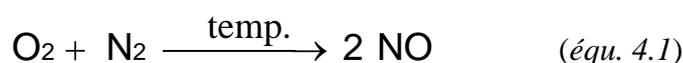


4. EVALUATION DES RESULTATS DE MESURE

4.1 Les OXYDES D'AZOTE [NO_x]

Pour la qualité de l'air en milieu urbain, le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont les principales composantes du groupe d'oxydes d'azote. Le terme NO_x représente la somme de ces deux composantes principales : NO_x = NO + NO₂. D'autres composés de ce groupe sont présents en faible concentration dans l'air ambiant.

Les oxydes d'azote sont formés par tous les processus de combustion avec adjonction d'air. A haute température au niveau de la flamme, une partie de l'oxygène de l'air réagit avec l'azote de l'air, formant du monoxyde d'azote. Dans la zone de température élevée (> 600 °C), le NO est le composant thermodynamiquement le plus stable. Cette réaction n'a toutefois un rendement important qu'à des températures beaucoup plus élevées (> 1000 °C).

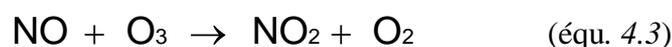


A température plus basse (ainsi qu'à température ambiante), le NO₂ est le composant thermodynamiquement le plus stable. Dans la zone en dehors de la flamme ou à l'endroit d'évacuation des fumées (200 à 400 °C), une partie du NO qui vient de se former, est oxydé par l'excédent d'oxygène, pour former du NO₂. Dans cette zone de température, la vitesse de réaction est suffisante pour que, malgré le temps de séjour relativement bref, une certaine quantité de NO₂ soit tout de même formée.



Les processus de combustion émettent des oxydes d'azote en majeure partie sous forme de NO et, dans une moindre mesure, sous forme de NO₂. Avec des véhicules équipés d'un moteur au diesel, 15 à 25 % de la fraction de NO_x dans les émissions sont présents sous forme de NO₂, le reste étant du NO. Dans les émissions des voitures à essence, 6 à 10% de la fraction de NO_x avant le pot catalytique sont du NO₂. Seuls quelques procédés chimiques très spécifiques donnent lieu à des émissions plus massives sous forme de NO₂ ou d'oxydes d'azote supérieurs.

Dans l'air ambiant, le NO est oxydé en NO₂ selon la réaction ci-dessus (équ. 4.2). A température ambiante, cette réaction est toutefois très lente. La transformation de NO en NO₂ dans l'air ambiant est toutefois assez rapide (environ 1 minute) en présence d'ozone (O₃).



Dans l'air ambiant, le monoxyde d'azote est transformé spontanément en NO₂ (équ. 4.2 et 4.3), le NO disparaissant progressivement, alors que le NO₂ reste omniprésent. Étant donné que le NO₂ n'est pas bien soluble dans l'eau, il n'est éliminé que dans une faible mesure de l'atmosphère par les précipitations.

Le NO₂ est l'un des principaux 'précurseurs' de la formation d'ozone. Le NO₂ étant omniprésent, il y aura toujours formation d'ozone dès que les conditions météorologiques seront favorables.

La principale source d'oxydes d'azote est et reste la circulation routière. Comme le révèle l'évolution des résultats pour le NO (voir également pour le CO et le benzène), obtenus en des endroits où la circulation est intense, une tendance à la baisse se dessine déjà depuis le début des années '90. Exprimées en quantités équivalentes (molaires), les concentrations de NO sont encore sensiblement supérieures aux concentrations de NO₂. Les émissions de NO_x se font donc toujours principalement sous forme de NO.

Les fluctuations dans le temps et l'espace de la concentration de NO sont considérablement plus importantes que celles de la concentration de NO₂. La diffusion spatiale du NO₂ est beaucoup plus homogène que celle du NO. Cette différence caractéristique ne se limite pas au seul milieu urbain, elle est valable pour une zone beaucoup plus vaste. Dans les régions où l'air est peu pollué, la moyenne annuelle des concentrations en NO₂ est d'environ 25 µg/m³. Dans les agglomérations, on note environ 35 µg/m³ pour un environnement résidentiel et 40 à 60 µg/m³ dans les endroits à grande circulation. Les fluctuations de NO dans le temps et l'espace couvrent une plage de concentrations beaucoup plus vaste (facteur 10 ou plus).

Contrairement à la concentration de NO, qui est une conséquence directe des émissions de NO, la concentration de NO₂ dépend de plusieurs éléments :

- une concentration ambiante omniprésente due à la lente transformation du NO en NO₂ avec l'oxygène de l'air,
- des émissions directes de NO₂,
- une oxydation du NO en NO₂ en présence d'ozone.

L'excédent de NO₂ dans les villes et les zones à forte circulation est dû principalement à ces deux derniers phénomènes.

Les concentrations d'oxydes d'azote en Région de Bruxelles-Capitale sont mesurées en permanence en plusieurs endroits du réseau téléométrique :

- Molenbeek (41R001) depuis 1981
- Uccle-IRM (41R012) depuis 1981
- Ixelles-Avenue de la Couronne (41R002) depuis 1986
- Carrefour Arts-Loi (41B003) depuis 1993
- Berchem-Ste-Agathe (41B011) depuis 1993
- Woluwé-St-Lambert (41WOL1) depuis 1994
- Haren (41N043) depuis janvier 1998
- Parc Meudon (41MEU1) depuis octobre 1999

Au cours de la période 2000-2002, l'IBGE-LRE a entamé de nouvelles mesures d'immission de NO_x aux endroits suivants :

- Ste-Catherine (41B004) depuis décembre 2000
- Parlement Européen (41B006) depuis septembre 2001
- Eastman-Belliard (41B005) depuis octobre 2001

Les résultats du poste de mesure d'Electrabel (47E013), situé à Forest (depuis janvier 1996), sont également repris dans le présent rapport.

4.1.1 DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

4.1.1.1 Réglementation NO₂

La directive CE 1999/30/CE du 22 avril 1999 impose pour le NO₂ deux valeurs limites. Ces deux valeurs devront être respectées à partir du 1^{er} janvier 2010 :

- **200 µg/m³** comme **valeur horaire**; ne peut être dépassée plus de **18** fois par an
- **40 µg/m³** comme **valeur moyenne annuelle**

Définition "valeur limite" : un niveau fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

La directive 85/203/CE du 7 mars 1985, modifiée par la directive 85/580/CE du 20 décembre 1985 prévoyait comme valeur limites:

- une **valeur limite de 200 µg/m³** comme **98^{ème} centile** des valeurs horaires sur l'année (cette valeur limite reste d'application jusqu'au 1^{er} janvier 2010)

4.1.1.2 Valeurs de NO₂ mesurées

Le tableau IV.1 donne un aperçu sommaire des niveaux de concentrations. Il contient les 98^{ème} et 50^{ème} centiles (P98 et P50) et la valeur moyenne annuelle (MOY).

Tableau IV.1.a : NO₂-valeurs horaires : P98 – P50

Période : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE

[Concentration en µg/m³]

| P98 | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1997 | 110 | 110 | 138 | # | # | # | 96 | 87 | # | # | 101 | 91 |
| 1998 | 86 | 94 | 142 | # | # | # | 76 | 73 | 92 | # | 91 | 78 |
| 1999 | 94 | 91 | 137 | # | # | # | 81 | 75 | 102 | -- | 94 | 82 |
| 2000 | 83 | 95 | 126 | -- | # | # | 77 | 74 | 89 | 78 | 90 | 74 |
| 2001 | 92 | -- | 137 | 95 | -- | -- | 82 | 71 | 99 | 88 | -- | -- |
| 2002 | 94 | 98 | -- | 99 | 89 | 83 | 77 | 65 | 100 | 84 | 92 | 87 |
| P50 | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
| 1997 | 45 | 49 | 66 | # | # | # | 33 | 31 | # | # | 45 | 38 |
| 1998 | 38 | 50 | 70 | # | # | # | 25 | 24 | 42 | # | 43 | 31 |
| 1999 | 41 | 49 | 73 | # | # | # | 22 | 26 | 49 | -- | 44 | 32 |
| 2000 | 36 | 53 | 67 | -- | # | # | 26 | 23 | 47 | 34 | 40 | 31 |
| 2001 | 39 | -- | 71 | 43 | -- | -- | 29 | 27 | 49 | 37 | -- | -- |
| 2002 | 42 | 53 | -- | 44 | 39 | 34 | 28 | 23 | 46 | 33 | 43 | 31 |

: pas de mesures
-- : moins de 50% de données sur base annuelle

Tableau IV.1.b : NO₂-Valeurs horaires : Concentration moyenne annuelle
 Période ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE
 [Concentration en µg/m³]

| MOY | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|------|-----------|------|-----------|-----------|
| 1997 | 47 | 51 | 70 | # | # | # | 37 | 36 | # | # | 47 | 41 |
| 1998 | 40 | 50 | 74 | # | # | # | 29 | 28 | 43 | # | 45 | 34 |
| 1999 | 43 | 50 | 75 | # | # | # | 28 | 30 | 49 | -- | 46 | 35 |
| 2000 | 38 | 53 | 69 | -- | # | # | 31 | 27 | 47 | 36 | 43 | 33 |
| 2001 | 41 | -- | 73 | 45 | -- | -- | 33 | 30 | 50 | 39 | -- | -- |
| 2002 | 43 | 54 | -- | 46 | 41 | 36 | 31 | 26 | 48 | 35 | 44 | 36 |

: pas de mesures
 -- : moins de 50% de données sur base annuelle

la valeur limite de la directive 85/580/CE est respectée partout. Aucun poste de mesure n'a un 98^{ème} centile des valeurs horaires supérieur à 200 µg/m³ (tableau IV.1.a).

La valeur limite de 40 µg/m³ comme *moyenne annuelle*, à respecter à partir du 1^{er} janvier 2010 (1999/30/CE), est encore dépassée en plusieurs endroits. Dans le tableau IV.1.b ces valeurs sont indiquées en **gras**. Avec une moyenne annuelle d'environ 30 µg/m³, le seuil est d'ores et déjà respecté aux points de mesure qui ne subissent pas une influence directe du trafic : Parlement Européen (B006), Berchem-Ste-Agathe (B011), Uccle (R012), le parc Meudon (MEU1) et Forest (E013).

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

Tolérances : Pour la première année d'application (2000) une marge de tolérance de 50% peut être appliquée. Cette marge diminue linéairement d'année en année et doit atteindre 0% au 1^{er} janvier 2010. La concentration moyenne annuelle en NO₂ ne peut donc pas dépasser 60 µg/m³ en 2000 (40 µg/m³ + 50%), 58 µg/m³ en 2001 et 56 µg/m³ en 2002. A l'exception du poste B003 (voir plus loin: **Remarque**) ces valeurs ne sont dépassées dans aucun poste.

Dans les années à venir, notamment en 2003, 2004 et 2005 la moyenne annuelle devra être inférieure à 54, 52 et 50 µg/m³. Le respect de ces valeurs posera probablement un problème pour le poste R002, situé à l'Avenue de la Couronne, une rue du type « canyon ».

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

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

4.1.1.3 Dépassements de la valeur limite NO₂

Le tableau IV.2.a donne le nombre de *périodes horaires* où la concentration est *supérieure à 200 µg/m³*. Suivant la directive 1999/30/CE, il n'y aura plus en 2010 que **18** dépassements autorisés contre 176 (P98) d'après la réglementation précédente (85/580/CE).

Pour les années calendrier 1997 à 2002 il n'y a eu dans aucun poste de mesure plus de 18 périodes horaires avec une concentration de NO₂ supérieure à 200 µg/m³. Ce critère de 200 µg/m³, figurant dans la nouvelle et l'ancienne directive, est bien respecté, même dans le poste Arts-Loi (B003).

Tableau IV.2.a : Nombre de valeurs horaires NO₂ supérieures à 200 µg/m³
Période ANNUELLE

| > 200 | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1997 | 1 | 0 | 7 | # | # | # | 0 | 0 | # | # | 0 | 0 |
| 1998 | 0 | 0 | 9 | # | # | # | 0 | 0 | 0 | # | 0 | 0 |
| 1999 | 0 | 0 | 3 | # | # | # | 0 | 0 | 0 | (0) | 0 | 0 |
| 2000 | 0 | 0 | 2 | (0) | # | # | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2001 | 2 | (0) | 8 | 4 | (0) | (0) | 0 | 0 | 0 | 0 | (0) | (0) |
| 2002 | 0 | 0 | (0) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

: pas de mesures
() : série incomplète de données

Le tableau 2.b donne le nombre de jours où il y eu des périodes horaires avec une concentration de NO₂ supérieure à 200 µg/m³.

