



Siège social et site de Liège :
Rue du Chéra, 200
B-4000 Liège
Tél : +32(0)4.229.83.11
Fax : +32(0)4.252.46.65
Site web : <http://www.issep.be>

Site de Colfontaine :
Zoning A. Schweitzer
Rue de la Platinerie
B-7340 Colfontaine
Tél : +32(0)65.61.08.11
Fax : +32(0)65.61.08.08



Liège, le 12 février 2026

MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT A NIVELLES

Etude 2024/2025

Rapport n°3379/2025

Sébastien FAYS
Pôle Air
Cellule Immissions
Responsable U.T. Campagnes Mobiles



Wallonie

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

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	3
2. METHODOLOGIE	4
3. PARAMETRES METEOROLOGIQUES	7
4. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10 ET PM2.5)	11
4.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	11
4.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES (PM10).....	12
4.3. RESULTATS (PM10).....	13
4.4. VALEURS LIMITES ET GUIDES (PM2.5).....	21
4.5. RESULTATS (PM2.5).....	21
5. MONOXYDE DE CARBONE (CO)	29
5.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	29
5.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	30
5.3. RESULTATS	31
6. OXYDES D'AZOTE (NO ET NO₂)	36
6.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	36
6.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES (NO).....	37
6.3. RESULTATS (NO).....	37
6.4. VALEURS LIMITES ET GUIDES (NO ₂)	42
6.5. RESULTATS (NO ₂)	43
7. BLACK CARBON.....	50
7.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	50
7.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	51
7.3. RESULTATS	51
8. CONCLUSIONS	54
 ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE	
ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL DE MESURE	
ANNEXE 3 : CALCUL DES ROSES DE POLLUTION	

1. Introduction

Dans le cadre de sa mission de gestion des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, l'ISSeP (Institut Scientifique de Service Public) réalise régulièrement, à la demande de l'AWAC (Agence Wallonne de l'Air et du Climat), des études ponctuelles sur l'ensemble du territoire régional. Ces études ont pour objectif d'évaluer les niveaux de pollution atmosphérique dans des zones où les données disponibles sont insuffisantes ou inexistantes, afin de mieux caractériser l'exposition de la population et d'alimenter la politique régionale en matière de qualité de l'air.

Dans ce contexte, l'AWAC a confié à l'ISSeP la réalisation de plusieurs campagnes de mesure dans diverses communes de la province du Brabant wallon. Celle-ci reste en effet insuffisamment couverte par le réseau permanent de surveillance, avec une seule station fixe actuellement en service, située à Rixensart.

Le présent rapport expose les résultats de la campagne de mesure réalisée à Nivelles, conduite entre la fin de l'année 2024 et l'année 2025.

Des informations complémentaires sur la pollution atmosphérique sont disponibles sur le site internet www.wallonair.be.

Nous tenons à remercier l'ensemble des personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette étude, et plus particulièrement le personnel des services Environnement et Travaux de la Ville de Nivelles pour leur disponibilité et leur collaboration tout au long de l'étude.

2. Méthodologie

L'ISSeP a organisé l'étude en deux campagnes de mesure d'une durée d'environ 14 semaines chacune. Cette façon de procéder permet de rencontrer des conditions météorologiques diverses et d'extrapoler de manière plus exacte les résultats obtenus sur une année, et ensuite de les comparer aux normes existantes qui imposent le plus souvent des valeurs limites annuelles. Les conditions météorologiques ont, en effet, une influence importante sur les quantités de polluants émises, sur leur processus de formation et de destruction, sur leur transformation et sur leur dispersion, et par conséquent sur les concentrations mesurées dans l'air ambiant. La première campagne de mesure s'est déroulée du 24/10/2024 au 02/02/2025 tandis que la seconde campagne s'est étalée du 14/06/2025 au 21/09/2025. Pour chaque polluant mesuré, un paragraphe décrit très brièvement les sources d'émission et l'impact de ce polluant sur l'environnement et la santé, un deuxième paragraphe reprend les normes en vigueur et les valeurs-guides les plus communément admises et enfin un troisième paragraphe présente les résultats accompagnés de commentaires succincts.

Le Tableau 2.1 présente les informations générales relatives aux emplacements des trois stations de mesure utilisées dans le cadre de cette étude, tandis que la Figure 2.1 illustre leur localisation géographique. La station RMNI02 a été installée au centre-ville de Nivelles, sur la place Albert Ier. Deux autres stations ont été positionnées respectivement en amont et en aval du centre-ville, selon un axe sud-ouest / nord-est, correspondant à la direction dominante des vents dans la région. Ces stations sont situées à environ 600 mètres (station RMNI01 – CPAS) et 1,5 km (station RMNI03 – École de la Maillebotte) de la place Albert Ier.

Le Tableau 2.1 donne les coordonnées des deux sites de mesure sélectionnés.

Site de mesure	Lieu	Coordonnées Lambert	
		X	Y
RMNI01	CPAS de Nivelles Rue Samiette 70, B-1400 Nivelles	146254	142778
RMNI02	Administration communale de Nivelles Place Albert Ier 2, B-1400 Nivelles	146809	143072
RMNI03	Ecole communale de la Maillebotte Square des Nations Unies 7, B-1400 Nivelles	148331	143558

Tableau 2.1 : Coordonnées des sites de mesure

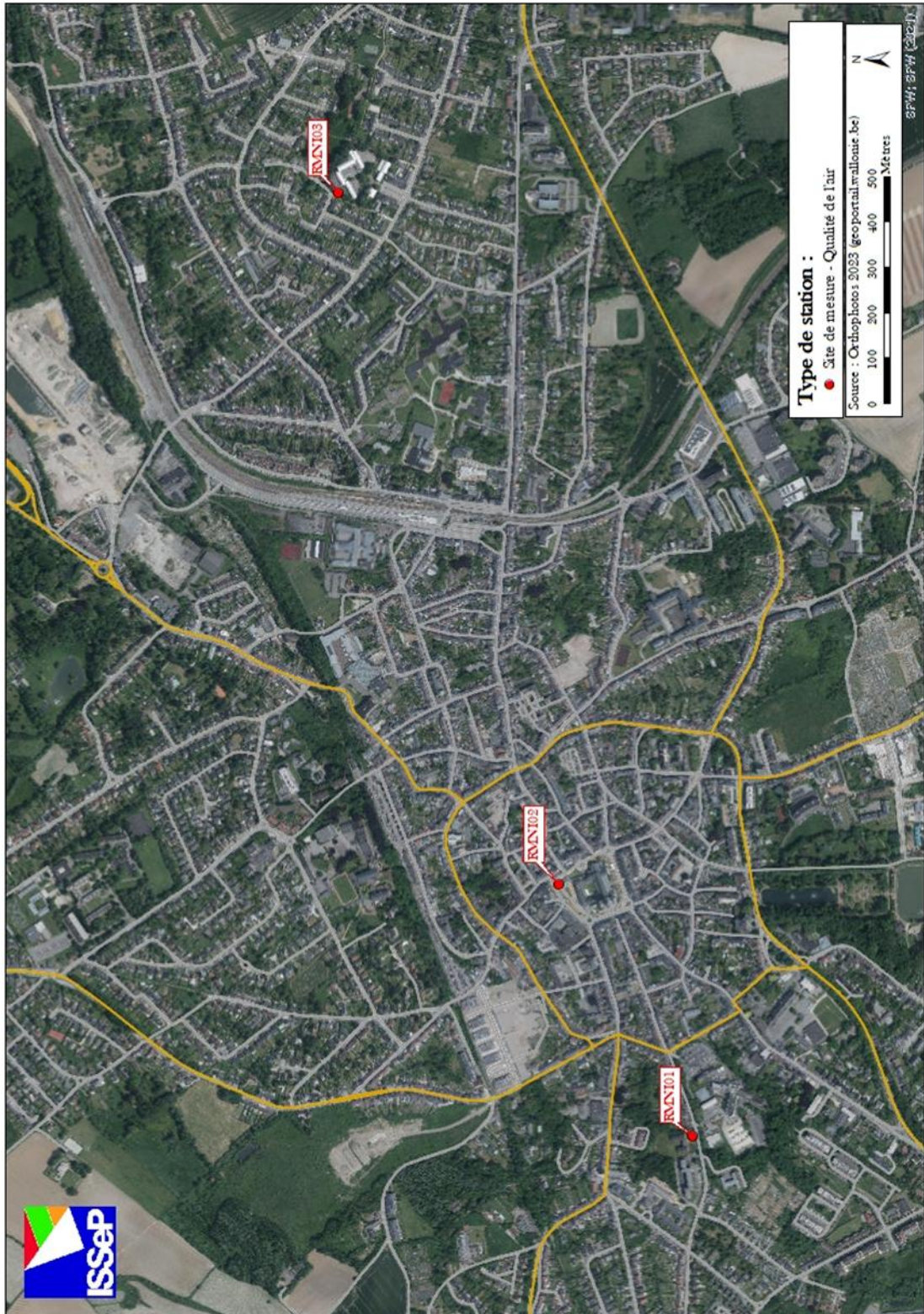


Figure 2.1 : Localisation des sites de mesure

La position exacte des emplacements, prioritairement définie par rapport à ces considérations environnementales a également dû tenir compte de contraintes matérielles, telles que l'espace disponible pour installer le matériel durant la période de mesure et la possibilité de raccordement au réseau électrique.

Les stations se présentent sous la forme de remorques. Ces stations permettent d'évaluer la qualité de l'air ambiant, grâce à des mesures en continu et en temps réel de la pollution atmosphérique à l'aide d'analyseurs spécifiques automatiques. L'Annexe 1 montre une photographie de ces trois stations de mesure.

Les composés mesurés par ces analyseurs spécifiques sont les particules en suspension (PM10 et PM2.5), le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO₂), le monoxyde de carbone (CO), et pour deux des trois sites (RMNI01 et RMNI02), le black carbon. 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 wallon. Les valeurs semi-horaires constituent par conséquent les données de base. Les moyennes fournies dans ce rapport ne sont calculées que si un minimum de 75 % de mesures valides est disponible. Les principales caractéristiques techniques de ces analyseurs sont reprises dans l'Annexe 2.

Les paramètres météorologiques ont également été mesurés en continu sur les trois sites de mesure au cours de cette étude. Les paramètres enregistrés sont la direction et la vitesse du vent, la pression atmosphérique, la température et le degré d'humidité. La mesure de la direction et de la vitesse du vent est réalisée à une hauteur de 5 mètres approximativement. Les autres paramètres météorologiques sont mesurés à une hauteur de 1 m environ. La combinaison des données de la direction et de la vitesse du vent, avec celles des mesures de la pollution, permet de tracer des roses de pollution (voir Annexe 3). Celles-ci sont des représentations graphiques de l'apport en polluant pour chaque secteur de vent ; elles indiquent l'origine géographique du polluant.

3. Paramètres météorologiques

Les paramètres météorologiques ont été mesurés aux trois stations de mesure installées à Nivelles. Les Tableaux 3.1 et 3.2 donnent quelques statistiques décrivant les mesures de la température à la station RMNI01 (CPAS). Ceux-ci donnent une première idée des conditions météorologiques rencontrées aux cours des deux campagnes de mesure.

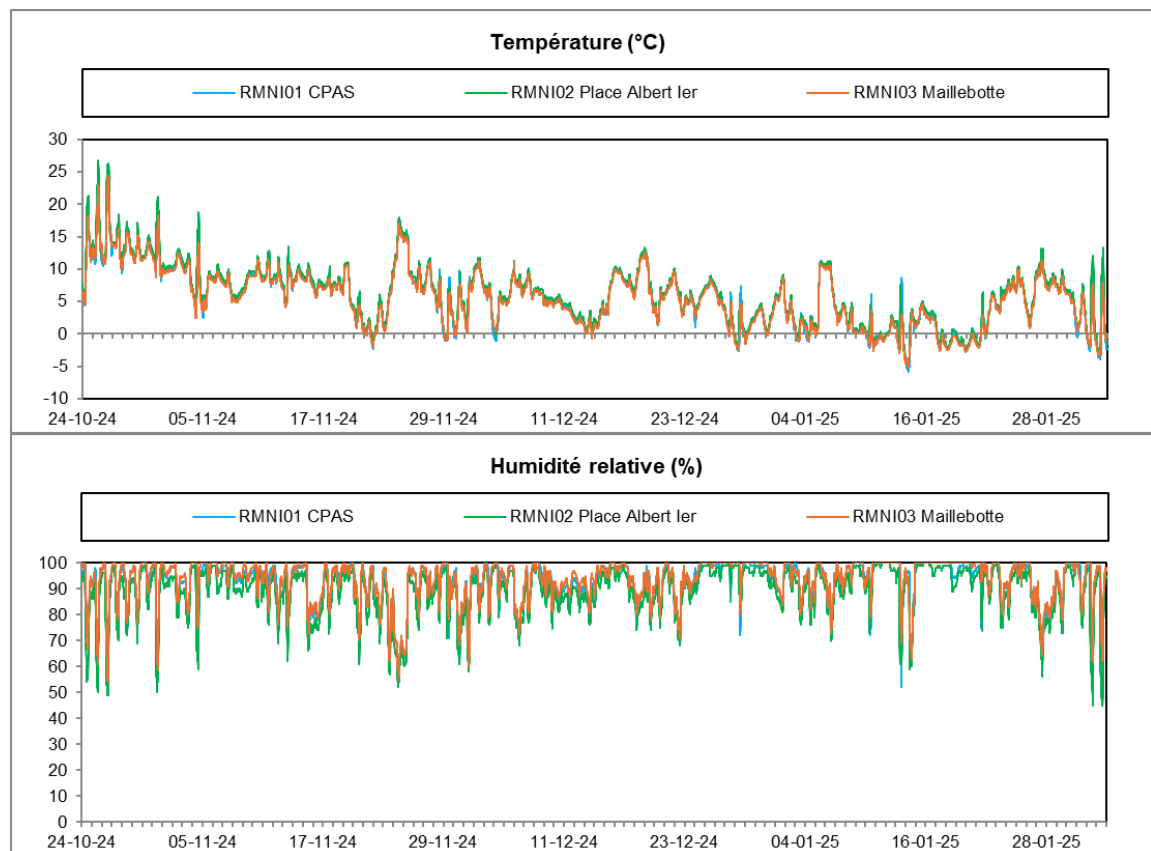
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
RMNI01 (CPAS)	4832	5,7	5,9	-5,8	21,4

Tableau 3.1 : Température – Valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
RMNI01 (CPAS)	4796	20,1	19,1	7,6	39,7

Tableau 3.2 : Température – Valeurs semi-horaires – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 3.1 et 3.2 montrent les évolutions des paramètres météorologiques. Pour la lecture des graphiques relatifs 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.



