

Liège, le 30 mars 2022

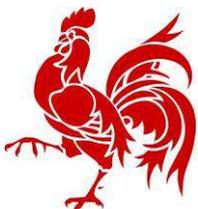
**EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR A
PROXIMITE DU TRAFIC ROUTIER DANS TROIS
STATIONS MOBILES INSTALLEES DANS LA VILLE DE
CHARLEROI**

Mesures réalisées du 20/11/2019 au 13/04/2021

Rapport n°1891/2021

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

Robin LARUELLE
Attaché 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°1891/2021, page 1/55

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	3
2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES	7
3. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10 ET PM2,5)	9
3.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	9
3.2. NORMES ET VALEURS-GUIDES (PM10)	11
3.3. RESULTATS (PM10).....	12
3.4. NORMES ET VALEURS-GUIDES (PM2,5)	16
3.5. RESULTATS (PM2,5).....	18
4. CARBONE NOIR (BLACK CARBON)	23
4.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	23
4.2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	24
4.3. RESULTATS	25
5. OXYDES D'AZOTE (NO ET NO₂)	29
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 ₂)	34
5.5. RESULTATS	35
6. COMPTAGE DU TRAFIC	41
7. CONCLUSIONS	49
ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE	
ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL DE MESURE EN CONTINU	
ANNEXE 3 : CAMPAGNE DE MESURES DU DIOXYDE D'AZOTE DANS L'AIR AMBIANT PAR TUBE PASSIF	

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 pour projet d'installer en Wallonie deux nouvelles stations permanentes de mesure de la qualité de l'air liées au trafic. L'une sera implantée à Liège, l'autre à Charleroi. Pour mener à bien ce projet, L'AWAC a chargé l'ISSeP (Institut Scientifique de Service Public), exploitant des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, de réaliser deux campagnes de mesure ponctuelles, l'une à Liège et l'autre à Charleroi.

Ce rapport présente les résultats des mesures effectuées à Charleroi du 20/11/2019 au 13/04/2021 à l'aide de trois laboratoires mobiles.

En collaboration avec la Ville de Charleroi, trois sites de mesure ont été sélectionnés selon les critères de la Directive pour l'implantation d'une station trafic. Les trois 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 NO₂). Un comptage du trafic a également été réalisé au niveau des trois infrastructures routières étudiées.

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

Le premier point de mesure (code : RMCH18) est situé Boulevard Zoé Drion en face du stade du Pays de Charleroi, au milieu d'un axe routier 2 x 1 bande. La station a été placée au niveau de l'îlot central divisant les bandes de circulation.

Le second point de mesure (code : RMCH19) est placé quant à lui rue Willy Ernst, à côté de l'entrée la station de métro Reine Astrid. Cet axe, 2 x 1 bande, est très fréquenté car il constitue un carrefour important de la ville. La station mobile est installée ici en bordure immédiate des voies de circulation et à une trentaine de mètres d'un rond-point reliant plusieurs axes de circulation importants.

Le troisième point de mesure (code : RMCH20) est installé à l'arrière de la piscine Hélios, Boulevard Joseph Tirou. La station mobile est installée à moins de cinq mètres des voies de circulation, elles aussi, très fréquentées.

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

Site de mesure	Lieu	Coordonnées Lambert	
		X	Y
RMCH18	Stade du Pays de Charleroi Boulevard Zoe Drion, 19 B-6000 Charleroi	155911	122544
RMCH19	Station Parc Reine Astrid Rue Willy Ernst B-6000 Charleroi	155665	122032
RMCH20	Piscine Hélios Boulevard Joseph Tirou B-6000 Charleroi	155624	121630

Tableau 1.1 : Localisation des stations de mesure

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.

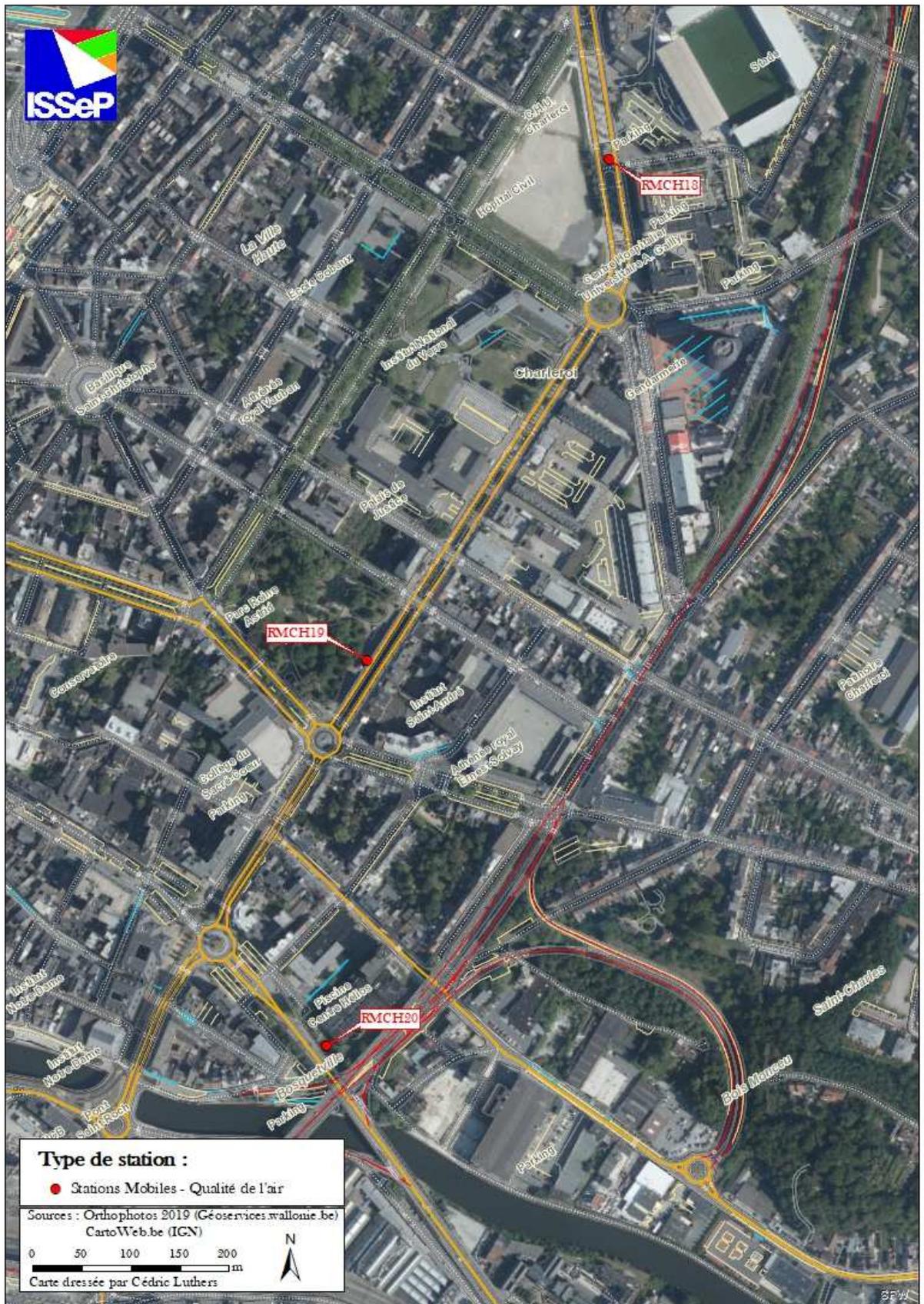


Figure 1.1 : Localisation des sites de mesure

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

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

- 1) 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 NO₂). 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.
- 2) Des mesures en continu et en temps réel des principaux paramètres météorologiques : ceux-ci ont été mesurés à la station permanente de la qualité de l'air TMCH04 (Lodelinsart, Place de l'Abattoir), station mesurant ces paramètres, la plus proche de notre zone d'étude. 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 de Charleroi.
- 3) Des mesures de trafic réalisées aux moyens de six radars installés de part et d'autre des voies de circulation à proximité des points de mesure. Ceux-ci permettent de compter le nombre de véhicules courts (voitures) et longs (camion, bus, etc) en continu et en temps réel. Ces données sont ensuite moyennées sur une demi-heure.

En complément à toutes les mesures décrites ci-dessus, 26 tubes passifs mesurant le dioxyde d'azote (NO₂) ont été utilisés lors de cette campagne et ont été installés de manière à quadriller les zones précises où les stations mobiles ont été installées. En effet, ces capteurs permettent d'étudier la répartition spatiale des concentrations en oxydes d'azote et d'analyser son évolution temporelle.

L'objectif de ces mesures vise à mesurer les gammes de concentrations en dioxyde d'azote, 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 résultats détaillés de ces mesures sont disponibles dans le rapport ISSeP n°0963/2022 repris en Annexe 3.

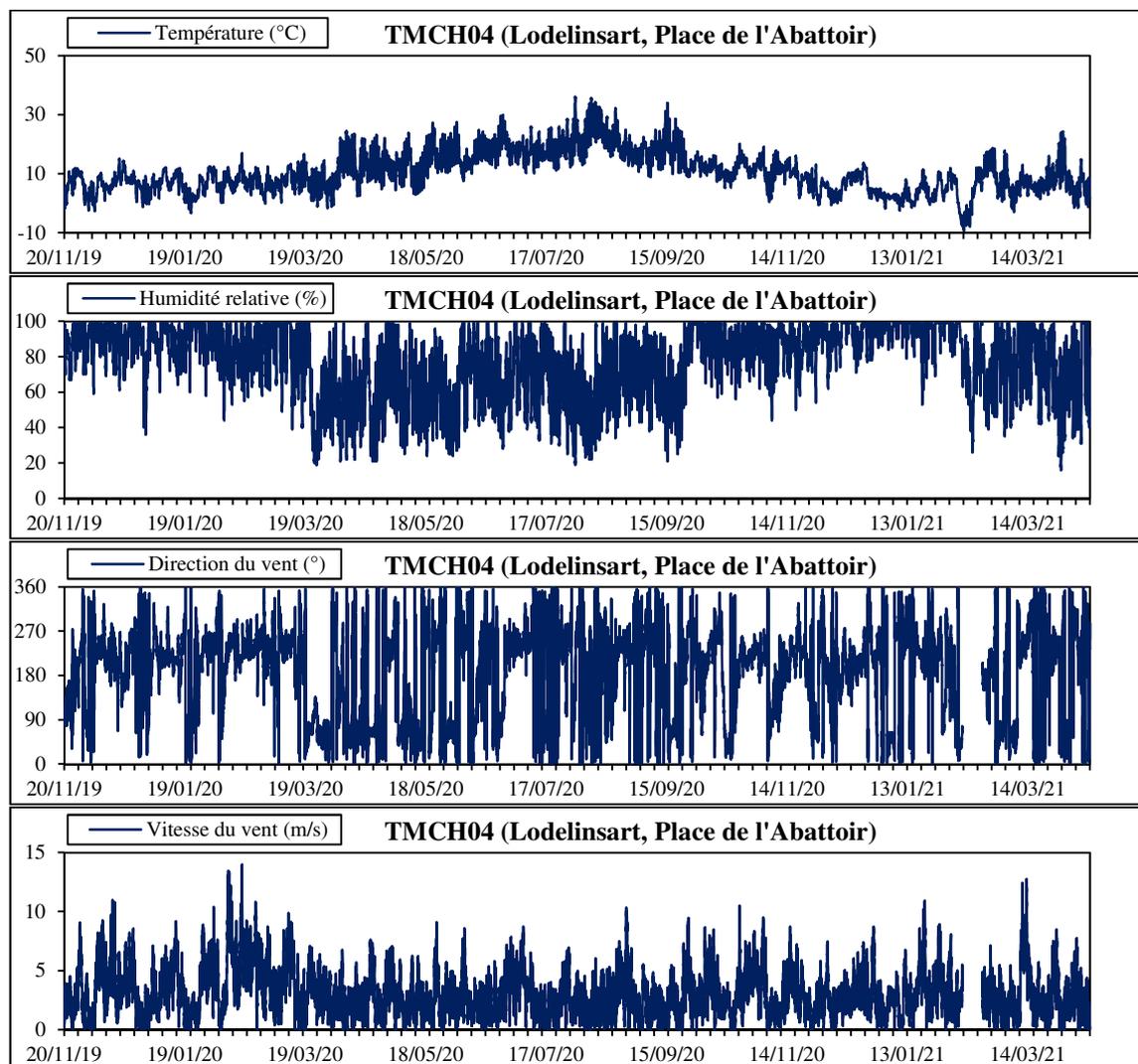
2. Paramètres météorologiques

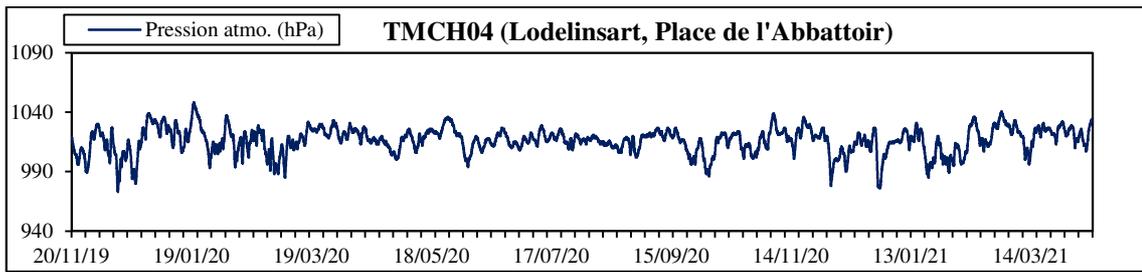
La température, l'humidité relative, la pression atmosphérique, la direction et la vitesse du vent ont été mesurées en continu à la station TMCH04 (Lodelinsart, Place de l'Abattoir). Le Tableau donne quelques paramètres statistiques décrivant les mesures de la température. Ceux-ci donnent une première idée des conditions météorologiques rencontrées durant cette campagne.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
TMCH04	24517	10,5	9,5	-9,3	36,1

Tableau 2.1 : Température – Valeurs semi-horaires – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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 horlogier, d'où, par exemple, 90° coïncide avec un vent d'est.





**Figure 2.1 : Paramètres météorologiques – Evolution des valeurs semi-horaires –
(20/11/2019 au 13/04/2021)**

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, variant de 0,02 μm à 100 μm pour les particules dites atmosphériques (restant dans l'air). Pour rappel, le diamètre aérodynamique est le diamètre d'une sphère de densité unitaire ayant le même comportement aérodynamique que la particule considérée.

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.

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).

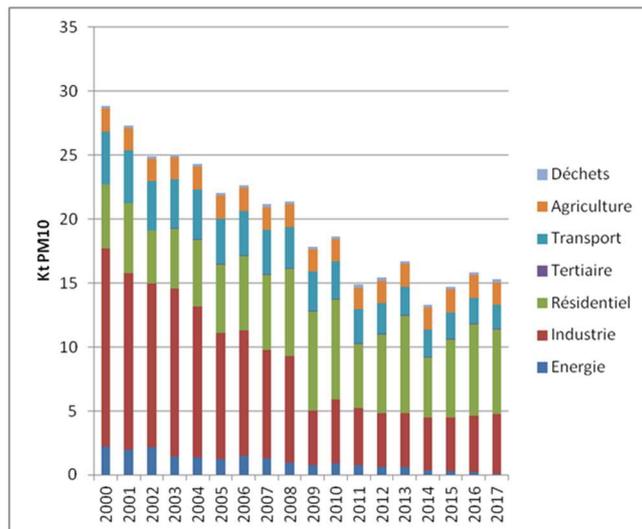


Figure 3.1.1 : Evolution des émissions en PM10 en Wallonie entre 2000 et 2017 ¹

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 %.

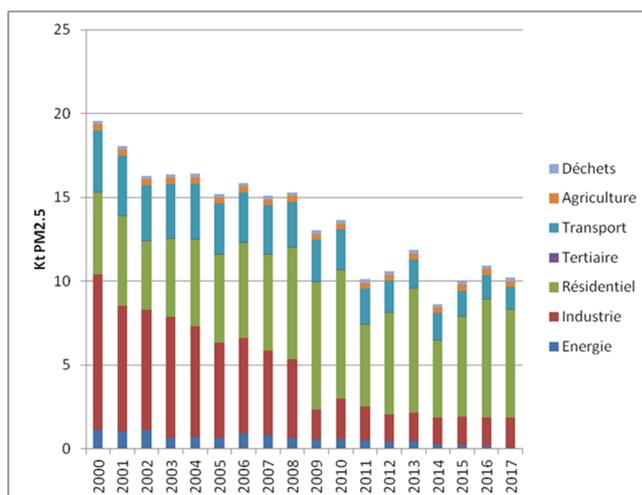


Figure 3.1.2 : Evolution des émissions en PM2,5 en Wallonie entre 2000 et 2017 ¹

¹ Source: Agence Wallonne de l'Air et du Climat (www.awac.be)

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 ³ 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 ³

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. 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 ³ 50 µg/m ³ 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/m³									
	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 RMCH18, RMCH19 et RMCH20 entre le 20/11/2019 et le 13/04/2021. 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 cinq stations de mesure de la qualité de l'air de la région de Charleroi ainsi que dans une station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09 : Domaine de Tinsêbois). Les stations TMCH03 (Charleroi, Bd Pierre Mayence) et TMCH04 (Lodelinsart, Place de l'Abattoir) sont de type fond/urbain. Les stations TMCH02 (Marcinelle, Rue de la Bruyère) et TMCH05 (Châtelineau, Rue Gendebien) sont de type fond/suburbain. Enfin, la station TMCH01 (Marchienne-au-Pont, Quai Sud) 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 (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	24453	14	10	39	50	287
RMCH19 (Reine Astrid)	22078	16	12	44	56	303
RMCH20 (Piscine Hélios)	20340	16	12	44	56	406
TMCH01 (Marchienne)	24468	22	15	63	94	471
TMCH02 (Marcinelle)	24457	15	11	41	53	286
TMCH03 (Charleroi)	24212	17	13	46	60	251
TMCH04 (Lodelinsart)	24481	17	12	44	56	229
TMCH05 (Châtelineau)	24319	15	10	43	55	190
TMNT09 (Vielsalm)	24482	9	6	23	31	142

Tableau 3.3.1 : PM10 – Valeurs semi-horaires – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	509	14	11	35	45	68
RMCH19 (Reine Astrid)	460	16	12	40	47	69
RMCH20 (Piscine Hélios)	417	16	12	40	47	69
TMCH01 (Marchienne)	511	22	17	62	79	127
TMCH02 (Marcinelle)	509	15	12	36	45	81
TMCH03 (Charleroi)	502	17	13	41	53	69
TMCH04 (Lodelinsart)	511	17	13	39	48	67
TMCH05 (Châtelineau)	507	15	11	39	47	70
TMNT09 (Vielsalm)	511	9	7	20	27	45

Tableau 3.3.2 : PM10 – Valeurs journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

La Figure 3.3.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension, comparées à la valeur limite journalière de 50 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 35 fois par an.

