

Liège, le 31 août 2020

**EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR A  
PROXIMITE DU TRAFIC ROUTIER DANS DEUX  
STATIONS MOBILES INSTALLEES DANS LA VILLE DE  
LIEGE**

**Mesures réalisées du 17/11/2018 au 12/11/2019**

Rapport n°1525/2020

Sébastien FAYS  
Responsable U.T. Réseau Mobile,  
Cellule Qualité de l'air.



Wallonie

**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

Rapport n°1525/2020, page 1/66

## TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES .....</b>	<b>6</b>
<b>3. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10 ET PM2,5) .....</b>	<b>8</b>
3.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	8
3.2. NORMES ET VALEURS-GUIDES (PM10) .....	10
3.3. RESULTATS (PM10) .....	11
3.4. NORMES ET VALEURS-GUIDES (PM2,5) .....	16
3.5. RESULTATS (PM2,5) .....	18
<b>4. CARBONE NOIR (BLACK CARBON) .....</b>	<b>23</b>
4.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	23
4.2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE .....	23
4.3. RESULTATS .....	25
<b>5. OXYDES D'AZOTE (NO ET NO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>29</b>
5.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	29
5.2. NORMES ET VALEURS GUIDES (NO) .....	30
5.3. RESULTATS (NO) .....	30
5.4. NORMES ET VALEURS-GUIDES (NO <sub>2</sub> ) .....	34
5.5. RESULTATS .....	35
<b>6. COMPTAGE DU TRAFIC .....</b>	<b>41</b>
<b>7. CONCLUSIONS .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE</b>	
<b>ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL DE MESURE EN CONTINU</b>	
<b>ANNEXE 3 : RAPPORT ISSEP N°0658/2021 « CAMPAGNE DE MESURES DU DIOXYDE D'AZOTE DANS L'AIR AMBIANT PAR TUBES PASSIF »</b>	

## 1. Introduction

La pollution atmosphérique par les oxydes d'azote est émise pour une part importante par le trafic routier. L'AWAC (Agence Wallonne de l'Air et du Climat) a chargé l'ISSEP (Institut Scientifique de Service Public), exploitant des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, de mener le projet d'installer en Wallonie deux nouvelles stations permanentes de mesure de la qualité de l'air liées au trafic. L'une serait implantée à Liège, l'autre à Charleroi. Afin de déterminer le site dans chacune des villes pouvant convenir à l'implantation d'une station permanente de type trafic, l'ISSEP a réalisé deux campagnes de mesure ponctuelles, d'une durée d'un an chacune, à Liège et à Charleroi.

Ce rapport présente les résultats des mesures effectuées à Liège du 17/11/2018 au 12/11/2019 à l'aide de deux laboratoires mobiles.

En collaboration avec la Ville de Liège, deux sites de mesure ont été sélectionnés selon les critères de la Directive pour l'implantation d'une station trafic. Les deux stations mobiles installées permettent d'évaluer la qualité de l'air ambiant grâce à des mesures en continu des particules en suspension, fractions PM10 et PM2,5, du carbone noir (black carbon) et des oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>). Un comptage du trafic a également été réalisé au niveau des deux infrastructures routières étudiées.

Le Tableau 1.1 donne les caractéristiques des emplacements pour l'installation des stations de mesure et les Figures 1.1 et 1.2 montrent leur localisation géographique. L'Annexe 1 montre ces stations dans leur environnement local.

Le premier point de mesure (code : RMLG24) est situé Avenue Maurice Destenay, axe routier 2 x 1 bande, assez fréquenté dans l'hyper-centre de Liège. La station a été placée à proximité d'un passage pour piétons, à moins de 5 mètres de la bande de stationnement des véhicules. La station est installée à proximité d'un carrefour et d'une piste cyclable. Ce site présente donc l'avantage d'évaluer la qualité de l'air en termes de trafic mais aussi de population exposée (piétons, cyclistes, riverains, automobilistes).

Le second point de mesure (code : RMLG25) est placé quant à lui Boulevard de Froidmont, devant l'école professionnelle spécialisée Saint-Vincent Ferrer. Cet axe, 2 x 2 bandes, est très fréquenté car il constitue un point important d'entrée et de sortie de la ville à partir de/vers la liaison autoroutière E25-E40 (A602) à Angleur. La station mobile est installée ici en bordure immédiate des voies de circulation (moins de deux mètres entre la verticale du point de prélèvement et le bord de la première voie de circulation), à l'emplacement d'une place de parking.

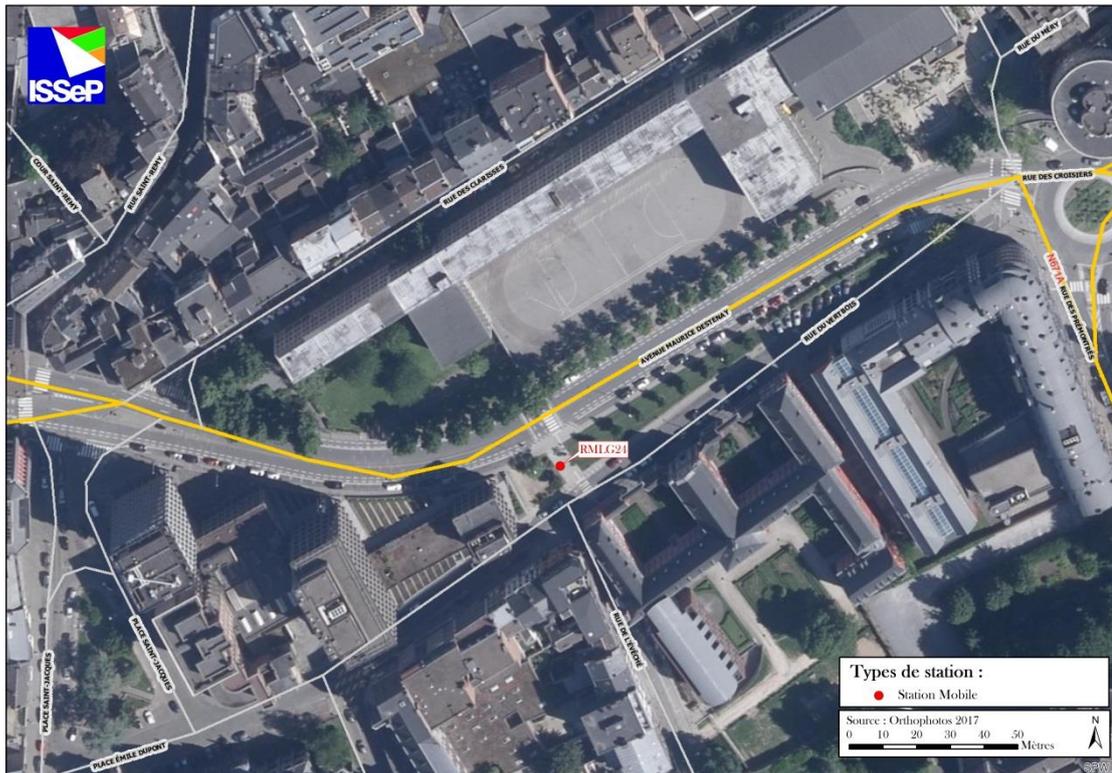
La position exacte des emplacements, prioritairement définie par rapport aux critères définis par la Directive 2008/50/CE, a également dû tenir compte de contraintes matérielles, telles que l'espace disponible pour installer le matériel durant la période de mesure et la possibilité d'un raccordement au réseau électrique.

Site de mesure	Lieu	Coordonnées Lambert	
		X	Y
<b>RMLG24</b>	Avenue Maurice Destenay, 1 B-4000 LIEGE	235097	148172
<b>RMLG25</b>	Boulevard de Froidmont 10 B-4020 LIEGE	236369	146806

**Tableau 1.1 : Localisation des stations de mesure**

**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

L'évaluation des niveaux de pollution à proximité de ces axes de circulation doit tenir compte de nombreux facteurs : émissions locales générées par le trafic automobile (dépendant elles-mêmes des conditions de circulation et de la composition du parc automobile), paramètres influant sur la dispersion des polluants (météorologie locale et configuration des voiries) et niveaux de concentration de fond des zones environnantes. Chacun des sites étudiés représente donc un cas particulier. Le choix du site définitif pour accueillir la station trafic permanente ne peut donc se limiter seulement à l'analyse des niveaux de pollution atmosphérique observés.



**Figure 1.1 : Localisation du site de mesure RMLG24**



**Figure 2.2 : Localisation du site de mesure RMLG25**

Les stations de mesure installées permettent d'évaluer la qualité de l'air ambiant, grâce à plusieurs types de mesures complémentaires :

Des mesures en continu et en temps réel de la pollution atmosphérique particulaire et minérale à l'aide d'analyseurs spécifiques automatiques.

Les paramètres mesurés par ces analyseurs sont les particules en suspension (PM10 et PM2,5), le carbone noir (*black carbon*) et les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>). Ces analyseurs fournissent des valeurs en continu et en temps réel qui sont ensuite moyennées sur une demi-heure afin de pouvoir être comparées aux mesures des stations permanentes du réseau de la qualité de l'air de Wallonie. Les moyennes journalières fournies dans ce rapport ne sont calculées que si un minimum de 75 % des mesures valides est disponible. Les principales caractéristiques techniques de ces analyseurs sont reprises dans l'Annexe 2.

Les principaux paramètres météorologiques ont également été mesurés à la station permanente de mesures de la qualité de l'air la plus proche de la zone qui nous intéresse, à savoir la station TMSG02 (Saint-Nicolas, rue Bois Saint-Gilles). La température et l'humidité sont mesurées à une hauteur approximative de 8 m tandis que la mesure de la direction et de la vitesse du vent est réalisée à une hauteur de 80 m environ et fournissent une bonne information générale quant aux vents sur l'ensemble de la région liégeoise.

En complément à ces mesures en continu, l'AWAC a également chargé l'ISSeP d'installer deux réseaux de mesure du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) par tubes passifs, dans les deux zones où les stations mobiles ont été placées : Avenue Maurice Destenay et Boulevard de Froidmont. Selon le plan d'implantation discuté avec l'AWAC, ces tubes passifs ont été installés de part et d'autre de ces axes. Les résultats de ces mesures, réalisées de décembre 2018 à février 2020, sont donnés dans le rapport ISSeP n°0658/2021 repris en Annexe 3.

**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

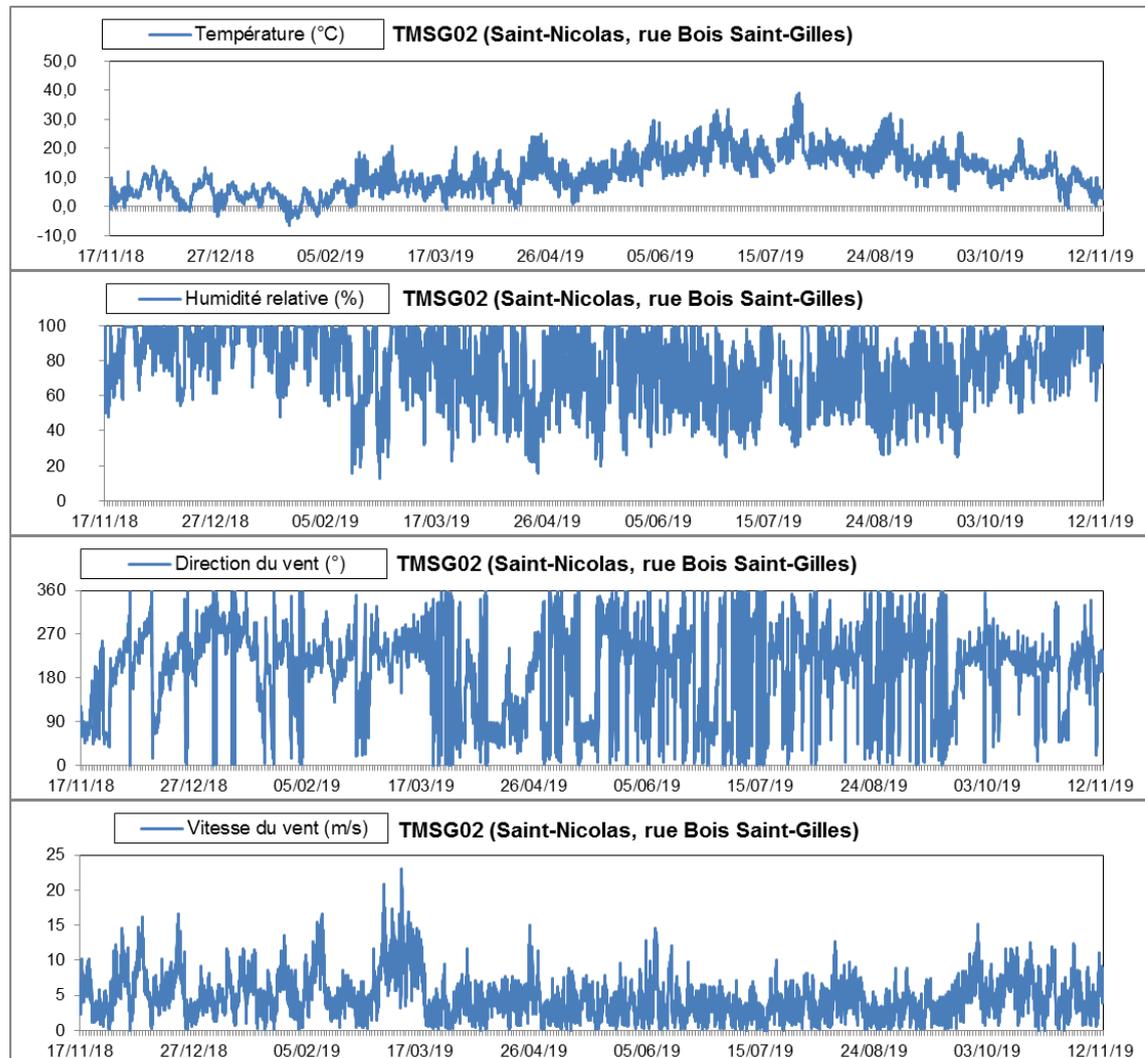
## 2. Paramètres météorologiques

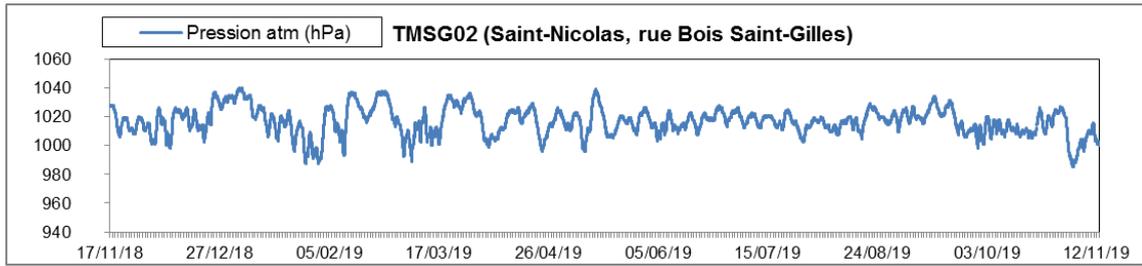
La température, l'humidité relative, la pression atmosphérique, la direction et la vitesse du vent ont été mesurées en continu à la station TMSG02 (Saint-Nicolas, rue Bois Saint-Gilles). Le Tableau donne quelques paramètres statistiques décrivant les mesures de la température. Ceux-ci donnent une première idée des conditions météorologiques rencontrées durant cette campagne.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
TMSG02	17229	11,4	10,8	-6,5	39,0

**Tableau 2.1 : Température – Valeurs semi-horaires – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

La Figure 2.1 montre l'évolution des paramètres météorologiques. Pour la lecture du graphique relatif à la direction du vent, la direction 0° correspond à un vent du nord et la rotation s'effectue dans le sens horlogique, d'où, par exemple, 90° coïncide avec un vent d'est.





**Figure 3.1 : Paramètres météorologiques – Evolution des valeurs semi-horaires –  
(17/11/2018 au 12/11/2019)**

## 3. Particules en suspension (PM10 et PM2,5)

### 3.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Schématiquement, on distingue, parmi les particules en suspension, deux types de particules avec des modes de formation différents : les grosses particules, d'origine naturelle, principalement émises par des processus mécaniques et biologiques (l'abrasion des sols, les embruns marins, les éruptions volcaniques, les feux de forêts, les pollens, ...) et les plus fines particules émises en tant que telles par les procédés de combustion et des procédés industriels. Ces dernières peuvent aussi résulter de la condensation de gaz à faible température de condensation, ou encore de réactions chimiques entre gaz donnant lieu à la formation d'un solide (formation de sulfates, d'ions ammonium). La séparation entre ces deux modes de formation n'est pas nette et la proportion entre les émissions naturelles et anthropiques est très variable.

Les particules en suspension dans l'air peuvent avoir des compositions, densités, formes et dimensions très diverses, selon leur mode de formation.

Les particules sont principalement caractérisées par leur diamètre aérodynamique<sup>1</sup>, variant de 0,02 µm à 100 µm pour les particules dites atmosphériques (restant dans l'air).

La distance de transport des particules présentes dans l'atmosphère dépend de leur taille et de leur densité. Les particules grosses et lourdes ont tendance à sédimenter rapidement, tandis que les particules fines ont un comportement qui s'apparente à celui des gaz et ne sédimenter pratiquement pas.

Les effets des particules en suspension portent surtout sur le système respiratoire. Ces effets sont plus marqués pour les particules les plus fines susceptibles d'atteindre les alvéoles pulmonaires qui ne sont pas protégées par un mucus et où les échanges entre les particules et le corps humain sont plus aisés.

En plus des effets dus à la présence physique de particules suite à leur dépôt à l'un ou l'autre niveau du tractus respiratoire, il peut y avoir certains effets toxiques dus aux composés (métaux, organiques) qu'elles contiennent. Ces composés présentent une concentration plus importante dans les fines particules du fait de leur mode de formation et de leur plus grande surface spécifique (les métaux et composés organiques ayant tendance à s'adsorber sur les particules).

