle comparativement plus important et, dans ce cas, il est probable que la contribution relative du trafic sur les concentrations de PM10 soit plus élevée. Dans d'autres situations, notamment lorsque la formation de particules secondaires est abondante, l'influence du trafic sur les concentrations mesurées est nettement amoindrie. A titre d'exemple, des concentrations élevées en PM10 et PM2,5 ont été constatées alors que le trafic était réduit, p.ex. lors de jours de congé officiel et de la journée sans voiture de 2006. Pour ces situations spécifiques, 80 à 90% de la masse PM10 était constituée de PM2,5.
- Des mesures prises sur le trafic dans le seul but de respecter à court terme les normes européennes fixées sur les PM10 nécessitent obligatoirement une réduction drastique de l'utilisation des véhicules (ou des émissions). Par exemple, on estime que le respect de la norme journalière sur les PM10 à Molenbeek-Saint-Jean demanderait une diminution de 70 à 80% de la circulation. Ce constat est conforté par l'analyse des concentrations hebdomadaires : un calcul de simulation du nombre de jours de dépassements, basé uniquement sur des jours de week-end, montre que le respect de la valeur limite n'est pas garanti pour une année qui ne serait constituée que des jours de week-end. Il faut aussi noter qu'une réduction des émissions consécutive à une installation généralisée de filtres à particules ne suffirait probablement pas à garantir le respect de la norme journalière sur les PM10, puisque les émissions directes des véhicules ne représentent qu'environ 50% de la contribution totale du trafic. Il n'en demeure pas moins que de telles mesures sont néanmoins fortement recommandables dans la mesure où elles limitent la présence des particules les plus nocives pour la santé.

Profil hebdomadaire : la figure 7.7 représente le profil hebdomadaire normalisé pour les paramètres PM10, PM2,5, NO₂ et NO. Ce profil hebdomadaire normalisé est obtenu en calculant, pour chaque polluant, la concentration moyenne pour chaque jour de la semaine et en divisant la valeur obtenue par la concentration moyenne des jours ouvrables. Les résultats ainsi obtenus sont proches de 1,00 pour les jours ouvrables. Le pourcentage de diminution des concentrations pendant le week-end peut être lu directement sur le graphique. Les résultats représentés concernent la situation moyenne sur les années calendriers 2006, 2007 et 2008 et sur cinq postes de mesure (Molenbeek, Berchem, Uccle, Meudon et Woluwé).

La diminution des concentrations de NO, un paramètre lié au trafic, atteint pratiquement 40% le samedi et 60% un dimanche moyen. Cette diminution est du même ordre de grandeur que la diminution de trafic constatée au niveau des concentrations mesurées dans les postes de mesure trafic (Arts-Loi et Avenue de la Couronne). La chute des concentrations de NO₂ pendant le week-end atteint respectivement environ 20% le samedi et environ 30 à 35% le dimanche. Ceci s'explique par le fait que le NO₂ est un polluant partiellement lié au trafic, mais aussi un polluant secondaire qui se forme dans l'atmosphère, principalement par l'oxydation du NO par l'ozone. De plus, le NO₂ étant thermodynamiquement le composé le plus stable des oxydes d'azote, il y a partout et en permanence une concentration minimale de NO₂ présente.

Pour la période considérée (2006-2008) la chute des concentrations de NO et NO₂ durant le week-end est quasi identique à celle constatée pour la période précédente (2003-2005).

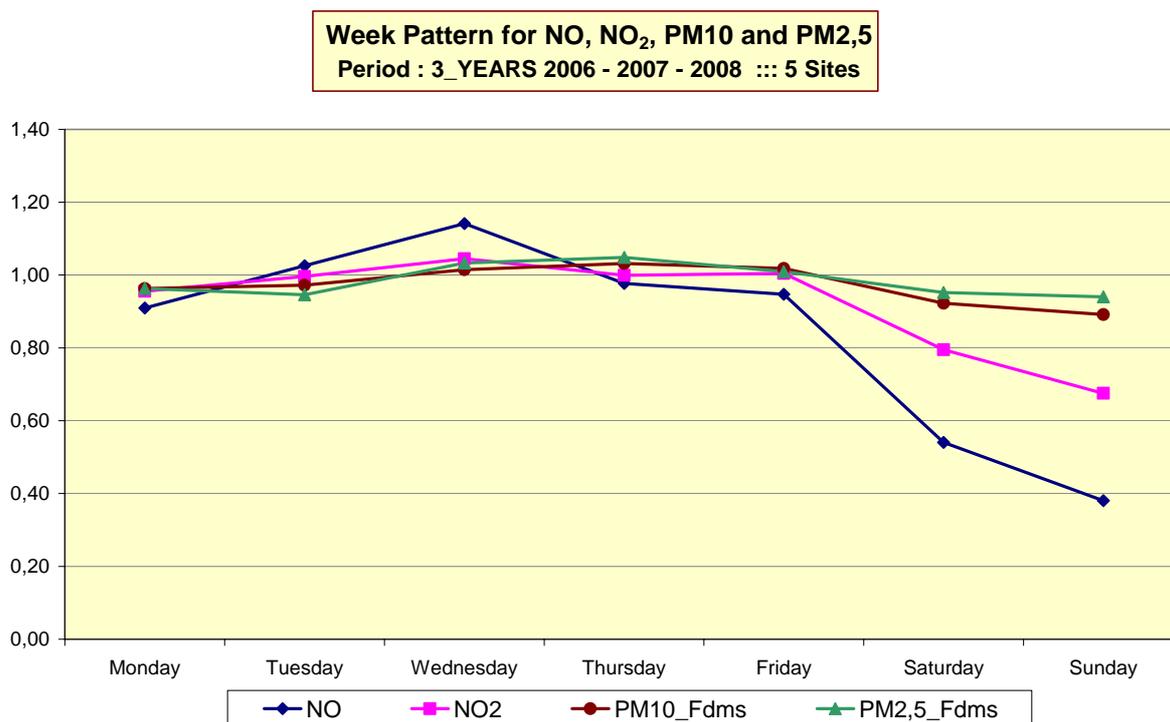


Fig. 7.7 : PM10, PM2,5, NO₂ et NO – Évolution hebdomadaire moyenne normalisée
 Période : trois années successives 2006, 2007 et 2008
 Moyenne sur cinq postes de mesure (Haren excepté)

Pour la période 2006-2008, la chute des concentrations de PM10 atteint environ 8% un samedi moyen et à peu près 12% un dimanche moyen. La chute des concentrations de PM2,5 est encore moins prononcée. La diminution relativement importante du trafic pendant les week-ends (remarquablement moins de NO) n'induit manifestement pas une réduction équivalente des concentrations de NO₂, PM10 ou PM2,5.

