

3. Composés azotés

3.1. Introduction

Les principaux polluants atmosphériques azotés sont les oxydes d'azote, dont principalement le NO (monoxyde), le NO₂ (dioxyde), le N₂O (protoxyde), ainsi que l'ammoniac (NH₃), et les acides nitreux (HNO₂) et nitrique (HNO₃). Actuellement, seuls les oxydes d'azote sont mesurés au sein du réseau télémétrique. Les effets de ces composés sur les retombées acides seront envisagés au chapitre 6.

La nature joue un rôle important dans les émissions d'oxydes d'azote : décomposition de matières organiques, orages, feux d'origine naturelle, ... Les émissions anthropiques proviennent de l'oxydation de l'azote présent dans l'air ou, dans une moindre proportion, contenu dans le carburant lors de processus de combustion. Les principales sources d'oxydes d'azote sont donc les secteurs gros consommateurs d'énergie. Ainsi, le secteur des transports est responsable de plus de la moitié des émissions d'oxyde d'azote pour la Région wallonne. En milieu urbain, ces polluants peuvent même être considérés comme caractéristiques des conditions du trafic.

Le NO est émis majoritairement, mais il se transforme plus ou moins rapidement en NO₂ selon les conditions oxydantes de l'atmosphère, l'ozone troposphérique jouant un rôle important dans cet équilibre.

Aux teneurs généralement mesurées dans l'air ambiant, le monoxyde d'azote n'est pas considéré comme toxique et ne fait l'objet d'aucune norme restrictive. Au contraire, le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les voies respiratoires et fait donc l'objet de normes.

Les oxydes d'azote sont mesurés au sein du réseau télémétrique et actuellement, le nombre de points de mesure des oxydes d'azote s'élève à treize. L'implantation des stations a été choisie de manière à surveiller les zones urbaines et/ou industrielles (Charleroi, Liège, Engis) ou à quadriller au mieux le territoire wallon. Parmi ces stations, dix sont également équipées de moniteurs ozone, afin de pouvoir mieux cerner les interactions et les transformations que peuvent subir ces polluants.

3.2. Monoxyde d'azote

3.2.1. Résultats de l'année 2004

Les concentrations en monoxyde d'azote sont faibles (Tableaux 14 et 15) et même très faibles pour les stations rurales. Ainsi, à Eupen ou Vielsalm, la médiane est même nulle. Cette dernière station, située en pleine nature et éloignée de toute source humaine, constitue même un minimum. Pour les stations à caractère industriel et/ou urbain (régions de Charleroi et de Liège), les concentrations sont plus importantes avec un maximum pour la station de Charleroi, station sous forte influence du trafic automobile. La station de Mons, située non loin d'une autoroute, montre également des valeurs plus élevées. Enfin, en région liégeoise, la station de Jemeppe est la plus chargée. Cette station est située à quelques centaines de mètres d'un nœud routier. La station de Liège, Parc de la Boverie, est située en ville mais dans un parc et est donc relativement épargnée des effets de la circulation. Les niveaux mesurés à la station d'Engis, station à fort caractère industriel, se situent entre ceux des stations rurales et des stations urbaines.

Par rapport à 2003 et pour les stations les plus exposées, on remarque une légère diminution particulièrement visible pour les centiles élevés. Par contre, pour les stations rurales, les niveaux sont soit stationnaires soit en très légère augmentation.

| Station | Localité | Nombre de valeurs | | Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | |
|---------|--------------------------|-------------------|-------|--------------------------------------|------|--------------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|
| | | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| TMCH01 | Marchienne-au-Pont | 16871 | 16063 | 17 | 14 | 5 | 5 | 42 | 34 | 74 | 59 | 128 | 95 |
| TMCH03 | Charleroi (Gl. Michel) | 15891 | 15743 | 27 | 25 | 14 | 13 | 69 | 62 | 98 | 89 | 140 | 132 |
| TMCH04 | Lodelinsart | 15988 | 15577 | 16 | 15 | 4 | 3 | 41 | 38 | 73 | 68 | 134 | 127 |
| TMEG01 | Engis | 16486 | 15338 | 9 | 9 | 2 | 2 | 25 | 24 | 48 | 43 | 83 | 72 |
| TMLG03 | Liège (P. de la Boverie) | 15356 | 14669 | 14 | 13 | 4 | 5 | 39 | 34 | 65 | 53 | 104 | 88 |
| TMMO01 | Mons | 16524 | 15152 | 21 | 19 | 6 | 7 | 54 | 49 | 95 | 76 | 165 | 127 |
| TMNT01 | Dourbes | 15664 | 14908 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 5 | 5 | 11 | 12 |
| TMNT03 | Vezin | (12955) | 5344 | (5) | * | (3) | * | (10) | * | (19) | * | (34) | * |
| TMNT04 | Offagne | 16031 | 15414 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 6 | 6 | 12 | 13 |
| TMNT07 | Habay-la-Vieille | 16281 | 15742 | 2 | 3 | 1 | 1 | 5 | 6 | 9 | 12 | 16 | 32 |
| TMNT08 | Eupen | 16748 | 16363 | 3 | 3 | 0 | 0 | 6 | 7 | 12 | 15 | 28 | 30 |
| TMNT09 | Vielsalm | 14694 | 14899 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 3 | 3 | 5 | 8 |
| TMSG01 | Jemeppe | 15689 | 15873 | 18 | 17 | 4 | 4 | 44 | 46 | 87 | 76 | 147 | 128 |

Tableau 14 : Monoxyde d'azote - Valeurs semi-horaires - Statistiques 2003 et 2004

| Station | Localité | Nombre de valeurs | | Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | |
|---------|--------------------------|-------------------|------|--------------------------------------|------|--------------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|
| | | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| TMCH01 | Marchienne-au-Pont | 364 | 355 | 17 | 14 | 9 | 8 | 40 | 32 | 59 | 53 | 88 | 72 |
| TMCH03 | Charleroi (Gl. Michel) | 345 | 347 | 28 | 25 | 18 | 17 | 64 | 52 | 80 | 81 | 99 | 95 |
| TMCH04 | Lodelinsart | 345 | 346 | 16 | 15 | 8 | 6 | 40 | 37 | 60 | 60 | 91 | 81 |
| TMEG01 | Engis | 361 | 347 | 9 | 9 | 4 | 4 | 25 | 19 | 34 | 35 | 47 | 57 |
| TMLG03 | Liège (P. de la Boverie) | 334 | 329 | 14 | 13 | 6 | 7 | 36 | 29 | 53 | 40 | 73 | 67 |
| TMMO01 | Mons | 359 | 337 | 21 | 19 | 13 | 11 | 44 | 39 | 75 | 58 | 117 | 88 |
| TMNT01 | Dourbes | 341 | 331 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 9 | 12 |
| TMNT03 | Vezin | 283 | 121 | 5 | * | 4 | * | 11 | * | 17 | * | 21 | * |
| TMNT04 | Offagne | 349 | 345 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| TMNT07 | Habay-la-Vieille | 356 | 358 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | 6 | 6 | 10 | 11 | 21 |
| TMNT08 | Eupen | 363 | 362 | 3 | 3 | 1 | 1 | 6 | 8 | 10 | 12 | 22 | 24 |
| TMNT09 | Vielsalm | 319 | 331 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 6 |
| TMSG01 | Jemeppe | 339 | 354 | 18 | 17 | 8 | 7 | 46 | 39 | 65 | 57 | 97 | 130 |

Tableau 15 : Monoxyde d'azote - Valeurs journalières - Statistiques 2003 et 2004

3.2.2. Variations saisonnières

Comme pour la plupart des polluants, les teneurs en monoxyde d'azote varient selon les saisons (Figure 9). Ces variations sont à la fois causées par des variations des conditions de dispersion des polluants (épisodes d'hiver), mais également par les processus de formation-destruction de l'ozone durant les épisodes de fortes activités photochimiques (été). Les émissions d'oxydes d'azote provenant à 90 % des secteurs industriels et du transport, on peut supposer que ces émissions sont relativement constantes au cours de l'année, sauf pour des stations urbaines où l'influence du chauffage peut se faire sentir en hiver.

Les concentrations en monoxyde d'azote furent les plus fortes durant les trois premiers et les trois derniers mois de l'année 2004. Les pics les plus intenses eurent lieu au mois de décembre avec deux périodes communes à toutes les stations. La première période commence le 30 novembre et prend fin le 4 décembre avec des maxima enregistrés le 3 décembre. La seconde période débute le 9 décembre et s'étend jusqu'au 14, 15 décembre avec des maxima les 9, 10 ou 14 décembre selon les stations. Enfin les 20 et 27 décembre, on enregistre encore des pics mais qui ne sont plus présents qu'aux stations les plus chargées.