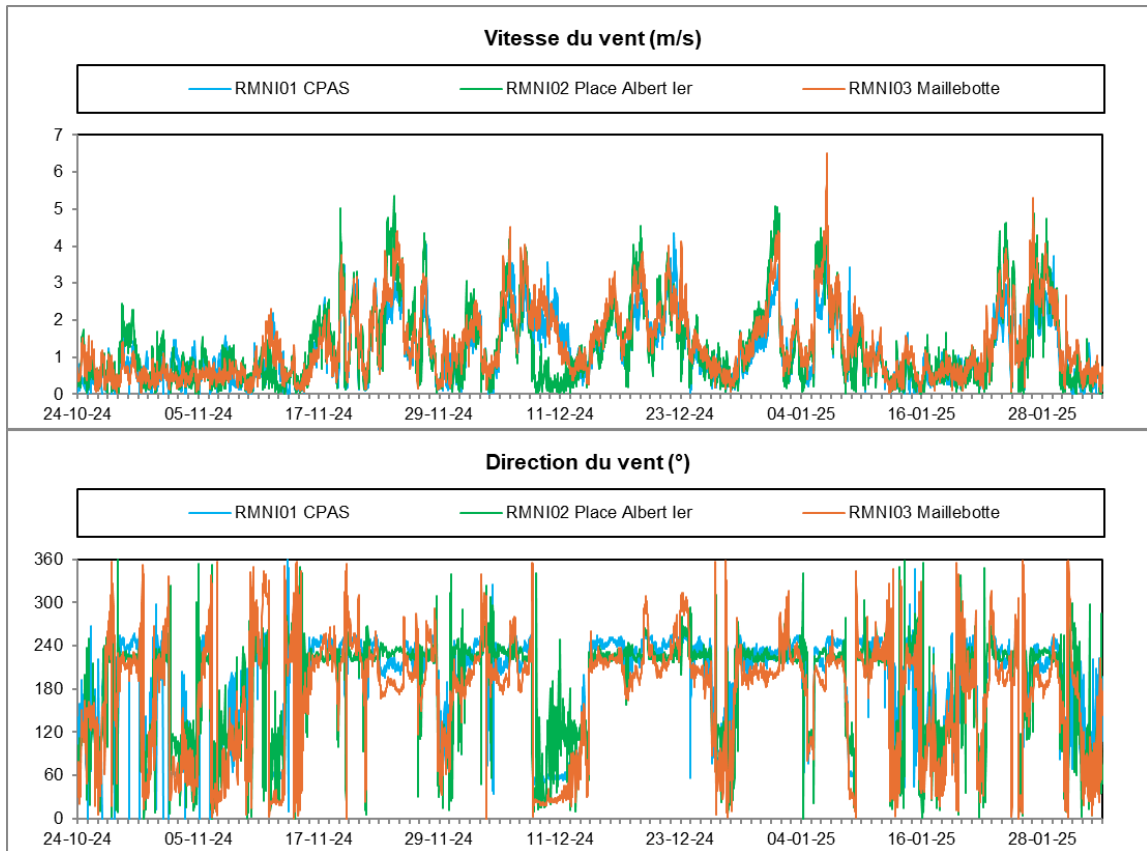
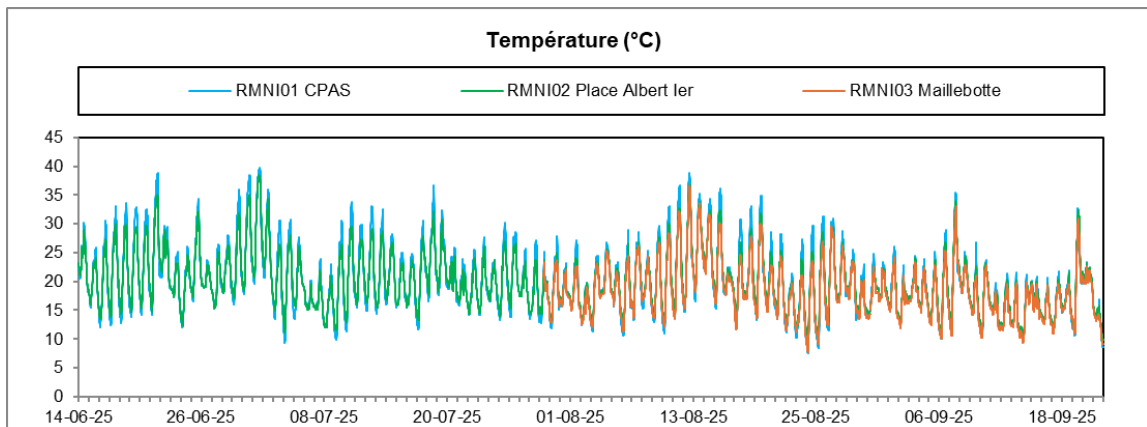


Figure 3.1 : Paramètres météorologiques – Evolution des valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)



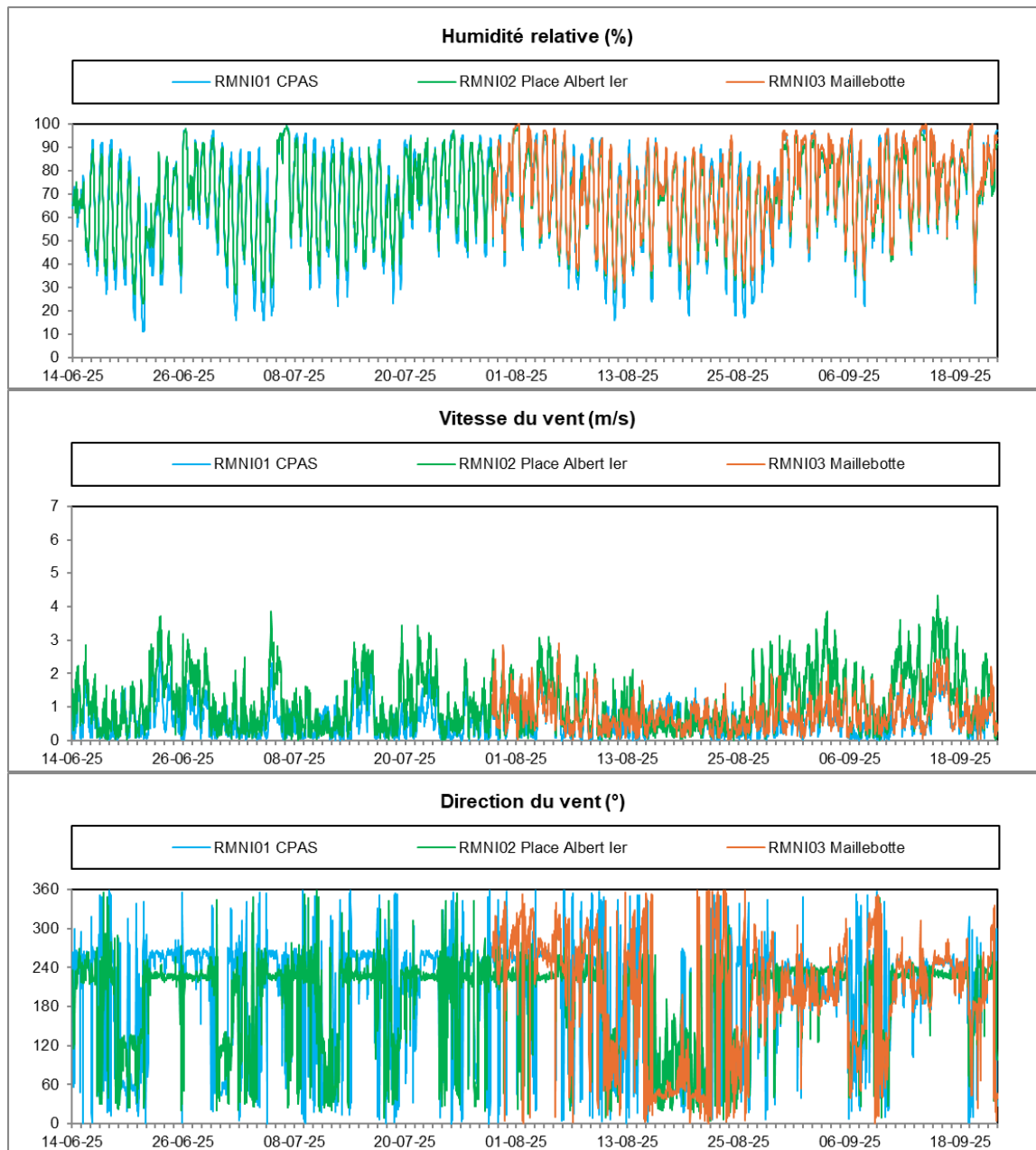


Figure 3.2 : Paramètres météorologiques – Evolution des valeurs semi-horaires – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 3.3 et 3.4 donnent les roses des vents¹ obtenues pour les trois stations installées dans le cadre de cette étude. Durant les deux campagnes de mesure, les vents ont soufflé très majoritairement en provenance du sud-ouest aux stations RMNI01 (CPAS) et RMNI02 (Place Albert 1er), direction qui correspond par ailleurs au régime de vents dominants de la région. Il en est de même pour la station RMNI03 (Maillebotte). Toutefois, la rose des vents établie pour la seconde campagne indique une prédominance de vents de secteur nord-ouest. Cette particularité s’explique par la disponibilité partielle des données sur cette période, aucune mesure n’ayant été enregistrée avant le 27/07 pour raison technique.

¹ 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.

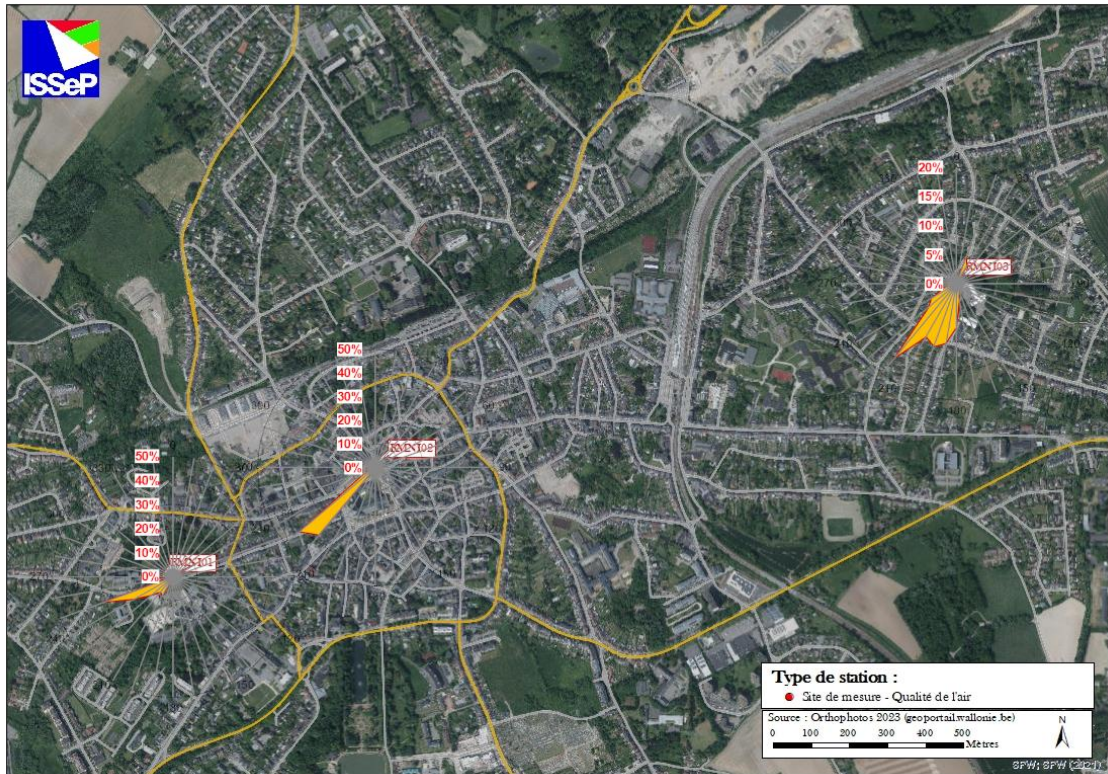


Figure 3.3 : Rose des vents – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)



Figure 3.4 : Rose des vents – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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

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 aérodynamique², variant de 0,02 µm à 100 µm pour les particules dites atmosphériques (restant dans l'air).

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

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

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

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

² Le diamètre aérodynamique est le diamètre d'une sphère de densité unitaire ayant le même comportement aérodynamique que la particule considérée.

Les émissions wallonnes de PM10 (chiffres 2022) sont principalement imputables au secteur industriel, avec une part de 45 % de la totalité des émissions. Le secteur résidentiel représente le deuxième poste le plus important avec 28 % des émissions de PM10 avant le secteur de l'agriculture avec 12 %.

Pour les PM2.5, les principaux secteurs sont (chiffres 2022) : le secteur résidentiel, avec une part de 49 % de la totalité des émissions, le secteur de l'industrie avec 27 % et le secteur des transports avec 12 %.

Les émissions de PM10 et PM2.5 sont en forte diminution ces dernières années : respectivement moins 64 % et 62 % entre 2000 et 2022.

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 heures	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.

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	Année civile	15 µg/m ³
	24 heures	45 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours 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'air³ 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.

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
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 4.2.3.1 : 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 3 stations RMNIO1, RMNIO2 et RMNIO3 installées dans le cadre de cette étude et les comparent aux résultats obtenus durant les mêmes périodes dans cinq stations du réseau de Wallonie : la station télémétrique la plus proche (TMRX01 : Rixensart, rue des Volontaires), une station industrielle suburbaine située à Marchienne-au-Pont (TMCH01 : Quai du Sud), une station de fond urbain située à Charleroi (TMCH03 : Boulevard Pierre Mayence), une station de type trafic située à Charleroi (TMCH06 : Rue Willy Ernst) 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 ⁴ (µg/m ³)	Centile98 (µg/m ³)	Maximum (µg/m ³)
RMNIO1 (CPAS)	4830	14	11	34	41	125
RMNIO2 (Place Albert Ier)	4749	14	12	35	42	81
RMNIO3 (Maillebotte)	4896	14	11	34	40	77
TMRX01 (Rixensart)	4889	16	12	39	51	117
TMCH01 (Marchienne)	4801	16	11	46	64	179
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4889	14	11	39	46	82
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4840	16	13	41	49	87
TMNT01 (Dourbes)	4885	7	6	21	26	48

Tableau 4.3.1 : PM10 – Valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

³ <https://www.irceline.be/fr/qualite-de-lair/mesures/belaqi-indice-de-la-qualite-de-lair-nov2022/information>

⁴ Les centiles 95 et 98 représentent les valeurs telles que 95 % et 98 % des mesures leur soient inférieures.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Centile98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMNI01 (CPAS)	4694	15	13	32	42	162
RMNI02 (Place Albert Ier)	4800	13	11	26	31	185
RMNI03 (Maillebotte)	4799	11	9	23	29	68
TMRX01 (Rixensart)	4762	11	9	24	28	78
TMCH01 (Marchienne)	4793	17	11	45	79	456
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4790	10	8	26	39	104
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4773	13	11	32	44	155
TMNT01 (Dourbes)	4782	8	7	19	24	54

Tableau 4.3.2 : PM10 – Valeurs semi-horaires – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et les 35 dépassements annuels autorisés de la valeur limite journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, seraient très largement respectés pour l'ensemble des stations mentionnées dans ce rapport.

Une extrapolation linéaire des données sur une année permet également de constater que les valeur-guides annuelle et journalière de l'OMS seraient respectées pour les trois stations installées à Nivelles, ainsi que pour l'ensemble des stations de comparaison, à l'exception de la station TMCH01 (Marchienne).

Les Figures 4.3.1 à 4.3.3 illustrent cette comparaison des résultats obtenus avec les valeurs limites et valeurs guides en vigueur.