Tableau IV.2.b : Nombre de jours de dépassement du seuil de 200 µg/m³
Période ANNUELLE

| > 200 | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 | RES |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 1997 | 1 | 0 | 3 | # | # | # | 0 | 0 | # | # | 0 | 0 | 4 |
| 1998 | 0 | 0 | 3 | # | # | # | 0 | 0 | 0 | # | 0 | 0 | 3 |
| 1999 | 0 | 0 | 2 | # | # | # | 0 | 0 | 0 | (0) | 0 | 0 | 2 |
| 2000 | 0 | 0 | 1 | (0) | # | # | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2001 | 1 | (0) | 2 | 1 | (0) | (0) | 0 | 0 | 0 | 0 | (0) | (0) | 2 |
| 2002 | 0 | 0 | (0) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |

: pas de mesures
() : série incomplète de données

4.1.1.4 Évolution à long terme des concentrations de NO₂

La *figure 4.1* reproduit l'évolution dans le temps de la pollution par le NO₂, au moyen de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées. Le graphique au-dessus donne les résultats du poste de mesure d'Ixelles-Avenue de la Couronne (41R002) et le graphique en dessous, celui pour le poste de mesure Arts-Loi (B003). Il s'agit de la période couvrant les années civiles 1987 à 2002.

Les graphiques reproduisent plusieurs centiles, à savoir P10, P20, P30, P70, P80, P90, P95 et P98, ainsi que la médiane P50 et la moyenne arithmétique [AM]. Les résultats sont calculés sur la base de valeurs moyennes horaires. Il n'y a pas de tendance manifeste à observer dans l'évolution des concentrations de NO₂ au fil des ans. Les résultats pour le NO₂ à Ixelles indiquent un status quo pendant une première période (1987-1991), suivi d'une baisse en 1993, puis d'un status quo à partir de 1995. La concentration moyenne annuelle semble assez stable au fil du temps.

Dans la *figure 4.2*, le graphique au-dessus reproduit l'évolution dans le temps (1981-2002) pour le poste de mesure 41R001. Dans le graphique en dessous, une comparaison est établie entre les niveaux des différents postes de mesure durant l'année civile 2002. Étant donné que le poste B003 était plusieurs mois hors service, les données de ce poste ne figurent pas dans ce graphique.

Des tableaux détaillés, avec les résultats calculés de la distribution de fréquences cumulées pour des périodes annuelles, des périodes estivales (avril – septembre) et hivernales (octobre – mars), figurent à l'annexe B. A cet égard, une distinction est faite notamment pour les *jours ouvrables*, les *jours non ouvrables*, les *samedis* et les *dimanches*.

La *figure 4.3* donne une image de la distribution spatiale des concentrations en NO₂. Les roses de pollution sont dessinées avec, en fond, la carte de la Région. La carte au-dessus donne la situation pour la période hivernale 'octobre 2001 - mars 2002' et la carte en dessous concerne la période estivale 'avril - septembre 2002'. En moyenne, les concentrations sont plus élevées dans le centre de la Région, mais les différences entre les postes entre eux sont moins marquées. On n'observe pas de différence manifeste au niveau de la situation moyenne entre la période estivale et la période hivernale.

La *figure 4.4* reproduit graphiquement l'évolution hebdomadaire moyenne pour les postes de mesure Haren (N043), Ste-Catherine (B004), Uccle (R012) et Berchem-Ste-Agathe (B011). Chaque graphique donne, par période horaire, la moyenne, la médiane (P50) et les centiles P10 et P90. Ces deux dernières valeurs délimitent approximativement la zone dans laquelle la concentration varie de jour en jour.

Les graphiques à gauche dans la figure réfèrent à la période hivernale 'octobre 2001 – mars 2002' et les graphiques de droite, à la période estivale 'avril – septembre 2002'. La situation moyenne ne présente pas de différence notable entre l'été et l'hiver.

La *figure 4.5* donne l'évolution journalière moyenne du NO₂ pour le poste de mesure B003 pendant la période hivernale 'octobre 2001 – mars 2002' et pendant la période estivale 'avril – septembre 2001'. A cet égard, une distinction est opérée entre les jours ouvrables, les samedis et les dimanches. En moyenne, la concentration en NO₂ est plus élevée les jours ouvrables que les jours non ouvrables.

A la plupart des postes de mesure, la concentration de NO₂ est en moyenne légèrement plus élevée en hiver qu'en été. Au poste de mesure B003, davantage soumis à la circulation, la concentration de NO₂ est parfois supérieure l'été. La proximité de la circulation fait qu'il y a beaucoup d'émissions de NO qui, en présence d'ozone, s'oxyde assez rapidement en NO₂. En période estivale, on observe ainsi localement des pics plus importants de NO₂ l'après-midi.

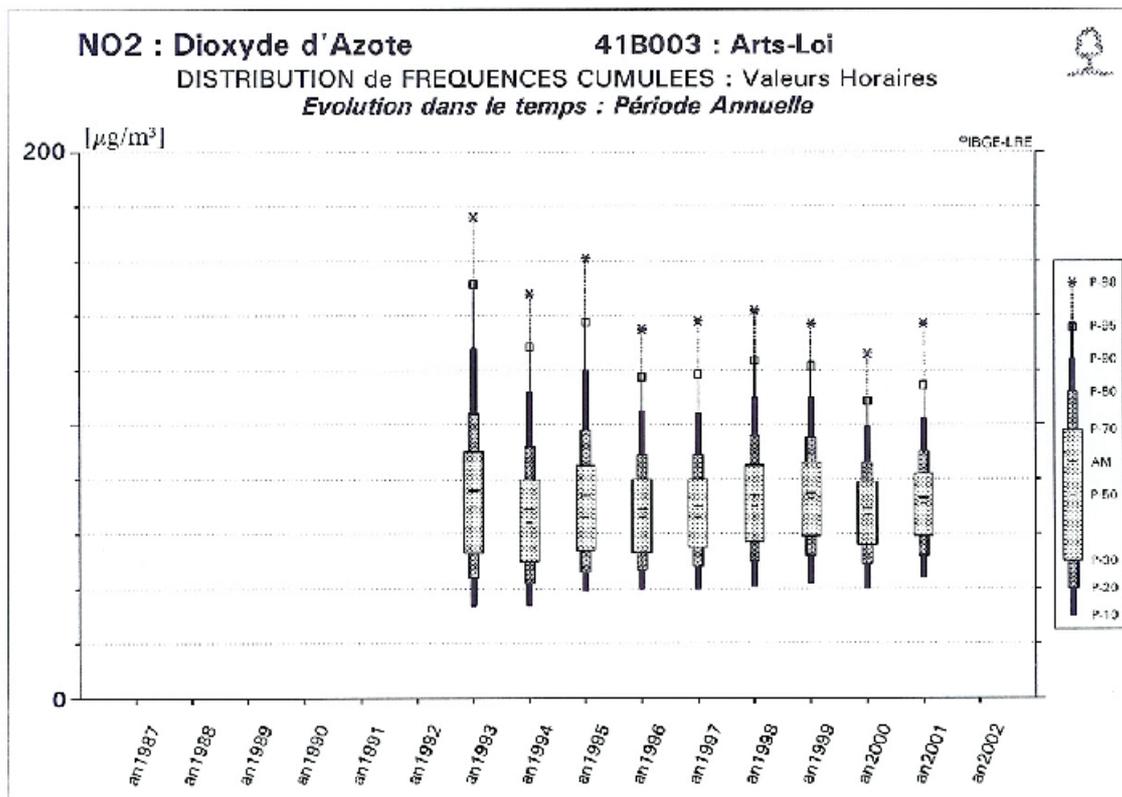
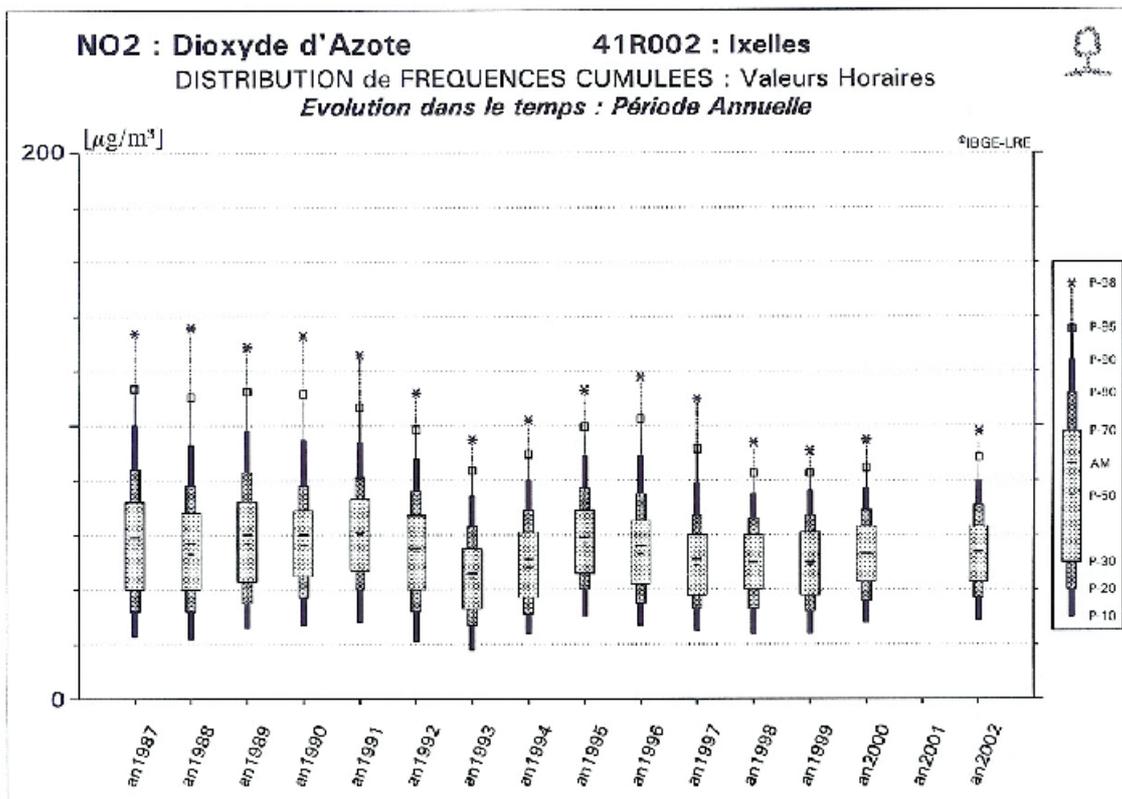


Fig. 4.1: Évolution des concentrations en NO₂ à Ixelles-Av. de la Couronne (R002) et Arts-Loi (B003)

