

Liège, le 22 septembre 2023

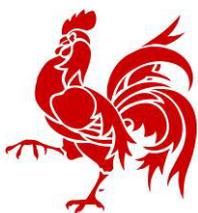
MESURE DE LA QUALITE DE L’AIR AMBIANT AUTOUR DE L’AEROPORT DE CHARLEROI

Rapport 1^{er} semestre 2023

Rapport n°03411/2023

Guy GERARD
Responsable Cellule Qualité de l’air.

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



Wallonie

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	3
2. METHODOLOGIE	3
3. PARAMETRES METEOROLOGIQUES	6
4. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10 ET PM2.5)	8
4.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	8
4.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES (PM10).....	9
4.3. RESULTATS (PM10).....	10
4.4. VALEURS LIMITES ET GUIDES (PM2.5).....	14
4.5. RESULTATS (PM2.5).....	15
5. MONOXYDE DE CARBONE (CO)	19
5.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	19
5.2. NORMES ET VALEURS GUIDES	21
5.3. RESULTATS	21
6. OXYDES D'AZOTE (NO ET NO₂)	24
6.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	24
6.2. NORMES ET VALEURS GUIDES (NO).....	25
6.3. RESULTATS (NO).....	25
6.4. VALEURS LIMITES ET GUIDES (NO ₂)	29
6.5. RESULTATS (NO ₂)	30
7. BTEX	34
7.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	34
7.2. NORMES ET VALEURS GUIDES	35
7.3. RESULTATS	36
8. NAPHTALENE (C₁₀H₈)	40
8.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	40
8.2. NORMES ET VALEURS GUIDES	41
8.3. RESULTATS	41
9. FORMALDEHYDE (CH₂O).....	43
9.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	43
9.2. NORMES ET VALEURS GUIDES	44
9.3. RESULTATS	44
10. RETOMBES D'HYDROCARBURES	45
10.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	45
10.2. NORMES ET VALEURS GUIDES	45
10.3. RESULTATS	45
11. CONCLUSIONS	47
 ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE EN CONTINU	
 ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL (MESURE, PRELEVEMENT ET ANALYSE)	

1. Introduction

Depuis 2019, l'ISSEP (Institut Scientifique de Service Public), exploitant des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, réalise la surveillance de la qualité de l'air ambiant autour de l'aéroport de Charleroi pour le compte de la SOWAER (Société Wallonne des Aéroports).

Le présent rapport analyse les données récoltées durant le premier semestre de l'année 2023.

2. Méthodologie

La méthodologie mise en œuvre est basée sur les impositions du permis unique du 25 octobre 2018 pour l'allongement de la piste de l'aéroport de Charleroi qui stipule :

« L'exploitant met en place aux extrémités de la piste deux stations de mesure permanentes de surveillance de la qualité de l'air dont la gestion est confiée à un organisme indépendant compétent en matière de contrôle et d'analyse de la qualité de l'air, lesquelles seront complétées par des mesures au niveau du parc pétrolier.

Les paramètres suivants sont mesurés : naphtalène, formaldéhydes, CO, NO_x, particules fines et hydrocarbures totaux. »

Ce même permis mentionne également :

« Il sera établi, via un organisme disposant de toutes les agrégations nécessaires, une méthodologie d'analyse scientifiquement éprouvée afin de doser les retombées éventuelles d'hydrocarbures liées à l'activité aérienne et procéder à des analyses spécifiques aux endroits adéquats à proximité du site aéroportuaire. »

Le Tableau 2.1 donne les coordonnées des deux sites de mesure sélectionnés situés aux extrémités de la piste. Depuis 2022, suite à la pérennisation de ces deux sites et la publication en ligne des données sur le site www.wallonair.be, les codes de ces sites de mesure ont été adaptés : RMCH16 e RMCH17 sont devenus respectivement TMCH07 et TMCH08.

Site de mesure	Lieu	Coordonnées Lambert	
		X	Y
TMCH07 (Ex RMCH16)	Site SOWAER Rue de Gosselies, 9/Rue Dr Pircard B-6040 JUMET (CHARLEROI)	154019	126750
TMCH08 (Ex RMCH17)	Site Middle Marker de SKEYES Rue d'Heppignies B-6043 RANSART (CHARLEROI)	158252	128689

Tableau 2.1 : Coordonnées des sites de mesure

La Figure 2.1 montre leur localisation géographique. Le premier point de mesure (TMCH07) se situe à moins d'1 km au sud-ouest du bout de la piste. Le second point (TMCH08) est quant à lui situé à environ 500 m au nord-est de l'autre bout de piste, et à moins d'1 km des terminaux 1 et 2. La position exacte de ces emplacements, prioritairement définie par rapport aux impositions du permis, a également dû tenir compte de contraintes matérielles, telles que l'espace disponible pour installer le matériel, la possibilité de raccordement au réseau électrique, la sécurisation du matériel et l'accès aisé au site pour les techniciens de l'ISSEP.

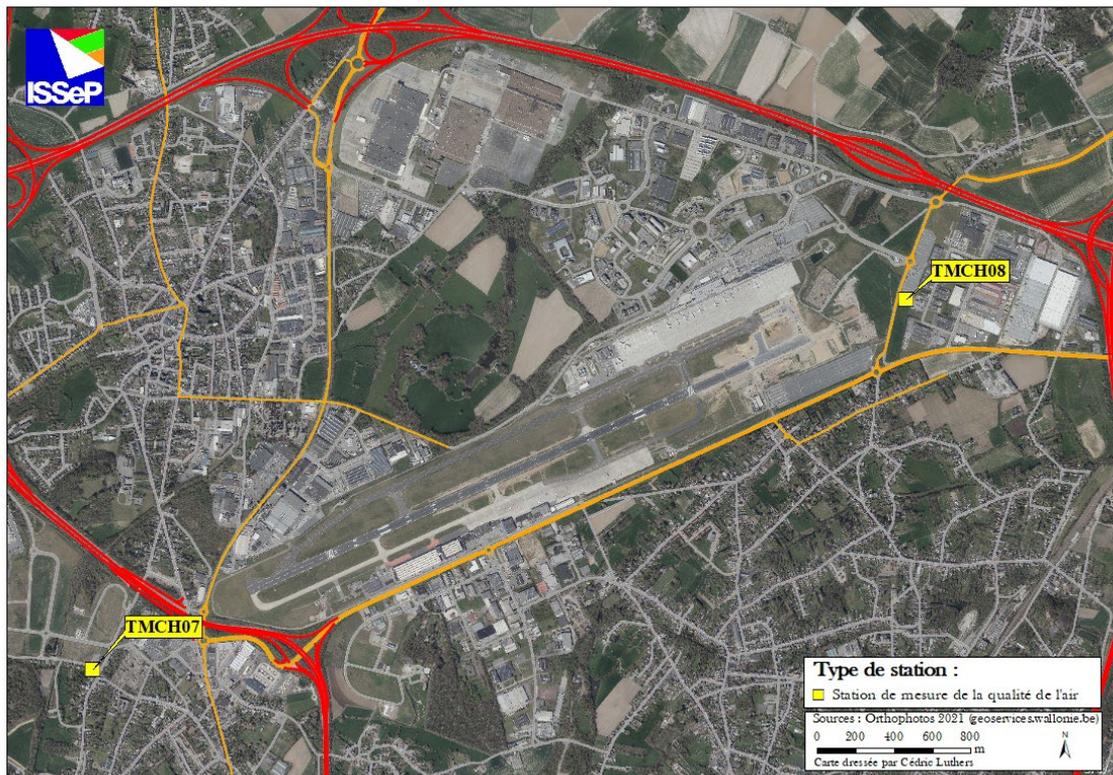


Figure 2.1 : Localisation des sites de mesure

Sur chacun de ces deux sites a été installée une station de mesure, équipée d'analyseurs spécifiques automatiques permettant de mesurer en continu et en temps réel le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO₂), le monoxyde de carbone (CO), les particules en suspension (PM10 et PM2.5) et, depuis le 8 septembre 2022, les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et m+p-xylènes). Ces analyseurs fournissent des valeurs en continu qui sont ensuite moyennées sur chaque demi-heure.

Même si cela n'est pas stipulé dans le permis, les principaux paramètres météorologiques (température, humidité, vitesse et direction du vent) ont également été mesurés sur l'un des deux sites (TMCH08) car les conditions météorologiques peuvent avoir une influence importante sur les concentrations mesurées et, par conséquent, sur l'interprétation des résultats. L'Annexe 1 montre des photographies de ces deux stations de mesure.

A côté de ces stations, ont été installés des préleveurs pour le naphthalène et pour le formaldéhyde ainsi qu'un collecteur pour les retombées d'hydrocarbures.

Les méthodes de mesure, de prélèvement et d'analyse sont reprises dans l'Annexe 2. Il s'agit des méthodes utilisées dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie sauf pour le formaldéhyde et les retombées en hydrocarbures (HC) qui n'y sont pas mesurés.

Pour ces deux derniers polluants, l'ISSeP a installé des points de prélèvement supplémentaires afin de pouvoir comparer les résultats à des valeurs de référence.

- Pour le formaldéhyde, deux points supplémentaires ont été installés : un point mesurant la pollution de fond situé à l'écart de toute source potentielle (Dourbes, rue Centre Physique, site ISSeP TMNT01) et un second situé en milieu urbain et plus éloigné de l'aéroport (Charleroi-caserne, boulevard Mayence, site ISSeP TMCH03) ;
- Pour les retombées en hydrocarbures, outre les mêmes deux points supplémentaires mentionnés pour le formaldéhyde, un point a été sélectionné à chaque extrémité de la piste mais à une distance plus grande : à Roux (Site privé, rue du Chiffon rouge n°12) et à Fleurus (Site Skeyes Outer Marker, Pont de Ligny).

Le Tableau 2.2 résume les différents paramètres qui sont mesurés spécifiquement dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air autour de l'aéroport de Charleroi et le Tableau 2.3 reprend les paramètres et stations du réseau de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie qui sont utilisés dans ce rapport comme comparaisons pour une pollution plus urbaine hors influence directe de l'aéroport ou pour une pollution de fond.

	Jumet (TMCH07)	Middle Marker (TMCH08)	Charleroi- caserne (TMCH03)	Dourbes (TMNT01)	Roux	Outer Marker
Météo	-	X	-	-	-	-
PM10/PM2.5	X	X	-	-	-	-
CO	X	X	-	-	-	-
NO / NO ₂	X	X	-	-	-	-
BTEX ¹	X	X	-	-	-	-
Naphtalène	X	X	-	-	-	-
Formaldéhyde	X	X	X	X	-	-
Retombées HC	X	X	X	X	X	X

Tableau 2.2 : Paramètres mesurés spécifiquement dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air autour de l'aéroport de Charleroi

	Comparaison urbaine	Comparaison de fond
PM10/PM2.5	Charleroi-caserne (TMCH03) Lodelinsart (TMCH04)	Dourbes (TMNT01)
CO	Charleroi-caserne (TMCH03) Marchienne-au-Pont (TMCH01)	Vielsalm (TMNT09)
NO/NO ₂	Charleroi-caserne (TMCH03) Lodelinsart (TMCH04)	Dourbes (TMNT01)
BTEX ²	Charleroi-caserne (VOCH01) Lodelinsart (VOCH02)	Dourbes (VONT01)
Naphtalène	Marcinelle (HPCH01) Lodelinsart (HPCH02)	Dourbes (HPNT09)

Tableau 2.3 : Paramètres et stations de comparaison du réseau de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie

¹ Mesures réalisées à partir du 8 septembre 2022

² Méthode et résolution temporelle différentes par rapport aux stations situées autour de l'aéroport

En raison de travaux préparatoires à la construction de la station pérenne, la station remorque de Jumet (TMCH07) et tout le matériel connexe ont été provisoirement enlevés le 30 novembre 2022 avant réinstallation le 30 janvier 2023.

3. Paramètres météorologiques

Les Tableaux 3.1 et 3.2 donnent quelques statistiques décrivant les mesures de la température à la station de Middle Marker (TMCH08).

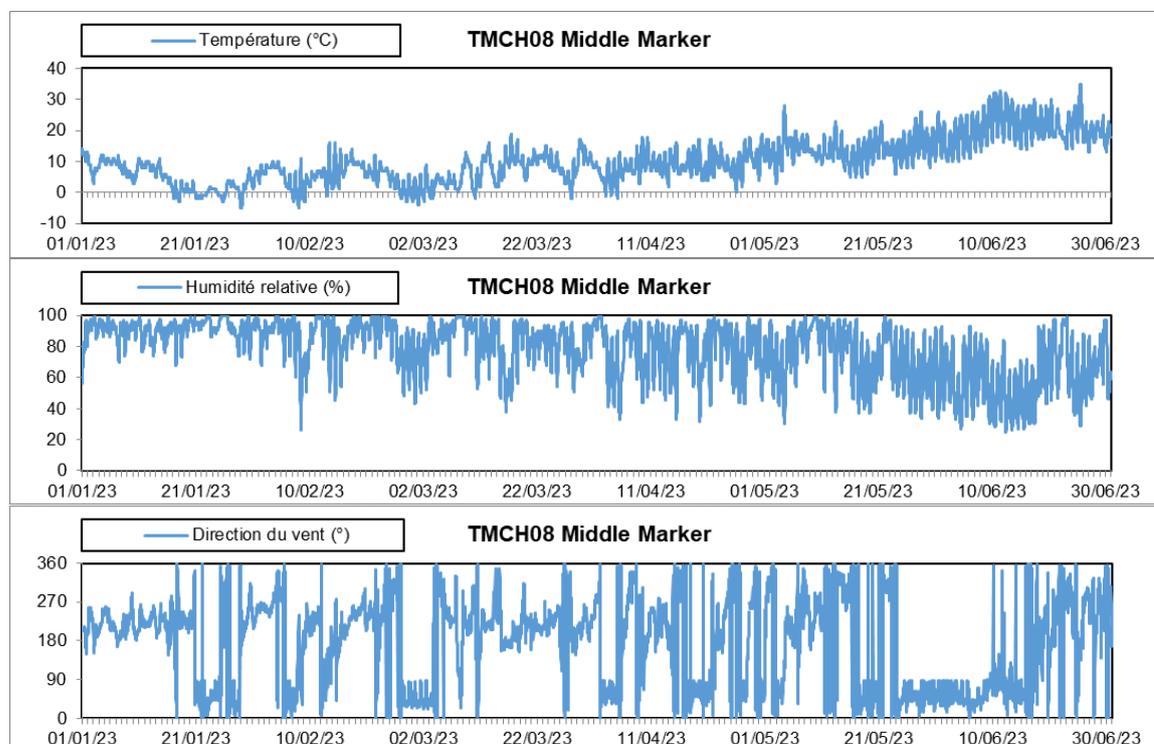
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
TMCH08	8687	10,1	9,0	-5,0	35,0

Tableau 3.1 : Température – Valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
TMCH08	181	10,1	9,5	-1,6	26,3

Tableau 3.2 : Température – Valeurs journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 3.1 montre l'évolution des paramètres météorologiques. Pour la lecture du graphique relatif à la direction du vent, la direction 0° correspond à un vent provenant du nord et la rotation s'effectue dans le sens horlogique, d'où, par exemple, 90° coïncide avec un vent provenant d'est.



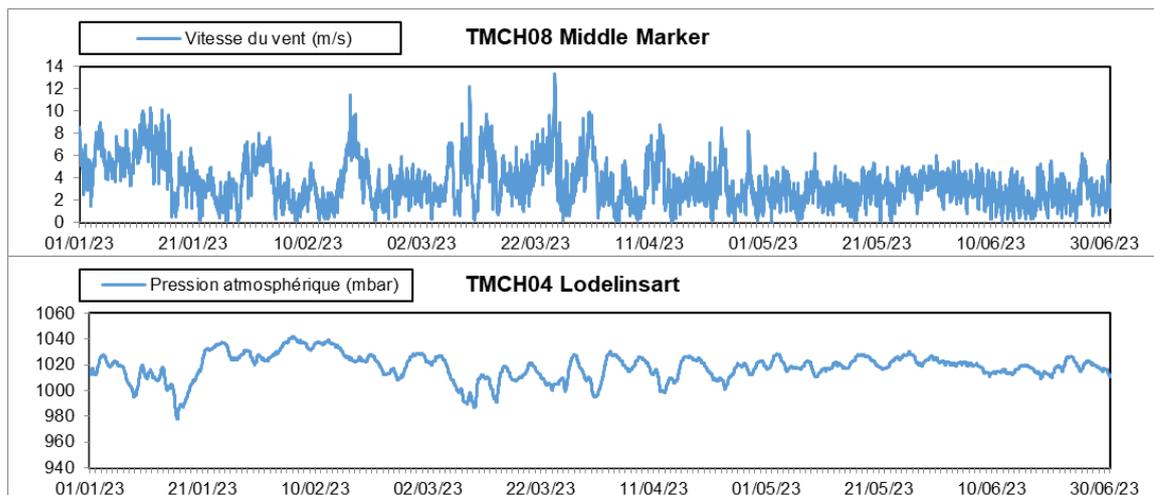


Figure 3.1 : Paramètres météorologiques – Evolution des valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 3.2 donne la rose des vents³ obtenue pour la station TMCH08.