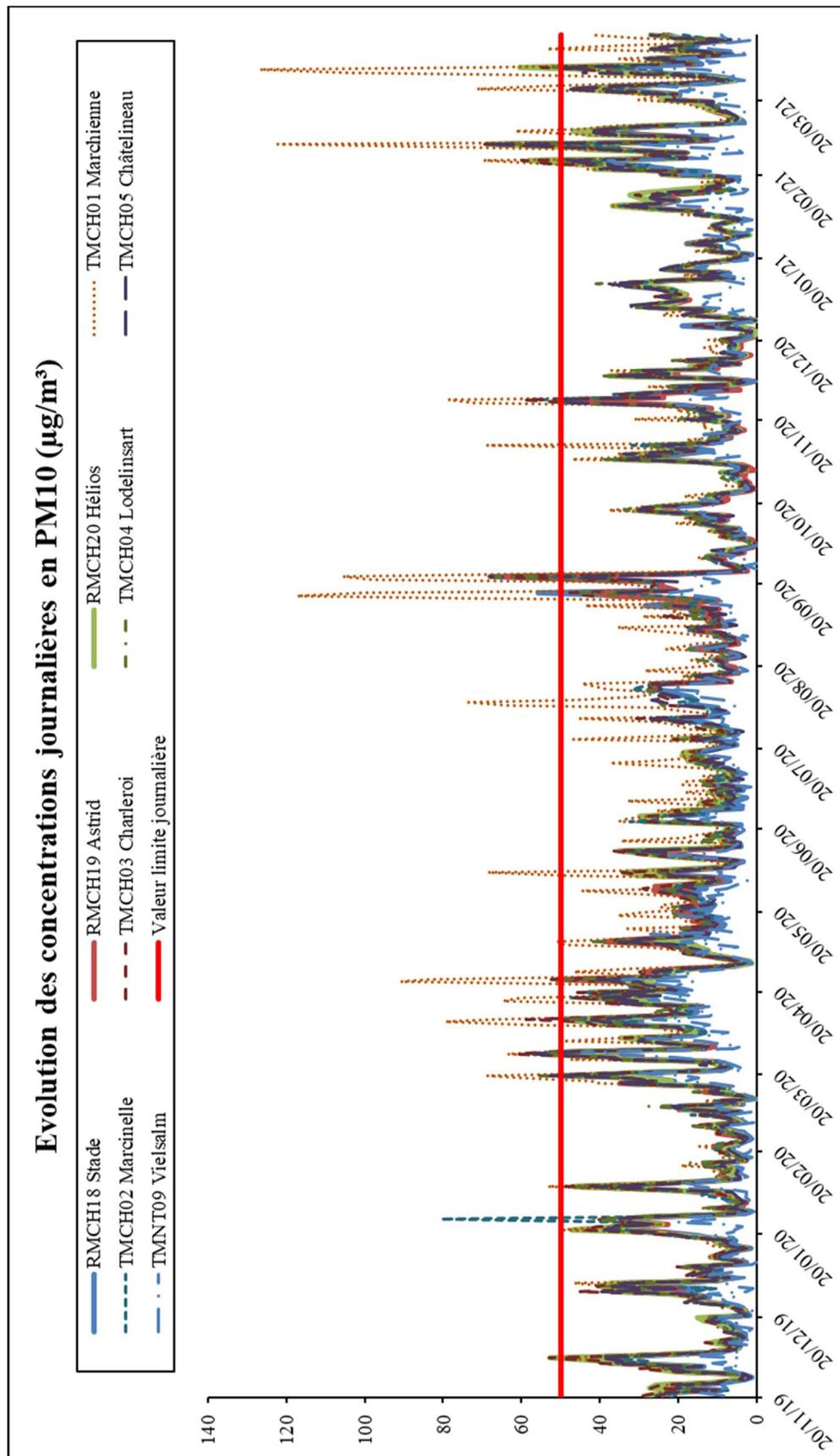


Figure 3.3.1 : PM10 – Evolution des concentrations journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Si le respect formel des valeurs limites de la Directive et valeurs-guides OMS ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire¹ permet néanmoins de noter que :

- la valeur limite annuelle de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ serait largement respectée pour les stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20 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 seraient respectés pour les stations installées dans le cadre de cette étude, 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 trois stations installées dans le cadre de cette étude ainsi que pour les stations de comparaison, à l'exception de la station TMCH01 (Marchienne). La valeur-guide journalière est respectée uniquement pour les stations TMCH05 (Châtelineau) et TMNT09 (Vielsalm).

La Figure 3.3.2 montre les profils de la journée moyenne en PM10 pour les stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20, ainsi que pour les stations de comparaison (heures GMT). La journée moyenne pour les trois stations « trafic » montrent des profils similaires aux stations de comparaison de la région de Charleroi, à l'exception de la station TMCH01 (Marchienne) pour laquelle on observe un profil plus marqué en raison des concentrations plus élevées mesurées à cet endroit.

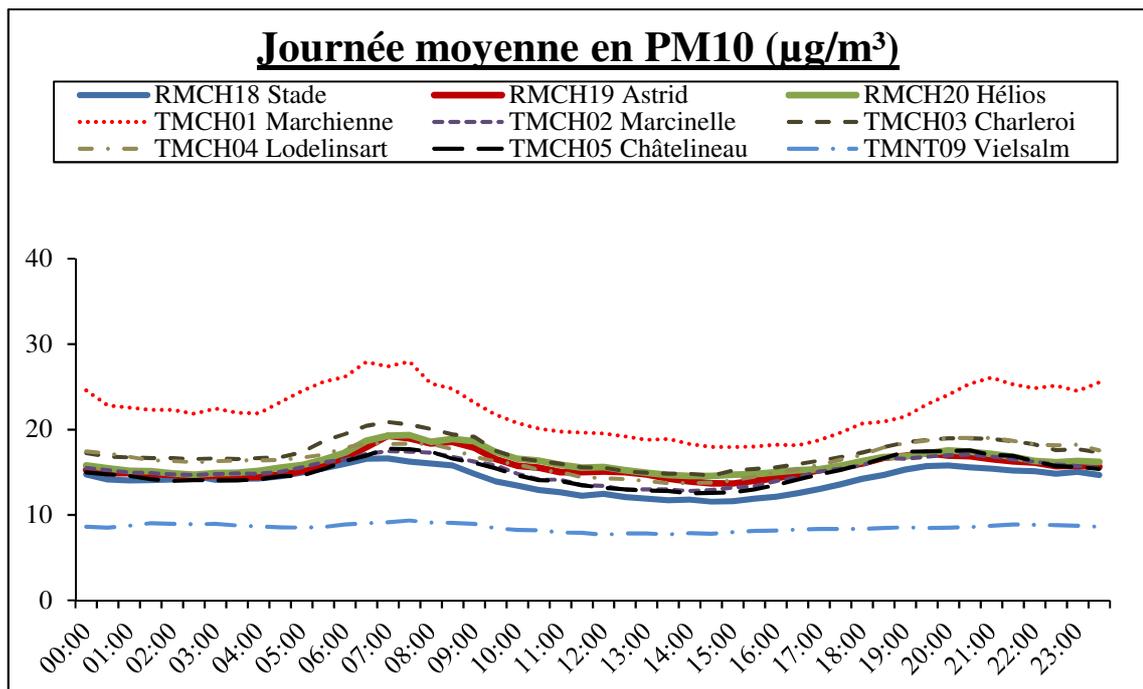


Figure 3.3.2 : PM10 – Journée moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

La Figure 3.3.3 montre les semaines moyennes en PM10 pour les sites de mesure RMCH18, RMCH19 et RMCH20 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.

¹ Les données étant supérieures aux 365 jours requis pour la comparaison stricte aux valeurs de référence, celles-ci ont été ramenées à 365 jours.

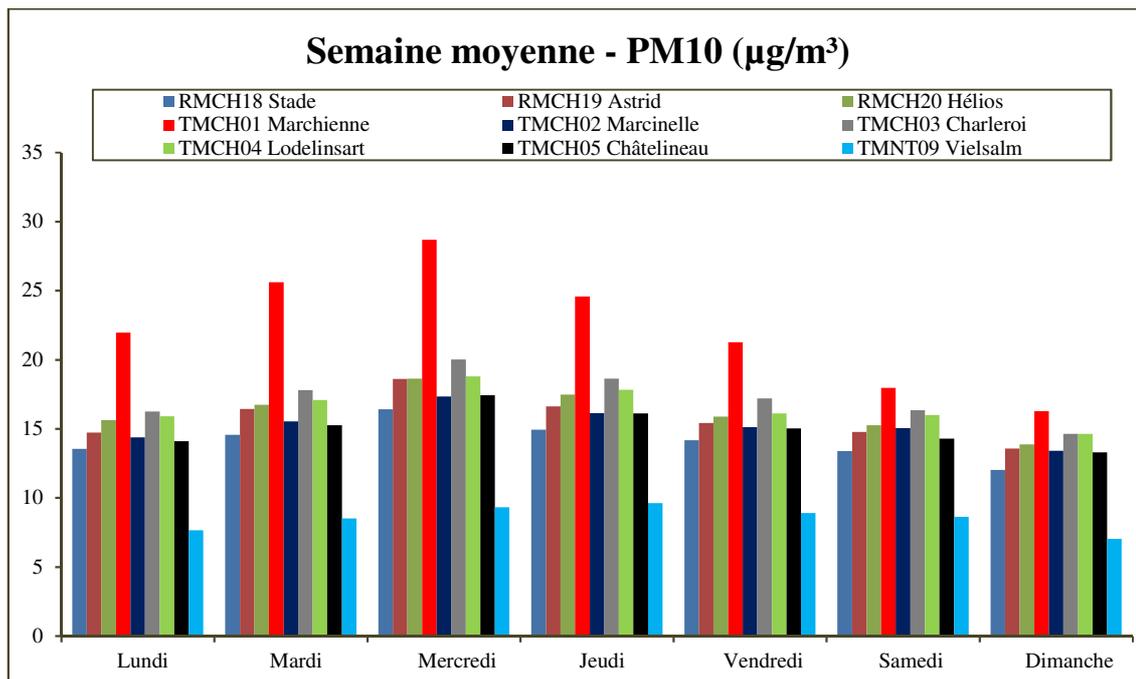


Figure 3.3.3 : PM10 – Semaine moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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									
RMCH18	509	227	161	77	29	9	4	2	0	0	0
RMCH19	460	195	128	80	34	16	5	2	0	0	0
RMCH20	417	158	127	79	32	15	4	2	0	0	0
TMCH01	511	134	167	92	51	29	9	13	7	4	5
TMCH02	509	208	163	82	42	8	5	0	0	1	0
TMCH03	502	186	148	95	41	20	9	3	0	0	0
TMCH04	511	185	164	100	39	13	8	2	0	0	0
TMCH05	507	229	133	85	40	14	5	1	0	0	0
TMNT09	511	362	119	22	7	1	0	0	0	0	0

Tableau 3.3.3 : PM10 – Répartition de l'indice de qualité de l'air (BelaQI) – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Le Tableau 3.3.4 reprend les concentrations moyennes en PM10 enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20, 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	22
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	19
TMMO01 (Mons)	19
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	18
TMLG00 (Place Saint-Lambert)	18
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	17
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	17
TMCH04 (Lodelinsart)	17
RMCH20 (Piscine Hélios)	16
RMCH19 (Station Reine Astrid)	16
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	15
TMSG02 (Saint-Nicolas, rue Bois Saint-Gilles)	15
TMCH02 (Marcinelle)	15
TMCH05 (Châtelineau)	15
RMCH18 (Stade de Charleroi)	14
TMTO01 (Havinnnes)	13
TMLG04 (Angleur, rue Canal de l'Ourthe)	13
TMNT03 (Ville-en-Waret)	13
TMNT04 (Offagne)	12
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	12
TMNT05 (Sinsin)	11
TMNT10 (Membach, rue du Moulin)	11
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	10
TMNT01 (Dourbes)	9
TMNT06 (Sainte-Ode)	9
TMNT09 (Vielsalm)	9

Tableau 3.3.4 : PM10 – Concentrations moyennes – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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).

Période de calcul de la moyenne	Valeur limite
Année civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 ($19 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et ainsi atteindre une valeur de $15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

		Seuil	A partir de
Obligation en matière de concentration relative d'exposition		$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2015
Objectif national de réduction par rapport à 2010	- 20 %	$15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	2020

Tableau 3.4.1.2 : PM_{2,5} – 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 PM_{2,5} :

Composé	Période considérée	Valeur-guide
PM _{2,5}	1 an 24 h	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 3 fois par an

Tableau 3.4.2.1 : Particules en suspension (PM_{2,5}) – Valeurs-guides OMS

3.4.3. Indices (BelaQI)

Des indices de pollution ont également été définis pour les particules en suspension, fraction PM_{2,5}, par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE).

PM _{2,5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$									
	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	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 3.4.3.1 : Particules en suspension (PM_{2,5}) – Indices (BelaQI)

3.5. Résultats (PM_{2,5})

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux particules en suspension (PM_{2,5}) mesurées en RMCH18, RMCH19 et RMCH20 entre le 20/11/2019 et le 13/04/2021. 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 cinq stations de la région de Charleroi déjà citées, ainsi qu'à la station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09 : Domaine de Tinsêbois).

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	24453	7	4	26	33	258
RMCH19 (Reine Astrid)	22078	9	6	29	36	92
RMCH20 (Piscine Hélios)	20340	9	6	31	37	84
TMCH01 (Marchienne)	24468	11	7	35	46	185
TMCH02 (Marcinelle)	24457	8	5	28	35	183
TMCH03 (Charleroi)	24212	9	6	30	36	156
TMCH04 (Lodelinsart)	24481	9	6	30	37	77
TMCH05 (Châtelineau)	24319	8	5	30	36	81
TMNT09 (Vielsalm)	24482	4	3	16	21	66

Tableau 3.5.1 : PM_{2,5} – Valeurs semi-horaires – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Site de mesures	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	509	7	5	24	27	36
RMCH19 (Reine Astrid)	460	9	6	27	31	36
RMCH20 (Piscine Hélios)	417	9	7	27	31	37
TMCH01 (Marchienne)	511	11	7	32	38	65
TMCH02 (Marcinelle)	509	8	6	24	30	52
TMCH03 (Charleroi)	502	9	6	27	31	40
TMCH04 (Lodelinsart)	511	9	6	26	32	40
TMCH05 (Châtelineau)	507	8	5	27	30	39
TMNT09 (Vielsalm)	511	4	3	14	17	26

Tableau 3.5.2 : PM_{2,5} – Valeurs journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Une comparaison des données avec la valeur limite de la Directive permet de constater que celle-ci serait respectée pour les trois stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) installées dans le cadre de cette étude, ainsi que pour l'ensemble des stations de comparaison. De même, l'objectif de réduction de l'IEM seraient d'ores et déjà partout respectés. La valeur-guide annuelle de l'OMS, relative à la fraction PM_{2,5} des particules, serait également respectée pour l'ensemble des stations mentionnées dans ce rapport, à l'exception de la station TMCH01 (Marchienne). Par contre, le nombre de dépassements de la valeur-guide journalière ne serait, quant à lui, pas respecté pour l'ensemble des stations mentionnées précédemment, à l'exception de la station TMNT09 (Vielsalm).

La Figure 3.5.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension (PM_{2,5}). On constate un bon parallélisme entre les profils des RMCH18, RMCH19 et RMCH20 ainsi qu'avec ceux des stations de comparaison de la région de Charleroi.

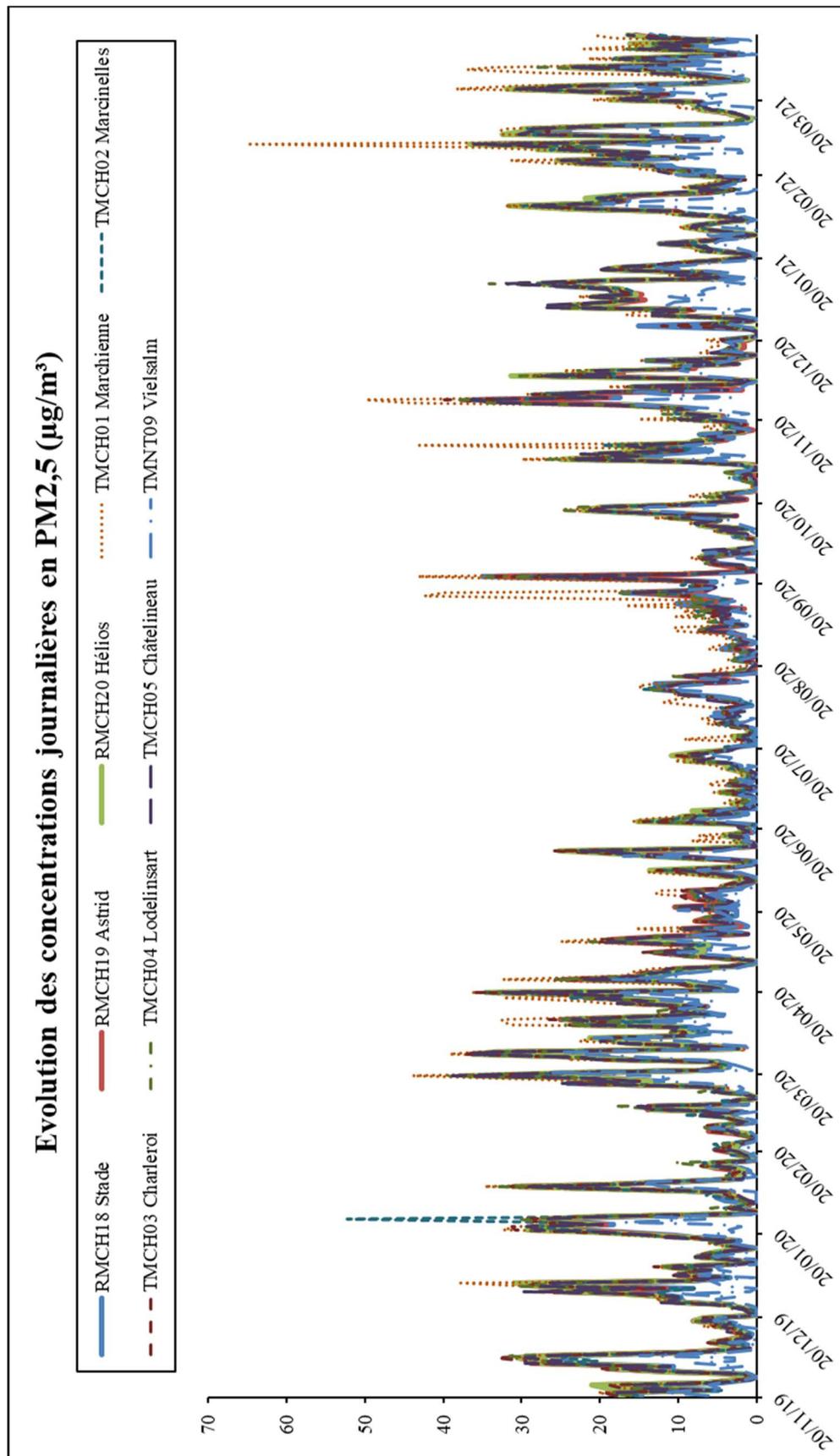


Figure 3.5.1 : PM_{2,5} – Evolution des concentrations journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Les Figures 3.5.2 et 3.5.3 montrent les journées (heures GMT) et semaines moyennes en PM_{2,5} pour les stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20 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.