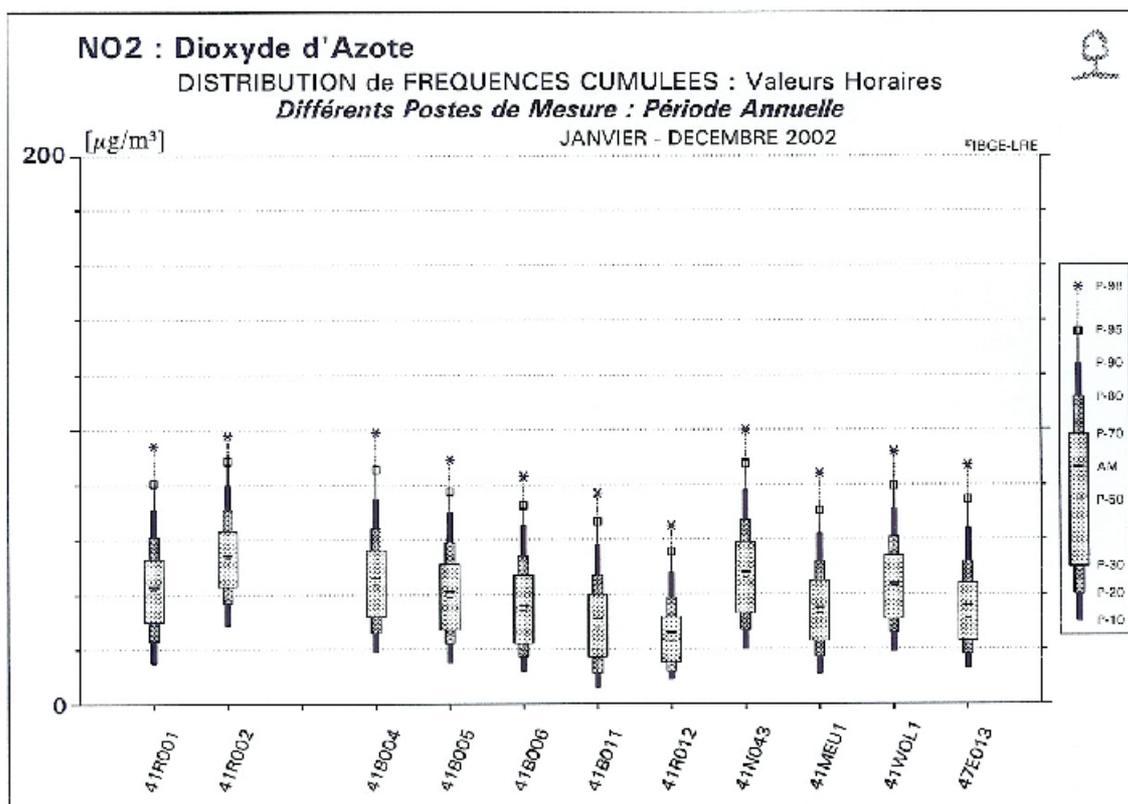
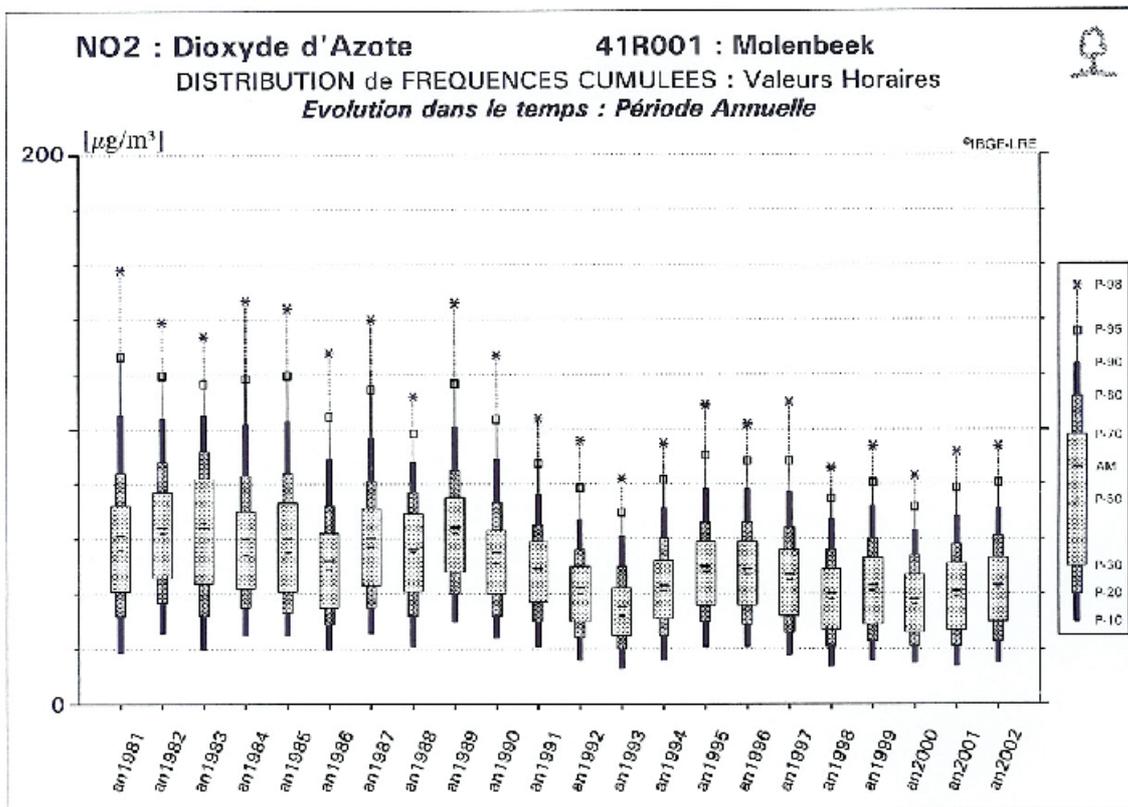


Fig. 4.2: Évolution des concentrations en NO₂ à Molenbeek (R001) pour la période 1981-2002
 Comparaison des concentrations en NO₂ aux différents postes de mesure (2002)

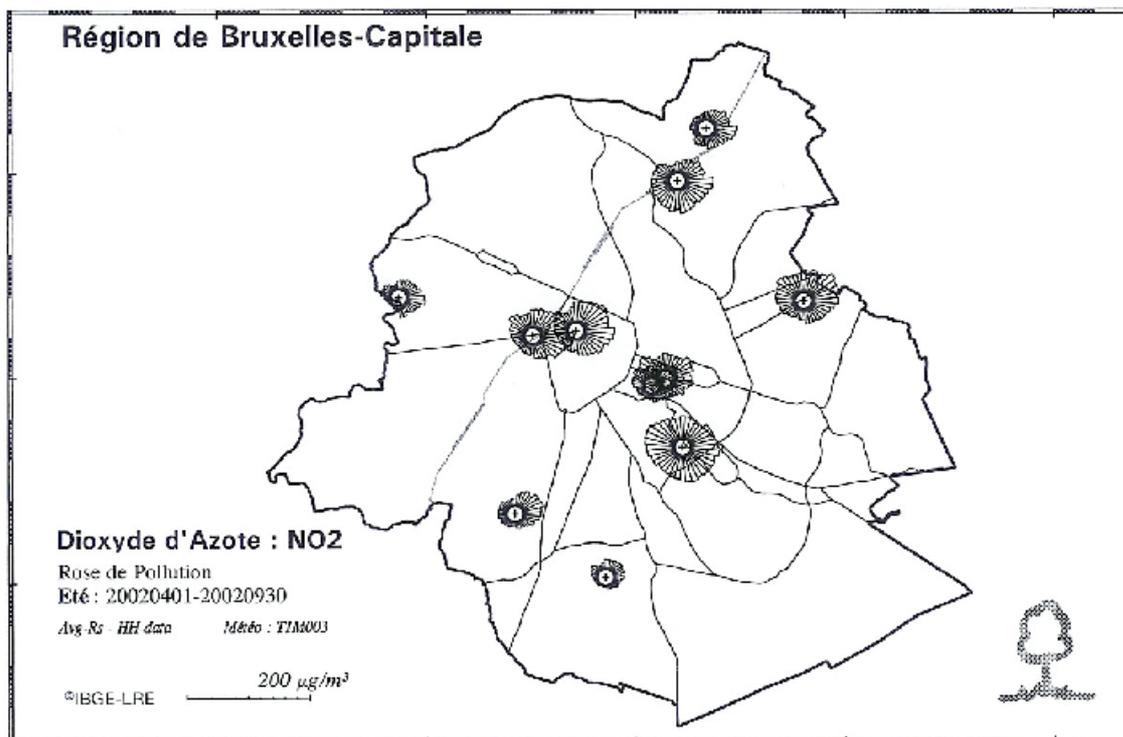
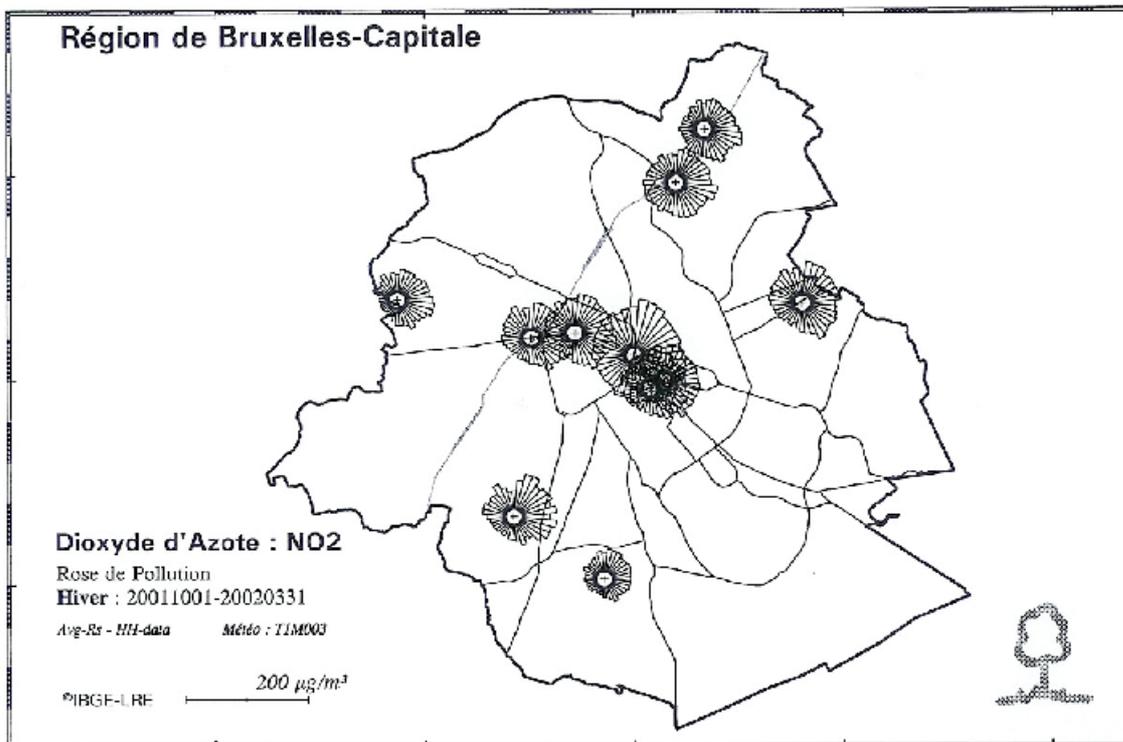


Fig. 4.3: NO₂ - Roses de pollution: distribution spatiale des concentrations en NO₂ pendant l'hiver et l'été