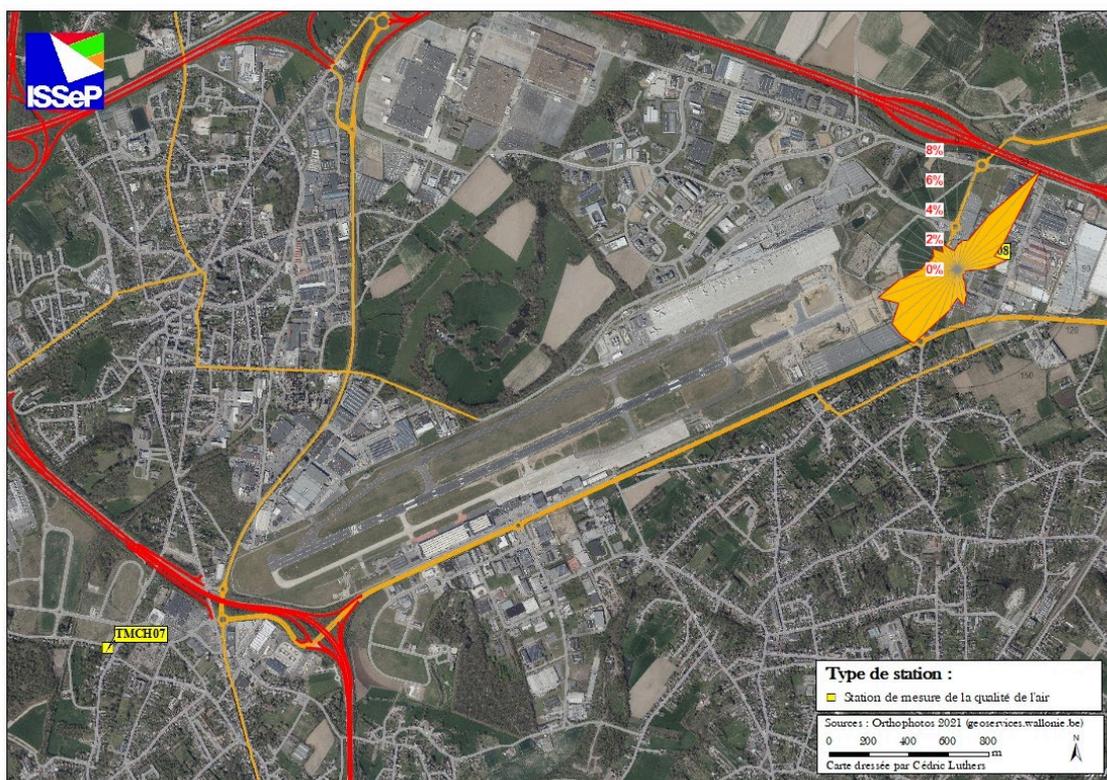


Figure 3.2 : Rose des vents – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Les vents, durant la campagne de mesure, ont soufflé principalement du secteur sud-ouest (environ 40 % du temps), qui est d'ailleurs la direction des vents dominants pour la région. Ensuite, les vents les plus fréquents ont été ceux du nord-est (environ 33 % du temps), puis du nord-ouest (environ 17 % du temps) et enfin du sud-est (environ 10 % du temps).

³ La rose des vents est une représentation graphique de la fréquence des vents, la longueur d'un secteur étant proportionnelle au nombre de demi-heures pour lesquelles le vent soufflait de cette direction.

4. Particules en suspension (PM10 et PM2.5)

4.1. 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 aérodynamique⁴, variant de 0,02 µm à 100 µm pour les particules dites atmosphériques (restant dans l'air).

La distance de transport des particules présentes dans l'atmosphère dépend de leur taille et de leur densité. Les particules grosses et lourdes ont tendance à sédimenter rapidement, tandis que les particules fines ont un comportement qui s'apparente à celui des gaz et ne sédimentent 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 2020) sont principalement imputables au secteur industriel, avec une part de 36 % de la totalité des émissions. Le secteur résidentiel représente le deuxième poste le plus important avec 30 % des émissions de PM10 avant le secteur des transports avec 14 %.

⁴ Le diamètre aérodynamique est le diamètre d'une sphère de densité unitaire ayant le même comportement aérodynamique que la particule considérée.

Pour les PM2.5, les principaux secteurs sont (chiffres 2020) : le secteur résidentiel, avec une part de 46 % de la totalité des émissions, le secteur de l'industrie avec 23 % et le secteur des transports avec 14 %.

Les émissions de PM10 et PM2.5 sont en forte diminution ces dernières années : respectivement moins 64 % et 66 % entre 2000 et 2020.

4.2. Valeurs limites et guides (PM10)

4.2.1. 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 4.2.1.1 : Particules en suspension (PM10) – Valeurs limites (Directive 2008/50/CE)

Il s'agit de valeurs portant sur une année et non de valeurs à court terme. Ainsi, il n'existe pas pour les particules de seuil d'alerte comme pour d'autres polluants tel que l'ozone.

Les valeurs limites des Directives sont fixées pour améliorer ou conserver une bonne qualité de l'air ; il s'agit d'un compromis entre la protection des individus et de l'environnement et notre modèle économique et sociétal. Elles ont un caractère contraignant. 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.

4.2.2. Valeurs guides OMS

En septembre 2021, l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a défini de nouvelles valeurs guides (« WHO air quality guidelines level updates 2021 ») pour les particules en suspension, fraction PM10.

Composé	Période considérée	Valeur guide
PM10	1 an 24 h	15 µg/m ³ 45 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 fois par an

Tableau 4.2.2.1 : Particules en suspension (PM10) – Valeurs guides OMS

Ces recommandations de l'OMS sont des lignes directrices basées sur des études épidémiologiques pour aider les autorités publiques et la société civile à réduire l'exposition humaine à la pollution atmosphérique et ses effets nocifs. Elles n'ont pas de caractère légal ou contraignant.

4.2.3. 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. L'échelle de ces indices a été adaptée en novembre 2022⁵ en fonction des nouvelles valeurs conseillées par l'OMS.

PM10	µg/m ³									
	0 à 5	6 à 15	16 à 25	26 à 35	36 à 45	46 à 60	61 à 70	71 à 80	81 à 100	>101
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 4.2.3.1 : Particules en suspension (PM10) – Indices (BelAQI)

4.3. Résultats (PM10)

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux particules en suspension (PM10) mesurées aux stations TMCH07 et TMCH08 et les comparent aux résultats obtenus durant la même période dans trois stations du réseau de Wallonie : une station urbaine située à Charleroi-caserne (TMCH03 : Boulevard Pierre Mayence), une station de fond urbain située à Lodelinsart (TMCH04 : Place de l'Abattoir) et une station mesurant la pollution de fond située à Dourbes (TMNT01).

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 ⁶ (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	7209	17	14	41	51	155
TMCH08 (Middle Marker)	8679	15	13	37	44	204
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	8681	17	14	41	51	211
TMCH04 (Lodelinsart)	8581	16	12	39	49	171
TMNT01 (Dourbes)	8674	10	8	27	34	101

Tableau 4.3.1 : PM10 – Valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)	Nombre de jours > 50 µg/m ³	Nombre de jours > 45 µg/m ³
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	149	17	15	48	0	4
TMCH08 (Middle Marker)	181	15	14	46	0	1
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	181	17	15	52	2	2
TMCH04 (Lodelinsart)	177	16	13	53	1	3
TMNT01 (Dourbes)	181	10	9	40	0	0

Tableau 4.3.2 : PM10 – Valeurs journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

⁵ <https://www.irceline.be/fr/qualite-de-lair/mesures/belaqi-indice-de-la-qualite-de-lair-nov2022/information>

⁶ Les centiles 95 et 98 représentent les valeurs telles que 95 % et 98 % des mesures leur soient inférieures.

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

- la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ serait très largement respectée pour l'ensemble des stations 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 également respectés pour l'ensemble des stations mentionnées dans ce rapport.

En ce qui concerne les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS, elles seraient dépassées pour toutes les stations à l'exception de la station TMCH08 (Middle Marker) et la station de fond de Dourbes.

La Figure 4.3.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension PM10, comparées à la valeur limite journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à ne pas dépasser plus de 35 fois par an.

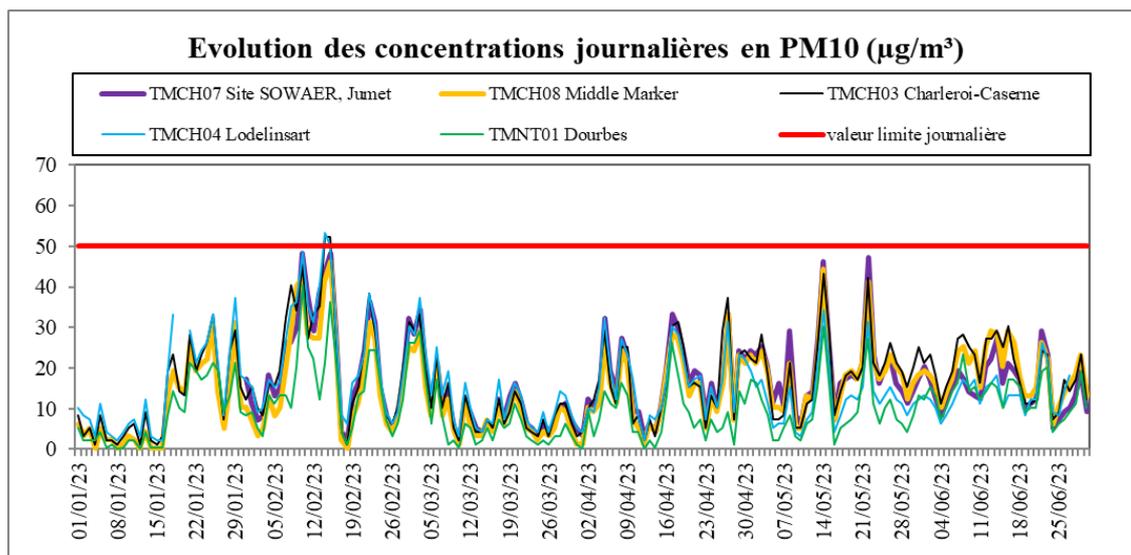


Figure 4.3.1 : PM10 – Evolution des concentrations journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 4.3.2 montre les profils de la journée moyenne en PM10 pour les stations TMCH07 et TMCH08, ainsi que pour les stations de comparaison (heures GMT). La journée moyenne pour les deux stations installées dans le cadre de cette étude montre des profils similaires aux stations de comparaison de la région de Charleroi.

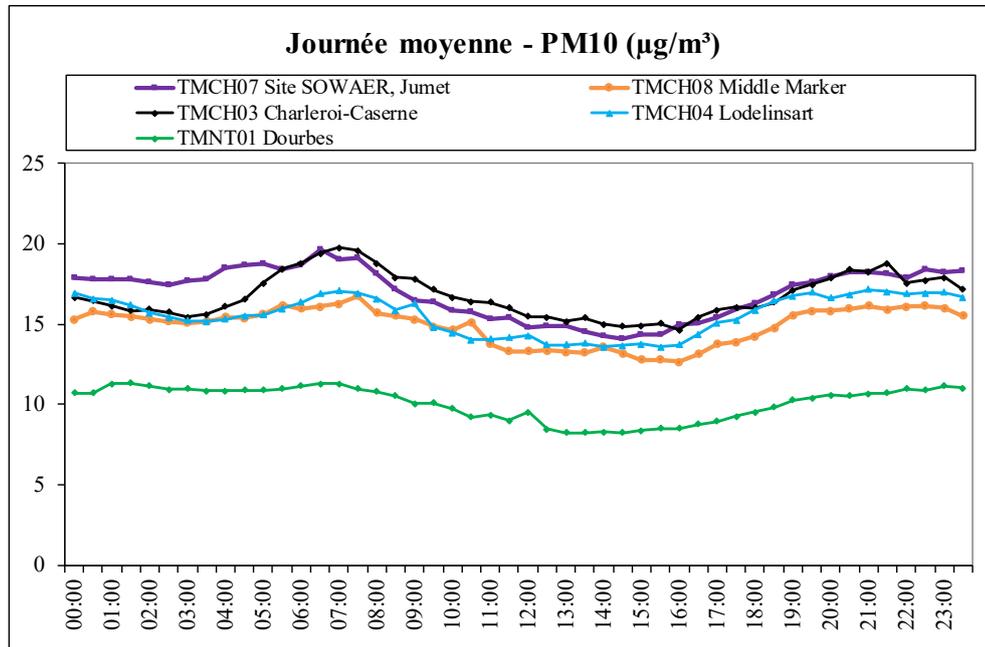


Figure 4.3.2 : PM10 – Journée moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 4.3.3 montre la semaine moyenne en PM10 pour les sites de mesure TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison. Les concentrations en PM10 enregistrées sont, pour la plupart des stations, très légèrement plus faibles le week-end que durant le reste de la semaine.

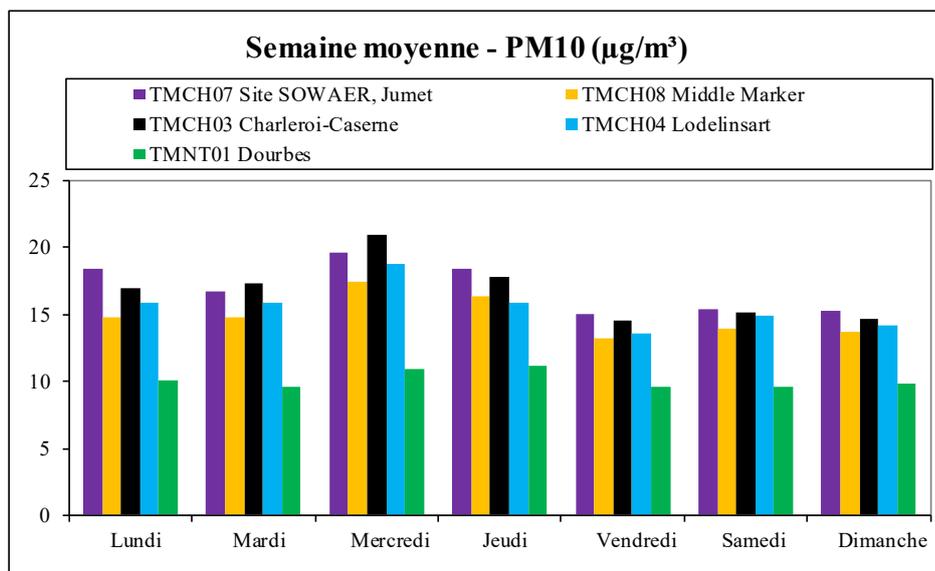


Figure 4.3.3 : PM10 – Semaine moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La répartition des indices de qualité de l'air BelAQI, définis par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE), est reprise dans le Tableau 4.3.3.

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									
TMCH07	149	15	60	47	19	4	4	0	0	0	0
TMCH08	181	41	60	54	20	5	1	0	0	0	0
TMCH03	181	30	63	53	27	6	2	0	0	0	0
TMCH04	177	22	87	40	20	5	3	0	0	0	0
TMNT01	181	62	75	36	6	2	0	0	0	0	0

Tableau 4.3.3 : PM10 – Indices de qualité de l'air (BelAQI) – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Le Tableau 4.3.4 compare les concentrations moyennes enregistrées lors du premier semestre 2023 autour de l'aéroport à celles obtenues pour l'ensemble des stations permanentes de Wallonie.

Site de mesure	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TMLG01 (Liège Vertbois)	20
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	20
TMMO01 (Mons)	19
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse)	19
TMLG05 (Herstal)	19
TMLG06 (Liège, ISSeP)	19
TMCH06 (Charleroi Parc)	19
TMNM01 (Namur)	18
TMCH05 (Châtelineau)	17
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	17
TMSG02 (Saint-Nicolas)	17
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	17
TMCH02 (Marcinelle)	16
TMLG04 (Angleur)	16
TMCH04 (Lodelinsart)	16
TMCH08 (Middle Marker)	15
TMTO01 (Havennes)	15
TMEG01 (Engis)	14
TMNT03 (Ville-en-Waret)	14
TMNT10 (Membach)	13
TMOU01 (Hermalle)	13
TMNT04 (Offagne)	10
TMNT01 (Dourbes)	10
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	10
TMNT05 (Sinsin)	9
TMNT09 (Vielsalm)	9
TMNT06 (Sainte-Ode)	6

Tableau 4.3.4 : PM10 – Valeurs moyennes – (01/01/2023 au 30/06/2023)

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

Les concentrations en PM10 mesurées autour de l'aéroport sont dans la moyenne des concentrations mesurées dans les différentes stations permanentes wallonnes.

La Figure 4.3.4 montre les roses de pollution⁷ pour les particules en suspension, fraction PM10, pour les deux stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour la station de Charleroi-caserne (TMCH03) en encart. Celles-ci sont assez semblables et ne montrent aucun apport particulier en provenance du site de l'aéroport.