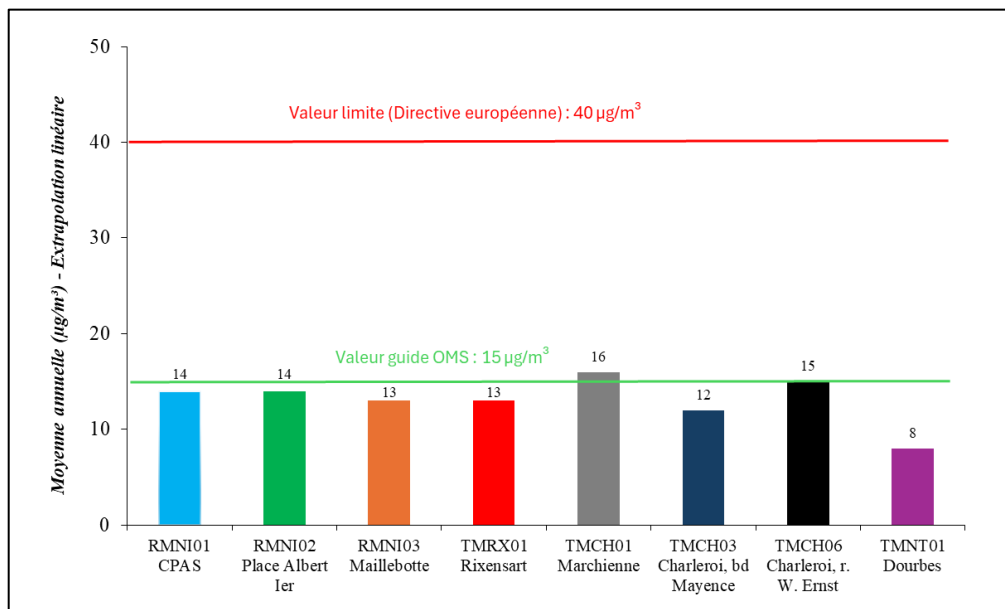


Figure 4.3.1 : PM10 – Moyenne annuelle – Extrapolation linéaire sur une année (cumul des deux campagnes)

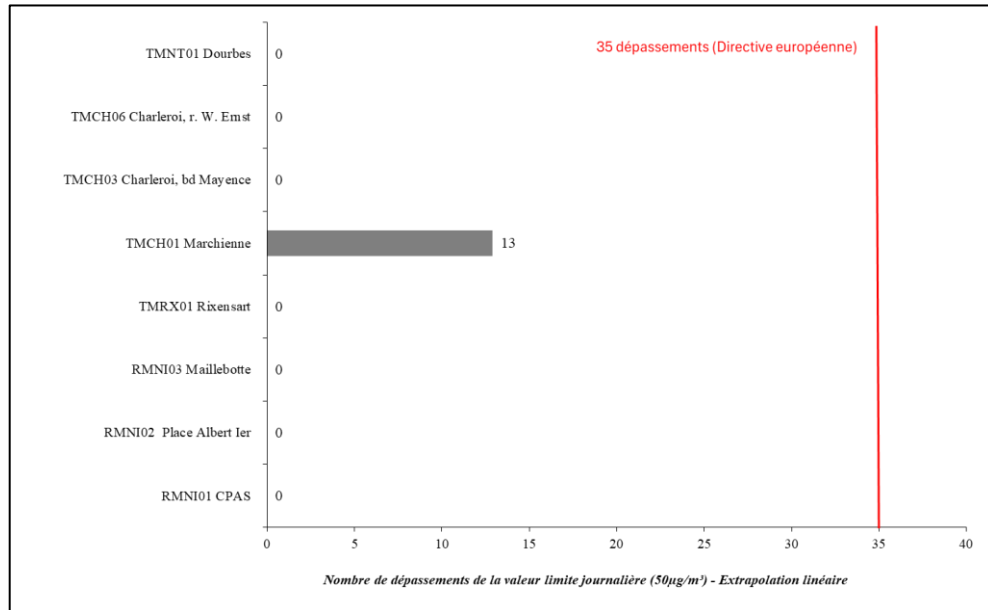


Figure 4.3.2 : PM10 – Nombre de dépassements de la valeur limite journalière (Directive européenne) – Extrapolation linéaire sur une année (cumul des deux campagnes)

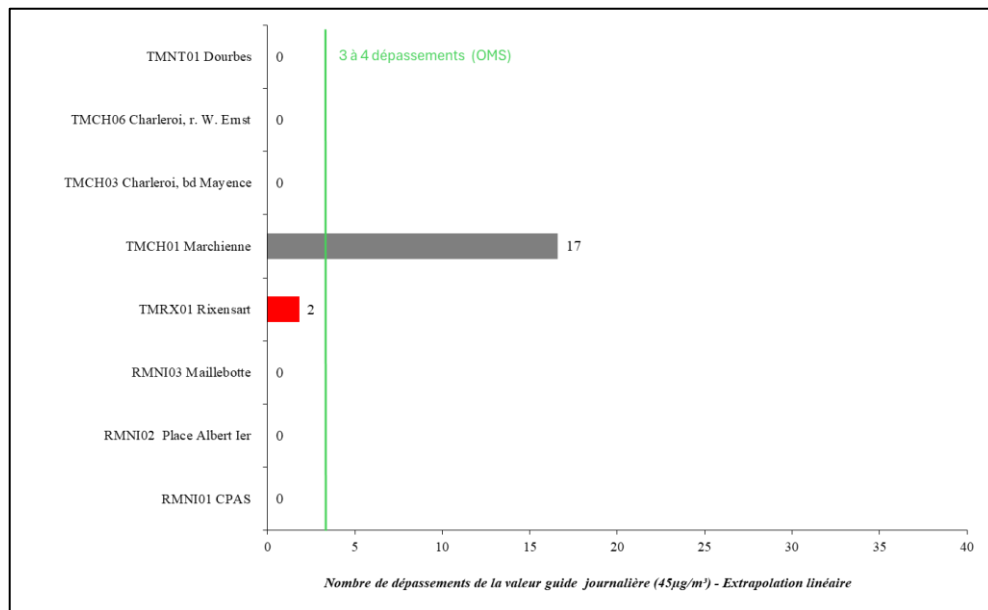


Figure 4.3.3 : PM10 – Nombre de dépassements autorisés de la valeur guide journalière (OMS) – Extrapolation linéaire sur une année (cumul des deux campagnes)

Les Figures 4.3.4 et 4.3.5 montrent les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension PM10, comparées à la valeur limite journalière de 50 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 35 fois par an.

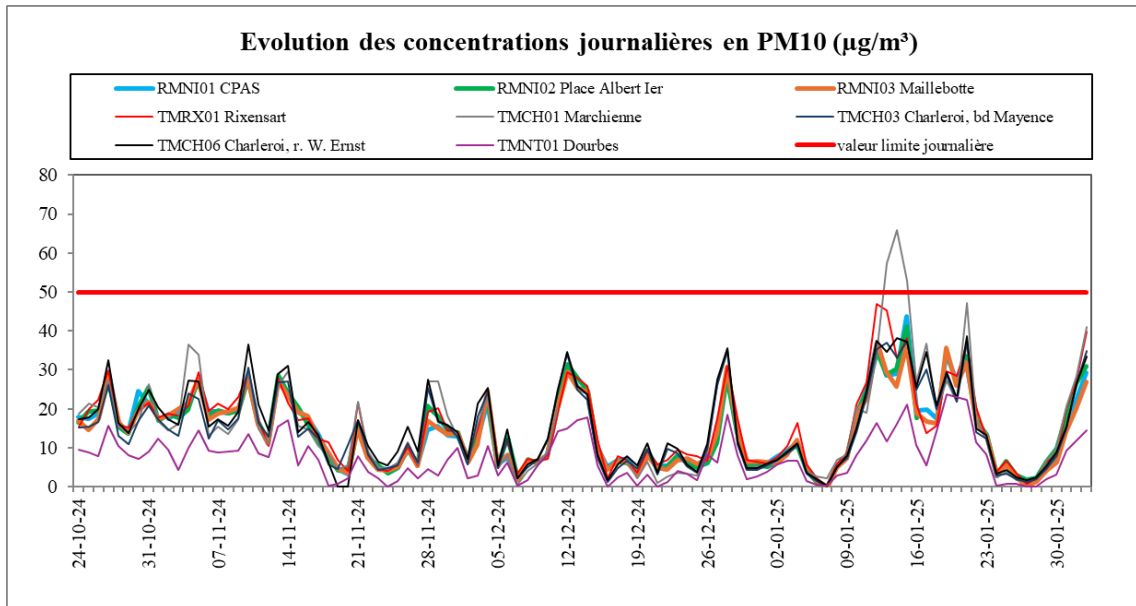


Figure 4.3.4 : PM10 – Evolution des concentrations journalières – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

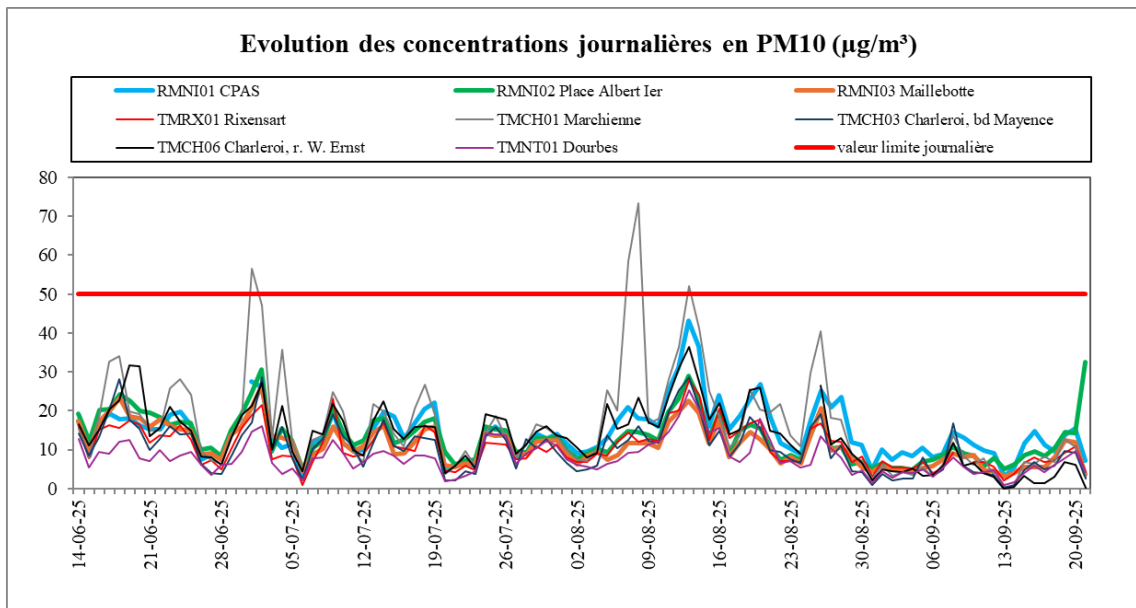


Figure 4.3.5 : PM10 – Evolution des concentrations journalières – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

On constate un certain parallélisme entre les profils des stations RMNI01, RMNI02, RMNI03, ainsi qu'avec ceux des stations de comparaison situées à Rixensart et dans la région de Charleroi. Un épisode ponctuel de pollution est toutefois mis en évidence à la station RMNI02 (Place Albert Ier) en fin de campagne, durant la matinée du 21 septembre 2025. Cet épisode n'est pas observé aux autres stations et pourrait être lié à la tenue du semi-marathon de la Ville de Nivelles, qui se déroulait à ce moment-là et à proximité immédiate du site de mesure.

Les Figures 4.3.6 et 4.3.7 montrent les profils des journées moyenne en PM10 pour les trois stations installées à Nivelles, ainsi que pour les stations de comparaison (heures GMT). On constate un certain parallélisme entre les trois stations de Nivelles, mais également avec la plupart des autres stations de comparaison, avec un pic matinal e un pic vespéral plus ou moins important selon la saison.

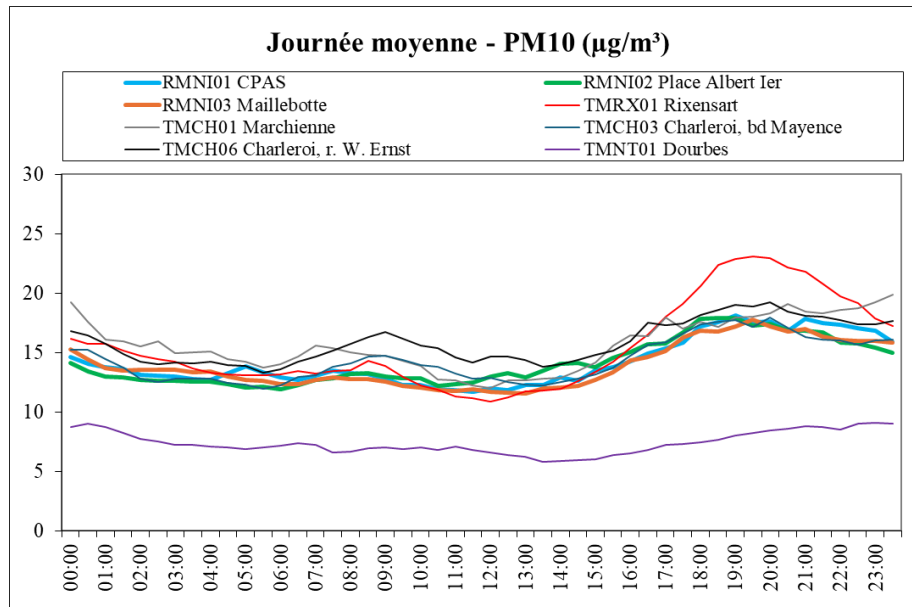


Figure 4.3.6 : PM10 – Journée moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

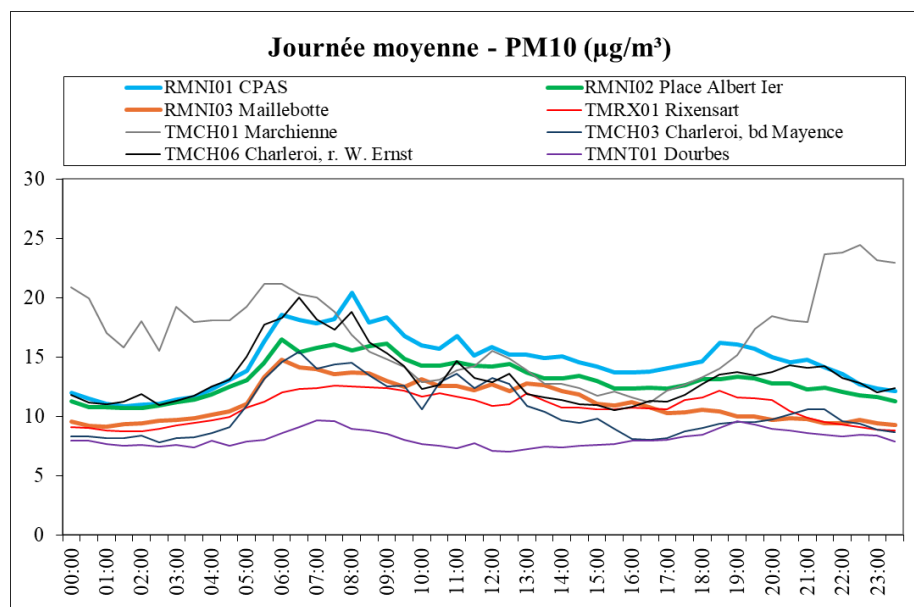


Figure 4.3.7 : PM10 – Journée moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

La Figure 4.3.8 et 4.3.9 montrent les semaines moyennes en PM10 pour l'ensemble des sites de mesure considérés. Les concentrations en PM10 enregistrées lors de la seconde campagne sont, pour la plupart des stations, légèrement plus faibles le week-end que durant le reste de la semaine.

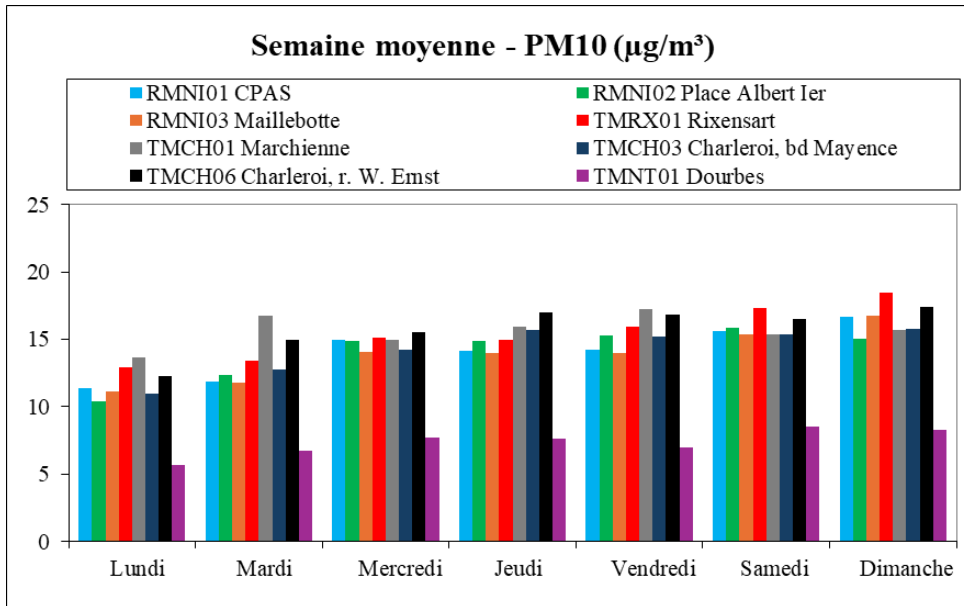


Figure 4.3.8 : PM10 – Semaine moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

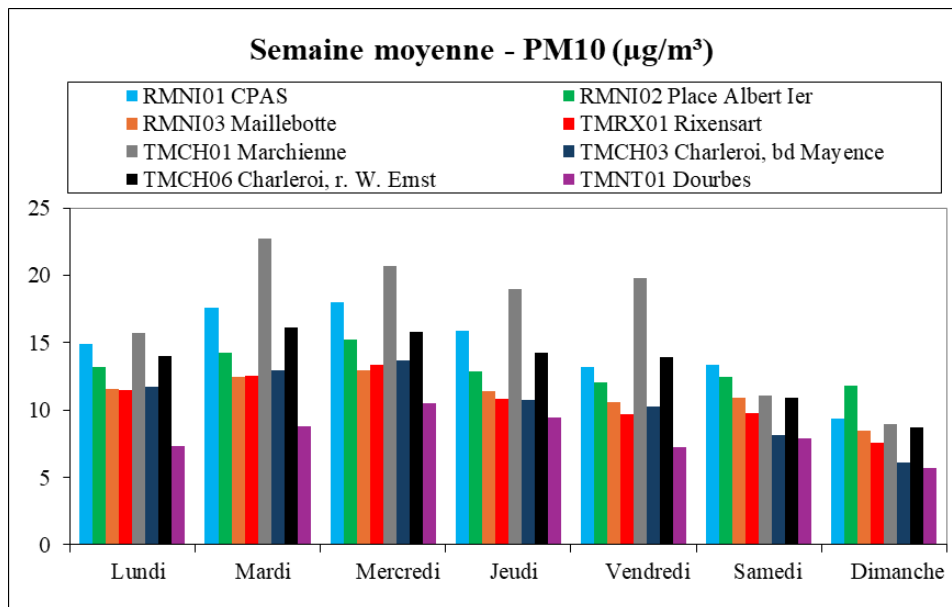


Figure 4.3.9 : PM10 – Semaine moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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	Exécrable
Indice		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Nombre de jours (TOTAL)	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours
RMNI01	198	24	94	58	18	4	0	0	0	0	0
RMNI02	198	26	103	51	17	1	0	0	0	0	0
RMNI03	202	32	106	49	12	3	0	0	0	0	0
TMRX01	201	27	106	49	14	4	1	0	0	0	0
TMCH01	198	35	79	47	21	7	7	1	1	0	0
TMCH03	202	52	93	38	16	3	0	0	0	0	0
TMCH06	199	36	80	54	22	7	0	0	0	0	0
TMNT01	202	74	110	18	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 4.3.3 : PM10 – Indices de qualité de l'air (BelAQI) – (cumul des deux campagnes)

Les Figures 4.3.10 et 4.3.11 montrent les roses de pollution⁵ pour les particules en suspension, fraction PM10, pour les 3 stations de mesure implantées à Nivelles. Celles-ci mettent en évidence des contributions issues de directions variées, traduisant des apports de pollution multiples. Toutefois, aucune direction dominante ne se dégage clairement, ce qui ne permet pas d'identifier des sources de pollution prépondérantes à l'échelle de la région étudiée.

