

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 16. 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, treize 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 2005

En 2005, le nombre de points de mesure du monoxyde d'azote est passé de 13 à 16 par l'ajout, lors du dernier trimestre, de deux moniteurs à Corroy et à Sinsin, améliorant ainsi la couverture du territoire, et par le rattachement au réseau télémétrique de la station de Liège (Chéra). Après une longue interruption, la station de Vezin a été remise en fonction durant le mois d'août 2005.

Les concentrations en monoxyde d'azote sont faibles (Tableaux 11 et 12) et même très faibles pour les stations rurales. Ainsi, à Habay 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 nouvelle station Liège (Chéra) est la plus chargée, suivie de près par la station de Jemeppe. Ces deux stations sont situées à quelques centaines de mètres de voies importantes de communication. 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 2004, on observe une diminution particulièrement visible pour les stations les plus exposées et qui ne se marque pour les stations rurales que sur les centiles les plus élevés.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
TMCH01	Marchienne-au-Pont	16063	16342	14	12	5	4	34	30	59	50	95	88
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	15743	16327	25	22	13	12	62	52	89	77	132	114
TMCH04	Lodelinsart	15577	14701	15	13	3	3	38	32	68	59	127	104
TMEG01	Engis	15338	15641	9	7	2	2	24	16	43	34	72	67
TMLG03	Liège (P. de la Boverie)	14669	15870	13	10	5	4	34	24	53	42	88	71
TMLG06	Liège (Chéra)	/	14942	/	16	/	6	/	41	/	66	/	101
TMMO01	Mons	15152	16537	19	19	7	7	49	49	76	79	127	128
TMNT01	Dourbes	14908	16055	2	2	1	1	3	2	5	3	12	6
TMNT02 ⁽¹⁾	Corroy-le-Grand	/	2663	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT03 ⁽²⁾	Vezein	5344	6160	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TMNT04	Offagne	15414	14154	2	2	1	1	3	4	6	6	13	10
TMNT05 ⁽³⁾	Sinsin	/	2877	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT07	Habay-la-Vieille	15742	16150	3	2	1	0	6	4	12	8	32	15
TMNT08	Eupen	16363	15986	3	3	0	1	7	6	15	12	30	24
TMNT09	Vielsalm	14899	(10755)	1	(0)	0	(0)	1	(1)	3	(2)	8	(3)
TMSG01	Jemeppe	15873	16117	17	13	4	4	46	36	76	61	128	105

(1) Début le 01/11/05

(2) Remise en fonction le 18/08/05

(3) Début le 29/10/05

Tableau 11 : Monoxyde d'azote - Valeurs semi-horaires - Statistiques 2004 et 2005

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
TMCH01	Marchienne-au-Pont	355	361	14	12	8	7	32	26	53	40	72	58
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	347	360	25	22	17	15	52	47	81	65	95	85
TMCH04	Lodelinsart	346	327	15	13	6	6	37	31	60	52	81	71
TMEG01	Engis	347	353	9	7	4	3	19	17	35	27	57	40
TMLG03	Liège (P. de la Boverie)	329	354	13	10	7	5	29	21	40	37	67	51
TMLG06	Liège (Chéra)	/	317	/	16	/	10	/	34	/	54	/	72
TMMO01	Mons	337	364	19	19	11	12	39	45	58	59	88	84
TMNT01	Dourbes	331	356	2	2	1	1	3	2	4	3	12	4
TMNT02 ⁽¹⁾	Corroy-le-Grand	/	59	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT03 ⁽²⁾	Vezein	121	135	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TMNT04	Offagne	345	313	2	2	1	2	3	3	5	4	7	7
TMNT05 ⁽³⁾	Sinsin	/	63	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT07	Habay-la-Vieille	358	357	3	2	1	1	6	4	10	6	21	9
TMNT08	Eupen	362	357	3	3	1	1	8	6	12	10	24	16
TMNT09	Vielsalm	331	(238)	1	(0)	0	(0)	2	(1)	2	(1)	6	(3)
TMSG01	Jemeppe	354	356	17	13	7	6	39	33	57	50	130	63

(1) Début le 01/11/05

(2) Remise en fonction le 18/08/05

(3) Début le 29/10/05

Tableau 12 : Monoxyde d'azote - Valeurs journalières - Statistiques 2004 et 2005

3.2.2. Variations saisonnières

Comme pour la plupart des polluants, les teneurs en monoxyde d'azote varient selon les saisons (Figure 8). 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 deux premiers et les deux derniers mois de l'année 2005 et les plus faibles durant une période allant de mai à fin août. Durant la première moitié du mois de janvier, les concentrations furent inférieures à celles généralement rencontrées durant cette période de l'hiver. Ce phénomène se trouve dans les évolutions des concentrations en dioxyde de soufre et correspond à un excès de la température moyenne durant un mois généralement plus froid.

Durant cette quinzaine, la météo fut sous l'influence de courants maritimes qui amenèrent un air moins chargé en polluants que dans le cas d'un air d'origine continentale. On retrouve également des concentrations moindres durant la dernière décennie du mois d'octobre et les premiers jours de novembre. Une nouvelle fois, cette période fut caractérisée par un excès de température moyenne et octobre 2005 fut le deuxième mois le plus chaud depuis 1833.

Autour du 27, 28 janvier, on observe un pic dont l'intensité varie selon les stations. Cette période fut caractérisée par un climat sous l'influence des courants polaires et les températures minimales ont été mesurées les 26 ou 27 janvier (source : Résumé climatologique de janvier 2005 – IRM). Les 7, 8 ou 9 février, on observe aussi un pic de pollution lié à une météo régie par des courants d'origine continentale. Un autre épisode eut lieu les 23 ou 24 novembre (courants d'origine polaire) et enfin, nous retrouvons également un dernier épisode les 11 ou 12 décembre, épisode déjà évoqué pour le dioxyde de soufre.

Les périodes de basse température s'accompagnent généralement d'épisode de pollution car les conditions climatiques sont alors défavorables à une bonne dispersion des polluants. Cet effet peut s'accroître par l'apport d'un air pollué d'origine continentale.

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 13), 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 décembre a été le moins chargé de ces cinq dernières années.