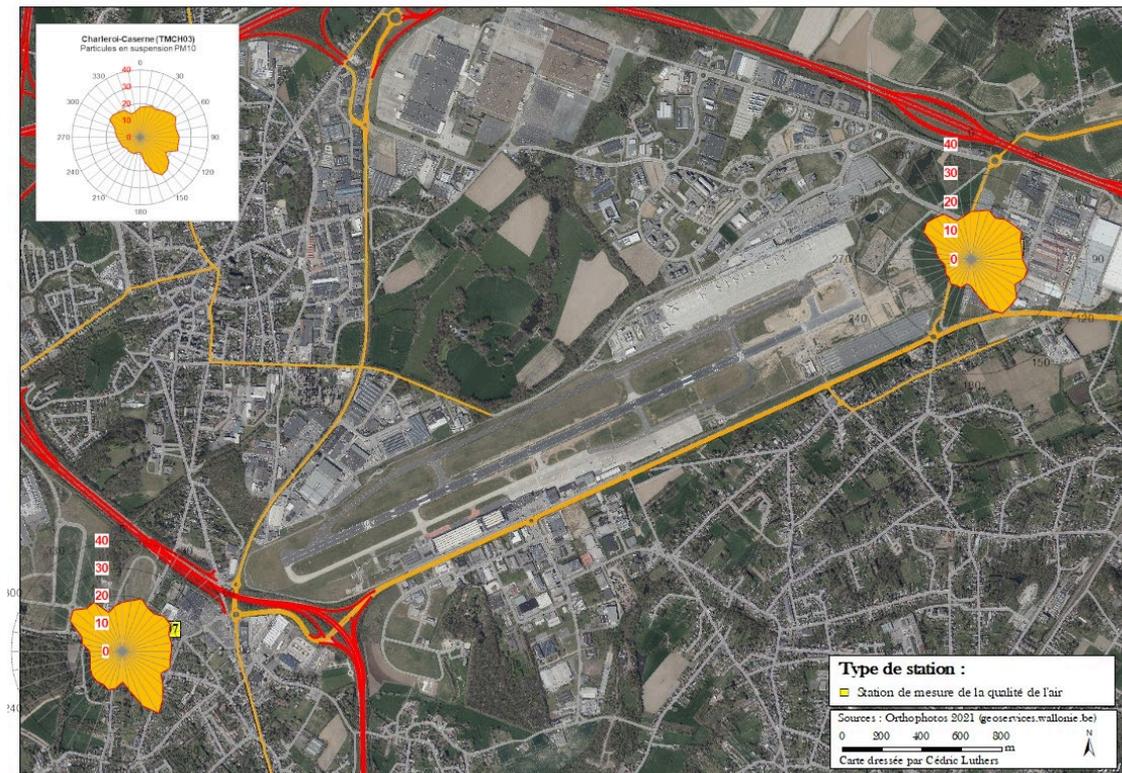


Figure 4.3.4 : PM10 – Roses de pollution – (01/01/2023 au 30/06/2023)

4.4. Valeurs limites et guides (PM2.5)

4.4.1. Directive européenne

Les particules en suspension PM2.5 sont réglementées par la Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008.

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

Tableau 4.4.1.1 : Particules en suspension (PM2.5) – Valeur limite (Directive 2008/50/CE)

⁷ Une rose de pollution est une représentation, pour une station et un polluant donnés, de la concentration moyenne de ce polluant associée à chaque direction du vent.

4.4.2. Valeurs guides OMS

En septembre 2021, l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a également défini de nouvelles valeurs guides (« *WHO air quality guidelines level updates 2021* ») pour les particules en suspension, fraction PM2.5 :

Composé	Période considérée	Valeur guide
PM2.5	1 an 24 h	5 µg/m ³ 15 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 fois par an

Tableau 4.4.2.1 : Particules en suspension (PM2.5) – Valeurs guides OMS

4.4.3. Indices (BelAQI)

Des indices de pollution ont également été définis pour les particules en suspension, fraction PM2.5, par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE). Tout comme pour les PM10, c'est la nouvelle échelle des indices adaptée en novembre 2022 qui est reprise dans l'analyse des données.

PM2,5	µg/m ³									
	0 à 2,5	2,6 à 5,0	5,1 à 7,5	7,6 à 10,0	11 à 15	16 à 25	26 à 35	36 à 40	41 à 50	>51
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 4.4.3.1 : Particules en suspension (PM2,5) – Indices (BelAQI)

4.5. Résultats (PM2.5)

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux particules en suspension (PM2.5) mesurées en TMCH07 et TMCH08 entre le 01/01/2023 et le 30/06/2023.

Pour comparaison, sont également mentionnés les paramètres statistiques obtenus durant la même période dans trois stations du réseau de Wallonie : une station urbaine située à Charleroi-caserne (TMCH03 : Boulevard Pierre Mayence), une station de fond urbain située à Lodelinsart (TMCH04 : Place de l'Abattoir) et une station mesurant la pollution de fond située à Dourbes (TMNT01).

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)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	7209	10	7	32	37	95
TMCH08 (Middle Marker)	8679	9	7	27	33	130
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	8681	9	7	30	36	95
TMCH04 (Lodelinsart)	8581	10	7	30	37	81
TMNT01 (Dourbes)	8674	6	4	22	28	92

Tableau 4.5.1 : PM2.5 – Valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre de jours > 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	149	10	8	27	37	31
TMCH08 (Middle Marker)	181	9	7	23	35	31
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	181	9	7	25	36	36
TMCH04 (Lodelinsart)	177	10	7	27	36	38
TMNT01 (Dourbes)	181	6	5	19	33	19

Tableau 4.5.2 : PM2.5 – Valeurs journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Si le respect formel de la valeur limite de la Directive ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire permet néanmoins de noter qu'elle serait largement respectée pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison.

Les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS, relatives à la fraction PM2.5 des particules, seraient dépassées pour l'ensemble des stations susmentionnées.

La Figure 4.5.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension (PM2.5). On constate un bon parallélisme entre les profils des stations TMCH07 et TMCH08 ainsi qu'avec ceux des stations de comparaison de la région de Charleroi.

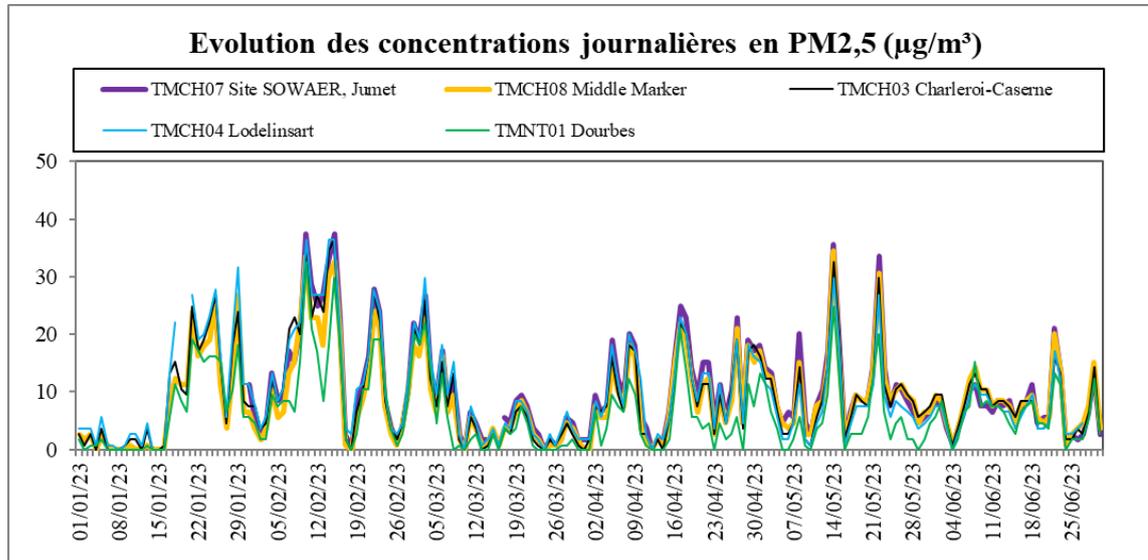


Figure 4.5.1 : PM2.5 – Evolution des concentrations journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 4.5.2 montre les journées moyennes (heures GMT) en PM2.5 pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison. On constate un certain parallélisme entre toutes les stations.

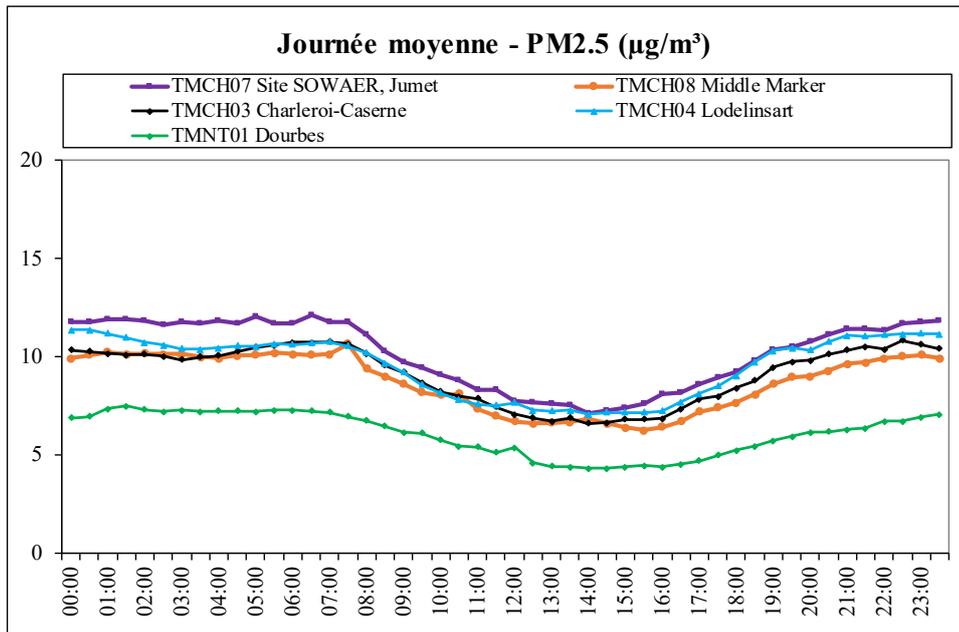


Figure 4.5.2 : PM2.5 – Journée moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 4.5.3 montre les semaines moyennes en PM2.5 pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison. Les profils sont très similaires et il n’y a que peu de différences entre les concentrations mesurées la semaine et celles mesurées le week-end.

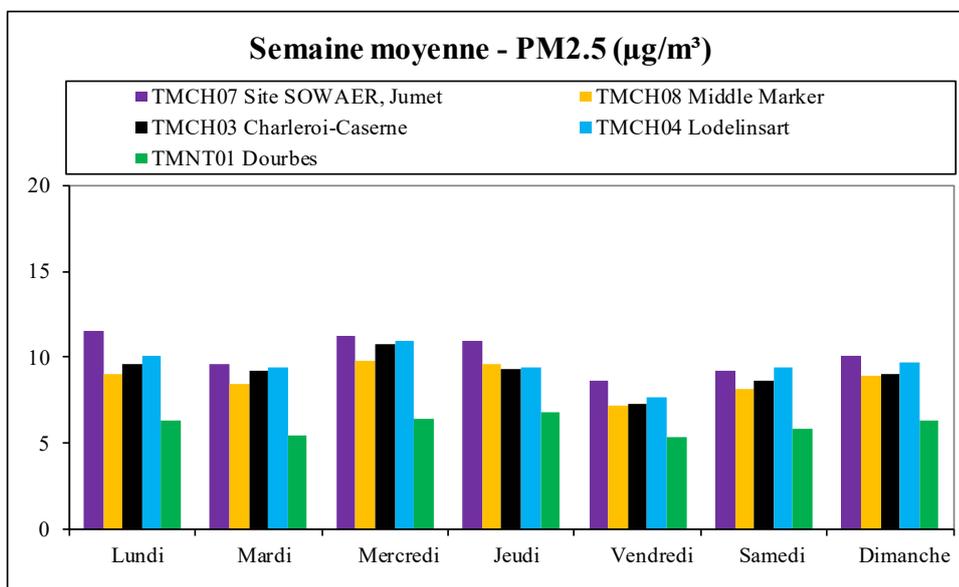


Figure 4.5.3 : PM2.5 – Semaine moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Le Tableau 4.5.3 compare les concentrations moyennes enregistrées pendant le premier semestre 2023 aux résultats des autres stations permanentes de Wallonie. Les concentrations en PM2.5 mesurées autour de l’aéroport sont dans la moyenne des concentrations mesurées dans les différentes stations permanentes wallonnes.

Site de mesure	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TMCH06 (Charleroi Parc)	11
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	11
TMMO01 (Mons)	11
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse)	10
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	10
TMTO01 (Havennes)	10
TMCH05 (Châtelineau)	10
TMNM01 (Namur)	10
TMCH04 (Lodelinsart)	10
TMLG06 (Liège, ISSeP)	10
TMCH02 (Marcinelle)	10
TMLG01 (Liège Vertbois)	9
TMSG02 (Saint-Nicolas)	9
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	9
TMLG05 (Herstal)	9
TMCH08 (Middle Marker)	9
TMNT03 (Ville-en-Waret)	9
TMLG04 (Angleur)	9
TMOU01 (Hermalle)	8
TMEG01 (Engis)	7
TMNT10 (Membach)	7
TMNT05 (Sinsin)	7
TMNT01 (Dourbes)	6
TMNT04 (Offagne)	6
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	6
TMNT09 (Vielsalm)	5
TMNT06 (Sainte-Ode)	4

Tableau 4.5.3 : PM2.5 – Valeurs moyennes – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La répartition des indices de qualité de l'air BelaQI, définis par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE), est reprise dans le Tableau 4.5.4.

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									
TMCH07	149	19	25	30	23	21	22	6	3	0	0
TMCH08	181	37	33	29	26	25	24	7	0	0	0
TMCH03	181	37	32	28	25	23	27	8	1	0	0
TMCH04	177	27	42	29	19	22	25	10	3	0	0
TMNT01	181	65	32	31	17	17	17	2	0	0	0

Tableau 4.5.4 : PM2.5 – Indices de qualité de l'air (BelaQI) – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 4.5.4 montre les roses de pollution pour les particules en suspension, fraction PM2.5. Celles-ci ont des profils semblables et ne montrent pas d'apport particulier en provenance du site de l'aéroport.

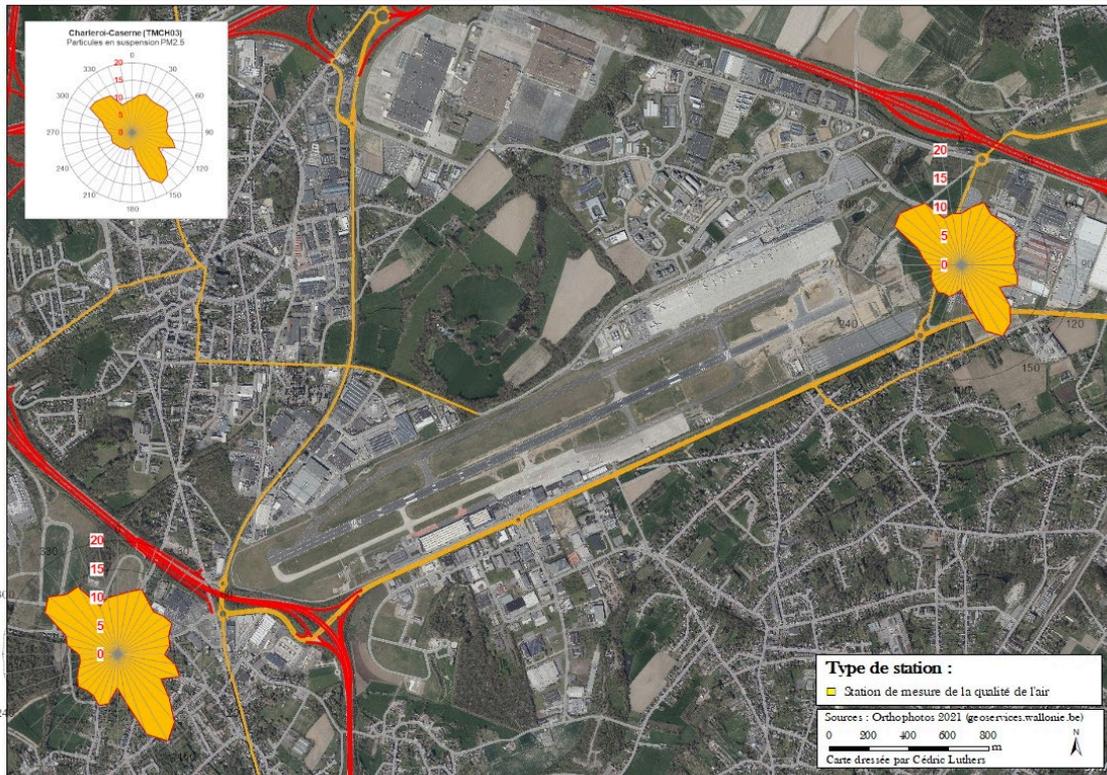


Figure 4.5.4 : PM2.5 – Roses de pollution – (01/01/2023 au 30/06/2023)

5. Monoxyde de carbone (CO)

5.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Le monoxyde de carbone (CO) est produit lors de la combustion incomplète de composés contenant du carbone. Lors de la combustion, en présence d'un excès d'oxygène, le CO est totalement oxydé, pour former du dioxyde de carbone (CO₂).