⁵ 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.



Figure 4.3.10 : PM10 – Roses de pollution – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)



Figure 4.3.11 : PM10 – Roses de pollution – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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

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 considérée	Valeur limite
Année civile	25 µg/m ³

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

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	Année civile 24 heures	5 µg/m ³ 15 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours 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).

PM2.5	µg/m ³									
	0 à 2,5	2,6 à 5,0	5,1 à 7,5	7,6 à 10	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 aux 3 stations RMNI01, RMNI02 et RMNI03 installées dans le cadre de cette étude et les comparent aux résultats obtenus durant les mêmes périodes dans cinq stations du réseau de Wallonie : la station télémétrique la plus proche (TMRX01 : Rixensart, rue des Volontaires), une station industrielle suburbaine située à Marchienne-au-Pont (TMCH01 : Quai du Sud), une station de fond urbain située à Charleroi (TMCH03 : Boulevard Pierre Mayence), une station de type trafic située à Charleroi (TMCH06 : Rue Willy Ernst) et une station mesurant la pollution de fond située à Dourbes (TMNT01).

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

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMNI01 (CPAS)	4830	10	7	27	32	78
RMNI02 (Place Albert Ier)	4749	9	7	25	31	49
RMNI03 (Maillebotte)	4896	10	7	26	31	54
TMRX01 (Rixensart)	4889	11	8	31	41	110
TMCH01 (Marchienne)	4801	10	7	31	39	92
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4889	9	7	28	35	62
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4840	10	7	30	36	59
TMNT01 (Dourbes)	4885	5	4	18	22	35

Tableau 4.5.1 : PM2.5 – Valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMNI01 (CPAS)	4694	4	4	12	15	35
RMNI02 (Place Albert Ier)	4800	2	2	8	11	136
RMNI03 (Maillebotte)	4799	1	1	7	10	23
TMRX01 (Rixensart)	4762	3	3	10	13	29
TMCH01 (Marchienne)	4793	4	3	15	28	107
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4790	2	2	9	11	31
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4773	4	3	12	16	41
TMNT01 (Dourbes)	4782	2	2	8	11	32

Tableau 4.5.2 : PM2.5 – Valeurs semi-horaires – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les concentrations en PM2.5 sont plus élevées durant la première campagne, menée en période hivernale, que lors de la seconde campagne réalisée en période estivale.

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 trois stations RMNI01, RMNI02 et RMNI03 installées à Nivelles 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 toutes les stations susmentionnées, à l'exception de la valeur guide annuelle pour la station de fond à Dourbes.

Les Figures 4.5.1 et 4.5.2 illustrent cette comparaison des résultats obtenus avec les valeurs limites et valeurs guides en vigueur.

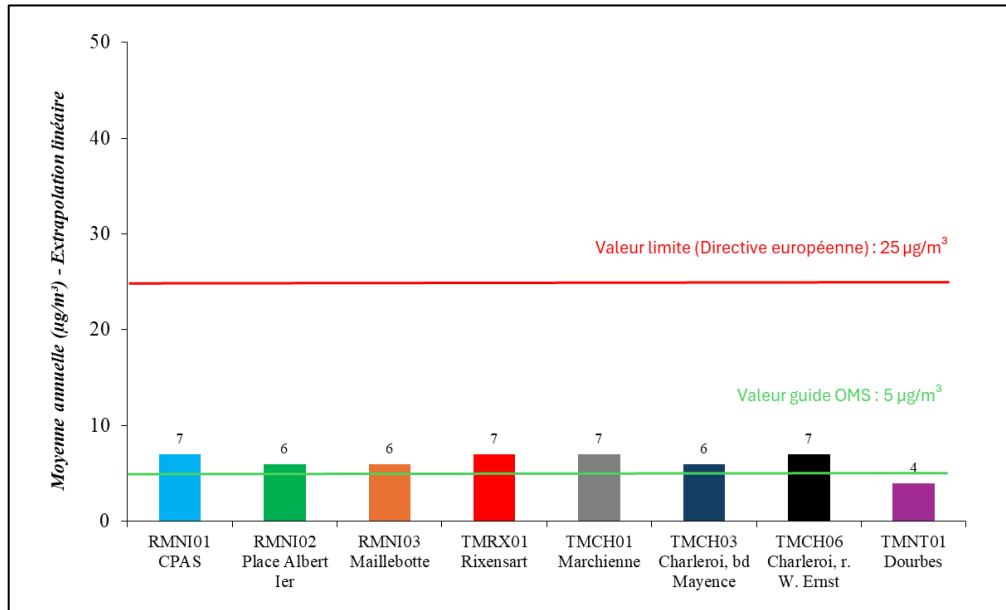


Figure 4.5.1 : PM2.5 – Moyenne annuelle – Extrapolation linéaire sur une année (cumul des deux campagnes)

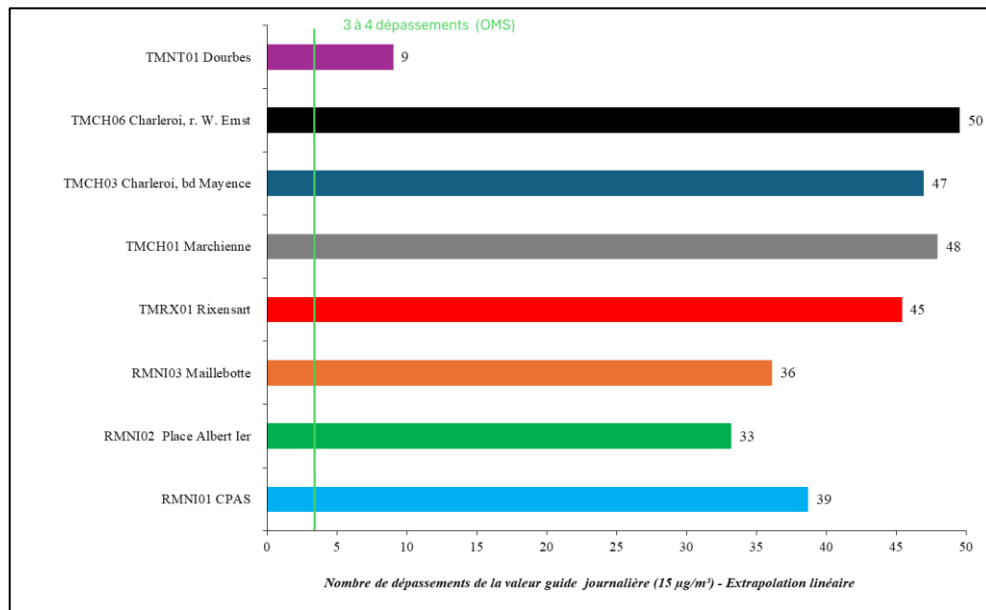


Figure 4.5.2 : PM2.5 – Nombre de dépassements (OMS) de la valeur guide journalière – Extrapolation linéaire sur une année (cumul des deux campagnes)

Les Figures 4.5.3 et 4.5.4 montrent les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension PM2.5. On constate un bon parallélisme entre les profils des stations RMNI01, RMNI02, RMNI03, ainsi qu’avec ceux des stations de comparaison situées à Rixensart et dans la région de Charleroi. Comme pour les PM10, on notera un épisode de pollution enregistré à la station RMNI02 (Place Albert Ier) en fin de campagne, durant la matinée du 21 septembre 2025, et qui n’est pas observable aux autres stations.

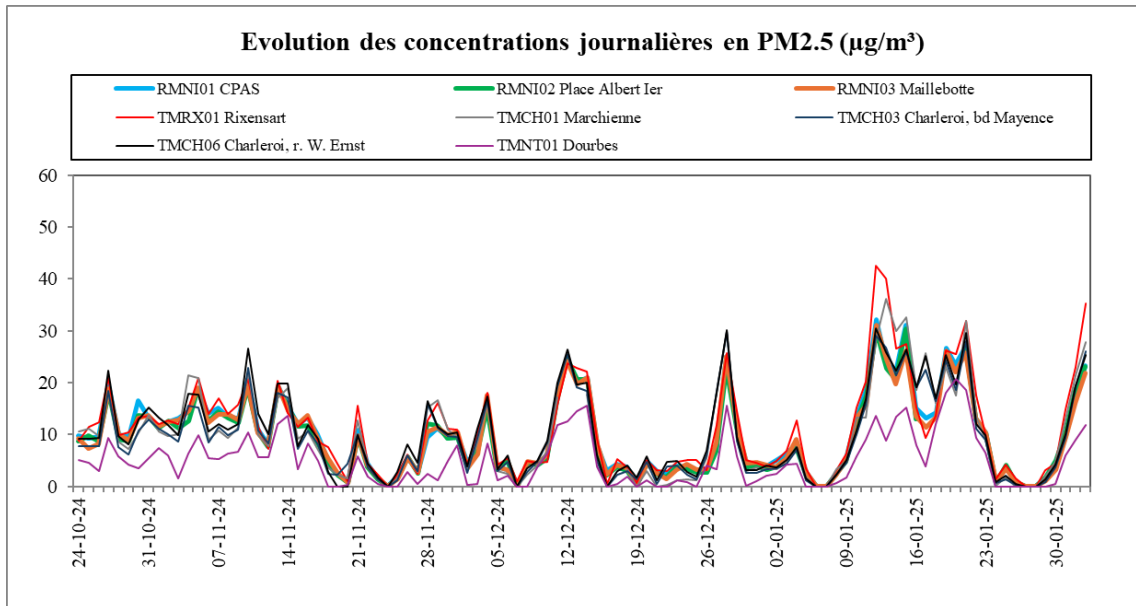


Figure 4.5.3 : PM2.5 – Evolution des concentrations journalières – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

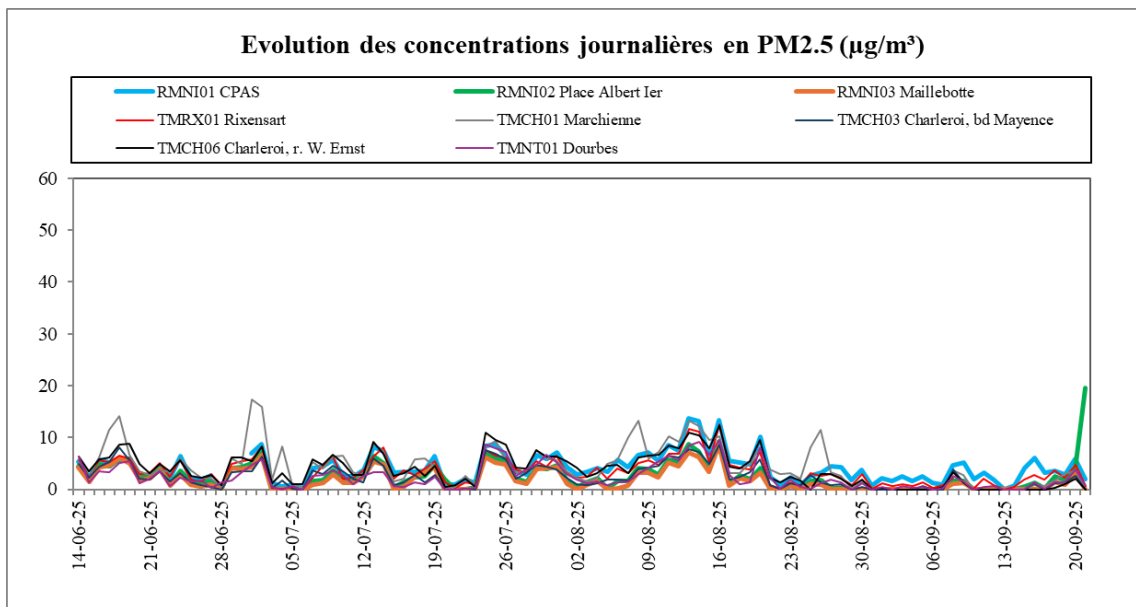


Figure 4.5.4 : PM2.5 – Evolution des concentrations journalières – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 4.5.5 et 4.5.6 montrent les profils des journées moyenne en PM2.5 pour les trois stations installées à Nivelles, ainsi que pour les stations de comparaison (heures GMT). Les profils de la journée moyenne des stations de Nivelles sont similaires à ceux des stations de comparaison.

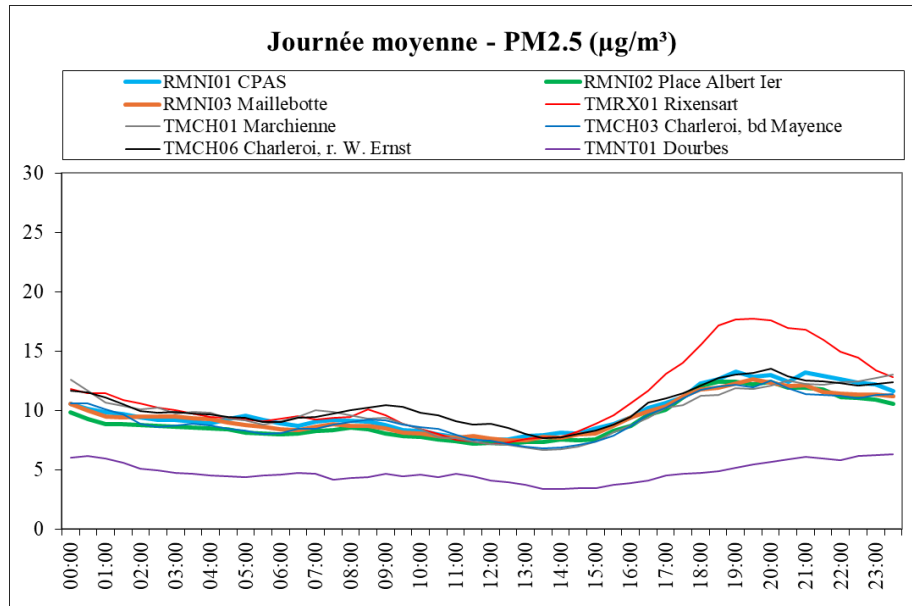


Figure 4.5.5 : PM2.5 – Journée moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

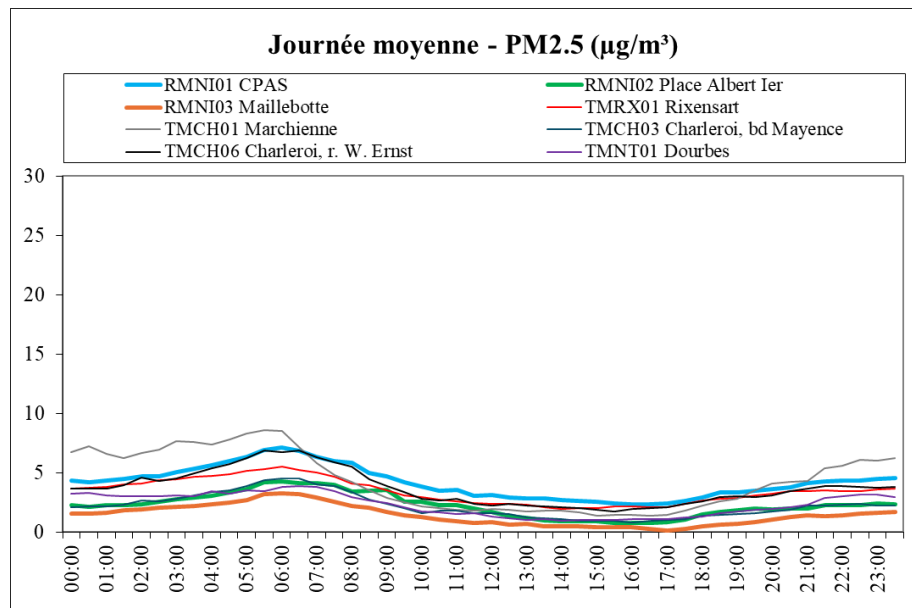


Figure 4.5.6 : PM2.5 – Journée moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 4.5.7 et 4.5.8 montrent les semaines moyennes en PM2.5. L'évolution des concentrations au cours de la semaine diffère fortement entre la première et la seconde campagne de mesure.