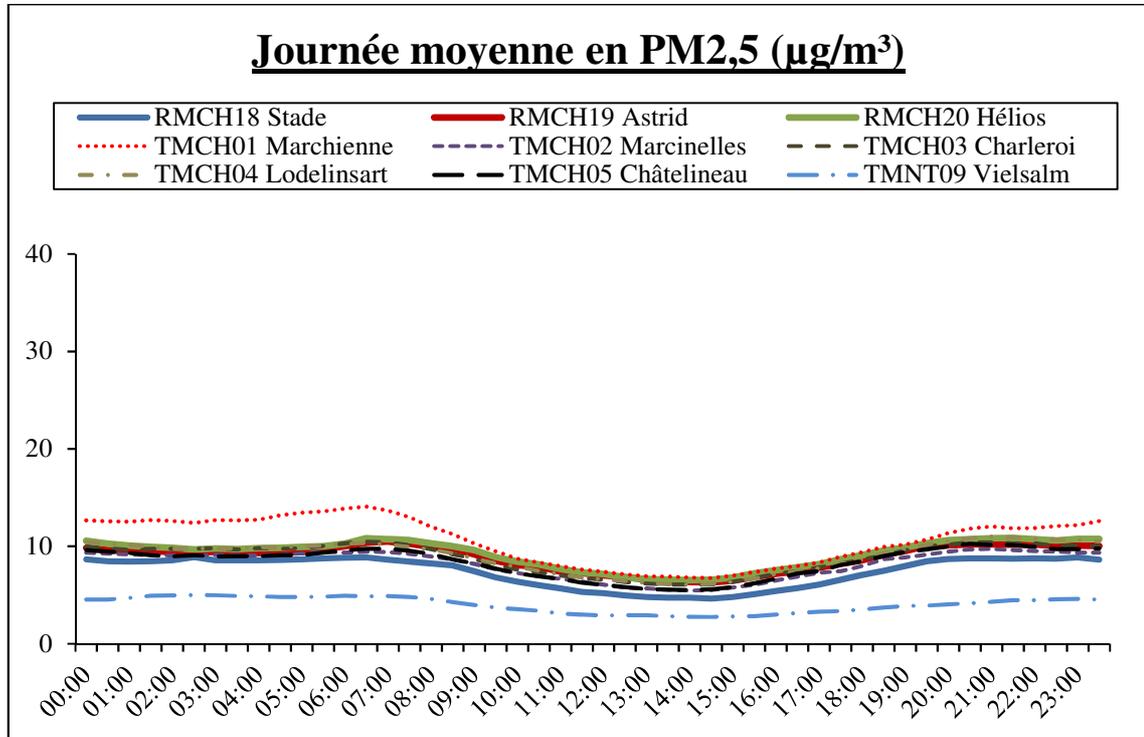


Figure 3.5.2 : PM_{2,5} – Journée moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

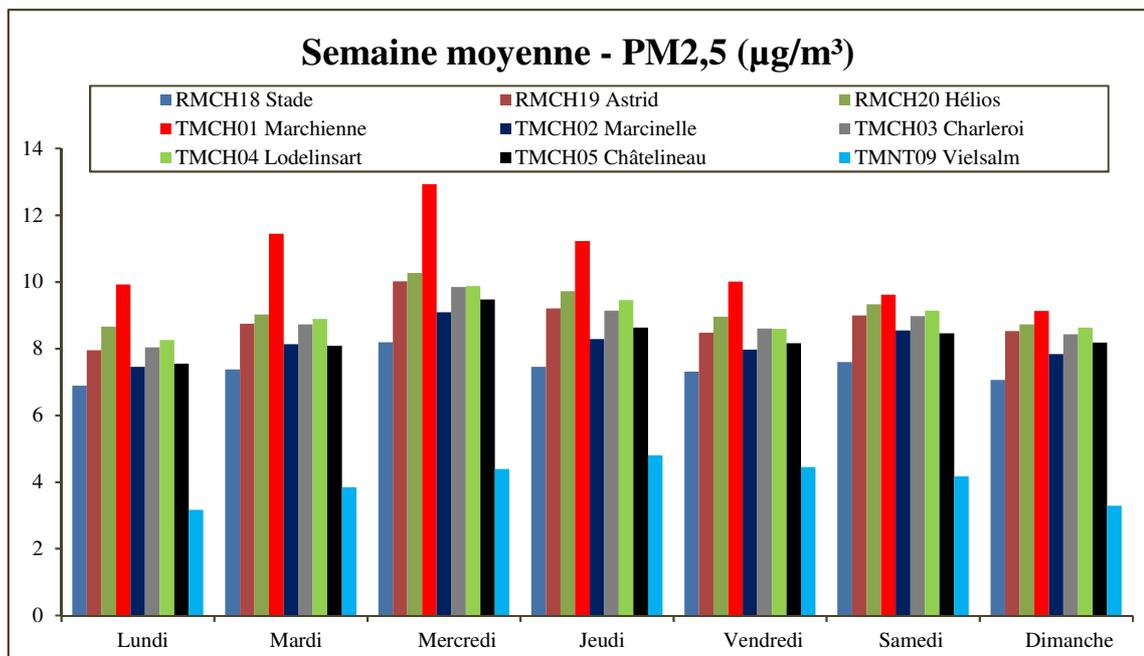


Figure 3.5.3 : PM_{2,5} – Semaine moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Le Tableau 3.5.3 reprend les concentrations moyennes en PM10 enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios), ainsi que pour l'ensemble des stations permanentes de Wallonie.

Site de mesure	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	11
RMCH20 (Piscine Hélios)	9
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	9
TMMO01 (Mons)	9
TMCH04 (Lodelinsart)	9
RMCH19 (Station Reine Astrid)	9
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	9
TMLG00 (Place Saint-Lambert)	9
TMCH05 (Châtelineau)	8
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	8
TMCH02 (Marcinelle)	8
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	8
TMSG02 (Saint-Nicolas, rue Bois Saint-Gilles)	8
TMTO01 (Havennes)	8
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	8
RMCH18 (Stade de Charleroi)	7
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	7
TMNT03 (Ville-en-Waret)	7
TMLG04 (Angleur, rue Canal de l'Ourthe)	6
TMNT04 (Offagne)	6
TMNT10 (Membach, rue du Moulin)	5
TMNT05 (Sinsin)	5
TMNT01 (Dourbes)	5
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	5
TMNT06 (Sainte-Ode)	4
TMNT09 (Vielsalm)	4

Tableau 3.5.3 : PM2,5 – Valeurs moyennes – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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									
RMCH18	509	263	111	53	64	17	1	0	0	0	0
RMCH19	460	197	110	56	67	27	3	0	0	0	0
RMCH20	417	179	95	46	68	26	3	0	0	0	0
TMCH01	511	183	135	61	82	36	7	6	0	1	0
TMCH02	509	237	126	52	70	20	3	0	1	0	0
TMCH03	502	222	119	62	66	29	4	0	0	0	0
TMCH04	511	221	121	63	70	33	3	0	0	0	0
TMCH05	507	238	109	58	69	29	4	0	0	0	0
TMNT09	511	354	98	40	18	1	0	0	0	0	0

Tableau 3.5.4 : PM_{2,5} – Répartition de l'indice de qualité de l'air (BelaQI) – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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_{2,5} (diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5 µm). Il se retrouve principalement dans la partie la plus petite de celle-ci, la fraction PM₁ (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 (CH₄), l'ozone stratosphérique (O₃) 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

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_{2.5} 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 RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios), ainsi que pour deux stations permanentes de comparaison : la station TMCH01 de Marchienne (fond/urbain), seule autre station en région de Charleroi 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	24177	0,8	0,6	2,3	3,6	13,7
RMCH19 (Reine Astrid)	24502	0,9	0,7	2,4	3,7	14,0
RMCH20 (Piscine Hélios)	23055	1,2	0,9	3,6	5,3	11,5
TMCH01 (Marchienne)	23879	1,0	0,7	3,0	4,6	62,5
TMNT09 (Vielsalm)	23195	0,2	0,2	0,5	0,6	15,1

Tableau 4.3.1 : Carbone noir (Black Carbon) – Valeurs semi-horaires – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	503	0,8	0,7	2,1	2,7	4,8
RMCH19 (Reine Astrid)	511	0,9	0,8	2,2	3,0	5,1
RMCH20 (Piscine Hélios)	477	1,2	0,9	3,2	4,1	6,1
TMCH01 (Marchienne)	496	1,0	0,8	2,7	3,7	5,2
TMNT09 (Vielsalm)	496	0,2	0,2	0,5	0,6	0,8

Tableau 4.3.2 : Carbone noir (Black Carbon) – Valeurs journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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 RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) ainsi qu'avec la station de comparaison de Marchienne (TMCH01). On observe des valeurs plus élevées à la station RMCH20 (Piscine Hélios) tout au long de l'étude.

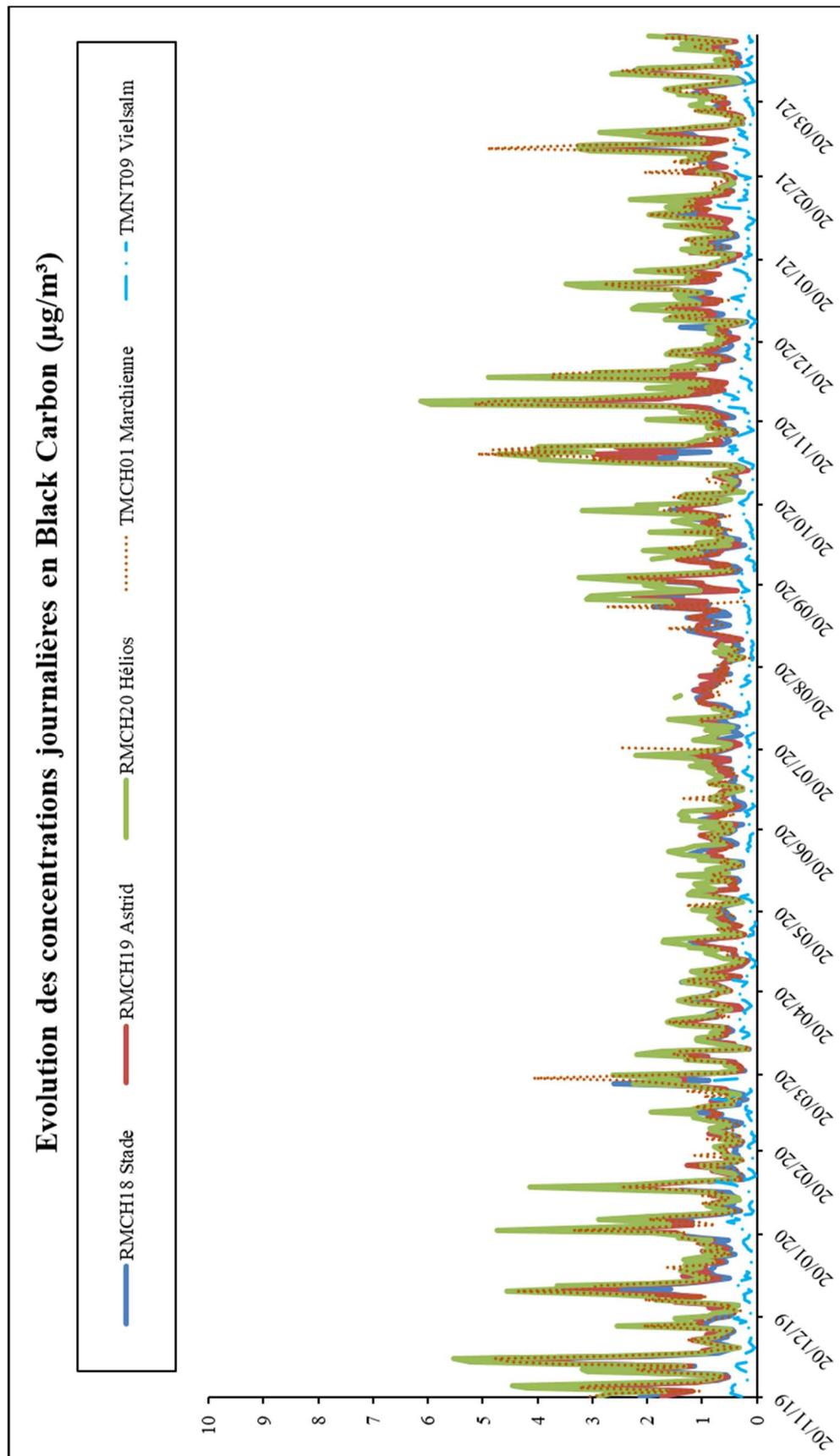


Figure 4.3.1 : Carbone noir (Black Carbon) – Evolution des concentrations journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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 RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) 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.

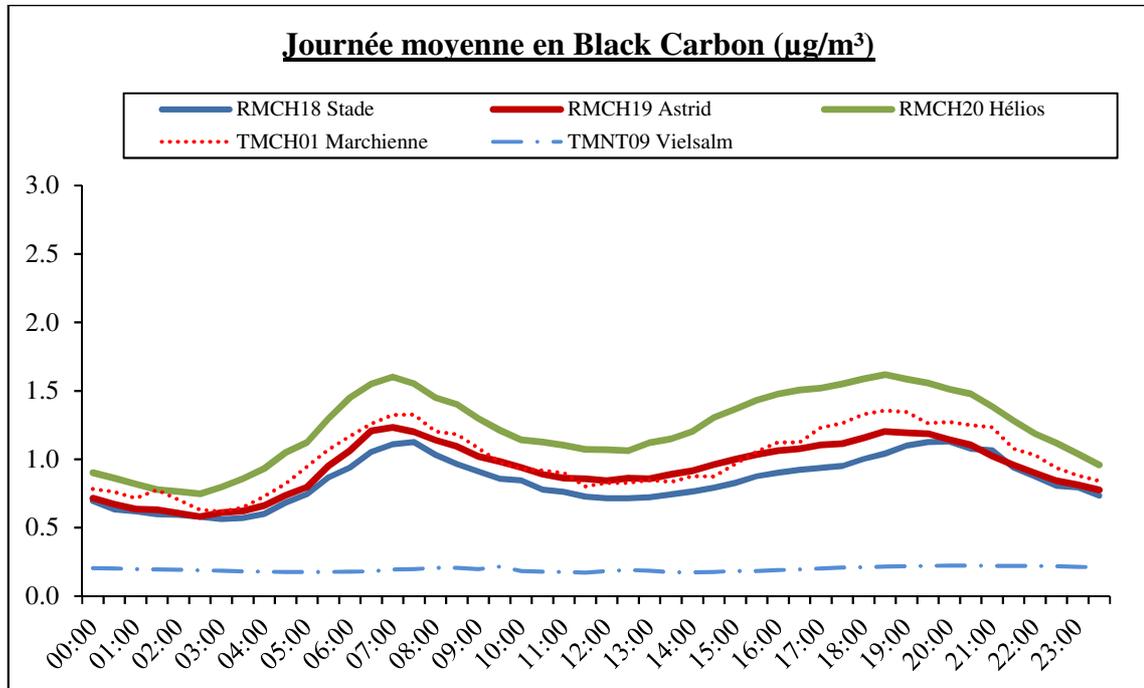


Figure 4.3.2 : Carbone noir (Black Carbon) – Journée moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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 dimanche pour les trois stations trafic RMCH18, RMCH19 et RMCH20.

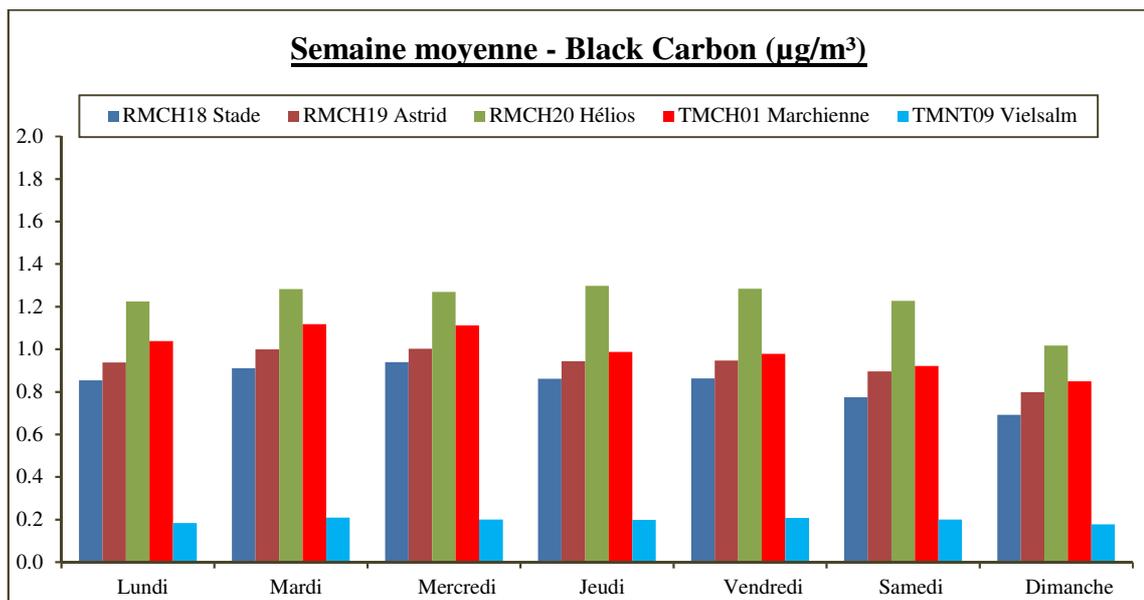


Figure 4.3.3 : Carbone noir (Black Carbon) – Semaine moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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

Le Tableau 4.3.3 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) ainsi que pour les autres stations permanentes de Wallonie dans lesquelles le carbone noir est mesuré. Les concentrations les plus élevées sont mesurées pour la station RMCH20 (Piscine Hélios).