On subdivise les particules en diverses classes, en fonction de la zone du système respiratoire qu'elles peuvent atteindre. Il est possible de mettre en parallèle certains systèmes d'échantillonnage avec la zone du système respiratoire que ces particules peuvent atteindre. Par exemple, le prélèvement des particules en suspension, fraction PM10, permet un échantillonnage représentatif de la fraction thoracique, c'est-à-dire des particules allant au-delà du larynx et pouvant atteindre la structure pulmonaire, en pourcentage plus ou moins important selon leurs dimensions.

---

<sup>1</sup> Le diamètre aérodynamique est le diamètre d'une sphère de densité unitaire ayant le même comportement aérodynamique que la particule considérée

Les émissions wallonnes de PM10 (chiffres 2017) sont principalement imputables au secteur résidentiel, avec une part de 43 % de la totalité des émissions. Le secteur de l'industrie représente le deuxième poste le plus important avec 31 % des émissions de PM10 avant le secteur des transports avec 12 %.

Les émissions de PM10 sont en forte diminution ces dernières années (moins 50 % entre 2000 et 2017). Malgré cette tendance générale et la forte diminution des émissions des secteurs de l'industrie (réduction de 70 % entre 2000 et 2017) et du transport (réduction de 55 % entre 2000 et 2017), la part des émissions due au secteur résidentiel et donc au chauffage est en augmentation ces dernières années (augmentation de 32 % entre 2000 et 2017).

Pour les PM2.5, les principaux secteurs sont (chiffres 2017) : le secteur résidentiel, avec une part de 63 % de la totalité des émissions, le secteur des transports avec 17 % et le secteur de l'industrie avec 13 %.

## 3.2. Normes et valeurs-guides (PM10)

### 3.2.1. Directive européenne

La Directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008, transposée dans la législation wallonne par l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15/07/2010 (MB du 01/09/2010), définit les deux valeurs limites pour la protection de la santé humaine ci-dessous :

	Période considérée	Valeur limite
Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 h	50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 fois par an
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	40 µg/m <sup>3</sup>

**Tableau 3.2.1.1 : Particules en suspension (PM10) – Valeurs limites (Directive 2008/50/CE)**

Il s'agit de valeurs portant sur une année et non de valeurs à court terme. Ainsi, il n'existe pas pour les particules de seuil d'alerte comme pour d'autres polluants tel que l'ozone. Si les valeurs limites ne sont pas respectées, les autorités sont tenues d'établir des plans d'action en vue de réduire les concentrations en PM10.

### 3.2.2. Valeurs-guides OMS

L'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a défini des valeurs-guides (« WHO air quality guidelines global update 2005 ») pour les particules en suspension, fraction PM10 :

Composé	Période considérée	Valeur-guide
PM10	1 an 24 h	20 µg/m <sup>3</sup> 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 fois par an

**Tableau 3.2.2.1 : Particules en suspension – Valeurs-guides OMS**

### 3.2.3. Indices (BelAQI)

Afin de rendre l'information accessible au plus grand nombre sans entrer dans des considérations scientifiques parfois complexes, des indices de qualité de l'air ont été définis par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE). Ces indices sont calculés quotidiennement en fonction de la moyenne journalière ; ils sont une appréciation qualitative et didactique de la qualité de l'air qui a peu de valeur scientifique et ne remplacent en aucun cas les interprétations plus approfondies.

PM10	µg/m <sup>3</sup>									
	0 à 10	11 à 20	21 à 30	31 à 40	41 à 50	51 à 60	61 à 70	71 à 80	81 à 100	>100
Moyenne 24 heures										
Indices	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Appréciations	Excellent	Très bon	Bon	Assez bon	Moyen	Médiocre	Très médiocre	Mauvais	Très mauvais	Exécration

**Tableau 3.2.3.1 : Particules en suspension (PM10) – Indices (BelAQI)**

### 3.3. Résultats (PM10)

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux particules en suspension (PM10) mesurées aux stations RMLG24 et RMLG25 entre le 17/11/2018 et le 12/11/2019. Toutes les valeurs présentées dans ce rapport sont des valeurs calibrées (voir Annexe 2).

Pour comparaison, sont également mentionnés les paramètres statistiques obtenus durant la même période dans les six stations de mesure de la qualité de l'air de la région liégeoise ainsi que dans une station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09 : Domaine de Tinsêbois). La station TMLG00 (Liège, Place Saint-Lambert) est de type urbain. Les stations TMLG04 (Angleur) et TMLG05 (Herstal, bd. Zénobe Gramme) sont de type fond/urbain. Les stations TMLG06 (Liège, ISSeP) et TMSG02 (Saint-Nicolas, rue Bois Saint-Gilles) sont de type fond/suburbain. Enfin, La station TMSG01 (Jemeppe, rue du Gosson) est de type industriel/suburbain.

Les centiles 95 et 98 représentent les valeurs telles que 95 % et 98 % des mesures leur soient inférieures.

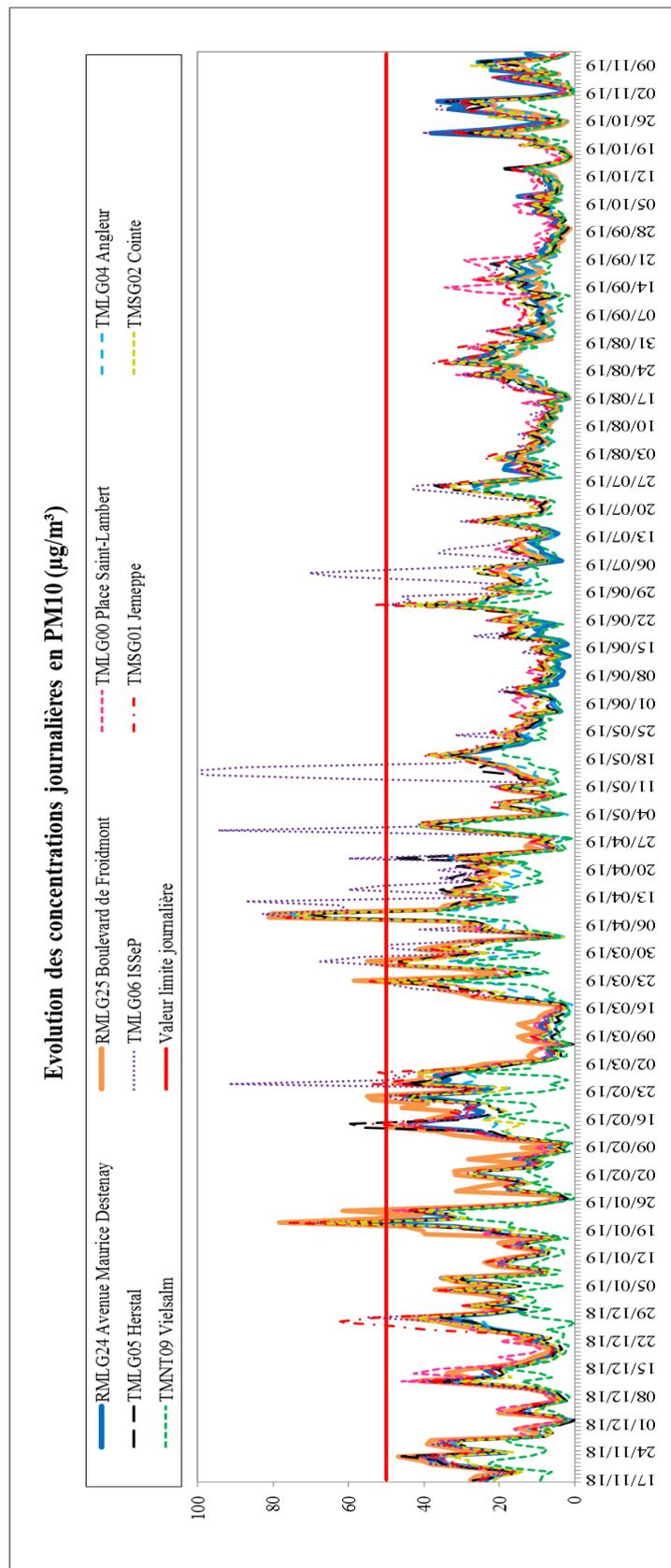
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	15278	16	12	41	50	168
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	16967	18	13	48	63	300
<b>TMLG00 (Place St-Lambert)</b>	16806	19	15	45	58	135
<b>TMLG04 (Angleur)</b>	17137	13	9	36	46	120
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	17241	16	12	43	55	233
<b>TMLG06 (ISSeP)</b>	17234	21	14	56	92	529
<b>TMSG01 (Jemeppe)</b>	17286	19	14	47	61	232
<b>TMSG02 (Cointe)</b>	17303	16	12	41	54	460
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	17284	9	7	26	33	80

Tableau 3.3.1 : PM10 – Valeurs semi-horaires – (17/11/2018 au 12/11/2019)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	317	15	12	35	40	58
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	351	18	14	41	54	81
<b>TMLG00 (Place St-Lambert)</b>	347	19	17	38	46	71
<b>TMLG04 (Angleur)</b>	355	13	11	31	38	77
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	359	16	14	37	46	70
<b>TMLG06 (ISSeP)</b>	359	21	16	55	75	103
<b>TMSG01 (Jemeppe)</b>	361	19	16	42	53	76
<b>TMSG02 (Cointe)</b>	361	16	14	36	43	74
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	361	9	7	23	29	37

Tableau 3.3.2 : PM10 – Valeurs journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)

La Figure 3.3.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension, comparées à la valeur limite journalière de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , à ne pas dépasser plus de 35 fois par an.



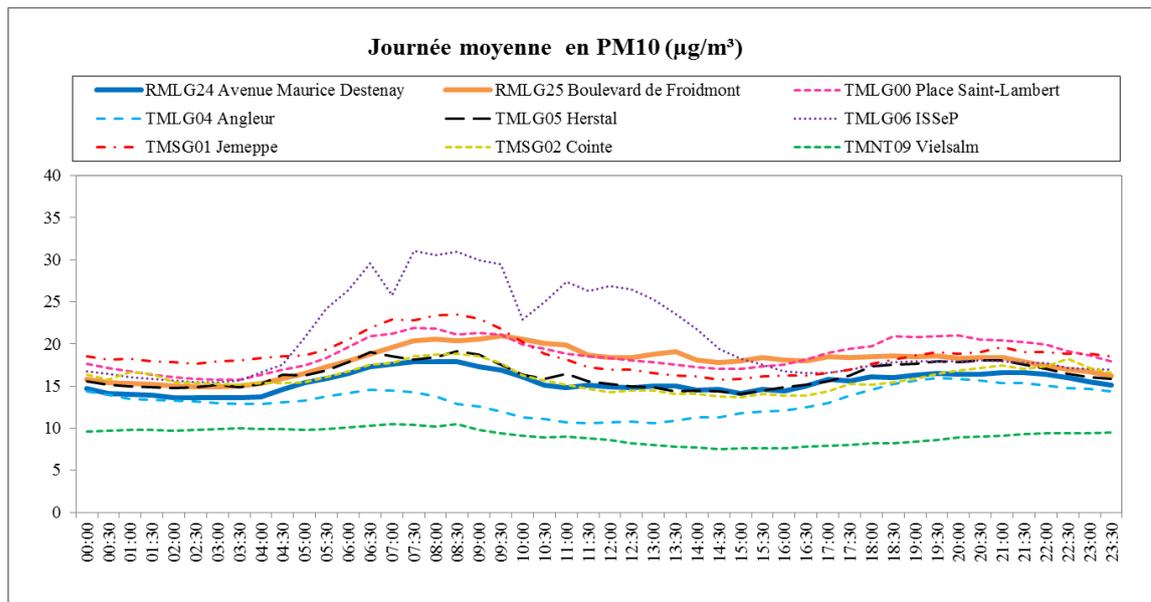
**Figure 3.3.1 : PM10 – Evolution des concentrations journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Une comparaison des données avec les valeurs limites de la Directive permet de noter que :

- la valeur limite annuelle de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  est largement respectée pour les stations RMLG24 et RMLG25 installées dans le cadre de cette étude, de même que pour l'ensemble des stations de comparaison mentionnées dans ce rapport ;
- par rapport à la valeur limite journalière de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , les 35 dépassements annuels permis par la Directive sont respectés pour les stations installées dans le cadre de cette étude (1 seul dépassement enregistré pour RMLG24 et 9 dépassements enregistrés pour RMLG25), de même que pour toutes les stations de comparaison mentionnées dans ce rapport.

En ce qui concerne les valeurs-guides de l'OMS, la valeur-guide annuelle (20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est respectée pour les deux stations installées dans le cadre de cette étude ainsi que pour les stations de comparaison, à l'exception de la station TMLG06 (ISSeP). La valeur-guide journalière est respectée pour les stations RMLG24 (Av M Destenay), TMLG04 (Angleur) et TMNT09 (Vielsalm), mais pas aux stations RMLG25 (Bd de Froidmont), TMLG00 (Place Saint-Lambert), TMLG05 (Herstal), TMLG06 (ISSeP), TMSG01(Jemeppe) et TMSG02 (Cointe).

La Figure 3.3.2 montre les profils de la journée moyenne en PM10 pour les stations RMLG24 et RMLG25, ainsi que pour les stations de comparaison (heures GMT). La journée moyenne pour les deux stations trafic montrent des profils similaires aux stations de comparaison de la région de Liège, à l'exception cependant de la station TMLG06 (ISSeP) pour laquelle on observe un profil particulier avec une augmentation des concentrations en PM10 en matinée.



**Figure 3.3.2 : PM10 – Journée moyenne – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

La Figure 3.3.3 montre les semaines moyennes en PM10 pour les sites de mesure RMLG24 et RMLG25 ainsi que pour les stations de comparaison. A l'exception de la station de fond TMNT09 (Vielsalm), les concentrations en PM10 enregistrées durant la semaine sont plus élevées que celles enregistrées le week-end.

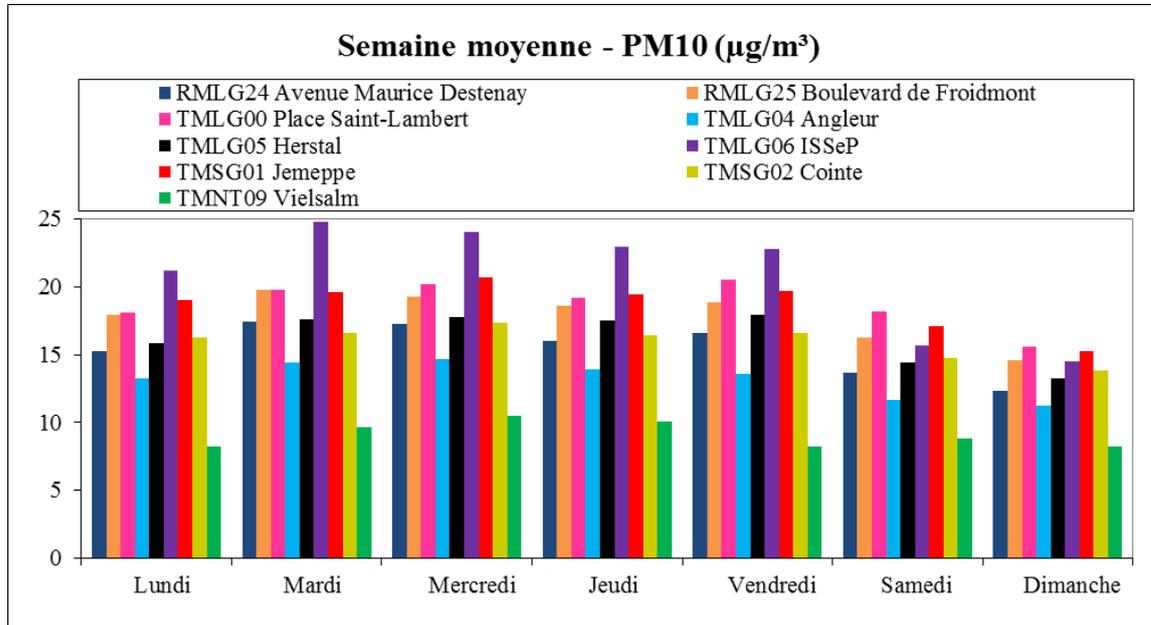


Figure 3.3.3 : PM10 – Semaine moyenne – (17/11/2018 au 12/11/2019)

La répartition des indices de qualité de l'air BelaQI, définis par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE), est reprise dans le Tableau 3.3.3.

Appréciation	Excellent	Très bon	Bon	Assez bon	Moyen	Médiocre	Très médiocre	Mauvais	Très mauvais	Exécration
Indice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nombre de jours (TOTAL)	Nombre de jours								
RMLG24	317	132	97	54	28	5	1	0	0	0
RMLG25	351	131	107	51	39	14	5	1	2	1
TMLG00	347	85	132	82	33	11	2	0	2	0
TMLG04	355	167	117	51	15	2	1	1	1	0
TMLG05	359	144	109	64	28	9	3	2	0	0
TMLG06	359	122	102	63	29	21	9	4	2	6
TMSG01	361	110	125	74	29	13	6	1	3	0
TMSG02	361	135	126	66	21	9	1	1	2	0
TMNT09	361	254	80	21	6	0	0	0	0	0

Tableau 3.3.3 : PM10 – Répartition de l'indice de qualité de l'air (BelaQI) – (17/11/2018 au 12/11/2019)

Le Tableau 3.3.4 reprend les concentrations moyennes en PM10 enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMLG24 et RMLG25, ainsi que pour l'ensemble des stations permanentes de Wallonie. Les concentrations les plus élevées sont enregistrées pour des stations de type industriel/suburbain (Engis et Marchienne-au-Pont).

Site de mesure	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	24
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	23
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	21
TMMO01 (Mons)	21
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	20
TMCH04 (Lodelinsart)	19
TMLG00 (Place Saint-Lambert)	19
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	18
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	<b>18</b>
TMCH02 (Marcinelle)	18
TMTO01 (Havennes)	17
TMCH05 (Châtelineau)	17
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	16
TMSG02 (Saint-Nicolas, rue Bois Saint-Gilles)	16
TMNT03 (Ville-en-Waret)	16
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	<b>16</b>
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	15
TMLG04 (Angleur, rue Canal de l'Ourthe)	13
TMNT05 (Sinsin)	12
TMNT01 (Dourbes)	12
TMNT10 (Membach, rue du Moulin)	12
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	11
TMNT04 (Offagne)	11
TMNT06 (Sainte-Ode)	10
TMNT09 (Vielsalm)	9

**Tableau 3.3.4 : PM10 – Concentrations moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

### **3.4. Normes et valeurs-guides (PM2,5)**

#### **3.4.1. Directive européenne**

Les particules en suspension PM2,5 sont réglementées par la Directive 2008/50/CE. Cette Directive utilise deux approches pour réglementer les teneurs en PM2.5. La première approche se base sur des valeurs en moyennes annuelles à ne pas dépasser. (Tableau 3.4.1.1).