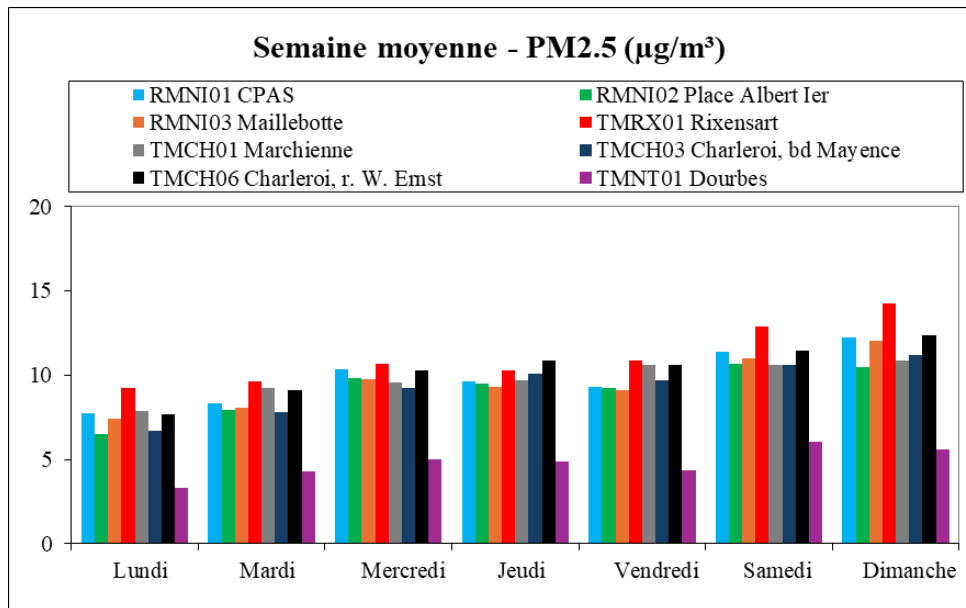


Figure 4.5.7 : PM2.5 – Semaine moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

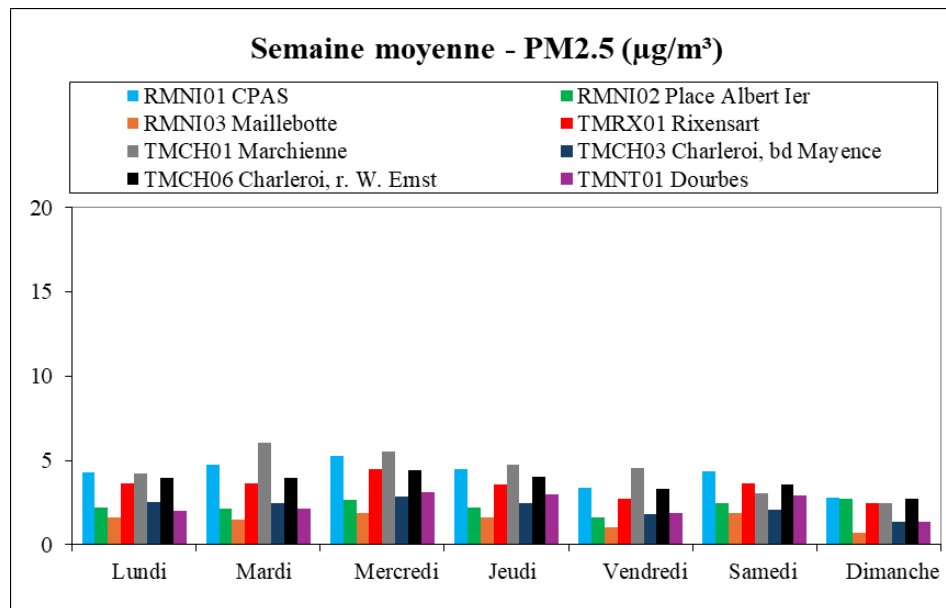


Figure 4.5.8 : PM2.5 – Semaine moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

La répartition des indices de qualité de l'air BelAQI, définis par la Cellule Interrégionale pour l'Environnement (CELINE), est reprise dans le Tableau 4.5.3.

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	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours
RMNI01	198	49	53	31	20	24	17	4	0	0	0
RMNI02	198	83	44	18	13	22	15	3	0	0	0
RMNI03	202	84	46	15	13	24	16	4	0	0	0
TMRX01	201	59	47	31	11	28	16	7	1	1	0
TMCH01	198	60	42	23	26	21	18	7	1	0	0
TMCH03	202	82	46	16	22	10	19	7	0	0	0
TMCH06	199	57	44	25	28	18	19	8	0	0	0
TMNT01	202	105	37	28	16	11	5	0	0	0	0

Tableau 4.5.3 : PM2.5 – Indices de qualité de l'air (BelAQI) – (cumul des deux campagnes)

Les Figures 4.5.9 et 4.5.10 montrent les roses de pollution pour les particules en suspension, fraction PM2.5. Celles-ci sont fort semblables à celles tracées pour les PM10. Elles mettent en évidence des apports de directions diverses, sans toutefois faire apparaître de sources de pollution prédominantes pour la région.



Figure 4.5.9: PM2.5 – Roses de pollution – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)



Figure 4.5.10 : PM2.5 – Roses de pollution – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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.

5.2. Valeurs limites et guides

La norme est donnée par 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.

	Période de calcul de la moyenne	Valeur limite
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (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 minutes	100 mg/m ³
1 heure	35 mg/m ³
8 heures	10 mg/m ³
24 heures	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 pour les deux campagnes de mesure sont résumés dans les Tableaux 5.3.1 et 5.3.2. Ils sont comparés à ceux obtenus durant les mêmes périodes dans cinq stations du réseau de Wallonie : la station télémétrique la plus proche (TMRX01 : Rixensart, rue des Volontaires), une station industrielle suburbaine située à Marchienne-au-Pont (TMCH01 : Quai du Sud), une station de fond urbain située à Charleroi (TMCH03 : Boulevard Pierre Mayence), une station de type trafic située à Charleroi (TMCH06 : Rue Willy Ernst) et une station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09).

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)
RMNI01 (CPAS)	4721	0,31	0,28	0,66	0,92	2,02
RMNI02 (Place Albert Ier)	4888	0,30	0,27	0,56	0,78	1,58
RMNI03 (Maillebotte)	4840	0,28	0,26	0,48	0,65	1,30
TMRX01 (Rixensart)	4780	0,29	0,23	0,66	0,94	1,86
TMCH01 (Marchienne)	4720	0,28	0,23	0,63	0,81	1,32
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4528	0,34	0,27	0,75	1,01	3,01
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4782	0,34	0,27	0,72	1,06	3,54
TMNT09 (Vielsalm)	4763	0,17	0,15	0,26	0,30	0,40

Tableau 5.3.1 : Monoxyde de carbone (CO) – Valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

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)
RMNI01 (CPAS)	4703	0,16	0,15	0,24	0,27	0,82
RMNI02 (Place Albert Ier)	4131	0,17	0,16	0,25	0,28	0,61
RMNI03 (Maillebotte)	3971	0,16	0,16	0,22	0,24	1,24
TMRX01 (Rixensart)	4698	0,15	0,15	0,22	0,24	0,72
TMCH01 (Marchienne)	4685	0,16	0,15	0,22	0,25	0,41
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4684	0,17	0,16	0,24	0,26	0,72
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4688	0,18	0,18	0,25	0,27	0,66
TMNT09 (Vielsalm)	4510	0,13	0,12	0,19	0,21	0,40

Tableau 5.3.2 : Monoxyde de carbone (CO) – Valeurs semi-horaires – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Comme pour les PM_{2.5}, les concentrations en monoxyde de carbone sont plus élevées durant la première campagne, menée en période hivernale, que lors de la seconde campagne réalisée en période estivale.

Une extrapolation linéaire des résultats sur une année indique que 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. Les concentrations en monoxyde de carbone mesurées à Nivelles sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans les stations de comparaison, à l'exception de la station de fond de Vielsalm qui mesure des concentrations plus faibles.

Les Figures 5.3.1 et 5.3.2 montrent les évolutions des concentrations journalières pour le monoxyde de carbone. On constate un bon parallélisme entre les profils des stations RMNI01, RMNI02, RMNI03, ainsi qu'avec ceux des stations de comparaison situées à Rixensart et dans la région de Charleroi.

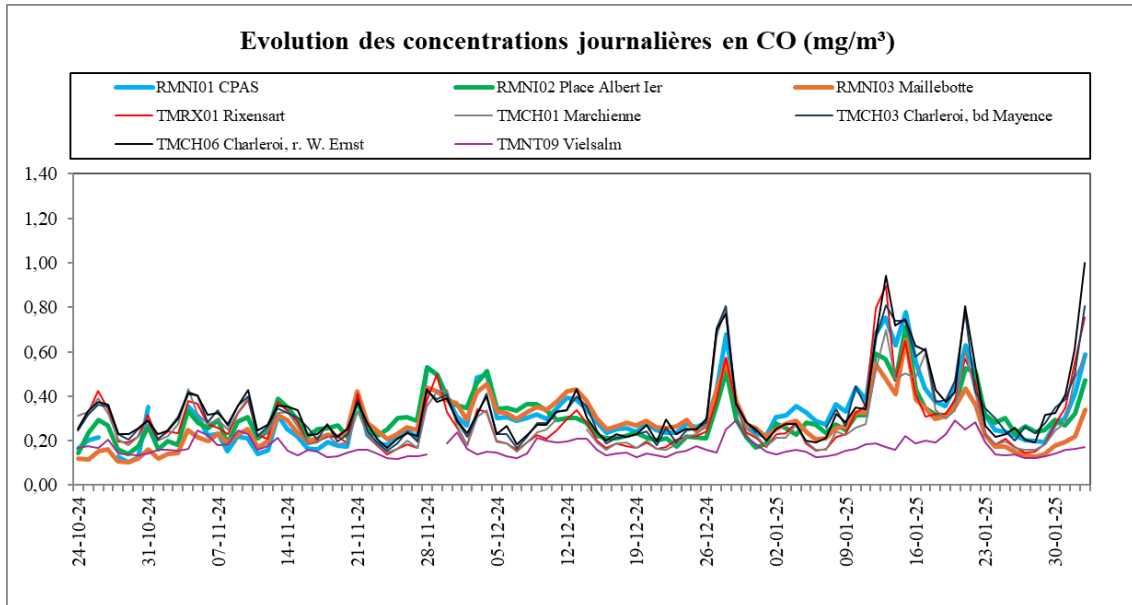


Figure 5.3.1 : Monoxyde de carbone (CO) – Evolution des concentrations journalières – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

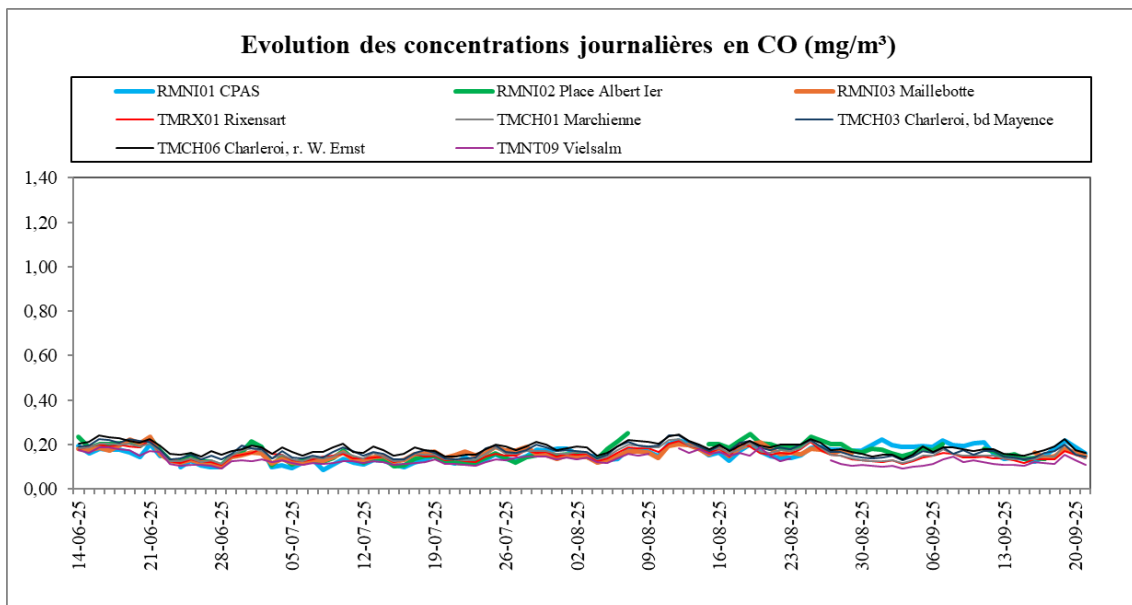


Figure 5.3.2 : Monoxyde de carbone (CO) – Evolution des concentrations journalières – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 5.3.3 et 5.3.4 montrent les journées moyennes pour pour les trois stations installées à Nivelles, ainsi que pour les stations de comparaison (heures GMT). Les concentrations sont faibles et varient peu tout au long de la journée.