Site de mesures	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMCH20 (Piscine Hélios)	1,2
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	1,0
RMCH19 (Station Reine Astrid)	0,9
RMCH18 (Stade de Charleroi)	0,8
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	0,8
TMNT09 (Vielsalm)	0,2

Tableau 4.3.3 : Carbone noir (Black Carbon) – Valeurs moyennes – (20/11/2019 au 13/04/2021)

5. Oxydes d'azote (NO et NO₂)

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 (NO₂) produits lors de phénomènes de combustion par l'oxydation de l'azote (N₂) contenu dans l'air et, dans une moindre mesure, de l'azote provenant du carburant. La proportion entre le NO et le NO₂ 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 (NO₂) 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 NO₂ 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 RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios). 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 de Charleroi ainsi que dans la station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09 : Domaine de Tinsêbois). Remarque : La station TMCH01 (Marchienne-au-Pont, Quai Sud) est de type industriel/urbain ; Les stations TMCH03 (Charleroi, Bd Pierre Mayence) et TMCH04 (Lodelinsart, Place de l'Abattoir) sont de type fond/urbain.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	24227	7	3	26	58	293
RMCH19 (Reine Astrid)	24434	11	5	38	73	291
RMCH20 (Piscine Hélios)	24136	16	8	60	102	462
TMCH01 (Marchienne)	23930	6	2	28	61	291
TMCH03 (Charleroi)	23890	10	3	39	74	316
TMCH04 (Lodelinsart)	23836	6	1	30	68	299
TMNT09 (Vielsalm)	23912	1	1	1	2	64

Tableau 5.3.1 : NO – Valeurs semi-horaires – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	506	7	4	26	46	90
RMCH19 (Reine Astrid)	511	11	7	35	54	110
RMCH20 (Piscine Hélios)	504	16	10	53	76	133
TMCH01 (Marchienne)	510	6	3	28	49	91
TMCH03 (Charleroi)	509	10	5	36	55	107
TMCH04 (Lodelinsart)	508	6	2	30	54	88
TMNT09 (Vielsalm)	511	1	1	1	2	6

Tableau 5.3.2 : NO – Valeurs journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Les concentrations mesurées dans les stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) présentent certains écarts. On note une plus forte concentration en monoxyde d'azote à la station RMCH20. Lors de cette étude, la station RMCH20 a enregistré une série de pics de concentration en monoxyde d'azote qui n'étaient pas détectés aux autres stations et dont la source reste inconnue. Les mesures enregistrées aux stations RMCH18 et RMCH19 sont également différentes. La station RMCH19 semble plus impactée par la proximité du trafic que la station RMCH18.

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 RMCH20 (Piscine Hélios) présente des concentrations plus élevées, et cela même pendant la période estivale.

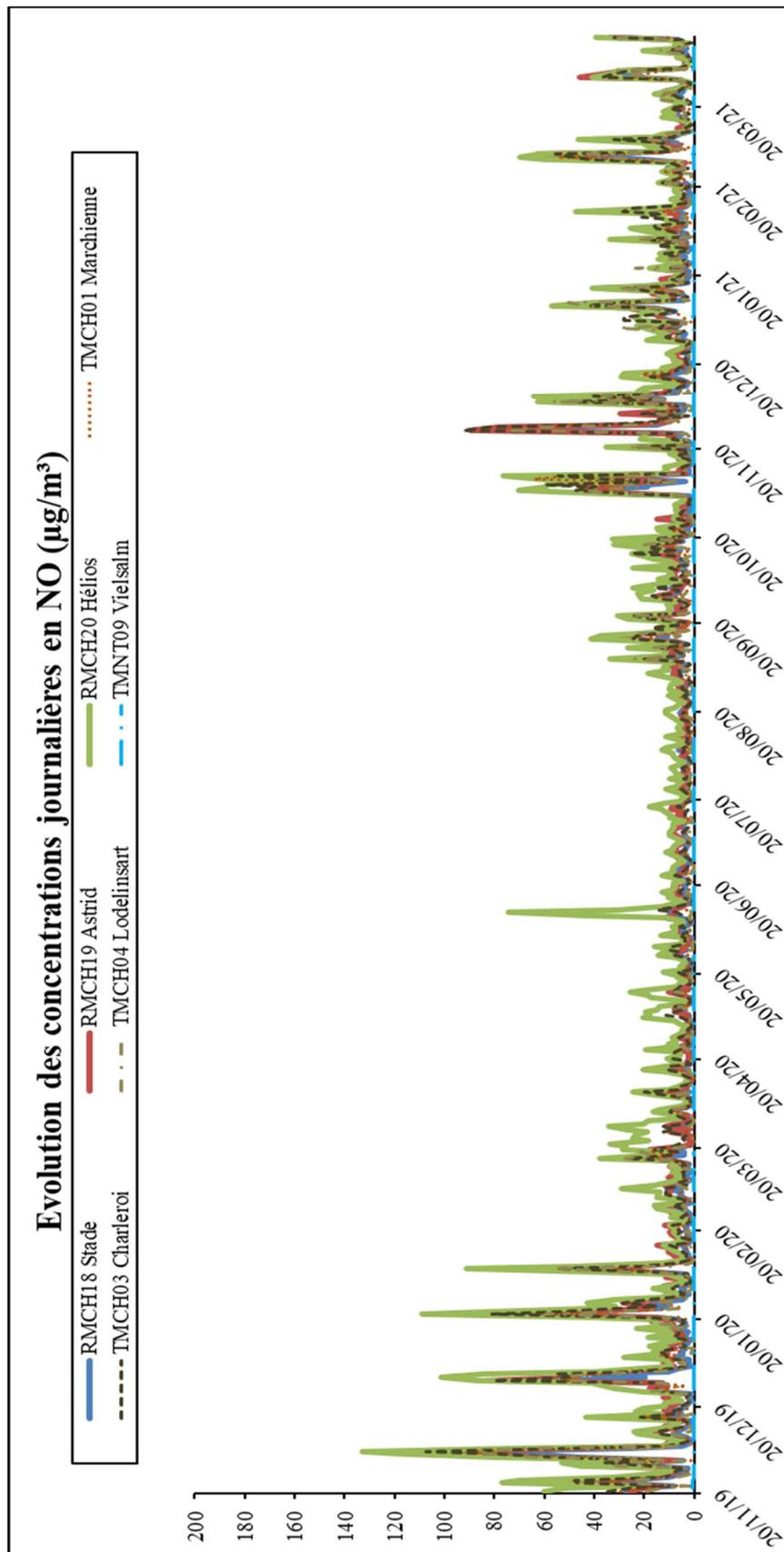


Figure 5.3.1 : Monoxyde d'azote (NO) – Evolution des concentrations journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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

La Figure 5.3.2 montre les journées moyennes pour les stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) 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.

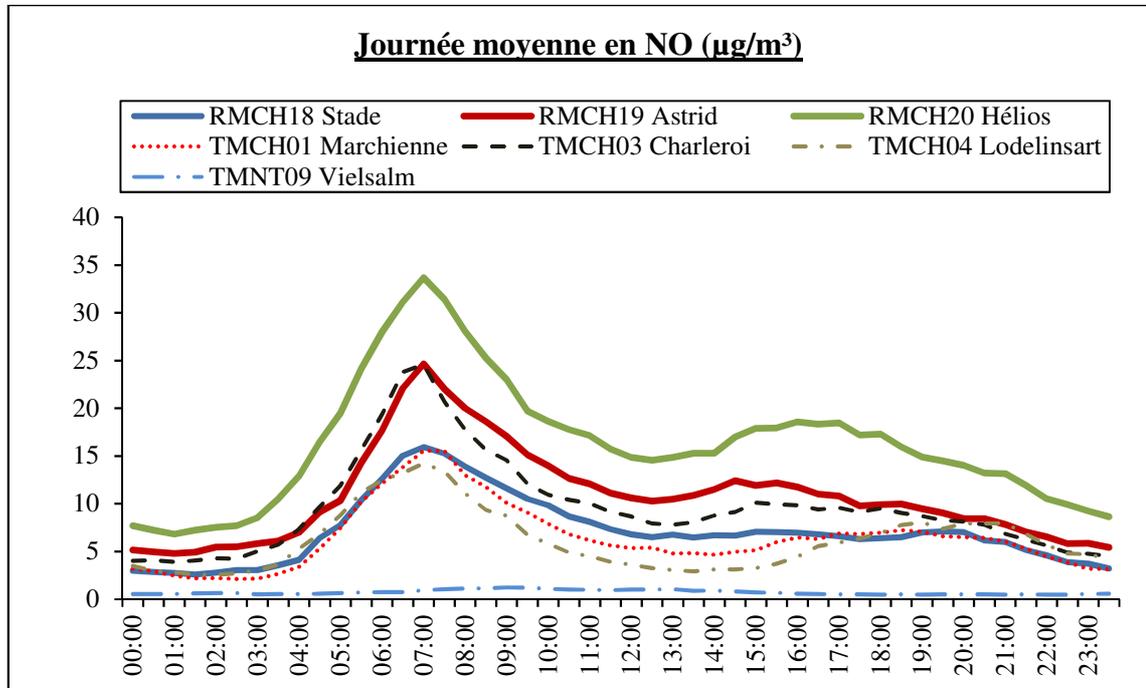


Figure 5.3.2 : Monoxyde d'azote (NO) – Journée moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

La Figure 5.3.3 montre les semaines moyennes pour les stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) ainsi que pour les stations de comparaison. On observe une diminution des concentrations en monoxyde d'azote le week-end.

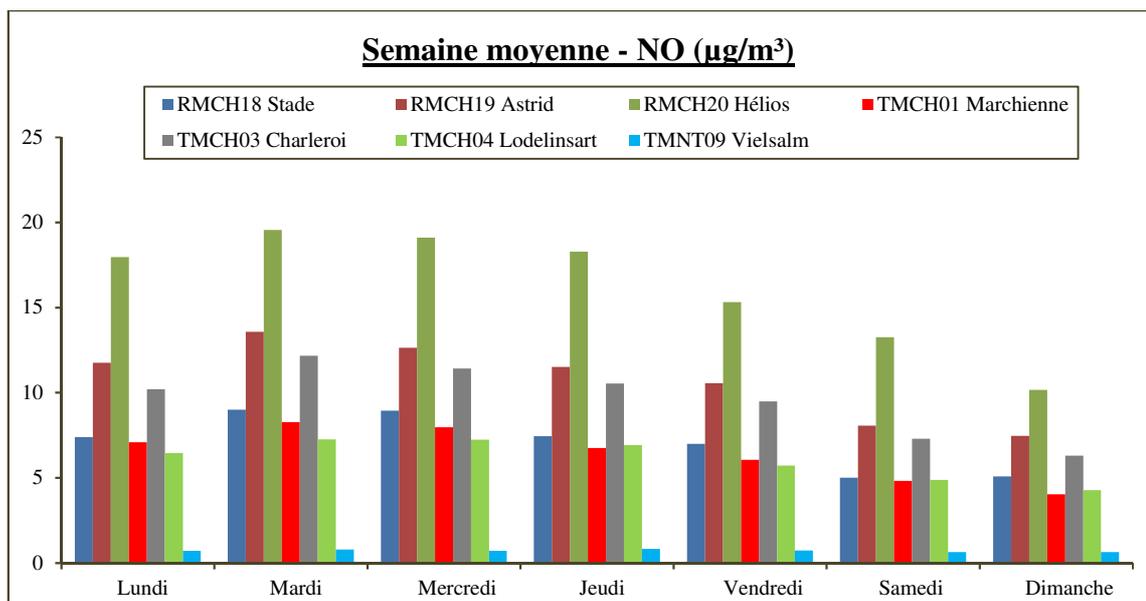


Figure 5.3.3 : Monoxyde d'azote (NO) – Semaine moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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

Le Tableau 5.3.3 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios) ainsi que pour l'ensemble des autres stations permanentes de Wallonie. La station trafic RMCH20 est en tête de classement. Ensuite, on trouve la station RMCH19 et la station de fond/urbain TMCH03 (Charleroi caserne).

Site de mesure	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMCH20 (Piscine Hélios)	16
RMCH19 (Station Reine Astrid)	11
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	10
RMCH18 (Stade de Charleroi)	7
TMMO01 (Mons)	7
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	7
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	7
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	6
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	6
TMCH04 (Lodelinsart)	6
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	4
TMTO01 (Havennes)	2
TMNT03 (Ville-en-Waret)	2
TMNT08 (Eupen)	2
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	2
TMNT06 (Sainte-Ode)	1
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	1
TMNT05 (Sinsin)	1
TMNT04 (Offagne)	1
TMNT09 (Vielsalm)	1
TMNT01 (Dourbes)	0

Tableau 5.3.3 : NO – Valeurs moyennes – (20/11/2019 au 13/04/2021)

5.4. Normes et valeurs-guides (NO₂)

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 ₂ 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 ₂
Valeur limite annuelle pour la protection de la végétation	Année civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO + NO ₂

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 (NO₂). Ces valeurs ne sont pas légalement contraignantes mais sont des recommandations.

- pour les expositions à court terme, 200 µg/m³ en moyenne sur 1 h ;
- pour les expositions à long terme, 40 µg/m³ 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 ₂	µg/m ³									
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 ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	24227	21	17	50	61	120
RMCH19 (Reine Astrid) ¹	15280	23	19	51	62	124
RMCH20 (Piscine Hélios)	24129	26	23	57	68	122
TMCH01 (Marchienne)	23930	19	15	45	55	133
TMCH03 (Charleroi)	23890	22	19	52	62	127
TMCH04 (Lodelinsart)	23836	19	15	48	60	108
TMNT09 (Vielsalm)	23912	5	4	14	18	100

Tableau 5.5.1 : NO₂ – Valeurs semi-horaires – (20/11/2019 au 13/04/2021)

¹ Pour cause de problème technique, les données du 20/11/2019 au 28/05/2020 ont dû être invalidées.

Site de mesures	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMCH18 (Stade de Charleroi)	506	21	18	43	50	61
<i>RMCH19 (Reine Astrid) ¹</i>	320	23	21	41	52	57
RMCH20 (Piscine Hélios)	504	26	24	50	57	63
TMCH01 (Marchienne)	510	19	17	37	42	51
TMCH03 (Charleroi)	509	22	20	43	50	56
TMCH04 (Lodelinsart)	508	19	17	38	45	62
TMNT09 (Vielsalm)	511	5	5	10	12	19

Tableau 5.5.2 : NO₂ – Valeurs journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

La station RMCH20 mesure les concentrations les plus élevées. Les résultats obtenus grâce aux tubes passifs installés aux mêmes points de mesure confirment que la station mesurant les valeurs les plus élevées est RMCH20 tandis que la station RMCH18 présente les valeurs les moins élevées (voir annexe3).

Les valeurs limites pour la protection de la santé humaine de la Directive seraient respectées pour les trois stations RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios), de même que pour l'ensemble des stations de comparaison mentionnées dans ce rapport.

Les valeurs-guides de l'Organisation Mondiale de la Santé seraient également respectées par l'ensemble des stations.

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 (RMCH18, RMCH19 et RMCH20) et les stations de comparaison de la région de Charleroi.

¹ Pour cause de problème technique les données du 20/11/2019 au 28/05/2020 ont dû être invalidées.

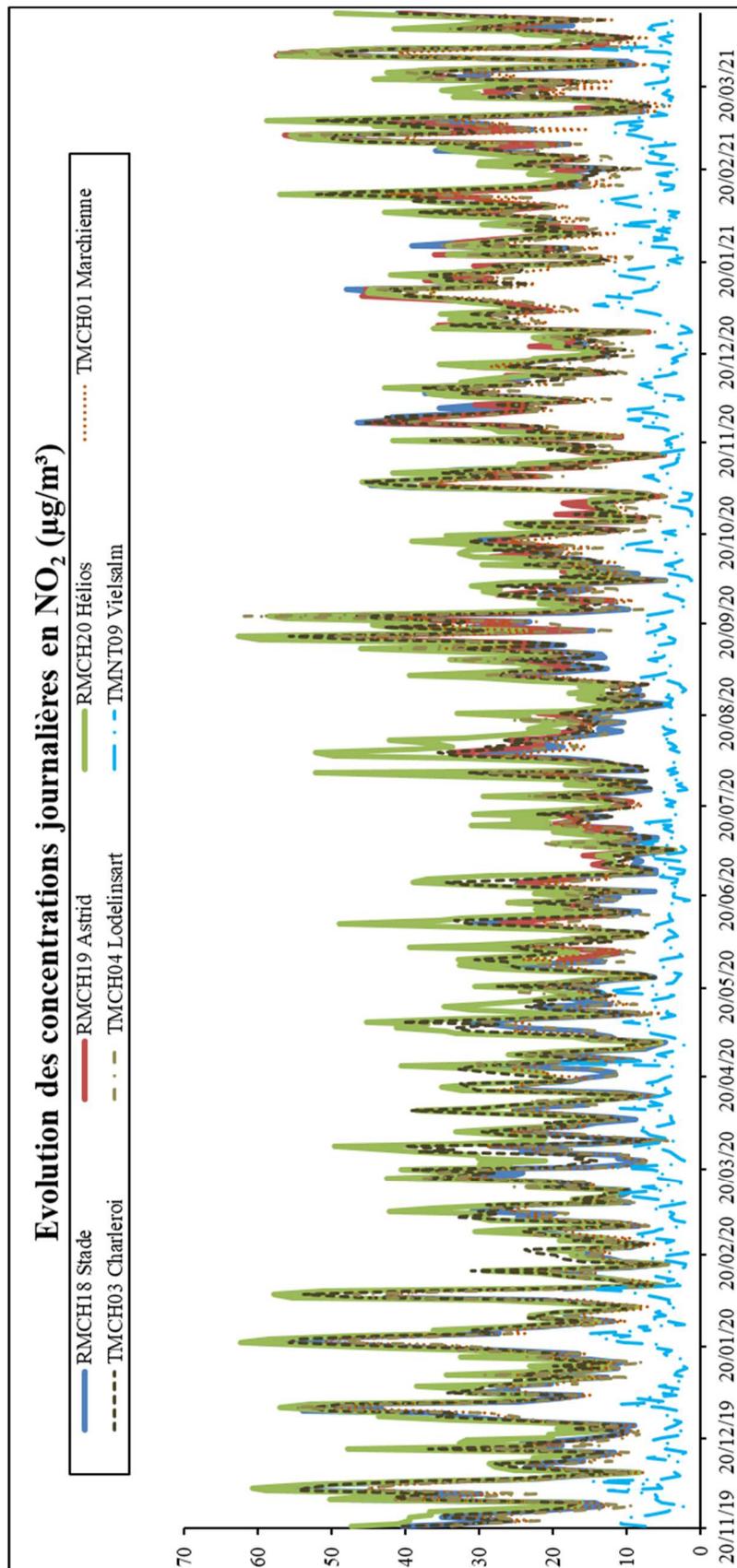


Figure 5.5.1 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Evolution des concentrations journalières – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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

La Figure 5.5.2 montre les journées moyennes pour les stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20 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.