<b>Période de calcul de la moyenne</b>	<b>Phase</b>	<b>Seuil</b>	<b>A partir de</b>
Année civile	1	25 µg/m <sup>3</sup>	01/01/2015
Année civile	2	20 µg/m <sup>3</sup>	01/01/2020

**Tableau 3.4.1.1 : Particules en suspension (PM2,5) – Valeurs limites (Directive 2008/50/CE)**

La seconde approche est basée sur l'indicateur d'exposition moyenne (IEM). Cet indicateur, exprimé en µg/m<sup>3</sup>, est déterminé sur la base des mesures effectuées dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine et situés dans des zones et des agglomérations sur l'ensemble du territoire d'un Etat membre. En Belgique, 8 stations implantées dans les principaux centres urbains du pays ont été sélectionnés pour le suivi de l'IEM (Molenbeek, Uccle, Bruges, Gand, Anvers, Schoten, Liège et Charleroi). L'IEM se calcule sur base de la moyenne de ces 8 stations sur 3 années consécutives (par exemple, 2008 à 2010 pour l'IEM de 2010)

La Directive fixe deux critères pour l'IEM. Le premier critère est un niveau pour l'IEM de 2015 à ne pas dépasser (Tableau 3.4.1.2). Le second est un objectif national de réduction à atteindre pour l'IEM de 2020. La réduction est fonction de l'IEM de 2010, plus celui-ci est élevé et plus le pourcentage de réduction imposé est important. Dans le cas de la Belgique, l'IEM de 2020 doit être réduit de 20 % par rapport à l'IEM de 2010 (19 µg/m<sup>3</sup>) et ainsi atteindre une valeur de 15,2 µg/m<sup>3</sup>.

		<b>Seuil</b>	<b>A partir de</b>
<b>Obligation en matière de concentration relative d'exposition</b>		20 µg/m <sup>3</sup>	2015
<b>Objectif national de réduction par rapport à 2010</b>	- 20 %	15,2 µg/m <sup>3</sup>	2020

**Tableau 3.4.1.2 : PM2,5 – Objectifs de réduction de l'IEM (Directive 2008/50/CE)**

#### **3.4.2. Valeurs-guides OMS**

L'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a défini des valeurs-guides (« *WHO air quality guidelines global update 2005* ») pour les particules en suspension, fraction PM2,5 :

<b>Composé</b>	<b>Période considérée</b>	<b>Valeur-guide</b>
PM2,5	1 an 24 h	10 µg/m <sup>3</sup> 25 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 fois par an

**Tableau 3.4.2.1 : Particules en suspension (PM2,5) – Valeurs-guides OMS**

### 3.4.3. Indices (BelAQI)

Des indices de pollution ont également été définis pour les particules en suspension, fraction PM<sub>2,5</sub>, par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE).

PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>									
	0 à 5	6 à 10	11 à 15	16 à 25	26 à 35	36 à 40	41 à 50	51 à 60	61 à 70	>70
Moyenne 24 heures										
Indices	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Appréciations	Excellent	Très bon	Bon	Assez bon	Moyen	Médiocre	Très médiocre	Mauvais	Très mauvais	Exécrable

**Tableau 3.4.3.1 : Particules en suspension (PM<sub>2,5</sub>) – Indices (BelAQI)**

### 3.5. Résultats (PM<sub>2,5</sub>)

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux particules en suspension (PM<sub>2,5</sub>) mesurées en RMLG24 et RMLG25 entre le 17/11/2018 et le 12/11/2019. Toutes les valeurs présentées dans ce rapport sont des valeurs calibrées (voir Annexe 1).

Pour comparaison, sont également mentionnés les paramètres statistiques obtenus durant la même période dans les six stations de la région liégeoise déjà citées, ainsi qu'à la station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09 : Domaine de Tinseûbois).

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Centile98 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
RMLG24 (Av M Destenay)	15278	9	5	28	35	76
RMLG25 (Bd de Froidmont)	16967	10	6	33	43	92
TMLG00 (Place St-Lambert)	16806	10	7	31	39	82
TMLG04 (Angleur)	17137	7	4	26	35	82
TMLG05 (Herstal)	17241	9	5	30	37	74
TMLG06 (ISSeP)	17234	10	6	31	40	91
TMSG01(Jemeppe)	17286	10	7	34	44	96
TMSG02 (Cointe)	17303	9	6	29	39	186
TMNT09 (Vielsalm)	17284	5	3	19	26	71

Tableau 3.5.1 : PM<sub>2,5</sub> – Valeurs semi-horaires – (17/11/2018 au 12/11/2019)

Site de mesures	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Centile98 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
RMLG24 (Av M Destenay)	317	8	5	25	28	43
RMLG25 (Bd de Froidmont)	351	10	7	31	35	68
TMLG00 (Place St-Lambert)	347	10	7	27	33	60
TMLG04 (Angleur)	355	7	4	23	27	63
TMLG05 (Herstal)	359	9	6	26	30	60
TMLG06 (ISSeP)	359	10	6	27	34	65
TMSG01(Jemeppe)	361	10	7	29	37	64
TMSG02 (Cointe)	361	9	6	26	32	62
TMNT09 (Vielsalm)	361	5	3	16	25	31

Tableau 3.5.2 : PM<sub>2,5</sub> – Valeurs journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)

Une comparaison des données avec la valeur limite de la Directive permet de constater que celle-ci est respectée pour les deux stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont) installées dans le cadre de cette étude, ainsi que pour l'ensemble des stations de comparaison. De même, la valeur limite de la seconde phase prévue par la Directive (20 µg/m<sup>3</sup>) et l'objectif de réduction de l'IEM sont d'ores et déjà partout respectés. La valeur-guide annuelle de l'OMS, relative à la fraction PM<sub>2,5</sub> des particules, est également respectée pour l'ensemble des stations mentionnées dans ce rapport. Par contre, le nombre de dépassements de la valeur-guide journalière n'est, quant à lui, pas respecté pour l'ensemble des stations mentionnées précédemment.

La Figure 3.5.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension (PM<sub>2,5</sub>). On constate un bon parallélisme entre les profils des stations RMLG24 et RMLG25 ainsi qu'avec ceux des stations de comparaison de la région liégeoise.

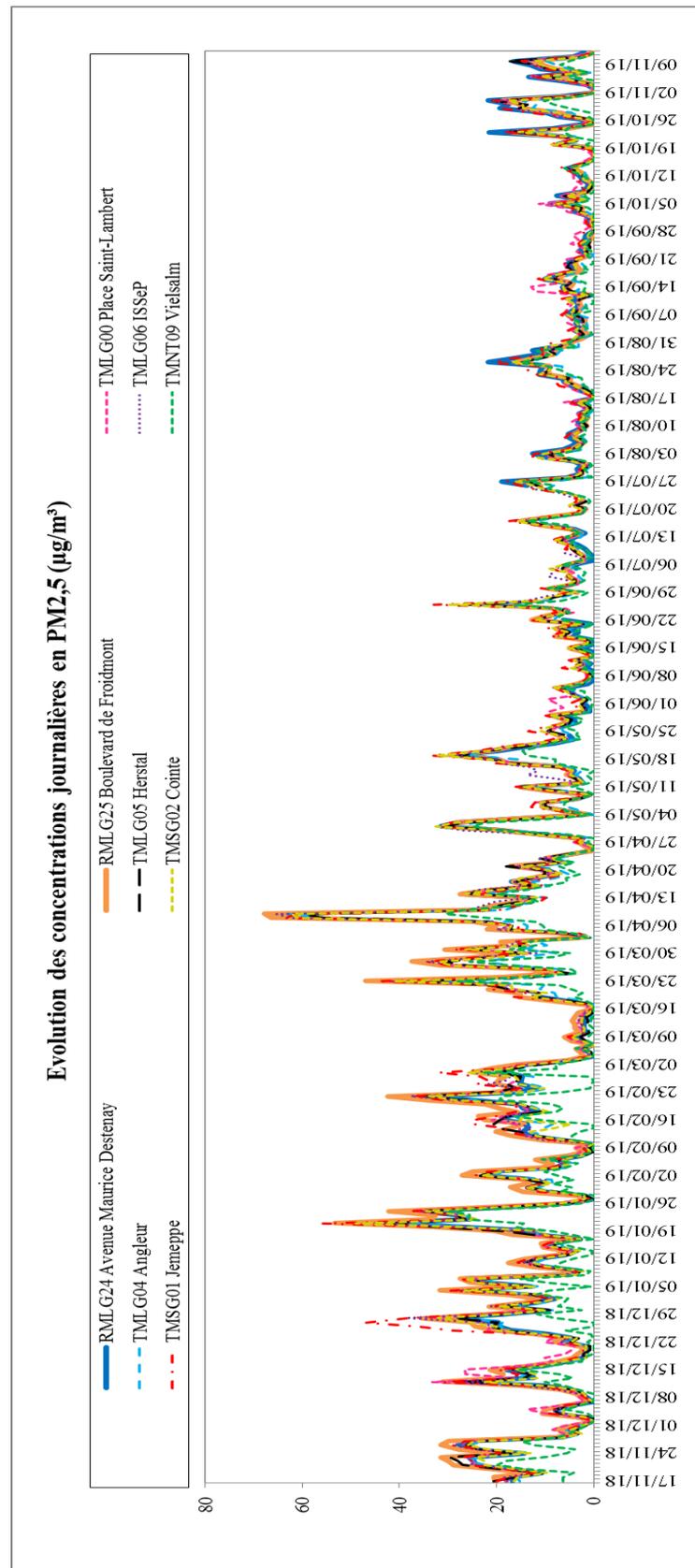


Figure 3.5.1 : PM<sub>2,5</sub> – Evolution des concentrations journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)

Les Figures 3.5.2 et 3.5.3 montrent les journées (heures GMT) et semaines moyennes en PM<sub>2,5</sub> pour les stations RMLG24 et RMLG25 ainsi que pour les stations de comparaison. Les profils journaliers sont très similaires et il n'y a pas de différences significatives entre les concentrations mesurées la semaine et celles mesurées le week-end.

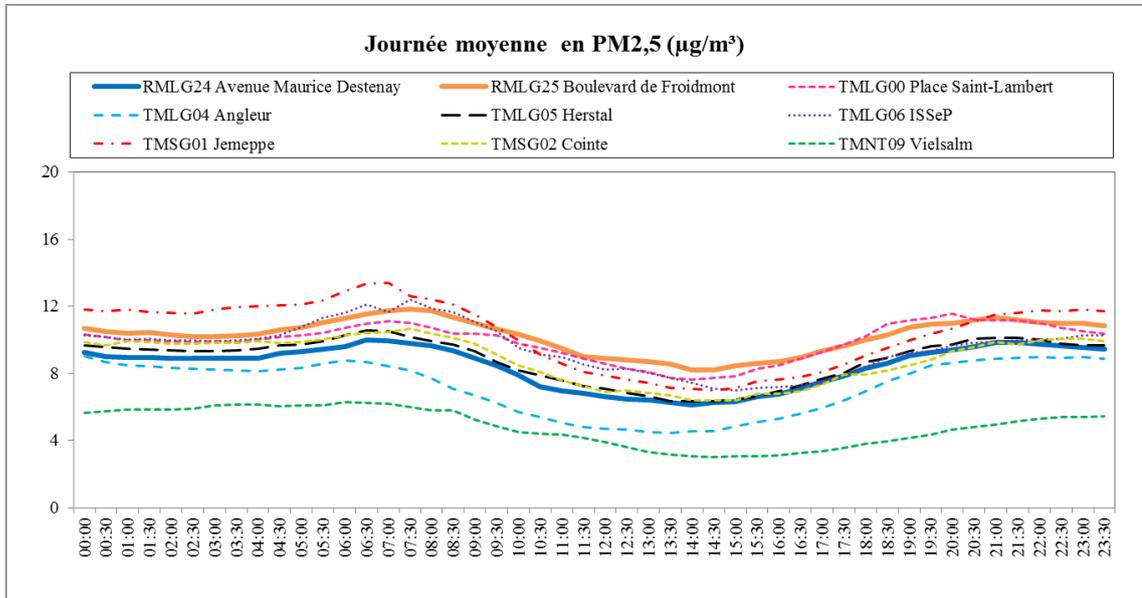


Figure 3.5.2 : PM<sub>2,5</sub> – Journée moyenne – (17/11/2018 au 12/11/2019)

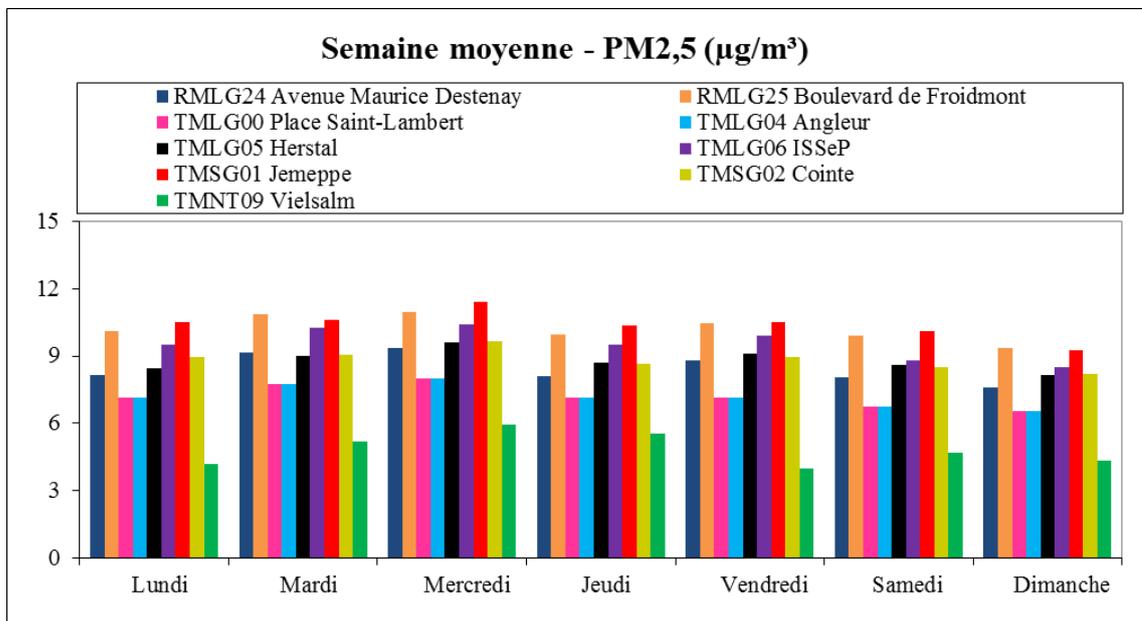


Figure 3.5.3 : PM<sub>2,5</sub> – Semaine moyenne – (17/11/2018 au 12/11/2019)

Le Tableau 3.5.3 reprend les concentrations moyennes en PM10 enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont), ainsi que pour l'ensemble des stations permanentes de Wallonie. Les deux stations présentant les concentrations les plus élevées sont de type industriel/suburbain (Marchienne-au-Pont et Engis).

Site de mesure	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	12
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	11
TMCH04 (Lodelinsart)	11
TMMO01 (Mons)	11
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	11
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	10
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	<b>10</b>
TMCH02 (Marcinelle)	10
TMLG00 (Place Saint-Lambert)	10
TMCH05 (Châtelineau)	10
TMTO01 (Havinnes)	10
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	10
TMNT03 (Ville-en-Waret)	9
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	9
TMSG02 (Saint-Nicolas, rue Bois Saint-Gilles)	9
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	9
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	<b>9</b>
TMLG04 (Angleur, rue Canal de l'Ourthe)	7
TMNT10 (Membach, rue du Moulin)	7
TMNT01 (Dourbes)	7
TMNT05 (Sinsin)	7
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	6
TMNT04 (Offagne)	6
TMNT06 (Sainte-Ode)	6
TMNT09 (Vielsalm)	5

**Tableau 3.5.3 : PM2,5 – Valeurs moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

La répartition des indices de qualité de l'air BelaQI, définis par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE), est reprise dans le Tableau 3.5.4.

Appréciation		Excellent	Très bon	Bon	Assez bon	Moyen	Médiocre	Très médiocre	Mauvais	Très mauvais	Exécration
Indice		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nombre de jours (TOTAL)	Nombre de jours									
RMLG24	317	159	57	46	39	14	1	1	0	0	0
RMLG25	351	158	65	40	59	22	1	3	1	2	0
TMLG00	347	140	84	48	50	20	1	2	2	0	0
TMLG04	355	197	70	39	37	9	1	0	1	1	0
TMLG05	359	177	67	44	46	21	1	1	2	0	0
TMLG06	359	166	69	48	50	19	4	1	0	2	0
TMSG01	361	145	80	51	56	20	4	2	1	2	0
TMSG02	361	176	73	49	41	18	0	2	0	2	0
TMNT09	361	241	73	22	18	7	0	0	0	0	0

**Tableau 3.5.4 : PM2,5 – Répartition de l'indice de qualité de l'air (BelaQI) – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

## **4. Carbone noir (Black carbon)**

### **4.1. Description, origine et impact sur l'environnement**

Le carbone noir fait partie de la grande famille des particules en suspension que l'on retrouve dans l'air ambiant. Cette famille regroupe un ensemble de composés de nature chimique hétérogène composés d'espèces ionique (sels), de poussières minérales ou d'espèces carbonées. Il représente une partie importante des particules en suspension PM<sub>2,5</sub> (diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 µm). Il se retrouve principalement dans la partie la plus petite de celle-ci, la fraction PM<sub>1</sub> (diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 1 µm). Le carbone noir est défini comme étant un composé constitué de carbone qui absorbe le rayonnement lumineux (de couleur noire). La méthode de mesure du carbone noir est d'ailleurs basée sur l'absorption de rayonnements lumineux de plusieurs longueurs d'onde par des particules collectées sur filtre.