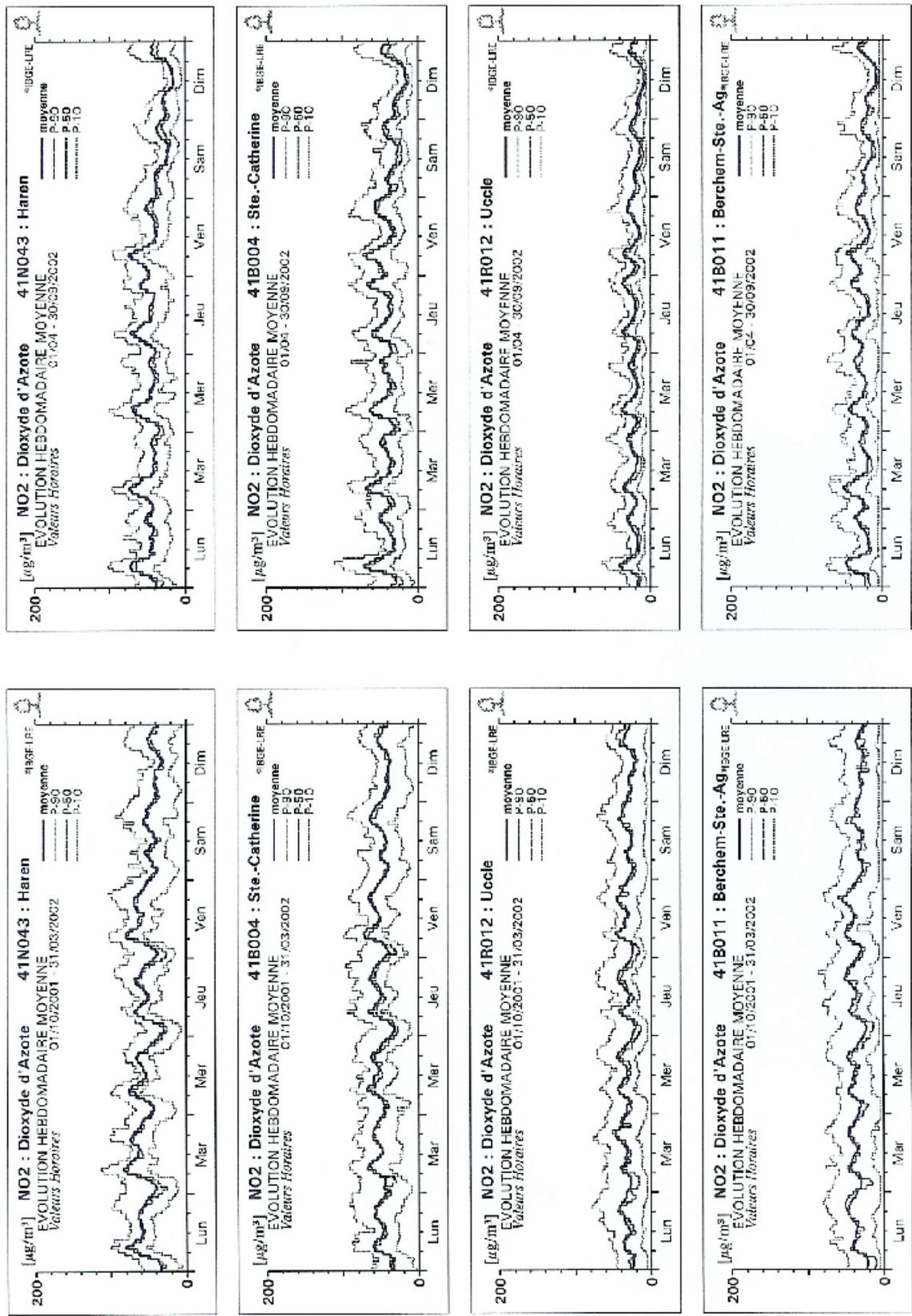
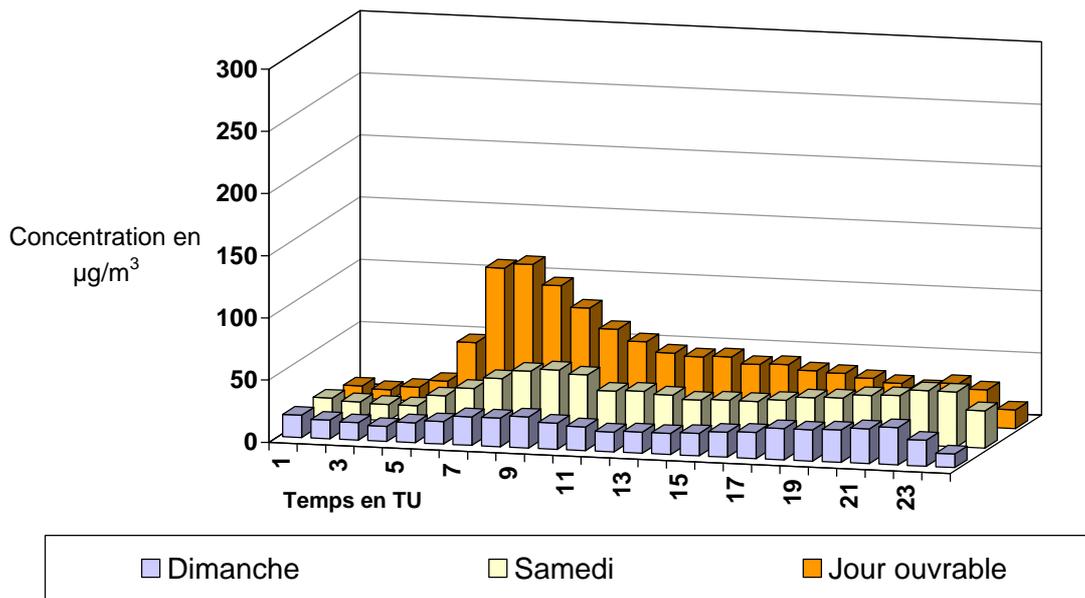


Fig. 4.4: NO₂ - Évolution hebdomadaire moyenne en hiver et en été

NO - Evolution journalière moyenne - Ixelles

Comparaison dimanche, samedi et jour ouvrable

Période estivale : avril - septembre 2002



NO_x - Evolution journalière moyenne

IXELLES - AVENUE DE LA COURONNE

Comparaison 1973 - 1989 - 1999 - 2002

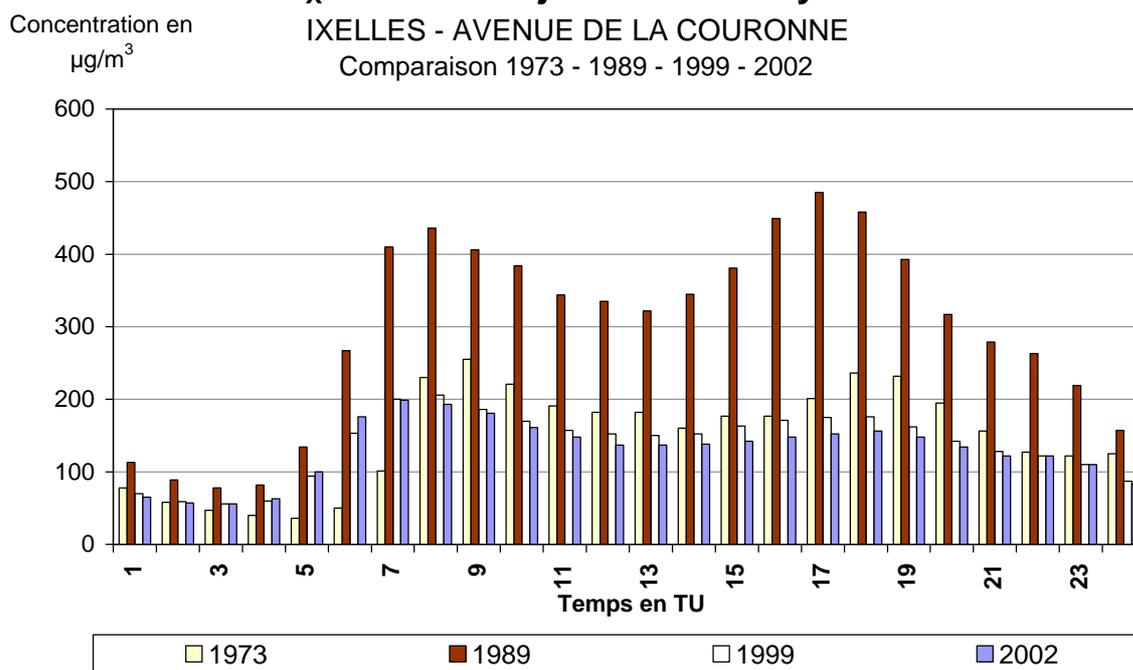


Fig. 4.5: NO₂ - Évolution journalière moyenne pendant l'hiver et l'été (dimanches, samedis et jours ouvrables) - Poste de mesure Arts-Loi (B003)

4.1.2 MONOXYDE D'AZOTE (NO)

4.1.2.1 Réglementation NO

Les concentrations en NO dans l'air ambiant sont plusieurs fois inférieures au niveau de concentration toxique. Il n'y a donc aucune valeur normative imposée pour les concentrations de NO dans l'air ambiant. Ce polluant mérite toutefois que l'on s'y attarde dans l'étude de la pollution de l'air. C'est un polluant important dans les émissions des processus de combustion et c'est l'un des polluants caractéristiques du trafic routier. Ne fut-ce qu'en raison de la part de ce secteur dans l'ensemble des émissions, il est conseillé d'accorder l'attention nécessaire à l'évolution de la pollution par le NO.

Une autre raison pour laquelle il convient d'étudier la pollution par le NO est la transformation spontanée du NO en NO₂. Pour ce dernier, il existe des normes, mais le plus important, c'est peut-être son rôle de *précurseur* dans la pollution photochimique (formation d'ozone). Par ailleurs, la présence d'un excédent de NO donne lieu à une destruction de l'ozone, avec formation de NO₂.

4.1.2.2 Valeurs de NO mesurées

Le *tableau IV.4* établit une comparaison des concentrations de NO aux différents postes de mesure de la Région de Bruxelles-Capitale, au moyen de paramètres statistiques (P98, P50 et la moyenne annuelle).

Tableau IV.4.a: Valeurs horaires NO : P98 – P50

PÉRIODE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE

[Concentration en µg/m³]

| P98 | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1997 | 224 | 285 | 405 | # | # | # | 120 | 92 | # | # | 165 | 139 |
| 1998 | 164 | 269 | 347 | # | # | # | 105 | 79 | 258 | # | 147 | 91 |
| 1999 | 154 | 215 | 326 | # | # | # | 99 | 71 | 249 | -- | 132 | 83 |
| 2000 | 136 | 210 | 284 | -- | # | # | 86 | 59 | 216 | 110 | 120 | 74 |
| 2001 | 217 | -- | 349 | 211 | -- | -- | 150 | 111 | 302 | 193 | -- | -- |
| 2002 | 150 | 200 | -- | 133 | 102 | 81 | 85 | 57 | 218 | 124 | 124 | 85 |
| P50 | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
| 1997 | 16 | 53 | 113 | # | # | # | 5 | 9 | # | # | 12 | 6 |
| 1998 | 13 | 51 | 99 | # | # | # | 5 | 7 | 22 | # | 10 | 2 |
| 1999 | 13 | 43 | 98 | # | # | # | 4 | 3 | 15 | -- | 9 | 3 |
| 2000 | 12 | 47 | 89 | -- | # | # | 4 | 3 | 25 | 4 | 9 | 5 |
| 2001 | 14 | -- | 90 | 9 | -- | -- | 3 | 4 | 21 | 4 | -- | -- |
| 2002 | 11 | 34 | -- | 7 | 6 | 3 | 3 | 3 | 15 | 4 | 10 | 3 |

: pas de mesures

-- : moins de 50% de données sur base annuelle

Tableau IV.4.b: Valeurs horaires NO : Moyenne Annuelle

PÉRIODE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE

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

| MOY | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1997 | 38 | 74 | 135 | # | | | 17 | 16 | # | # | 28 | 20 |
| 1998 | 28 | 69 | 120 | # | | | 14 | 13 | 46 | # | 24 | 12 |
| 1999 | 28 | 58 | 115 | # | | | 13 | 9 | 41 | -- | 22 | 11 |
| 2000 | 24 | 61 | 102 | -- | | | 11 | 8 | 45 | 14 | 20 | 13 |
| 2001 | 32 | -- | 111 | 28 | -- | -- | 16 | 13 | 47 | 22 | -- | -- |
| 2002 | 26 | 50 | -- | 21 | 17 | 12 | 12 | 8 | 37 | 17 | 22 | 12 |

: pas de mesures

-- : moins de 50% de données sur base annuelle

Les valeurs les plus élevées pour le NO sont atteintes aux deux postes les plus soumis à l'influence de la circulation, à savoir Arts-Loi (B003) et Ixelles-Avenue de la Couronne (R002), suivis de Haren (N043), Molenbeek (R001), Ste-Catherine (B004) et Woluwé-St-Lambert (WOL1). Ces lieux de mesure sont situés dans un environnement de circulation intense, mais assez ouvert. Les lieux de mesure à Berchem-Ste-Agathe (B011), Uccle (R012), au parc Meudon (MEU1) et Forest (E013) sont mieux protégés de la circulation.

Des tableaux plus détaillés, avec les résultats de la distribution de fréquences cumulées, figurent en *annexe B*. Des tableaux sont établis, par année civile, avec les résultats des différentes sélections 'tous les jours', 'jours ouvrables', 'jours non ouvrables', 'samedi' et 'dimanche'. D'autres tableaux font la distinction entre 'période hivernale' et 'période estivale'. Les concentrations en NO sont systématiquement plus élevées les jours ouvrables que les jours non ouvrables, le samedi que le dimanche et en période hivernale qu'en période estivale.

4.1.2.3 Évolution à long terme des concentrations de NO

La *figure 4.6* donne l'*évolution dans le temps de la pollution par le NO* au moyen de la présentation graphique de la distribution de fréquences cumulées. Le graphique au-dessus reproduit les statistiques annuelles pour le poste de mesure à Ixelles-Avenue de la Couronne (R002) et le graphique en dessous, celles pour le poste de mesure Arts-Loi (B003). La période couvre les *années civiles* 1987 à 2002.

Les résultats à Ixelles-Avenue de la Couronne montrent une baisse progressive de tous les niveaux à partir de 1990/91. Les résultats en 2000 sont pratiquement à la moitié des résultats de 1991, tant pour les centiles supérieurs que pour la concentration annuelle moyenne. Une baisse analogue des niveaux est enregistrée au poste Arts-Loi. Pour ce poste de mesure, des résultats sont disponibles depuis 1993.