Durant la période précédente (2003-2005) la chute des concentrations de PM10 atteignait pourtant 15% un samedi moyen et environ 20% un dimanche moyen. La situation exceptionnelle de l'an 2006, avec proportionnellement plus de jours de dépassement les jours de week-end que les jours ouvrables, explique en grande partie cette différence marquée.

La nature de la problématique des « particules fines » est très complexe, tant sur le plan des techniques de mesure, de la compréhension du phénomène que de l'élaboration de remèdes efficaces. Des concentrations élevées sont susceptibles de se manifester dans des conditions atmosphériques qui, pour la plupart des autres polluants, n'entraînent pas de valeurs élevées à savoir par ex. par temps humide (formation de particules secondaires) ou temps sec (remise en suspension).

Comptage des particules :

Depuis début juillet 2008, un appareil Grimm GR187 du type néphélogéométrie laser est utilisé dans le poste de mesure de Woluwé afin de compter le nombre de particules : le nombre de particules est déterminé pour 31 différentes classes de taille dans la gamme de 0,25 µm à 32 µm.

Sur la période 'octobre 2008 – mars 2009', respectivement environ 5%, 0,35% et 0,04% du nombre de particules sont plus grandes que 0,5 µm, 1 µm et 2,5 µm.

Le plus grand nombre de particules est parfois constaté pendant des périodes calmes comme en témoignent les résultats du dimanche matin 21 septembre 2008 entre 02:00 et 06:00 h TU, ou les résultats observés dans la nuit du 30 au 31 décembre 2008.

La série de données doit sans doute être élargie avant de pouvoir arriver à des conclusions statistiquement significatives. Il est néanmoins clair jusqu'à présent que le comptage du nombre de particules apporte une information intéressante et supplémentaire à celle des concentrations massiques. Ces informations confirment également la complexité de la problématique des 'fines particules'.

Il n'existe pas de corrélation unilatérale entre le nombre de particules et la concentration massique présente dans l'air ambiant. Un très grand nombre de particules peut être accompagné d'une concentration massique élevée mais ceci n'est pas systématiquement le cas. De même, un nombre plus réduit de particules signifie souvent une concentration massique plus limitée mais la présence de particules plus grosses fait parfois augmenter la concentration massique de façon non négligeable.

Dioxyde de soufre :

L'évolution de la teneur en dioxyde de soufre et en plomb dans l'air ambiant indique une tendance à la baisse depuis le début des mesures.

La directive 1999/30/CE établit les valeurs limites pour le SO₂ et le plomb, qui doivent être respectées à partir du 1^{er} janvier 2005. La Région de Bruxelles-Capitale a déjà respecté ces normes depuis plusieurs années. Durant la période 2006-2008 aucun dépassement n'a été constaté et, pour les années à venir, le respect de ces normes ne posera pas de problèmes.

La baisse de la teneur en SO₂ dans l'air au fil des années est une conséquence de la diminution des émissions chez les grands utilisateurs d'énergie (production d'énergie et grands utilisateurs industriels), de la baisse de la teneur autorisée en S du gasoil et du diesel et de l'augmentation de l'utilisation du gaz naturel, pauvre en soufre, pour la production d'énergie et le chauffage domestique.

Plomb :

La tendance à la baisse des concentrations de plomb est une conséquence des baisses successives de la teneur légalement autorisée en Pb dans l'essence et, depuis 1988, de l'utilisation croissante de l'essence sans plomb. L'essence sans plomb a été introduite dans l'optique de l'utilisation du pot catalytique sur les voitures à essence. Depuis quelques années déjà, il n'y a plus d'essence plombée vendue en Belgique.

Monoxyde de carbone : la directive pour le CO (2000/69/CE) établit pour le 1^{er} janvier 2005 une valeur limite absolue de 10 mg/m³ (milligramme par mètre cube d'air) pour une concentration moyenne sur 8 heures. Cette condition a été respectée durant la période 2006-2008 et ne posera pas non plus de problème pour les années à venir.

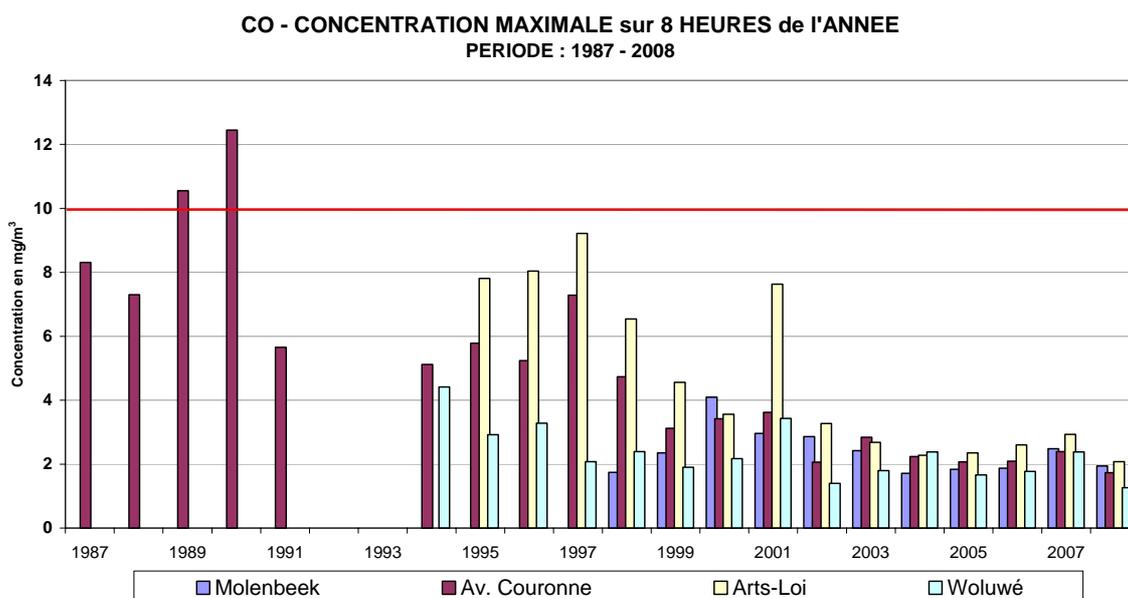


Fig. 7.8 : Évolution à long terme des concentrations en CO

Benzène : la directive pour le benzène (2000/69/CE) établit pour le 1^{er} janvier 2010 une valeur limite de 5 µg/m³ en moyenne annuelle. Cette valeur est respectée depuis l'an 2001, même aux endroits à trafic intense. Dans les autres points de mesure cette valeur limite était déjà respectée depuis quelques années. La tendance à la baisse des concentrations en benzène (depuis 1998) permet d'espérer raisonnablement de satisfaire à la nouvelle norme en temps voulu et pour tous les points de mesure.