Le carbone noir est produit par la combustion incomplète de combustibles fossiles ou biomassiques. Ses principales sources sont majoritairement d'origines anthropiques (les moteurs à combustion (diesel essentiellement), la combustion résidentielle de bois et de charbon, les centrales électriques, la combustion de déchets organiques). D'autres sources en carbone noir d'origines naturelles (feux de forêt et de végétation) influencent également les concentrations dans l'air ambiant.

De par ses faibles dimensions, le carbone noir pénètre profondément dans le tractus respiratoire et s'y dépose. Les difficultés pour le corps à éliminer ces particules sont à l'origine d'inflammation des voies respiratoires dont la persistance, lors d'exposition chronique, peut conduire à des rétrécissements des conduits respiratoires. La petite taille de ces particules peut également les conduire à traverser les parois des alvéoles pulmonaires et pénétrer dans le sang, favorisant les maladies cardiovasculaires. Mais si les problèmes liés aux propriétés physiques du carbone noir posent problèmes, ce sont surtout les risques liés aux propriétés chimiques des composés qui lui sont associés qui posent questions. En effet, des composés comme les HAP ou les métaux à la toxicité reconnue peuvent facilement s'adsorber sur ces particules et avoir des effets néfastes pour la santé.

Le carbone noir joue également un rôle dans le réchauffement climatique, tout comme le méthane (CH<sub>4</sub>), l'ozone stratosphérique (O<sub>3</sub>) et certains hydrofluorocarbures (HFC). Ceux-ci participent au réchauffement de l'atmosphère en interceptant et absorbant les rayons solaires et en relâchant cette énergie sous forme de chaleur. De plus en plus, le carbone noir est considéré comme étant l'un des principaux acteurs du réchauffement climatique. Certains scientifiques suggèrent d'ailleurs que le carbone noir serait le deuxième plus important contributeur au réchauffement climatique.

### **4.2. Contexte réglementaire**

**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

Au niveau sanitaire, il est difficile de discriminer les effets sur la santé de la pollution par les résidus carbonés de ceux de la fraction fine des particules. Il semble bien que le carbone élémentaire ne soit pas un composé directement toxique. Il est cependant vecteur d'autres composés reconnus comme toxiques tels que des composés organiques semi-volatils, HAP, métaux, ... A ce titre, le carbone noir est donc un bon indicateur de la présence d'autres composés résultant de la combustion et potentiellement toxiques. L'OMS souligne la nécessité de réaliser des études sur l'impact du carbone seul ou associé à différents polluants.

Actuellement, il n'y a pas de législation européenne réglementant les teneurs en carbone noir dans l'air. La seule obligation provient de la Directive 2008/50/CE qui demande aux Etats membres de mesurer le contenu de la fraction PM<sub>2.5</sub> et, en particulier, le carbone élémentaire et organique. Ces mesures doivent s'effectuer dans des sites ruraux caractéristiques de la pollution de fond et à l'écart de toute source de pollution atmosphérique (une station par pays au minimum).

Contrairement aux particules en suspension qui ne montrent pas de lien direct et simple entre les émissions de particules primaires et les mesures dans l'environnement, le carbone noir est un composé stable et d'origine presque exclusivement anthropique (à part les feux de forêt). Il se révèle dès lors comme un bon candidat pour étudier l'impact des politiques de réduction des émissions liées à des phénomènes de combustion comme le trafic ou le chauffage domestique. De plus, les concentrations en carbone noir dans l'air montrent une excellente corrélation avec les oxydes d'azote qui eux sont toxiques et réglementés.

Le carbone dans les aérosols a également un coût environnemental important car en modifiant la façon dont les rayons solaires sont réfléchis, il a un impact sur l'effet de serre et serait la deuxième cause du réchauffement climatique après le dioxyde de carbone

### 4.3. Résultats

Les Tableaux 4.3.1 et 4.3.2 reprennent les principaux paramètres statistiques pour le carbone noir pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont), ainsi que pour deux stations permanentes de comparaison : la station TMLG05 de Herstal (fond/urbain), seule autre station en région liégeoise où le black carbon est également mesuré, ainsi que la station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09 : Domaine de Tinsêbois).

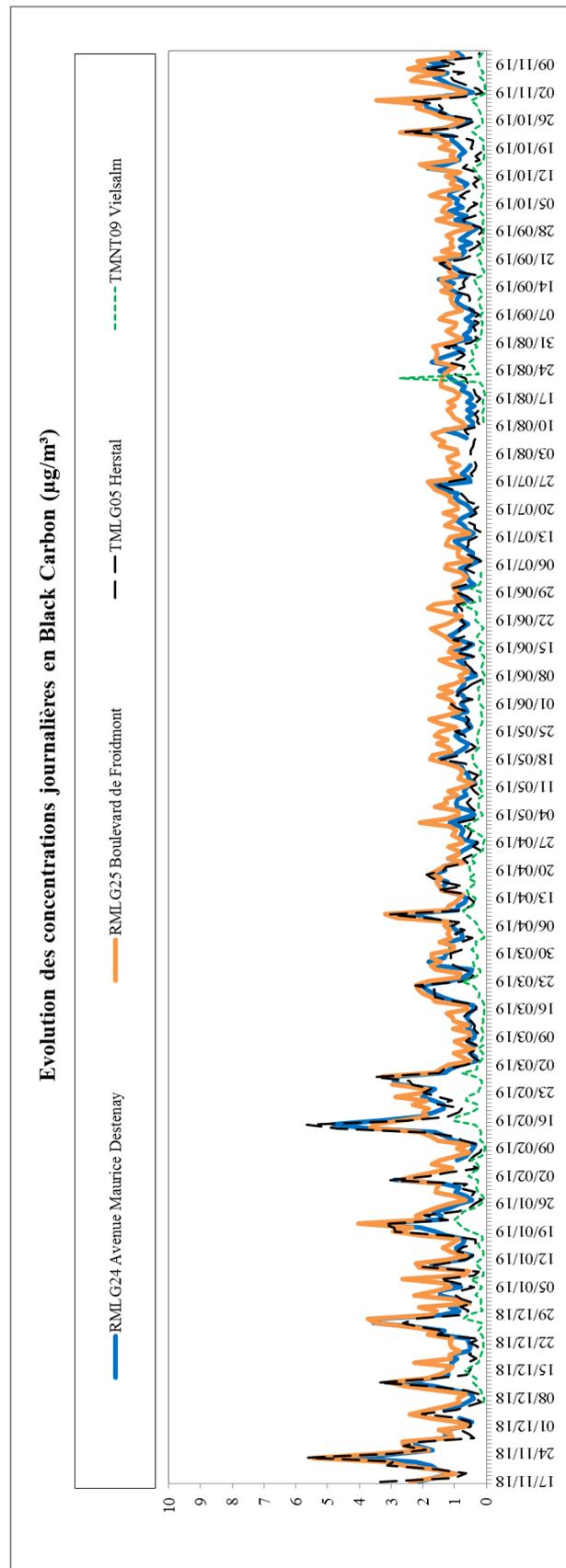
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	16718	1,1	0,8	2,6	3,6	17,9
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	17254	1,4	1,2	3,2	4,2	16,6
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	17255	0,8	0,5	2,7	4,1	23,2
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	14602	0,3	0,2	0,7	0,9	63,7

**Tableau 4.3.1 : Carbone noir (Black Carbon) – Valeurs semi-horaires – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	347	1.1	0.9	2.2	3.0	4.8
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	360	1.4	1.2	2.7	3.4	5.4
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	359	0.8	0.6	2.4	3.1	5.6
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	304	0.3	0.2	0.6	0.8	2.7

**Tableau 4.3.2 : Carbone noir (Black Carbon) – Valeurs journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

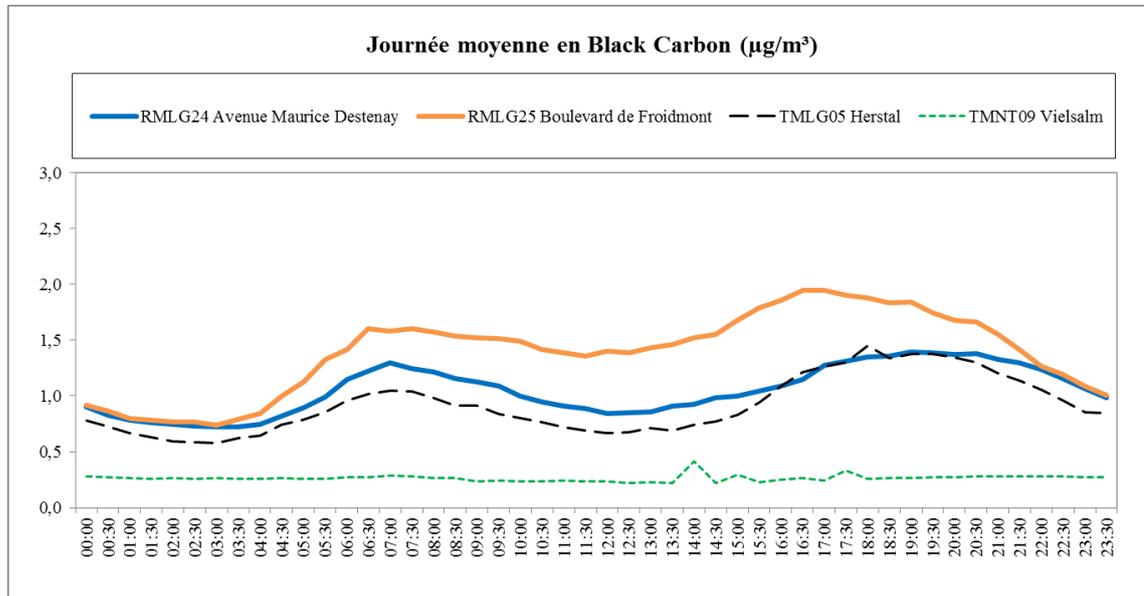
La Figure 4.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour le carbone noir. On constate un certain parallélisme entre les profils des stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont) ainsi qu'avec la station de comparaison de Herstal (TMLG05).



**Figure 4.3.1 : Carbone noir (Black Carbon) – Evolution des concentrations journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

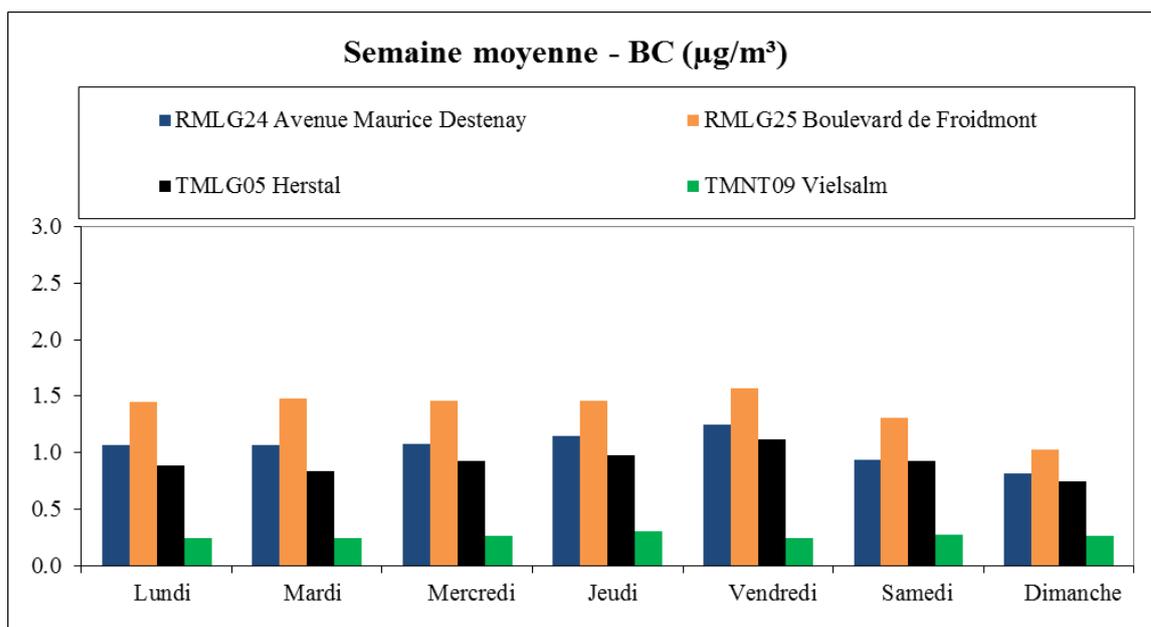
**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l’Institut**

La Figure 4.3.2 montre les journées moyennes en carbone noir pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont) et pour les deux stations de comparaison. Les heures mentionnées sont les heures GMT. On constate un certain parallélisme entre les profils des stations trafic et de fond/urbain, avec un pic matinal et un pic vespéral bien marqués.



**Figure 4.3.2 : Carbone noir (Black Carbon) – Journée moyenne – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

La Figure 4.3.3 montre les semaines moyennes pour les deux stations installées dans le cadre de cette étude ainsi que pour les deux stations de comparaison. On constate une légère diminution des concentrations en carbone noir le week-end pour les deux stations trafic RMLG24 et RMLG25.



**Figure 4.3.3 : Carbone noir (Black Carbon) – Semaine moyenne – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Le Tableau 4.3.3 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont) ainsi que pour les autres stations permanentes de Wallonie dans lesquelles le carbone noir est mesuré. Les concentrations les plus élevées sont mesurées dans les deux stations installées pour cette étude, ainsi que dans la station de type industriel/suburbain de Marchienne-au-Pont. La station RMLG25 est la station mesurant les concentrations les plus élevées, ce qui peut s'expliquer par la plus grande intensité du trafic et la plus grande proximité de la station de mesures avec les voies de circulation

Site de mesures	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	1,4
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	1,2
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	1,1
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	0,8
TMNT09 (Vielsalm)	0,3

**Tableau 4.3.3 : Carbone noir (Black Carbon) – Valeurs moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

## 5. Oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>)

### **5.1. Description, origine et impact sur l'environnement**

Les oxydes d'azote (NOX) sont composés d'un mélange de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) produits lors de phénomènes de combustion par l'oxydation de l'azote (N<sub>2</sub>) contenu dans l'air et, dans une moindre mesure, de l'azote provenant du carburant. La proportion entre le NO et le NO<sub>2</sub> varie selon le procédé de combustion mais la majorité de ces émissions s'effectuent sous la forme monoxyde d'azote (NO) qui a une courte durée de vie dans l'atmosphère et peut s'oxyder en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) qui est la forme la plus stable. La vitesse de cette réaction peut varier grandement en fonction des conditions oxydantes de l'atmosphère, l'ozone jouant un rôle capital dans cette transformation. La réaction inverse est aussi possible et sous l'effet du rayonnement solaire, le dioxyde d'azote peut perdre un atome d'oxygène et reformer ainsi du monoxyde d'azote. Monoxyde et dioxyde d'azote forme alors un équilibre dynamique et c'est pourquoi, ils sont étudiés ensemble.

Ces polluants, comme tous les gaz, peuvent subir des transports sur de longues distances (plusieurs centaines de kilomètres). Cependant, certains dérivés, relativement solubles dans l'eau (tel l'ammoniac et les acides nitrique et nitreux), peuvent être ramenés au sol par les précipitations. L'ammoniac et les acides nitrique et nitreux présentent des effets sur les retombées acides.

Comme pour la plupart des polluants, les teneurs en oxydes d'azote varient avec les saisons. Ces variations sont à la fois causées par des variations des conditions de dispersion des polluants, mais également par les processus de formation-destruction de l'ozone durant les épisodes de fortes activités photochimiques (été).

Les émissions totales en oxydes d'azote ont considérablement chuté ces dernières années. Depuis 1990, elles ont diminué de plus de 50 %. Cette importante réduction est due principalement à la mise en place progressive des normes Euro dans le secteur des transports, et dans le secteur industriel, aux modifications de procédés industriels chimiques et des cimenteries ainsi qu'à la forte réduction de l'activité sidérurgique en Wallonie.

Les émissions anthropiques proviennent majoritairement des processus de combustion et les principales sources d'oxydes d'azote sont les secteurs gros consommateurs d'énergie.

Le secteur des transports est responsable de la part la plus importante des émissions, avec une part de 32 % de la totalité des émissions anthropiques (chiffres 2017). Plus de 90 % des émissions de ce secteur proviennent du transport uniquement routier. En milieu urbain, là où la part des émissions du trafic est prépondérante, les oxydes d'azote peuvent même être considérés comme caractéristiques de la densité et des conditions du trafic. Le secteur industriel représente 18 % des émissions totales d'oxydes d'azote. Le reste des émissions provient principalement de l'agriculture (9 %), du secteur résidentiel (3 %), de la production d'énergie (2 %), et du secteur tertiaire (1 %).

Le NO n'est pas un gaz irritant et présente une relative innocuité pour la santé humaine. Aux teneurs généralement mesurées dans l'air ambiant, le monoxyde d'azote n'est donc pas considéré comme toxique. Il est plutôt un traceur d'une certaine pollution de proximité.

Le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant. Ses effets sur la santé humaine, en exposition aiguë, se portent surtout sur le système respiratoire (œdème des poumons), en particulier chez les enfants et les asthmatiques. Il n'y a pas d'études épidémiologiques portant sur les expositions à long terme. Les acides nitrique et nitreux, ainsi que l'ammoniac, sont très irritants et corrosifs pour les muqueuses et les yeux

## **5.2. Normes et valeurs guides (NO)**

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.