La baisse des concentrations de NO à ces deux postes de mesure est probablement due à l'introduction du pot catalytique à trois voies. Depuis 1989, les voitures à essence d'une cylindrée de plus 2000 cc. doivent obligatoirement être équipées d'un pot catalytique et depuis 1993, cette obligation s'applique à toutes les voitures neuves avec moteur à essence. A ces deux postes de mesure, on constate une baisse toute aussi importante de la concentration en CO (voir point 4.5) et, avec quelques années de retard, de la teneur en benzène dans l'air (point 4.3).

Les données les plus récentes, année 2001 pour Arts-Loi (B003) et année 2002 pour l'Avenue de la Couronne (R002), montrent qu'il y a bien une fin à la nette tendance à la baisse. Ceci tient probablement au fait qu'en attendant la majeure partie du parc automobile équipé de moteur à essence est pourvue de pots catalytiques à trois voies.

La baisse de la concentration en NO est spectaculaire aux postes qui sont soumis aux émissions de NO directement dues à la circulation. A d'autres postes, situés dans un environnement plus ouvert ou en périphérie, la baisse est moins marquée. Le lien entre la concentration en NO et les émissions de NO y est moins manifeste étant donné qu'une partie du NO est déjà transformée en NO₂. La *figure 4.7* donne l'évolution des statistiques annuelles pour les postes à Molenbeek (R001) et Uccle (R012). Il s'agit des résultats de 1981 à 2002. Dès 1991, on constate une baisse progressive des centiles supérieurs (P98 et P95). Les résultats des années 2001 et 2002 indiquent que cette diminution est également terminée.

La *figure 4.8* donne un *aperçu de la distribution spatiale* de la concentration en NO. Les roses de pollution pour le NO sont dessinées avec, en fond, une carte de la Région. La carte au-dessus donne la situation durant la période hivernale 'octobre 2001 – mars 2002' et la carte en dessous renvoie à la période estivale 'avril - septembre 2002'. Dans les deux cas, il y a une différence notable dans la pollution moyenne aux différents points de mesure. La distribution dans l'espace est plus hétérogène que dans le cas du NO₂. La pollution la plus importante est observée dans le centre de la Région et aux endroits de grande circulation.

En période estivale, la concentration en NO aux postes périphériques est sensiblement plus faible qu'en période hivernale. Aux postes de mesure moins soumis à l'influence directe des émissions dues à la circulation, il y a un excédent d'ozone en été. Le NO présent y est presque intégralement transformé en NO₂.

La *figure 4.9* reproduit graphiquement l'*évolution hebdomadaire moyenne* pour les postes de mesure de Haren (N043), Molenbeek (R001) et Ste-Catherine (B004). La moyenne, la médiane (P 50) 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 fluctuer de jour en jour.

Les graphiques à gauche dans la figure renvoient à la période hivernale 'octobre 2001 – mars 2002' et les graphiques de droite, à la période estivale 'avril – septembre 2002'. Le schéma hebdomadaire suit les mouvements de la circulation. Les concentrations sont manifestement plus élevées les jours ouvrables que le samedi ou le dimanche.

En période estivale, le pic de l'après-midi s'atténue à tous les postes de mesure. La présence accrue d'ozone durant les après-midi d'été suscite un effet de titrage, le NO étant oxydé en NO₂ sous l'effet de l'ozone. On voit également sur les graphiques que la distribution des résultats est beaucoup plus large que pour le NO₂, tant entre les postes qu'entre les valeurs supérieures (P90) et inférieures (P10) d'un même poste.

Les figures 4.10 et 4.11 donnent la représentation graphique de l'évolution journalière moyenne du NO, respectivement pour les postes Arts-Loi (B003) et Ixelles-Avenue de la Couronne (R002). Le graphique au-dessus renvoie chaque fois à la période hivernale 'octobre 2001 – mars 2002' et le graphique en dessous, à la période estivale 'avril – septembre 2002'. Une distinction est opérée entre les *jours ouvrables*, les *samedis* et les *dimanches*.

Aux postes de mesure axés sur la circulation, les concentrations de NO sont en moyenne plus élevées les jours ouvrables, et plus élevées le samedi que le dimanche. Entre un jour ouvrable, un samedi et un dimanche, il se produit en outre un glissement dans le temps au niveau du profil journalier. Le pic du matin le samedi se produit plus tard dans la journée et est moins marqué. Durant les heures de la nuit du samedi au dimanche, on assiste à une légère augmentation de la concentration de NO. Le dimanche, il n'y a pas de pic du matin et le pic du soir est beaucoup plus étalé de l'après-midi au début de nuit. Les concentrations durant les heures de la nuit du dimanche au lundi sont plus faibles que pour les autres nuits.

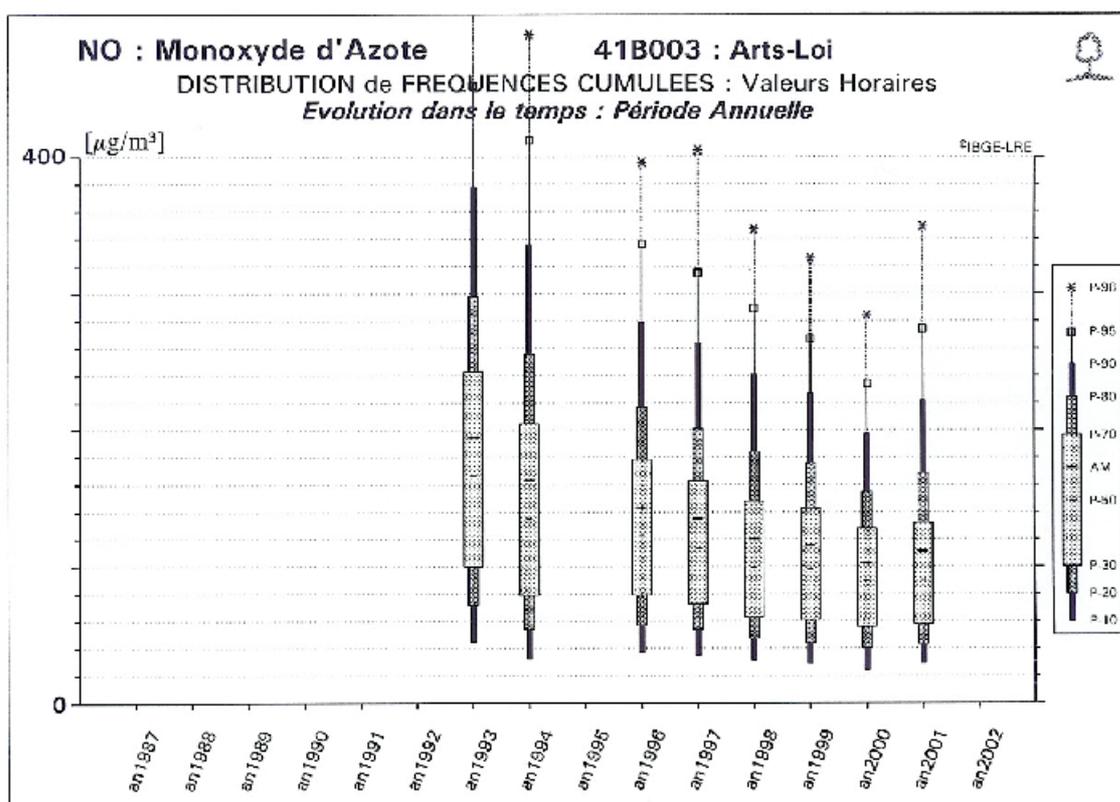
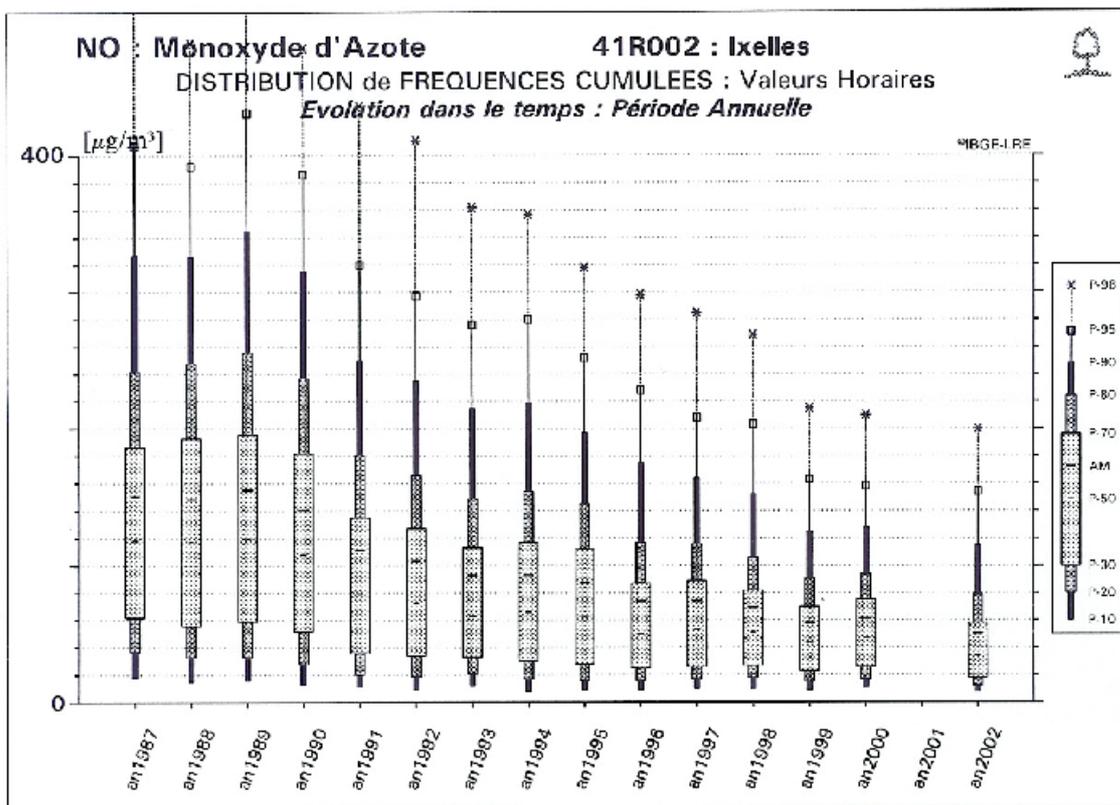


Fig. 4.6: Évolution de la concentration en NO à Ixelles (R002) et Arts-Loi (B003)