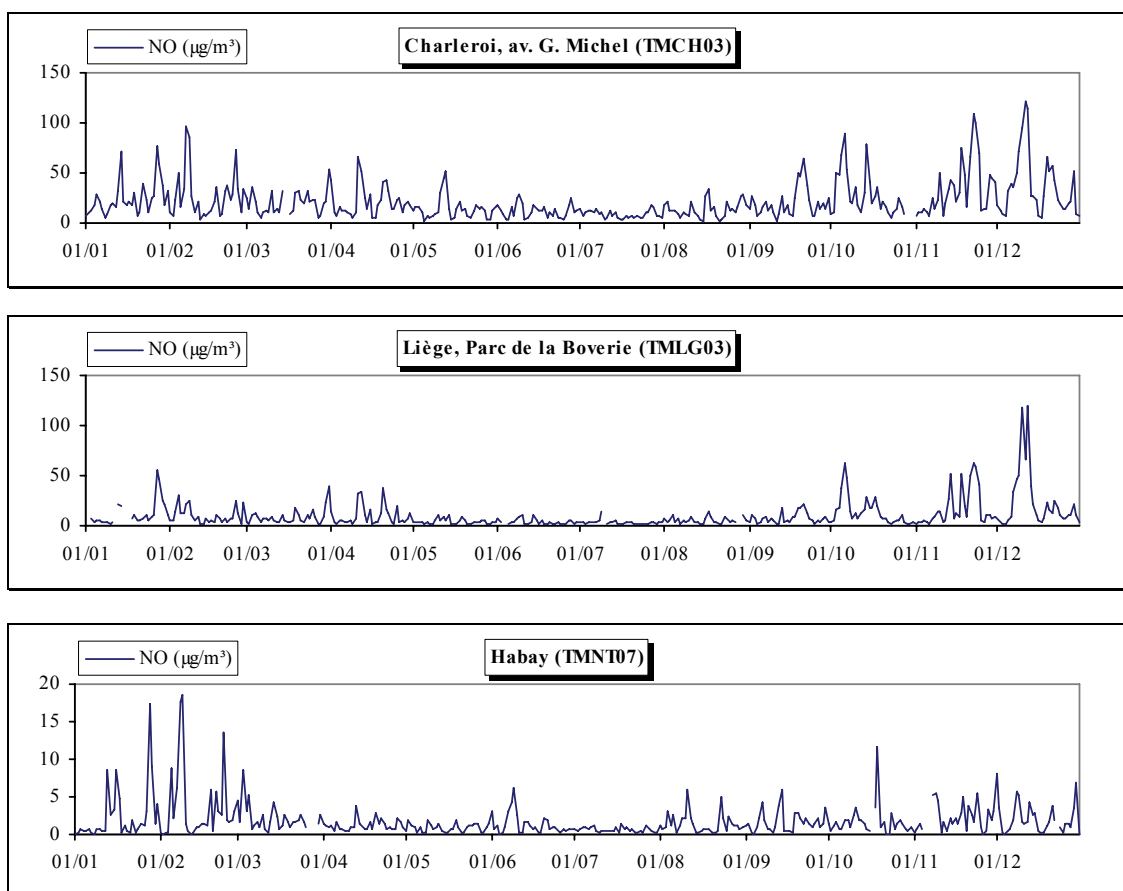


Figure 8 : Monoxyde d'azote - Evolution des concentrations journalières - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

Moyennes mensuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)										
	2001		2002		2003		2004		2005	
	TMCH03	TMNT07	TMCH03	TMNT07	TMCH03	TMNT07	TMCH03	TMNT07	TMCH03	TMNT07
Janvier	58	8	38	11	37	2	25	3	25	2
Février	38	4	20	3	48	3	30	2	27	4
Mars	27	5	33	4	35	2	27	2	20	2
Avril	15	4	16	3	20	2	21	1	21	1
Mai	18	3	15	3	13	1	14	1	14	1
Juin	12	3	17	3	11	1	10	1	12	1
Juillet	12	3	10	3	(8)	1	11	1	9	1
Août	14	3	11	3	11	1	9	1	13	1
Septembre	19	4	31	3	26	2	19	2	20	2
Octobre	27	5	34	4	37	2	26	2	29	2
Novembre	60	5	29	5	33	3	45	5	34	2
Décembre	51	6	43	7	49	5	65	11	36	2

Tableau 13 : Monoxyde d'azote - 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 9). 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 2005, on observe d'une année à l'autre de légères variations à la hausse ou à la baisse. En 2005, on a atteint des niveaux se rapprochant du minimum de 2000. L'apparente augmentation à la station de Vezin doit être tempérée car la couverture de l'année était faible avec seulement 35 % de valeurs valides.

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.

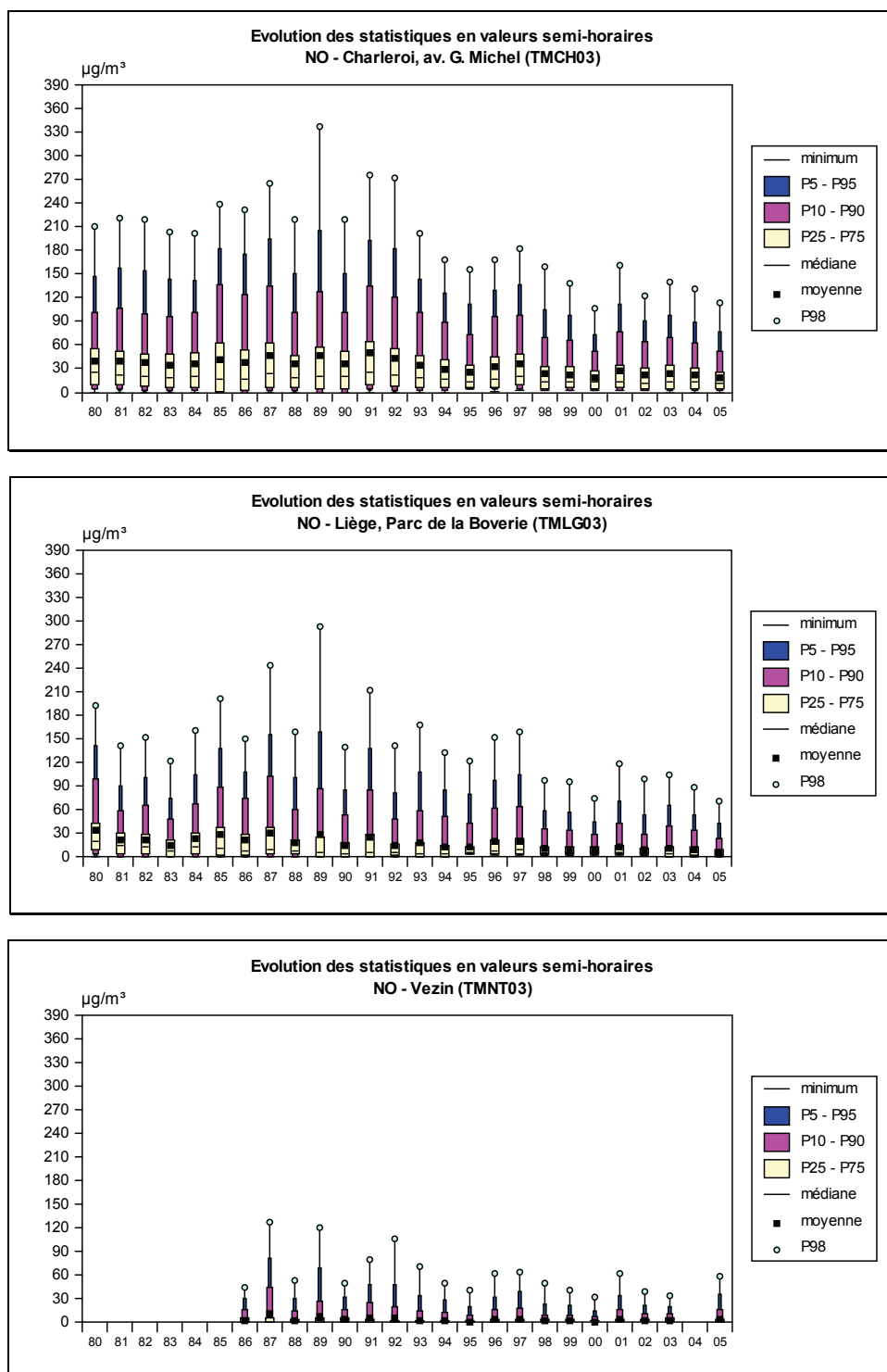


Figure 9 : Monoxyde d'azote - Evolution des paramètres statistiques (valeurs semi-horaires) - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Vezin (TMNT03)

3.2.4. Journée et semaine moyennes

Les concentrations en NO varient fortement au cours d'une journée (Figure 10). 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.