## **5.3. Résultats (NO)**

Les résultats sont résumés dans les Tableaux 5.3.1 et 5.3.2 et reprennent les principaux paramètres statistiques pour le monoxyde d'azote pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont). Pour comparaison, sont également mentionnés les paramètres statistiques obtenus durant la même période dans trois stations de mesure de la qualité de l'air de la région liégeoise ainsi que dans la station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09 : Domaine de Tinseûbois). Remarque : La station TMLG05 (Herstal, bd. Zénobe Gramme) est de type fond/urbain ; La station TMLG06 (Liège, ISSeP) est de type fond/suburbain ; La station TMSG01 (Jemeppe, rue du Gosson) est de type industriel/suburbain.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Centile98 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	15683	11	4	44	74	569
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	17204	24	16	74	108	484
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	16875	10	3	43	77	490
<b>TMLG06 (ISSeP)</b>	16844	9	2	45	76	299
<b>TMSG01(Jemeppe)</b>	16870	10	2	48	94	387
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	16885	1	1	1	2	47

**Tableau 5.3.1 : NO – Valeurs semi-horaires – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Centile98 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	328	11	6	40	58	123
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	361	24	19	61	76	135
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	360	10	4	42	58	133
<b>TMLG06 (ISSeP)</b>	359	9	4	34	60	98
<b>TMSG01(Jemeppe)</b>	361	10	3	40	79	179
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	360	1	1	1	1	3

**Tableau 5.3.2 : NO – Valeurs journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Les concentrations mesurées dans la station RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et les stations de comparaison (à l'exception de la station de fond TMNT09) sont du même ordre de grandeur.

La station RMLG25 est la station mesurant, de loin, les concentrations les plus élevées, ce qui peut s'expliquer par la plus grande intensité du trafic et la plus grande proximité de la station de mesures avec les voies de circulation

**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

La Figure 5.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour le monoxyde d'azote. Les concentrations les plus élevées sont clairement observées pendant la période hivernale. On constate un bon parallélisme entre les profils. Cependant, celui tracé pour la station RMLG25 (Boulevard de Froidmont) présente des concentrations plus élevées, et cela même pendant la période estivale.

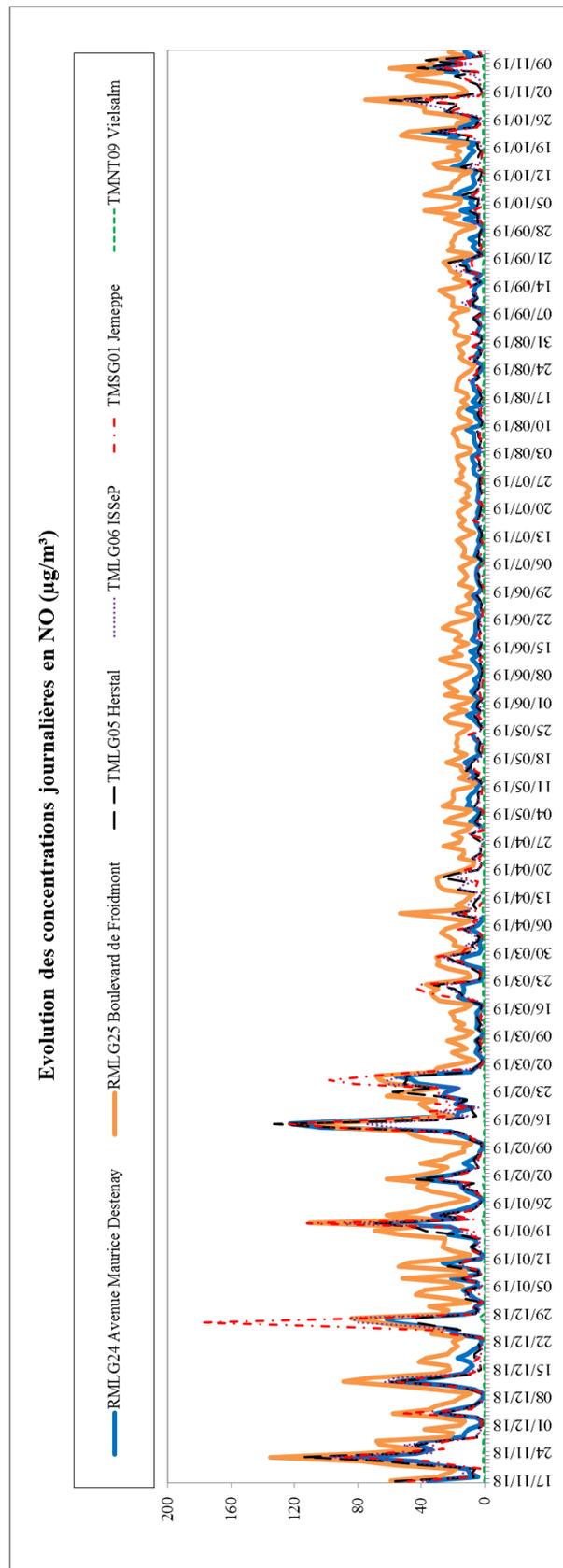
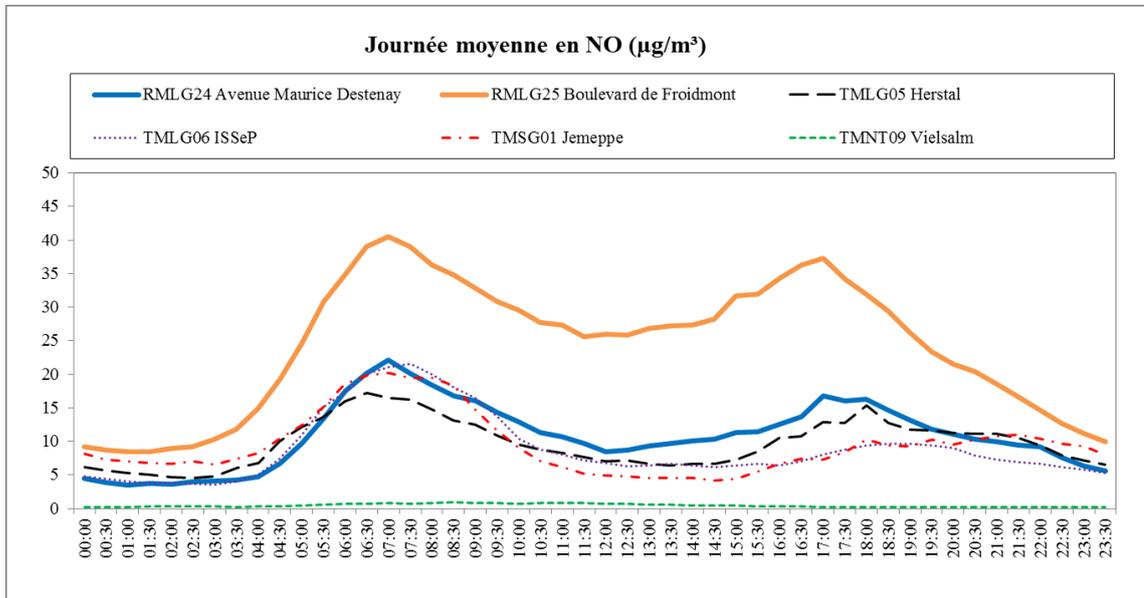


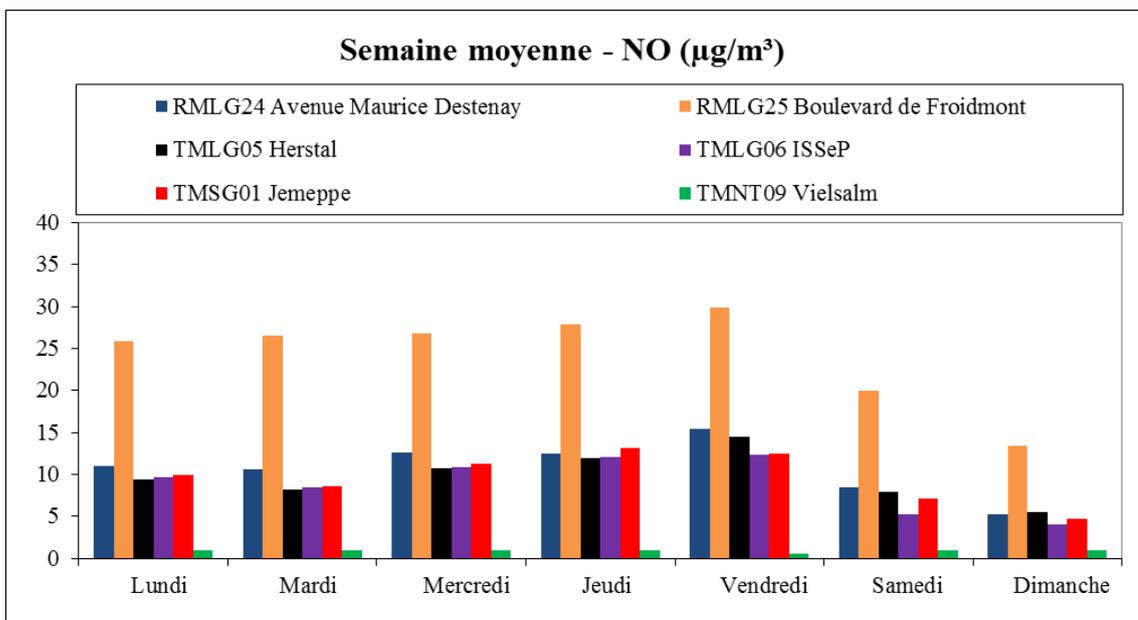
Figure 5.3.1 : Monoxyde d’azote (NO) – Evolution des concentrations journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)

La Figure 5.3.2 montre les journées moyennes pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont) ainsi que pour les stations de comparaison. Les heures mentionnées sont les heures GMT. Les profils des stations sont semblables et montrent un pic de pollution matinal ainsi qu'un pic vespéral, moins marqué, caractéristiques des activités humaines diurnes.



**Figure 5.3.2 : Monoxyde d'azote (NO) – Journées moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

La Figure 5.3.3 montre les semaines moyennes pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont) ainsi que pour les stations de comparaison. On observe une diminution des concentrations en monoxyde d'azote le week-end.



**Figure 5.3.3 : Monoxyde d'azote (NO) – Semaines moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Le Tableau 5.3.3 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont) ainsi que pour l'ensemble des autres stations permanentes de Wallonie. La station trafic RMLG25 est, de loin, en tête de classement. Ensuite, avec des concentrations mesurées du même ordre de grandeur, on trouve la station de fond/urbain TMCH03 (Charleroi caserne), la station de fond/suburbain TMMO01 (Mons) et la station trafic RMLG24.

Site de mesure	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	24
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	13
TMMO01 (Mons)	12
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	11
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	10
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	10
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	9
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	9
TMCH04 (Lodelinsart)	8
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	5
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	2
TMTO01 (Havennes)	2
TMNT05 (Sinsin)	2
TMNT08 (Eupen)	2
TMNT03 (Ville-en-Waret)	2
TMNT06 (Sainte-Ode)	1
TMNT04 (Offagne)	1
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	1
TMNT01 (Dourbes)	1
TMNT09 (Vielsalm)	1

**Tableau 5.3.3 : NO – Valeurs moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

## **5.4. Normes et valeurs-guides (NO<sub>2</sub>)**

### **5.4.1. Directive européenne**

Les valeurs limites (Tableau 5.4.1.1) sont données par la Directive 2008/50/CE du 21/05/2008. Cette Directive est transposée dans la législation wallonne par l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15/07/2010 (MB du 01/09/2010). Les conditions de référence sont 20°C et 101,3 kPa.

	Période considérée	Valeur limite
Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine	1 h	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO <sub>2</sub> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO <sub>2</sub>
Valeur limite annuelle pour la protection de la végétation	Année civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO + NO <sub>2</sub>

**Tableau 5.4.1.1 : Oxydes d'azote – Valeurs limites (Directive 2008/50/CE)**

#### 5.4.2. Valeurs-guides OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini des valeurs-guides (« *WHO air quality guidelines global update 2005* ») pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ces valeurs ne sont pas légalement contraignantes mais sont des recommandations.

- pour les expositions à court terme, 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 1 h ;
- pour les expositions à long terme, 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur 1 an.

#### 5.4.3. Indices (BelAQI)

Des indices de pollution ont été définis pour le dioxyde d'azote par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE). Ces indices, calculés quotidiennement, sont une appréciation qualitative de la qualité de l'air. Pour le dioxyde d'azote, l'indice est défini en fonction du maximum horaire sur la journée.

NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>									
Max. hor. jour.	0 à 20	21 à 50	51 à 70	71 à 120	121 à 150	151 à 180	181 à 200	201 à 250	251 à 300	>300
Indices	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Appréciations	Excellent	Très bon	Bon	Assez bon	Moyen	Médiocre	Très médiocre	Mauvais	Très mauvais	Exécrable

Tableau 5.4.3.1 : Dioxyde d'azote – Indices (BelAQI)

### 5.5. Résultats

Les Tableaux 5.5.1 et 5.5.2 reprennent les principaux paramètres statistiques pour le dioxyde d'azote.

Site de mesures	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Centile98 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	15683	28	25	59	71	198
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	17204	29	26	64	77	386
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	16875	22	18	53	65	152
<b>TMLG06 (ISSeP)</b>	16844	21	17	54	66	128
<b>TMSG01(Jemeppe)</b>	16870	22	18	49	60	141
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	16885	5	4	15	20	62

Tableau 5.5.1 : NO<sub>2</sub> – Valeurs semi-horaires – (17/11/2018 au 12/11/2019)

Site de mesures	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	328	28	26	48	57	80
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	361	29	27	50	57	70
<b>TMLG05 (Herstal)</b>	360	22	20	42	51	69
<b>TMLG06 (ISSeP)</b>	359	21	18	44	48	61
<b>TMSG01(Jemeppe)</b>	361	22	20	39	48	60
<b>TMNT09 (Vielsalm)</b>	360	5	5	12	14	21

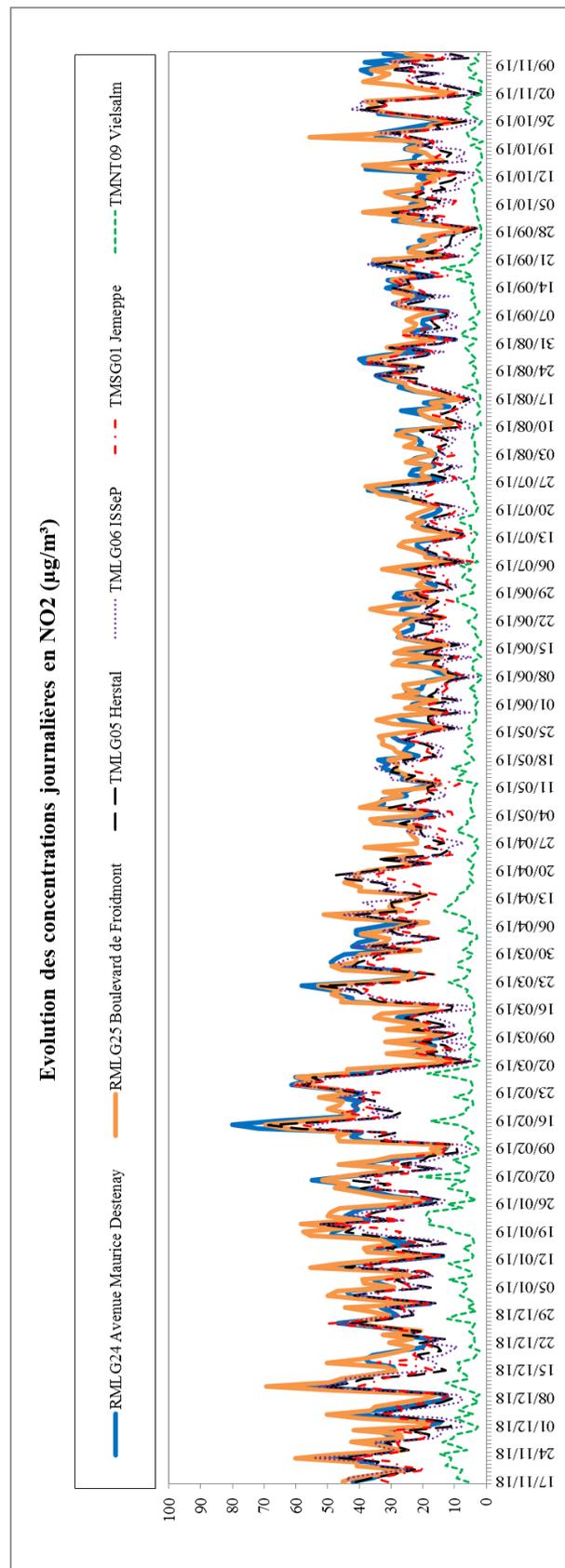
**Tableau 5.5.2 : NO<sub>2</sub> – Valeurs journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Les deux stations trafic RMLG24 et RMLG25 mesurent les concentrations les plus élevées ce qui peut s'expliquer par la proximité avec le trafic.

Les valeurs limites pour la protection de la santé humaine de la Directive ont été respectées pour les deux stations RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont), de même que pour l'ensemble des stations de comparaison mentionnées dans ce rapport.

Les valeurs-guides de l'Organisation Mondiale de la Santé ont également été respectées par l'ensemble des stations, à l'exception de la valeur-guide horaire en RMLG25 (Boulevard de Froidmont), dépassée une seule fois au cours de cette étude.

La Figure 5.5.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour le dioxyde d'azote. On constate un très bon parallélisme entre les stations installées dans le cadre de cette étude (RMLG24 et RMLG25) et les stations de comparaison de la région liégeoise.



**Figure 5.5.1 : Dioxyde d’azote (NO<sub>2</sub>) – Evolution des concentrations journalières – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

La Figure 5.5.2 montre les journées moyennes pour les stations RMLG24 et RMLG25 ainsi que pour les stations de comparaison. Les heures mentionnées sont les heures GMT. Les profils des stations sont semblables et montrent un pic de pollution matinal ainsi qu'un pic vespéral, caractéristiques des activités humaines.