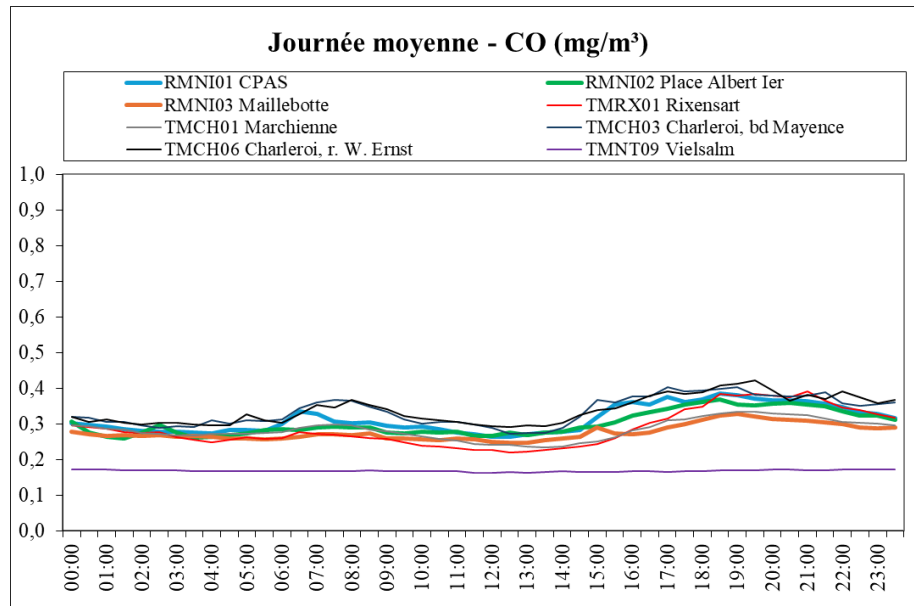


Figure 5.3.3 : Monoxyde de carbone (CO) – Journée moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

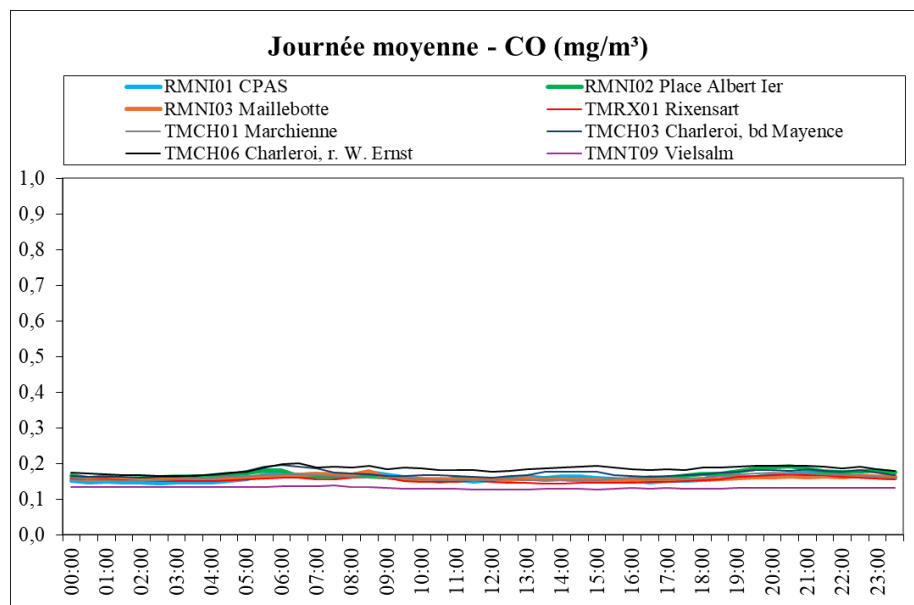


Figure 5.3.4 : Monoxyde de carbone (CO) – Journée moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 5.3.5 et 5.3.6 donnent les profils des semaines moyennes. Aucune différence significative n'est observée entre les concentrations mesurées la semaine et le weekend.

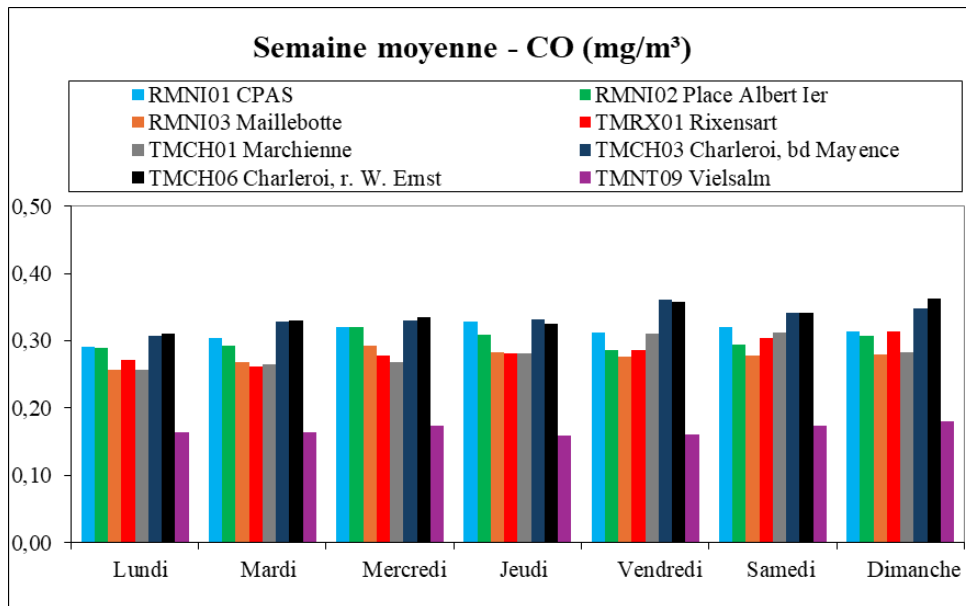


Figure 5.3.5 : Monoxyde de carbone (CO) – Semaine moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

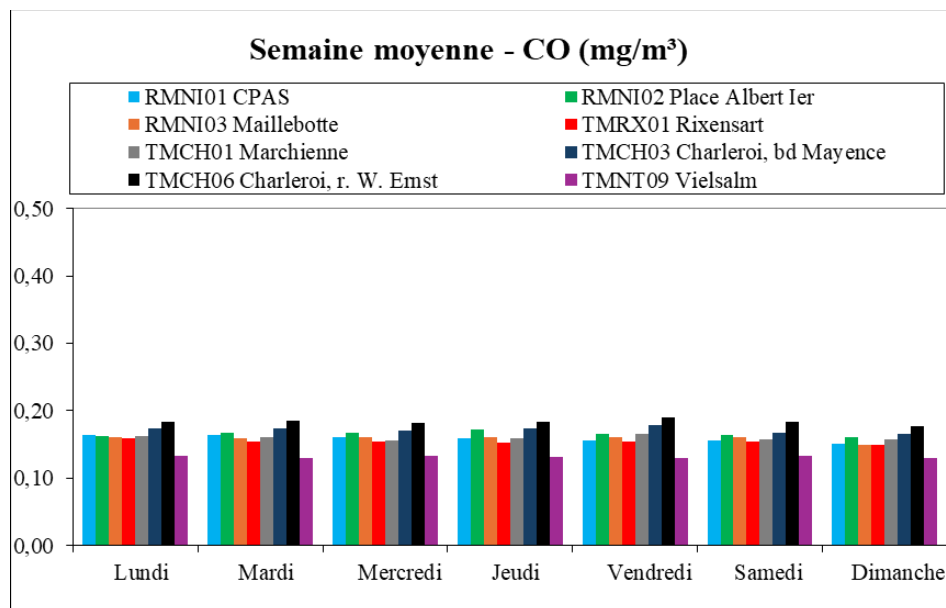


Figure 5.3.6 : Monoxyde de carbone (CO) – Semaine moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 5.3.7 et 5.3.8 montrent les roses de pollution du monoxyde de carbone pour les trois stations RMNI01, RMNI02 et RMNI03 implantées à Nivelles. Celles-ci ne mettent pas en évidence d'apports particuliers en provenance d'une source spécifique.



Figure 5.3.7 : CO – Roses de pollution – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)



Figure 5.3.8 : CO – Roses de pollution – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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

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).

La Wallonie a réduit ses émissions de 69 % entre 1990 et 2022 et de 62 % entre 2005 et 2022. 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.

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 35 % de la totalité des émissions anthropiques (chiffres 2022). 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 32 % des émissions totales d'oxydes d'azote, le reste des émissions provenant principalement de l'agriculture (18 %).

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. Valeurs limites et 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 durant les mêmes périodes dans cinq stations du réseau de Wallonie : la station télémétrique la plus proche (TMRX01 : Rixensart, rue des Volontaires), une station industrielle suburbaine située à Marchienne-au-Pont (TMCH01 : Quai du Sud), une station de fond urbain située à Charleroi (TMCH03 : Boulevard Pierre Mayence), une station de type trafic située à Charleroi (TMCH06 : Rue Willy Ernst) et une station mesurant la pollution de fond située à Dourbes (TMNT01).

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMNI01 (CPAS)	4725	7	2	33	58	213
RMNI02 (Place Albert Ier)	4638	6	2	27	49	99
RMNI03 (Maillebotte)	4892	3	1	11	26	95
TMRX01 (Rixensart)	4764	3	1	14	27	69
TMCH01 (Marchienne)	4730	8	2	46	73	166
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4679	12	4	53	82	234
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4781	11	5	50	81	217
TMNT01 (Dourbes)	4780	0	0	1	3	18

Tableau 6.3.1 : Monoxyde d'azote (NO) – Valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RMNI01 (CPAS)	4730	2	1	4	7	61
RMNI02 (Place Albert Ier)	4431	2	1	4	7	40
RMNI03 (Maillebotte)	4792	1	1	2	3	33
TMRX01 (Rixensart)	4689	1	0	2	3	45
TMCH01 (Marchienne)	4483	1	1	4	7	82
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4586	2	1	8	11	175
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4693	3	2	8	11	144
TMNT01 (Dourbes)	4676	1	1	2	2	18

Tableau 6.3.2 : Monoxyde d'azote (NO) – Valeurs semi-horaires – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les concentrations en monoxyde d'azote sont plus élevées en période hivernale qu'en période estivale. Lors de la première campagne, on observe que ces les concentrations mesurées aux trois stations installées à Nivelles sont inférieures à celles observées aux stations de comparaison situées à Charleroi.

Les Figures 6.3.1 et 6.3.2 présentent les évolutions des valeurs journalières.

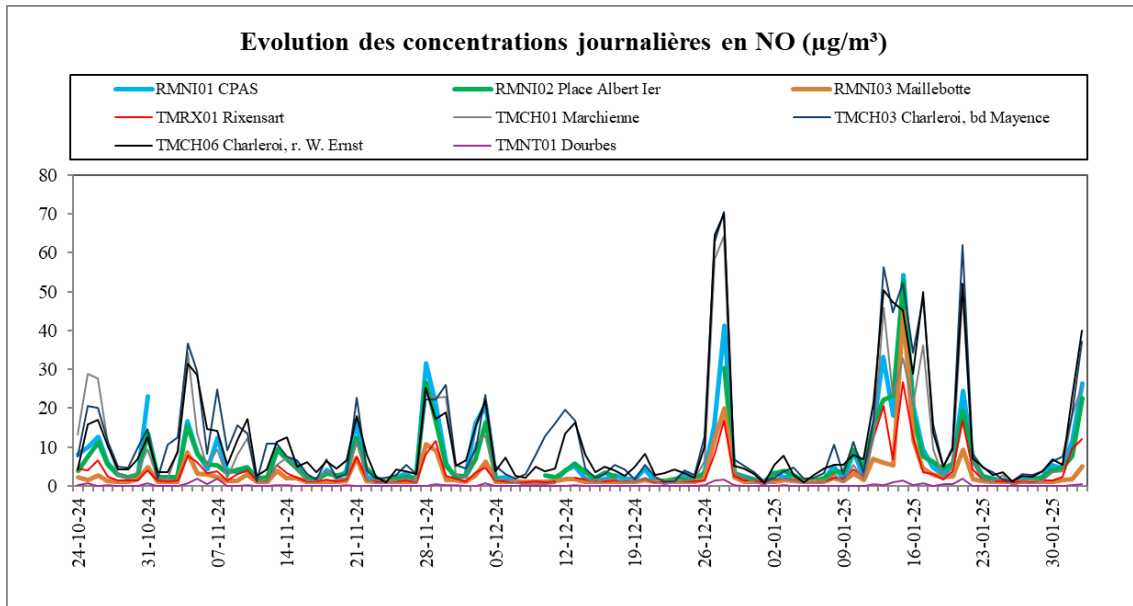


Figure 6.3.1 : Monoxyde d'azote (NO) – Evolution des concentrations journalières – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

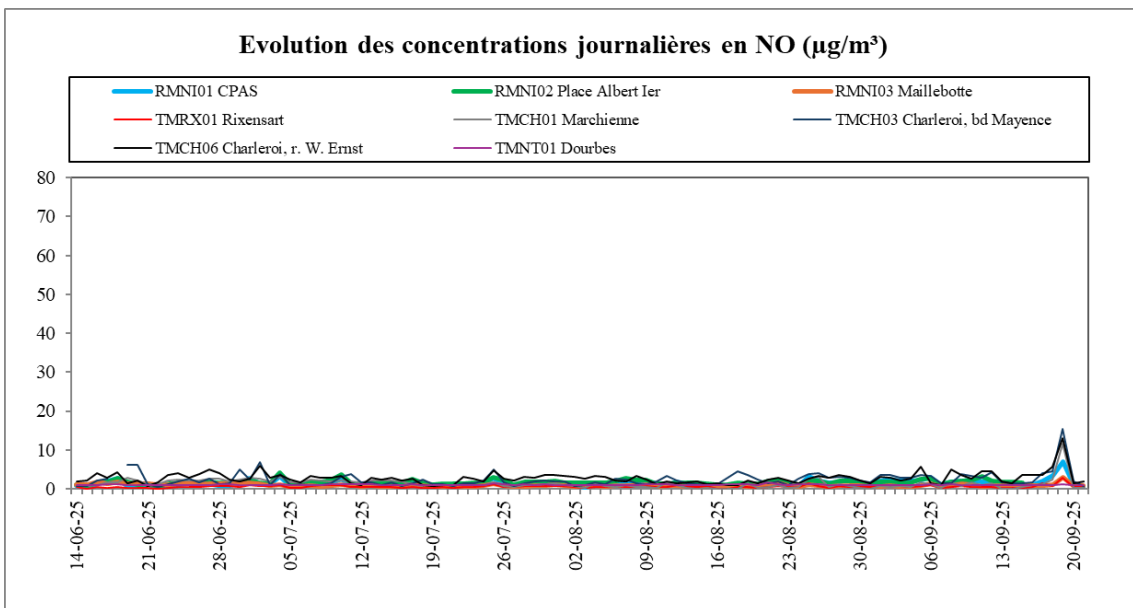


Figure 6.3.2 : Monoxyde d'azote (NO) – Evolution des concentrations journalières – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 6.3.3 et 6.3.4 montrent les journées moyennes. Les heures mentionnées sont les heures GMT. Les profils en NO varient fortement au cours d'une journée. Le profil d'une journée moyenne lors de la première campagne est typique et correspond aux flux automobiles. On aperçoit clairement un pic matinal ainsi qu'un pic vespéral. Ces pics correspondent aux départs du matin et aux retours du soir. En été (2^{ème} campagne), les concentrations moyennes sont plus faibles qu'en hiver et le pic vespéral diminue fortement jusqu'à disparaître. Cette période de la journée correspond, en été, au maximum de concentration en ozone, gaz destructeur de monoxyde d'azote. Le décalage apparent entre les profils d'hiver et d'été provient du décalage entre l'horaire d'été et l'horaire d'hiver, les graphiques étant établis en temps universel.

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

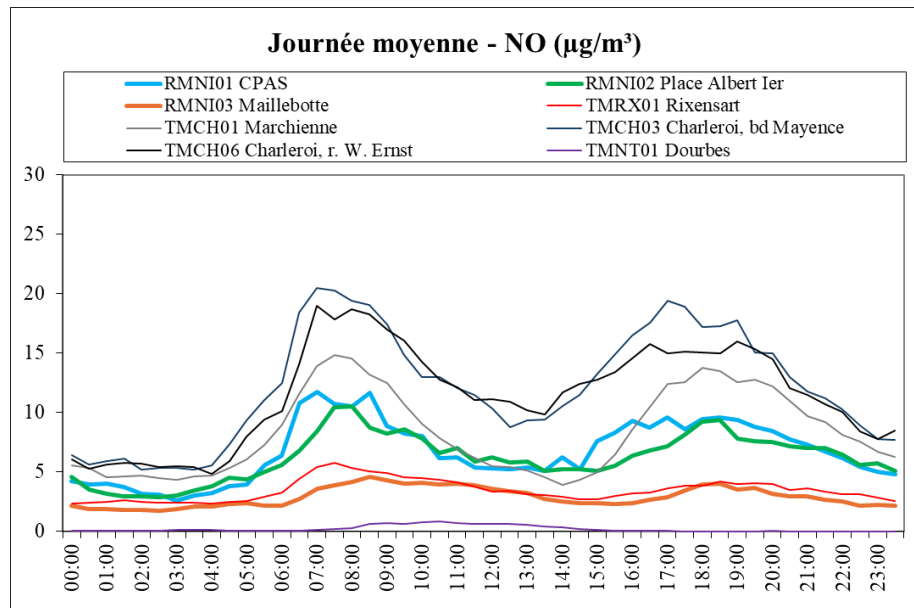


Figure 6.3.3 : Monoxyde d'azote (NO) – Journée moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

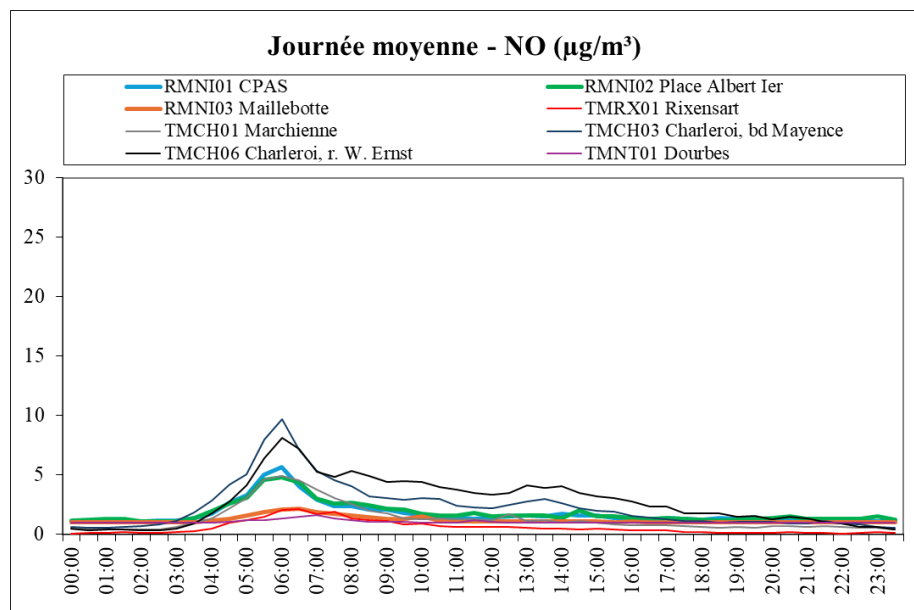


Figure 6.3.4 : Monoxyde d'azote (NO) – Journée moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 6.3.5 et 6.3.6 présentent les semaines moyennes pour l'ensemble des stations mentionnées précédemment. On y observe une légère diminution des concentrations le dimanche.