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.

Sur le profil d'une semaine moyenne (Figure 11), on remarque une très nette diminution des

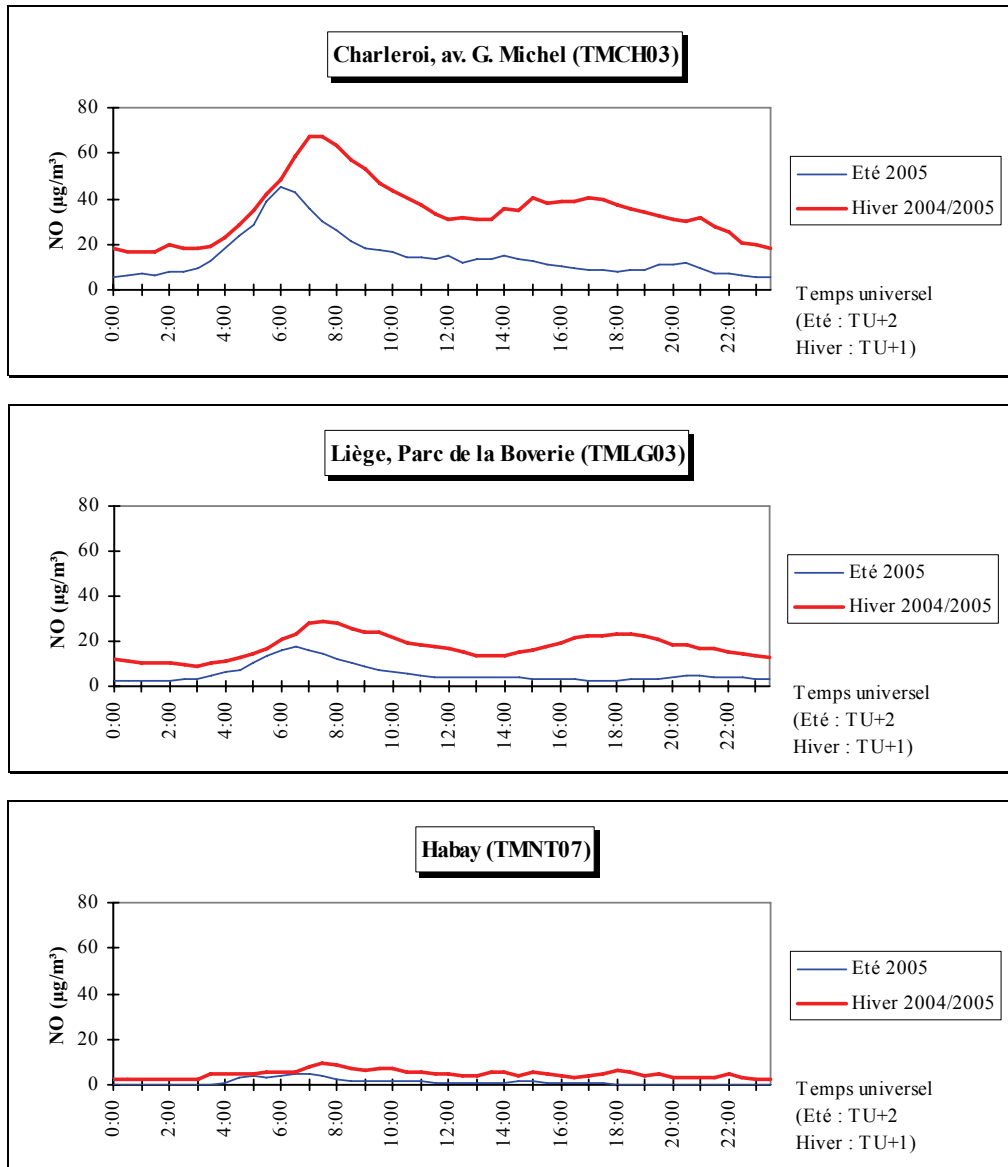


Figure 10 : Monoxyde d'azote - Journée moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