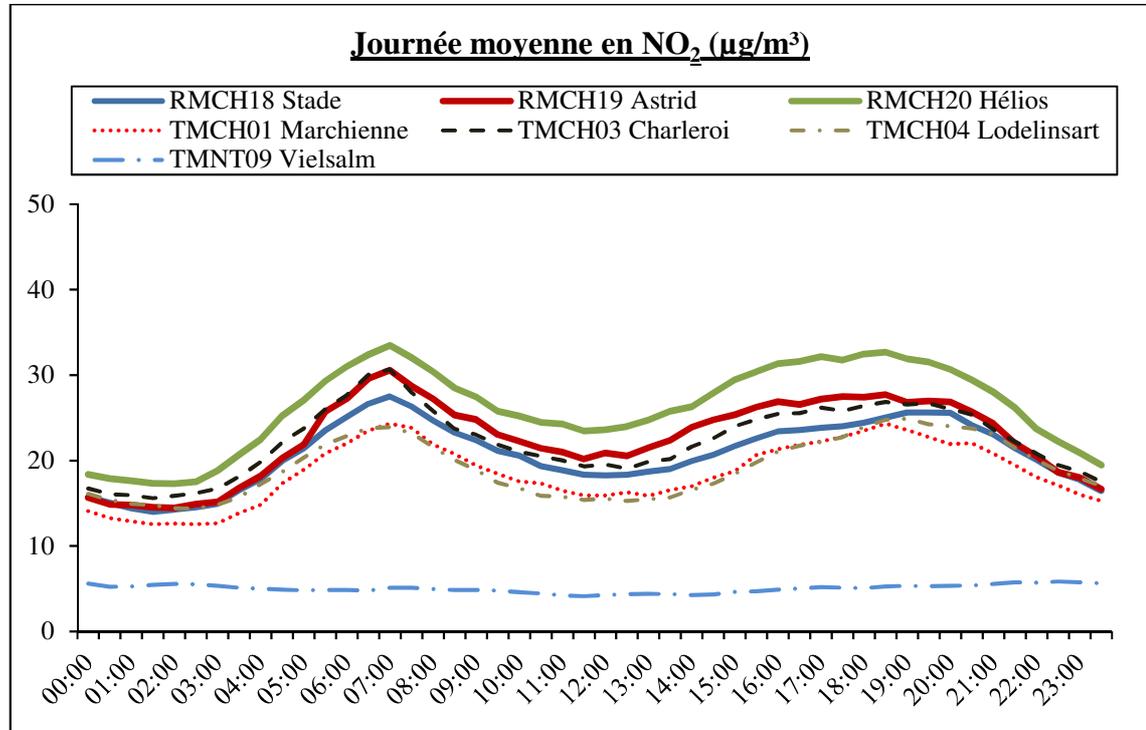


Figure 5.5.2 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Journée moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

La Figure 5.5.3 montre les semaines moyennes pour les stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20 ainsi que pour les stations de comparaison. On observe une diminution des concentrations en dioxyde d'azote le week-end.

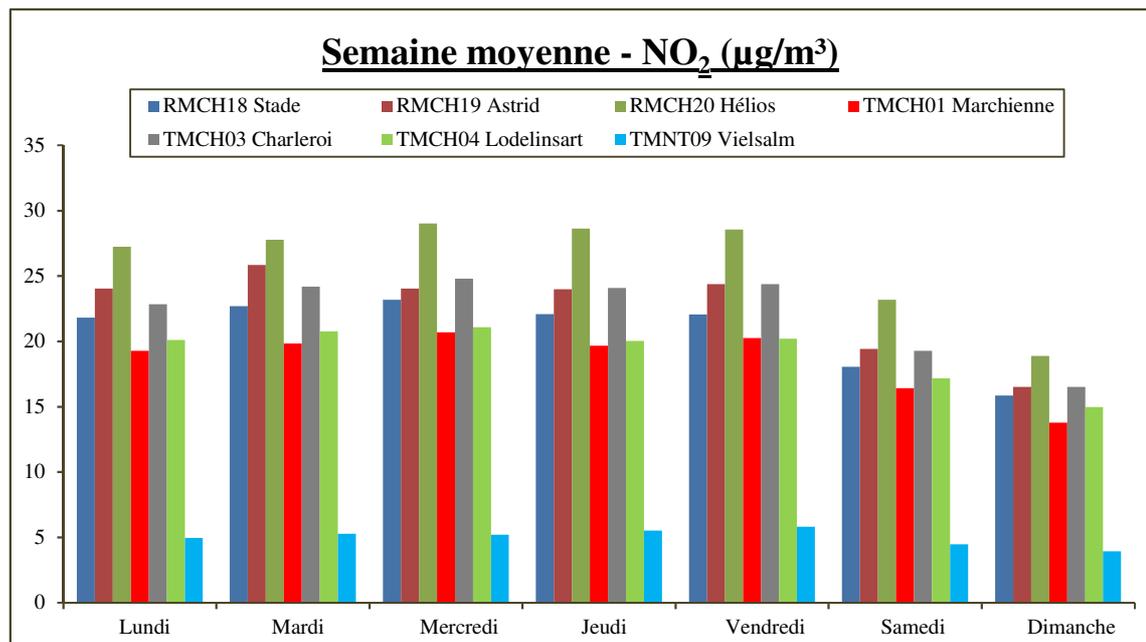


Figure 5.5.3 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Semaine moyenne – (20/11/2019 au 13/04/2021)

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

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									
RMCH18	510	76	302	98	34	0	0	0	0	0	0
RMCH19 ¹	320	27	206	59	28	0	0	0	0	0	0
RMCH20	506	33	265	146	61	1	0	0	0	0	0
TMCH01	511	86	316	83	25	1	0	0	0	0	0
TMCH03	511	53	297	121	40	0	0	0	0	0	0
TMCH04	510	93	292	87	38	0	0	0	0	0	0
TMNT09	511	430	77	1	3	0	0	0	0	0	0

**Tableau 5.5.3 : Dioxyde d'azote – Répartition des indices de qualité de l'air (BelAQI)
– (20/11/2019 au 13/04/2021)**

Le Tableau 5.5.4 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant la durée de l'étude pour les stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20, comparées à celles des autres stations permanentes de Wallonie. Les trois stations trafics installées dans le cadre de cette étude sont les stations pour lesquelles les concentrations mesurées sont les plus élevées, avec la station TMCH03 (Charleroi).

¹ Pour cause de problème technique les données du 20/11/2019 au 28/05/2020 ont dû être invalidées.

Site de mesures	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMCH20 (Piscine Hélios)	26
RMCH19 (Station Reine Astrid)	23
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	22
RMCH18 (Stade de Charleroi)	21
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse, rue du Gosson)	20
TMCH04 (Lodelinsart)	19
TMLG05 (Herstal, boulevard Zénobe Gramme)	19
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	19
TMMO01 (Mons)	18
TMLG06 (Liège, rue du Chéra)	17
TMEG01 (Engis, rue du Marly)	16
TMNT02 (Corroy-le-Grand)	12
TMTO01 (Havinnnes)	11
TMNT03 (Ville-en-Waret)	8
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	7
TMNT05 (Sinsin)	7
TMNT08 (Eupen)	7
TMNT04 (Offagne)	5
TMNT09 (Vielsalm)	5
TMNT01 (Dourbes)	5
TMNT06 (Sainte-Ode)	4

Tableau 5.5.4 : Dioxyde d’azote (NO₂) – Valeurs moyennes – (20/11/2019 au 13/04/2021)

Les résultats des mesures du dioxyde d’azote par tubes passifs installés durant cette étude (voir annexe 3) permettent de constater que :

- 1) aucune valeur moyenne annuelle ne dépasse la valeur cible moyenne annuelle de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 2) trois paramètres principaux influencent les concentrations en NO₂ :
 - la proximité du trafic : plus le trafic est intense et embouteillé et plus il est proche du point de mesure, plus la concentration en NO₂ est élevée ; et cela est particulièrement remarqué par les mesures à proximité des axes à double sens et aux sites qui correspondent aux sorties de ville.
 - la topographie des lieux : plus les axes sont larges et ventilés, plus les concentrations sont faibles.
 - l’influence des zones ‘espace vert’ peut être observée.

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 ou sur les remorques de mesure de la qualité de l'air, dans chacun des sens de circulation. Au total, six 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, 6.2 et 6.3 montrent leur localisation géographique

Ces mesures de comptage du trafic ont été réalisées du 20/11/2019 au 11/03/2021.

Site de mesures	Lieu	Coordonnées Lambert	
		X	Y
RMCH19	Station Parc Reine Astrid Rue Willy Ernst B-6000 Charleroi <i>Sens Extérieur de la ville ->Centre-ville</i>	155665	122032
RMCH20	Piscine Hélios Boulevard Joseph Tirou B-6000 Charleroi <i>Sens Extérieur de la ville ->Centre-ville</i>	155624	121630
RMCH21	Rue Willy Ernst, 17 B-6000 Charleroi <i>Sens Centre-ville -> Extérieur de la ville</i>	155689	122023
RMCH22	En face de la Piscine Hélios Boulevard Joseph Tirou B-6000 Charleroi <i>Sens Centre-ville -> Extérieur de la ville</i>	155604	121625
RMCH23	Stade du Pays de Charleroi Boulevard Zoe Drion, 19 B-6000 Charleroi <i>Sens Centre-ville -> Extérieur de la ville</i>	155895	122555
RMCH24	Stade du Pays de Charleroi Boulevard Zoe Drion, 19 B-6000 Charleroi <i>Sens Extérieur de la ville ->Centre-ville</i>	155922	122554

Tableau 6.1 : Localisation des radars

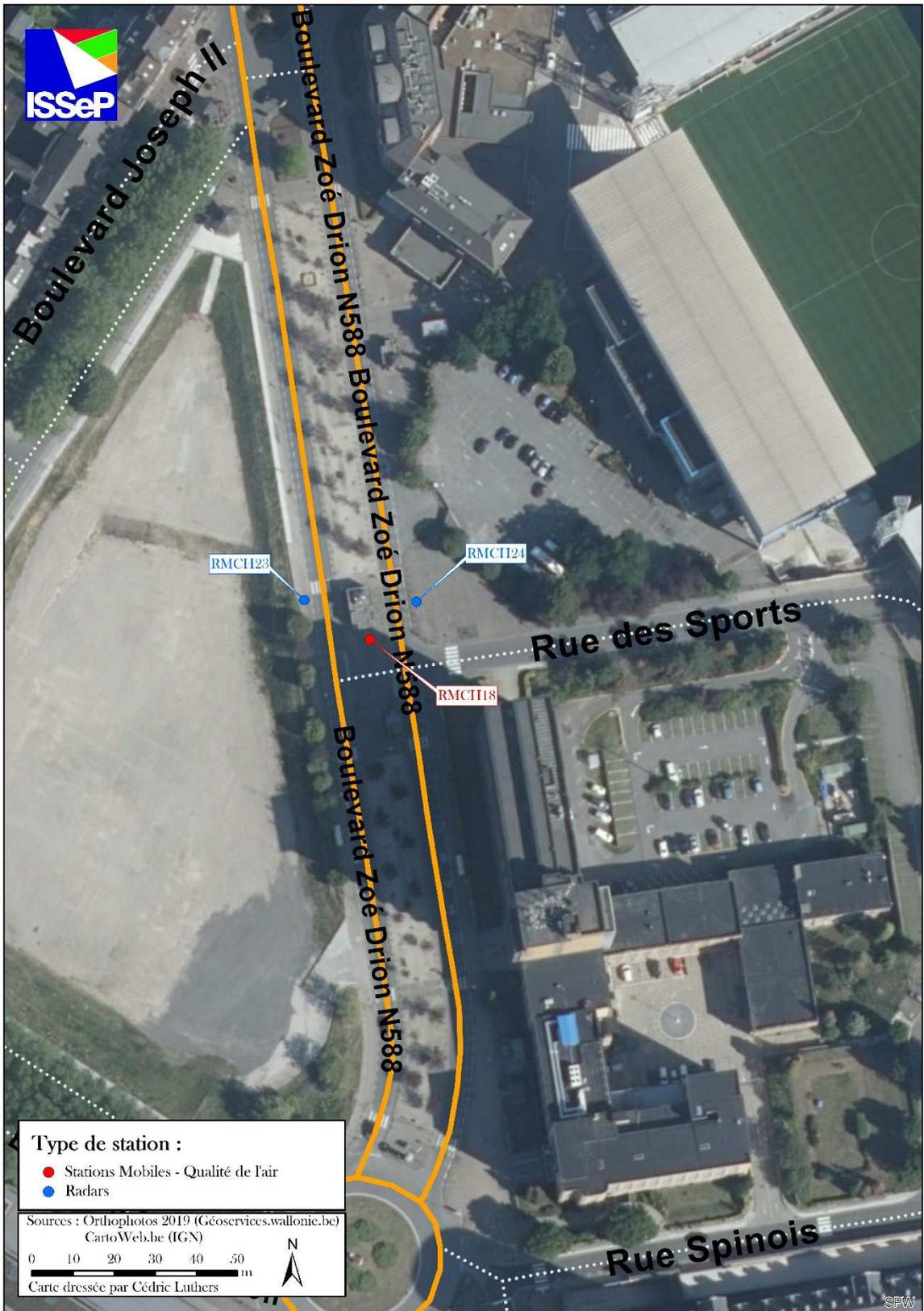


Figure 6.1 : Localisation des radars – Boulevard Zoe Drion



Figure 6.2 : Localisation des radars – Rue Willy Ernst

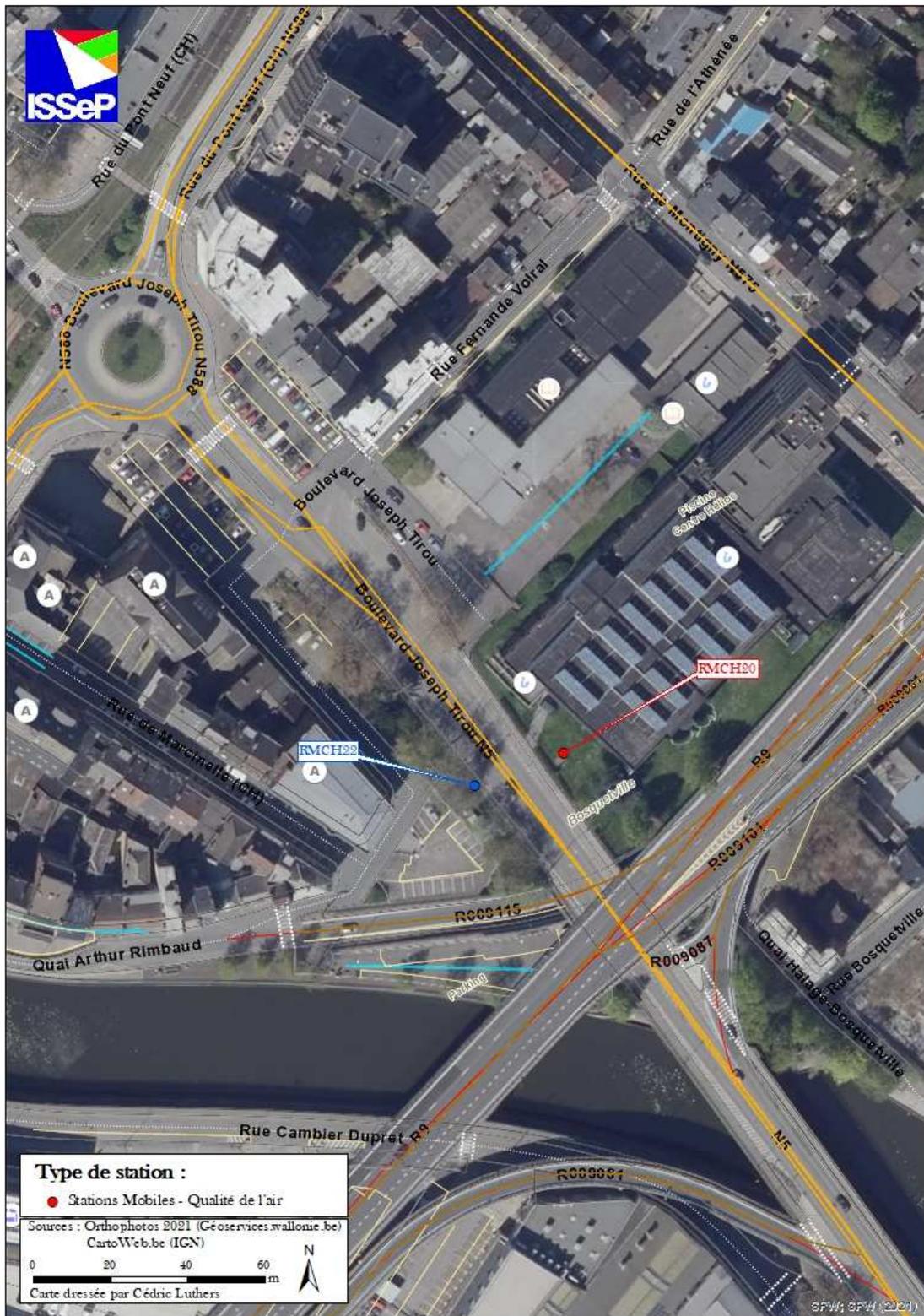


Figure 6.3 : Localisation des radars – Boulevard Joseph Tirou

Le Tableau 6.2 reprend les données du trafic routier enregistrées sur les trois voiries étudiées. Les niveaux de circulation sont équivalents pour les trois voiries considérées dans cette étude. On note cependant un nombre de véhicules lourds plus élevés sur le Boulevard Zoé Drion. Il est à noter que les niveaux de trafic enregistrés aux trois stations de Charleroi sont nettement moins élevés que ceux mesurés lors de l'étude similaire menée à Liège (ISSeP n°1525/2020). Cette différence peut, en partie, s'expliquer par les périodes de confinement dues au COVID.