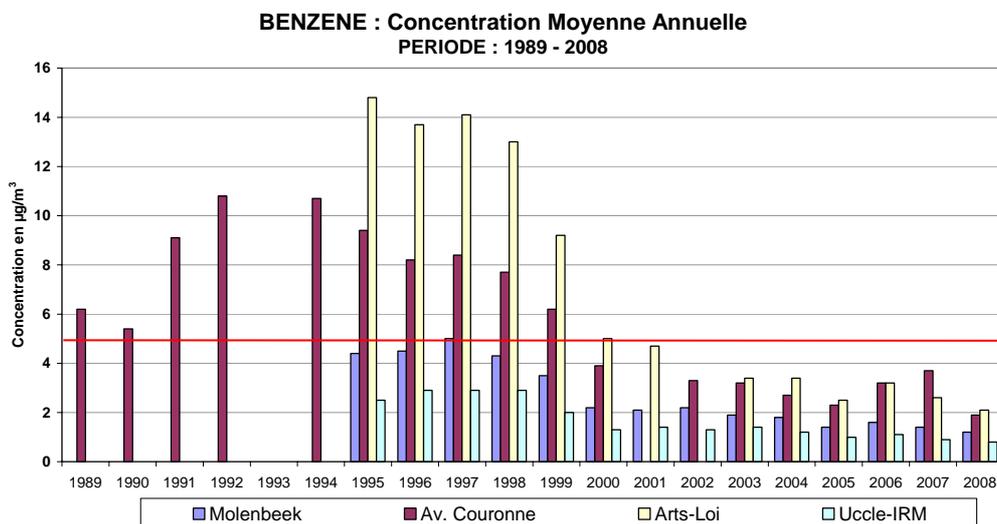


Fig. 7.9 : Benzène - Évolution de la concentration moyenne annuelle (1989-2008)

Hydrocarbures polyaromatiques (HPA) : la directive 2004/1007/CE fixe pour le benzo(a)pyrène (BaP) une valeur cible de 1 ng/m³, en tant que concentration moyenne annuelle, à atteindre à partir du 31 décembre 2012. Depuis quelques années déjà, une tendance à la baisse des concentrations en HPA a été constatée. Cette diminution est surtout due à la baisse des émissions du trafic tandis que la part due au chauffage reste plus au moins constante. La valeur cible pour le BaP a déjà été respectée durant la période 2006-2008.

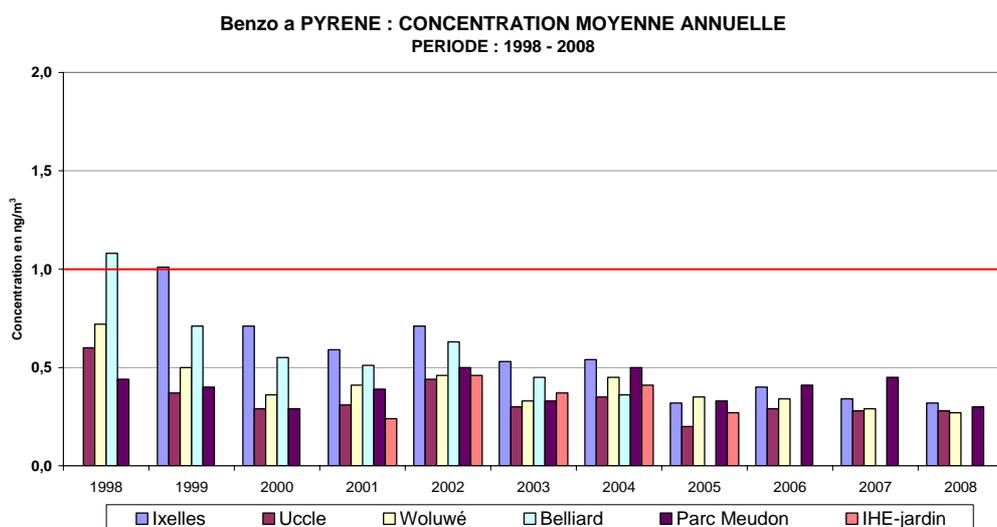


Fig. 7.10 : Benzo(a)pyrène - Évolution de la concentration moyenne annuelle (1998-2008)

7.5 Évolution journalière et hebdomadaire moyenne

Les niveaux moyens de concentration des polluants, l'ozone mis à part, sont plus élevés l'hiver que l'été. Une période hivernale se caractérise par une augmentation des émissions dues à la consommation d'énergie et au chauffage domestique ; il y a, d'autre part, davantage de périodes défavorables à la dispersion des polluants.

Il n'est pas possible d'évaluer suffisamment en détail la dispersion spatiale de la pollution atmosphérique en ville sur base d'un nombre limité de postes de mesure. La représentation des roses de pollution sur une carte de la Région indique néanmoins que les concentrations d'un grand nombre de polluants sont plus élevées dans les postes de mesure spécifiques à la circulation et, à l'exception de l'ozone, plus élevées au centre de la Région qu'en périphérie.

Pour la plupart des polluants, les concentrations sont en moyenne plus élevées les jours ouvrables que le week-end, le samedi que le dimanche. C'est surtout le cas pour NO, CO, BTX (émission directe) et, dans une moindre mesure pour les polluants dont les concentrations sont devenues plus faibles (SO₂, la fumée noire et le plomb) ou pour les polluants qui sont formés (polluants secondaires) en partie dans l'atmosphère (NO₂, PM10 et PM2,5). L'évolution moyenne hebdomadaire des concentrations indique un certain parallélisme avec les jours d'activités de la semaine. L'ozone y fait cependant exception de même que les polluants non spécifiques à la circulation.

L'évolution hebdomadaire de l'ozone en période estivale est co-déterminée par le processus de formation plutôt lente (plusieurs heures) et la destruction assez rapide (quelques minutes) de l'ozone en présence d'un excès de monoxyde d'azote.