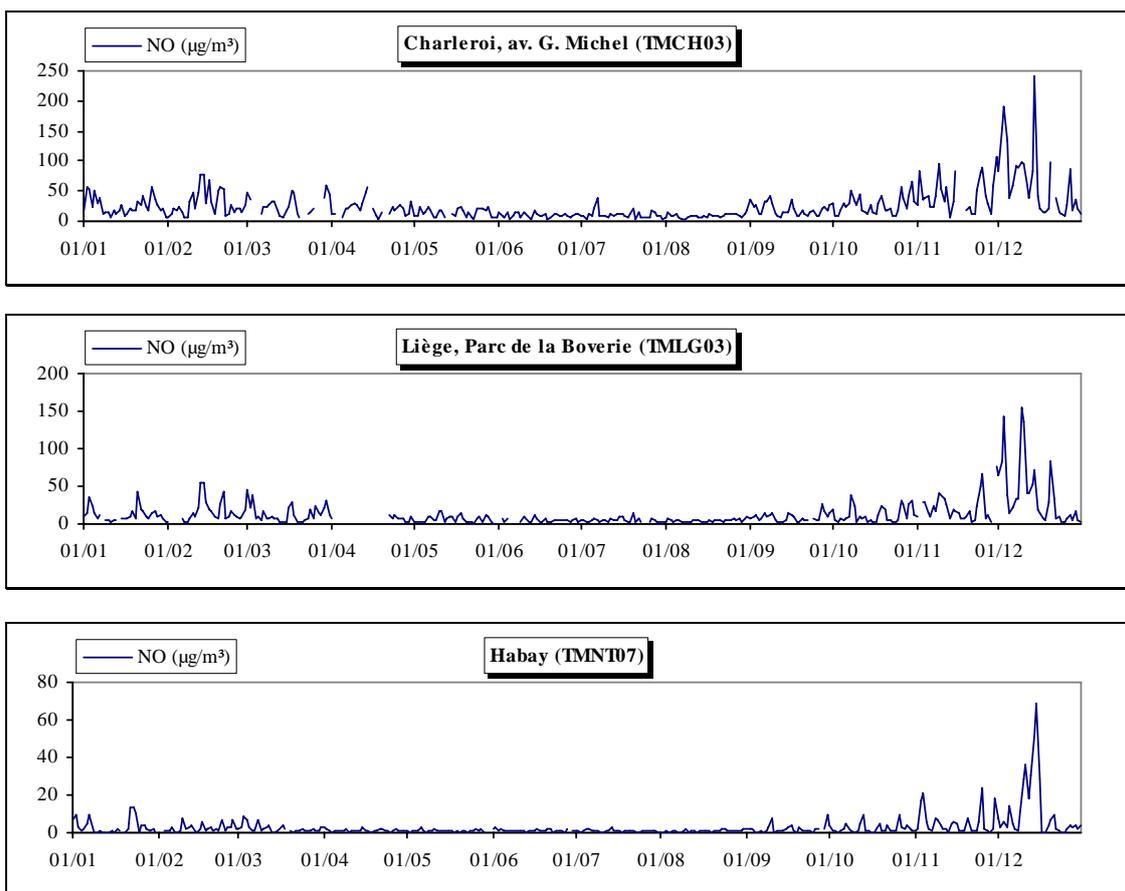


Figure 9 : Monoxyde d'azote - Evolution des concentrations journalières - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

Les épisodes de plus fortes pollutions correspondent à chaque fois à des conditions défavorables de dispersion c'est-à-dire correspondant à une météo influencée par des courants anticycloniques d'origine continentale (l'air est déjà chargé en polluants) :

« Du 3 au 8, le développement d'un anticyclone sur l'Europe occidentale a déterminé un temps sec sur notre pays. Du 9 au 13, suite au déplacement de cet anticyclone vers l'Europe centrale, les courants ont pris un caractère continental. »

Source : IRM – Résumé climatologique de décembre 2004.

Les basses températures accompagnent souvent des épisodes de pollution. Ainsi, en décembre 2004, les températures minimales absolues ont varié de -13 °C à -4 °C et ont été observées le plus souvent entre le 20 et le 22. Enfin, le mois de décembre connut un déficit de la vitesse moyenne du vent qui fut la moyenne la plus basse depuis les mesures anémométriques en 1833 (source IRM). Une faible

vitesse de vent est un paramètre défavorable à la dispersion des polluants.

A partir du mois de mai, les phénomènes photochimiques contribuent à diminuer les teneurs en monoxyde d'azote et les concentrations sont alors minimales en juin, juillet en août. Cette période dure jusqu'en septembre où l'intensité solaire diminue et avec elle les oxydants photochimiques avec comme conséquence une augmentation des concentrations en monoxyde d'azote.

Si on étudie l'évolution des moyennes mensuelles de ces dernières années (Tableau 16), on constate que les moyennes pour les mois d'hiver varient d'une année à l'autre, sensibles à des conditions météorologiques plus rigoureuses, alors que pour les mois d'été, les moyennes sont plus constantes. Ainsi, cette année, on remarque que le mois de janvier a été le moins chargé de ces cinq dernières années au contraire du mois de décembre qui a connu le maximum sur ces 5 ans.

| Moyennes mensuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2000 | | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | |
| | TMCH03 | TMNT07 |
| Janvier | 40 | 6 | 58 | 8 | 38 | 11 | 37 | 2 | 25 | 3 |
| Février | 27 | 5 | 38 | 4 | 20 | 3 | 48 | 3 | 30 | 2 |
| Mars | 29 | 3 | 27 | 5 | 33 | 4 | 35 | 2 | 27 | 2 |
| Avril | 20 | 3 | 15 | 4 | 16 | 3 | 20 | 2 | 21 | 1 |
| Mai | 20 | 4 | 18 | 3 | 15 | 3 | 13 | 1 | 14 | 1 |
| Juin | 12 | 3 | 12 | 3 | 17 | 3 | 11 | 1 | 10 | 1 |
| Juillet | 13 | 3 | 12 | 3 | 10 | 3 | (8) | 1 | 11 | 1 |
| Août | 15 | 3 | 14 | 3 | 11 | 3 | 11 | 1 | 9 | 1 |
| Septembre | 19 | 4 | 19 | 4 | 31 | 3 | 26 | 2 | 19 | 2 |
| Octobre | 22 | 7 | 27 | 5 | 34 | 4 | 37 | 2 | 26 | 2 |
| Novembre | 19 | 4 | 60 | 5 | 29 | 5 | 33 | 3 | 45 | 5 |
| Décembre | 29 | (3) | 51 | 6 | 43 | 7 | 49 | 5 | 65 | 11 |

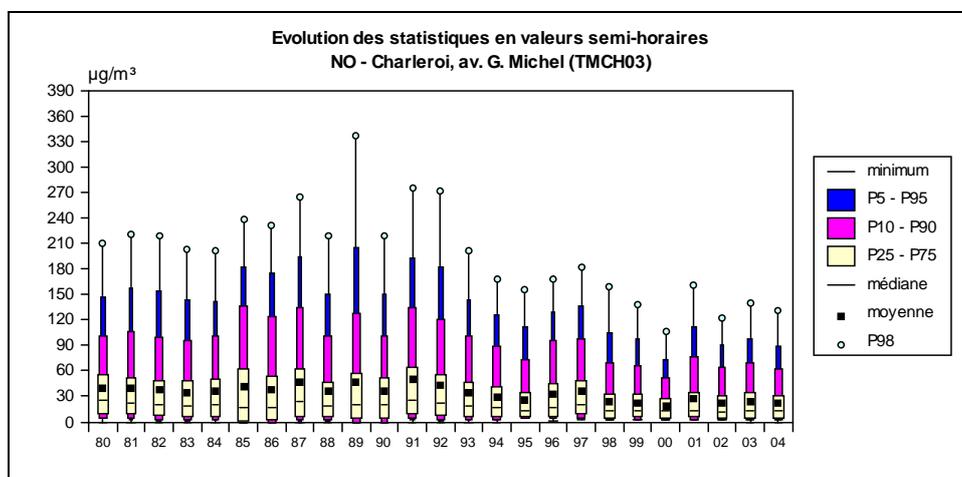
Tableau 16 : Evolution des moyennes mensuelles – Charleroi (TMCH03) et Habay (TMNT07)

3.2.3. Evolution à long terme

Dans les années 80, on n'observe aucune diminution significative des concentrations en monoxyde d'azote (Figure 10). Au contraire, les concentrations de la fin de la décennie sont plus élevées qu'au début. A partir de 1989, les paramètres statistiques commencent à baisser avec un minimum vers 1995. En 1996 et 1997, on constate de nouveau une augmentation. Par contre, en 1998, 1999 et 2000, la tendance revient à la baisse et en 2000, on enregistre les statistiques les plus faibles depuis 1980. Depuis, les concentrations sont un peu plus élevées et atteignent des niveaux similaires à ceux de 1998 et 1999. Entre 2001 et 2004, on observe d'une année à l'autre de légères variations à la hausse ou à la baisse.

Avec le développement de systèmes de contrôle de la pollution par les NO_x et surtout la généralisation des pots catalytiques, on aurait pu s'attendre à une diminution constante des concentrations. Or, dans un premier temps, les émissions ont semblé ne pas

diminuer. En réalité, il semble bien que l'augmentation du trafic routier ait contrebalancé cette amélioration technologique. Cependant, à partir de 1998, les concentrations sont plus faibles qu'au début des années 90 et les concentrations de ces dernières années sont les plus faibles depuis 1980, ce qui porte à croire que les émissions provenant du trafic sont en diminution. Toutefois à de tels niveaux de concentrations, il est souvent difficile de discerner l'impact d'une diminution des émissions de conditions météorologiques plus favorables, d'autant plus que ces dernières années furent parmi les plus chaudes et les plus pluvieuses de tout l'historique des observations météorologiques en Belgique. Ainsi, les petites variations enregistrées depuis 2000 tiennent certainement plus de changements dans les conditions climatiques que de réels changements des émissions. Un examen plus approfondi des facteurs d'émissions et de l'historique des conditions climatiques permettrait de découvrir quel est le facteur prépondérant.