Site de mesure	Moy. Nombre véhicules courts/jour	Moy. Nombre véhicules longs/jour	Moy. Nombre véhicules (TOTAL)/jour
RMCH24 <i>Sens Extérieur de la ville -> Centre ville</i>	5460	289	5750
RMCH23 <i>Sens Centre ville -> Extérieur de la ville</i>	3163	345	3507
Total Boulevard Zoé Drion	8623	634	9257
RMCH19 <i>Sens Extérieur de la ville -> Centre ville</i>	5300	193	5492
RMCH21 <i>Sens Centre ville -> Extérieur de la ville</i>	3402	173	3575
Total Willy Ernst	8702	366	9067
RMCH20 <i>Sens Extérieur de la ville -> Centre ville</i>	3776	91	3868
RMCH22 <i>Sens Centre ville -> Extérieur de la ville</i>	4693	187	4881
Total Boulevard Tirou	8469	278	8749

Tableau 6.2 : Comptage du trafic – (20/11/2019 au 11/03/2021)

La Figure 6.3 montre les journées moyennes pour le comptage (total) des véhicules enregistrés au niveau des six radars installés pour cette étude. Les heures mentionnées sont les heures GMT. Les profils de l'évolution du trafic au niveau des stations RMCH18 (Stade de Charleroi) et RMCH19 (Reine Astrid) sont semblables avec un trafic plus élevé vers le centre ville et ce toute la journée. Le trafic au niveau de la station RMCH20 (Piscine Hélios) vers le centre ville semble être du même niveau que les circulations vers l'extérieur de la ville pour les deux autres stations. Le trafic vers l'extérieur de la ville pour cette station est semblable aux deux autres stations en matinée puis augmente pour rattraper les niveaux de trafic observé en fin de journée aux stations RMCH18 (Stade de Charleroi) et RMCH19 (Reine Astrid) vers le centre ville.

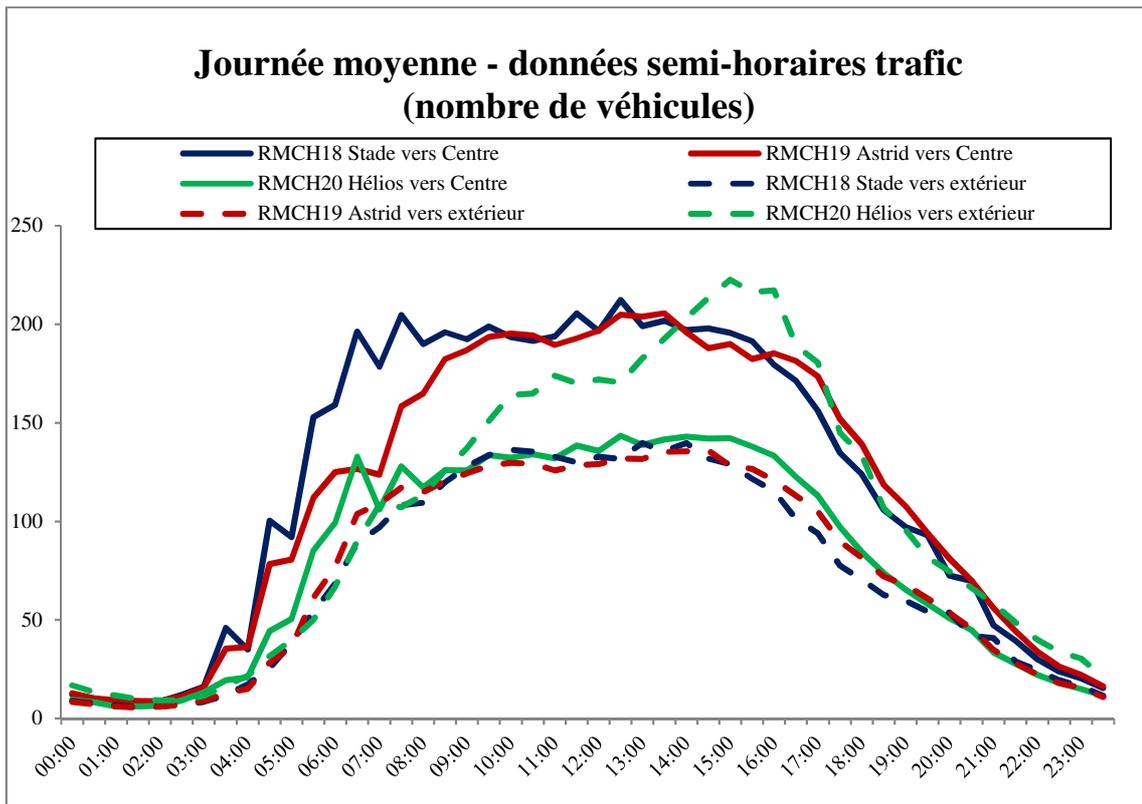


Figure 6.3 : Comptage du trafic – Journée moyenne – (20/11/2019 au 11/03/2021)

La Figure 6.4 montre les semaines moyennes relatives au trafic pour les trois stations installées dans le cadre de cette étude. On observe, pour les trois stations, une diminution du trafic les week-ends.

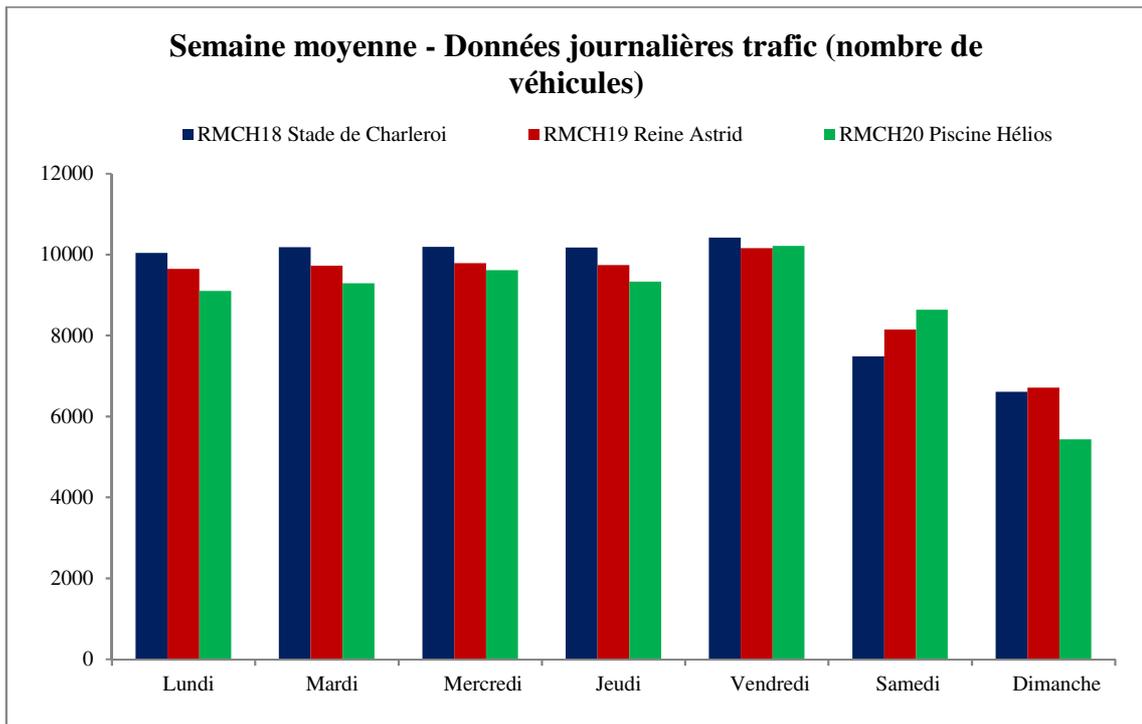


Figure 6.4 : Comptage du trafic – Semaine moyenne – (20/11/2019 au 11/03/2021)

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 à la station RMCH18 (Figure 6.5). Les profils et les niveaux mesurés ont tendance à se corréliser en matinée. 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 stations RMCH19 et RMCH20 le lien est moins visible. 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.

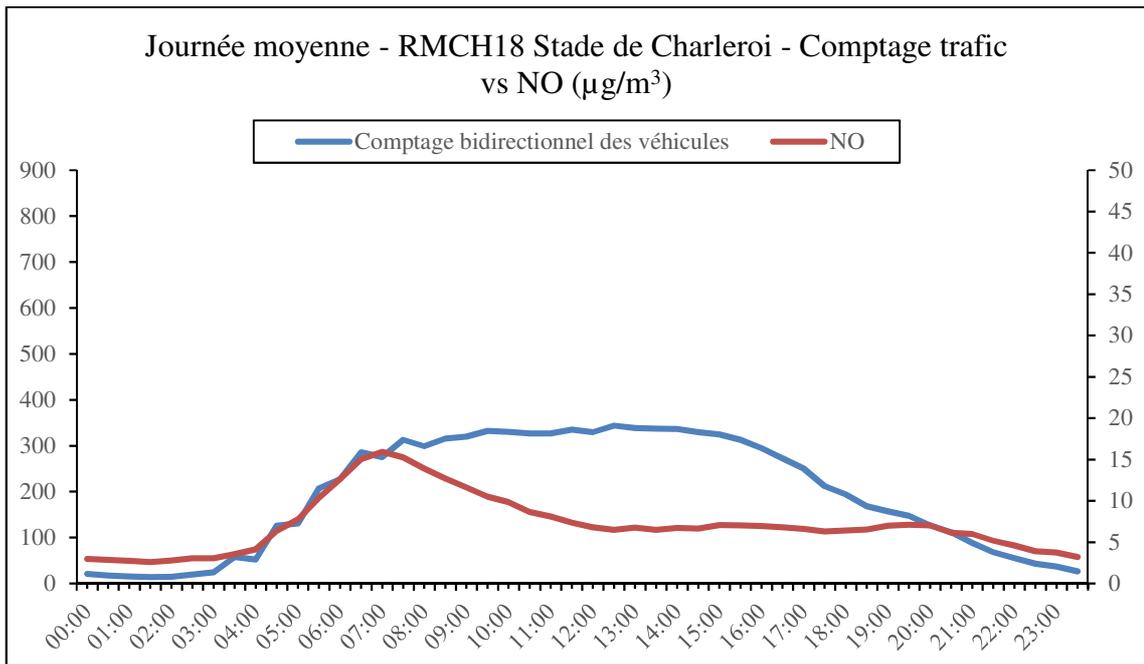


Figure 6.5 : Comptage du trafic vs Monoxyde d'azote (NO) – Journées moyennes

7. Conclusions

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

Ce rapport présente les résultats des mesures effectuées à Charleroi du 20/11/2019 au 13/04/2021 à l'aide de trois laboratoires mobiles.

Trois sites de mesure ont été sélectionnés selon les critères de la Directive pour l'implantation d'une station trafic : RMCH18 (Stade de Charleroi), RMCH19 (Station Reine Astrid) et RMCH20 (Piscine Hélios). Les trois 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 considérée¹ :

- Pour les particules en suspension, fraction PM10, la valeur limite annuelle de 40 µg/m³, ainsi que la valeur limite journalière de 50 µg/m³ (à ne pas dépasser plus de 35 fois par an) seraient respectées pour les trois sites de mesure RMCH18, RMCH19 et RMCH20. Il en serait de même pour les valeurs-guides de l'OMS à l'exception de la valeur-guide journalière qui serait dépassée pour les trois stations installées dans le cadre de cette étude.
- Pour les particules en suspension, fraction PM2,5, la valeur limite de la Directive serait respectée pour les trois sites RMCH18, RMCH19 et RMCH20. La valeur-guide annuelle de l'OMS serait également respectée pour ces trois stations, mais pas la valeur-guide journalière.
- Pour le dioxyde d'azote, les valeurs limites pour la protection de la santé humaine seraient respectées pour les trois stations. Les valeurs-guides de l'OMS seraient également respectées pour les trois sites.

Les niveaux de concentrations observés en monoxyde et dioxyde d'azote pour les trois stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20 sont supérieurs à ceux mesurés dans les stations permanentes de comparaison de Wallonie (avec la station TMCH03 de Charleroi), ce qui est normal vu le caractère trafic de ces trois stations. Concernant les particules en suspension (PM10 et PM2,5), on observe que les moyennes mesurées aux stations RMCH18, RMCH19 et RMCH20 ont des niveaux comparables à celles mesurées aux stations permanentes de comparaison de Wallonie. Pour ce qui est du carbone noir (black carbon), la station RMCH20 est la station mesurant les concentrations les plus élevées. Les concentrations mesurées aux stations RMCH18 et RMCH19 sont comparables à la station permanente de Marchienne (TMCH01).

¹ Les données étant supérieures aux 365 jours requis pour la comparaison stricte aux valeurs de référence, celles-ci ont été ramenées à 365 jours.

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.

Robin LARUELLE
Attaché U.T. Réseau Mobile,
Cellule Qualité de l'air.

ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE



RMCH18



RMCH19



RMCH20

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 / NO₂: analyseur APNA-370 (HORIBA)

- réaction de chimiluminescence du NO en présence d'ozone.
- mesure en trois cycles dans 1 chambre de réaction : référence, mesure du NO (oxydation par l'ozone), mesure de NOx après conversion de NO₂ en NO - calcul du NO₂ par différence.
- gammes : 0 – 0,1 / 0,2 / 0,5 / 1 ppm
- temps de réponse : < 120 s.
- débit d'échantillon : approx. 800 ml/min.
- calibration : bouteille de NO dans l'azote et tube de perméation NO₂ 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 : CAMPAGNE DE MESURES DU DIOXYDE D'AZOTE
DANS L'AIR AMBIANT PAR TUBE PASSIF

Colfontaine, le 29/04/2022

RAPPORT SCIENTIFIQUE

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

Rapport ISSeP n° 0963/2022

	Prénom Nom	Fonction	Signature	Date
Rédaction	Isabelle Minet	Attachée Cellule Analyses		5/5/22
Approbation responsable technique	Geoffrey Ortegat	Responsable Cellule Analyses		05/05/22
Approbation AQ	Vasilica Nan	Correspondante AQ		05.05.22

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 25/6/2019)

Référence ISSeP: GE2/2020/0192 à GE2/2021/1407.

2. Renseignements relatifs à la campagne de mesures:

Lieu: Charleroi centre

Date de début : janvier 2020

Date de fin: décembre 2021

L'AWAC a chargé l'ISSeP de mener le projet d'installation des nouvelles stations permanentes de mesure de la qualité de l'air liées au trafic routier en Wallonie. Dans ce contexte, depuis janvier 2020, des mesures de la qualité de l'air sont menées dans le centre de la ville de Charleroi.

Ce rapport s'intéresse à la concentration du dioxyde d'azote dans l'air ambiant ; en effet, ce composé est un polluant majeur, dont la source principale est le trafic routier.

La concentration en NO₂ dans l'air ambiant constitue l'un des enjeux principaux de la santé dans les zones urbaines. 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^{er} janvier 2010 :

- une valeur limite de 200 µg/m³ pour la concentration moyenne horaire de NO₂, à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile ;
- une valeur limite de 40 µg/m³, pour la concentration moyenne annuelle en NO₂.

Cette directive est transposée dans la législation wallonne par l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15/07/2010 (MB du 01/09/2010).

En collaboration avec la ville de Charleroi, trois sites de mesures ont été sélectionnés selon les critères de la directive 2008/50/CE pour l'implantation d'une station trafic. Ces sites ont été équipés de stations mobiles mesurant les concentrations en NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} et également en carbone noir. Parallèlement, des mesures de trafic aux moyens de six radars ont été réalisées.

En complément, les tubes passifs ont été utilisés lors de cette campagne et ont été installés de part et d'autre des 3 sites sélectionnés. En effet, ces capteurs permettent d'étudier la répartition spatiale des concentrations en oxydes d'azote et d'analyser son évolution temporelle.

L'objectif de ces mesures vise à mesurer les 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.

3. Laboratoire d'essai :

ISSeP Colfontaine Zoning A. Schweitzer, Rue de la Platinerie, B-7340 Colfontaine

Responsable technique : G. Ortegat.

Responsable essai : I. Minet.

4. Renseignements relatifs au prélèvement:

Date et lieu de prélèvements :

Les lieux de prélèvement sont répertoriés dans le tableau 2, Annexe 10.1 ; les points sont géolocalisés sur les cartes visibles en figures 1, 3, 4 et 5.

Les prélèvements ont été réalisés toutes les 2 semaines, de janvier 2020 à décembre 2021; l'ensemble des dates est repris dans le tableau 3 en Annexe 10.2.

Description des points de prélèvement :

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

- L'une au Boulevard Joseph Tirou, en face de la **Piscine Hélios** (RMCH20) ;
- Une deuxième, rue Willy Ernst, en face du **Parc Reine Astrid** (RMCH19) ;
- Et une troisième, le long de la R51 en face du **Stade du Pays de Charleroi** (RMCH18).

Selon le plan d'implantation discuté avec l'AWAC, des dispositifs (supports de protection et tubes passifs) ont été installés sur 26 points, de part et d'autre de ces axes et plus précisément, de manière à quadriller l'avenue Général Michel (R51 = axe central). Les points 2, 14 et 24 ont été installés en parallèle aux stations mobiles.

Une projection '3D' permettant la visualisation du bâti est présentée en Annexe 10.1, figure 6.