Les concentrations les plus élevées en ozone sont observées dans les postes de mesures où l'influence du trafic est moindre, donc là où la formation de l'ozone l'emporte sur sa destruction. En moyenne, les concentrations en ozone sont plus élevées les jours non-ouvrables que les jours ouvrables. Cette différence peut être constatée dans tous les points de mesure et les différences de niveau sont plus prononcées là où l'influence du trafic routier est plus directe. Les émissions du trafic étant plus faibles les week-ends et jours fériés, il y a moins de NO dans l'air et, de ce fait, la destruction de l'ozone est moins importante.

D'autre part, le profil journalier de la concentration NO₂ est complémentaire au profil de la concentration en O₃. Les concentrations moyennes en NO₂ sont plus élevées les jours ouvrables et moins élevées les jours non-ouvrables.

Pour les polluants spécifiques de la circulation (NO et CO), l'évolution moyenne journalière d'un jour ouvrable, d'un samedi et d'un dimanche, diffère de manière significative. Les jours ouvrables, on observe une augmentation des concentrations aux heures de pointe (matinales et vespérales) de la circulation. Les concentrations sont moins élevées aux heures creuses et les niveaux les plus bas sont mesurés aux petites heures du matin.

Le pic matinal moyen du samedi a lieu plus tard et est moins intense qu'un jour ouvrable moyen. Le pic vespéral est plus large que les jours ouvrables et on observe une augmentation des concentrations durant la nuit de samedi à dimanche. Le dimanche, il n'y a pas proprement dit un pic matinal mais une augmentation due à la circulation à partir du début de l'après-midi jusqu'au soir. L'augmentation est moins intense que les jours ouvrables. Les niveaux moyens les plus bas sont observés durant la nuit du dimanche au lundi.

7.6 Évolution à long terme

En Région de Bruxelles-Capitale, une très nette tendance à la diminution a été observée depuis plusieurs années pour le dioxyde de soufre (SO_2) et le plomb (Pb) dans l'air ambiant. Vu les très bas niveaux atteints, cette tendance est maintenant moins marquée ; les différences entre les postes de mesure sont à peine perceptibles.

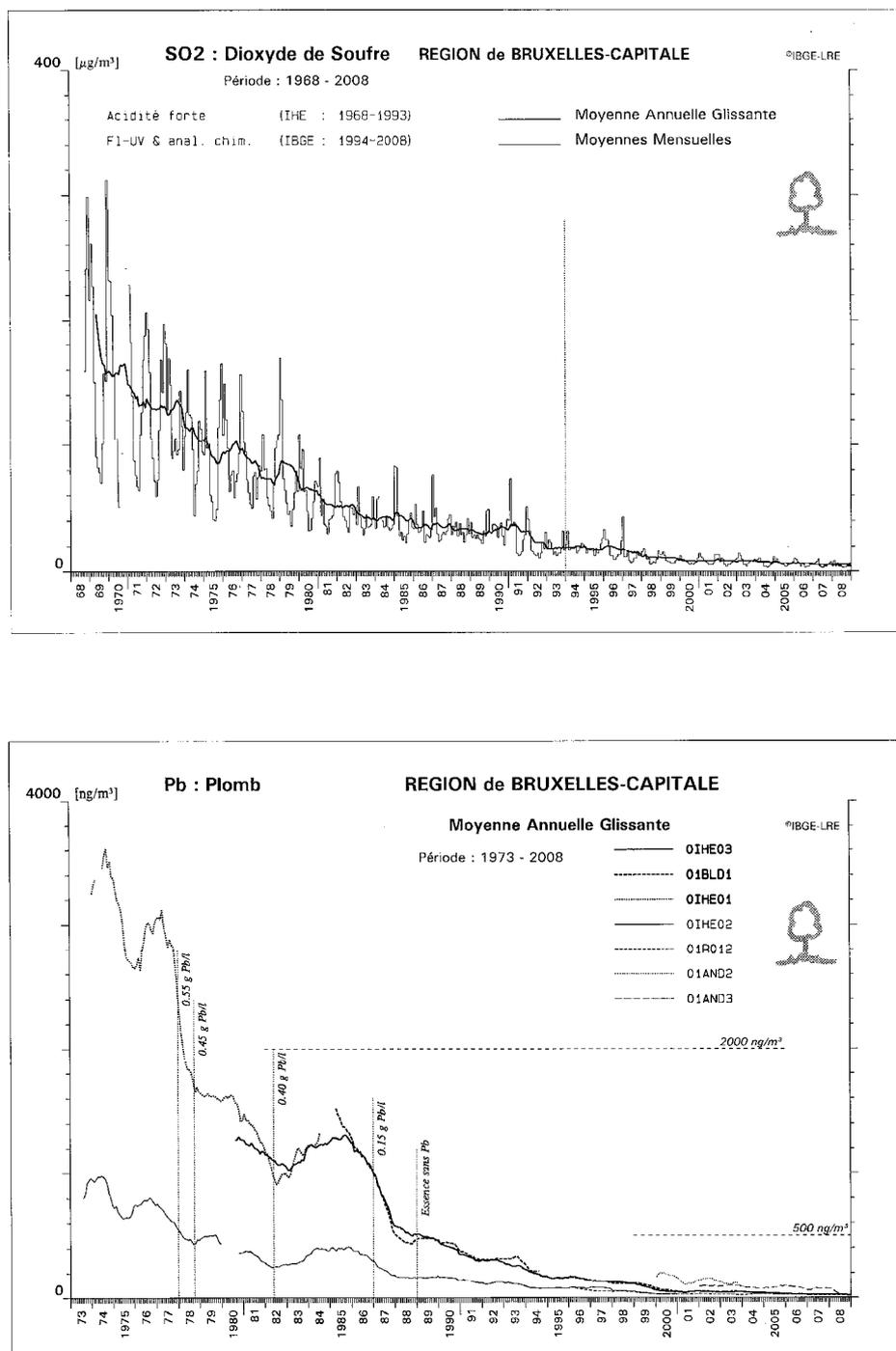


Fig. 7.11: Évolution à long terme des concentrations en SO_2 et plomb

Les rapports IBGE sur la qualité de l'air durant la période 1994-1996, 1997-1999, 2000-2002 et 2003-2005 indiquaient que le trafic constituait la principale source de pollution de la Région. Ceci est encore le cas mais, entre-temps, une modification est clairement apparue.

Dans les postes de mesures localisés à proximité du trafic, les niveaux de concentrations en NO, NO_x et CO ont fortement diminué depuis le début des années '90. Pour les concentrations en NO₂ aucune diminution significative a été constatée jusqu'à présent et, les dernières années, une légère tendance à la hausse semble se dessiner.