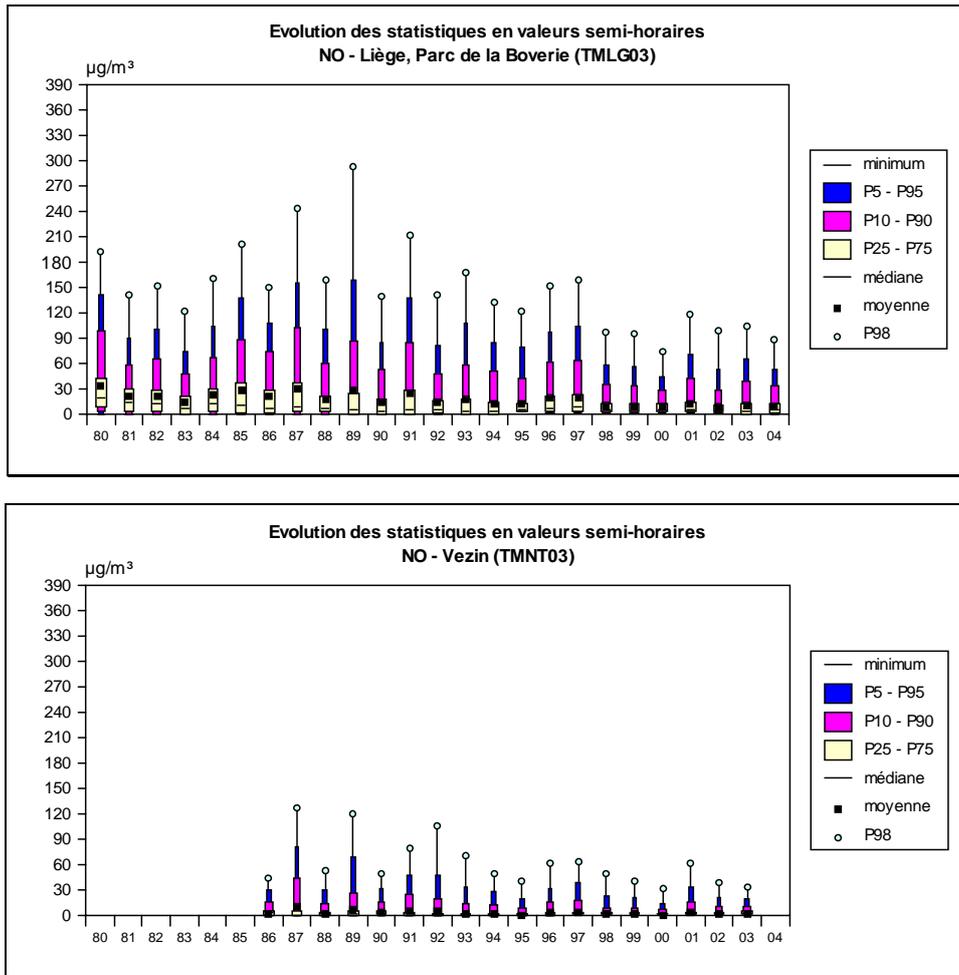


Figure 10 : Monoxyde d'azote - Evolution des paramètres statistiques (valeurs semi-horaires) - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Vezin (TMNT03)

3.2.4. Journée et semaine moyennes

Les concentrations en NO varient fortement au cours d'une journée (Figure 11). Le profil d'une journée moyenne en NO est typique et correspond aux flux automobiles. On aperçoit clairement un pic matinal et un pic vespéral moins marqué, ces pics correspondant aux départs du matin et aux retours du soir. En été, les concentrations moyennes sont plus faibles qu'en hiver et le pic vespéral diminue fortement jusqu'à disparaître. Cette période de la journée correspond au maximum de concentration

en ozone, gaz destructeur du monoxyde d'azote. Le décalage apparent entre les profils d'hiver et d'été provient du décalage entre l'horaire d'été et l'horaire d'hiver, les graphiques étant établis en temps universel.

Sur le profil d'une semaine moyenne (Figure 12), on remarque une très nette diminution des concentrations durant les week-ends, attribuable à la baisse du trafic. En été, cette diminution est d'autant plus marquée que les concentrations en ozone sont plus élevées les week-ends.

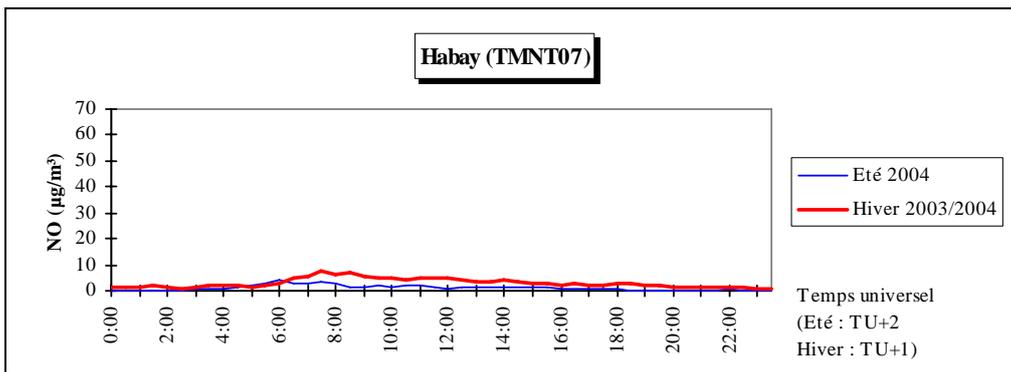
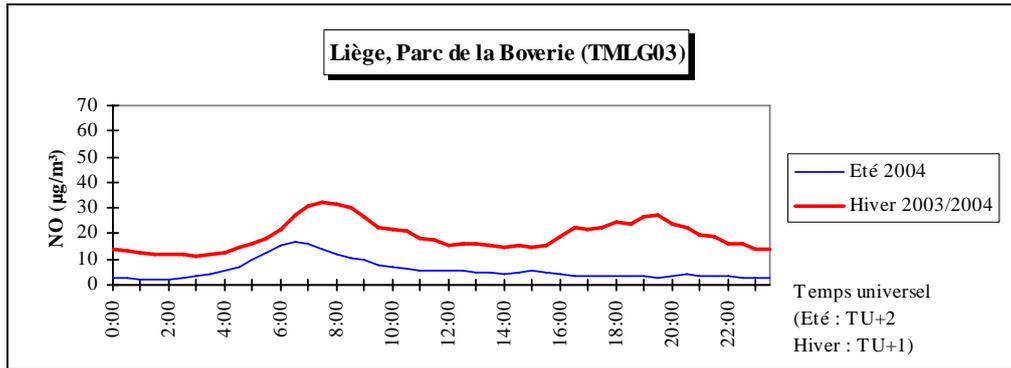
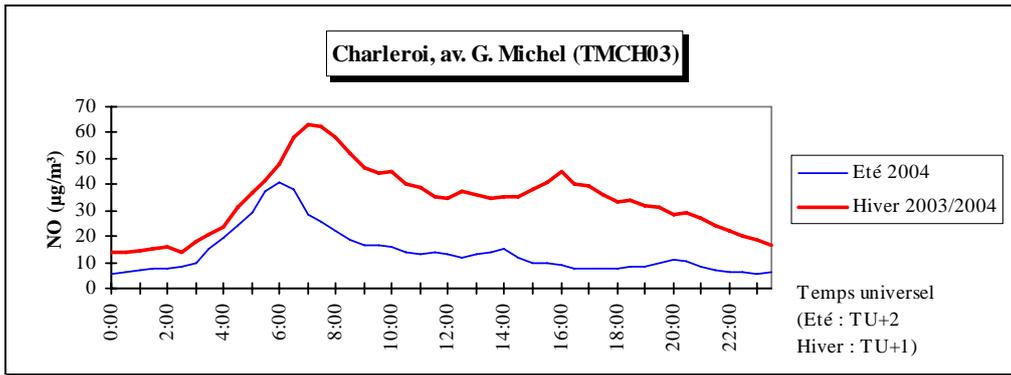
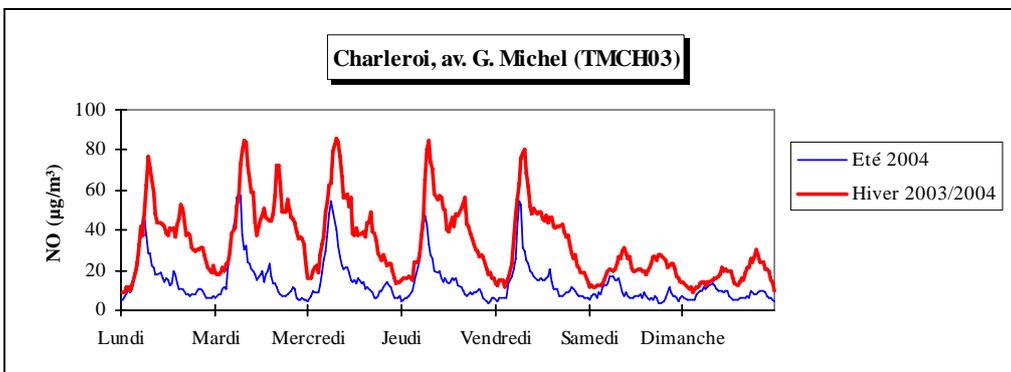


Figure 11 : Monoxyde d'azote - Journée moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)