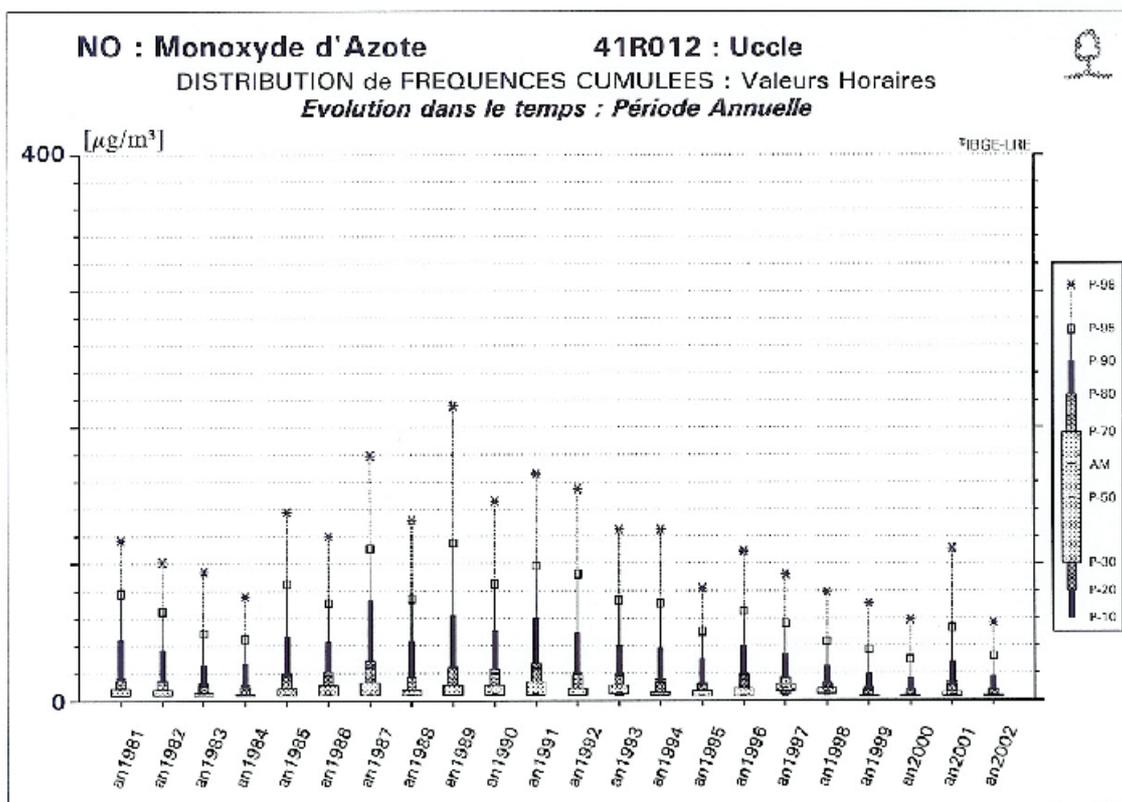
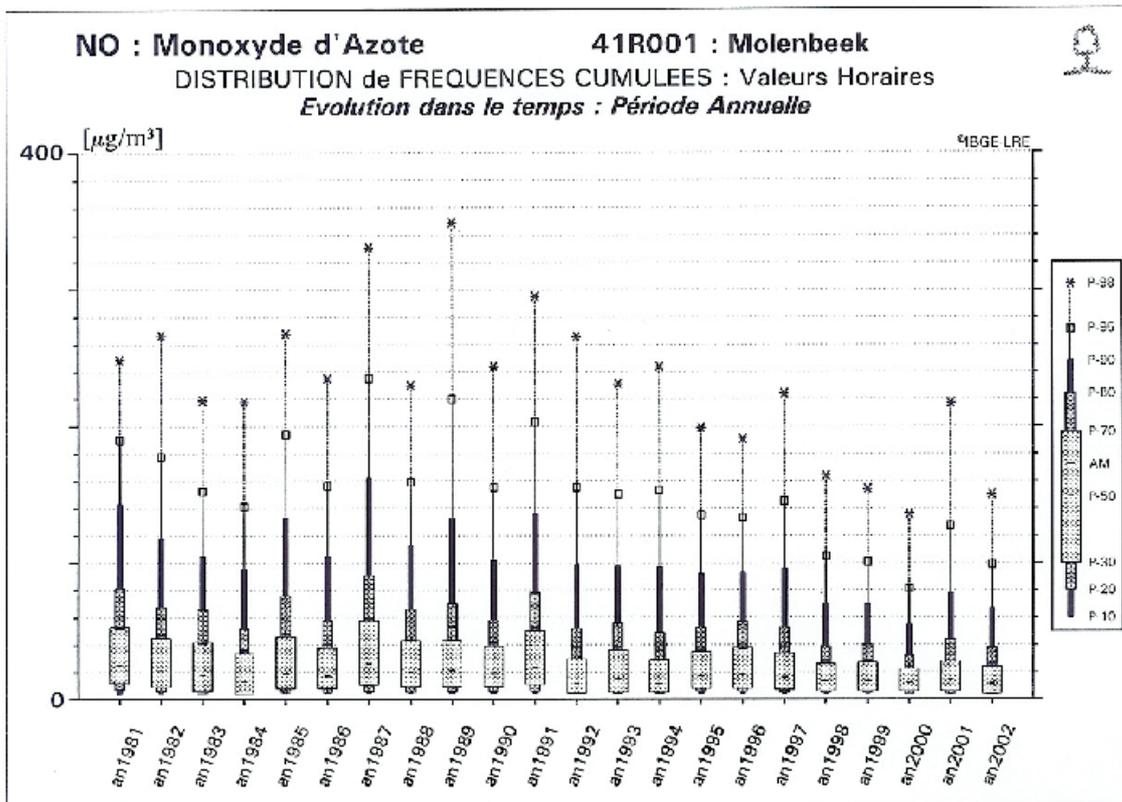


Fig. 4.7: Évolution de la concentration en NO à Molenbeek (R001) et Uccle (R012)

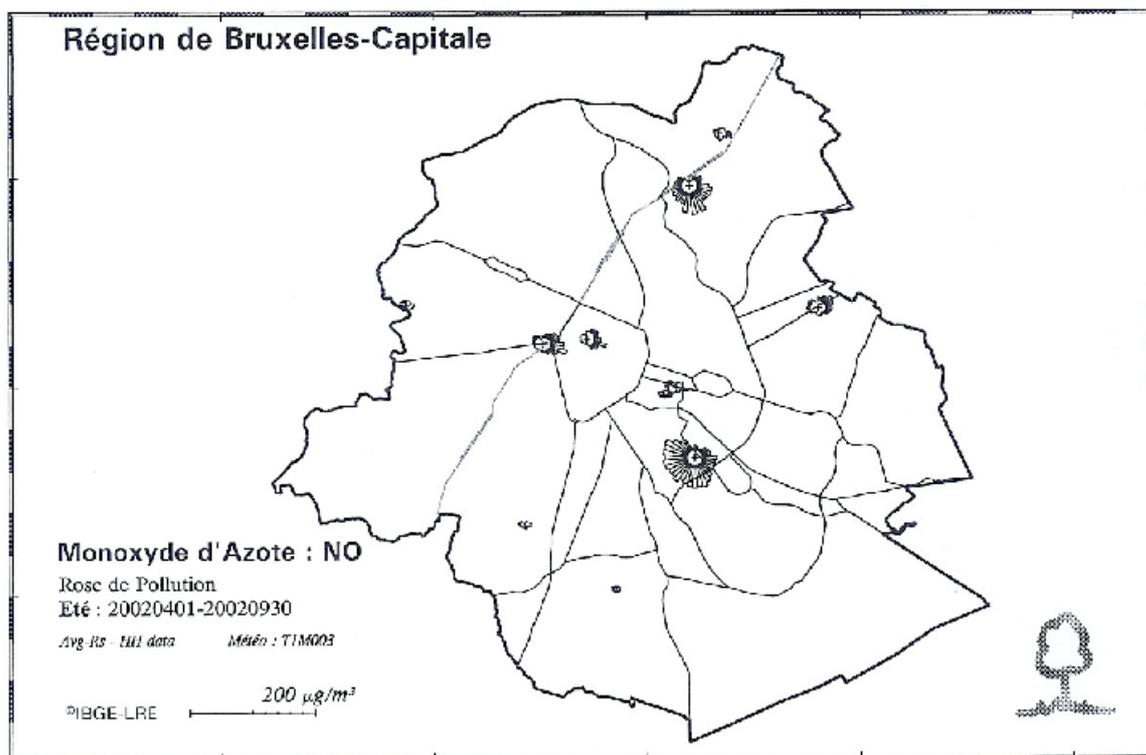
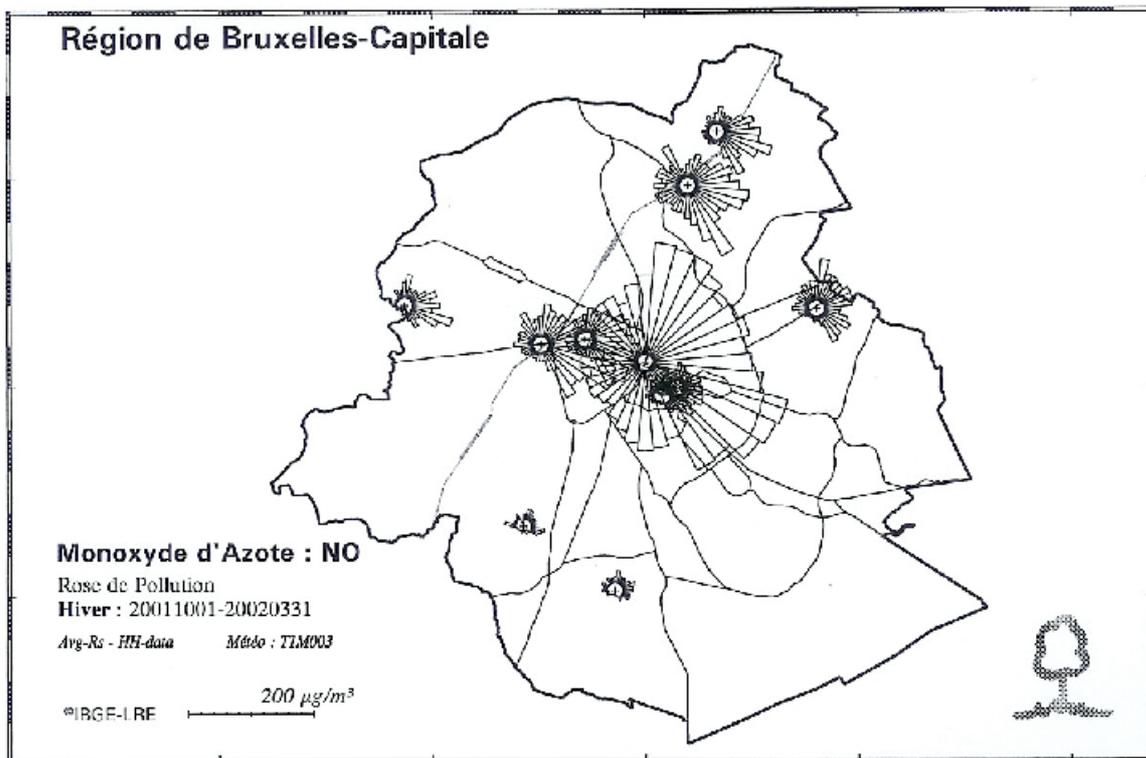


Fig. 4. 8: Roses de pollution NO: distribution spatiale de la concentration pendant l'hiver et l'été