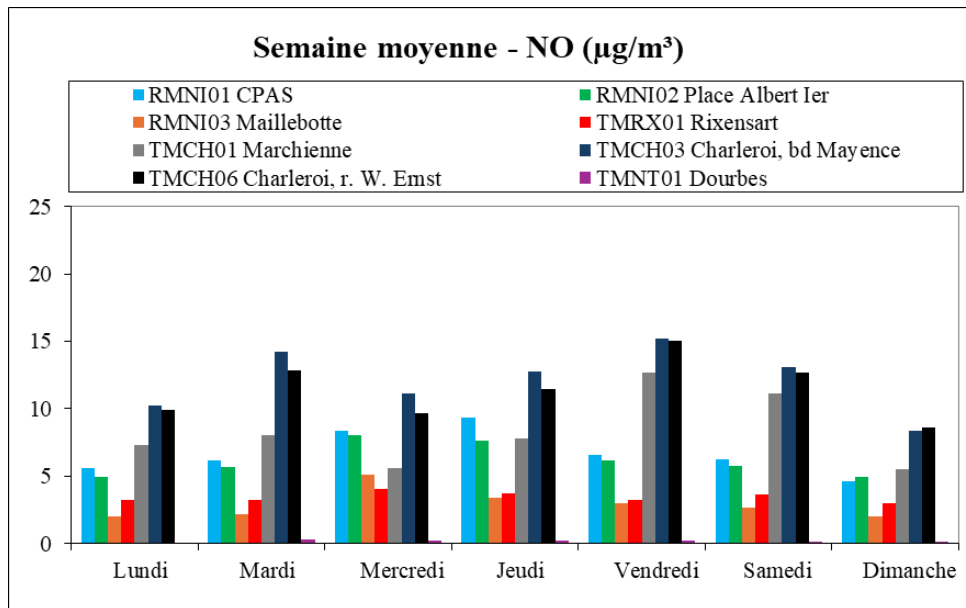


Figure 6.3.5 : Monoxyde d’azote (NO) – Semaine moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

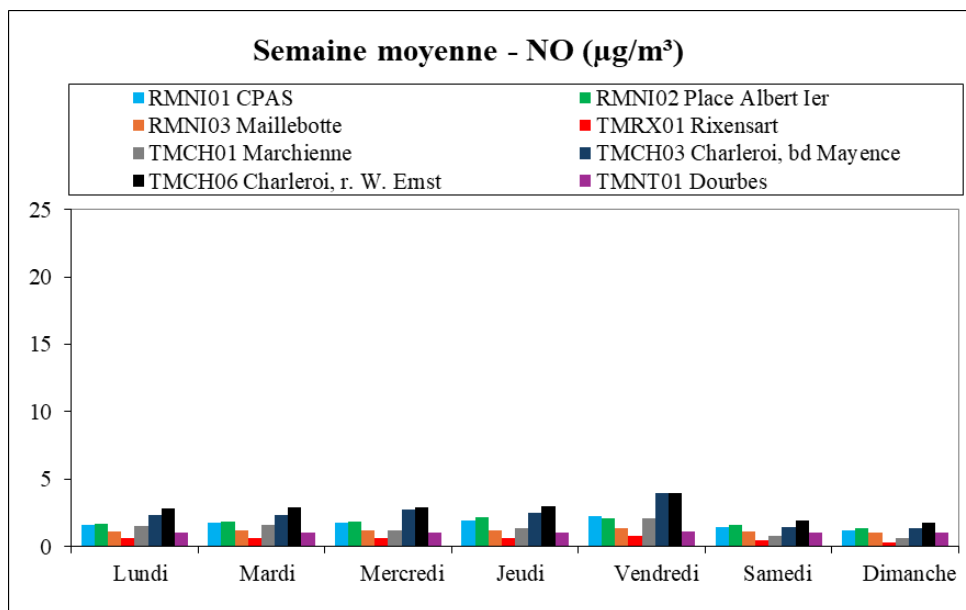


Figure 6.3.6 : Monoxyde d’azote (NO) – Semaine moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 6.3.7 et 6.3.8 montrent les roses de pollution pour le monoxyde d’azote. Celles-ci ne permettent pas d’identifier clairement des tendances ou des sources dominantes de pollution.



Figure 6.3.7 : NO – Roses de pollution – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)



Figure 6.3.8 : NO – Roses de pollution – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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

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 heure	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	Année civile	10 µg/m ³
	24 heures	25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an
	1 heure	200 µg/m ³

Tableau 6.4.2.1 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Valeurs guides OMS

6.4.3. Indices (BelAQI)

Des 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
Moyenne 24h										
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 6.4.3.1 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Indices (BelAQI)

6.5. Résultats (NO₂)

Les résultats sont résumés dans les Tableaux 6.5.1 et 6.5.2 et sont comparés à ceux obtenus durant les mêmes périodes dans cinq stations du réseau de Wallonie : la station télémétrique la plus proche (TMRX01 : Rixensart, rue des Volontaires), une station industrielle suburbaine située à Marchienne-au-Pont (TMCH01 : Quai du Sud), une station de fond urbain située à Charleroi (TMCH03 : Boulevard Pierre Mayence), une station de type trafic située à Charleroi (TMCH06 : Rue Willy Ernst) 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)
RMNI01 (CPAS)	4725	27	18	82	120	333
RMNI02 (Place Albert Ier)	4638	16	14	38	44	71
RMNI03 (Maillebotte)	4892	14	12	33	40	66
TMRX01 (Rixensart)	4765	12	10	29	35	76
TMCH01 (Marchienne)	4730	15	13	33	40	60
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4731	21	18	44	52	132
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4781	23	21	49	56	81
TMNT01 (Dourbes)	4780	5	4	12	15	30

Tableau 6.5.1 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

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)
RMNI01 (CPAS)	4730	7	6	18	23	42
RMNI02 (Place Albert Ier)	4431	9	7	20	24	47
RMNI03 (Maillebotte)	4792	5	4	13	17	41
TMRX01 (Rixensart)	4689	6	5	12	14	24
TMCH01 (Marchienne)	4483	10	8	24	32	63
TMCH03 (Charleroi, bd Mayence)	4613	11	9	27	34	69
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4693	13	12	27	34	65
TMNT01 (Dourbes)	4676	2	2	5	6	18

Tableau 6.5.2 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Valeurs semi-horaires – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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, à l'exception de la station RMNI01 (CPAS) pour laquelle on relève 4 dépassements au cours de la première campagne de mesure. La valeur guide annuelle de l'OMS serait dépassée pour l'ensemble des stations susmentionnées, à l'exception des stations RMNI03 (Maillebotte), TMRX01 (Rixensart) et la station de fond de Dourbes (TMNT01). La valeur guide journalière serait quant à elle dépassée à l'ensemble des stations, à l'exception de la station de fond de Dourbes (TMNT01).

Les Figures 6.5.1 et 6.5.2 illustrent cette comparaison des résultats obtenus avec les valeurs limites et valeurs guides en vigueur.

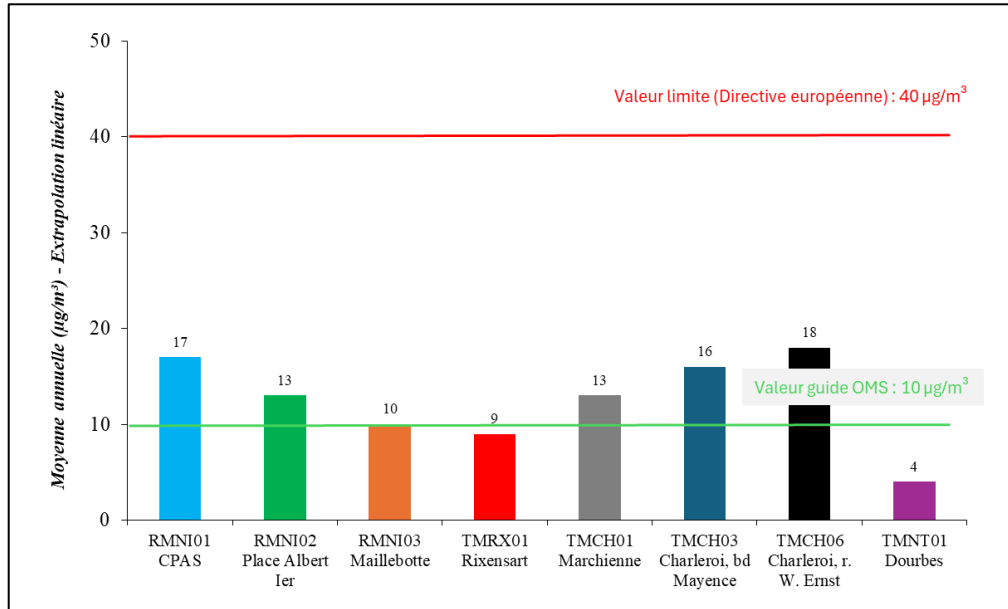


Figure 6.5.1 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Moyenne annuelle – Extrapolation linéaire sur une année (cumul des deux campagnes)

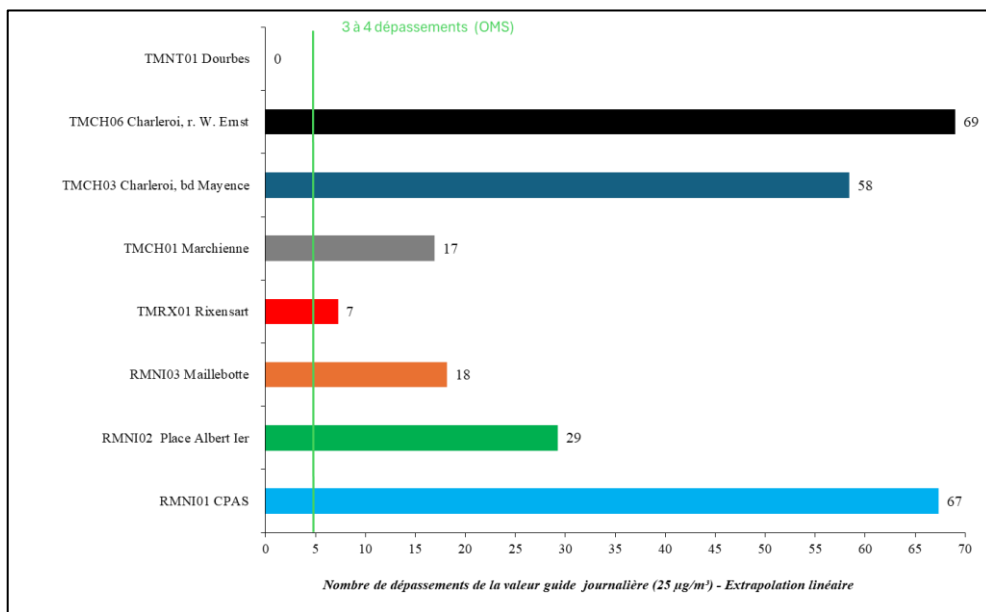


Figure 6.5.2 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Nombre de dépassements (OMS) de la valeur guide journalière – Extrapolation linéaire sur une année (cumul des deux campagnes)

Les Figures 6.5.3 et 6.5.4 présentent les évolutions des valeurs journalières pour le dioxyde d'azote. On constate un certain parallélisme entre tous ces profils. Toutefois, les concentrations mesurées à la station RMNI01 (CPAS) présentent ponctuellement des épisodes de pollution plus intenses tout au long de la première campagne. Ces fluctuations semblent survenir de manière aléatoire et leur origine précise n'est pas clairement identifiée. Les concentrations plus élevées coïncident toutefois avec les périodes où les températures extérieures sont les plus basses et pourraient éventuellement être liées à des émissions provenant d'un système de chauffage non repéré lors de l'installation de la station mobile.

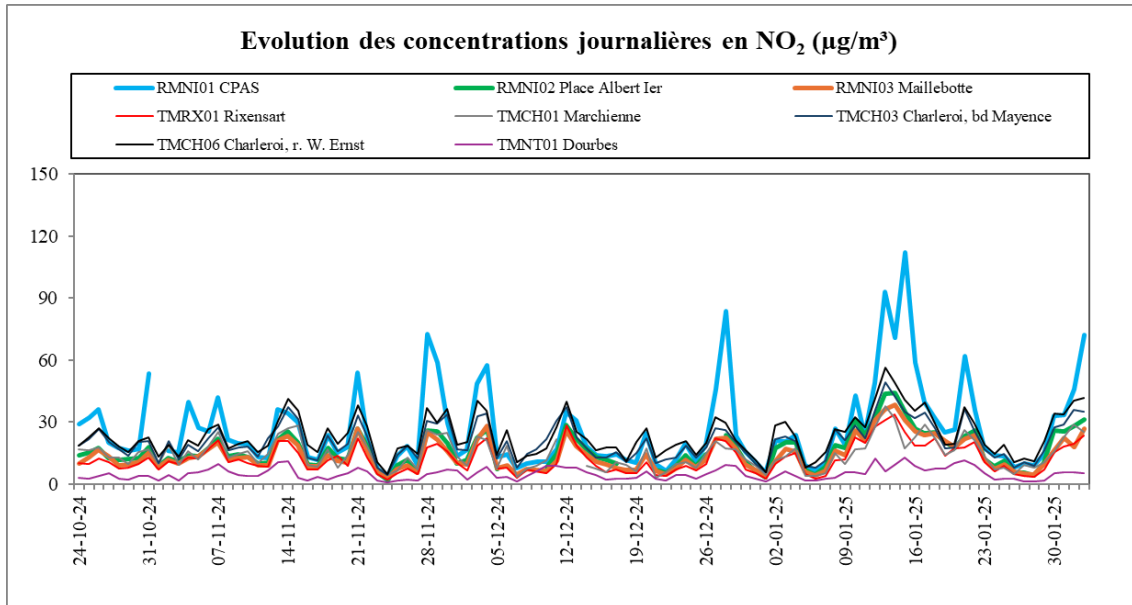


Figure 6.5.3 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Evolution des concentrations journalières – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

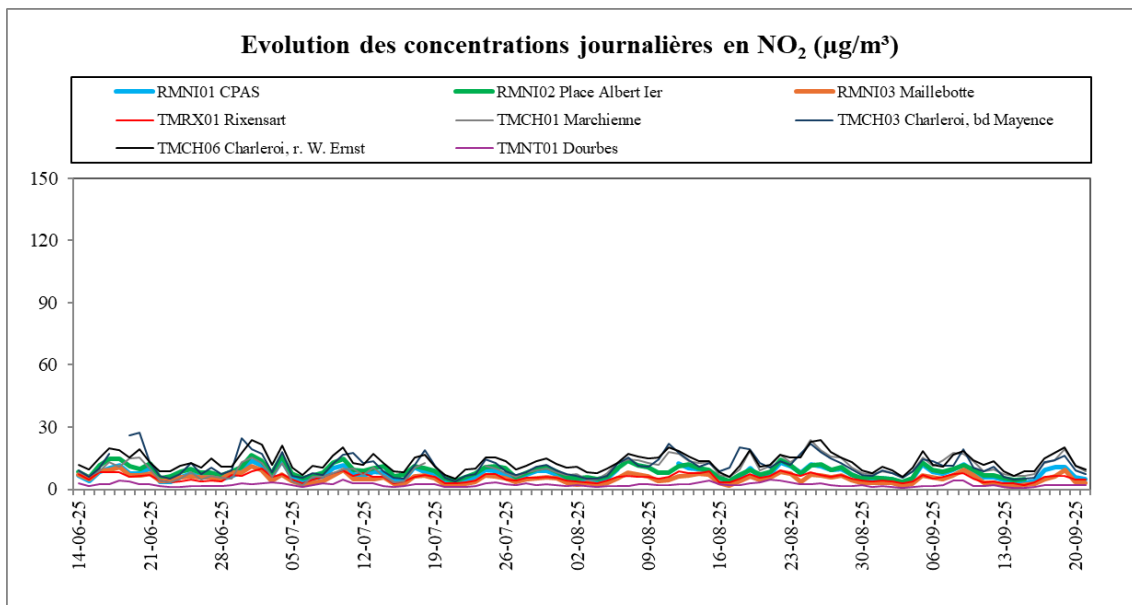


Figure 6.5.4 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Evolution des concentrations journalières – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 6.5.5 et 6.5.6 montrent les journées moyennes en dioxyde d'azote pour les trois stations installées à Nivelles ainsi que pour les stations de comparaison. Les heures mentionnées sont les heures GMT. Comme pour le monoxyde d'azote, on retrouve un profil bimodal, avec un maximum matinal et un maximum vespéral. Ces pics sont plus larges que pour le monoxyde d'azote (le dioxyde est principalement un polluant secondaire). En été (2^{ème} campagne), le pic de fin de journée est plus tardif et commence quand la production d'ozone et la destruction de dioxyde d'azote conséquente s'arrêtent faute de rayons solaires suffisamment énergétiques. Le NO présent est alors transformé en NO₂ par l'ozone.