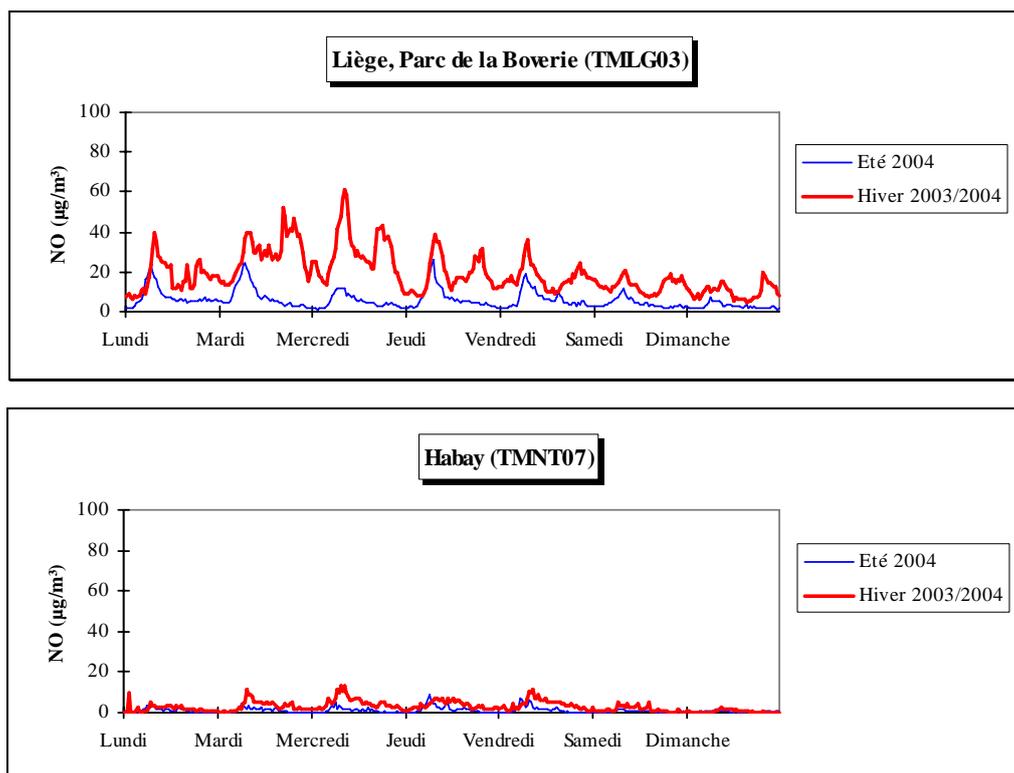


Figure 12 : Monoxyde d'azote - Semaine moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

3.3. Dioxyde d'azote

3.3.1. Résultats de l'année 2004

Si les concentrations sont plus élevées pour les stations urbaines ou sous l'influence du trafic (Mons, Lodelinsart, Charleroi, Marchienne, Liège et Jemeppe), la différence entre un milieu urbain et un milieu rural est plus faible que pour le monoxyde d'azote, puisque le dioxyde d'azote est un polluant à grande échelle (Tableaux 17 et 18). Si on compare les moyennes des stations de Liège et de Charleroi, on constate une différence de 20 % alors que pour les concentrations en NO, la moyenne de Charleroi est le double de celle de Liège. Cette comparaison montre bien la différence entre le NO, polluant directement émis (la station de Charleroi est une station implantée en plein centre alors que la station de Liège est dans un parc à l'écart des grands axes de circulation) et le NO₂, polluant dont la plus grande partie résulte de l'oxydation du NO. La répartition spatiale du NO₂ est beaucoup plus homogène que celle du NO.

Pour une même station, les différents centiles évoluent peu, ce qui traduit une distribution des

concentrations étroites et des concentrations en NO₂ relativement stables au cours de l'année. Ainsi, pour le monoxyde d'azote, le percentile 98 est une dizaine de fois supérieure à la médiane (station de Charleroi), tandis que, pour le dioxyde d'azote, la différence n'est plus que d'un facteur 2.

En 2004, on observe une diminution par rapport à 2003 pour toutes les stations à l'exception de la station de Vielsalm où les concentrations restent cependant les plus faibles de tout le réseau.

3.3.2. Variations saisonnières

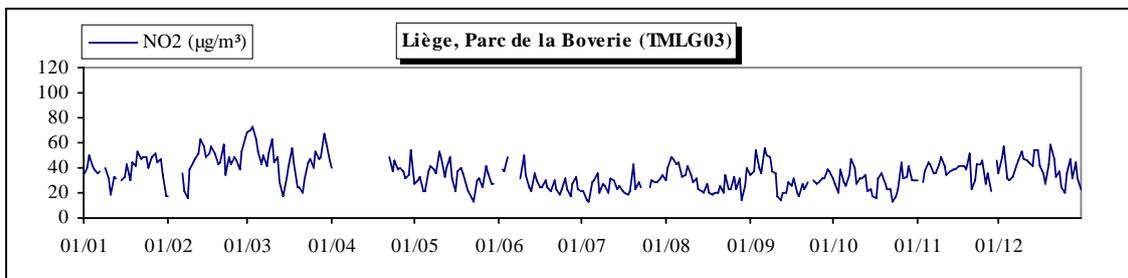
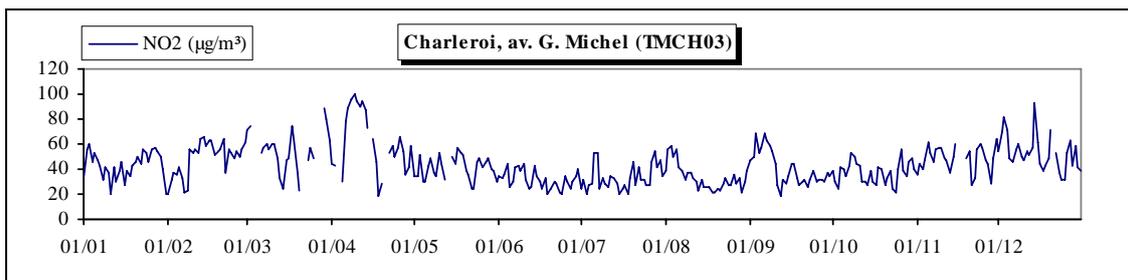
Les concentrations en dioxyde d'azote évoluent peu au cours de l'année (Figure 13). Même si les concentrations sont en moyenne plus élevées en hiver, la différence entre les deux saisons est beaucoup moins marquée que pour d'autres polluants, et il semble bien qu'il y ait toujours une pollution de fond en dioxyde d'azote, quelle que soit la période de l'année. En milieu urbain, la pollution de fond est plus élevée (ligne de base plus haute) qu'en milieu rural et les différences entre saisons se marquent plus pour un milieu rural que pour un milieu urbain.

| Station | Localité | Nombre de valeurs | | Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | |
|---------|--------------------------|-------------------|-------|--------------------------------------|------|--------------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|
| | | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| TMCH01 | Marchienne-au-Pont | 16871 | 16064 | 34 | 31 | 31 | 29 | 58 | 53 | 68 | 61 | 78 | 71 |
| TMCH03 | Charleroi (Gl. Michel) | 15900 | 15759 | 44 | 43 | 42 | 41 | 70 | 70 | 80 | 80 | 90 | 94 |
| TMCH04 | Lodelinsart | 15989 | 15613 | 37 | 35 | 34 | 32 | 60 | 57 | 70 | 66 | 80 | 79 |
| TMEG01 | Engis | 16487 | 15348 | 32 | 30 | 28 | 27 | 57 | 51 | 66 | 58 | 81 | 69 |
| TMLG03 | Liège (P. de la Boverie) | 15416 | 14668 | 38 | 35 | 35 | 33 | 63 | 57 | 73 | 65 | 85 | 75 |
| TMMO01 | Mons | 16524 | 15158 | 31 | 30 | 28 | 28 | 55 | 52 | 65 | 60 | 78 | 72 |
| TMNT01 | Dourbes | 15696 | 14910 | 13 | 13 | 11 | 10 | 25 | 26 | 34 | 34 | 46 | 43 |
| TMNT03 | Vezin | (12961) | 5345 | (22) | * | (20) | * | (38) | * | (46) | * | (56) | * |
| TMNT04 | Offagne | 16074 | 15416 | 16 | 14 | 13 | 11 | 28 | 26 | 36 | 34 | 45 | 43 |
| TMNT07 | Habay-la-Vieille | 16360 | 15772 | 15 | 14 | 12 | 11 | 29 | 28 | 36 | 36 | 44 | 45 |
| TMNT08 | Eupen | 16748 | 16376 | 19 | 14 | 16 | 11 | 37 | 31 | 44 | 38 | 53 | 47 |
| TMNT09 | Vielsalm | 14669 | 14897 | 8 | 10 | 6 | 8 | 18 | 19 | 23 | 25 | 31 | 33 |
| TMSG01 | Jemeppe | 15687 | 15873 | 39 | 37 | 36 | 36 | 62 | 59 | 71 | 66 | 84 | 76 |