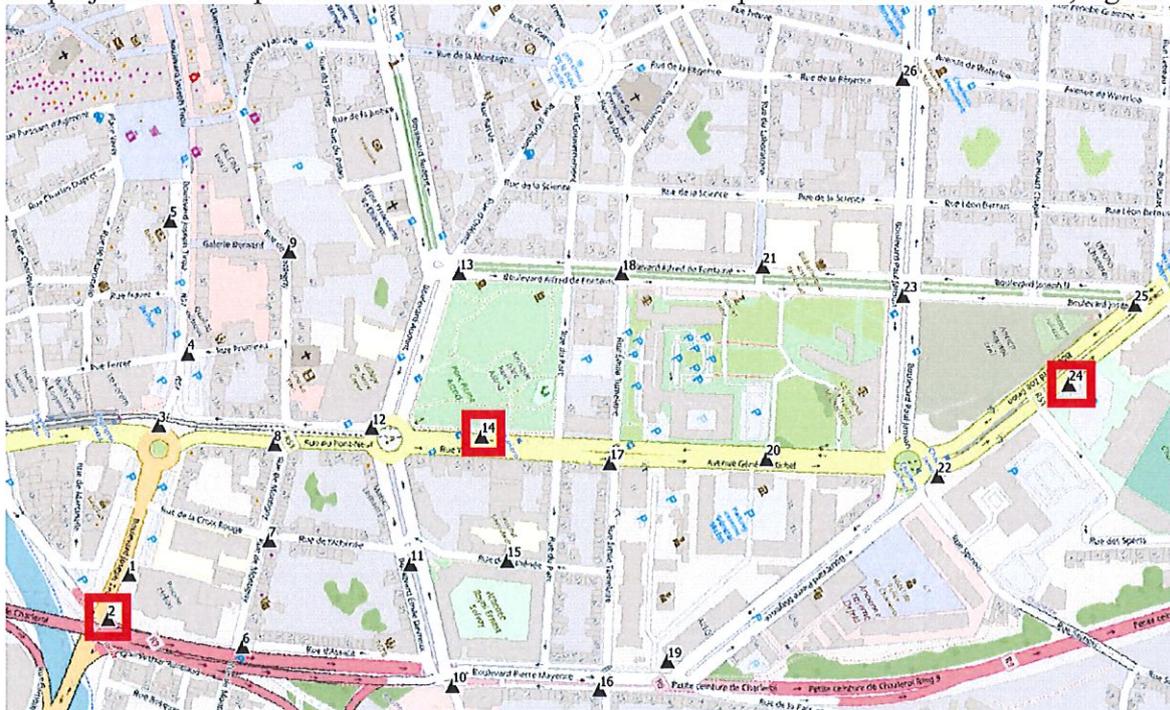


Figure 1 : Implantation campagne 'Charleroi Traffic'

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 de Lodelinsart (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 NO₂.

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 mm² 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 est référencé dans le tableau 3, Annexe 10.2.

Conservation :

Les tubes sont conservés à (3 ± 2) °C de la relève jusqu'à l'analyse.

Traitement (extraction, ...):

Le dioxyde d'azote (NO₂) 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, 26 points ont été relevés toutes les 2 semaines de janvier 2020 à décembre 2021 (nombre d'échantillons : 1231).

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 (NO₂) 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 (figure 2) consiste au captage du dioxyde d'azote (NO₂) présent dans l'air ambiant à l'aide de tubes à diffusion passive (tubes de Palmes). Le dioxyde d'azote (NO₂) est absorbé par la triéthanolamine N(CH₂CH₂OH)₃ (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.

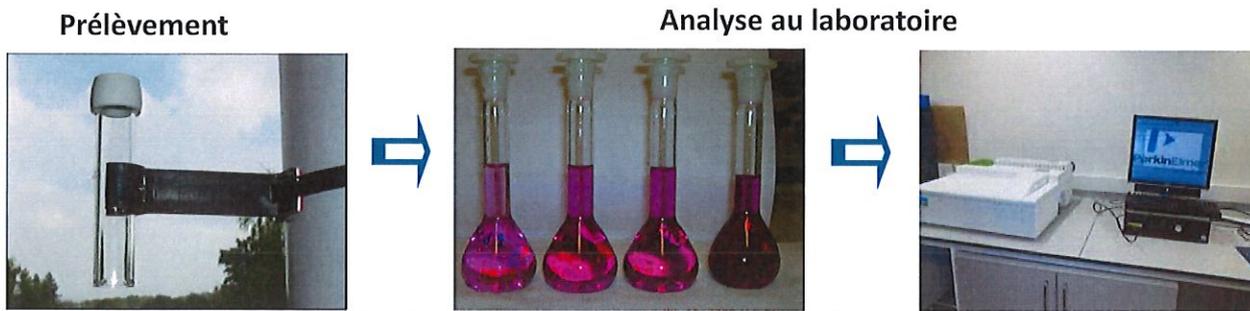


Figure 2 : méthode de prélèvement et analyse des tubes passifs

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

Les moyennes des concentrations en NO_2 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_2 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 résultats mis sous réserve (ou manquants) sont repris dans le tableau 3 Annexe 10.2.

Résultats

Les concentrations en NO_2 dans l'air ambiant à chaque point de prélèvement ont été calculées pour chaque période de prélèvement (une mesure toutes les 2 semaines de janvier 2020 à décembre 2021) (tableau 5, Annexe 10.3). Les moyennes calculées pour chaque point pour les 43 périodes se trouvent dans le tableau 5, Annexe 10.3.

Afin de rendre plus parlants les résultats, les points ont été géo-référencés sur les cartes ci-dessous (figures 3 et 4). Les concentrations moyennes mesurées aux différents points de prélèvement, entre janvier 2020 et décembre 2021, y ont été associées. Les couleurs correspondent à une échelle de concentration en NO_2 s'étendant de 0 à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'ensemble des valeurs ne dépasse pas **la valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$** .



Figure 3 : Représentation des concentrations moyennes pour les points

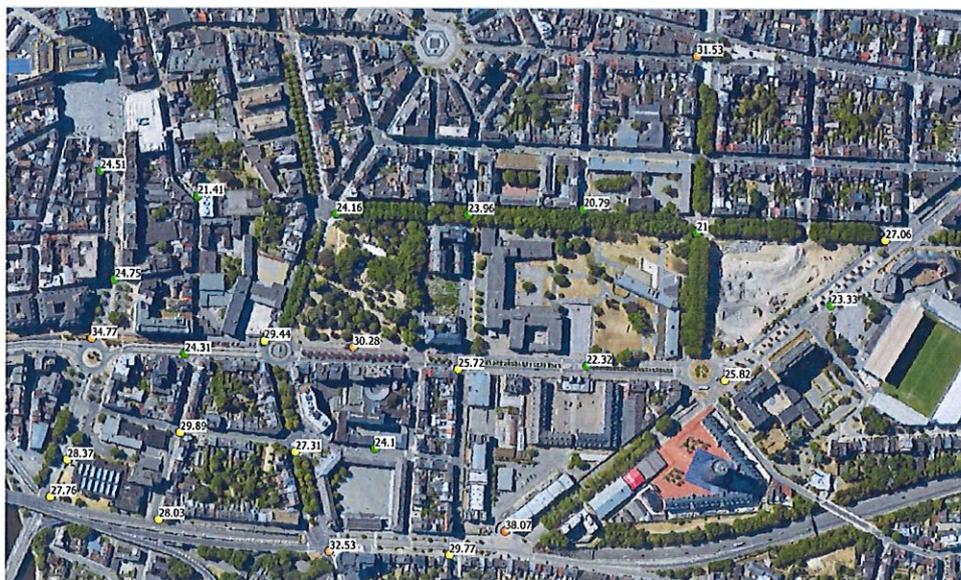


Figure 4 : Représentation des concentrations moyennes pour les points

Les concentrations moyennes mesurées dans la zone étudiée se situent dans un intervalle de 20 à 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et fluctuent entre:

- de 20,79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (point 21- situé sur le boulevard Alfred Fontaine croisement avec rue du laboratoire), ce point est situé sur un axe très large et un espace vert y est central ; il se trouve au croisement avec la rue du laboratoire qui est peu fréquentée. Malgré la proximité des établissements scolaires, cette valeur est la plus basse mesurée.
- à 38,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (point 19 - rue la Paix) où un trafic dense est observé étant donné qu'il s'agit d'une des sorties de la ville.

Les moyennes mesurées à chaque sortie de ville sont respectivement : de 34,77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au point 3 (rond-point du boulevard Tirou) et de 31,53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au point 26 (rue de la régence).

Nous pouvons constater que les valeurs les plus élevées sont celles mesurées dans la zone 'encerclée' par la petite ceinture de Charleroi et l'axe parallèle (Avenue Général Michel et son prolongement), les concentrations varient de 22,32 à 38,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

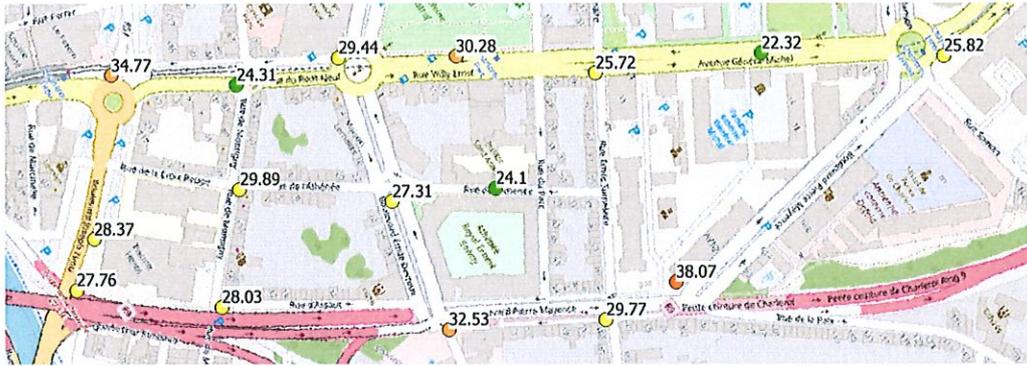


Figure 5 : Concentrations moyennes pour les points autour de l'avenue Général Michel

Les concentrations en NO₂ mesurées sur le boulevard Alfred Fontaine, situé le plus au sud et de l'autre côté du parc Reine Astrid, sont quant à elles, plus faibles (<30µg/m³).



Figure 6 : Concentrations moyennes pour les points sur le boulevard Alfred Fontaine

A travers ces résultats, il est observé :

- 1) aucune valeur moyenne annuelle ne dépasse **la valeur cible moyenne annuelle de 40 µg/m³**.
- 2) trois paramètres principaux influencent les concentrations en NO₂ :
 - la proximité du trafic : plus le trafic est intense et embouteillé et plus il est proche du point de mesure, plus la concentration en NO₂ est élevée ; et cela est particulièrement remarqué par les mesures à proximité des axes à double sens et aux sites qui correspondent aux sorties de ville ;
 - la topographie des lieux : plus les axes sont larges et ventilés, plus les concentrations sont faibles,
 - l'influence des zones 'espace vert' peut être observée.

Comparaison des trois sites :

Comme décrit ci-dessus, des remorques du réseau mobile avec des moniteurs NO₂ ont été installées ainsi que des tubes en parallèle aux points 1, 14 et 24. Des radars pour le comptage de véhicules ont également été installés dans les deux sens de circulation. Il est à noter que les niveaux de concentration en NO₂ sont équivalents pour les 3 stations, seuls quelques µg/m³ les différencient. Parallèlement, le comptage du trafic est équivalent, les différences observées proviennent du nombre de camions rentrant dans la ville.

Points de relève	Localisation (adresse et code station)	Concentration NO ₂ dans l'air (µg/m ³) par tubes passifs	Concentration NO ₂ dans l'air (µg/m ³) mesurée par le moniteur (cf. rapport 1891/2021)	Comptage du trafic : Nombre de véhicules (TOTAL)/jour (Sens centre-ville -> extérieur+ Sens extérieur-> centre - ville)
Point n°1	Boulevard Tirou; en face de la piscine HELIOS; Station mobile RMCH20	28.37	26*	8749
Point n°14	Rue Willy Ernst, Station mobile RMCH19	28.32	23*	9067
Point n°24	En face du stade, station mobile RMCH18	23.33	21*	9257

* Mesures du 20/11/19-13/04/21

Tableau 1 : Concentrations en NO₂ mesurées par tubes passifs et par les moniteurs aux stations mobiles et données de comptage de véhicules

Il est également constaté que les niveaux de concentration mesurés en NO₂ pour les 3 sites étudiés sont supérieurs à ceux mesurés dans les stations permanentes de Wallonie ; ceci peut s'expliquer par le caractère « trafic » de ces stations. (Les détails se trouvent dans le rapport 1891/2021).

Critères de qualité :

- Répétabilité :

La répétabilité du dosage du NO₂ 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 :

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 réalisés 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 NO₂ 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 :

Tableau 2 : lieu et coordonnées des points d'implantation

Numéro du tube	Adresse	X (long WGS)	Y (lat WGS)
1	Blvd Tirou; En face de la piscine HELIOS; Station mobile	4.44763606	50.40571341
2	Blvd Tirou, en dessous du pont; à proximité du ring	4.448050057	50.40534324
3	Blvd Tirou, Rond-point	4.44599465	50.40663246
4	Blvd tirou, croisement avec rue pruneau	4.445307818	50.40719453
5	Blvd tirou, en face de Belfius	4.443522663	50.40766236
6	Rue de Montigny, en dessous du pont (arrière HELIOS)	4.449354017	50.40628178
7	rue de Montigny, croisement rue de l'Athénée	4.448219138	50.40698112
8	rue de Montigny, croisement rue du pont neuf (face Unique Interim)	4.447062477	50.40746541
9	rue de Montigny, en face Mutualité libérale	4.444768954	50.40847432
10	Blvd Emile Devreux, croisement rue d'Assaut	4.45135076	50.40776731
11	Blvd Emile Devreux, croisement rue de l'Athénée (en face Athénée)	4.449530194	50.40799259
12	Rue du pont neuf, Rond-point, en face Sacré-Cœur	4.4475584	50.40831566
13	Blvd Audent, coin Parc Reine Astrid	4.446264113	50.40972705
14	Rue Willy Ernst, Station mobile	4.448449131	50.40914754
15	Rue de l'Athénée	4.450183905	50.40878446
16	Blvd P.Mayence; croisement avec rue E.Tumelaire	4.45245848	50.40891825
17	Rue E.Tumelaire; croisement avec Av. Général Michel	4.449707702	50.41004781
18	Rue E.Tumelaire; croisement avec blvd Alfred de Fontaine	4.447437028	50.41101476
19	rue de la paix, n°5	4.452587825	50.40959054
20	Av. Général Michel (en face de la caserne)	4.450774269	50.41130863
21	Blvd Alfred Fontaine, croisement rue du laboratoire	4.448360343	50.41216452
22	Rond-point, croisement Blvd Zoé Diron	4.45221556	50.41258012
23	Blvd Alfred Fontaine, croisement blvd Paul Janson	4.449722736	50.41314034
24	En face du stade, station mobile	4.452015674	50.41404757
25	Rond-point, croisement Av. Général Michel et Blvd Joseph II	4.451496853	50.41493841
26	Croisement Blvd Paul Janson et rue de la régence	4.44703019	50.41413706
blanc	Avec point 21		



Figure 6 : Implantation des tubes passifs dans le centre de Charleroi

10.2. Annexe 2 : Données de prélèvements

Tableau 3 : Références des échantillons prélevés et dates de dépôt-relève :

Récapitulatif de Résultats: Campagne de mesures du dioxyde d'azote dans l'air ambiant par Tube Passif ; Colfontaine						
Projet/client:		Lieu: CHARLEROI				
Campagne du janvier 2020 au décembre 2021			Dossier ISSeP : 2020+2021			
Date de reception	Date de dépôt	Date de relève	Identification ISSeP des tubes	Nombre de tubes	Date d'analyse	Résultats sous réserve ou manquants
17-02-20	17-01-20	11-02-20	GE2/2020/0192	29	17-02-20	2
10-03-20	11-02-20	03-03-20	GE2/2020/0262	29	09-03-20	2
26-05-20	03-03-20	14-05-20	GE2/2020/0462	29	26-05-20	29
26-05-20	14-05-20	26-05-20	GE2/2020/0463	29	07-07-20	1
06-07-20	26-05-20	09-06-20	GE2/2020/0601	29	07-07-20	1
06-07-20	09-06-20	26-06-20	GE2/2020/0604	28	10-07-20	0
14-07-20	26-06-20	07-07-20	GE2/2020/0681	29		0
13-08-20	07-07-20	22-07-20	GE2/2020/0698	29		0
14-08-20	22-07-20	04-08-20	GE2/2020/0699	29	14-08-20	1
15-09-20	04-08-20	18-08-20	GE2/2020/0828	29	15-09-20	1
15-09-20	18-08-20	01-09-20	GE2/2020/0959	29	15-09-20	1
12-10-20	01-09-20	15-09-20	GE2/2020/0954	29	12-10-20	3
12-10-20	15-09-20	29-09-20	GE2/2020/0955	29	12-10-20	3
14-10-20	29-09-20	13-10-20	GE2/2020/0956	29	10-11-20	1
14-10-20	13-10-20	27-10-20	GE2/2020/1051	29	16-11-20	1
14-10-20	27-10-20	10-11-20	GE2/2020/1126	29	16-11-20	2
26-11-20	10-11-20	24-11-20	GE2/2020/1117	28	14-12-20	1
14-12-20	24-11-20	08-12-20	GE2/2020/1203	28	14-12-20	0
28-12-20	08-12-20	22-12-20	GE2/2020/1206	28	28-12-20	2
05-01-21	22-12-20	05-01-21	GE2/2021/0089	28	26-01-21	2
25-01-21	05-01-21	19-01-21	GE2/2021/0091	28	26-01-21	0
02-02-21	19-01-21	02-02-21	GE2/2021/0189	29	15-02-21	1
16-02-21	02-02-21	16-02-21	GE2/2021/0197	29	02-03-21	1
11-03-21	16-02-21	02-03-21	GE2/2021/0320	29	11-03-21	1
23-03-21	02-03-21	16-03-21	GE2/2021/0369	29	23-03-21	2
19-04-21	16-03-21	30-03-21	GE2/2021/0467	26	19-04-21	2
20-04-21	30-03-21	13-04-21	GE2/2021/0470	29	20-04-21	2
03-05-21	13-04-21	27-04-21	GE2/2021/0516	29	04-05-21	1
01-06-21	27-04-21	20-05-21	GE2/2021/0623	29	01-06-21	0
28-06-21	20-05-21	01-06-21	GE2/2021/0686	29	28-06-21	2
28-06-21	01-06-21	15-06-21	GE2/2021/0687	29	28-06-21	1
12-07-21	15-06-21	29-06-21	GE2/2021/0777	29	12-07-21	2
14-07-21	29-06-21	13-07-21	GE2/2021/0781	29	14-07-21	2
27-07-21	13-07-21	27-07-21	GE2/2021/0835	29	27-07-21	0
25-08-21	27-07-21	10-08-21	GE2/2021/0899	29	26-08-21	0
25-08-21	10-08-21	24-08-21	GE2/2021/0938	29	26-08-21	0
20-09-21	24-08-21	07-09-21	GE2/2021/1046	29	20-09-21	0
21-09-21	07-09-21	21-09-21	GE2/2021/1048	28	21-09-21	1
18-10-21	21-09-21	05-10-21	GE2/2021/1171	28	18-10-21	1
17-11-21	05-10-21	03-11-21	GE2/2021/1278	29	17-11-21	2
22-11-21	03-11-21	17-11-21	GE2/2021/1302	27	22-11-21	1
13-12-21	17-11-21	30-11-21	GE2/2021/1381	27	13-12-21	2
28-12-21	30-11-21	14-12-21	GE2/2021/1407	28	28-12-21	1