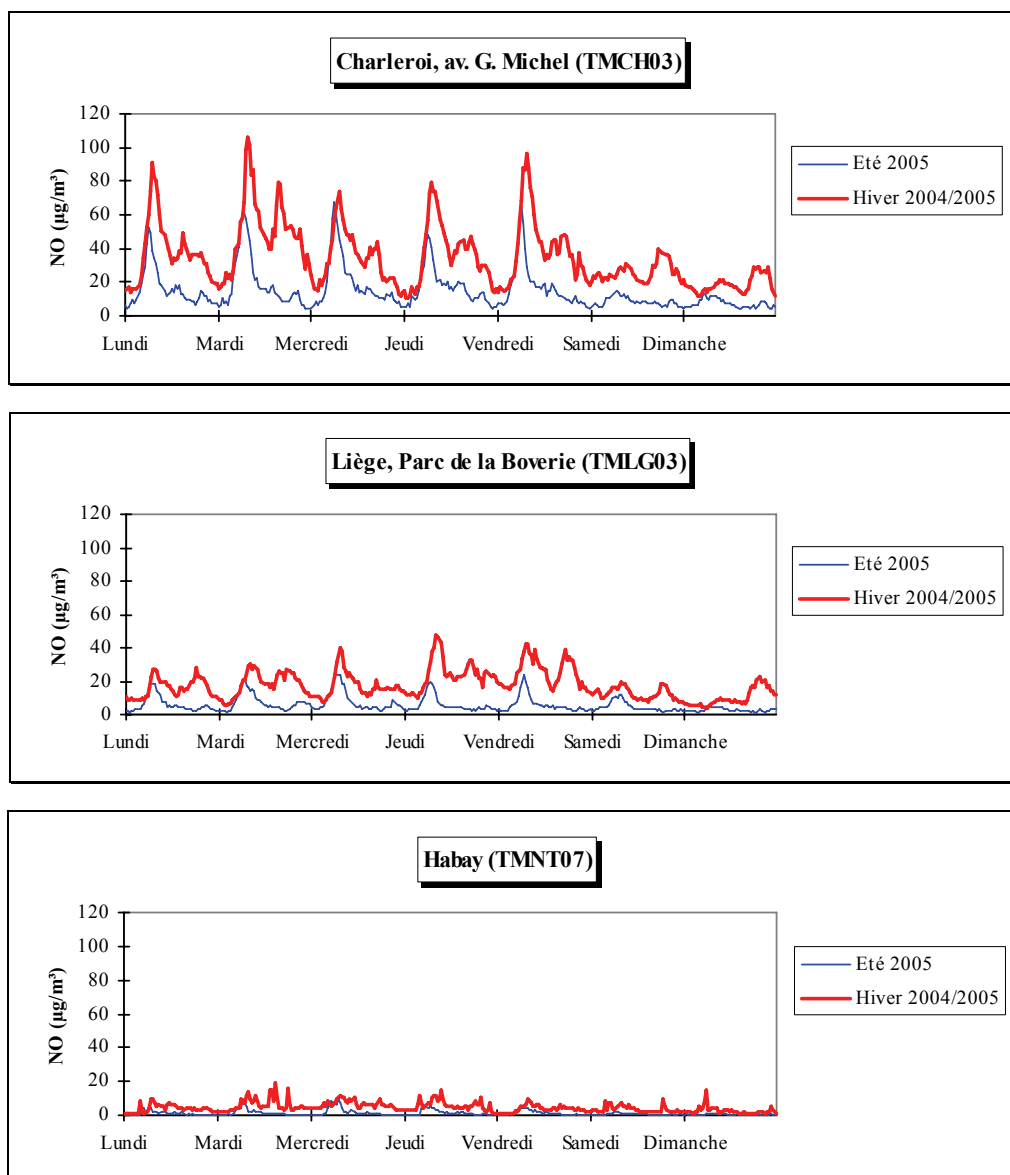


Figure 11 : Monoxyde d'azote - Semaine moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

3.3. Dioxyde d'azote

3.3.1. Résultats de l'année 2005

Si les concentrations sont plus élevées pour les stations urbaines ou sous l'influence du trafic (Mons, Lodelinsart, Charleroi, Marchienne, Liège (Boverie et Chéra) 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 14 et 15). Si on compare les moyennes des stations de Liège (Boverie) et de Charleroi, on constate une différence de 20 % alors que pour les concentrations en NO, la moyenne de Charleroi est plus que le double de celle de Liège (Boverie). 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. Les deux stations de Liège constituent un autre exemple. Leurs moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont égales alors que la station Liège (Chéra) plus exposée à la circulation montre une moyenne en monoxyde d'azote plus élevée que celle de la station du Parc de la Boverie.

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 centile 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.

Par rapport à 2004, la plupart des paramètres statistiques soit accusent une légère diminution soit sont stables.

3.3.2. Variations saisonnières

Les concentrations en dioxyde d'azote évoluent peu au cours de l'année (Figure 12). 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 (µg/m³)		Médiane (µg/m³)		P90 (µg/m³)		P95 (µg/m³)		P98 (µg/m³)	
		2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
TMCH01	Marchienne-au-Pont	16064	16342	31	31	29	28	53	52	61	59	71	69
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	15759	16313	43	41	41	39	70	66	80	74	94	85
TMCH04	Lodelinsart	15613	14701	35	33	32	31	57	57	66	65	79	77
TMEG01	Engis	15348	15661	30	27	27	24	51	48	58	55	69	63
TMLG03	Liège (P. de la Boverie)	14668	15873	35	34	33	31	57	57	65	64	75	73
TMLG06	Liège (Chéra)	/	14942	/	34	/	31	/	57	/	67	/	80
TMMO01	Mons	15158	16537	30	32	28	29	52	53	60	60	72	72
TMNT01	Dourbes	14910	16069	13	11	10	9	26	22	34	28	43	37
TMNT02 ⁽¹⁾	Corroy-le-Grand	/	2663	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT03 ⁽²⁾	Vezin	5345	6161	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TMNT04	Offagne	15416	14158	14	13	11	11	26	24	34	30	43	40
TMNT05 ⁽³⁾	Sinsin	/	2877	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT07	Habay-la-Vieille	15772	16152	14	14	11	11	28	27	36	34	45	44
TMNT08	Eupen	16376	15986	14	16	11	12	31	31	38	39	47	47
TMNT09	Vielsalm	14897	(10748)	10	(10)	8	(7)	19	(22)	25	(28)	33	(37)
TMSG01	Jemeppe	15873	16117	37	35	36	33	59	55	66	63	76	71

(1) Début le 01/11/05

(2) Remise en fonction le 18/08/05

(3) Début le 29/10/05

Tableau 14 : Dioxyde d'azote - Valeurs semi-horaires - Statistiques 2004 et 2005

Station	Localité	Nombre de valeurs		Moyenne (µg/m³)		Médiane (µg/m³)		P90 (µg/m³)		P95 (µg/m³)		P98 (µg/m³)	
		2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
TMCH01	Marchienne-au-Pont	355	361	31	31	30	29	47	45	50	50	57	52
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	347	359	43	41	42	40	61	59	72	62	89	66
TMCH04	Lodelinsart	347	327	35	33	34	31	49	50	55	55	62	59
TMEG01	Engis	347	353	30	27	28	25	45	42	50	46	58	51
TMLG03	Liège (P. de la Boverie)	329	354	35	34	34	34	50	50	55	53	63	57
TMLG06	Liège (Chéra)	/	317	/	34	/	33	/	51	/	57	/	64
TMMO01	Mons	337	364	30	32	30	31	43	44	48	48	52	53
TMNT01	Dourbes	331	356	13	11	10	9	25	20	31	26	34	33
TMNT02 ⁽¹⁾	Corroy-le-Grand	/	59	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT03 ⁽²⁾	Vezin	121	135	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
TMNT04	Offagne	345	313	14	13	12	12	25	22	30	27	35	35
TMNT05 ⁽³⁾	Sinsin	/	63	/	*	/	*	/	*	/	*	/	*
TMNT07	Habay-la-Vieille	358	357	14	14	12	12	24	24	31	29	41	35
TMNT08	Eupen	362	357	14	16	12	13	26	27	36	33	41	40
TMNT09	Vielsalm	331	(238)	10	(10)	9	(7)	17	(22)	22	(26)	27	(30)
TMSG01	Jemeppe	354	356	37	35	36	34	52	49	56	52	63	56