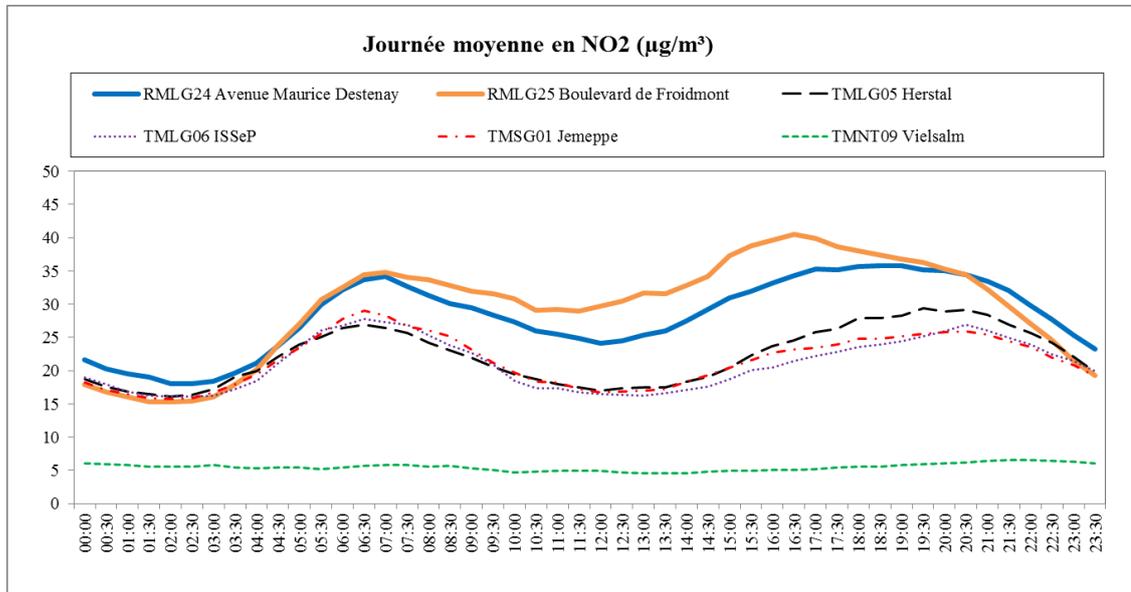


Figure 5.5.2 : Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) – Journées moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)

La Figure 5.5.3 montre les semaines moyennes pour les stations RMLG24 et RMLG25 ainsi que pour les stations de comparaison. A l'exception de la station de fond de vielsalm, on observe une diminution des concentrations en dioxyde d'azote le week-end.

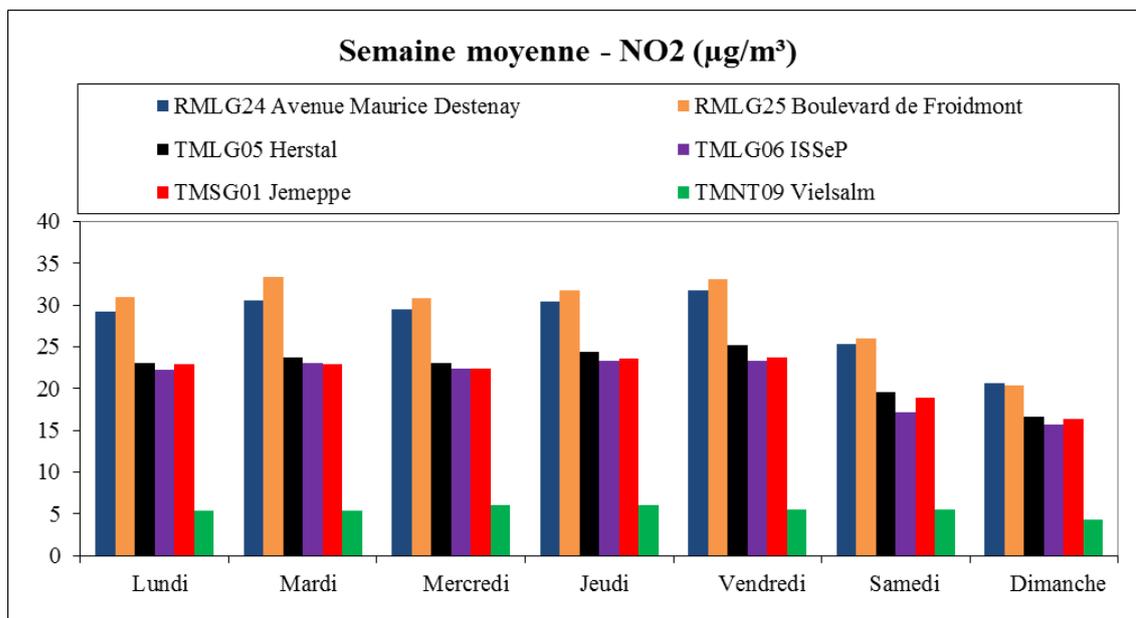


Figure 5.5.3 : Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) – Semaines moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)

La répartition des indices de qualité de l'air (BelAQI), est reprise dans le Tableau 5.5.3. Pour rappel, l'indice relatif au dioxyde d'azote concerne les maxima horaires.

Appréciation		Excellent	Très bon	Bon	Assez bon	Moyen	Médiocre	Très médiocre	Mauvais	Très mauvais	Exécration
Indice		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nombre de jours (TOTAL)	Nombre de jours									
RMLG24	328	9	161	111	43	2	1	1	0	0	0
RMLG25	361	6	162	99	85	5	3	0	0	0	1
TMLG05	360	30	219	75	35	1	0	0	0	0	0
TMLG06	359	46	194	71	48	0	0	0	0	0	0
TMSG01	361	30	236	74	21	0	0	0	0	0	0
TMNT09	360	301	57	2	0	0	0	0	0	0	0

**Tableau 5.5.3 : Dioxyde d'azote – Répartition des indices de qualité de l'air (BelAQI) – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Le Tableau 5.5.4 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMLG24 et RMLG25, comparées à celles des autres stations permanentes de Wallonie. Les deux stations trafics installées dans le cadre de cette étude sont les stations pour les quelles les concentrations mesurées sont les plus élevées.

Site de mesures	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>RMLG25 (Bd de Froidmont)</b>	29
<b>RMLG24 (Av M Destenay)</b>	28
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	25
TMMO01 (Mons)	23
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	22
TMCH04 (Lodelinsart)	22
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	22
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	22
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	21
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	18
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	15
TMTO01 (Havinnnes)	13
TMNT03 (Ville-en-Waret)	10
TMNT08 (Eupen)	8
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	8
TMNT05 (Sinsin)	7
TMNT01 (Dourbes)	5
TMNT09 (Vielsalm)	5
TMNT04 (Offagne)	5
TMNT06 (Sainte-Ode)	4

**Tableau 5.5.4 : Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) – Valeurs moyennes – (17/11/2018 au 12/11/2019)**

Les résultats des mesures du dioxyde d'azote par tubes passifs installés à proximité des deux stations RMLG24 et RMLG25 (cf. Rapport Annexe 3) nous informent que deux paramètres principaux influencent les concentrations en NO<sub>2</sub> :

- *la proximité du trafic : plus le trafic est intense et embouteillé et plus il est proche du point de mesure, plus la concentration en NO<sub>2</sub> est élevée ; et cela est particulièrement remarqué par les mesures à proximité des axes (boulevard) qui permettent le contournement du centre-ville ;*
- *la topographie des lieux : plus la rue dans laquelle les concentrations sont mesurées est étroite et bordée de bâtiments élevés (configuration de type « street-canyon »), plus les concentrations risquent d'être élevées.*

Les résultats des tubes passifs nous indiquent également que les concentrations mesurées à la station RMLG24 (04/03/2019 au 21/02/2020) sont plus faibles que pour les tubes passifs placés le long de l'Avenue Maurice Destenay. Les concentrations y sont par contre plus élevées qu'aux points placés dans les rues perpendiculaires toutes proches (circulation moins intense). En ce qui concerne la station RMLG25 (06/12/2018 au 10/12/2019), les concentrations mesurées à la station mobile sont également plus élevées que sur les axes périphériques. Sur le boulevard de Froidmont, les valeurs les plus élevées sont enregistrées sur la partie en amont (vers le centre-ville). Les valeurs mesurées sur l'autre partie du boulevard (en direction de la liaison A602) sont plus faibles, ce qui dû notamment à la présence d'un large îlot 'vert' au centre de l'axe de circulation. La station mobile, placée plus-ou-moins au centre de ce segment, présente une concentration moyenne intermédiaire.

## 6. Comptage du trafic

Les comptages de véhicules ont été réalisés au moyen de radars placés le long de la voirie. Ces équipements réalisent un comptage de chaque véhicule passant sur la voirie ainsi que sa vitesse. La longueur des véhicules est également mesurée si bien que tous les véhicules sont classés en deux catégories : véhicules courts (jusqu'à 6 mètres) et véhicules longs (longueur supérieure à 6 mètres).

Ces radars ont été installés sur des poteaux le long de chaque voirie, dans chacun des sens de circulation. Au total, quatre radars ont donc été placés. Le Tableau 6.1 donne les caractéristiques des emplacements pour l'installation de ces équipements de mesure et les Figures 6.1 et 6.2 montrent leur localisation géographique

Ces mesures de comptage du trafic ont été réalisées du 17/11/2018 au 21/10/2019.

Site de mesures	Lieu	Coordonnées Lambert	
		X	Y
<b>RMLG26</b>	Av. Maurice Destenay - Côté Station, B-4000 LIEGE <i>Sens Avroy -&gt; Pont Kennedy</i>	235117	148191
<b>RMLG27</b>	Av. Maurice Destenay - Côté Ecole, B-4000 LIEGE <i>Sens Pont Kennedy -&gt; Avroy</i>	235084	148188
<b>RMLG28</b>	Bd. de Froidmont 2 – Station-Service B-4020 LIEGE <i>Sens Centre-ville -&gt; Liaison A602 (Angleur)</i>	236332	146867
<b>RMLG29</b>	Bd. de Froidmont 13 – Garage B-4020 LIEGE <i>Sens Liaison A602 (Angleur) -&gt; Centre-ville</i>	236390	146821

**Tableau 6.1 : Localisation des radars**

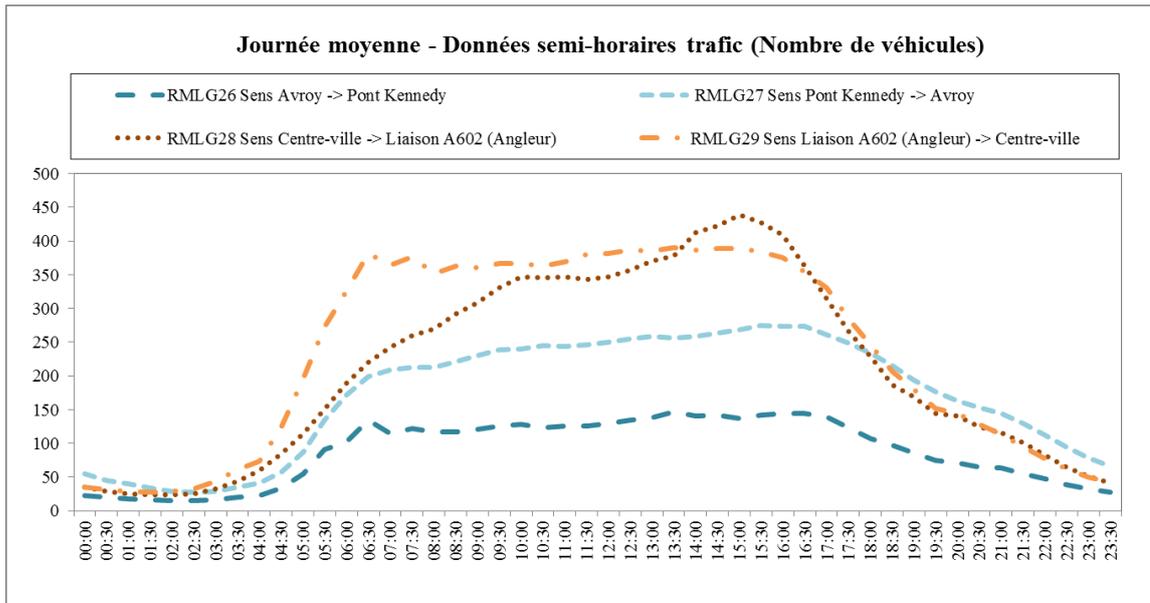


Le Tableau 6.2 reprend les données du trafic routier enregistrées sur les deux voiries étudiées. Une différence importante est observée entre les deux axes routiers. Avec 21222 véhicules enregistrés en moyenne par jour, le boulevard de Froidmont enregistre le plus fort taux de trafic, avec environ 70 % de véhicules comptabilisés en plus par rapport au site de l'avenue Maurice Destenay. Aussi, il est à noter que la proportion de véhicules longs (poids lourds) est plus importante au niveau du boulevard de Froidmont.

Site de mesure	Moy. Nombre véhicules courts/jour	Moy. Nombre véhicules longs/jour	Moy. Nombre véhicules (TOTAL)/jour
<b>RMLG26</b> <i>Sens Avroy -&gt; Pont Kennedy</i>	4075	134	4209
<b>RMLG27</b> <i>Sens Pont Kennedy -&gt; Avroy</i>	7970	196	8165
<b>Total</b> <b>Avenue Maurice Destenay</b>	<b>12045</b>	<b>330</b>	<b>12374</b>
<b>RMLG28</b> <i>Sens Centre-ville -&gt; Liaison A602 (Angleur)</i>	9024	1042	10066
<b>RMLG29</b> <i>Sens Liaison A602 (Angleur) -&gt; Centre-ville</i>	10504	652	11155
<b>Total</b> <b>Boulevard de Froidmont</b>	<b>19528</b>	<b>1694</b>	<b>21222</b>

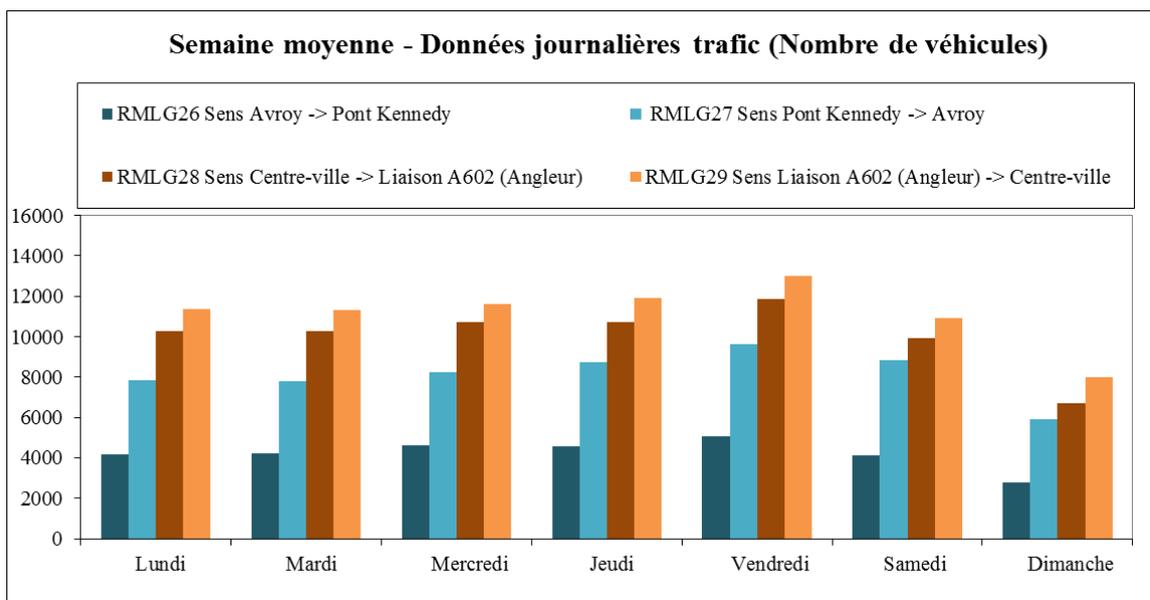
**Tableau 6.2 : Comptage du trafic – (17/11/2018 au 21/10/2019)**

La Figure 6.3 montre les journées moyennes pour le comptage (total) des véhicules enregistré au niveau des quatre radars installés pour cette étude. Les heures mentionnées sont les heures GMT. Les profils de l'évolution du trafic au niveau de l'avenue Maurice Destenay sont semblables dans les deux sens, avec une augmentation importante du trafic en matinée, puis une légère augmentation de celui-ci au cours de la journée jusqu'à atteindre un pic vers 16h30. Du côté du boulevard de Froidmont, on observe un pic de trafic en matinée dans le sens « Liaison A602 (Angleur) -> Centre-ville ». L'effet inverse se produit fin de journée avec une majorité des véhicules comptabilisés dans le sens « Centre-ville -> Liaison A602 (Angleur) ».



**Figure 6.3 : Comptage du trafic – Journée moyenne – (17/11/2018 au 21/10/2019)**

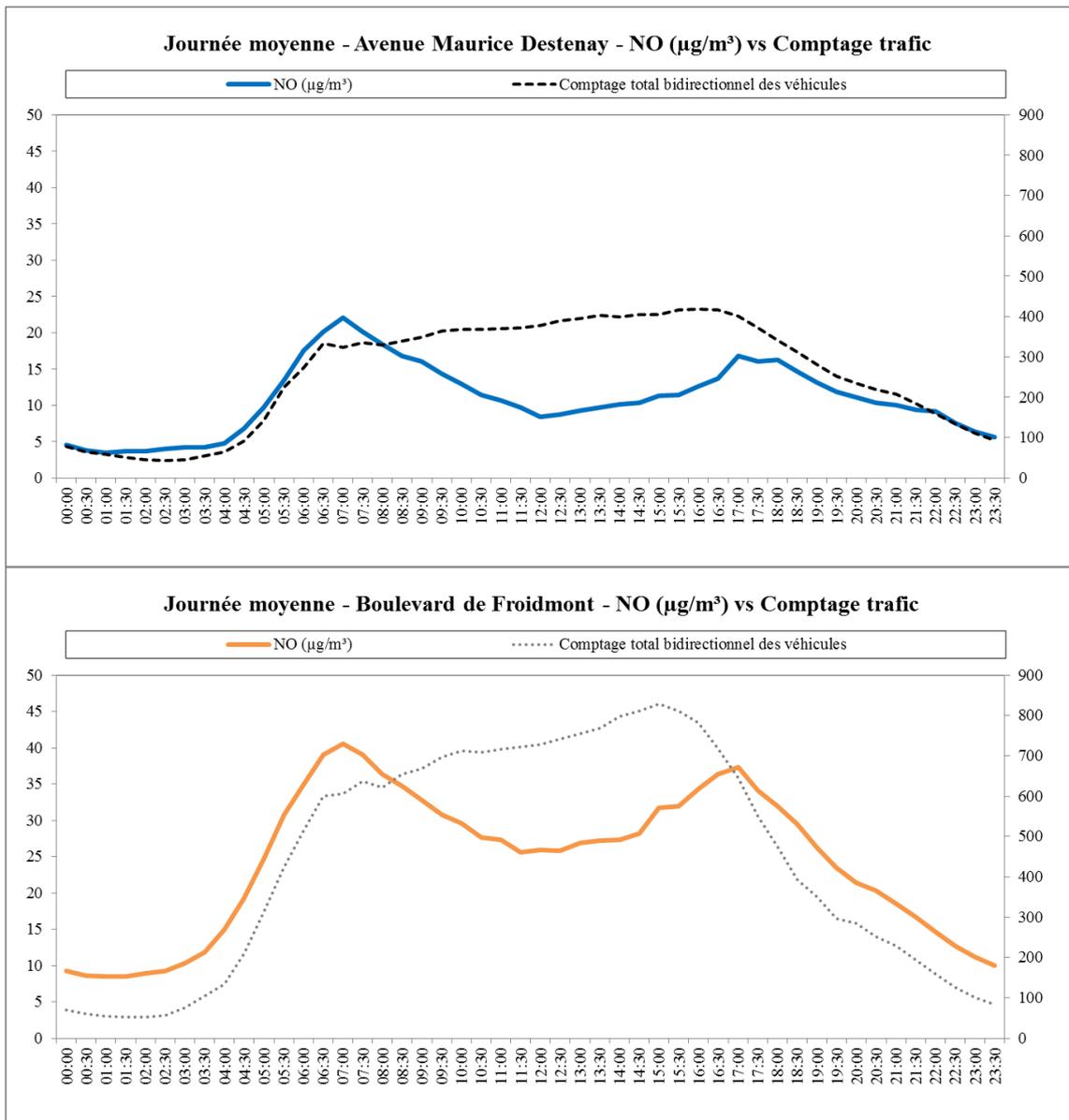
La Figure 6.4 montre les semaines moyennes relatives au trafic pour les quatre radars installés dans le cadre de cette étude. On observe sur les deux voies de chaque axe routier une diminution du trafic le dimanche.