Tableau 17 : Dioxyde d'azote - Valeurs semi-horaires - Statistiques 2003 et 2004

| Station | Localité | Nombre de valeurs | | Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | |
|---------|--------------------------|-------------------|------|--------------------------------------|------|--------------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|----------------------------------|------|
| | | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 | 2003 | 2004 |
| TMCH01 | Marchienne-au-Pont | 364 | 355 | 34 | 31 | 32 | 30 | 52 | 47 | 57 | 50 | 65 | 57 |
| TMCH03 | Charleroi (Gl. Michel) | 345 | 347 | 44 | 43 | 42 | 42 | 64 | 61 | 68 | 72 | 76 | 89 |
| TMCH04 | Lodelinsart | 345 | 347 | 37 | 35 | 36 | 34 | 54 | 49 | 60 | 55 | 64 | 62 |
| TMEG01 | Engis | 361 | 347 | 32 | 30 | 30 | 28 | 48 | 45 | 57 | 50 | 65 | 58 |
| TMLG03 | Liège (P. de la Boverie) | 338 | 329 | 38 | 35 | 37 | 34 | 54 | 50 | 61 | 55 | 68 | 63 |
| TMMO01 | Mons | 359 | 337 | 31 | 30 | 30 | 30 | 47 | 43 | 53 | 48 | 60 | 52 |
| TMNT01 | Dourbes | 341 | 331 | 13 | 13 | 11 | 10 | 25 | 25 | 30 | 31 | 37 | 34 |
| TMNT03 | Vezin | 283 | 121 | 22 | * | 20 | * | 34 | * | 37 | * | 41 | * |
| TMNT04 | Offagne | 350 | 345 | 16 | 14 | 14 | 12 | 26 | 25 | 32 | 30 | 38 | 35 |
| TMNT07 | Habay-la-Vieille | 357 | 358 | 15 | 14 | 13 | 12 | 27 | 24 | 32 | 31 | 38 | 41 |
| TMNT08 | Eupen | 363 | 362 | 19 | 14 | 17 | 12 | 33 | 26 | 40 | 36 | 45 | 41 |
| TMNT09 | Vielsalm | 320 | 331 | 8 | 10 | 6 | 9 | 16 | 17 | 20 | 22 | 22 | 27 |
| TMSG01 | Jemeppe | 339 | 354 | 39 | 37 | 37 | 36 | 54 | 52 | 62 | 56 | 69 | 63 |

Tableau 18 : Dioxyde d'azote - Valeurs journalières - Statistiques 2003 et 2004



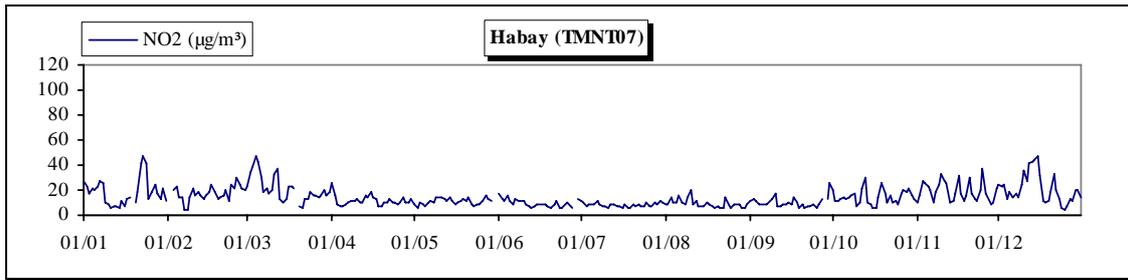


Figure 13 : Dioxyde d'azote - Evolution des concentrations journalières - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

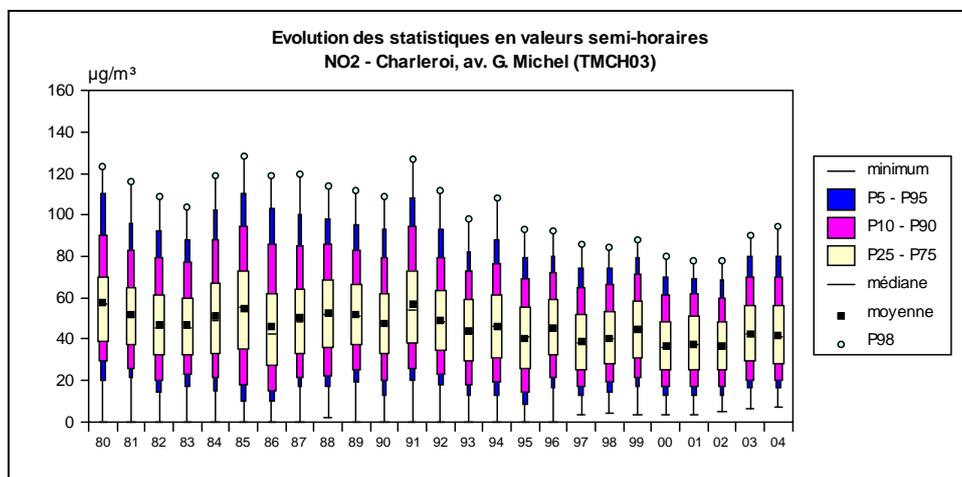
Le dioxyde d'azote peut être considéré comme un polluant secondaire, les émissions directes des sources étant minoritaires. En hiver, la dispersion est plus faible et la transformation du NO en NO₂ est moindre, l'oxydation par l'oxygène étant assez lente (quelques heures). Par contre, en été, l'oxydation par l'ozone provoque une transformation assez rapide (quelques minutes).

La concentration en NO₂ en un lieu donné comporte toujours trois éléments : une concentration ambiante omniprésente résultant de la transformation du NO par l'oxygène, une composante provenant des émissions directes, et enfin une part provenant de l'oxydation du NO par l'ozone. Cette caractéristique rend la distribution spatiale du NO₂ assez homogène et les différences entre un milieu

urbain et un milieu rural sont moins marquées que pour le NO.

3.3.3. Evolution à long terme

Entre 1980 et 1985, on ne constate aucune évolution favorable des concentrations en dioxyde d'azote qui sont même plutôt en hausse (Figure 14). A partir de 1985-1986, les concentrations commencent à baisser avec toutefois une interruption en 1991 pour reprendre ensuite la tendance à la baisse avec un minimum vers 2000-2002 selon les stations. Cette diminution est particulière marquante sur les centiles 98. Enfin, en 2003 et 2004, on a enregistré une légère augmentation.



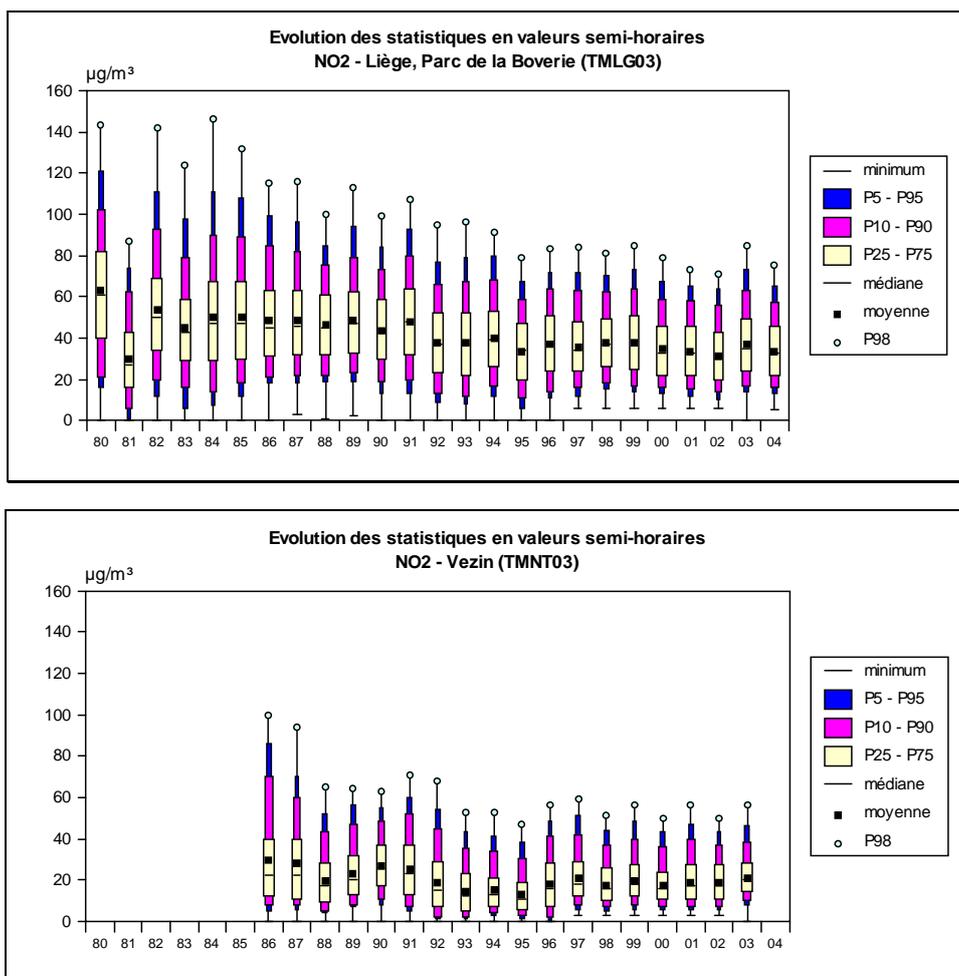


Figure 14 : Dioxyde d'azote - Evolution des paramètres statistiques (valeurs semi-horaires) - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Vezin (TMNT03)

3.3.4. Normes et valeurs guides

3.3.4.1. Arrêté du gouvernement wallon du 5 décembre 1991

Les valeurs limites en vigueur pour les concentrations en NO₂ font l'objet de l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 décembre 1991, traduisant la directive 85/203/CEE du 7 mars 1985 modifiée par les directives 85/530/CEE du 20/12/1985 et 91/692/CEE du 23/12/1991 (Tableau 19)

| | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Valeur limite période de référence : 1 h | percentile 98 | 200 µg/m ³ |
| | Valeurs guides | |
| période de référence : 1 h | médiane | 50 µg/m ³ |
| | percentile 98 | 135 µg/m ³ |

Tableau 19 : Normes relatives au NO₂ (AGW du 5/12/91)

En 2004, la valeur limite est largement respectée (Tableau 20). De plus, les valeurs guides, 50 µg/m³

pour la médiane et 135 µg/m³ pour le percentile 98, ne sont jamais dépassées.

| Station | Nombre de valeurs | Médiane (µg/m ³) | P98 (µg/m ³) | Maximum (µg/m ³) |
|---------|-------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| TMCH01 | 7861 | 29 | 71 | 117 |
| TMCH03 | 7733 | 41 | 93 | 142 |
| TMCH04 | 7620 | 33 | 78 | 150 |
| TMEG01 | 7465 | 27 | 67 | 143 |
| TMLG03 | 7143 | 33 | 75 | 123 |
| TMMO01 | 7433 | 28 | 71 | 217 |
| TMNT01 | 7235 | 10 | 43 | 66 |
| TMNT03 | 2586 | * | * | * |
| TMNT04 | 7500 | 12 | 43 | 64 |
| TMNT07 | 7690 | 11 | 45 | 80 |
| TMNT08 | 7937 | 11 | 46 | 86 |
| TMNT09 | 7316 | 8 | 33 | 61 |
| TMSG01 | 7770 | 36 | 74 | 122 |

Tableau 20 : Dioxyde d'azote - Valeurs horaires – Médianes, centiles 98 et maxima – 2004

Globalement, la situation s'est améliorée et on n'observe plus de dépassements des valeurs guides depuis 1992 (Figure 15).