(1) Début le 01/11/05

(2) Remise en fonction le 18/08/05

(3) Début le 29/10/05

Tableau 15 : Dioxyde d'azote - Valeurs journalières - Statistiques 2004 et 2005

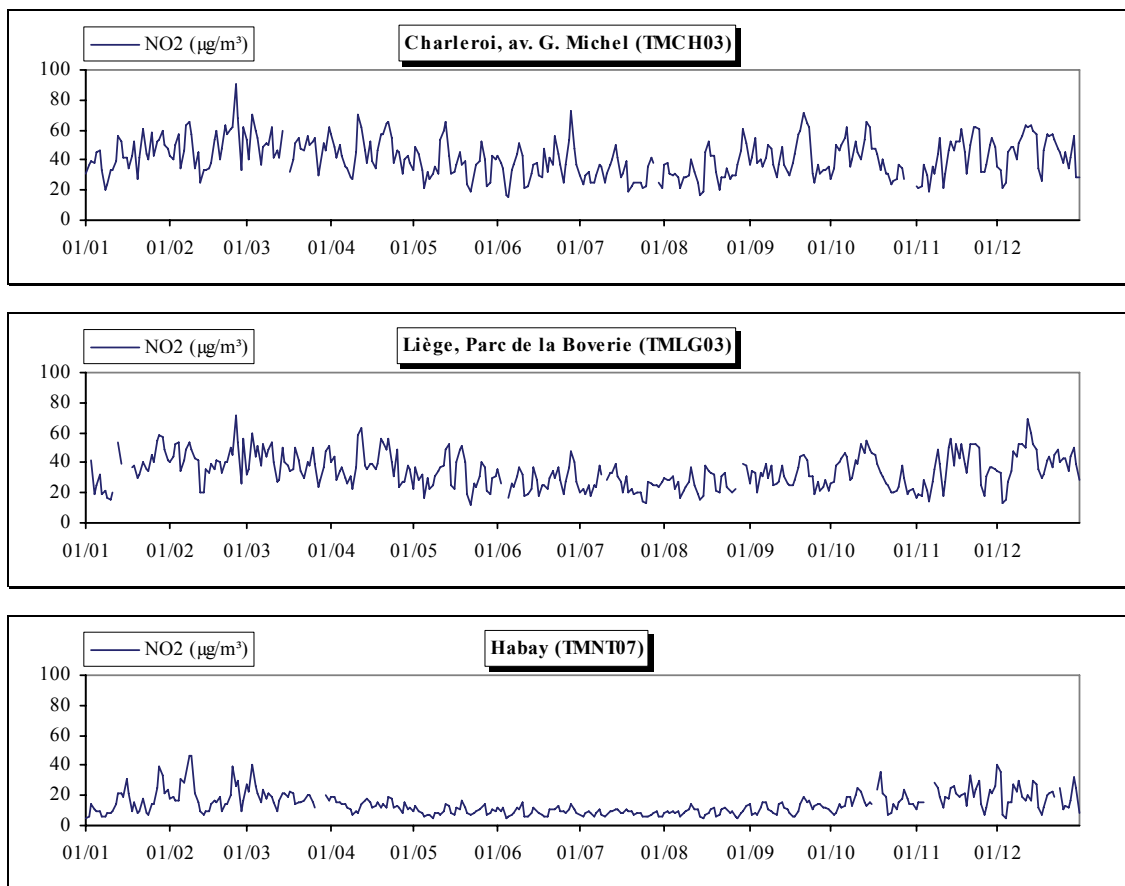


Figure 12 : Dioxyde d'azote - Evolution des concentrations journalières - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

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 13). 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 qui semble bien s'être arrêtée en 2005.

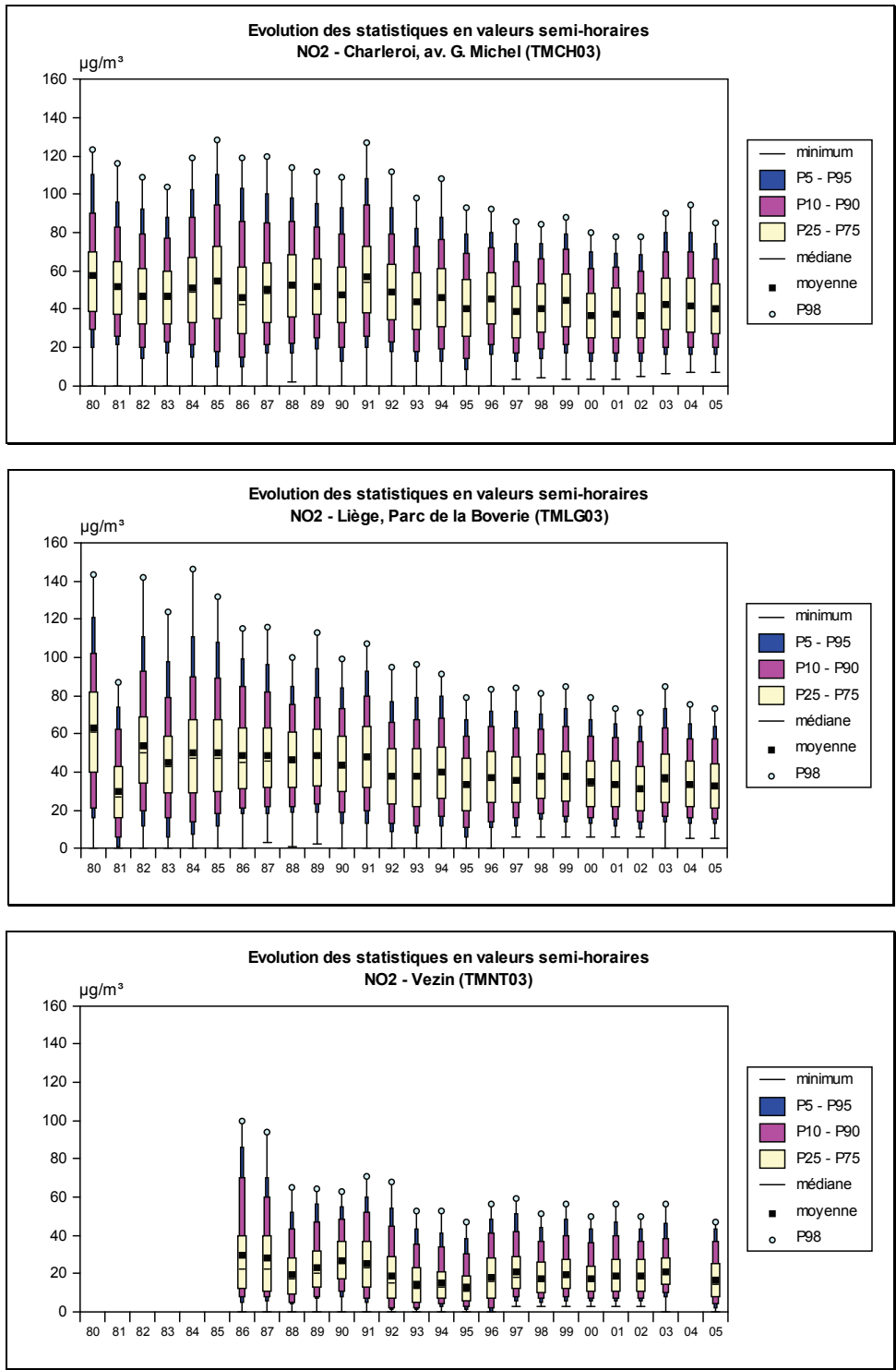


Figure 13 : Dioxyde d'azote - Evolution des paramètres statistiques (valeurs semi-horaires) - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Vezin (TMNT03)

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 16)

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

En 2004, la valeur limite est largement respectée (Tableau 17). 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	8005	28	68	106
TMCH03	7969	40	84	129
TMCH04	7129	31	76	134
TMEG01	7631	24	63	317
TMLG03	7733	32	72	108
TMLG06	7444	31	80	209
TMMO01	8137	30	71	145
TMNT01	7864	9	37	65
TMNT02	1303	*	*	*
TMNT03	3041	*	*	*
TMNT04	6905	11	40	80
TMNT05	1394	*	*	*
TMNT07	7920	12	44	105
TMNT08	7781	13	47	93
TMNT09	(5225)	(8)	(37)	(73)
TMSG01	7879	33	70	106

Tableau 17 : Dioxyde d'azote - Valeurs horaires – Médianes, centiles 98 et maxima – 2005

Globalement, la situation s'est améliorée et on n'observe plus de dépassements des valeurs guides depuis 1991 (Figure 14).