À la station de l'Avenue de la Couronne à Ixelles, une diminution de plus de 50% a été observée durant la période 1990-2008, tant pour les concentrations moyennes (NO et CO) que pour les plus hauts centiles. Cette tendance est encore plus nettement observée à la station Arts-Loi depuis le début des mesures. Aux postes moins influencés par le trafic, une diminution constante des hauts centiles est aussi observée pour les concentrations en NO et NO_x.

Les résultats les plus récents obtenus aux postes de l'Avenue de la Couronne à Ixelles et « Arts-Loi » semblent indiquer que pour les paramètres NO et NO_x, spécifiques du trafic, la tendance à la baisse des concentrations de ces polluants semble avoir atteint son plancher.

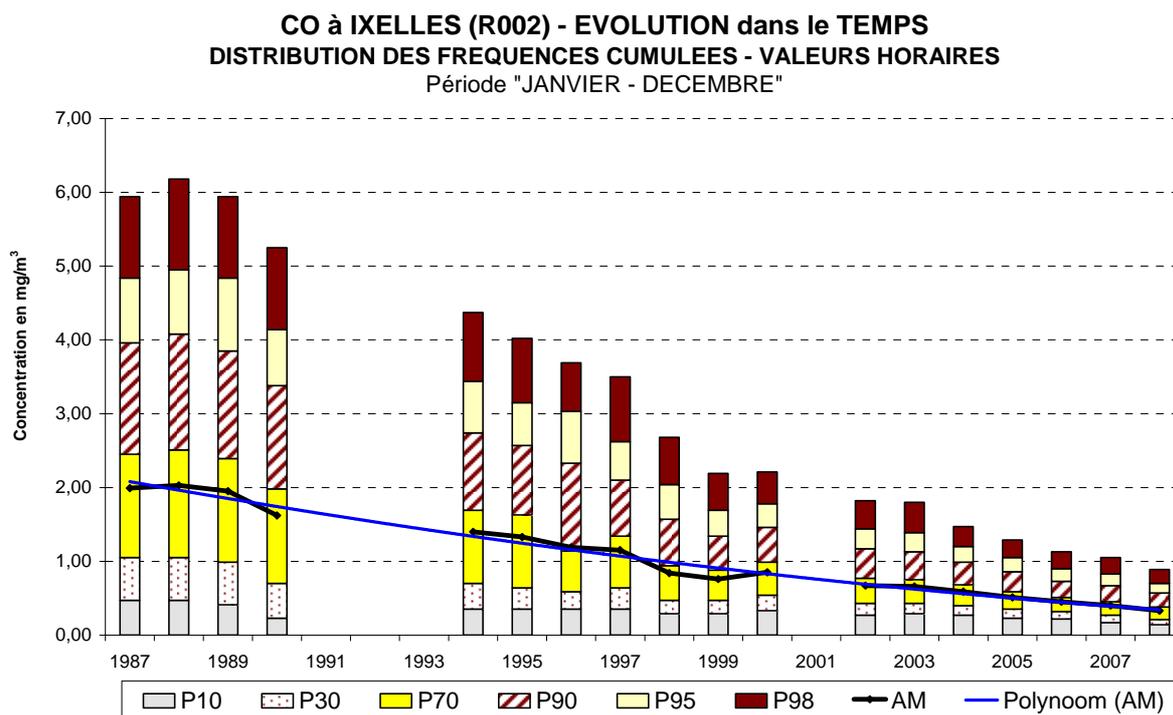
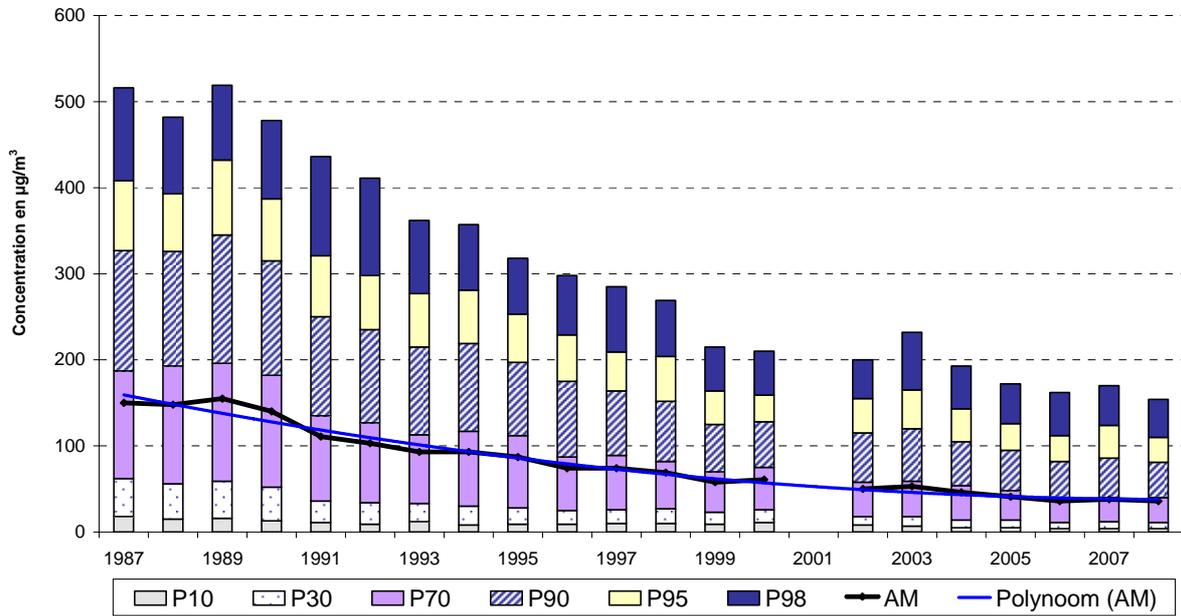


Fig. 7.12: Avenue de la Couronne à Ixelles - Évolution des concentrations en CO

NO à IXELLES (R002) - EVOLUTION dans le TEMPS
DISTRIBUTION DES FREQUENCES CUMULEES - VALEURS HORAIRES
 Période "JANVIER - DECEMBRE"