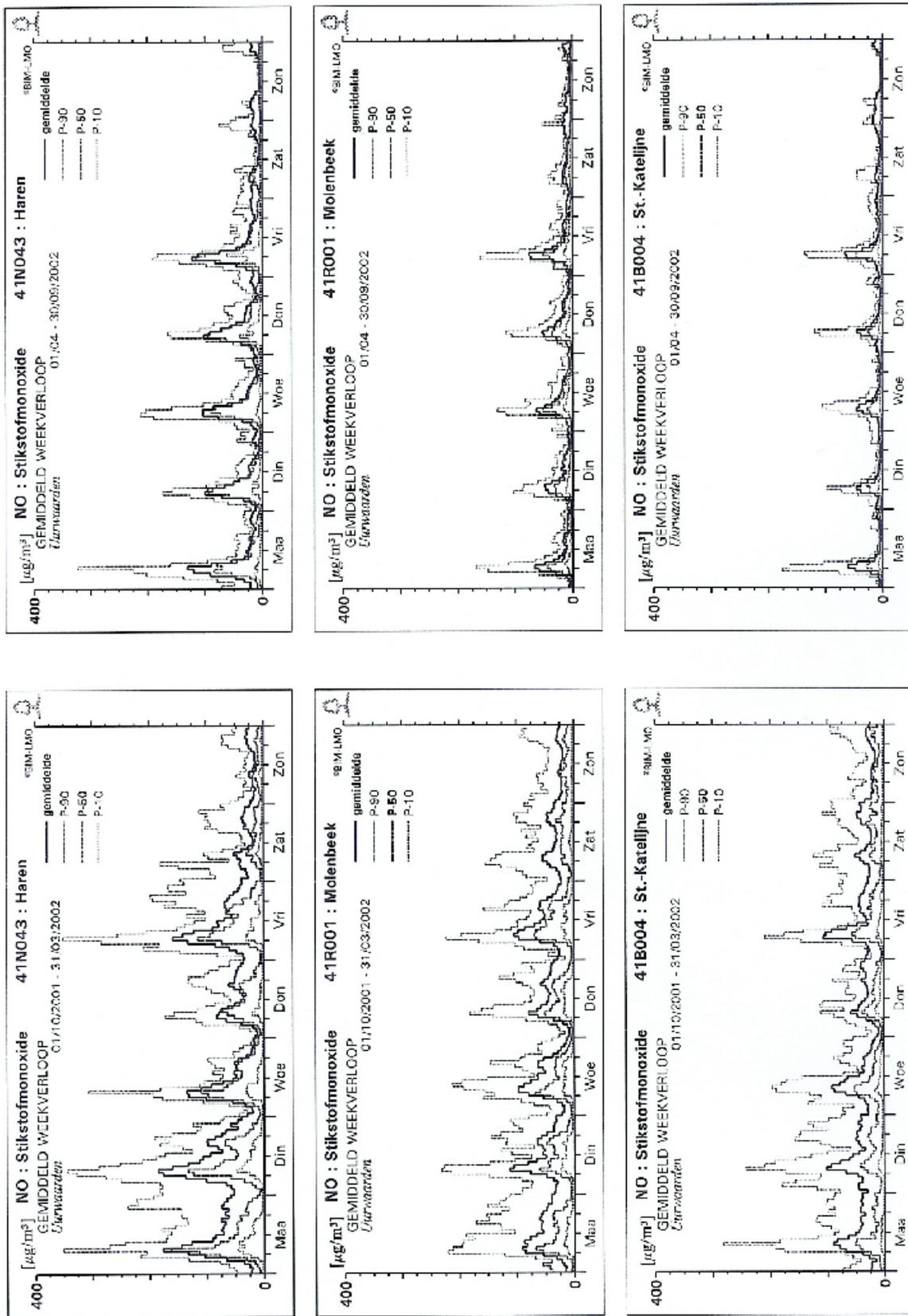
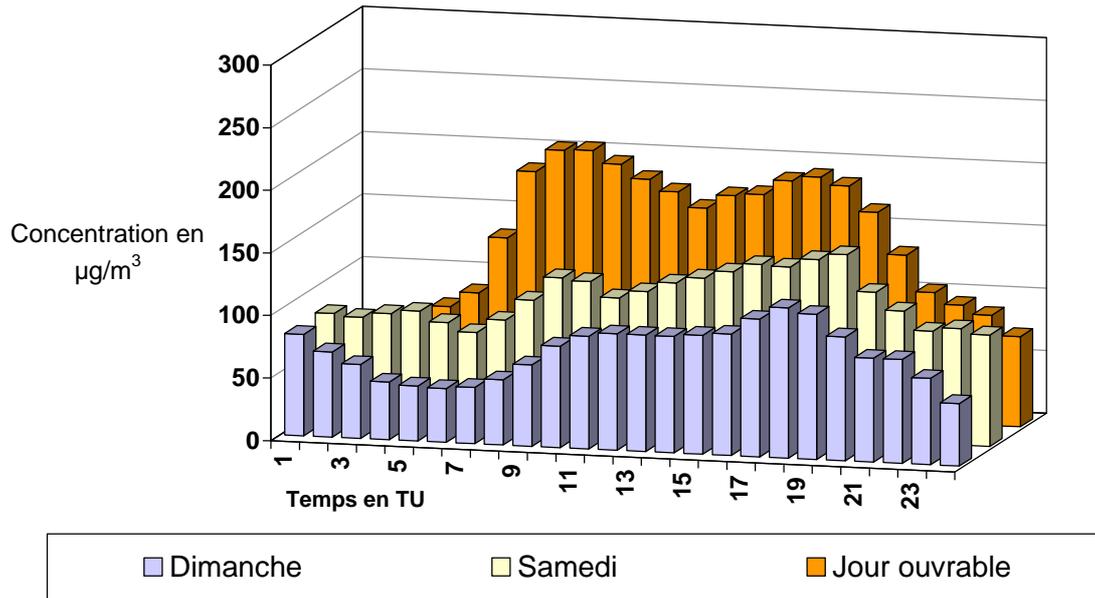


Fig. 4.9: NO : Évolution hebdomadaire moyenne de la concentration en hiver et en été

NO - Evolution journalière moyenne - Arts-Loi

Comparaison dimanche, samedi et jour ouvrable

Période hivernale : octobre 2001 - mars 2002



NO - Evolution journalière moyenne - Arts-Loi

Comparaison dimanche, samedi et vendredi

Période estivale : avril - septembre 2001

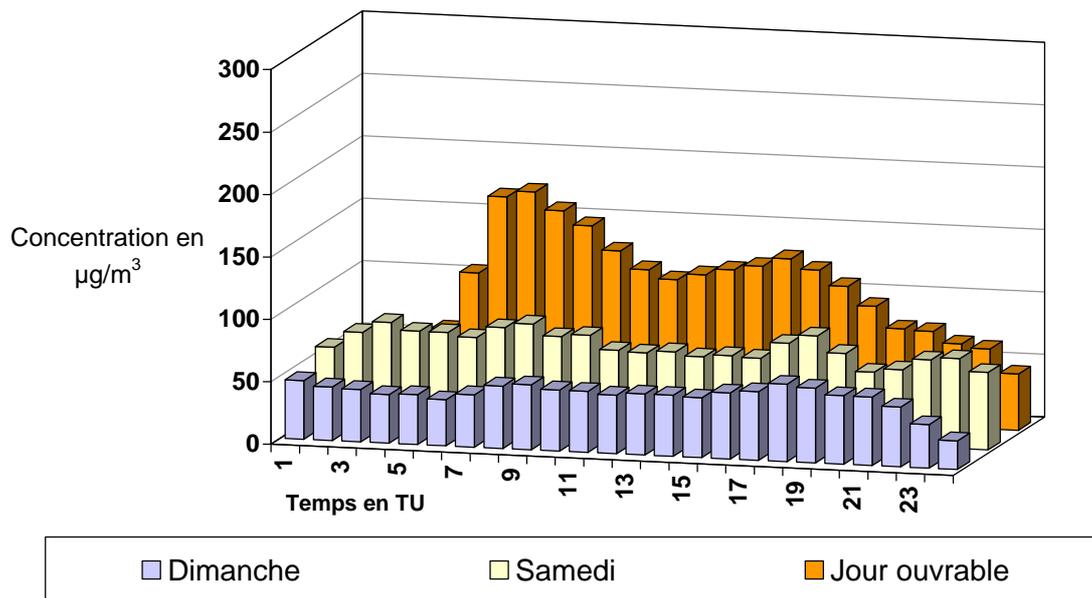
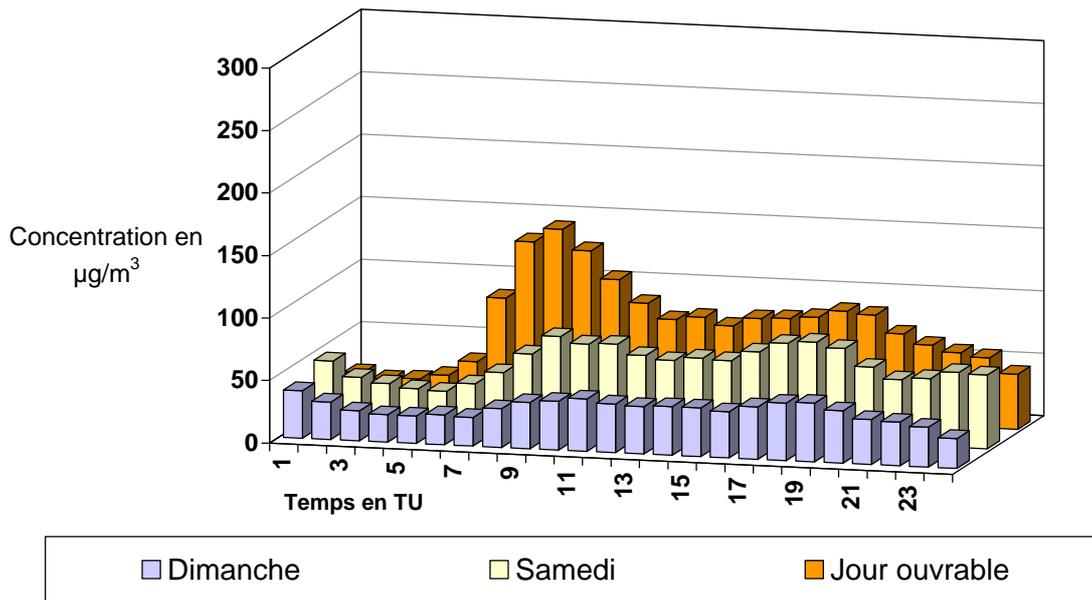


Fig. 4.10: NO: Évolution journalière moyenne pendant l'hiver et l'été (dimanches, samedis et jours ouvrables) - Poste de mesure Arts-Loi (B003)

NO - Evolution journalière moyenne - Ixelles

Comparaison dimanche, samedi et jour ouvrable

Période hivernale : octobre 2002 - mars 2003



NO - Evolution journalière moyenne - Ixelles

Comparaison dimanche, samedi et jour ouvrable

Période estivale : avril - septembre 2002

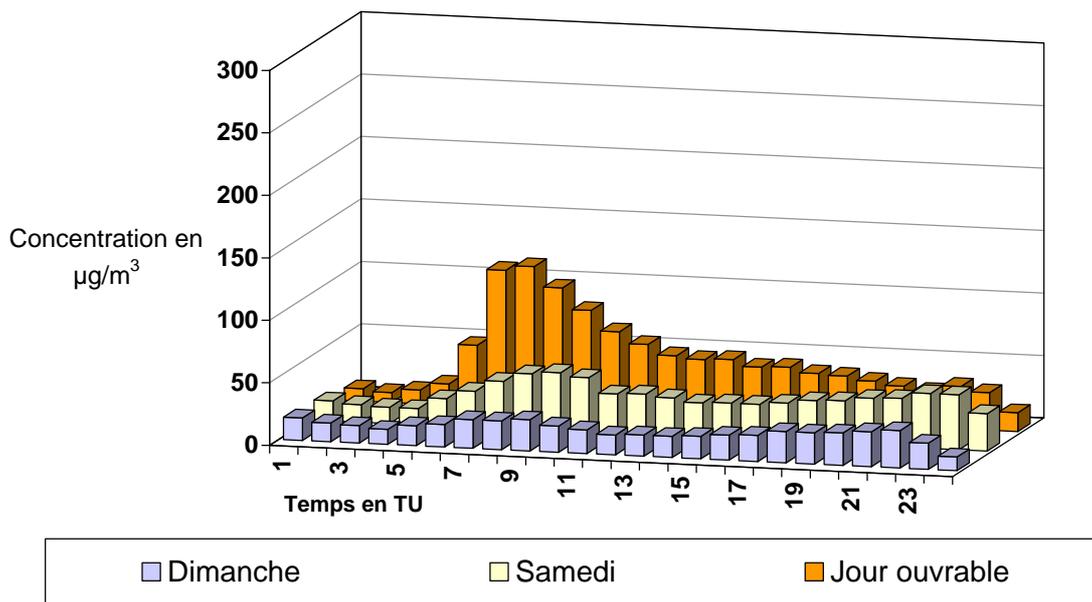


Fig. 4.11: NO: Évolution journalière moyenne pendant l'hiver et l'été (dimanches, samedis et jours ouvrables) - Poste de mesure Ixelles - Avenue de la Couronne (R002)

4.1.3 OXYDES D'AZOTE (NO_x)

La concentration de NO_x est la somme des concentrations de NO et de NO₂, exprimées en concentration de masse équivalente NO₂ : $[NO_x] = 1.53 [NO] + [NO_2]$; en µg/m³.

Les premières mesures systématiques de NO_x en Belgique ont été réalisées en 1973 par la division "Air" de l'IHE (Institut d'Hygiène et d'Épidémiologie), Avenue de la Couronne à Bruxelles. Les résultats des mesures n'ont pas été conservés en détail. En raison des dimanches sans voiture de l'époque (crise pétrolière), le profil journalier moyen pour le NO_x, calculé pour toute l'année civile 1973 et pour les dimanches sans voiture, a été conservé.

La *figure 4.12* compare le profil journalier moyen de 1973 pour le NO_x au profil journalier du NO_x, calculé pour les années civiles 1989, 1999 et 2002. Les mesures de 1973 ont été effectuées approximativement au même endroit que celui où se situe l'actuel point de mesure dans l'Avenue de la Couronne à Ixelles. Ce point de mesure est typique d'une rue à grande circulation, avec un bâti continu des deux côtés de la route (*canyon-street*).