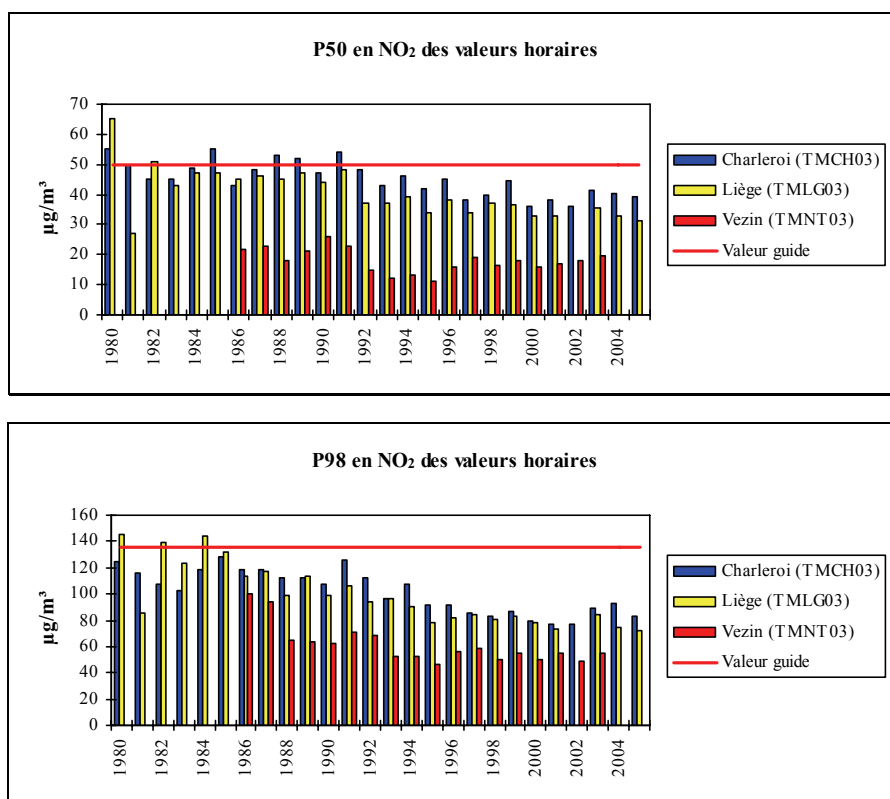


Figure 14 : Dioxyde d'azote - Evolution de la médiane et du centile 98 - Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Vezin (TMNT03)

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 18). 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 2005, on a observé deux dépassements de la valeur limite horaire : un à la station de Liège (Chéra) et un à Engis (Tableau 19). Dans chacun des cas, ces épisodes ne correspondent pas à des conditions météorologiques particulières, ne se retrouvent pas pour d'autres stations et ne s'accompagnent pas d'une augmentation des autres polluants, monoxyde d'azote excepté. Il s'agit probablement à chaque fois d'incident à caractère local. A titre d'exemple, la Figure 15 reprend l'évolution des concentrations horaires à Engis. Malgré ces deux dépassements, on est loin des 18 dépassements permis et, en ce qui concerne la valeur limite horaire, la norme est respectée.

Station	Date	Heure	Valeurs (µg/m ³)
TMLG06, Liège (Chéra)	20/04/2005	8 à 9h	209
Total (TMLG06)	1		
TMEG01, Engis	1/06/2005	2 à 3h	317
Total (TMEG01)	1		

Tableau 18 : Dioxyde d'azote- Dépassements de la valeur limite horaire de protection de la santé (200 µg/m³ sur 1h) – 2005

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

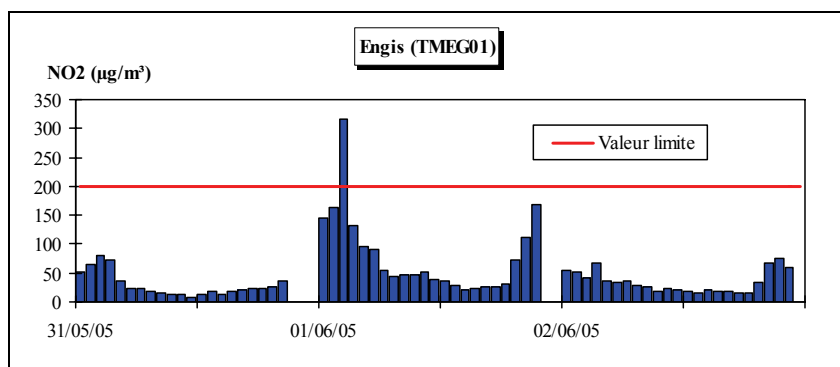


Figure 15 : Engis - Evolution des valeurs horaires en dioxyde d'azote (31/05/05 au 02/06/05)

Le seuil d'alerte de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur trois heures consécutives ne fut jamais atteint en 2005. La valeur limite annuelle pour la protection de la santé ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005). Enfin, la valeur limite annuelle pour la protection de la végétation est respectée pour toutes les stations à caractère rural.

En 2005, on a enregistré à Charleroi un dépassement de la limite annuelle pour la troisième année consécutive même si ce dépassement fut de faible amplitude (Figure 16). Toutefois, on se situe en dessous de la valeur limite augmentée de la marge de dépassement autorisée ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005). Entre 1999 et 2002, le seuil de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne fut pas franchi même si les moyennes annuelles en

étaient fort proches. Depuis 1997, les moyennes annuelles à Charleroi sont proches de la limite annuelle, parfois supérieures parfois inférieures. La situation s'est toutefois 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 et à Vezin, on n'a jamais connu de dépassements de la limite annuelle.

3.3.4.3. Autres chiffres de référence

Pour information, le Tableau 20 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.