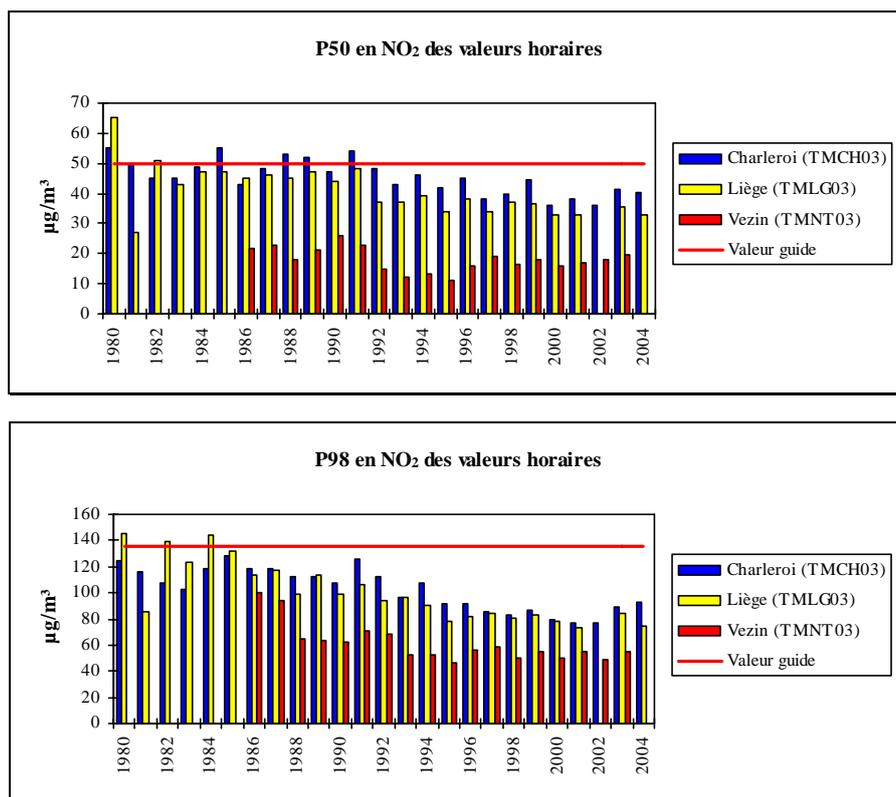


Figure 15 : Dioxyde d'azote - Evolution de la médiane et du percentile 98 - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Vezin (TMNT03)

3.3.4.2. Arrêté du Gouvernement wallon du 23 juin 2000

A partir de 2010, il faudra se conformer aux exigences de la directive 1999/30/CE transposée dans la législation wallonne par l'Arrêté du 23/06/2000 (Tableau 21). Depuis l'entrée en vigueur de la directive, soit le 19/07/1999, il faut respecter les valeurs limites augmentées d'une marge de tolérance diminuant linéairement pour atteindre la valeur limite en 2010. Actuellement, nous vivons une période transitoire où nous sommes soumis à deux directives aux approches différentes réglementant les teneurs en oxydes d'azote.

Pour la première fois, il sera tenu compte, non seulement des concentrations en dioxyde d'azote, mais aussi des concentrations totales en NO_x (valeur limite pour la protection de la végétation). Notons que cette valeur est applicable dès 2001.

La directive 1999/30/CE fixe également un seuil d'alerte à 400 µg/m³ sur trois heures consécutives

dans des lieux représentatifs d'une surface d'au moins 100 km² ou une zone ou une agglomération entière, la plus petite surface étant retenue. Un dépassement implique notamment une information à la population.

En 2004, on a observé un dépassement de la valeur limite horaire (Tableau 22 et Figure 16). Cet épisode ne correspond pas à des conditions climatiques particulières et ne se retrouve pas aux autres stations, ce qui nous amène à penser qu'il s'agit d'un incident local.

Le seuil d'alerte de 400 µg/m³ sur trois heures consécutives ne fut jamais atteint en 2004. La valeur limite annuelle pour la protection de la santé (40 µg/m³) n'est dépassée qu'à la station de Charleroi (TMCH03). Par contre, si on tient compte de la marge de dépassement permise par la directive, on n'atteint pas la valeur limite annuelle (52 µg/m³ en 2004). Enfin, la valeur limite annuelle pour la protection de la végétation est respectée pour toutes les stations à caractère rural.

| | Période considérée | Valeur limite | Marge de dépassement | Date à laquelle la valeur doit être respectée |
|--|--------------------|--|---|---|
| Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine | 1 heure | 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile | 50 % lors de l'entrée en vigueur de la directive, diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les 12 mois, par tranches annuelles égales pour atteindre 0 % au 01/01/2010 | 01/01/2010 |
| Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine | Année civile | 40 µg/m ³ NO ₂ | 50 % lors de l'entrée en vigueur de la directive, diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les 12 mois, par tranches annuelles égales pour atteindre 0 % au 01/01/2010 | 01/01/2010 |
| Valeur limite annuelle pour la protection de la végétation | Année civile | 30 µg/m ³ NO _x | néant | 19/07/2001 |

Tableau 21 : Oxydes d'azote - Valeurs limites (directive 1999/30/CE)

| Station | Date | Heure | Valeurs (µg/m ³) |
|-----------------------|----------|----------|------------------------------|
| TMMO01, Mons | 30/10/04 | 19 à 20h | 217 |
| Total (TMMO01) | | 1 | |

Tableau 22 : Dioxyde d'azote- Dépassements de la valeur limite horaire de protection de la santé (200 µg/m³ sur 1h) – 2004

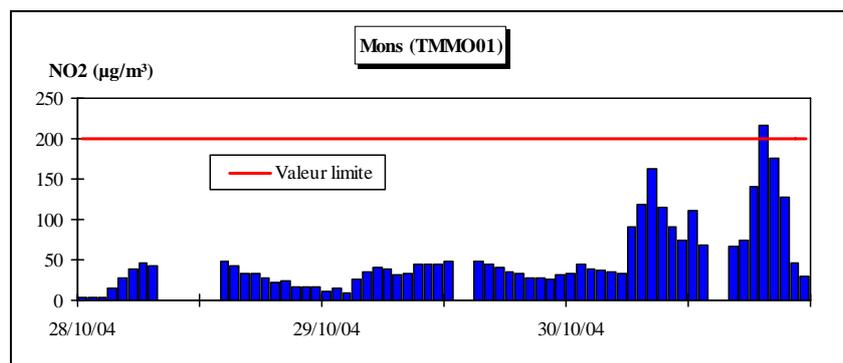


Figure 16 : Mons - Evolution des valeurs horaires en dioxyde d'azote

En 2004, on a enregistré à Charleroi un dépassement de la limite annuelle pour la seconde année consécutive. Toutefois, on se situe en dessous de la valeur limite augmentée de la marge de dépassement autorisée (12 µg/m³). Entre 1999 et 2002, le seuil de 40 µg/m³ ne fut pas franchi même si les moyennes annuelles en étaient fort proches (Figure 17). Globalement, la situation s'est quand même améliorée puisque avant 1999, la limite était constamment franchie et que les niveaux dans les années 80 et début 90 étaient largement au-dessus de la limite. A Liège, il faut remonter à 1994 pour observer des dépassements.

3.3.4.3. Autres chiffres de référence

Pour information, le Tableau 23 reprend différentes valeurs de référence de pays ou régions voisines. On remarque que les valeurs guides OMS sont les valeurs qui ont été retenues pour la directive européenne 1999/30/CE.