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

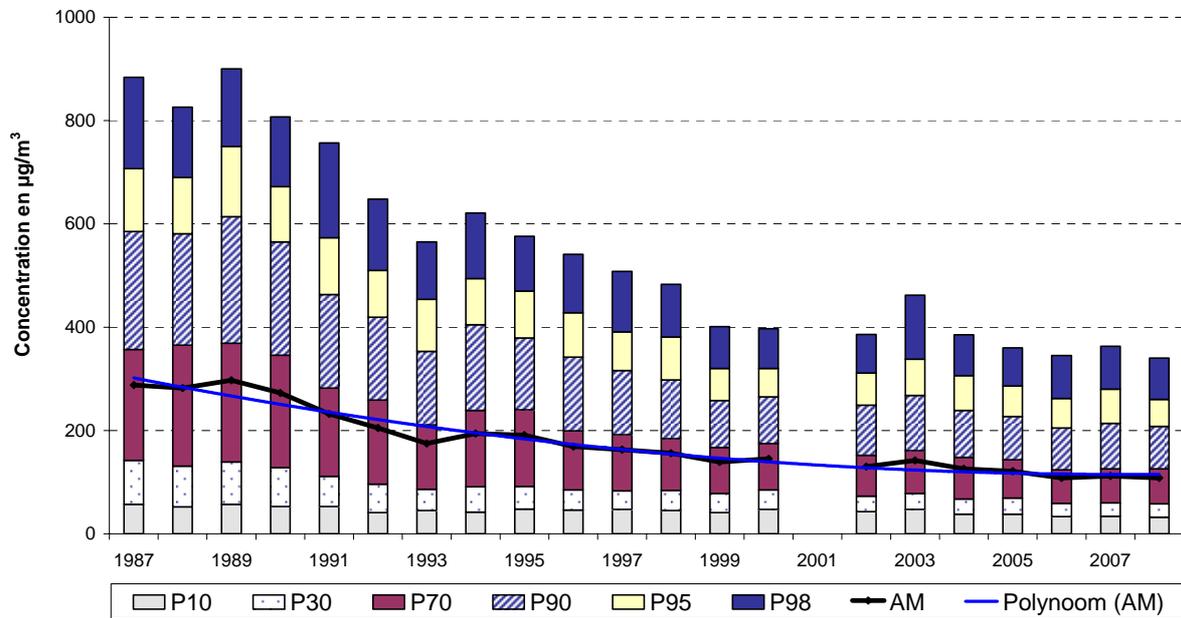


Fig. 7.13: Avenue de la Couronne à Ixelles - Évolution des concentrations en NO et NO_x

Une diminution analogue ne peut pas être formellement constatée pour le dioxyde d'azote (NO₂) et l'ozone (O₃). L'ozone n'est pas émis directement mais est formé dans l'atmosphère par un processus photochimique. C'est donc un polluant secondaire comme l'est aussi en partie le NO₂. L'excès de NO dans les émissions de NO_x est transformé en NO₂, une molécule beaucoup plus stable qui n'est éliminée que lentement de l'atmosphère. L'oxydation du NO en NO₂ se passe rapidement (minutes) en présence d'ozone ou plutôt lentement (heures) avec l'oxygène de l'air. Pour le NO₂, il n'y a pas de tendance nette dans la période considérée et sa distribution spatiale est aussi plus homogène que celles des autres polluants.

Les résultats les plus récents des postes de mesures à proximité du trafic semblent indiquer une légère tendance à la hausse des concentrations en NO₂.

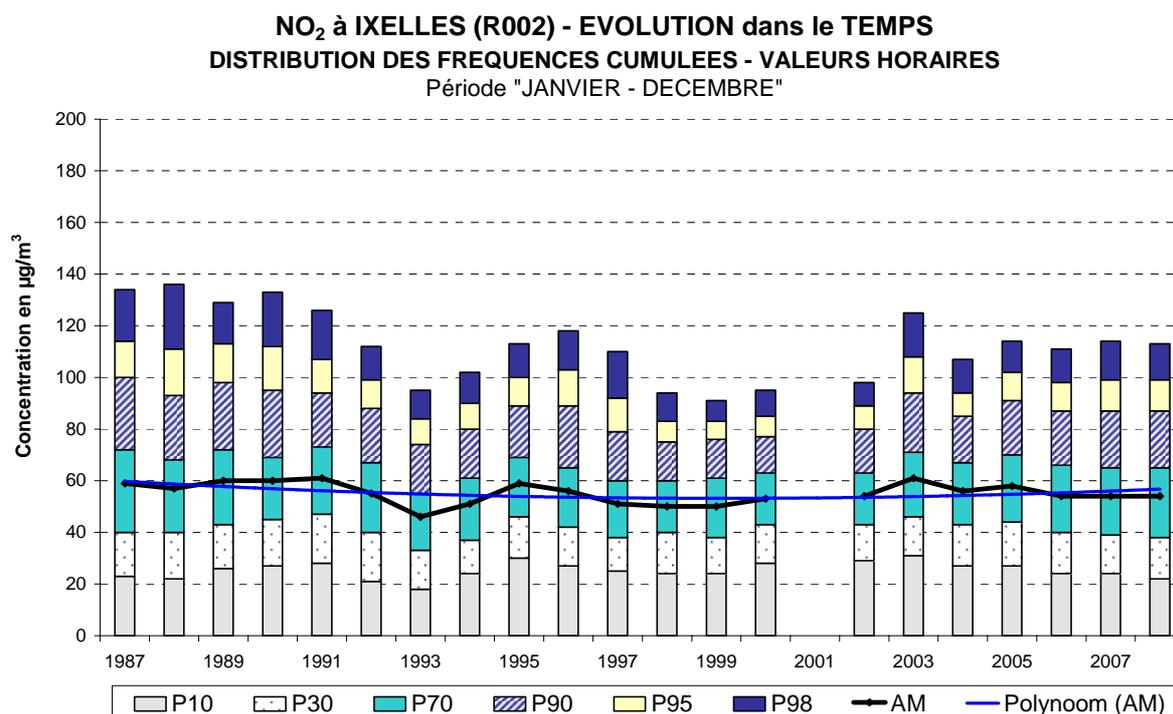


Fig. 7.14: Avenue de la Couronne à Ixelles - Évolution des concentrations en NO₂

Le dioxyde d'azote constitue le principal précurseur dans la formation de l'ozone. Comme il y a quasiment toujours et partout une faible concentration en NO₂ présente il y a formation d'ozone dès que les conditions météorologiques sont favorables. Comme une seule molécule de NO₂ peut en fait conduire à la formation de plusieurs molécules d'ozone, ceci entraîne la formation d'ozone en grande quantité.

Dans les graphiques présentant des concentrations d'ozone, il ressort clairement que les étés riches en ozone (1989, 1990, 1994, 1995, 2003 et 2006) se caractérisent par des hauts niveaux des centiles les plus élevés. D'une manière générale, il y a une légère tendance croissante des concentrations moyennes. Ceci résulte sans doute d'une diminution des émissions de NO par le transport qui induit une destruction moindre de l'ozone formé. On constate que les concentrations moyennes en ozone à Bruxelles sont en légère hausse, tandis que les pics d'ozone sont moins élevés ou se manifestent moins fréquemment, tout comme aux postes de mesure situés plus à l'intérieur du continent européen.