Toute correction ne peut être effectuée que par rature accompagnée d'un paraphe
 Identification du modèle DC1/Mod/467/V02, cf. DC1/Me/297
 Date d'édition: 02/04/2021

Tableau 5: Résultats pour les 43 périodes (cf. page 13)

Projet/citient:		AWAC-STATION TRAFIC		Lieu:		CHARLEROI		DC1/Mod/467/V02: Récapitulatif de Résultats: Campagne d																																				
Campagne du janvier 2020 au décembre 2021		Dossier ISSeP :		GE2/0209-2021		Tableau des concentrations moyennes en NO2 par période à chaque point de localisation																																						
Points de prélève	Localisation	Périodes																																										
		P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20																							
Point n°1	Bvd Tirou, En face de la piscine HELIOS, Station mobile	21,34	16,80	22,90	16,37	30,19	22,58	13,99	27,32	31,54	20,68	28,23	31,84	33,13	31,54	26,49	30,98	24,69	29,76	21,34	16,80	22,90	16,37	30,19	22,58	13,99	27,32	31,54	20,68	28,23	31,84	33,13	31,54	26,49	30,98	24,69	29,76							
Point n°2	Bvd Tirou, en dessous du pont, à proximité du ring	19,67	23,67	23,25	17,52	18,83	19,51	15,75	19,41	29,61	27,02	28,96	27,12	31,85	29,61	28,56	32,11	25,88	32,79	19,67	23,67	23,25	17,52	18,83	19,51	15,75	19,41	29,61	27,02	28,96	27,12	31,85	29,61	28,56	32,11	25,88	32,79							
Point n°3	Bvd Tirou, ronds point	39,14	32,58	24,17	19,56	17,27	15,54	9,82	16,77	37,41	36,49	38,12	35,74	40,07	37,41	38,82	40,74	33,31	40,25	39,14	32,58	24,17	19,56	17,27	15,54	9,82	16,77	37,41	36,49	38,12	35,74	40,07	37,41	38,82	40,74	33,31	40,25							
Point n°4	Bvd Tirou, croisement avec rue prunier	25,11	19,97	14,67	17,29	19,77	17,09	16,71	17,52	24,72	22,51	23,88	25,80	27,70	24,72	23,10	21,55	28,74	25,11	19,97	14,67	17,29	19,77	17,09	16,71	17,52	24,72	22,51	23,88	25,80	27,70	24,72	23,10	21,55	28,74									
Point n°5	Bvd Tirou, en face de Beffius	24,12	16,39	14,31	15,36	28,85	31,22	27,46	26,89	23,82	19,52	23,98	23,67	26,96	23,82	22,30	28,48	19,26	27,96	24,12	16,39	14,31	15,36	28,85	31,22	27,46	26,89	23,82	19,52	23,98	23,67	26,96	23,82	22,30	28,48	19,26	27,96							
Point n°6	Rue de Montigny, en dessous du pont (arrière HELIOS)	22,05	29,97	22,05	32,03	23,87	22,61	21,04	21,50	26,37	26,57	39,75	30,42	28,44	26,37	27,71	28,02	23,11	32,94	22,05	29,97	22,05	32,03	23,87	22,61	21,04	21,50	26,37	26,57	39,75	30,42	28,44	26,37	27,71	28,02	23,11	32,94							
Point n°7	Bvd de Montigny, croisement rue de Valenciennes	34,83	22,99	21,72	28,59	20,28	22,91	20,40	28,94	27,79	33,11	35,19	30,84	32,63	28,94	26,30	34,82	32,89	34,83	22,99	21,72	28,59	20,28	22,91	20,40	28,94	27,79	33,11	35,19	30,84	32,63	28,94	26,30	34,82	32,89									
Point n°8	Rue de Montigny, croisement rue du pont neuf (face Unique Interim)	32,55	18,02	19,52	13,62	22,31	16,68	14,81	15,89	22,50	21,24	31,47	23,19	22,50	24,20	26,39	9,07	29,22	32,55	18,02	19,52	13,62	22,31	16,68	14,81	15,89	22,50	21,24	31,47	23,19	22,50	24,20	26,39	9,07	29,22									
Point n°9	Rue de Valenciennes, en face Mutualité libérale	19,92	15,52	17,58	16,46	15,10	12,41	11,82	14,14	23,33	17,13	19,65	27,03	23,33	20,28	26,41	18,95	27,55	19,92	15,52	17,58	16,46	15,10	12,41	11,82	14,14	23,33	17,13	19,65	27,03	23,33	20,28	26,41	18,95	27,55									
Point n°10	Bvd Emilie Deveux, croisement rue d'Assaut	36,38	42,77	24,16	18,49	22,39	24,25	24,18	23,05	28,75	33,75	37,03	36,52	36,27	28,75	37,38	37,60	34,07	41,92	36,38	42,77	24,16	18,49	22,39	24,25	24,18	23,05	28,75	33,75	37,03	36,52	36,27	28,75	37,38	37,60	34,07	41,92							
Point n°11	Bvd Emilie Deveux, croisement rue de l'Athénée (en face Athénée)	23,88	20,78	20,49	18,12	29,55	20,45	18,28	20,01	23,09	25,16	33,79	30,00	28,93	27,16	23,09	27,10	21,70	30,73	23,88	20,78	20,49	18,12	29,55	20,45	18,28	20,01	23,09	25,16	33,79	30,00	28,93	27,16	23,09	27,10	21,70	30,73							
Point n°12	Rue du pont neuf, Rond point, en face Sacré-Coeur	24,92	17,23	24,15	18,53	26,47	23,84	17,52	17,52	32,08	30,58	41,78	36,54	21,80	31,69	29,99	29,88	26,72	34,80	24,92	17,23	24,15	18,53	26,47	23,84	17,52	17,52	32,08	30,58	41,78	36,54	21,80	31,69	29,99	29,88	26,72	34,80							
Point n°13	Bvd Audinet, coin Parc Reine Astrid	20,19	15,58	21,69	16,67	21,54	13,06	14,10	18,37	21,11	20,13	27,95	28,56	22,42	24,17	21,11	22,60	17,12	28,34	20,19	15,58	21,69	16,67	21,54	13,06	14,10	18,37	21,11	20,13	27,95	28,56	22,42	24,17	21,11	22,60	17,12	28,34							
Point n°14	Rue Willy Elmet, Station mobile	36,69	28,57	23,39	25,41	30,77	19,54	13,45	22,29	25,83	29,25	31,73	32,85	35,03	30,26	25,83	31,84	27,31	36,28	36,69	28,57	23,39	25,41	30,77	19,54	13,45	22,29	25,83	29,25	31,73	32,85	35,03	30,26	25,83	31,84	27,31	36,28							
Point n°15	Rue de l'Athénée	25,06	23,64	22,31	15,95	20,26	14,65	17,40	13,20	18,87	18,55	29,75	29,82	24,43	24,80	18,87	28,41	20,08	27,54	25,06	23,64	22,31	15,95	20,26	14,65	17,40	13,20	18,87	18,55	29,75	29,82	24,43	24,80	18,87	28,41	20,08	27,54							
Point n°16	Bvd P. Mayence, croisement avec rue E. Tumulaine	26,33	19,26	21,66	27,97	26,31	21,68	15,28	17,97	26,02	27,05	36,10	36,60	31,50	31,09	26,02	34,21	26,62	38,24	26,33	19,26	21,66	27,97	26,31	21,68	15,28	17,97	26,02	27,05	36,10	36,60	31,50	31,09	26,02	34,21	26,62	38,24							
Point n°17	Rue E. Tumulaine, croisement avec Av. Général Michel	24,91	21,14	16,64	19,18	22,65	16,47	19,96	16,41	21,63	22,37	29,89	27,16	29,68	24,79	21,63	28,23	21,25	28,01	24,91	21,14	16,64	19,18	22,65	16,47	19,96	16,41	21,63	22,37	29,89	27,16	29,68	24,79	21,63	28,23	21,25	28,01							
Point n°18	Rue E. Tumulaine, croisement avec bvd Alfred de Fontaine	22,03	18,09	16,14	13,02	26,13	12,03	12,21	19,19	18,94	38,52	25,21	25,82	22,85	18,94	23,43	23,25	16,02	23,33	22,03	18,09	16,14	13,02	26,13	12,03	12,21	19,19	18,94	38,52	25,21	25,82	22,85	18,94	23,43	23,25	16,02	23,33							
Point n°19	rue de la paix, n°5	30,57	26,71	34,26	28,77	36,94	33,37	21,49	30,42	45,38	28,32	42,29	36,61	32,14	41,27	45,38	38,73	32,09	35,21	30,57	26,71	34,26	28,77	36,94	33,37	21,49	30,42	45,38	28,32	42,29	36,61	32,14	41,27	45,38	38,73	32,09	35,21							
Point n°20	Av. Général Michel (en face de la caserne)	22,26	22,44	12,82	12,69	27,10	14,31	15,41	15,07	18,84	17,47	24,59	25,20	25,50	24,91	18,84	22,31	21,05	25,75	22,26	22,44	12,82	12,69	27,10	14,31	15,41	15,07	18,84	17,47	24,59	25,20	25,50	24,91	18,84	22,31	21,05	25,75							
Point n°21	Bvd Alfred Fontaine, croisement rue du laboratoire	25,97	15,11	13,93	7,20	17,68	10,32	11,05	13,98	16,32	14,38	32,44	22,31	22,61	19,97	16,32	22,87	17,41	22,65	25,97	15,11	13,93	7,20	17,68	10,32	11,05	13,98	16,32	14,38	32,44	22,31	22,61	19,97	16,32	22,87	17,41	22,65							
Point n°22	Rond point, croisement Bvd Zola Diron	30,90	20,40	16,64	18,55	31,19	16,71	14,92	16,80	21,97	21,71	25,51	25,91	25,66	24,81	21,97	21,75	19,34	28,88	30,90	20,40	16,64	18,55	31,19	16,71	14,92	16,80	21,97	21,71	25,51	25,91	25,66	24,81	21,97	21,75	19,34	28,88							
Point n°23	Bvd Alfred Fontaine, croisement bvd Paul Janson	11,62	16,38	13,17	14,52	20,54	10,48	11,27	11,19	15,81	14,72	25,40	22,93	21,65	19,25	15,81	16,75	14,43	22,74	11,62	16,38	13,17	14,52	20,54	10,48	11,27	11,19	15,81	14,72	25,40	22,93	21,65	19,25	15,81	16,75	14,43	22,74							
Point n°24	En face du stade, station mobile	21,48	16,38	15,13	15,97	19,98	14,12	12,41	13,95	18,75	19,72	29,26	25,41	28,10	23,62	18,75	19,29	26,56	21,77	21,48	16,38	15,13	15,97	19,98	14,12	12,41	13,95	18,75	19,72	29,26	25,41	28,10	23,62	18,75	19,29	26,56	21,77							
Point n°25	Rond point, croisement Av. Général Michel et Bvd Joseph II	25,44	18,13	20,00	25,91	10,62	16,22	23,79	15,64	23,26	24,65	35,38	28,46	30,11	25,00	23,26	15,94	29,72	26,42	25,44	18,13	20,00	25,91	10,62	16,22	23,79	15,64	23,26	24,65	35,38	28,46	30,11	25,00	23,26	15,94	29,72	26,42							
Point n°26	Croisement Bvd Paul Janson et rue de la Régence	30,23	23,29	27,25	17,30	19,03	25,69	23,02	28,52	30,09	29,45	41,67	42,64	40,19	36,00	30,09	24,61	37,36	35,74	30,23	23,29	27,25	17,30	19,03	25,69	23,02	28,52	30,09	29,45	41,67	42,64	40,19	36,00	30,09	24,61	37,36	35,74							
blanc	Avec pont 21	1,20	0,00	1,24	1,08	0,00	1,28	1,71	0,14	2,98	1,67	1,69	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	1,20	0,00	1,24	1,08	0,00	1,28	1,71	0,14	2,98	1,67	1,69	1,67	0,00	0,00	0,00	0,51										

Ce rapport, contenant 14 pages, ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'ISSeP.

e mesures du dioxyde d'azote dans l'air ambiant par Tube Passif ; Colfontaine

Concentration NO₂ dans l'air (µg/m³)

P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32	P 33	P 34	P 35	P 36	P 37	P 38	P 39	P 40	P 41	P 42	P 43	Moyenne (P1-43)	Incertitude (µg/m ³)
40.13	35.27	42.50	29.06	34.14	28.24	30.74	20.21	22.42	25.96	30.68	33.36	20.53	28.31	24.72	29.22	40.99	26.31	24.92	42.66	34.67	29.48	28.37	28.37	6.55
41.29	35.10	38.11	23.04	34.43	29.25	24.98	22.14	21.11	24.77	31.50	31.62	25.69	26.76	19.94	21.99	31.07	40.27	18.47	31.63	35.63	36.40	31.91	27.76	6.49
49.71	51.00	49.41	37.20	37.86	30.39	31.20	32.59	25.11	36.00	39.79	49.25	31.19	32.26	28.03	30.10	38.91	48.90	34.51	39.36	38.12	38.06	37.92	34.77	7.18
36.76	46.61	34.23	27.43	25.42	21.74	25.49	17.26	28.24	20.71	23.38	23.86	22.59	19.13	17.15	13.11	26.97	37.79	24.55	21.32	35.94	29.88	32.94	24.75	6.19
34.00	29.43	37.45	32.04	28.68	20.67	21.71	22.67	32.86	17.59	23.95	22.37	20.15	18.02	15.05	17.08	25.10	34.18	12.41	21.21	31.79	31.39	26.74	24.51	6.16
40.52	40.24	32.89	31.19	34.05	37.64	21.56	29.31	32.04	28.22	30.00	22.28	26.62	22.28	18.03	21.25	27.59	25.69	16.75	25.30	32.62	28.91	33.54	28.03	6.51
39.04	47.31	37.67	32.09	28.40	27.98	27.52	26.58	40.98	24.10	32.13	31.30	26.15	25.48	19.20	19.33	31.86	35.45	29.86	29.32	33.73	29.31	35.69	29.89	6.70
36.57	37.42	32.37	23.59	28.65	22.51	23.54	19.88	23.42	29.38	23.78	24.27	21.73	19.53	19.30	19.49	26.17	29.85	14.74	31.24	34.14	28.98	30.42	24.31	6.15
34.30	37.24	31.73	25.45	28.79	11.47	28.26	22.88	16.86	15.74	20.68	20.77	17.65	17.09	13.29	14.45	22.96	26.46	17.95	23.57	29.44	24.84	28.04	21.41	5.86
45.15	69.74	40.06	33.79	38.15	27.77	25.88	22.61	27.74	27.27	28.60	29.98	27.79	21.10	23.84	27.34	26.11	33.56	32.44	39.09	38.58	34.18	40.27	32.53	6.96
37.70	36.53	33.97	27.57	32.64	24.02	25.74	25.56	41.85	21.79	27.32	25.41	24.99	21.86	18.47	18.50	29.51	30.08		31.75	34.67	31.55	49.14	27.31	6.44
43.96	43.35	38.50	41.11	31.62	28.68	21.43	22.74	22.74	21.14			28.93	30.94	22.65	23.64		27.43	26.52	35.38	39.94	20.92	39.69	29.44	6.65
35.94	40.35	28.21	26.93	25.70	24.05	22.80	27.34	15.85	19.50	28.09		22.86	24.90	17.76	18.62	37.69	30.55		26.20	32.99	29.27	31.85	24.16	6.13
41.88	47.96	35.16	35.51	34.20	24.81	26.45	22.71	38.89	29.34	24.21	22.50	17.51	17.52	14.49	15.25	25.80	28.80	21.30	25.30	30.76	37.16	32.01	28.32	6.54
38.29	40.75	34.26	26.94	26.12	22.07	28.05	23.18	30.07	20.20	29.75	26.79	26.79	23.46	21.90	15.56	28.25	34.28		36.04	37.95	26.24	43.18	25.84	6.30
43.17	47.30	46.95	39.71	32.75	35.49	28.20	34.47	26.10	25.33	30.73	33.38	21.21	24.99	21.93	22.96	31.35	38.33	19.28	34.29	40.21	35.51	11.19	29.77	6.68
39.30	43.47	31.69	30.01	29.83	24.21	25.08	24.70	39.94	20.25	24.89	25.90		17.79	18.61	19.62	25.27	22.53	23.54	28.63	33.90	27.84	41.94	25.72	6.28
38.04	46.56	27.14	23.84	28.80	26.20	21.04	23.28	32.72	19.12	25.42	25.60	20.32	17.34	17.03	17.77	25.33	29.07		26.73	30.90	26.89	36.85	23.96	6.11
49.69	62.55	56.06	45.84	39.75	34.37	36.03	61.54	25.31	35.03	41.85	52.52	29.93	40.24	24.17	25.39	54.56	50.34	30.44	38.27	41.65	38.39	36.27	38.07	7.50
37.48	36.79	31.51	30.55		19.77	18.29	24.63	20.38	16.65	20.76	20.77	17.04	16.53	13.57	14.64	25.14	26.71	20.60	26.13	33.10	28.50		22.32	5.95
37.35	35.71	28.61	22.89	28.38	7.83	19.81	22.44	26.80	18.18	23.50	18.63	17.01	14.11	12.27	15.21	22.02	28.79	19.99	17.33	29.79	30.21	36.82	20.79	5.80
40.84	41.98	35.55	26.20	31.27	22.70	45.14	24.17	29.62	19.22	25.54	28.35	22.29	20.02	16.68	17.94	26.54	23.97	25.31	29.07	32.83	32.72	36.08	25.82	6.29
34.49	39.01	28.23	27.62	24.48	19.72	26.26	24.04	23.80	20.43	21.33	19.89	16.41	15.74	12.02	15.58	24.41	29.53	17.80	22.22	29.56	25.49	35.33	21.00	5.82
39.83	36.80	33.04	32.45	29.36	20.51	22.40	20.52	33.96		23.98	23.69	19.86	19.10	13.27	16.22	25.59	28.94	16.93	28.37	31.71	28.55	24.56	23.33	6.05
41.39	43.38	30.92	31.16	33.83	29.87		22.11	45.33	25.12	29.51	30.10	21.43	24.08	11.34	25.81	25.11	32.89	22.89	32.69	41.28	36.78	29.97	27.06	6.42
48.23	54.39	39.00	30.91	35.21	31.57	26.09	26.04	48.91	26.34	34.41	31.79	36.93	26.12	19.19	27.05	30.61	1.56	50.72					31.53	6.86
0.00	1.61	0.00	0.97	1.42	0.00	0.80	0.31			0.00	1.90	2.60	1.12	1.32	0.44	2.95	0.64	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	3.83