Dans les installations industrielles, ou pour les systèmes de chauffage, les conditions (rapport combustible/comburant) sont prévues pour travailler avec le meilleur rendement possible ; la combustion est donc totale, et les éventuels rejets sont ainsi minimalisés ou accidentels. Il peut cependant arriver qu'on soit obligé de travailler en dehors de ces conditions optimales (par exemple au démarrage) ; les rejets deviennent alors significatifs, mais temporaires.

Le CO possède encore un caractère combustible et il n'est pas économiquement intéressant de le rejeter ; ainsi dans la sidérurgie, les gaz riches en CO sont utilisés comme combustibles.

Il en va tout autrement dans les moteurs à essence où, par principe, la combustion s'effectue avec un excès de carburant par rapport à l'oxygène et émission consécutive d'imbrûlés, dont le CO. La quantité de CO émise varie fortement selon le type de véhicule et les conditions du trafic. Au démarrage, quand le moteur est encore froid, ou lorsqu'il tourne au ralenti, les émissions sont maximales. Quand le régime du moteur augmente, les émissions de CO diminuent (mais les émissions de NO_x augmentent).

Compte tenu de leur combustion avec un excès d'air, les moteurs diesels émettent moins de CO que les moteurs à essence sans pot catalytique, mais le véhicule à essence équipé d'un tel pot émet moins de CO qu'un moteur diesel non dépollué.

En milieu urbain, le secteur des transports est responsable de 90 % des émissions de CO et le monoxyde de carbone peut donc être considéré comme un bon indicateur de la pollution causée par l'automobile. Il faut souligner que le CO est le seul gaz faisant couramment l'objet de mesures pour les automobiles (lors des contrôles techniques), que les véhicules équipés de pot catalytique émettent peu de CO et que les émissions de ces véhicules sont plus stables en fonction de la vitesse du véhicule. Le taux de CO dans l'air est donc étroitement lié au trafic automobile (densité, fluidité, ...) et aux caractéristiques techniques des véhicules.

Dans le secteur industriel, les émissions de CO ont également diminué par le remplacement de combustibles, comme le fuel ou le charbon, au profit du gaz naturel, combustible avec lequel la combustion est plus facile à contrôler.

En Wallonie, le secteur résidentiel (chauffage essentiellement) est devenu le plus gros émetteur de CO (44 % en 2014), laissant les secteurs des transports et industriel en deuxième et troisième position avec 28 % et 20 % des émissions. Entre 2000 et 2014, les émissions liées au secteur industriel ont diminué de 94 % contre une diminution de 69 % pour le secteur des transports. Sur la même période, les émissions du secteur résidentiel sont restées assez stables.

Une fois émis dans l'atmosphère, le monoxyde de carbone est oxydé en dioxyde de carbone. Sa durée de vie est relativement faible et dépend surtout de la présence d'oxydants dans l'atmosphère. Les concentrations en milieu urbain dépendent des conditions météorologiques et du trafic et varient fortement en fonction de l'heure et de la distance par rapport aux sources.

Le monoxyde de carbone est un polluant que l'on retrouve à l'intérieur des maisons à des concentrations préoccupantes, pouvant monter jusqu'à 60 mg/m³. Des études ont démontré que les concentrations à l'intérieur des véhicules étaient souvent supérieures aux taux mesurés à l'extérieur. Enfin, la consommation de tabac est une source importante de monoxyde de carbone dans les bâtiments.

Quand il est inhalé, le monoxyde de carbone entre dans la circulation sanguine et peut provoquer des troubles dans l'oxygénation des tissus. Ces effets résultent principalement de sa capacité à déplacer l'oxygène fixé sur l'hémoglobine pour former de la carboxyhémoglobine (le rôle de l'hémoglobine est de transporter l'oxygène des poumons vers les autres tissus) avec pour conséquence une diminution de l'oxygénation des tissus. L'affinité du CO pour l'hémoglobine est 210 fois plus forte que celle de l'oxygène. Les fluctuations des concentrations de CO dans l'air se reflètent lentement sur le taux de carboxyhémoglobine dans le sang ; il faut de 4 à 12 h pour que l'équilibre s'établisse.

Il existe peu d'autres effets environnementaux. Les plantes produisent et métabolisent le CO, et sont seulement endommagées par des expositions prolongées à des hauts niveaux.

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

5.2. Normes et valeurs guides

La norme est donnée par la Directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008. Elle est transposée dans la législation wallonne par l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15/07/2010 (MB du 01/09/2010).

	Période de calcul de la moyenne	Valeur limite
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Maximum journalier de la moyenne sur 8 h (sur une base glissante)	10 mg/m ³

Tableau 5.2.1 : Monoxyde de carbone (CO) – Valeur limite (Directive 2008/50/CE)

En 2021, l'Organisation Mondiale pour la Santé a également adopté de nouvelles valeurs guides pour le monoxyde de carbone qui sont reprises dans le Tableau 5.2.2. :

Période d'exposition	Valeur guide
15 min	100 mg/m ³
1 h	35 mg/m ³
8 h	10 mg/m ³
24 h	4 mg/m ³

Tableau 5.2.2 : Monoxyde de carbone (CO) – Valeurs guides OMS

5.3. Résultats

Les résultats pour le monoxyde de carbone sont résumés dans les Tableaux 5.3.1 et 5.3.2. Ils sont comparés à ceux obtenus pour les stations TMCH01 (Marchienne-au-Pont), TMCH03 (Charleroi-Caserne) et TMNT09 (Vielsalm) mesurant la pollution de fond.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (mg/m ³)	Médiane (mg/m ³)	Centile95 (mg/m ³)	Centile98 (mg/m ³)	Maximum (mg/m ³)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	7186	0,20	0,17	0,36	0,46	1,51
TMCH08 (Middle Marker)	8582	0,22	0,19	0,36	0,49	1,08
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	8479	0,21	0,18	0,39	0,59	1,25
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	8221	0,24	0,20	0,46	0,71	1,96
TMNT09 (Vielsalm)	8473	0,17	0,17	0,24	0,27	0,51

Tableau 5.3.1 : CO – Valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (mg/m ³)	Médiane (mg/m ³)	Centile95 (mg/m ³)	Centile98 (mg/m ³)	Maximum (mg/m ³)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	151	0,20	0,17	0,35	0,38	0,48
TMCH08 (Middle Marker)	181	0,22	0,20	0,34	0,43	0,53
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	181	0,21	0,18	0,36	0,51	0,59
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	174	0,24	0,21	0,42	0,59	0,85
TMNT09 (Vielsalm)	181	0,17	0,18	0,23	0,24	0,27

Tableau 5.3.2 : CO – Valeurs journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

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

Les concentrations en monoxyde de carbone mesurées autour de l'aéroport sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans les stations de comparaison de la région de Charleroi.

La valeur limite imposée par la Directive 2008/50/CE serait très largement respectée pour l'ensemble des stations considérées. Il en est de même pour les valeurs guides de l'OMS.

La Figure 5.3.1 montre les évolutions des concentrations journalières. On constate un bon parallélisme entre les profils des stations TMCH07 et TMCH08 et ceux des stations de comparaison de la région de Charleroi.

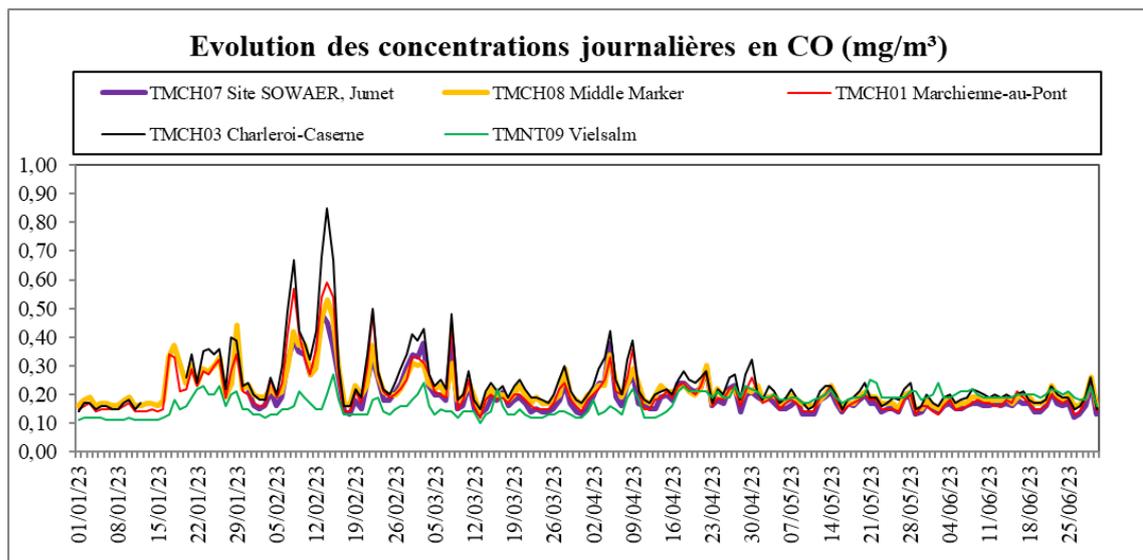


Figure 5.3.1 : CO – Evolution des concentrations journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 5.3.2 montre la journée moyennes pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison. Les heures mentionnées sont les heures GMT.

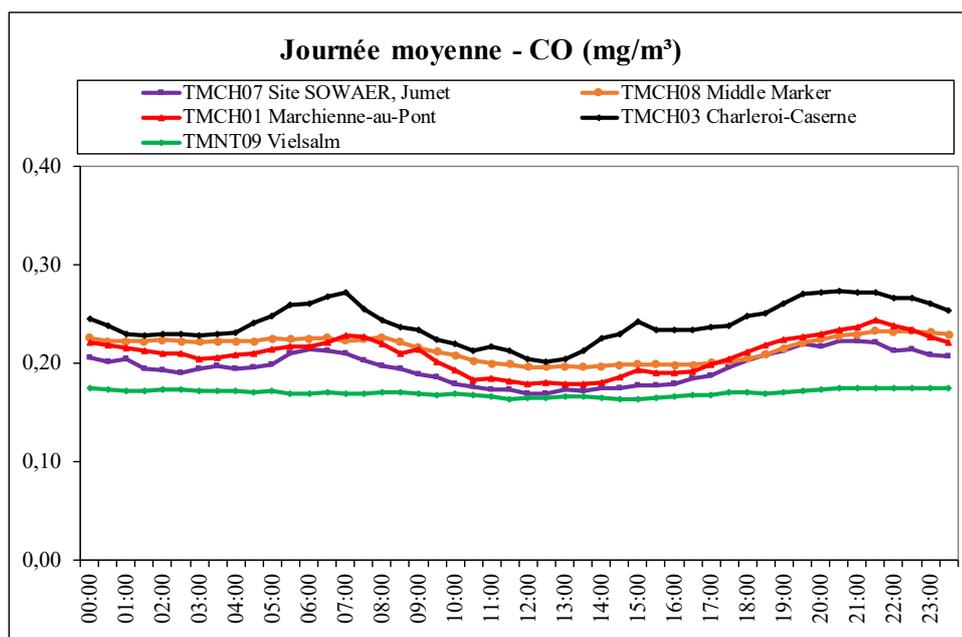


Figure 5.3.2 : Monoxyde de carbone (CO) - Journée moyenne - (01/01/2023 au 30/06/2023)

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

Les concentrations sont faibles et varient peu tout au long de la journée.

La Figure 5.3.3 donne le profil des semaines moyennes. Aucune différence significative n'est observée entre les concentrations mesurées la semaine et le weekend pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison.

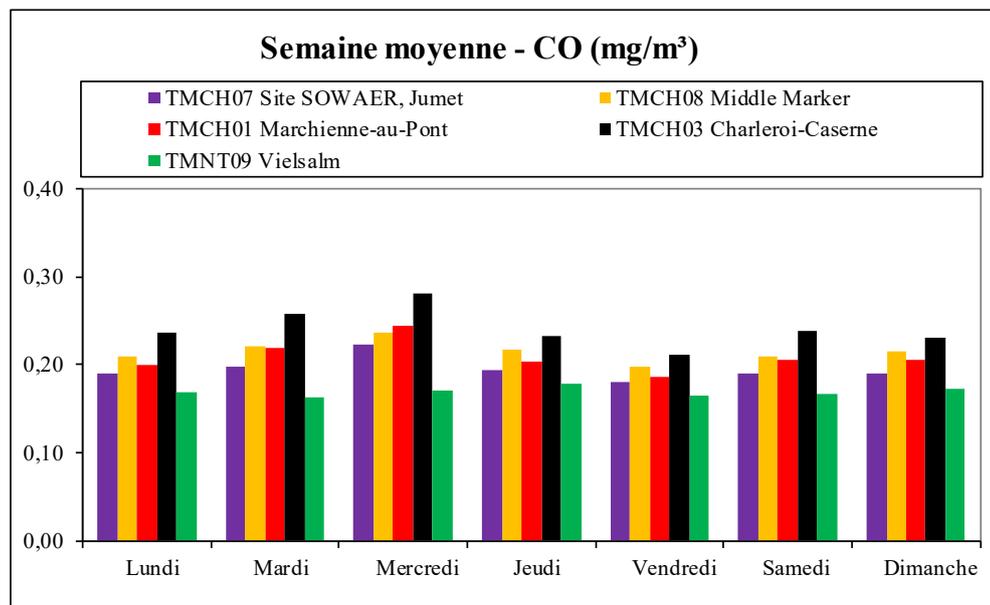


Figure 5.3.3 : Monoxyde de carbone (CO) - Semaine moyenne - (01/01/2023 au 30/06/2023)

Le Tableau 5.3.3 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant le premier semestre 2023 pour les stations TMCH07 et TMCH08 comparées aux résultats des autres stations permanentes de Wallonie.

Site de mesure	Moyenne (mg/m³)
TMLG01 (Liège Vertbois)	0,25
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	0,24
TMCH06 (Charleroi Parc)	0,24
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse)	0,23
TMMO01 (Mons)	0,22
TMCH08 (Middle Marker)	0,22
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	0,21
TMLG06 (Liège, ISSeP)	0,20
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	0,20
TMTO01 (Havannes)	0,19
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	0,17
TMNT09 (Vielsalm)	0,17

Tableau 5.3.3 : Monoxyde de carbone – Valeurs moyennes – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 5.3.4 montre les roses de pollution du monoxyde de carbone pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour la station de Charleroi (TMCH03) en encart. Les roses ont le même profil et ne montrent aucun apport en provenance de l'aéroport.

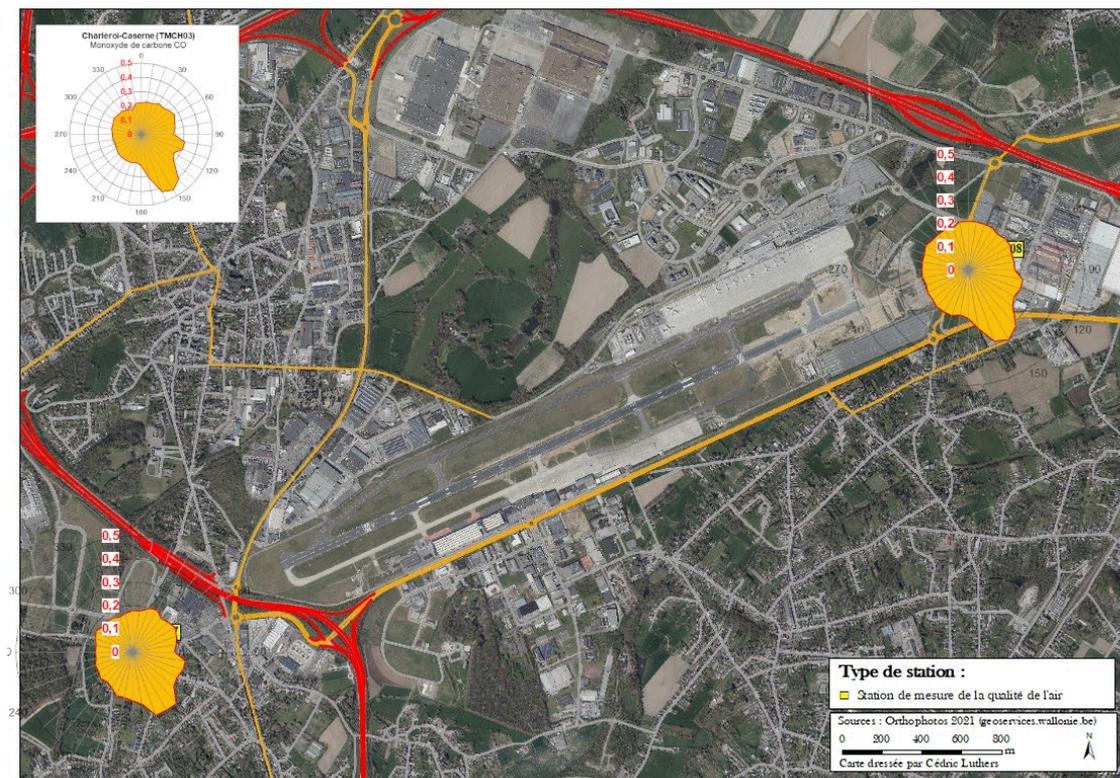


Figure 5.3.4 : Monoxyde de carbone (CO) - Roses de pollution - (01/01/2023 au 30/06/2023)

6. Oxydes d'azote (NO et NO₂)

6.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Les oxydes d'azote (NO_x) 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 forment 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).