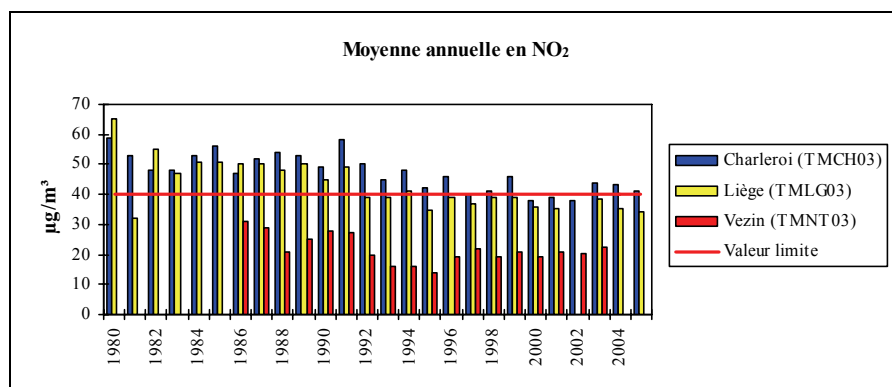


Figure 16 : Evolution des moyennes annuelles en dioxyde d'azote

Région/Pays	Seuil	Paramètre	Valeurs
Région de Bruxelles-Capitale	Seuil d'alerte	Moyenne journalière observée en deux stations	150 µg/m ³ de NO ₂
	Seuil d'alarme	Moyenne journalière observée en deux stations et prévisions défavorables pour le lendemain	400 µg/m ³ de NO ₂
Région flamande	Seuil de préalerte	Moyenne journalière observée en deux stations situées dans une même zone	150 µg/m ³ de NO ₂
	Seuil d'alerte	Moyenne journalière observée en deux stations situées dans une même zone	200 µg/m ³ de NO ₂
Valeurs guides OMS (WHO Air Quality Guidelines for Europe)		Moyenne horaire	200 µg/m ³ de NO ₂
		Moyenne annuelle	40 µg/m ³ de NO ₂
		Moyenne annuelle	30 µg/m ³ de NO _x (seuil critique effet écotoxique)
République fédérale d'Allemagne, valeurs MIK		Moyenne semi-horaire	200 µg/m ³ de NO ₂ 1000 µg/m ³ de NO
		Moyenne sur 24 h	100 µg/m ³ de NO ₂ 500 µg/m ³ de NO
USA, National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)		Moyenne annuelle	100 µg/m ³ de NO ₂

Tableau 20 : 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 21).

La Carte 2 reprend la répartition des jours de 2005 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 49 % (Eupen) à 79 % (Vielsalm). Le reste de l'année, les indices vont de 2 (très bon) à 5 (moyen) en proportion décroissante. Pour les stations plus urbaines et/ou industrielles, la proportion de jour d'indice égal à 1 ne représente plus que quelques pourcents et les valeurs se répartissent principalement sur les indices allant de 2 à 5 (de 80 à 98 % du temps) avec une fréquence maximale se situant à 3 et même 4 pour les stations de Charleroi (TMCH03) et Liège (TMLG03). Les indices peuvent parfois monter jusqu'à 6 (médiocre) ou 7 (très médiocre) mais seulement pendant de 1 à 2 % des jours.

3.3.6. Répartition géographique

La Figure 17 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 des stations de Corroy, Vezin et Sinsin 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. Dans cette représentation, Charleroi semble plus exposé que Liège. Ceci est plus que probablement lié à l'implantation des stations utilisées pour l'interpolation. En effet, la station du centre de Charleroi (TMCH03) est proche de la circulation tandis que les stations de Liège sont plus à l'écart. Ces considérations mettent en exergue la limitation due au modèle d'interpolation et aux manques dans la couverture du territoire. Il est clair que les moniteurs de Sinsin et Corroy amélioreront la couverture surtout pour cette dernière station qui permettra de voir l'impact de la région bruxelloise sur le Brabant wallon. Pour encore affiner le calcul, il faudrait encore une station pour assurer la couverture du Hainaut occidental.

Polluant		(µg/m ³)									
NO ₂	Max. horaire	0 à 25	26 à 45	46 à 60	61 à 80	81 à 110	111 à 150	151 à 200	201 à 270	271 à 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 21 : Dioxyde d'azote - Définition des indices de pollution

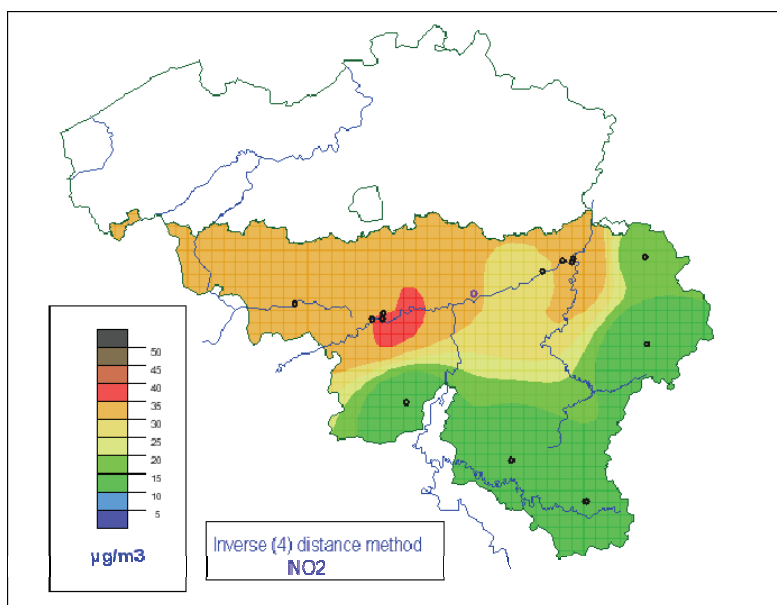


Figure 17 : Dioxyde d'azote - Répartition des moyennes annuelles – 2005

3.3.7. Journée et semaine moyennes

Sur les graphiques d'une journée moyenne (Figure 18), 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 19), 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.