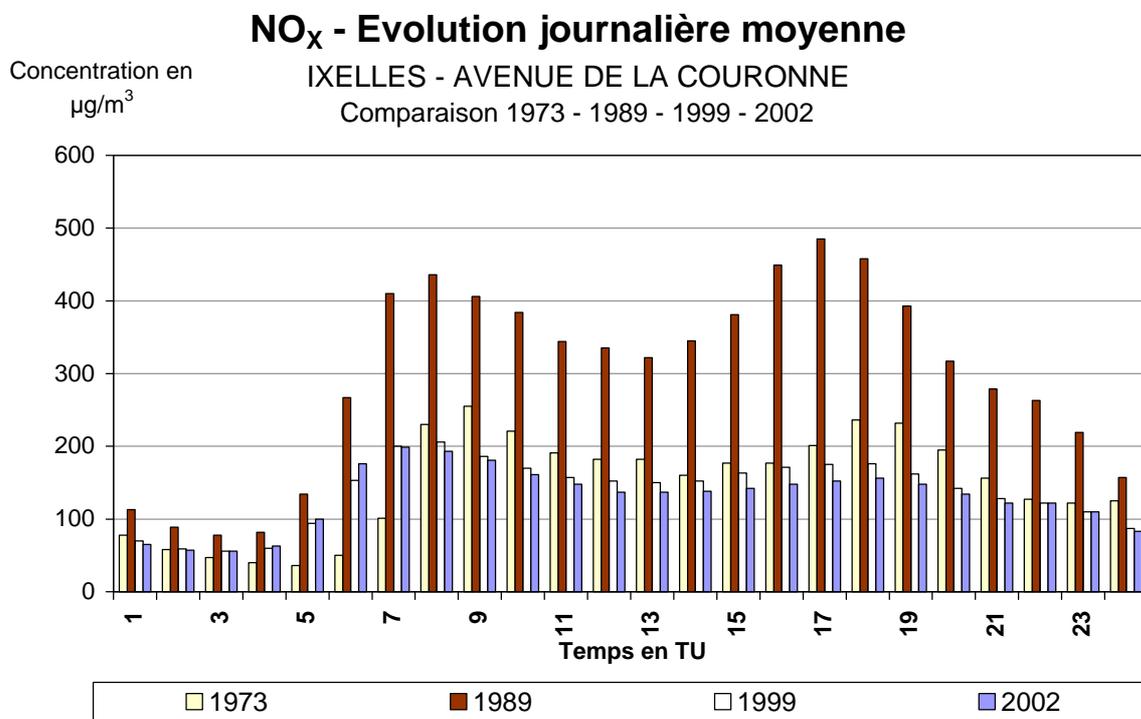


Fig.4.12: Évolution journalière moyenne en NO_x en 1973, 1989 et 2002

Il n'y a pas eu de mesures systématiques du NO_x entre 1973 et 1986. Toutefois, durant cette période, les concentrations de NO_x ont sensiblement augmenté en raison de la croissance de la circulation. Les concentrations de NO_x ont atteint un maximum en 1989, pour ensuite baisser à nouveau. Ces fluctuations peuvent être déduites de l'évolution dans le temps de la concentration de NO (Fig. 4.6) et de NO_x (Fig. 4.13). Dès 1989, le pot catalytique à trois voies était obligatoire sur les voitures neuves avec un moteur à essence de plus de 2000 cc et à partir de 1993, sur toute voiture neuve à essence.

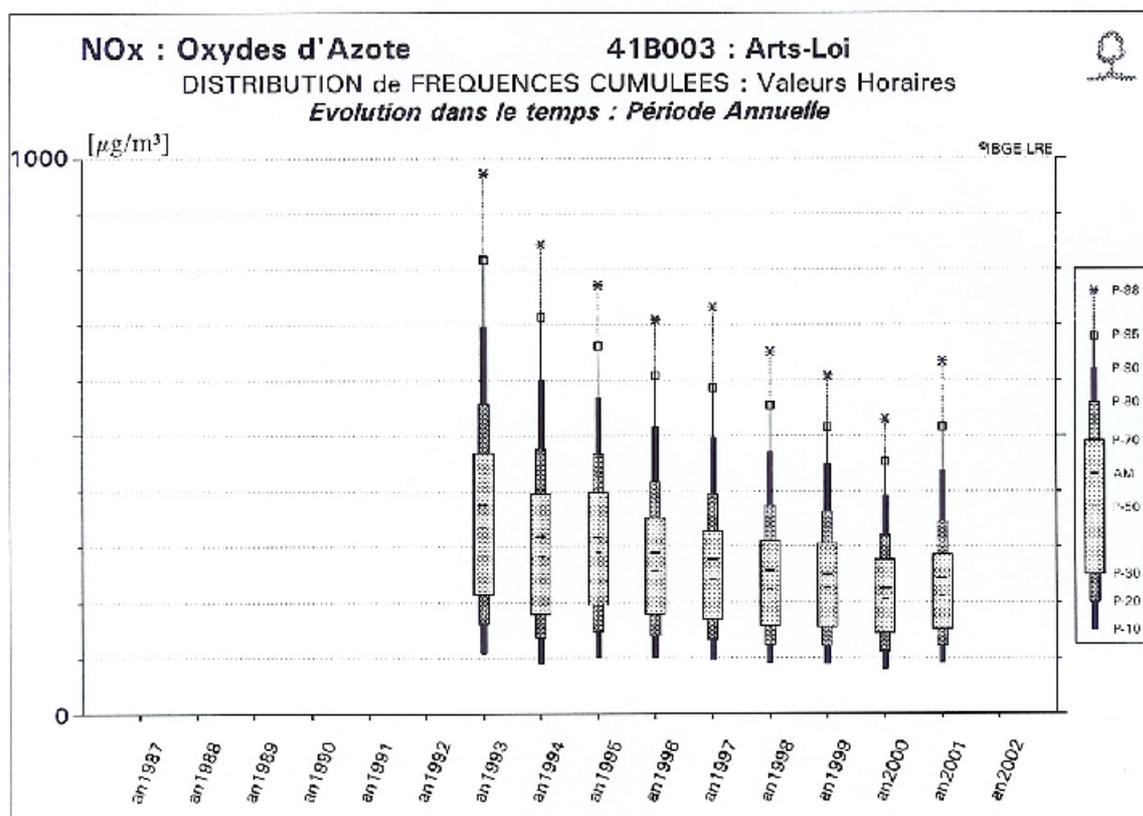
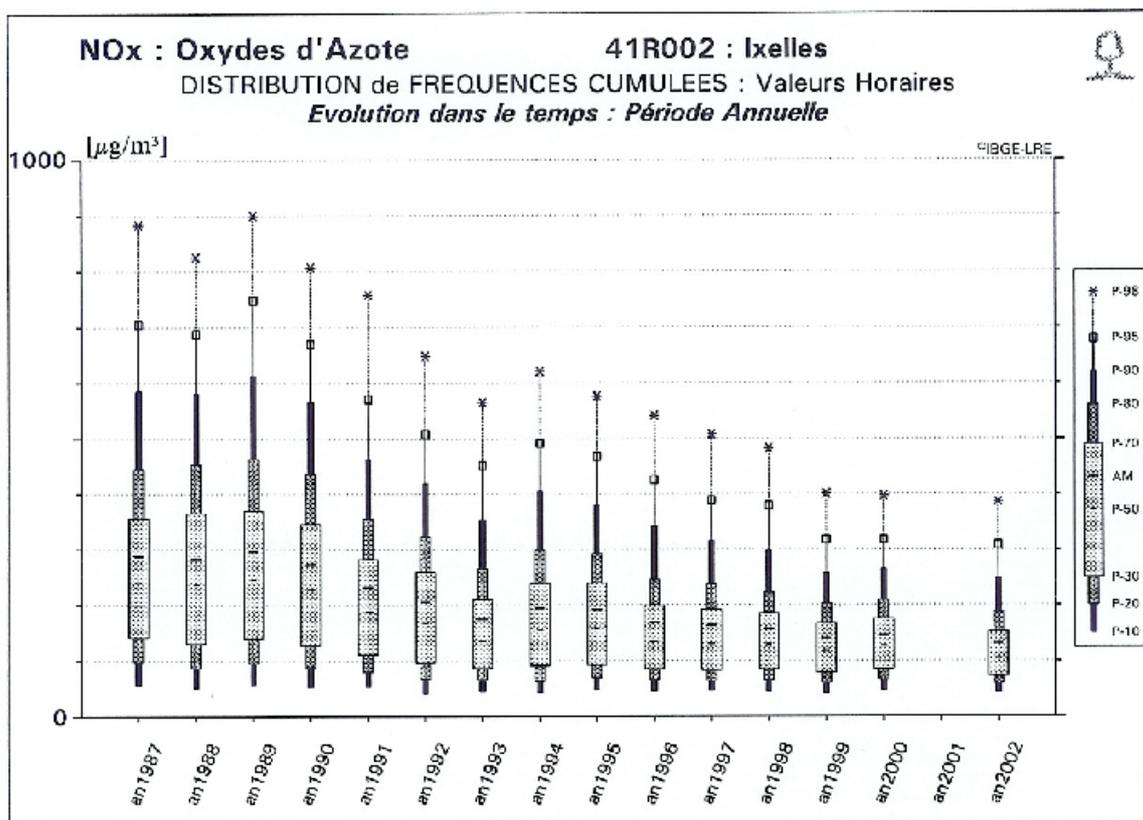


Fig. 4.13: Évolution des concentrations en NO_x à Ixelles (R002) et Arts-Loi (B003)

4.1.4 Rendement et fiabilité des données en NO_x

A l'annexe VIII de la directive 1999/30/CE sont formulés des objectifs concernant la qualité des données de mesure et la collecte des résultats pour évaluer la qualité de l'air. Pour des mesures continues, une précision de 15% est requise, et un enregistrement minimal de données de 90%.

La qualité des résultats de mesure est déterminée notamment par la précision du standard primaire (référence) et du standard de transfert (environ 2%), la reproductibilité du test interne de chaque poste de mesure (environ 1%) et l'écart autorisé pour les tests de contrôle réguliers (actuellement 6% pour le NO et 7% pour le NO₂).

La fiabilité du système de référence (banc d'étalonnage CELINE) est régulièrement contrôlée par la participation à des tests comparatifs internationaux, dans le cadre des programmes de qualité organisés par la CE ou l'OMS. Après concertation au sein de la cellule de coopération interrégionale, l'IBGE et la Région wallonne ont participé en 1998 à des tests de l'OMS (Offenbach) sur le NO_x, SO₂, CO et BTX ; en 1999 le VMM a participé au test de la CE (Essen) sur le NO_x, O₃, CO et SO₂. A l'instar des éditions précédentes en 1994 (OMS à Essen) et 1995 (CE à Ispra), des résultats particulièrement bons ont été atteints.

La majeure partie des mesures ont une précision nettement supérieure au taux d'insécurité imposé, qui est de 15%. Grâce aux améliorations techniques apportées ces dernières années, l'ensemble du système de mesure est devenu plus stable dans le temps et la saisie de données est actuellement d'environ 90% (voir tableau IV.5) aux différents postes de mesure. Les principales améliorations techniques ont consisté en l'installation de sécheurs à membrane (du type « *permapure* ») dans le circuit de l'air "zéro et span", la mise en service de contrôleurs de débits massiques pour régler la dilution des concentrations étalon et une adaptation des chambres de détection des appareils pour le NO_x, qui limite la dérive du signal de mesure.

Tableau IV.5: Valeurs horaires en NO_x: saisie de données (en%)

PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DECEMBRE

| | R001 | R002 | B003 | B004 | B005 | B006 | B011 | R012 | N043 | MEU1 | WOL1 | E013 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1991 | 80 | 71 | | | | | | 84 | | | | |
| 1992 | 79 | 75 | | | | | | 74 | | | | |
| 1993 | 82 | 67 | 76 | | | | 89 | 83 | | | | |
| 1994 | 77 | 84 | 77 | | | | 89 | 85 | | | 67 | |
| 1995 | 83 | 81 | 50 | | | | 86 | 84 | | | 90 | |
| 1996 | 75 | 80 | 83 | | | | 84 | 85 | | | 92 | (59) |
| 1997 | 80 | 77 | 87 | | | | 78 | 86 | | | 82 | (74) |
| 1998 | 84 | 84 | 87 | | | | 85 | 88 | 88 | | 90 | 87 |
| 1999 | 91 | 90 | 89 | | | | 89 | 93 | 92 | (14) | 88 | 87 |
| 2000 | 91 | 90 | 93 | (6) | | | 93 | 93 | 89 | 86 | 94 | 72 |
| 2001 | 95 | (37) | 88 | 94 | (20) | (28) | 92 | 93 | 92 | 92 | (25) | (47) |
| 2002 | 93 | (60) | (44) | 94 | 92 | 95 | 87 | 90 | 87 | 93 | 89 | 69 |

(): série incomplète de données – début des mesures

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.