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

La Wallonie a réduit ses émissions de 67 % entre 1990 et 2020 et de 60 % entre 2005 et 2020. 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 37 % de la totalité des émissions anthropiques (chiffres 2020). 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 31 % des émissions totales d'oxydes d'azote, le reste des émissions provenant principalement de l'agriculture (17 %).

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.

6.2. 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.

6.3. Résultats (NO)

Les résultats sont résumés dans les Tableaux 6.3.1 et 6.3.2 et sont comparés à ceux obtenus dans deux stations de la région de Charleroi (TMCH03 et TMCH04) et dans la station de fond située à Dourbes (TMNT01).

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)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	7101	3	1	11	23	124
TMCH08 (Middle Marker)	8408	4	2	14	28	206
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	8436	8	3	29	55	333
TMCH04 (Lodelinsart)	8488	5	1	17	53	234
TMNT01 (Dourbes)	8483	0	0	1	2	20

Tableau 6.3.1 : NO – Valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	151	3	2	9	21	24
TMCH08 (Middle Marker)	179	4	3	12	19	28
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	179	8	4	25	46	95
TMCH04 (Lodelinsart)	181	5	2	24	34	60
TMNT01 (Dourbes)	181	0	0	1	1	3

Tableau 6.3.2 : NO – Valeurs journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Les concentrations en monoxyde d'azote mesurées lors du premier semestre 2023 sont semblables sur les deux sites de l'aéroport et sont du même ordre de grandeur que celles obtenues du premier semestre 2022.

La Figure 6.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour le monoxyde d'azote. On constate des concentrations plus élevées en hiver qu'en été dues à la contribution du chauffage mais aussi à des conditions de dispersion qui sont généralement plus défavorables.

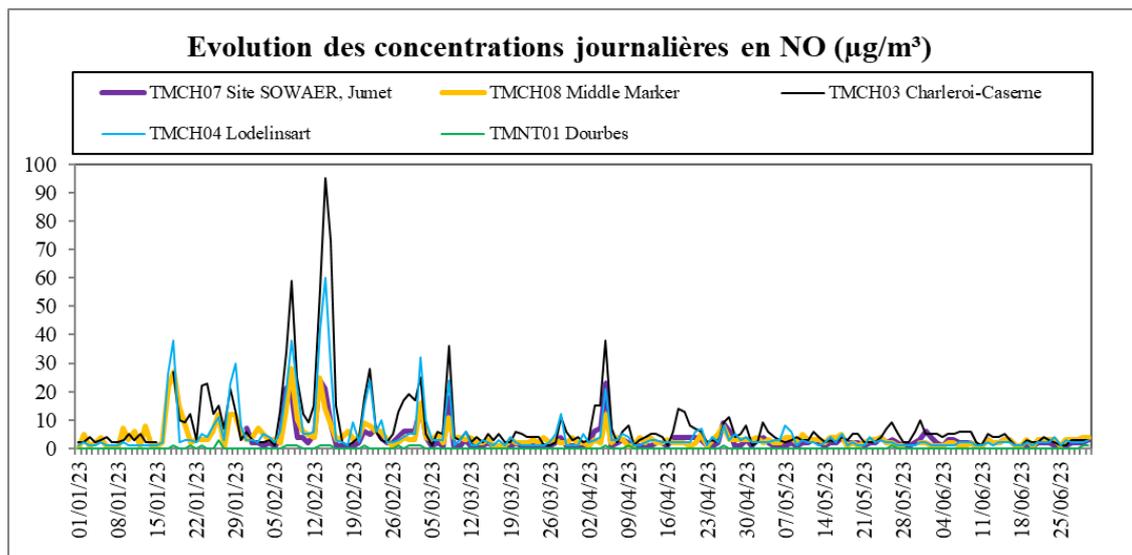


Figure 6.3.1 : Monoxyde d'azote (NO) – Evolution des concentrations journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 6.3.2 montre les journées moyennes pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison. Les heures mentionnées sont les heures GMT. Les profils des stations TMCH07, TMCH08, TMCH03 et TMCH04 sont semblables avec des amplitudes différentes et montrent un pic de pollution matinal (ainsi qu'un pic vespéral pour TMCH04).

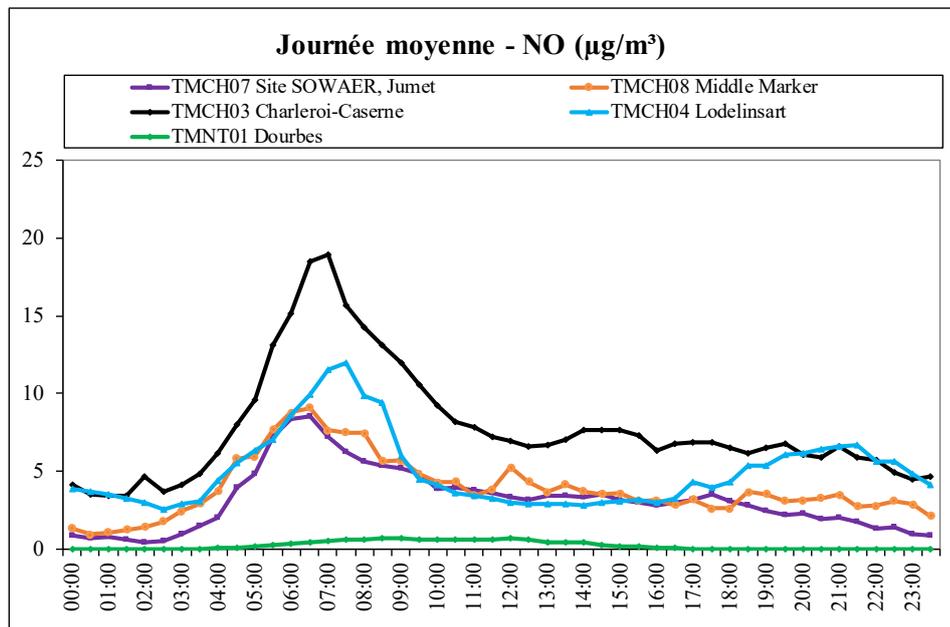


Figure 6.3.2 : Monoxyde d'azote (NO) – Journée moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 6.3.3 montre les semaines moyennes pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison. On observe une diminution des concentrations en monoxyde d'azote le week-end.

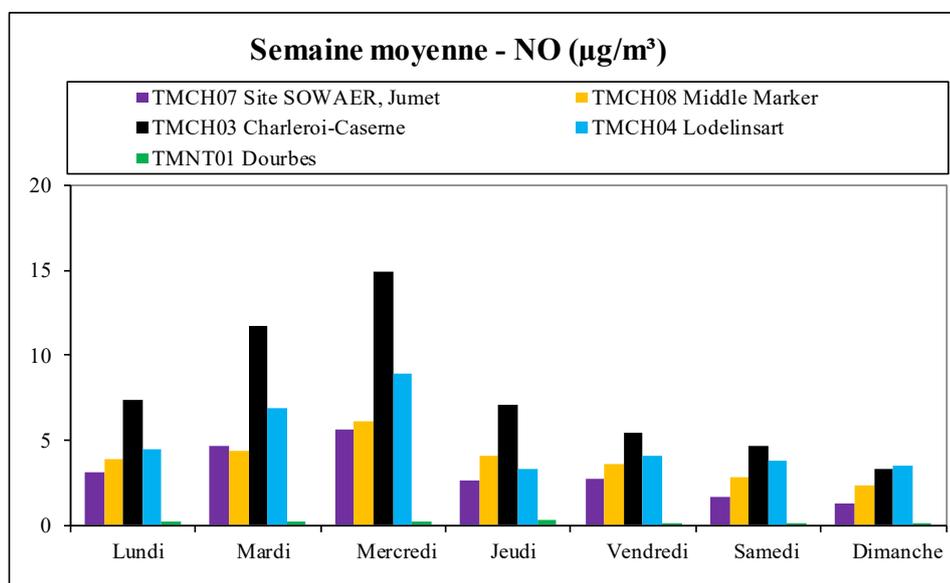


Figure 6.3.3 : Monoxyde d'azote (NO) – Semaine moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Le Tableau 6.3.3 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant le premier semestre 2023 pour les stations TMCH07 et TMCH08 comparées aux résultats des autres stations permanentes de Wallonie.

Site de mesure	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
TMCH06 (Charleroi Parc)	9
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	8
TMLG01 (Liège Vertbois)	5
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse)	5
TMCH04 (Lodelinsart)	5
TMLG05 (Herstal)	5
TMLG06 (Liège, ISSeP)	5
TMMO01 (Mons)	4
TMNM01 (Namur)	4
TMCH08 (Middle Marker)	4
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	4
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	3
TMOU01 (Hermalle)	3
TMEG01 (Engis)	2
TMNT05 (Sinsin)	2
TMNT08 (Eupen)	1
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	1
TMNT04 (Offagne)	1
TMNT03 (Ville-en-Waret)	1
TMTO01 (Havinnes)	1
TMNT06 (Sainte-Ode)	1
TMNT09 (Vielsalm)	0
TMNT01 (Dourbes)	0

Tableau 6.3.3 : Monoxyde d’azote – Valeurs moyennes – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 6.3.4 montre les roses de pollution pour le monoxyde d’azote.



Figure 6.3.4 : Monoxyde d’azote (NO) – Roses de pollution – (01/01/2023 au 30/06/2023)

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

Aucun apport particulier en provenance de l'aéroport n'est mis en évidence.

6.4. Valeurs limites et guides (NO₂)

6.4.1. Directive européenne

Les valeurs limites (Tableau 6.4.1.1) 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).

	Période considérée	Valeur limite
Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine	1 h	200 µg/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 µg/m ³ NO ₂
Valeur limite annuelle pour la protection de la végétation	Année civile	30 µg/m ³ NO + NO ₂

Tableau 6.4.1.1 : Oxydes d'azote – Valeurs limites (Directive 2008/50/CE)

6.4.2. Valeurs guides OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini de nouvelles valeurs guides pour le dioxyde d'azote (NO₂). Ces valeurs ne sont pas légalement contraignantes mais sont des recommandations.

Composé	Période considérée	Valeur guide
NO ₂	1 an	10 µg/m ³
	24 h	25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 fois par an
	1h	200 µg/m ³

Tableau 6.4.2.1 : Dioxyde d'azote – Valeurs guides OMS

6.4.3. Indices (BelAQI)

Des nouveaux indices de pollution ont également été définis pour le dioxyde d'azote par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE) en 2022. Le calcul des indices est basé sur la moyenne journalière et un indice égal ou supérieur à 6 implique un dépassement de la valeur guide journalière (25 µg/m³). Il est à noter que ces nouveaux indices sont bien plus sévères que les indices précédemment utilisés, basés sur le maximum horaire de la journée.

NO ₂	µg/m ³									
	0 à 5	6 à 10	11 à 15	16 à 20	21 à 25	26 à 30	31 à 35	36 à 40	41 à 50	>50
Max. hor. jour.										
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 6.4.3.1 : Dioxyde d'azote – Indices (BelAQI)

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

6.5. Résultats (NO₂)

Les Tableaux 6.5.1 et 6.5.2 reprennent les principaux paramètres statistiques pour le dioxyde d'azote.

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)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	7101	14	11	35	48	96
TMCH08 (Middle Marker)	8408	14	11	38	49	83
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	8436	21	17	46	55	114
TMCH04 (Lodelinsart)	8488	16	13	40	49	93
TMNT01 (Dourbes)	8483	5	4	12	17	38

Tableau 6.5.1 : NO₂ – Valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Centile95 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)	Nombre de jours > 25 µg/m ³
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	151	14	12	27	42	12
TMCH08 (Middle Marker)	179	14	13	30	40	13
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	179	21	19	40	46	50
TMCH04 (Lodelinsart)	181	16	15	30	41	24
TMNT01 (Dourbes)	181	5	4	11	23	0

Tableau 6.5.2 : NO₂ – Valeurs journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Si le respect formel des valeurs limites de la Directive en vigueur ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire indique néanmoins que les valeurs limites pour la protection de la santé humaine seraient respectées pour l'ensemble des stations. Il en est de même pour la valeur guide horaire de l'OMS. Les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS seraient par contre dépassées pour l'ensemble des stations susmentionnées, à l'exception de la station de fond de Dourbes.

Les concentrations moyennes sont plus faibles que celles du premier semestre 2022 et sont aussi plus basses dans les stations autour de l'aéroport par rapport à Charleroi et Lodelinsart.

La Figure 6.5.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour le dioxyde d'azote. On constate un certain parallélisme entre les stations installées dans le cadre de cette étude (TMCH07 et TMCH08) et les stations de comparaison de la région de Charleroi (TMCH03 et TMCH04).

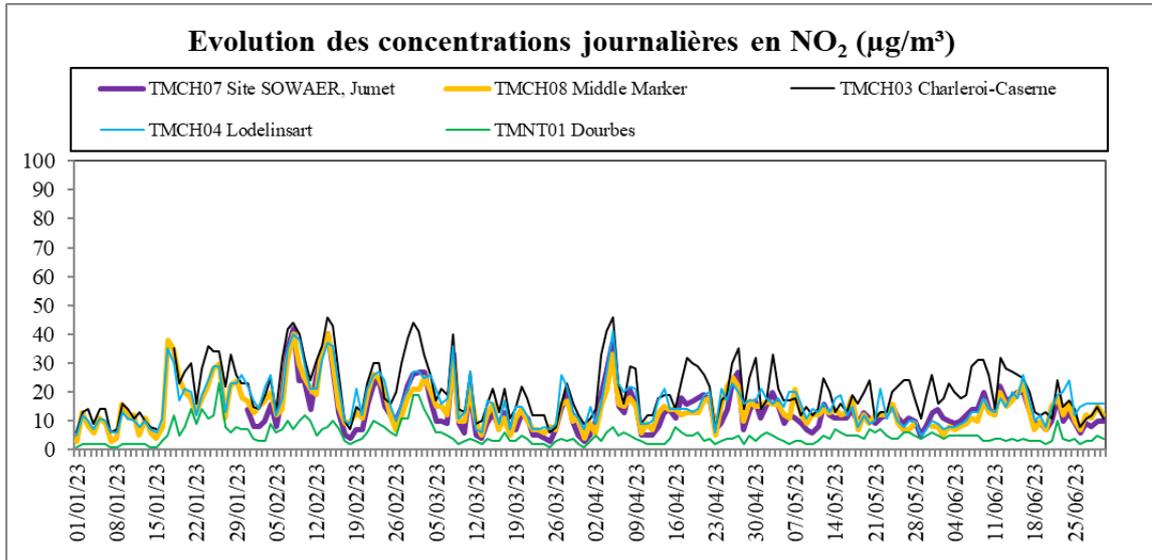


Figure 6.5.1 : Dioxyde d’azote (NO₂) – Evolution des concentrations journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 6.5.2 montre les journées moyennes pour les stations TMCH07 et TMCH08 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.

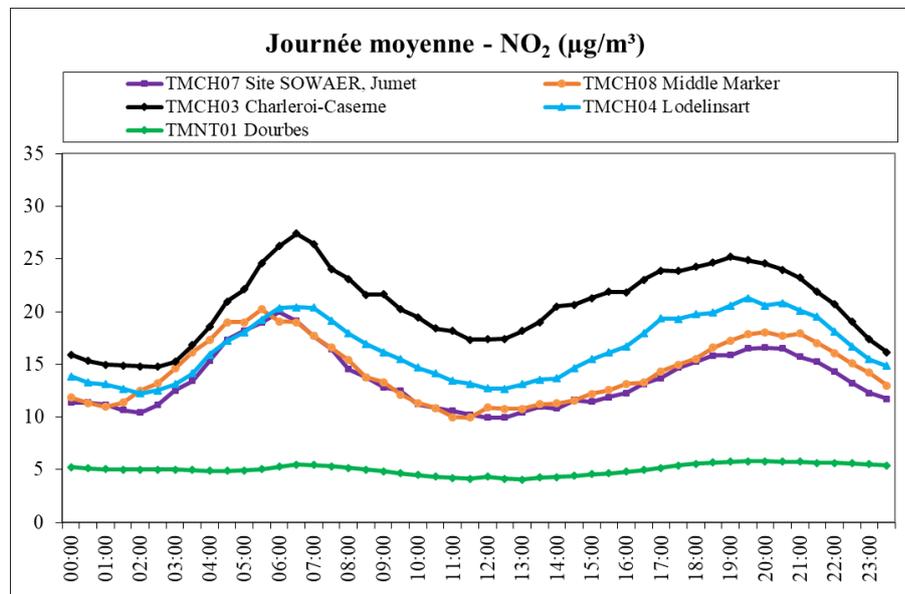


Figure 6.5.2 : Dioxyde d’azote (NO₂) – Journée moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 6.5.3 montre les semaines moyennes pour les stations TMCH07 et TMCH08 ainsi que pour les stations de comparaison. On observe une diminution des concentrations en dioxyde d’azote le week-end.