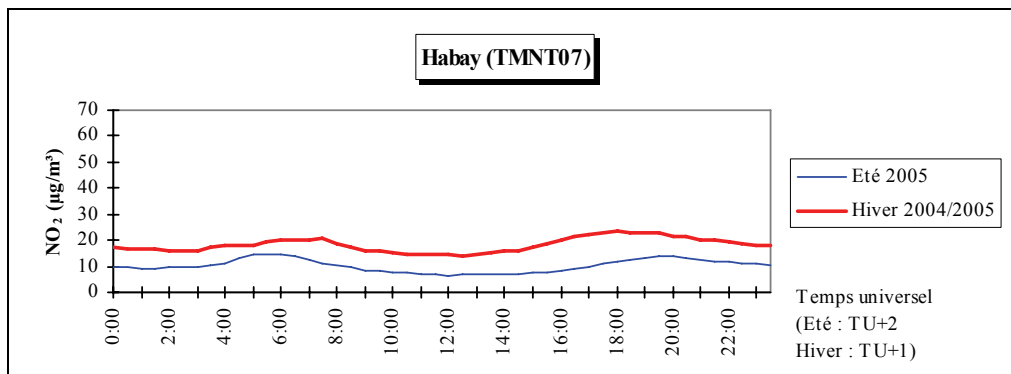
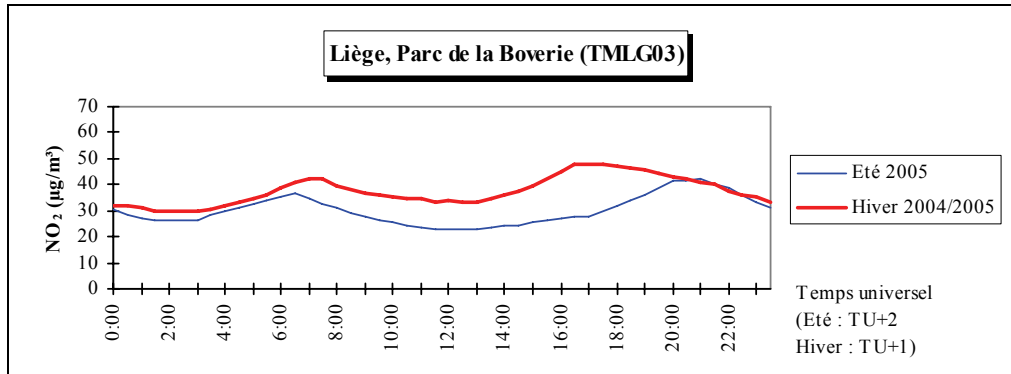
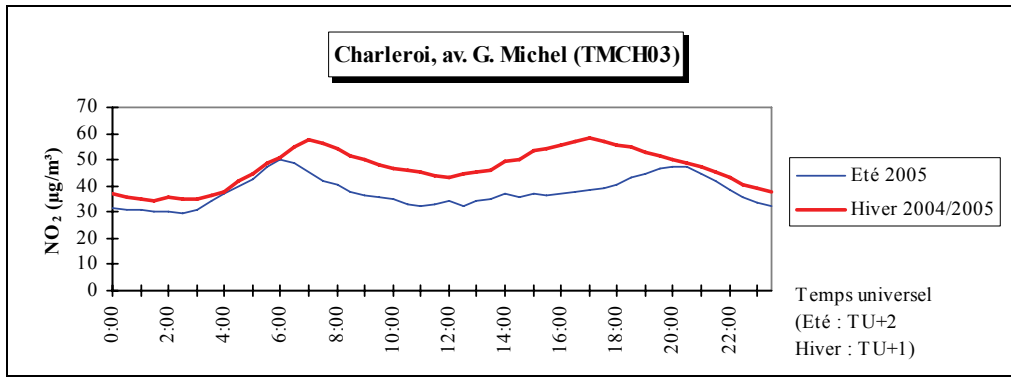
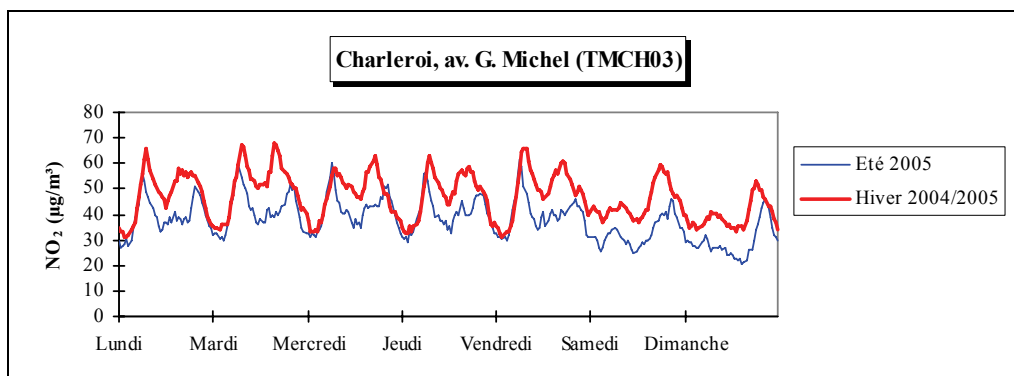


Figure 18 : Dioxyde d'azote - Journée moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)



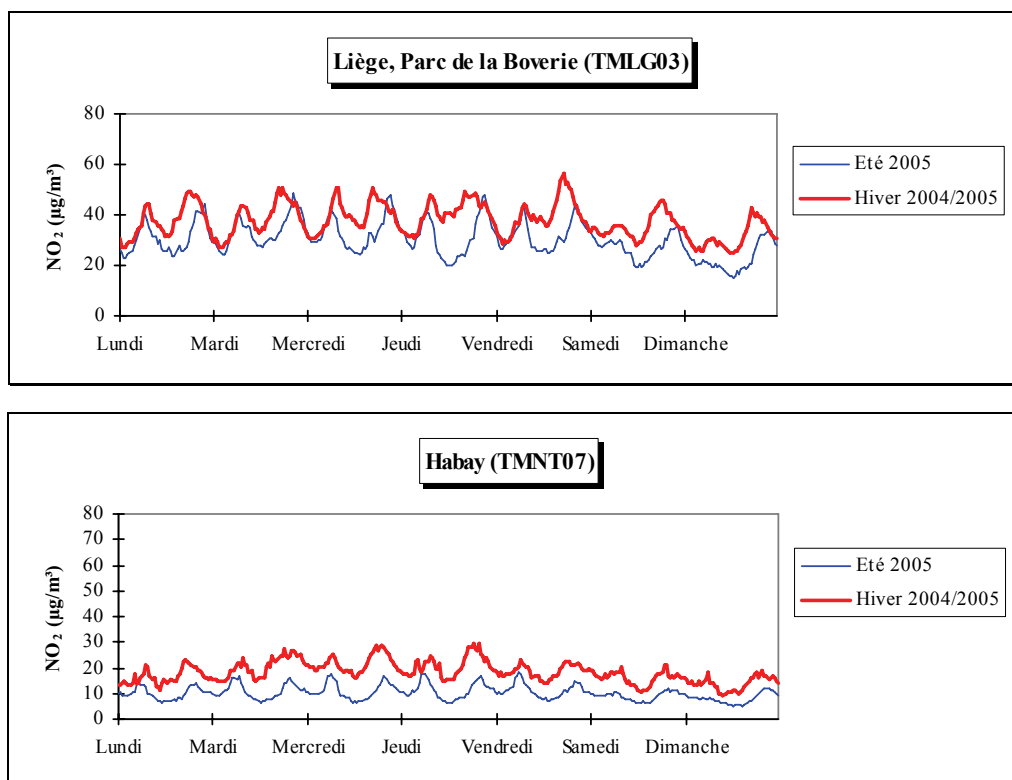


Figure 19 : Dioxyde d'azote - Semaine moyenne - Stations de Charleroi (TMCH03), Liège (TMLG03) et Habay (TMNT07)

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 22 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 des stations de Dourbes et d'Offagne. La station de Dourbes 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. Par contre, nous n'avons pas d'explication pour la station d'Offagne mais en 2004, les rapports suivaient la logique des autres stations.

Station	Localité	NO ₂ / NO _x (hiver 2004-2005)	NO ₂ / NO _x (été 2005)	NO _x hiver/NO _x été
TMCH01	Marchienne-au-Pont	0.521	0.708	1.659
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	0.468	0.626	1.650
TMCH04	Lodelinsart	0.521	0.713	1.823
TMEG01	Engis	0.608	0.788	1.559
TMMO01	Mons	0.466	0.603	1.602
TMLG03	Liège (P. de la Boverie)	0.584	0.777	1.657
TMLG06	Liège (Chéra)	*	0.683	*
TMNT01	Dourbes	0.772	0.767	1.757
TMNT02	Corroy-le-Grand	*	*	*
TMNT03	Veizin	*	*	*
TMNT04	Offagne	0.823	0.786	1.512
TMNT05	Sinsin	*	*	*
TMNT07	Habay-la-Vieille	0.694	0.778	2.004
TMNT08	Eupen	0.761	0.955	1.887
TMNT09	Vielsalm	0.841	*	*
TMSG01	Jemeppe	0.513	0.718	1.855

Tableau 22 : Rapport entre les différents oxydes d'azote