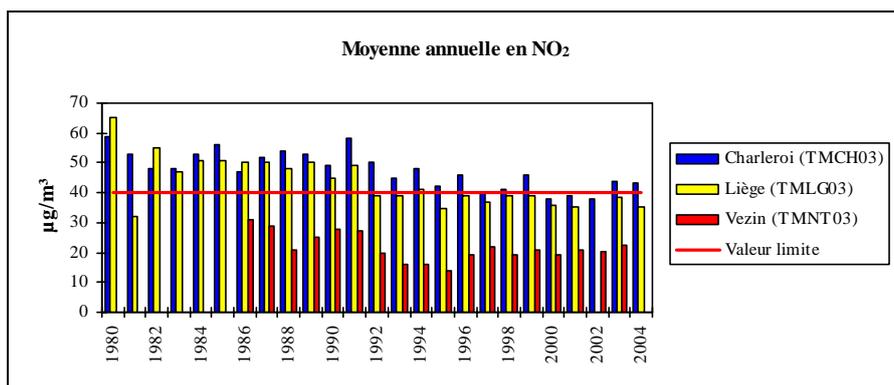


Figure 17 : Evolution des moyennes annuelles en dioxyde d'azote

| Région/Pays | Seuil | Paramètre | Valeurs |
|--|--------------------|--|--|
| Région de Bruxelles-Capitale | Seuil d'alerte | Moyenne journalière observée en deux stations | 150 µg/m³ de NO ₂ |
| | Seuil d'alarme | Moyenne journalière observée en deux stations et prévisions défavorables pour le lendemain | 400 µg/m³ de NO ₂ |
| Région flamande | Seuil de préalerte | Moyenne journalière observée en deux stations situées dans une même zone | 150 µg/m³ de NO ₂ |
| | Seuil d'alerte | Moyenne journalière observée en deux stations situées dans une même zone | 200 µg/m³ de NO ₂ |
| Valeurs guides OMS (WHO Air Quality Guidelines for Europe) | | Moyenne horaire | 200 µg/m³ de NO ₂ |
| | | Moyenne annuelle | 40 µg/m³ de NO ₂ |
| | | Moyenne annuelle | 30 µg/m³ de NO _x (seuil critique effet écotoxique) |
| République fédérale d'Allemagne, valeurs MIK | | Moyenne semi-horaire | 200 µg/m³ de NO ₂ 1000 µg/m³ de NO |
| | | Moyenne sur 24 h | 100 µg/m³ de NO ₂ 500 µg/m³ de NO |
| USA, National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) | | Moyenne annuelle | 100 µg/m³ de NO ₂ |

Tableau 23 : Oxydes d'azote - Autres chiffres de référence

3.3.5. Indice de qualité

Afin de donner au lecteur une vue simplifiée de la situation en Région wallonne, il est utile de définir des indices de pollution pour le dioxyde d'azote (Tableau 24).

La Carte 2 reprend la répartition des jours de 2004 suivant ces indices de pollution pour les différentes stations de la Région wallonne

Pour les stations rurales, on enregistre une fréquence maximale de jours dont l'indice est égal à

1 (Excellent) avec une fréquence allant de 50 % à 80 %. Le reste de l'année, les indices vont de 2 (très bon) à 4 (assez bon) en proportion décroissante. Pour la station d'Eupen dont le caractère rural est moins prononcé, les indices peuvent monter jusqu'à 5 (moyen). Pour les stations plus urbaines et/ou industrielles, les jours se répartissent principalement sur les indices allant de 2 à 5 avec une fréquence maximale se situant à 3. Les indices peuvent même monter jusqu'à 6 (médiocre). A la station de Charleroi, on n'a enregistré aucun jour pouvant être qualifié d'excellent (indice 1).

| Polluant | | (µg/m³) | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|-----------|----------|------|-----------|-------|----------|---------------|---------|--------------|-----------|
| NO ₂ | Max. horaire | 0 → 25 | → 45 | → 60 | → 80 | → 110 | → 150 | → 200 | → 270 | → 400 | >400 |
| Indice | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Appréciation | | Excellent | Très bon | Bon | Assez bon | Moyen | Médiocre | Très médiocre | Mauvais | Très mauvais | Exécrable |

Tableau 24 : Dioxyde d'azote - Définition des indices de pollution

3.3.6. Répartition géographique

La Figure 18 reprend la répartition géographique des moyennes annuelles en dioxyde d'azote, suivant une interpolation basée sur l'inverse de la distance à la quatrième puissance.

Pour cette interpolation, nous n'avons pas tenu compte des résultats de la station de Vezin dont la couverture temporelle a été insuffisante pour être caractéristique de l'année.

La zone la plus touchée par la pollution par le dioxyde d'azote suit un axe est-ouest qui correspond au bassin Sambre et Meuse et donc à la

zone la plus peuplée de la Wallonie. Dans ce secteur, les régions de Charleroi et de Liège sont plus exposées. Les zones plus rurales de la Région wallonne, comme le sud et l'est ont été moins touchées. Paradoxalement, la zone de Namur semble épargnée. Ceci tient probablement au choix des stations utilisées dans l'interpolation. Les stations de Charleroi et de Liège se situent en ville et constituent ainsi des « points chauds ». Par contre, pour Namur (comme pour d'autres villes d'une certaine importance) nous ne possédons pas de stations caractéristiques du centre ville. Ces considérations mettent en exergue la limitation due au modèle d'interpolation et aux manques dans la couverture du territoire.

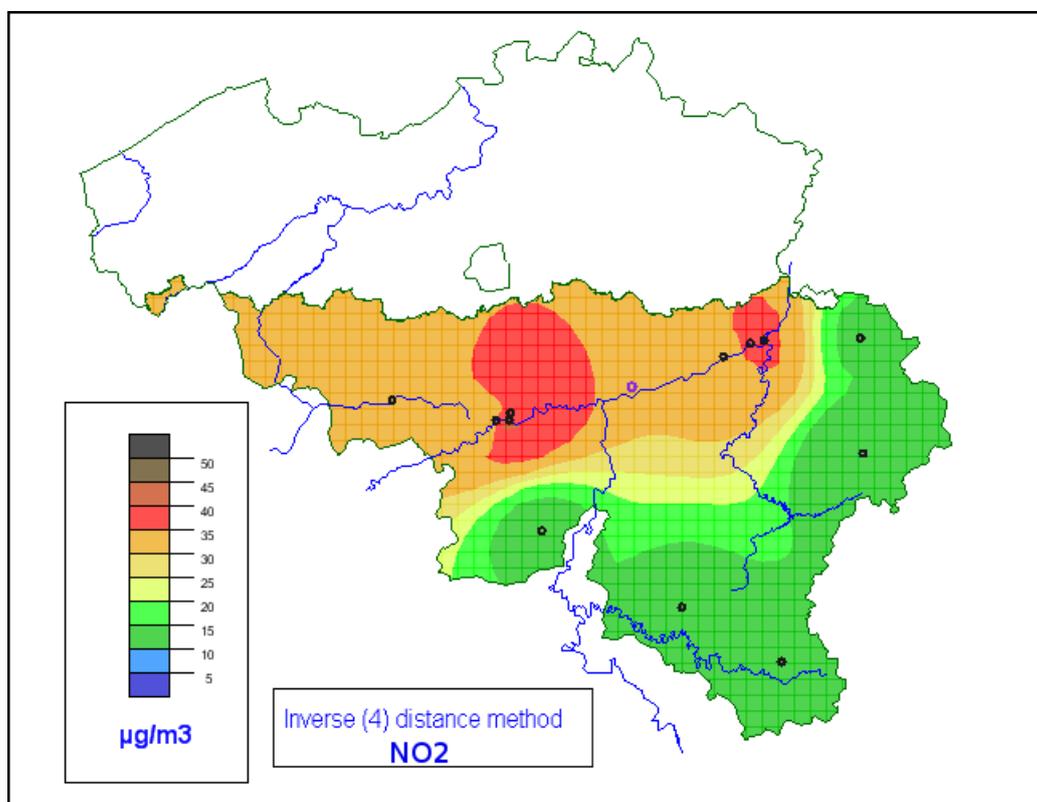


Figure 18 : Dioxyde d'azote - Répartition des moyennes annuelles – 2004

3.3.7. Journée et semaine moyennes

Sur les graphiques d'une journée moyenne (Figure 19), on retrouve, comme pour le monoxyde d'azote, un profil bimodal, avec un maximum matinal et un maximum vespéral. Ces pics sont plus larges (le dioxyde d'azote est principalement un polluant secondaire) et le pic vespéral est bien plus marqué, atteignant la même intensité que le pic matinal. En été, le pic de fin de journée est plus tardif et commence quand la production d'ozone et la destruction de dioxyde d'azote conséquente s'arrêtent faute de rayons solaires suffisamment énergétiques. Le NO présent est alors transformé en NO₂ par l'ozone. En été, à la mi-journée, les

concentrations sont du même ordre de grandeur que pendant la nuit, alors qu'en hiver, ces concentrations sont supérieures aux niveaux atteints durant la nuit. La raison de ce creux, plus marqué en été, réside dans la consommation du NO₂ entrant dans la formation de l'ozone.

Sur le profil d'une semaine moyenne (Figure 20), on relève une diminution des concentrations durant les week-ends, diminution plus marquée durant la saison d'été. Or, ces week-ends correspondent précisément aux concentrations maximales en ozone. On remarque également que le pic matinal du week-end est moins intense, probablement à cause de la baisse du trafic.