Les concentrations de NO, NO₂ et O₃ sont liées via des processus photochimiques et des équilibres chimiques. Une diminution de la concentration en NO₂ n'est possible que si les émissions de NO_x diminuent sensiblement. Pour observer un abaissement des concentrations en ozone, une diminution significative des émissions de tous les précurseurs (NO_x et COV) est nécessaire ; celle-ci doit être importante, à grande échelle et durable.

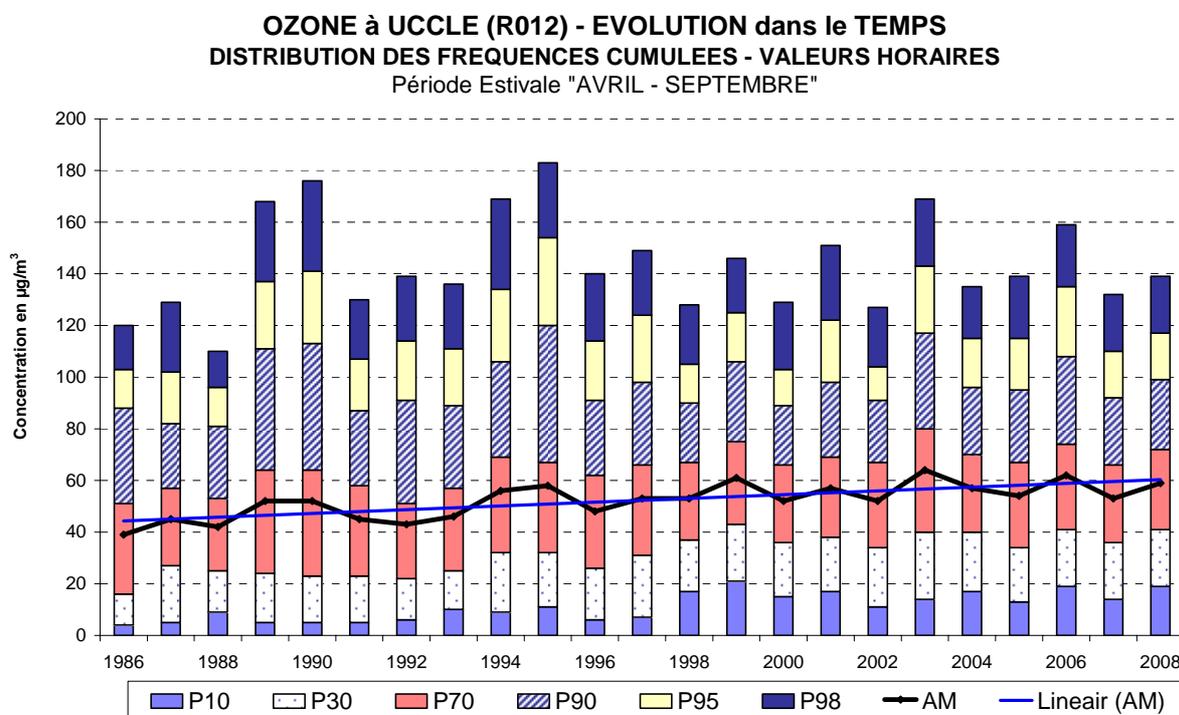


Fig. 7.15: Uccle - Évolution des concentrations en O₃

Depuis 1997, les concentrations en moyenne annuelle du benzène (fig. 7.9), du toluène et des xylènes sont aussi en forte diminution pour les stations à trafic intense. A partir de 2001, la concentration moyenne annuelle de benzène est devenue partout inférieure à la valeur limite de 5 µg/m³, à atteindre en 2010 et ce, même dans les postes de mesure à proximité du trafic (Avenue de la Couronne et Arts-Loi).

On constate également une tendance à la baisse des concentrations en hydrocarbures polyaromatiques depuis le début des mesures. Cette diminution est surtout liée à une moindre contribution du trafic. La concentration en benzo(a)pyrène (fig. 7.10) est partout inférieure à la valeur cible de 1 ng/m³, à respecter à partir du 31 décembre 2012.

Depuis l'introduction des mesures de PM10 en 1996, les concentrations moyennes en PM10 mesurées à Molenbeek sont légèrement à la baisse. Depuis 2005, les résultats rapportés sont les résultats PM10-FDMS. Au cours des années précédentes, les résultats de mesure PM10 étaient corrigés d'un facteur fixe de 1,47 pour obtenir des résultats comparables à la méthode de référence (PM10_EqRef). L'utilisation de ce facteur fixe a probablement conduit à une surestimation des concentrations réelles dans les cas où une fraction plus importante de particules minérales était présente.

La problématique des PM10 est très complexe. Les niveaux plus élevés de l'année 2003 sont une conséquence de l'été exceptionnellement chaud et sec. Les niveaux élevés de 2007 sont une conséquence des conditions défavorables à une bonne dispersion de la pollution et/ou des conditions favorables à la formation d'aérosols secondaires. L'évolution des concentrations PM10 sur une plus longue période a été estimée sur base des données historiques du paramètre « Dust » (1981-1996), obtenus par néphélométrie. La conversion des résultats s'est faite sur base des séries de mesures effectuées en parallèle durant la période 1997-2000. Bien que cette conversion soit susceptible d'introduire une incertitude, le niveau PM10 semble avoir diminué lentement sur une période de 25 ans. La concentration moyenne en PM10 des années les plus récentes ne représente que la moitié de la concentration moyenne estimée pour le début des années '80 du siècle précédent.