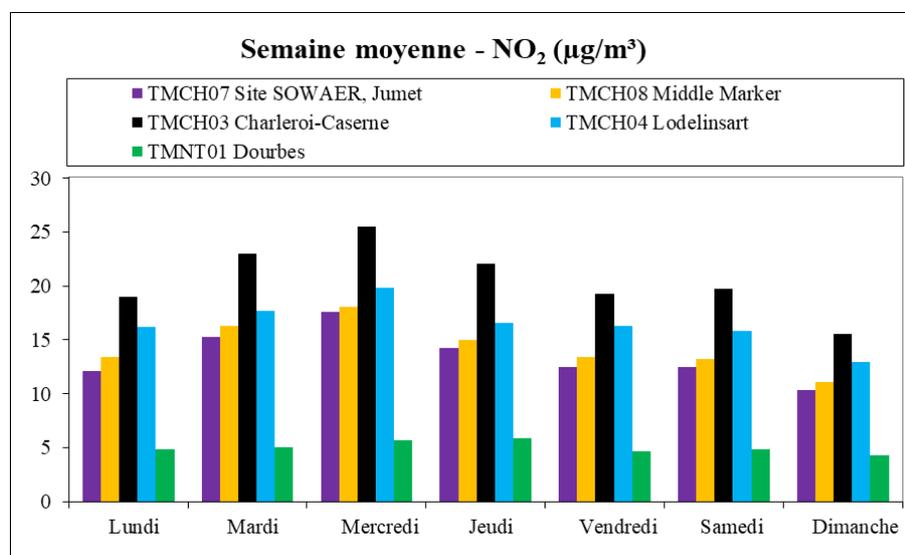


Figure 6.5.3 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Semaine moyenne – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Le Tableau 6.5.3 reprend les concentrations moyennes enregistrées pendant le premier semestre pour les stations TMCH07 et TMCH08 comparées aux résultats des autres stations permanentes de Wallonie.

Site de mesure	Moyenne (µg/m ³)
TMCH06 (Charleroi Parc)	22
TMCH03 (Charleroi-Caserne)	21
TMLG01 (Liège Vertbois)	20
TMLG05 (Herstal)	18
TMCH04 (Lodelinsart)	16
TMSG01 (Jemeppe-sur-Meuse)	16
TMMO01 (Mons)	16
TMLG06 (Liège, ISSeP)	15
TMNM01 (Namur)	15
TMCH08 (Middle Marker)	14
TMCH01 (Marchienne-au-Pont)	14
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	14
TMOU01 (Hermalle)	13
TMEG01 (Engis)	13
TMTO01 (Havannes)	9
TMNT03 (Ville-en-Waret)	7
TMNT08 (Eupen)	7
TMNT05 (Sinsin)	7
TMNT01 (Dourbes)	5
TMNT06 (Sainte-Ode)	5
TMNT07 (Habay-la-Vieille)	5
TMNT04 (Offagne)	5
TMNT09 (Vielsalm)	4

Tableau 6.5.3 : Dioxyde d'azote – Valeurs moyennes – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La répartition des indices de qualité de l'air (BelAQI), est reprise dans le Tableau 6.5.4.

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									
TMCH07	151	15	47	43	24	10	6	3	2	1	0
TMCH08	179	10	44	62	32	18	5	5	3	0	0
TMCH03	179	0	17	49	37	26	21	16	5	8	0
TMCH04	181	2	45	44	41	25	15	3	5	1	0
TMNT01	181	126	43	9	2	1	0	0	0	0	0

Tableau 6.5.4 : Dioxyde d'azote – Indices de qualité de l'air (BelAQI) – (01/01/2023 au 30/06/2023)

La Figure 6.5.4 montre les roses de pollution pour le dioxyde d'azote. Celles-ci ne montrent pas d'apport particulier en provenance de l'aéroport.

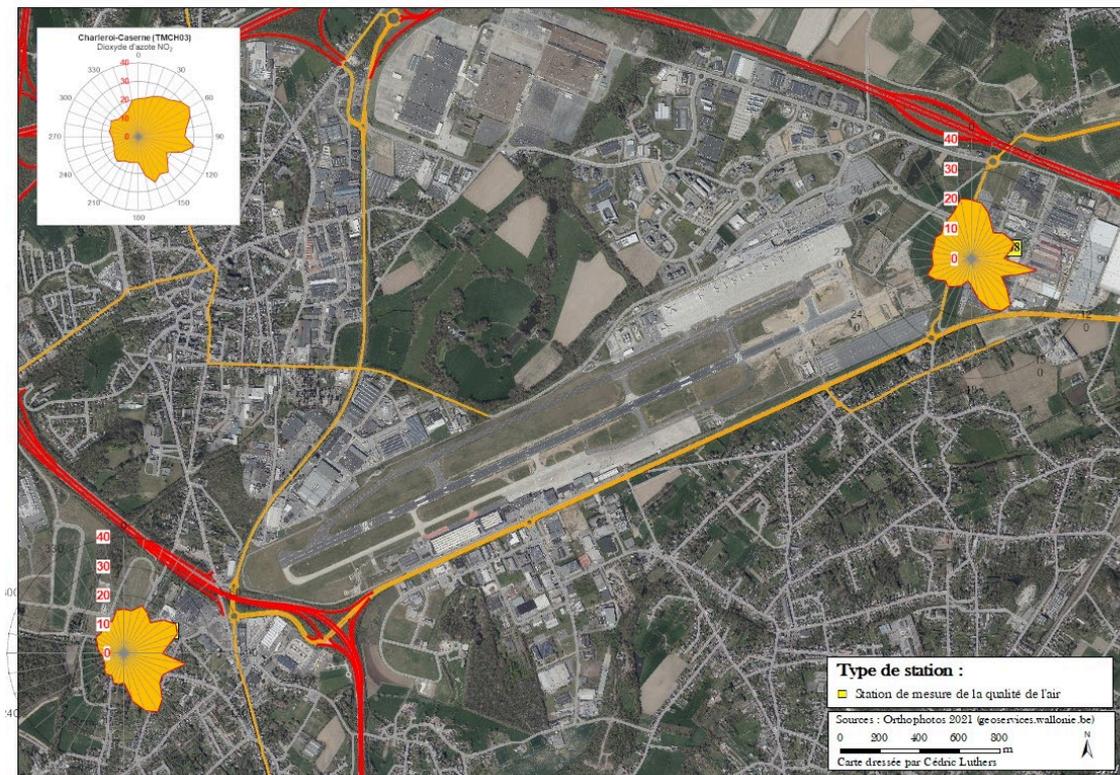


Figure 6.5.4 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Roses de pollution – (01/01/2023 au 30/06/2023)

7. BTEX

7.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Il existe une très grande variété de composés organiques présents dans l'air. Ils sont regroupés en plusieurs classes selon leurs structures et les atomes qui les constituent. On distingue ainsi les alcanes, les alcènes, les dérivés aromatiques, les dérivés halogénés, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les dioxines, les furanes, ... Ils peuvent provenir de sources naturelles (les forêts notamment) mais aussi d'activités humaines et en particulier du trafic routier et des processus de combustion.

Les composés organiques volatils (en abrégé COV) regroupent un grand nombre de composés dont la tension de vapeur est suffisante pour qu'ils se retrouvent dans l'air à l'état de gaz. Ils se composent essentiellement d'atomes de carbone et d'hydrogène mais peuvent aussi contenir des hétéroatomes comme l'oxygène, l'azote, le soufre ou un halogène (le plus souvent du chlore).

Certains comme le benzène, le butadiène ou le chlorure de vinyle sont toxiques parfois même cancérigènes et ont donc un impact direct sur la santé humaine. D'autres ont un impact indirect sur l'environnement via la pollution photochimique. Ils jouent en effet un rôle en tant que précurseurs dans la formation de l'ozone et d'autres polluants photochimiques. Ils peuvent également participer à la problématique de la pollution particulaire en formant des aérosols secondaires.

Actuellement, deux grandes familles de composés organiques volatils présents dans l'air font l'objet d'une réglementation européenne à cause de leur impact sur l'environnement et/ou la santé humaine

La première famille regroupe les composés mono-aromatiques, soit le benzène (C₆H₆) et ses dérivés, appelés aussi BTEX (pour Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes). Ces substances sont généralement toxiques : le benzène, reconnu comme cancérigène, fait l'objet d'une valeur limite européenne. La seconde famille de composés organiques reprend une série d'hydrocarbures aliphatiques et volatils dont le nombre de carbones peut aller jusqu'à huit. La mesure de ces composés n'est plus guidée par une préoccupation de toxicité directe mais à cause du rôle qu'ils jouent en tant que précurseurs dans la formation de l'ozone. Le dosage de ces précurseurs est obligatoire et la législation européenne propose une liste des composés à surveiller.

Le benzène (C₆H₆) est un COV faisant partie de la famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques. Le benzène est présent de manière naturelle dans l'environnement à de très faibles niveaux. Il est présent naturellement dans le pétrole et dans les produits extraits du gaz naturel. Il est émis lors de la combustion des dérivés pétroliers ou lors des opérations de stockage ou de manutention de ces substances. Il se forme également lors de la combustion incomplète de carburant, de bois ou lors de la distillation de charbon pour la fabrication du coke. Logiquement, les concentrations en benzène sont généralement les plus élevées dans les centres urbains ou les zones sous l'influence d'un fort trafic. Il existe également des zones à fortes concentrations aux alentours de sources industrielles comme les raffineries ou les cokeries.

Le benzène présente un intérêt particulier vu sa toxicité élevée et ses effets cancérigènes. Les effets sont : irritations des yeux, irritations des organes respiratoires, troubles cardiaques, affections du foie et des reins, problèmes sanguins, maux de tête, troubles du système nerveux.

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

Généralement, ces effets ont lieu à des concentrations bien supérieures à celles rencontrées dans l'environnement. A des concentrations plus faibles, mais sur de longues périodes, le benzène est cancérigène. La principale source d'ingestion du benzène dans le corps se fait par la respiration. 50 % du benzène inhalé est absorbé par le corps. A cause de sa grande solubilité dans les graisses et sa faible solubilité dans l'eau, le benzène se distribue dans les tissus riches en graisse, comme les tissus adipeux ou la moelle osseuse ce qui peut provoquer des leucémies. Dans l'organisme, le benzène est métabolisé en d'autres substances (catéchol, phénols, hydroquinones, ...), métabolites qui sont toxiques pour l'organisme. Une fois absorbé, le benzène peut être éliminé tel quel par la respiration ou sous forme de métabolites dans l'urine.

Le toluène (C₇H₈) est également un hydrocarbure aromatique monocyclique. Les principales sources industrielles de toluène sont les raffineries de pétrole, les cokeries et la production d'autres produits chimiques comme le styrène. Le toluène est également utilisé, mélangé au benzène et aux xylènes, pour augmenter le taux d'octane des produits pétroliers et le trafic routier constitue une source importante de libération de toluène dans l'air. Le toluène peut également être émis par l'utilisation du charbon et, enfin, certains végétaux peuvent rejeter du toluène. Il est employé comme solvant pour les peintures, encres ou colles, ou entre dans la fabrication de produits cosmétiques.

Dans la troposphère, le toluène est éliminé par réaction avec les radicaux hydroxyles et son temps de vie dépend largement de leur concentration dans l'air, et donc de l'activité photochimique. Ainsi, en hiver, le temps de vie peut s'élever jusqu'à quelques mois, contre quelques jours seulement en été. Le toluène contribue donc à la formation de SMOG photochimique, d'ozone et de formaldéhyde.

Les niveaux de toluène peuvent être plus élevés à l'intérieur des bâtiments qu'en plein air, à cause de l'utilisation de peintures ou l'usage du tabac. L'air constitue la principale voie d'exposition : entre 40 et 60 % du toluène inhalé est absorbé par le corps humain. Dans le corps, on retrouve le toluène dans les tissus adipeux, les reins, le foie et le cerveau. 20 % du toluène ingéré est éliminé par les voies respiratoires, le reste étant rapidement métabolisé par le foie et éliminé via les urines. Contrairement au benzène, on n'a pas pu mettre en évidence d'effet cancérigène pour le toluène. Il se révèle néanmoins toxique, à haute concentration, pour le système nerveux central, l'intoxication se traduisant par de la fatigue, de la confusion, une perte de la coordination, une détérioration du temps de réaction et de la vitesse de perception.

Aux très fortes concentrations, le toluène peut être irritant pour les yeux. Il est en général difficile d'étudier les effets d'une exposition à long terme au toluène, car l'exposition s'accompagne souvent d'une exposition à d'autres substances, comme le benzène.

7.2. Normes et valeurs guides

Au niveau européen, la Directive européenne 2008/50/CE, transcrite en Arrêté du Gouvernement wallon le 15/07/2010, définit la norme pour le benzène.

Période de calcul de la moyenne	Valeur limite pour la protection de la santé humaine
Année civile	5 µg/m ³

Tableau 7.2.1 : Benzène – Valeur limite (Directive 2008/50/CE)

Pour l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le benzène étant cancérigène, il n'y a pas de concentration en dessous de laquelle il n'y a aucun risque.

L'OMS a défini des valeurs guides pour le toluène et l'éthylbenzène. Celles-ci sont données dans le Tableau 7.2.2.

Composé	Valeurs guides
Toluène	260 µg/m ³ (1 semaine) 1000 µg/m ³ (30 min), seuil olfactif
Ethylbenzène	22.000 µg/m ³ (moyenne annuelle)

Tableau 7.2.2 : Toluène et Ethylbenzène – Valeurs guides OMS

L'Agence wallonne de l'Air et du Climat (AwAC) et l'Université de Liège (ULiège) ont quant à eux défini, à partir d'études toxicologiques, des critères de qualité⁸ et des critères d'intervention⁹ pour le benzène, le toluène et l'éthylbenzène. Ceux-ci sont repris dans le tableau 7.2.3.

	Critère de qualité (CQ)	Critère d'intervention (CI)
Benzène	0,5 µg/m ³ (1 an)	3 µg/m ³ (8h)
Toluène	260 µg/m ³ (24h)	3.000 µg/m ³ (24h)
Ethylbenzène	0,4 µg/m ³ (1 an)	4 µg/m ³ (1 an)

Tableau 7.2.3 : BTEX – Critères de qualité et d'intervention (AwAC-ULiège)

7.3. Résultats

Les Tableaux 7.3.1 et 7.3.2 reprennent les principaux paramètres statistiques pour les BTEX. Les données moyennées en valeurs journalières sont comparées aux valeurs obtenues dans les stations du réseau¹⁰ de la région de Charleroi (VOCH01 et VOCH02) et celle de Dourbes (VONT01).