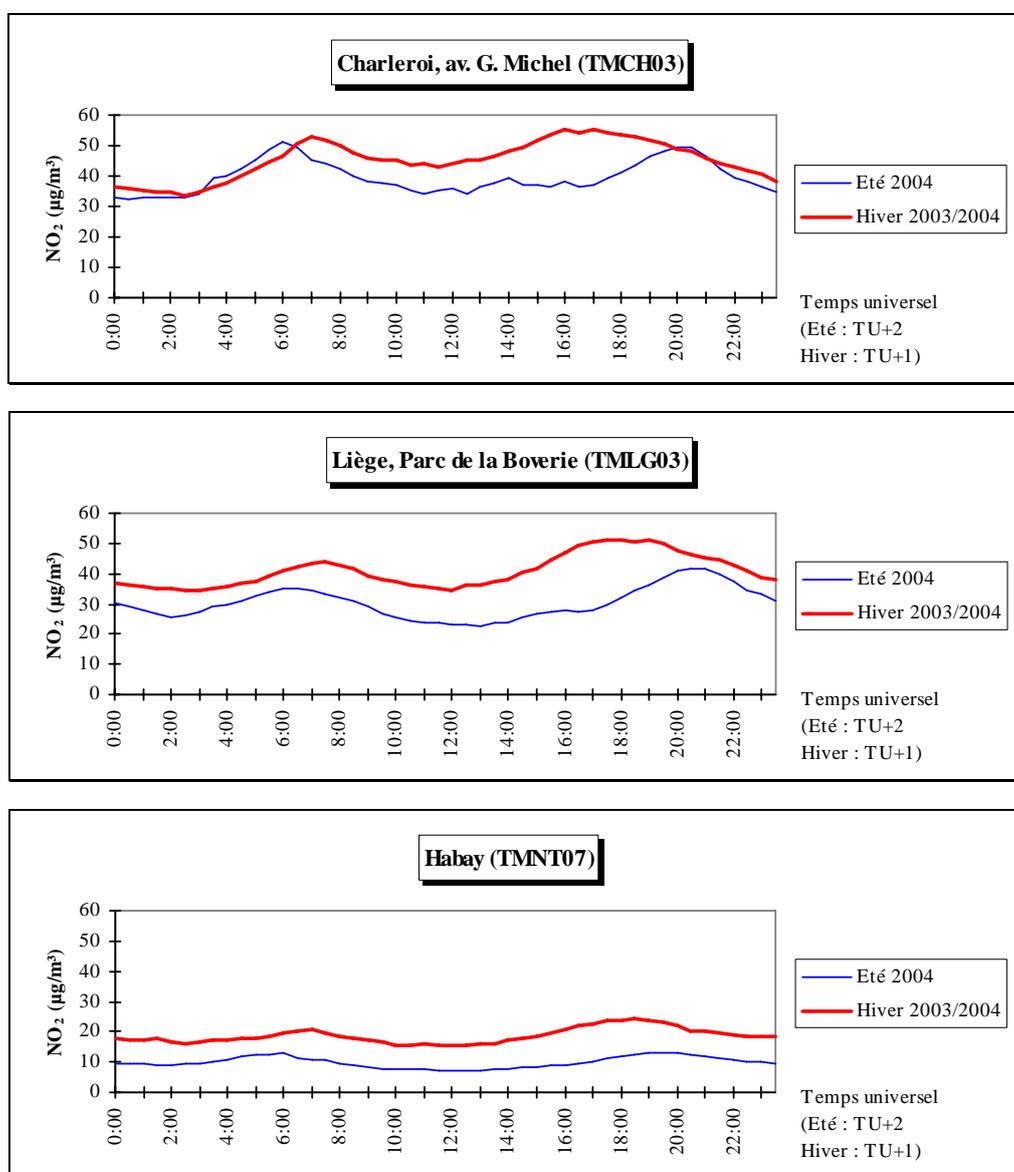


Figure 19 : Dioxyde d'azote - Journée moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

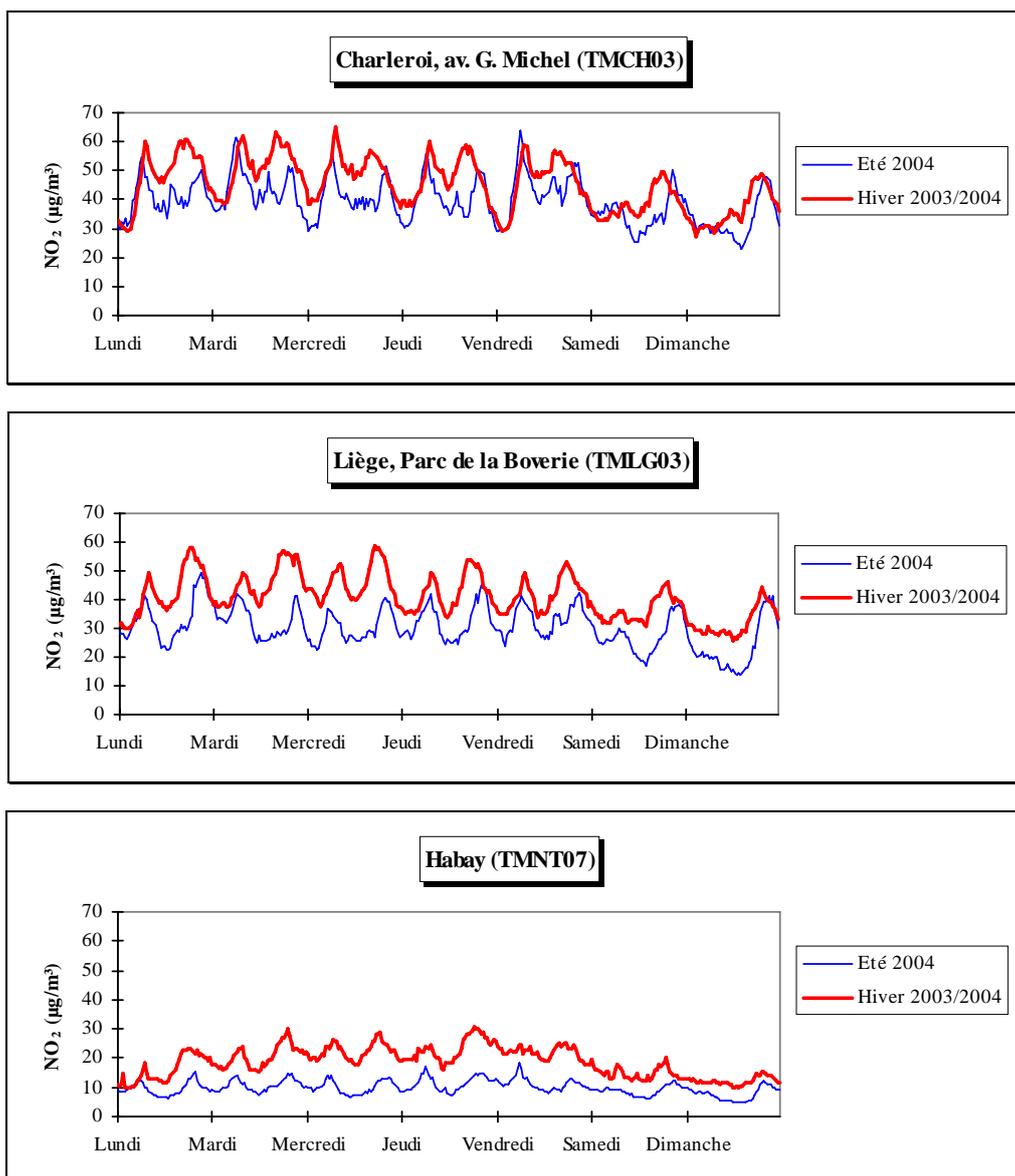


Figure 20 : Dioxyde d'azote - Semaine moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

3.4. Les oxydes d'azote

Le monoxyde et le dioxyde d'azote forment en permanence un équilibre dynamique; aussi, utilise-t-on souvent les oxydes d'azote totaux pour mieux cerner la problématique de la pollution.

Dans l'air ambiant, on peut considérer que les seules espèces d'oxydes d'azote significativement représentées sont le monoxyde et le dioxyde d'azote, et on définit les oxydes d'azote comme la somme de ces deux composantes majoritaires ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$).

Les rapports entre les composantes des oxydes d'azote varient en fonction des sources, des conditions du trafic, des conditions climatiques et de dispersion. Le Tableau 25 reprend la proportion

de NO_2 (et par conséquent de NO) par rapport au total des oxydes d'azote, ainsi que le rapport des oxydes d'azote pour les deux saisons. Plus le site possède une composante trafic et plus la proportion de NO_2 par rapport au NO_x est faible (et, par conséquent, plus la proportion de NO est élevée). Ainsi, ce rapport est minimal pour les sites de Mons ou Charleroi. A l'autre extrême, nous avons les stations rurales. La station d'Engis constitue un cas intermédiaire. En été, le NO est plus rapidement oxydé par la présence d'ozone et logiquement le rapport NO_2/NO_x augmente, à l'exception de la station de Dourbes. Cette station est connue pour enregistrer des teneurs en ozone plus élevées que dans le reste du réseau et il n'est pas impossible que des mécanismes plus complexes faisant intervenir des composés organiques soient à l'origine de ce phénomène.

| Station | Localité | NO ₂ / NO _x (hiver 2003-2004) | NO ₂ / NO _x (été 2004) | NO _x hiver/NO _x été |
|---------|--------------------------|--|---|---|
| TMCH01 | Marchienne-au-Pont | 0.512 | 0.723 | 1.859 |
| TMCH03 | Charleroi (Gl. Michel) | 0.469 | 0.651 | 1.589 |
| TMCH04 | Lodelinsart | 0.544 | 0.721 | 1.629 |
| TMEG01 | Engis | 0.655 | 0.813 | 1.540 |
| TMMO01 | Mons | 0.433 | 0.610 | 1.866 |
| TMLG03 | Liège (P. de la Boverie) | 0.583 | 0.772 | 1.786 |
| TMNT01 | Dourbes | 0.776 | 0.724 | 1.688 |
| TMNT03 | Vezen | * | * | * |
| TMNT04 | Offagne | 0.846 | 0.859 | 1.668 |
| TMNT07 | Habay-la-Vieille | 0.771 | 0.783 | 1.914 |
| TMNT08 | Eupen | 0.798 | 1.027 | 2.055 |
| TMNT09 | Vielsalm | 0.828 | 0.978 | 1.470 |
| TMSG01 | Jemeppe | 0.528 | 0.757 | 1.761 |

Tableau 25 : Rapport entre les différents oxydes d'azote