**Figure 6.4 : Comptage du trafic – Semaines moyennes – (17/11/2018 au 21/10/2019)**

**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

Lorsque l'on met en relation l'évolution du trafic avec l'évolution des concentrations des polluants mesurés au cours de cette étude, il est possible de faire certains liens entre eux. C'est le cas notamment lorsque l'on compare les concentrations mesurées en monoxyde d'azote et le comptage des véhicules (Figure 6.5). Les profils et les niveaux mesurés ont tendance à se corrélérer en matinée et en soirée. Pendant la journée, l'écart entre l'augmentation du trafic et la diminution des concentrations en monoxyde d'azote est expliqué par les réactions entre l'ozone et les oxydes d'azote. Pour les autres polluants (PM10, PM2,5, dioxyde d'azote et carbone noir), il n'est pas possible de montrer de manière évidente un lien avec le trafic.



**Figure 6.5 : Comptage du trafic vs Monoxyde d'azote (NO) – Journées moyennes**

## 7. Conclusions

L'AWAC (Agence Wallonne de l'Air et du Climat) a chargé l'ISSeP (Institut Scientifique de Service Public), exploitant des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, de mener le projet d'installer en Wallonie deux nouvelles stations permanentes de mesure de la qualité de l'air liées au trafic. L'une serait implantée à Liège, l'autre à Charleroi.

Afin de déterminer le site dans chacune des villes pouvant convenir à l'implantation d'une station permanente de type trafic, l'ISSeP a réalisé deux campagnes de mesure ponctuelles, d'une durée d'un an chacune, à Liège et à Charleroi.

Ce rapport présente les résultats des mesures effectuées à Liège du 17/11/2018 au 12/11/2019 à l'aide de deux laboratoires mobiles.

Deux sites de mesure ont été sélectionnés selon les critères de la Directive pour l'implantation d'une station trafic : RMLG24 (Avenue Maurice Destenay) et RMLG25 (Boulevard de Froidmont). Les deux stations mobiles installées permettent d'évaluer la qualité de l'air ambiant grâce à des mesures en continu des particules en suspension, fractions PM10 et PM2,5, du carbone noir (black carbon) et des oxydes d'azote.

En ce qui concerne le respect de la Directive européenne, des normes wallonnes en vigueur et des valeurs-guides chiffrées de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), nous pouvons tirer les enseignements suivants pour la période de mesure considérée :

- Pour les particules en suspension, fraction PM10, la valeur limite annuelle de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ainsi que la valeur limite journalière de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (à ne pas dépasser plus de 35 fois par an) seraient respectées pour les deux sites de mesure RMLG24 et RMLG25. Il en est de même pour les valeurs-guides de l'OMS à l'exception de la valeur-guide journalière pour la station RMLG25.
- Pour les particules en suspension, fraction PM2,5, la valeur limite de la Directive est respectée pour les deux sites RMLG24 et RMLG25. La valeur-guide annuelle de l'OMS est également respectée pour ces deux stations, mais pas la valeur-guide journalière.
- Pour le dioxyde d'azote, les valeurs limites pour la protection de la santé humaine sont respectées pour les deux stations. Les valeurs-guides de l'OMS sont également respectées pour les deux sites, à l'exception de la valeur-guide horaire pour RMLG25 (dépassée à une seule reprise au cours de l'étude).

Les niveaux de concentrations observés en dioxyde d'azote pour les deux stations RMLG24 et RMLG25 sont supérieurs à ceux mesurés dans les stations permanentes de comparaison de Wallonie, ce qui est normal vu le caractère trafic de ces deux stations. Ce n'est pas le cas des particules en suspension (PM10 et PM2,5) pour lesquelles les concentrations mesurées en RMLG24 et RMLG25 sont dans la moyenne régionale. Pour ce qui est du carbone noir (black carbon) et du monoxyde d'azote, la station RMLG25 est la station mesurant les concentrations les plus élevées, ce qui peut s'expliquer par la plus grande intensité du trafic et la plus grande proximité de la station de mesure avec les voies de circulation.

Les résultats des mesures du dioxyde d'azote par tubes passifs installés à proximité des deux stations RMLG24 et RMLG25 nous informent que deux paramètres principaux influencent les concentrations en NO<sub>2</sub> :

- *la proximité du trafic : plus le trafic est intense et embouteillé et plus il est proche du point de mesure, plus la concentration en NO<sub>2</sub> est élevée ; et cela est particulièrement remarqué par les mesures à proximité des axes (boulevard) qui permettent le contournement du centre-ville ;*
- *la topographie des lieux : plus la rue dans laquelle les concentrations sont mesurées est étroite et bordée de bâtiments élevés (configuration de type « street-canyon »), plus les concentrations risquent d'être élevées.*

Les résultats des tubes passifs nous indiquent également que les concentrations mesurées aux stations mobiles sont plus élevées qu'aux points placés dans les rues perpendiculaires toutes proches (circulation moins intense). Les concentrations mesurées en RMLG24 sont plus faibles que pour les tubes passifs placés le long de l'Avenue Maurice Destenay. Sur le boulevard de Froidmont, les valeurs les plus élevées sont enregistrées sur la partie en amont (vers le centre-ville). Les valeurs mesurées sur l'autre partie du boulevard (en direction de la liaison A602) sont plus faibles, ce qui dû notamment à la présence d'un large îlot 'vert' au centre de l'axe de circulation. La station mobile RMLG25, placée plus-ou-moins au centre de ce segment, présente une concentration moyenne intermédiaire.

Les conclusions et commentaires émis dans ce rapport ne sont évidemment valables que pour les conditions météorologiques rencontrées durant la période de mesure.

Sébastien FAYS  
Responsable U.T. Réseau Mobile,  
Cellule Qualité de l'air.

## **ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE**



**RMLG24**



**RMLG25**

**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

## **ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL DE MESURE** **EN CONTINU**

### **PM10/PM2,5 : Analyseur de poussières Spectrometer GRIMM Modèle #180**

- mesure simultanée des fractions PM10, PM2,5 par principe optique. Les méthodes optiques font appel aux lois de diffusion de la lumière par les particules.
- échelle de mesure des particules : 0,25 à 32 µm répartis en 31 canaux de mesure.
- comptage des particules : 1 à 2.000.000 particules/litre.
- échantillon non chauffé.
- séchage échantillon : membrane Perma Pure
- débit échantillon : 72 l/h.

La méthode utilisée pour la mesure des particules en suspension (PM10 et PM2,5) dans le cadre de cette étude et dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie est une méthode automatique non-gravimétrique qui a été démontrée équivalente à la gravimétrie qui est la méthode de référence imposée par la Directive 2008/50/CE.

Des campagnes comparatives ont été réalisées par l'ISSeP dans différents environnements et à différentes périodes selon les prescriptions du document « Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (January, 2010) ». L'équivalence entre les deux méthodes a été démontrée pour autant que l'on applique, sur les données brutes, les facteurs de calibration suivants :

$$\text{PM10} : X_{\text{corrigé}} = X_{\text{valeur brute}} - 2,729.$$

$$\text{PM2,5} : X_{\text{corrigé}} = 0,967 * X_{\text{valeur brute}} - 4,116.$$

### **NO / NO<sub>2</sub>: analyseur API 200E**

- réaction de chimiluminescence du NO en présence d'ozone
- gamme : 0-50 ppb à 0-20 ppm
- temps de réponse : 20 s
- débit échantillon : 500 cm<sup>3</sup>/min
- calibration : bouteille de NO (400 ppb) dans l'azote et tube de perméation NO<sub>2</sub> ou calibrateur multipoint

### **Black Carbon: analyseur Magee Aethalomètre AE22**

- mesure de l'atténuation d'un faisceau lumineux d'une longueur d'onde spécifique (880 nm) transmis au travers d'un filtre chargé de particules
- collecte de l'échantillon sur ruban filtre en fibres de quartz
- débit échantillon : 4 l/min
- calibration : contrôle par étalon de transfert.

**ANNEXE 3 : RAPPORT ISSEP N°0658/2021 « CAMPAGNE DE  
MESURES DU DIOXYDE D'AZOTE DANS L'AIR AMBIANT PAR  
TUBES PASSIF »**



**Institut scientifique  
de service public**

Métrologie environnementale  
Recherche - Analyses  
Essais - Expertises

**Site de Colfontaine :**  
Zoning A. Schweitzer  
Rue de la Platinerie  
B-7340 Colfontaine  
Tél : +32(0)65 61 08 11  
Fax : +32(0)65 61 08 08

**Siège social et site de Liège :**  
Rue du Chéra, 200  
B-4000 Liège  
Tél : +32(0)4 229 83 11  
Fax : +32(0)4 252 46 65  
**Site web :** <http://www.issep.be>

Rapport ISSeP n° 0658/2021



Colfontaine, le 31 mars 2021

## RAPPORT SCIENTIFIQUE

### Campagne de mesures du dioxyde d'azote dans l'air ambiant par Tube Passif

Rapport ISSeP n° 0658/2021

	Prénom Nom	Fonction	Signature	Date
Rédaction	Isabelle Minet	Attachée cellule Analyses		
Approbation responsable technique	Geoffrey Ortegat	Responsable cellule Analyses		
Approbation AQ	Vasilica Nan	Correspondante AQ		

## 1. Renseignements relatifs à la demande:

**Demandeur** : AWAC

**Représenté par** : Monsieur De Bast Benoît

Responsable Surveillance Qualité de l'Air (AWAC)

**Adresse** : Avenue Prince de Liège, 17, 5100 JAMBES

**Identification de la commande** : Mission AWAC-ISSeP (mentionnée dans le PV du Comité Technique du 6/3/2018)

**Référence ISSeP**: GE2/2019/01 à GE2/2020/02.

## 2. Renseignements relatifs à la campagne de mesures:

**Lieu**: Liège

**Date de début** : Décembre 2018

**Date de fin** : Février 2020

L'AWAC a chargé l'ISSeP de mener le projet d'installer des nouvelles stations permanentes de mesure de la qualité de l'air liées au trafic en Wallonie. Dans ce contexte, des campagnes de mesures ont été menées sur 2 sites « trafic » de la ville de Liège de décembre 2018 à février 2020.

Ce rapport s'intéresse aux niveaux de concentration du dioxyde d'azote dans l'air ambiant ; ce composé est, en effet, un polluant majeur, dont la source principale est le trafic routier. Il constitue l'un des enjeux principaux de la santé dans les zones urbaines. Les concentrations en NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant font donc l'objet de normes. Au niveau de l'Union Européenne, la directive 2008/50/CE fixe deux valeurs limites pour la protection de la santé humaine qui doivent être respectées depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2010 : une valeur limite de 200 µg/m<sup>3</sup> pour la concentration moyenne horaire de NO<sub>2</sub> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile et une valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> pour la concentration moyenne annuelle en NO<sub>2</sub>. Cette Directive est transposée dans la législation wallonne par l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15/07/2010 (MB du 01/09/2010).

L'objectif de la campagne de mesures en NO<sub>2</sub> vise à se rendre compte des gammes de concentrations rencontrées : d'une part, dans les zones non influencées directement par le trafic routier, et d'autre part, dans des zones où il y a un trafic important. Les tubes passifs, capteurs utilisés lors de cette campagne, permettent d'étudier la répartition spatiale des concentrations de ce polluant et d'analyser son évolution temporelle.

Des campagnes de mesures par tubes passifs ont été réalisées de manière à quadriller deux zones précises où des stations mobiles ont été installées :

- L'une à l'avenue Maurice Destenay (code RMLG24)
- L'autre sur le boulevard de Froidmont (code RMLG25)

Selon le plan d'implantation discuté avec l'AWAC, des dispositifs (supports de protection et tubes passifs) ont été installés de part et d'autre de ces axes.





Figure 2 : implantation autour du boulevard Froidmont

#### **Type de support de prélèvement :**

Les tubes sont placés dans une boîte de protection afin d'éviter la dégradation du tube par des potentiels débris, par l'humidité ou par des vents à grandes vitesses ainsi que pour les protéger un maximum de la lumière. Les boîtes de protection sont fixées verticalement à des supports droits (pylônes, poteaux de signalisation, etc.) à environ 2,5 à 4 mètres au-dessus du sol en fonction des emplacements disponibles sur le terrain.

#### **Durée de prélèvement :**

Chaque tube est installé durant deux semaines, après cette période, il est relevé et remplacé.

#### **Conditions environnementales, pouvant influencer l'interprétation des résultats :**

Les valeurs moyennes de température et d'humidité relative mesurées à la station télémétrique d'Angleur (soit la plus proche du lieu de prélèvement) pour la période d'installation considérée sont prises en compte dans le calcul de la concentration en NO<sub>2</sub> (cf. tableau 2, Annexe 10.2).

## **5. Echantillons soumis aux essais:**

#### **Type (ou nature) :**

Ce sont des tubes à diffusion passive (de marque Gradko) constitués : d'un tube en acrylique (71 mm de long et 11 mm de diamètre) ; d'un bouchon coloré (rouge ou gris) contenant les grilles en acier inoxydable de 4 x 4 mailles par mm<sup>2</sup> sur lesquelles est déposée la solution d'imprégnation (= agent d'absorption) et d'un bouchon blanc à l'autre extrémité (enlevé lors de l'exposition).

#### **Date(s) de réception au laboratoire :**

L'ensemble des dates de réception sont référencées dans le tableau 3, Annexe 10.2.

**Conservation :**

Les tubes sont conservés à  $3 \pm 2$  °C du prélèvement jusqu'à l'analyse.

**Traitement (extraction, ...):**

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) absorbé sur les grilles du tube à l'aide de l'agent adsorbant (triéthanolamine) est extrait via agitation par vortex avant l'analyse (cf. § 6).

**Information fournie par le client :** Néant

**Nombre d'échantillons :**

Lors de cette campagne, 51 points ont été relevés toutes les 2 semaines de décembre 2018 à février 2020 (nombre d'échantillons : 1200).

**Références des échantillons prélevés (identification complète de l'échantillon) :**

Les informations sont reprises dans le tableau 3 Annexe 10.2.

**6. Méthode utilisée :****Description de la procédure utilisée :**

Analyse du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) par spectrophotométrie UV/Visible dans l'air ambiant prélevé par tubes à diffusion passive (tubes de Palmes) de type axial, selon la méthode d'essai DC1/Me/297/V03, suivant la norme NBN EN 16339.

Le principe de cette méthode consiste au captage du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) présent dans l'air ambiant à l'aide de tubes à diffusion passive (tubes de Palmes). Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est absorbé par la triéthanolamine N(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH)<sub>3</sub> (TEA), ensuite extrait via agitation par vortex et dosé par spectrophotométrie UV/Visible. L'absorbance à une longueur d'onde de 542 nm du complexe azoïque de couleur pourpre formé via la réaction de Griess-Saltzman est mesurée.

**Prélèvement****Analyse au laboratoire**

Un tube est installé durant deux semaines dans un support de prélèvement, après cette période, il est relevé et remplacé. Après extraction et analyse en laboratoire, la concentration moyenne (exprimée en  $\mu\text{g}$  par  $\text{m}^3$  d'air :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), intégrée sur cette période, est calculée.

Les moyennes des concentrations en NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant à chaque point de prélèvement ont été calculées pour la période de prélèvement correspondante.

La gamme de mesure en concentration de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant s'étend de 3 à 130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondants typiquement à un tube exposé deux semaines en air extérieur.

**Ajouts, écarts ou suppressions par rapport à la norme :** Néant

## 7. Résultats:

### *Echantillons écartés :*

Les échantillons mis sous réserve sont repris dans le tableau 3, Annexe 10.2.

### *Résultats*

Les concentrations en NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant à chaque point de prélèvement ont été calculées pour chaque période de prélèvement (une mesure toutes les 2 semaines de décembre 2018 à février 2020) (tableau 6, Annexe 10.3). Les moyennes calculées pour chaque point pour les 28 périodes se trouvent dans les tableaux 4 et 5, Annexe 10.3.

*Remarque :* Il est important de signaler que les valeurs moyennes calculées dans ce tableau, ne peuvent pas être comparées à celles mesurées par le moniteur automatique publiées dans le rapport du réseau mobile, car les périodes de prélèvement ne correspondent pas.