⁸ Concentration tolérable sur une vie et qui, en vertu des connaissances scientifiques disponibles, offre un ample niveau de protection de la santé humaine

⁹ Concentration au-delà de laquelle une réduction des émissions doit être entreprise de manière prioritaire

¹⁰ Dans le réseau de mesure, les BTEX sont dosés par une autre méthode (prélèvement journalier sur tube à phases d'adsorption spécifiques et analyses en laboratoire par GC/MS) qui ne permet pas de descendre à une résolution temporelle d'une demi-heure.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Benzène					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	6911	0,3	0,2	1,0	6,7
TMCH08 (Middle Marker)	8122	0,3	0,2	0,9	3,3
Toluène					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	6911	0,5	0,2	1,5	50,8
TMCH08 (Middle Marker)	8122	0,4	0,2	1,2	174,9
Ethylbenzène					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	6911	0,2	0,1	0,2	28,0
TMCH08 (Middle Marker)	8122	0,2	0,1	0,4	5,5
m+p-xylènes					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	6911	0,4	0,1	0,6	85,8
TMCH08 (Middle Marker)	8122	0,1	0,1	0,3	2,0

Tableau 7.3.1 : BTEX – Valeurs semi-horaires – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Benzène					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	143	0,3	0,3	1,0	1,7
TMCH08 (Middle Marker)	168	0,3	0,2	0,8	1,4
VOCH01 (Charleroi-Caserne)	82	0,6	0,5	1,3	2,4
VOCH02 (Lodelinsart)	82	0,6	0,5	1,3	2,2
VONT01 (Dourbes)	85	0,4	0,3	0,8	1,1
Toluène					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	143	0,5	0,3	1,3	7,2
TMCH08 (Middle Marker)	168	0,4	0,2	1,1	14,9
VOCH01 (Charleroi-Caserne)	82	0,8	0,7	1,7	4,2
VOCH02 (Lodelinsart)	82	1,2	0,9	2,7	6,2
VONT01 (Dourbes)	85	0,2	0,2	0,5	0,7
Ethylbenzène					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	143	0,2	0,1	0,2	5,3
TMCH08 (Middle Marker)	168	0,2	0,1	0,4	0,5
VOCH01 (Charleroi-Caserne)	82	0,1	0,1	0,3	0,6
VOCH02 (Lodelinsart)	82	0,1	0,1	0,3	0,6
VONT01 (Dourbes)	85	0,0	0,0	0,1	0,1
m+p-xylènes					
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	143	0,5	0,1	0,5	18,4
TMCH08 (Middle Marker)	168	0,1	0,1	0,3	0,6
VOCH01 (Charleroi-Caserne)	82	0,3	0,2	0,8	1,8
VOCH02 (Lodelinsart)	82	0,5	0,4	1,2	1,8
VONT01 (Dourbes)	85	0,0	0,0	0,2	0,3

Tableau 7.3.2 : BTEX – Valeurs journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

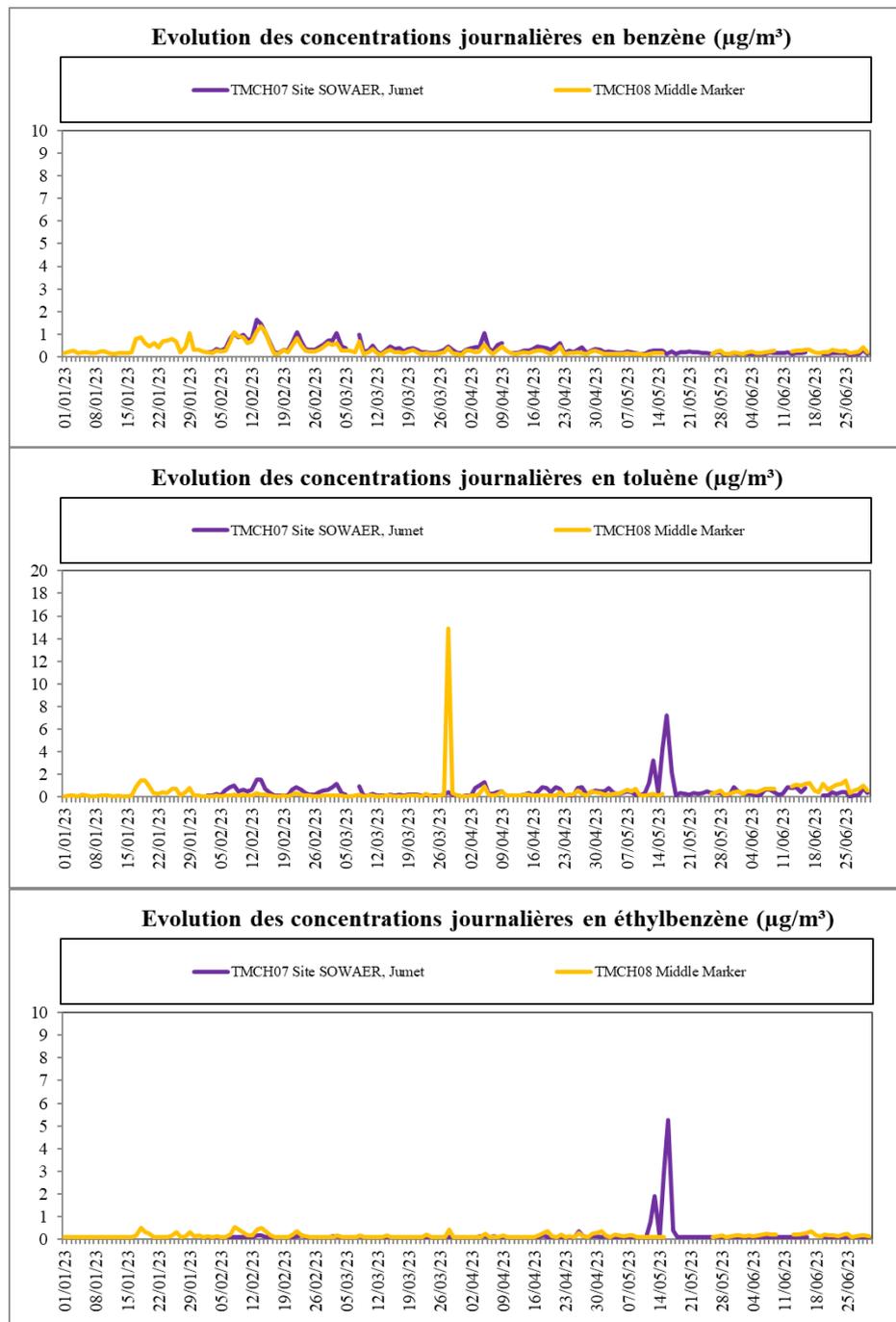
Si le respect formel de la valeur limite de la Directive ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire permet néanmoins de noter que la valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) serait respectée aux deux stations de mesure.

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

En ce qui concerne les valeurs guides de l'OMS pour le toluène et l'éthylbenzène, celles-ci seraient toutes largement respectées aux deux stations de mesure.

Pour ce qui est des valeurs de référence définies par l'AWAC et l'Université de Liège, tous les critères de qualité et d'intervention susmentionnés seraient respectés pour les deux stations de mesure.

La Figure 7.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour les BTEX. On constate un certain parallélisme entre les deux stations installées dans le cadre de cette étude (TMCH07 et TMCH08).



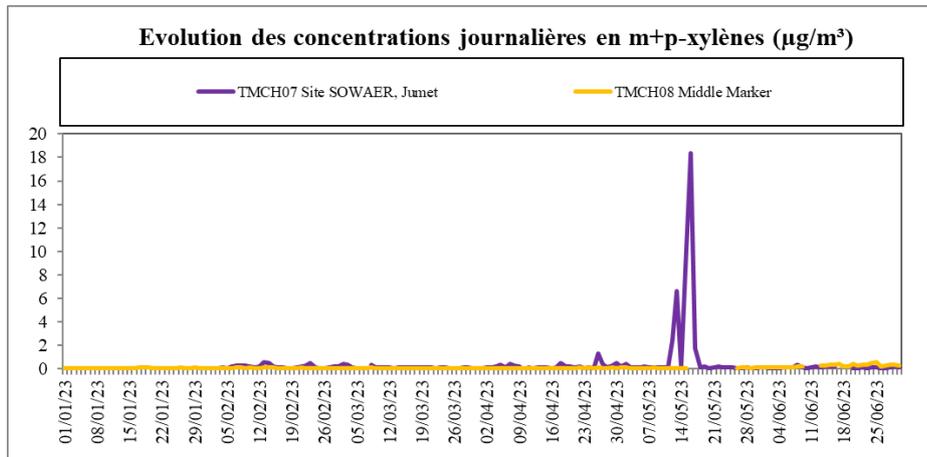


Figure 7.3.1 : BTEX – Evolution des concentrations journalières – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Des pics de pollution en éthylbenzène, m+p-xylènes et toluène ont été observés à la station TMCH07 (site SOWAER, Jumet) entre le vendredi 12 mai et le mercredi 17 mai. Ces épisodes de pollution ont été enregistrés principalement en matinée, pour des vents en provenance du nord/nord-ouest. Une pollution en toluène a également été enregistrée à la station TMCH08 (Middle Marker) le mardi 28/03 entre 08h30 et 11h00 (GMT), pour des vents en provenance du sud.

Les Figures 7.3.2 et 7.3.3 montrent les roses de pollution pour le benzène et le toluène.

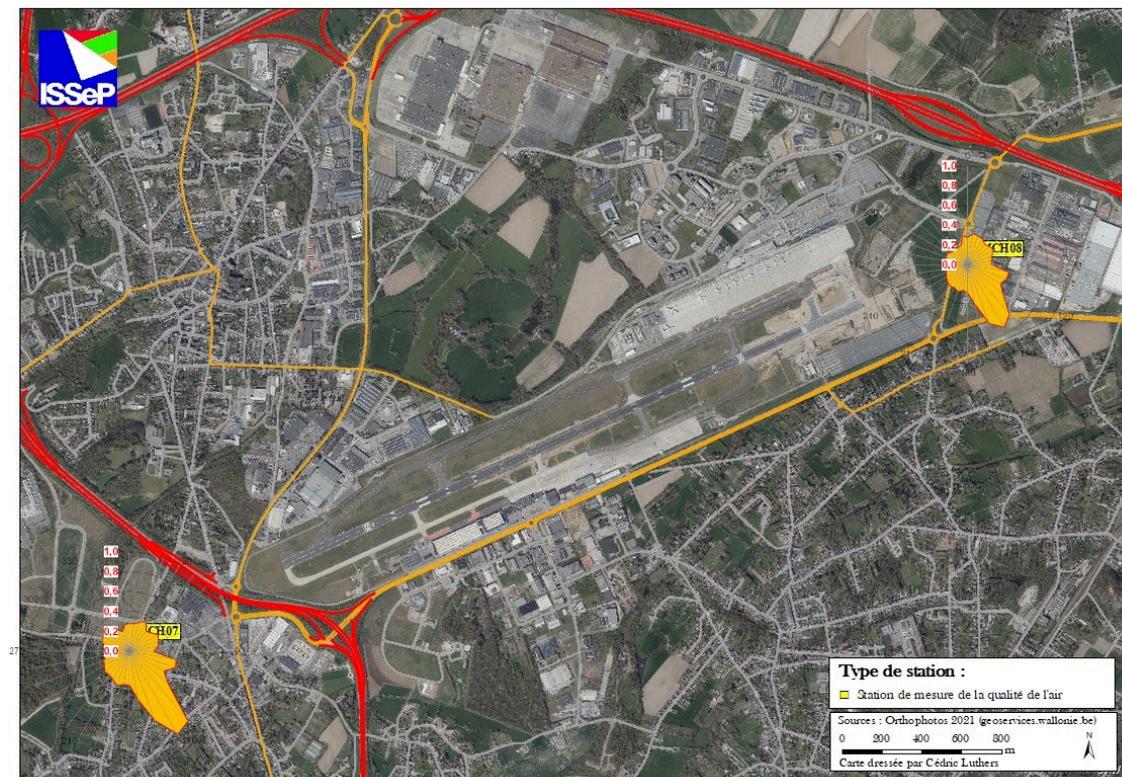


Figure 7.3.2 : Benzène (C₆H₆) – Roses de pollution – (01/01/2023 au 30/06/2023)

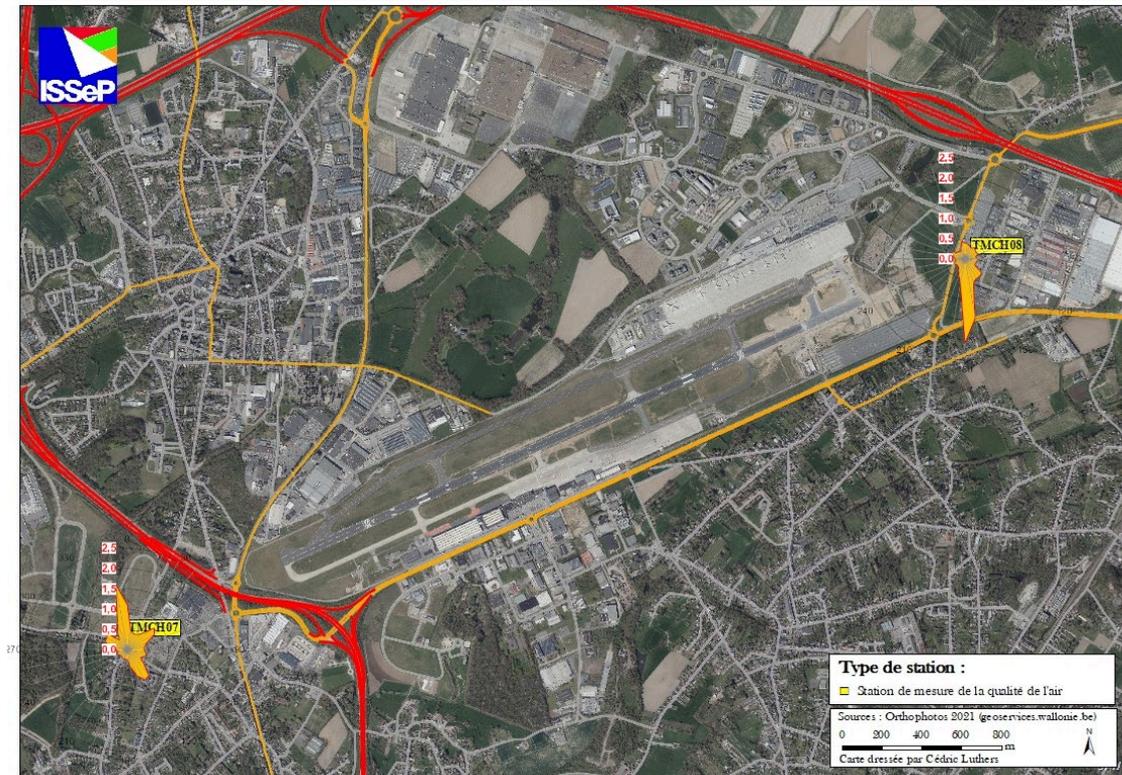


Figure 7.3.3 : Toluène ($C_6H_5-CH_3$) – Roses de pollution – (01/01/2023 au 30/06/2023)

Pour le benzène, les deux roses montrent un apport du Sud-Est. Pour le toluène, les roses sont différentes et les directions privilégiées (Nord pour TMCH7 et Sud pour TMCH08) sont dues aux épisodes de pollution mentionnés précédemment.

8. Naphtalène ($C_{10}H_8$)

8.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) regroupent des substances chimiques constituées de plusieurs cycles aromatiques (anneaux de benzène) juxtaposés. Le nombre théorique de HAP susceptibles d'être rencontrés est supérieur à mille. Selon le nombre de cycles, ils sont classés en HAP légers (jusqu'à trois cycles) ou lourds (quatre cycles et plus) qui ont des caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques différentes. Le naphtalène ($C_{10}H_8$) est un hydrocarbure aromatique polycyclique avec deux cycles benzéniques. Il est volatil à température ambiante.

Les principales sources de naphtalène dans l'air sont les combustions incomplètes du secteur résidentiel et tertiaire – chauffage au bois notamment – du trafic routier et de certaines industries telles que la pétrochimie.

En Wallonie, les secteurs industriels et de l'énergie qui étaient autrefois les plus importants ont nettement diminué. En 2017, les trois secteurs suivants représentaient plus de 90% des émissions de HAP en Wallonie : résidentiel (79,4%), industrie (8,7%) et transport (5,8%).

Les HAP sont présents dans l'environnement à l'état de traces, c'est à dire à des concentrations allant du dixième à quelques dizaines de ng/m^3 . En raison de leur très faible solubilité, ils ont tendance à s'associer aux fines particules en suspension (de 0,3 à 3 μm) qui peuvent avoir un temps de séjour très long dans l'atmosphère. Dans l'air, l'essentiel des HAP lourds est adsorbé sur les particules. Mais certains composés légers se répartissent entre une phase gazeuse et une phase particulaire, ou ne sont présents qu'à l'état gazeux. Globalement, les composés à l'état gazeux, dont le naphthalène, représentent l'essentiel de la masse de HAP, les formes à l'état de particules étant beaucoup moins abondantes.

Les HAP sont très instables dans l'air, ils peuvent réagir avec d'autres polluants comme l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. Ils sont également photosensibles et sont détruits par les rayonnements ultraviolets. Les HAP dispersés d'abord dans l'atmosphère peuvent se retrouver ensuite dans l'eau et dans le sol.

Si l'on considère les diverses sources d'exposition humaine, l'alimentation représente la principale source d'exposition, suivie par les sources de pollution intérieure (en particulier les tabagismes actifs et passifs et le chauffage) puis par la pollution extérieure. La fumée de cigarette contient des HAP, de même que la fumée de cuisson et de friture. La cuisson au charbon de bois génère aussi la formation de HAP.

La toxicité est très variable : certains sont faiblement toxiques, alors que d'autres, comme le très connu benzo(a)pyrène, sont des cancérigènes reconnus depuis plusieurs années. Les effets toxicologiques de tous les HAP sont imparfaitement connus. Toutefois, plus d'une dizaine de molécules de HAP sont reconnues comme cancérigènes chez les animaux. C'est pourquoi certaines de ces substances sont considérées comme potentiellement cancérigènes chez l'humain. De plus, il faudrait tenir compte des effets cumulatifs des HAP et autres toxiques effectivement présents simultanément dans l'air.

8.2. Normes et valeurs guides

La Directive européenne 2004/107/CE du 15 décembre 2004 régit la surveillance des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant et définit 1 ng/m^3 comme valeur cible à respecter en moyenne annuelle pour le benzo(a)pyrène, dosé sur la fraction PM10.

Il n'y a pas de valeur limite légale pour le naphthalène dans l'air ambiant mais l'Agence wallonne de l'Air et du Climat (AwAC) et l'ULiège ont défini, à partir d'études toxicologiques, un critère d'intervention de 30 ng/m^3 .

8.3. Résultats

Les résultats sont résumés dans le Tableau 8.3.1 et sont comparés à ceux obtenus durant la même période dans deux stations de la région de Charleroi (HPCH01 et HPCH02) et dans la station de fond située à Dourbes (HPNT09).

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (ng/m ³)	Médiane (ng/m ³)	Maximum (ng/m ³)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	11	0,42	0,19	1,38
TMCH08 (Middle Marker)	12	0,55	0,22	2,92
HPCH01 (Marcinelle)	14	0,61	0,26	1,76
HPCH02 (Lodelinsart)	14	0,93	0,27	5,66
HPNT09 (Dourbes)	12	0,67	0,11	4,51

Tableau 8.3.1 : Naphtalène – Valeurs bimensuelles – (20/12/2022 au 04/07/2023)

Le critère d'intervention défini par l'AwAC et l'ULiège est largement respecté.