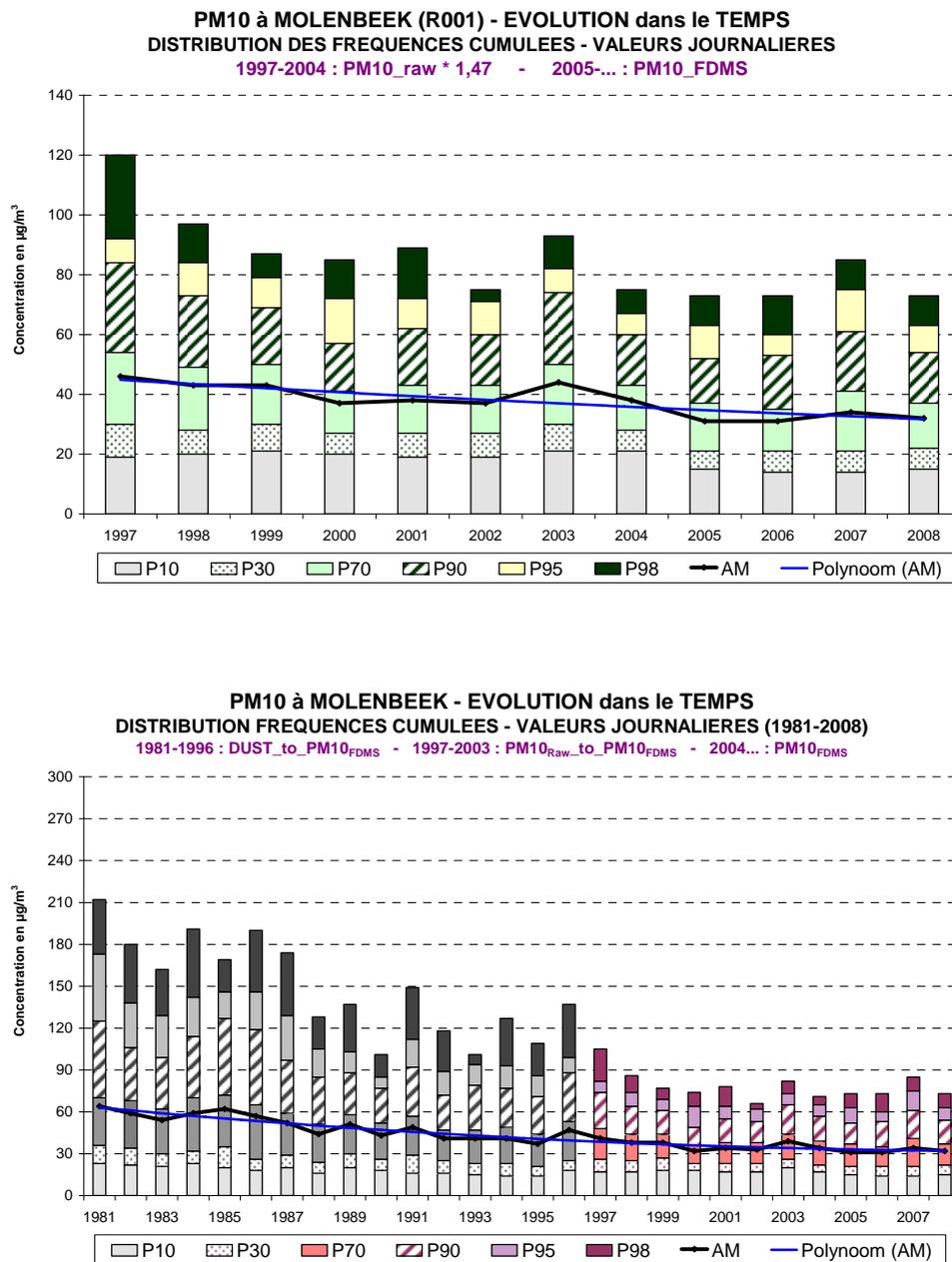


Fig. 7.16: PM10 à Molenbeek - Évolution des résultats de mesure (1996-2008) et estimation de l'évolution à plus long terme (1981-2008)

En ce qui concerne les teneurs en PM_{2,5} de l'air, il n'y a pas encore suffisamment de séries de données disponibles (maximum 3 ans de données PM_{2,5}-FDMS) pour avoir une image claire de l'évolution à long terme. Les jours où la distribution spatiale indique des niveaux PM₁₀ élevés partout, on peut parfois constater que presque 80 à 90% de la concentration massique en PM₁₀ est en réalité du PM_{2,5}. Sous certaines conditions ou à des endroits spécifiques où il y a une présence plus importante de particules d'origine minérale, la quantité massique PM_{2,5} dans la totalité des PM₁₀ semble plus faible.

Pour les fumées noires, une diminution des concentrations a été observée jusqu'au début des années 80. À partir du milieu de la décennie, les concentrations ont à nouveau augmenté suite à l'accroissement des véhicules diesel. Actuellement, le niveau des concentrations est à nouveau en baisse et rejoint le niveau du début des années '90.

Les directives de l'UE imposent des normes contraignantes qui devront être respectées pour le 1^{er} janvier 2005, 2010, 2013 ou 2015. Pour le SO₂, le plomb, le CO, le benzène, le benzo(a)pyrène, l'arsenic, le cadmium et le nickel, il n'y aura pas de difficulté, même pas à moyen terme.

Il reste toujours trois problèmes à résoudre. Bien qu'il existe déjà maintenant des postes de mesures où toutes les normes sont respectées, ce n'est pas encore partout le cas ou du moins partout garanti pour le NO₂, l'O₃ et les PM₁₀, polluants pour lesquels des normes très sévères, eu égard aux concentrations généralement observées, sont proposées ou déjà en vigueur (PM₁₀). L'évolution de la situation dans les prochaines années montrera dans quelle mesure ces objectifs pourront être atteints.

Les équilibres physico-chimiques et les processus photochimiques qui régissent la problématique imposent que des mesures structurelles de réduction des émissions soient prises à une échelle beaucoup plus grande que celle de la Région pour obtenir des effets. Une réduction du niveau moyen des émissions au niveau moyen des week-ends, et ce tous les jours de l'année, ne sera pas suffisante pour respecter partout les normes avant la date limite. En ce qui concerne la problématique complexe du NO₂, de l'ozone et des PM₁₀, les changements observés au niveau des concentrations ne seront en effet pas proportionnels à la réduction des émissions qui pourra être obtenue localement.

Les nouvelles règles ne fixent pas seulement des objectifs de qualité de l'air, elles imposent aussi plus d'évaluations (ou de mesures) pour plus de polluants, avec une plus grande fiabilité (> 90% de rendement) des données de mesure garanties par un système d'assurance de qualité ; elles imposent aussi une diffusion plus rapide de l'information à la population et l'établissement plus régulier de rapports plus détaillés.

Bien que des améliorations remarquables soient observées pour certains polluants importants, la vigilance reste de mise. A côté de l'obligation légale d'effectuer des mesures, la continuité de la problématique nécessite de maintenir à un niveau optimal les performances de l'instrumentation de mesure. Le maintien du "know-how" est tout aussi important pour pouvoir suivre, au-delà de l'an 2010, les différents aspects de cette problématique avec suffisamment d'expertise.