Afin de rendre plus parlants les résultats, les points ont été géoréférencés sur les cartes ci-dessous (figures 3 et 4). Les concentrations moyennes y ont été associées. Les couleurs correspondent à une échelle de concentration en NO<sub>2</sub> s'étendant de 0 à 50 µg/m<sup>3</sup>.

A travers ces résultats, il est observé que deux paramètres principaux influencent les concentrations en NO<sub>2</sub> :

- la proximité du trafic : plus le trafic est intense et embouteillé et plus il est proche du point de mesure, plus la concentration en NO<sub>2</sub> est élevée ; et cela est particulièrement remarqué par les mesures à proximité des axes (boulevard) qui permettent le contournement du centre-ville ;
- la topographie des lieux : plus la rue dans laquelle les concentrations sont mesurées est étroite et bordée de bâtiments élevés (configuration de type « street-canyon »), plus les concentrations risquent d'être élevées.

### **Autour de l'Avenue Destenay :**

La figure 3 présente les concentrations moyennes mesurées aux différents points de prélèvement, entre mars 2019 et février 2020.



Figure 3 : Représentation des concentrations moyennes pour les points autour de l'avenue Destenay

Une importante hétérogénéité des concentrations mesurées est observée. En effet, les concentrations moyennes sur cette période fluctuent :

- de 23.6 µg/m³ (point 20 – rue st Jacques), là où l'influence directe de la pollution issue des axes routiers est réduite (point de « fond urbain »)
- à 44 µg/m³ (point 12) situé sur le boulevard Avroy où un trafic dense est observé.

Nous pouvons aussi constater que les grands axes de circulation qui « entourent » ce quartier sont très fréquentés, ce qui se traduit par des concentrations élevées en NO<sub>2</sub> variant de 37 à 44 µg/m³ le long du boulevard d'Avroy ; de 30.8 à 41.6 µg/m³ pour l'axe partant de la rue André Dumont jusqu'au pont Kennedy et avec une valeur de 35.7 µg/m³ mesurée le long du boulevard Piercot. De plus, des valeurs assez élevées sont mesurées aux croisements des axes comme par exemple : une valeur de 41.6 µg/m³ au point 5 à proximité du rond-point et une valeur de 44 µg/m³ au feu rouge donnant sur le boulevard d'Avroy ; seules ces deux valeurs dépassent **la valeur cible de 40 µg/m³**.

Le long de l'avenue Maurice Destenay, les valeurs mesurées varient de 25.7 à 33 µg/m³. Les valeurs mesurées les plus faibles sont celles mesurées aux points 18, 20 et 21 ; où les tubes étaient installés dans des « petites » rues présentant une circulation moins intense car soit à sens unique (pour la rue de l'Evêché), soit aboutissant sur un espace piétonnier (rue Bonne fortune).

L'effet « street-canyon » est également observé. En effet, une concentration de 39.1 µg/m³ est mesurée à la rue St. Gilles.

### Autour du Boulevard Froidmont :

La figure 4 présente les concentrations moyennes mesurées aux différents points de prélèvement entre décembre 2018 et décembre 2019.

Pour cette deuxième implantation, une certaine homogénéité des concentrations est observée. En effet, les valeurs mesurées sur la partie du boulevard en amont (càd venant du boulevard Frankignoul) sont supérieures à la valeur de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ce qui s'explique par la forte concentration du trafic et les nombreux croisements présents sur cet axe (feux rouges).

Les valeurs mesurées sur l'autre partie du boulevard sont plus faibles ( $< 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) liées à la présence d'un large îlot 'vert' au centre de l'axe de circulation.



Figure 4: Représentation des concentrations moyennes sur les points autour du Boulevard Froidmont

Les valeurs de concentration moyenne mesurées de part et d'autre de ce boulevard fluctuent entre  $21.9$  à  $52.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ;

- Les valeurs les plus élevées sont celles mesurées sur la partie du boulevard Froidmont venant du boulevard Frankignoul avec une moyenne de  $52.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (point 35, face au garage BMW) et une valeur de  $43.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au feu rouge (point 38). **Ces concentrations dépassent donc la valeur limite du taux en NO<sub>2</sub> est de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par année civile.**
- Les valeurs décroissent ensuite le long du boulevard vers l'aval, une valeur de  $24.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est mesurée sur les abords de l'espace vert au centre du boulevard.
- Une valeur de  $37.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est cependant, calculée au point 43, en face du magasin Facq.
- Une valeur de  $29.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est mesurée à l'aval du boulevard, jonction avec d'autres voies.
- Des valeurs plus faibles sont mesurées aux points installés sur les axes en périphérie de ce boulevard variant de  $21.9$  à  $24.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur la partie de gauche du boulevard, (les tubes ont été installées dans les rues parallèles où la circulation locale semble « locale ») ; et de  $27.4$  à  $32.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur la partie de droite (les points sont situés le long

de la rue Haute-Wez ; la circulation dans cette rue est plus importante liée à l'accès à plusieurs commerces).

*Comparaison des deux sites :*

Un comptage de véhicules a été réalisé au moyen de radars placés le long de la voirie. Ils ont été installés sur des poteaux le long de la voie, dans les 2 sens de circulation. Au total, quatre radars (2 par site) ont donc été placés.

Ces radars ont enregistré chaque véhicule passant sur la voirie, la vitesse de passage ainsi que la longueur du véhicule (afin de réaliser un classement des véhicules en deux catégories : véhicules courts, jusqu'à 6 mètres et véhicules longs, longueur supérieure à 6 mètres). L'ensemble des informations et comptages se trouvent dans le rapport 1525/2020 de cette campagne réalisée par le réseau mobile de l'ISSeP.

Les radars du boulevard Froidmont ont comptabilisés environ 70 % de véhicules en plus par rapport aux radars installés sur l'avenue Destenay. De plus, la proportion de véhicules longs y est également plus importante ; ceci coïncide avec les concentrations plus importantes en NO<sub>2</sub> mesurées autour du boulevard Froidmont par rapport à l'avenue Destenay

Il est également constaté que les niveaux de concentration mesurés en NO<sub>2</sub> pour les 2 sites étudiés sont supérieurs à ceux mesurés dans les stations permanentes de Wallonie ; ceci s'explique par le caractère « trafic » de ces stations (Les détails se trouvent dans le rapport 1525/2020).

***Critères de qualité :***

- Répétabilité :

La répétabilité du dosage du NO<sub>2</sub> par tubes passifs a été vérifiée par la comparaison avec la méthode de référence (la chimiluminescence), des tubes passifs ont été placés sur le site d'une station fixe équipée d'un analyseur d'oxyde d'azote en continu. Reproductibilité :

- Reproductibilité :

La reproductibilité de la méthode a été vérifiée en mesurant le dioxyde d'azote prélevé par deux tubes déposés parallèlement à un même point de relèvement. Des répliques ont été réalisées systématiquement lors de chaque prélèvement. Sur l'ensemble de la relève, 10 % des points de prélèvement ont été couverts par des mesures de répliques. Un écart relatif entre deux répliques de 0 à 10 % est accepté.

## **8. Incertitudes:**

L'incertitude élargie est calculée par la méthode directe c'est-à-dire en comparant les concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées par tubes passifs et par des analyseurs par chimiluminescence sur plusieurs sites.

Les valeurs des incertitudes, calculées selon les normes ISO 13752 et ISO 20988, se retrouvent dans le tableau 4, Annexe 10.3

## **9. Remarque:**

Ce rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

## 10. Annexes:

### 10.1. Annexe 1 : Implantation :

- Autour de l'Avenue Maurice Destenay :



Figure 5 : Implantation autour de l'avenue Destenay (visualisation 3D)

Tableau 1 : Description des coordonnées des points autour de l'Avenue Destenay

FID_1	Nom	lat	long	latWGS	longWGS	
	Station Destenay	148198	235135	50.638207	5.572326	Avenue Maurice Destenay
1	Tube	148198	235135	50.638207	5.572326	Avenue Maurice Destenay -sur la station
2	Tube	148246	235221	50.638622	5.573548	Avenue Maurice Destenay -en face station
3	Tube	148284	235214	50.638969	5.57346	Avenue Maurice Destenay -milieu en face école
4	Tube	148266	235223	50.638805	5.573591	Avenue Maurice Destenay -fin avenue
5	Tube	148211	235123	50.638322	5.572163	à proximité rond de point
6	Tube	148252	235100	50.638696	5.571846	Début rue du mery
7	Tube	148170	235154	50.637951	5.572589	croisement rue des clarisses /st paul
8	Tube	148187	235143	50.638108	5.572433	rue des clarisses milieu de rue (30)
9	Tube	148198	234892	50.638246	5.568894	rue des clarisses (à proximité ouverture porte école 48)
10	Tube	148195	234928	50.638209	5.569398	en face numéro 9 (demande de Fabian)
11	Tube	148168	235005	50.637955	5.570475	Fin rue des clarisses croisement av Destenay
12	Tube	148185	235007	50.638107	5.570514	Proximité Blvd Avroy
13	Tube	148192	235468	50.638102	5.577027	Avenue Maurice Destenay (à proximité parc de l'école)
14	Tube	148243	235335	50.638584	5.575159	Pont Kennedy -milieu (sens amont)
15	Tube	148144	234854	50.637763	5.568343	Rue André Dumont 858(avant d'arriver au pont)
16	Tube	148261	234868	50.638816	5.568569	Avenue Maurice Destenay (en face du point 4)
17	Tube	148136	235170	50.637644	5.572812	Avenue Maurice Destenay (en face du point 3)
18	Tube	148102	234962	50.637372	5.569864	rue de l'Evêché 12(milieu de rue)
19	Tube	148370	235042	50.639768	5.571053	rue de l'Evêché (fin de rue)
20	Tube	148222	235119	50.638421	5.572108	croisement rue ol st jacques avec rue du vertbois
21	Tube	148084	234758	50.637234	5.566974	croisement rue bonne fortune avec rue stRemy
22	Tube	148073	234721	50.637145	5.566445	Bvld d Avroy n°82 (prolongement station)
23	Tube	148263	235093	50.638797	5.571742	rue Darchis
24						Bvld d Avroy prolongation du n°21
25						rue st Gilles

## - Autour du boulevard de Froidmont :



Figure 6 : Implantation autour du Boulevard de Froidmont (visualisation 3D)

Tableau 2 : Description des coordonnées des points autour du Boulevard de Froidmont

FID_2	Nom	lat	long	latWGS	longWGS	
26	Tube	146769	236391	50.625175	5.589749	Bvld Froidmont 10 en face de l'école (sur la station)
27	Tube	146767	236414	50.625155	5.590067	Bvld Froidmont 14
28	Tube	146755	236381	50.625053	5.589601	Bvld Froidmont en face de carglass
29	Tube	146862	236362	50.626015	5.589351	Rue Joseph Delboeuf n°19 (milieu)
30	Tube	146848	236331	50.625895	5.58891	Rue Joseph Delboeuf (fin)
31	Tube	146924	236251	50.626588	5.587798	rue des vennes 137 (milieu) en face n°218
32	Tube	146960	236302	50.626909	5.588529	rue des vennes 119
33	Tube	146742	236343	50.624945	5.589064	rue Eugène Simonis (milieu)
34	Tube	146795	236444	50.625402	5.5905	blvd de Froidmont (croisement rue Eugène Simonis)
35	Tube	146828	236426	50.625698	5.590251	blvd de Froidmont 8 (face garage BMW)
36	Tube	146871	236266	50.626108	5.588007	blvd de Froidmont face au 35
37	Tube	146906	236301	50.626422	5.588498	croisement rue pont de Venues ac blvd (en face 34)
38	Tube	146927	236330	50.626602	5.588922	croisement rue pont de Venues avec rue Haute Wez
39	Tube	146949	236366	50.626795	5.589428	blvd de Froidmont 13 face au 26
40	Tube	146646	236434	50.624066	5.59033	Croisement rue Haute-Wez 122 et rue des Mervettes (parrallèle
41	Tube	146655	236458	50.624147	5.590664	Rue haute Wez 133
42	Tube	146671	236470	50.624283	5.590846	Feu rouge avt heytens
43	Tube	146723	236310	50.624775	5.588585	bvd froidmont en face du FACQ
44	Tube	146587	236489	50.623526	5.591091	Dans zone verte, face IXINA
45	Tube	146826	236480	50.625675	5.591011	Dans zone verte, parrallèle 43
46	Tube	146761	236270	50.62512	5.588039	Dans zone verte, face à EXTRA
47	Tube	146788	236311	50.625359	5.588619	croisement rue st vincent et rue de Paris



### 10.3. Annexe 3 : Récapitulatif de résultats

Tableau 4: Récapitulatif de résultats-moyenne des 28 périodes - autour de l'avenue Destenay

 DC1/Mod/467/V02: Récapitulatif de Résultats: Campagne de mesures du dioxyde d'azote dans l'air ambiant par Tube Passif ; Colfontaine			
<b>Recapitulatif de Resultats:</b>			
<b>Projet/client: AWAC- station TRAFIC</b>		<b>Lieu: LIEGE</b>	
Lieu de l'enregistrement des valeurs de températures et d'humidités : ANGLEUR			
Campagne de décembre 2018		à janvier 2020	
Points de prélève	Localisation	Concentration NO <sub>2</sub> dans l'air (µg/m <sup>3</sup> ) -MOYENNE P1-28	Incertitude (µg/m <sup>3</sup> )
Point n°1	Avenue Maurice Destenay - sur la station	25,70	6,28
Point n°2	Avenue Maurice Destenay - en face station	28,55	6,56
Point n°3	Avenue Maurice Destenay - milieu en face école	30,27	6,73
Point n°4	Avenue Maurice Destenay -fin avenue	31,33	6,84
Point n°5	à proximité rond de point	41,59	7,85
Point n°6	Début rue du mery	25,98	6,31
Point n°7	croisement rue des clarisses /st paul	26,80	6,39
Point n°8	rue des clarisses milieu de rue (30)	27,20	6,43
Point n°9	rue des clarisses (à proximité ouverture porte école 48)	26,82	6,39
Point n°10	en face numéro 9 (demande de Fabian)	26,74	6,39
Point n°11	Fin rue des clarisses croisement av Destenay	33,49	7,05
Point n°12	Proximité Blvd Avroy	43,96	8,08
Point n°13	Avenue Maurice Destenay (à proximité parc de l'école)	33,01	7,00
Point n°14	Pont Kennedy -milieu (sens amont)	30,80	6,79
Point n°15	Rue André Dumont 858(avant d'arriver au pont)	35,04	7,20
Point n°16	Avenue Maurice Destenay (en face du point 4)	30,92	6,80
Point n°17	Avenue Maurice Destenay (en face du point 3)	28,33	6,54
Point n°18	rue de l'Evêché 12(milieu de rue)	24,31	6,15
Point n°19	rue de l'Evêché (fin de rue)	35,66	7,27
Point n°20	croisement rue place st jacques avec rue du vertbois	23,57	6,07
Point n°21	croisement rue bonne fortune avec rue stRemy	28,61	6,57
Point n°22	Bvld d Avroy n°82 (prolongement station)	37,34	7,43
Point n°23	rue Darchis	31,49	6,85
Point n°24	Bvld d Avroy prolongation du n°21	37,94	7,49
Point n°25	rue st Gilles	39,15	7,61

Tableau 5: Récapitulatif de résultats- moyenne des 28 périodes- autour du Boulevard Froidmont

 <b>Récapitulatif de Résultats: Campagne de mesures du dioxyde d'azote dans l'air ambiant par Tube Passif ; Colfontaine</b>			
<b>Recapitulatif de Résultats:</b>			
<b>Projet/client: AWAC- station TRAFIC</b>		<b>Lieu: LIEGE</b>	
<b>Lieu de l'enregistrement des valeurs de températures et d'humidités : ANGLEUR</b>			
<b>Campagne de décembre 2018</b>		<b>à janvier 2020</b>	
<b>Points de prélève</b>	<b>Localisation</b>	<b>Concentration NO<sub>2</sub> dans l'air (µg/m<sup>3</sup>) -MOYENNE P1-28</b>	<b>Incertitude (µg/m<sup>3</sup>)</b>
<i>Point n°26</i>	Bvld Froidmont 10 en face de l'école (sur la station)	33,38	7,04
<i>Point n°27</i>	Bvld Froidmont 14	34,39	7,14
<i>Point n°28</i>	Bvld Froidmont en face de carglass	34,54	7,15
<i>Point n°29</i>	Rue Joseph Delboeuf n° 19 (milieu)	23,04	6,02
<i>Point n°30</i>	Rue Joseph Delboeuf (fin)	22,94	6,01
<i>Point n°31</i>	rue des vennes 137 (milieu) en face n°218	21,83	5,90
<i>Point n°32</i>	rue des vennes 119	24,21	6,14
<i>Point n°33</i>	rue Eugène Simonis (milieu)	22,42	5,96
<i>Point n°34</i>	blvd de Froidmont (croisement rue Eugène Simonis)	32,57	6,96
<i>Point n°35</i>	blvd de Froidmont 8 (face garage BMW)	52,90	8,97
<i>Point n°36</i>	blvd de Froidmont face au 35	41,41	7,83
<i>Point n°37</i>	croisement rue pont de Vennes ac blvd (en face 34)	43,34	8,02
<i>Point n°38</i>	croisement rue pont de Vennes avec rue Haute Wez	32,37	6,94
<i>Point n°39</i>	blvd de Froidmont 13 face au 26	28,43	6,55
<i>Point n°40</i>	Croisement rue Haute-Wez 122 et rue des Mervettes (parrallèle 39)	28,74	6,58
<i>Point n°41</i>	Rue haute Wez 133	27,45	6,45
<i>Point n°42</i>	Feu rouge avt heytens	29,17	6,63
<i>Point n°43</i>	bvd froidmont en face du FACQ	37,61	7,46
<i>Point n°44</i>	Dans zone verte, face IXINA	24,83	6,20
<i>Point n°45</i>	Dans zone verte, parrallèle 43	27,29	6,44
<i>Point n°46</i>	Dans zone verte, face à EXTRA	26,06	6,32
<i>Point n°47</i>	croisement rue st vincent et rue de Paris	23,92	6,11
<i>Point Blanc</i>	<i>Point 47</i>	-0,67	3,68

Tableau 6: Récapitulatif de résultats- concentrations de P1 à P28 des 28 périodes- sur l'ensemble des points étudiés