Les méthodes de prélèvement et d'analyse utilisées permettent de doser également 16 autres HAP. Les moyennes sont reprises dans le Tableau 8.3.2 et sont comparées à celles obtenues dans les stations de la région de Charleroi (HPCH01 et HPCH02) et celle de Dourbes (HPNT09).

Moyennes	Site SOWAER, Jumet (TMCH07)	Middle Marker (TMCH08)	Marcinelle (HPCH01)	Lodelinsart (HPCH02)	Dourbes (HPNT09)
Naphtalène	0,42	0,55	0,61	0,93	0,67
Acénaphthylène	0,16	0,10	0,08	0,08	0,04
Acénaphène	0,24	0,22	0,17	0,23	0,20
Fluorène	1,70	1,65	1,51	1,74	1,18
Phénanthrène	5,55	5,27	5,37	6,29	2,88
Anthracène	0,19	0,16	0,19	0,22	0,06
Fluoranthène	1,08	0,97	0,68	1,20	0,33
Pyrène	0,53	0,51	0,37	0,67	0,16
Benzo(a)anthracène	0,12	0,08	0,13	0,15	0,05
Chrysène	0,14	0,10	0,14	0,16	0,07
Benzo(b)fluoranthène	0,25	0,19	0,25	0,27	0,16
Benzo(k)fluoranthène	0,10	0,08	0,10	0,10	0,06
Benzo(j)fluoranthène	0,08	0,06	0,09	0,10	0,06
Benzo(a)pyrène	0,12	0,08	0,13	0,14	0,06
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0,15	0,11	0,16	0,17	0,10
Dibenzo(a,h)anthracène	0,04	0,03	0,06	0,06	0,02
Benzo(g,h,i)pérylène	0,14	0,08	0,15	0,18	0,08

Tableau 8.3.2 : HAP (ng/m³) – Valeurs bimensuelles – (20/12/2022 au 04/07/2023)

Si le respect de la valeur cible reprise dans la Directive européenne ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire sur une année des données obtenues montre que la valeur cible de 1 ng/m³ serait largement respectée pour tous les points de mesure considérés.

La Figure 8.3.1 présente les évolutions des valeurs bimensuelles pour le naphtalène. On perçoit des concentrations plus élevées en hiver qu'en été dues à l'impact du chauffage.

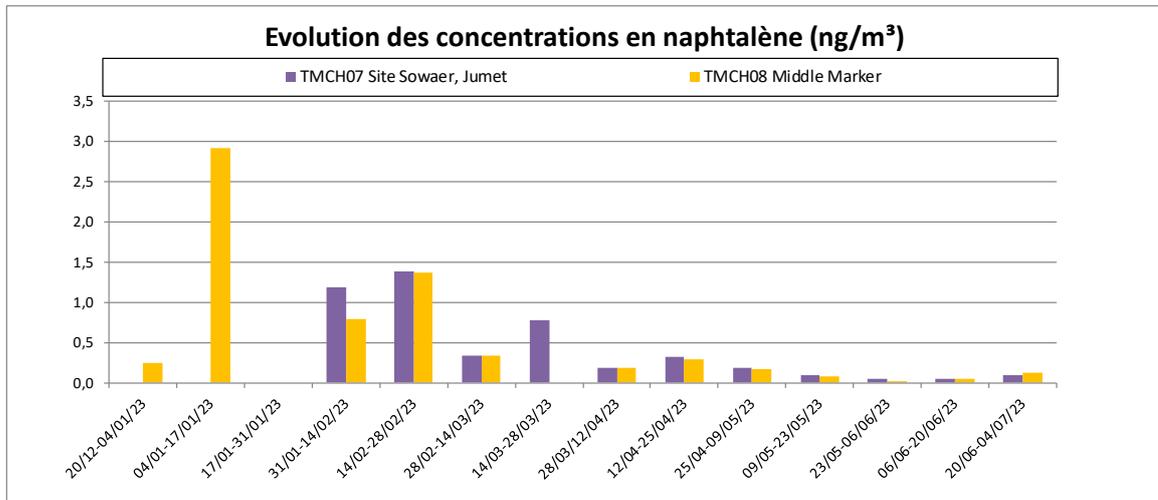


Figure 8.3.1 : Naphtalène (C₁₀H₈) – Evolution des concentrations – (20/12/2022 au 04/07/2023)

Les prélèvements étant réalisés sur 14 jours, il n'est pas pertinent de tracer des roses de pollution.

9. Formaldéhyde (CH₂O)

9.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Le formaldéhyde est un composé organique de la famille des aldéhydes dont il est le membre le plus simple. À une température ambiante, le formaldéhyde est un gaz incolore dont l'odeur est piquante et irritante. Il est souvent commercialisé sous forme liquide appelée couramment formol. Il est aussi connu sous le nom de méthanal ou aldéhyde formique.

Les sources anthropogéniques de formaldéhyde comprennent les émissions industrielles directes (fabrication de résines, utilisation de désinfectants et fixatifs, ou d'agents de conservation) et la combustion du carburant par le trafic. Enfin, il convient de noter que la formation secondaire de formaldéhyde se produit dans l'air par l'oxydation de composés organiques volatils (COV) et les réactions entre l'ozone.

Extrêmement courant, le formaldéhyde est utilisé comme désinfectant ou biocide (germicide, insecticide, fongicide), comme fixateur et comme liant dans des résines. On le retrouve dans les produits de bricolage, d'entretien, dans les revêtements de murs, de sols ou de meubles, dans les plastiques, dans la fumée de tabac... Il entre dans la composition de 5 % des produits chimiques.

Les expositions au formaldéhyde sont à la fois professionnelles et environnementales.

Il existe des preuves suffisantes de la cancérogénicité du formaldéhyde fournies par des études chez l'Homme. Ses effets toxiques s'exercent par voie aérienne et localement par exposition directe : exposition des voies respiratoires, des voies oculaires, des oreilles, des organes intestinaux et de la peau. L'exposition de la peau peut, par exemple, provoquer une réaction allergique chez des personnes sensibilisées.

Le formaldéhyde est fréquemment présent dans l'air intérieur des habitations où le bâtiment lui-même, ses équipements, sa décoration (revêtements muraux, de sol, meubles...), des produits domestiques l'émettent à des niveaux faibles (relargage).

9.2. Normes et valeurs guides

Il n'y a pas de valeur limite légale pour le formaldéhyde dans l'air ambiant. L'AwAC et l'ULiège ont défini, à partir d'études toxicologiques, un critère d'intervention de 8,5 µg/m³.

9.3. Résultats

Les résultats sont résumés dans le tableau 9.3.1. Pour rappel, ce paramètre n'est pas surveillé dans les réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m ³)	Médiane (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	11	0,6	0,6	1,3
TMCH08 (Middle Marker)	13	0,7	0,8	1,4
TMCH03 (Charleroi-caserne)	14	0,9	0,8	1,6
TMNT01 (Dourbes)	14	0,5	0,5	1,3

Tableau 9.3.1 : Formaldéhyde – Valeurs bimensuelles – (20/12/2022 au 04/07/2023)

Les paramètres statistiques sont quasi identiques pour les 2 sites autour de l'aéroport.

Le critère d'intervention défini par l'AwAC et l'ULiège est largement respecté.

La Figure 9.3.1 présente les évolutions des valeurs bimensuelles pour le formaldéhyde. Les dates mentionnées sont celles pour les sites autour de l'aéroport et de Charleroi-caserne, celles pour Dourbes étant décalées une journée plus tôt.

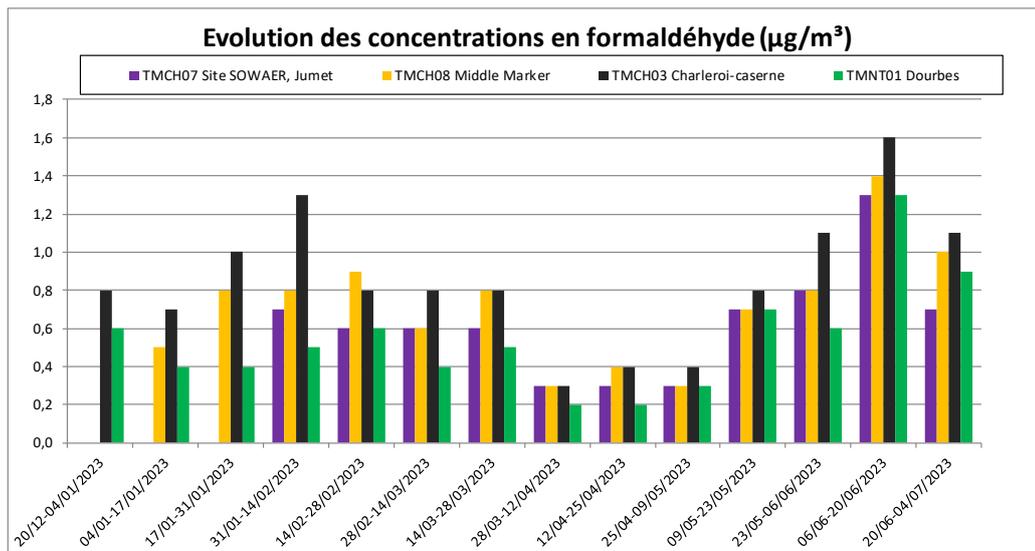


Figure 9.3.1 : Formaldéhyde (CH₂O) – Evolution des concentrations bimensuelles – (20/12/2022 au 04/07/2023)

10. Retombées d'hydrocarbures

10.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Afin de répondre à la demande du permis de doser les retombées éventuelles d'hydrocarbures liées à l'activité aérienne, l'ISSEP a mis au point une nouvelle méthodologie pour le prélèvement ce qui a engendré l'achat de nouveau matériel et la conception d'un système de prélèvement tout à fait spécifique. Les retombées sont récoltées dans une jauge en verre cylindrique munie d'un entonnoir également en verre. Cette méthode permet de ne prendre en compte que les retombées « actuelles » par rapport à d'autres approches comme des analyses de sols ou de végétaux, qui ne permettent pas de s'affranchir de toute contamination historique.

Ce type de prélèvement et d'analyse n'a jamais été effectué en Wallonie et aucune étude semblable n'a, à notre connaissance, été réalisée ailleurs ni autour d'un aéroport, ni dans un autre environnement.

Les hydrocarbures (fractions C₅-C₁₁ et C₁₀-C₄₀) sont dosés dans l'eau récoltée dans le collecteur par une méthode d'analyse qui est habituellement utilisée pour les eaux souterraines.

10.2. Normes et valeurs guides

Il n'y a pas de valeur limite légale ou autres valeurs de référence pour les retombées en hydrocarbures.

Vu le caractère expérimental de la méthodologie, aucune valeur de référence n'est disponible ce qui a nécessité l'ajout de points de mesure supplémentaires situés en dehors du site aéroportuaire afin d'obtenir des valeurs de comparaison.

10.3. Résultats

Les résultats sont résumés dans les tableaux 10.3.1 et 10.3.2.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/l)	Médiane (µg/l)	Maximum (µg/l)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	6	< 50	< 50	< 50
TMCH08 (Middle Marker)	7	< 50	< 50	< 50
Fleurus (Outer Marker)	7	< 50	< 50	< 50
Roux (rue du Chiffon rouge)	7	< 50	< 50	< 50
Charleroi-caserne (TMCH03)	7	< 50	< 50	< 50
Dourbes (TMNT01)	7	< 50	< 50	< 50

Tableau 10.3.1 : Retombées d'hydrocarbures (fraction C₅-C₁₁) – Valeurs mensuelles – (05/01 au 20/07/2023)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (mg/l)	Médiane (mg/l)	Maximum (mg/l)
TMCH07 (Site SOWAER, Jumet)	6	< 0,1	< 0,1	< 0,1
TMCH08 (Middle Marker)	7	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Fleurus (Outer Marker)	7	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Roux (rue du Chiffon rouge)	7	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Charleroi-caserne (TMCH03)	7	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Dourbes (TMNT01)	7	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Tableau 10.3.2 : Retombées d'hydrocarbures (fraction C₁₀-C₄₀) – Valeurs mensuelles – (05/01 au 20/07/2023)

Toutes les valeurs sont inférieures aux limites de quantification.

11. Conclusions

Depuis 2019, l'ISSEP (Institut Scientifique de Service Public), exploitant des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, réalise la surveillance de la qualité de l'air ambiant autour de l'aéroport de Charleroi pour le compte de la SOWAER (Société Wallonne des Aéroports).

Le présent rapport analyse les mesures obtenues durant le premier semestre 2023.

La méthodologie mise en œuvre est basée sur les impositions du permis unique du 25 octobre 2018 pour l'allongement de la piste de l'aéroport.

Si le respect des Directives européennes, des normes wallonnes en vigueur et des valeurs guides chiffrées de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, WHO air quality guidelines level updates - september 2021) ou d'autres valeurs de référence, ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire sur une année, des données obtenues durant ce premier semestre de mesure permet de tirer les enseignements suivants :

- Pour les particules en suspension, fraction PM10, la valeur limite annuelle de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ainsi que la valeur limite journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (à ne pas dépasser plus de 35 fois par an) de la Directive européenne seraient respectées pour les deux stations de mesure installées à chaque extrémité de la piste. En ce qui concerne les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS, elles seraient respectées à la station TMCH08 (Middle Marker) mais pas à la station TMCH07 (site SOWAER, Jumet)
- Pour les particules en suspension, fraction PM2.5, la valeur limite de la Directive serait respectée pour les deux stations. Les valeurs guides de l'OMS ne seraient pas respectées ;
- Pour le monoxyde de carbone, la valeur limite imposée par la Directive serait largement respectée pour les deux stations considérées. Il en est de même pour les valeurs guides de l'OMS ;
- Pour le dioxyde d'azote, les valeurs limites pour la protection de la santé humaine de la Directive seraient respectées pour les deux stations. Il en est de même pour la valeur guide horaire de l'OMS. Les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS seraient par contre dépassées pour les deux stations installées à chaque extrémité de la piste.

Par rapport aux critères d'intervention définis par l'Agence wallonne de l'Air et du Climat (AwAC) et l'Université de Liège (ULiège), ceux-ci seraient largement respectés pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, le naphtalène et le formaldéhyde.

Comparées aux stations permanentes du réseau de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, les mesures autour de l'aéroport sont semblables à celles obtenues dans les stations des agglomérations urbaines comme Charleroi et Liège et sont même inférieures pour les oxydes d'azote.

Pour les retombées en hydrocarbures, aucune retombée en hydrocarbures (fractions C₅-C₁₁ et C₁₀-C₄₀) n'a pu être mise en évidence. Tous les résultats sont inférieurs aux limites de quantification.

Pour tous ces polluants, aucun apport en provenance des activités aéroportuaires ou des mouvements des avions n'a pu être mis en évidence.



Guy GERARD
Responsable Cellule Qualité de l'air.



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

ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE EN CONTINU



Site SOWAER, Jumet (TMCH07)



Site Middle Marker, Ransart (TMCH08)

ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL **(MESURE, PRELEVEMENT ET ANALYSE)**

PM10/PM2.5 : Analyseur Spectrometer GRIMM (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 :

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

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

CO : analyseur APMA-370 (HORIBA)

- détection par absorption infrarouge et corrélation gazeuse
- gammes : 0 – 10 / 20 / 50 / 100 ppm
- limite de détection : 0,04 ppm
- débit échantillon : 1500 ml/min
- calibration : bouteille de CO

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

BTEX : analyseur Air-Toxic (Chromatotec)

- détection par chromatographie avec une préconcentration préalable
- temps d'échantillonnage : 30 min
- détecteur PID
- gaz prélevé sur piège de Carbo Trap
- gaz vecteur : N₂ 6.0
- gamme : 0-140 ppb
- limite de détection : 0,1 µg/m³ (pour tous les composés)

Naphtalène

- prélèvement pendant 2 semaines à travers un filtre de 47 mm de diamètre et d'une mousse en polyuréthane à un débit de 1 m³/h. Le système de prélèvement est équipé d'une tête spécifique pour la fraction PM10 des particules.
- extraction simultanée du filtre et de la mousse par soxhlet pendant 16 heures à l'aide d'un mélange cyclohexane/éther
- reconcentration sous flux d'azote
- analyse par chromatographie gazeuse couplée à un spectromètre de masse (GC/MS)
- limite de quantification de 0,03 ng/m³

Formaldéhyde

- prélèvement pendant 2 semaines à l'aide d'un échantillonneur passif à diffusion radiale (Radiello)
- élution de la cartouche avec de l'acétonitrile
- analyse par chromatographie liquide à haute performance couplée à un spectromètre de masse (HPLC/MS)

Retombées d'hydrocarbures

- prélèvement pendant 4 semaines à l'aide d'un collecteur en verre cylindrique muni d'un entonnoir également en verre
- dosage des hydrocarbures (fractions C₅-C₁₁ et C₁₀-C₄₀) par chromatographie gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme (GC/FID)