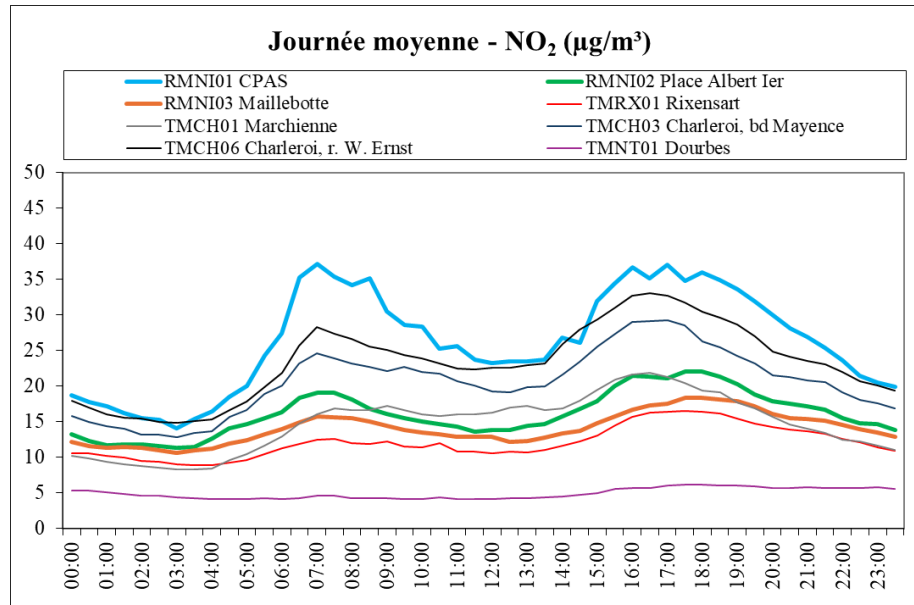


Figure 6.5.5 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Journée moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

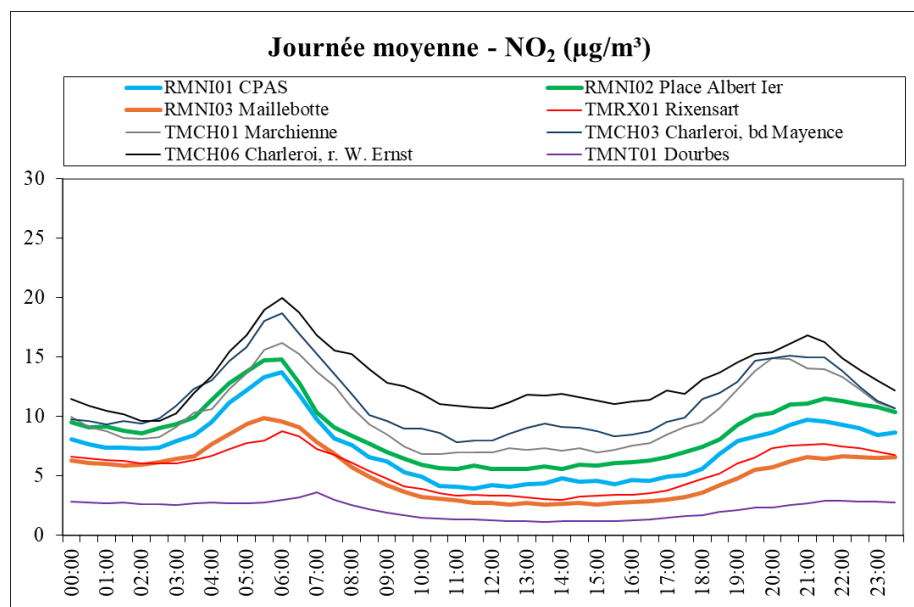


Figure 6.5.6 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Journée moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

Les Figures 6.5.7 et 6.5.8 montrent les semaines moyennes pour les stations mentionnées précédemment. On observe une légère tendance à des concentrations de dioxyde d'azote plus faibles le week-end, en particulier le dimanche.

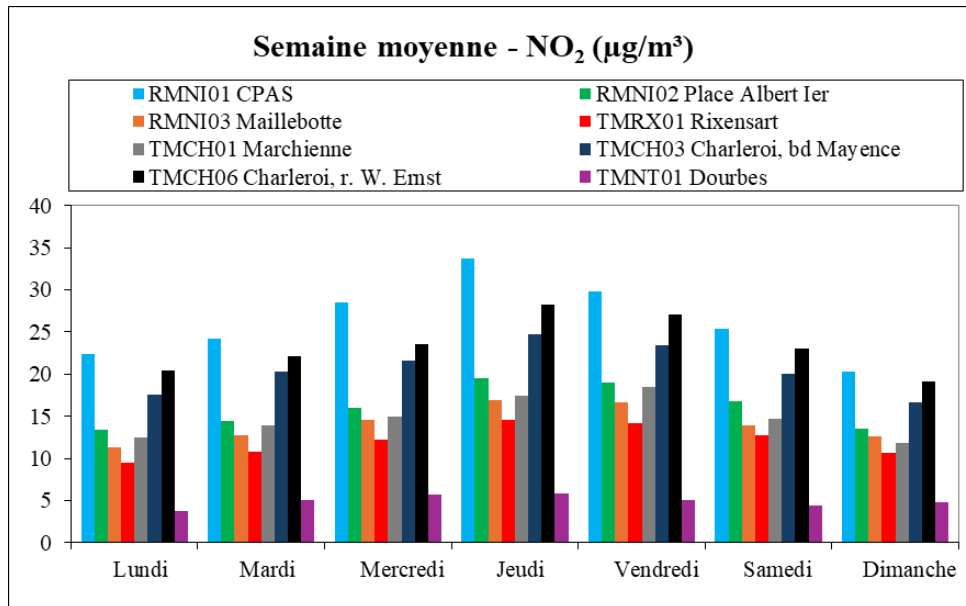


Figure 6.5.7 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Journée moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

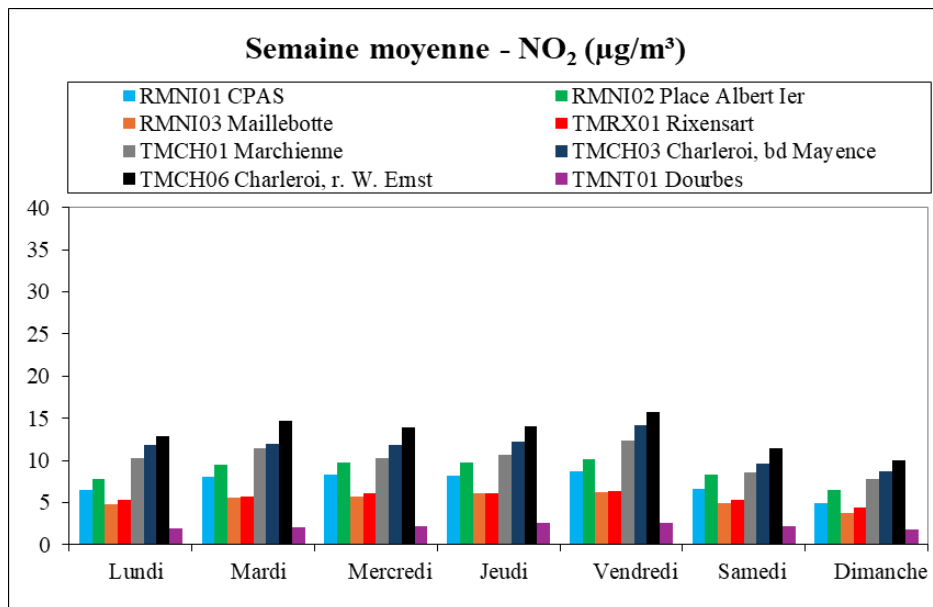


Figure 6.5.8 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Journée moyenne – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

La répartition des indices de qualité de l'air (BeIAQI), est reprise dans le Tableau 6.5.3.

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	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours	Nombre de jours
RMNI01	196	33	62	37	17	11	6	7	5	6	12
RMNI02	188	21	71	52	17	12	9	4	0	2	0
RMNI03	202	62	78	24	14	14	6	2	2	0	0
TMRX01	202	62	91	20	14	11	2	2	0	0	0
TMCH01	195	20	72	48	31	15	7	1	1	0	0
TMCH03	201	8	51	53	37	20	16	9	5	2	0
TMCH06	202	2	31	60	52	19	17	4	10	6	1
TMNT01	202	162	35	5	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 6.5.3 : Dioxyde d'azote (NO₂) – Indices de qualité de l'air (BeIAQI) – (cumul des deux campagnes)

Les Figures 6.5.9 et 6.5.10 montrent les roses de pollution pour le dioxyde d'azote. Les apports apparaissent divers et variés, ce qui ne permet pas d'identifier clairement des sources dominantes.



Figure 6.5.9 : NO₂ – Roses de pollution – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

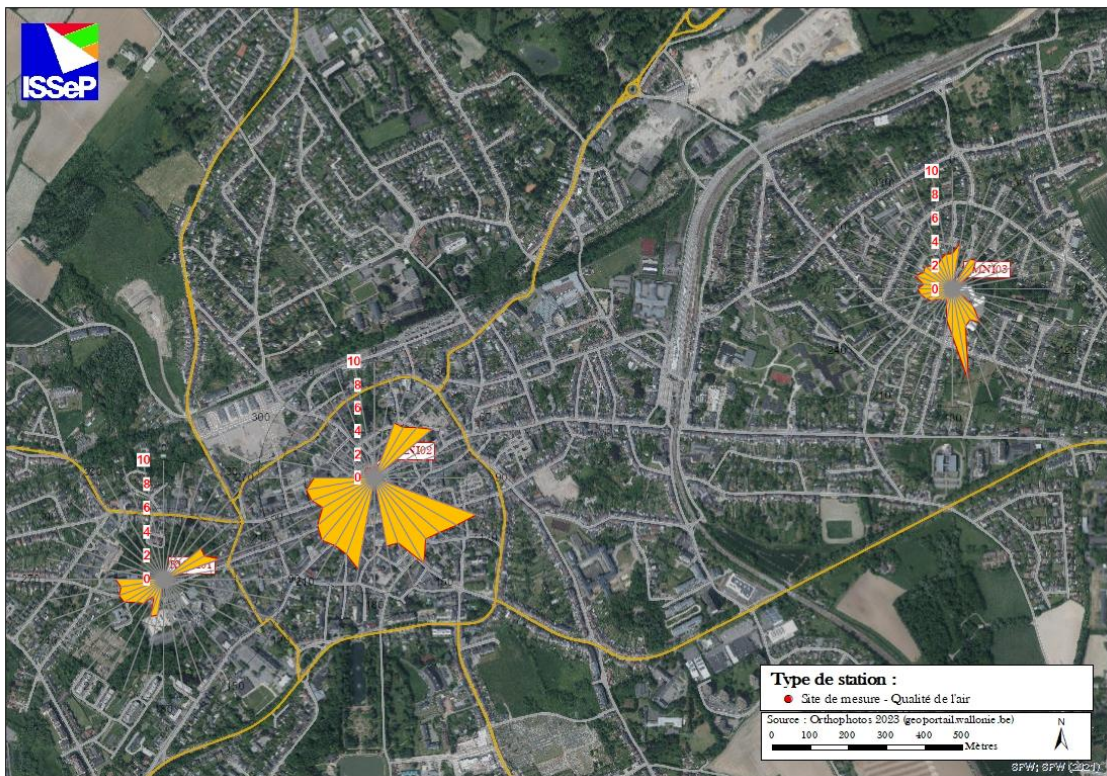


Figure 6.5.10 : NO₂ – Roses de pollution – 2^{ème} campagne (14/06/2025 au 21/09/2025)

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

7. Black carbon

7.1. Description, origine et impact sur l'environnement

Le black carbon (aussi appelé 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 black carbon est défini comme étant un composé constitué de carbone qui absorbe le rayonnement lumineux (de couleur noire). La méthode de mesure du black carbon est d'ailleurs basée sur l'absorption de rayonnements lumineux de plusieurs longueurs d'onde par des particules collectées sur filtre.

Le black carbon 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 black carbon d'origines naturelles (feux de forêt et de végétation) influencent également les concentrations dans l'air ambiant.

De par ses faibles dimensions, le black carbon 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 black carbon 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 black carbon joue également un rôle dans le réchauffement climatique. Il participe au réchauffement de l'atmosphère en interceptant et absorbant les rayons solaires et en relâchant cette énergie sous forme de chaleur. Certains scientifiques suggèrent d'ailleurs que le black carbon serait le deuxième plus important contributeur au réchauffement climatique après le dioxyde de carbone.

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 black carbon 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.

7.2. Valeurs limites et guides

Actuellement, il n’y a pas de législation européenne réglementant les teneurs en black carbon 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 black carbon 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 black carbon dans l’air montrent une excellente corrélation avec les oxydes d’azote qui eux sont toxiques et réglementés.

7.3. Résultats

Le Tableau 7.3.1 reprend les principaux paramètres statistiques pour le black carbon. Ce polluant n’a été mesuré qu’aux stations RMNI01 (CPAS) et RMNI02 (Place Albert Ier) durant la première campagne de mesure. Ils sont comparés à ceux obtenus durant la même période dans trois stations du réseau de Wallonie : une station industrielle suburbaine située à Marchienne-au-Pont (TMCH01 : Quai du Sud), une station de type trafic située à Charleroi (TMCH06 : Rue Willy Ernst) et une station mesurant la pollution de fond située à Vielsalm (TMNT09).

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)
RMNI01 (CPAS)	4830	0,68	0,48	2,11	2,96	5,44
RMNI02 (Place Albert Ier)	4894	0,59	0,42	1,78	2,59	8,68
TMCH01 (Marchienne)	4550	0,66	0,40	2,34	3,12	5,48
TMCH06 (Charleroi, r. W. Ernst)	4886	1,34	0,94	4,35	6,07	10,60
TMNT09 (Vielsalm)	4875	0,14	0,11	0,35	0,46	1,01

Tableau 7.3.1 : Black carbon – Valeurs semi-horaires – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

Les concentrations mesurées aux deux stations de Nivelles sont du même ordre de grandeur que celles de la station de comparaison de Marchienne (TMCH01). Elles sont supérieures aux valeurs de fond (TMNT09 – Vielsalm) mais restent inférieures à celles observées dans un environnement de type trafic (TMCH06 – Charleroi, rue W. Ernst).

La Figure 7.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières en black carbon.

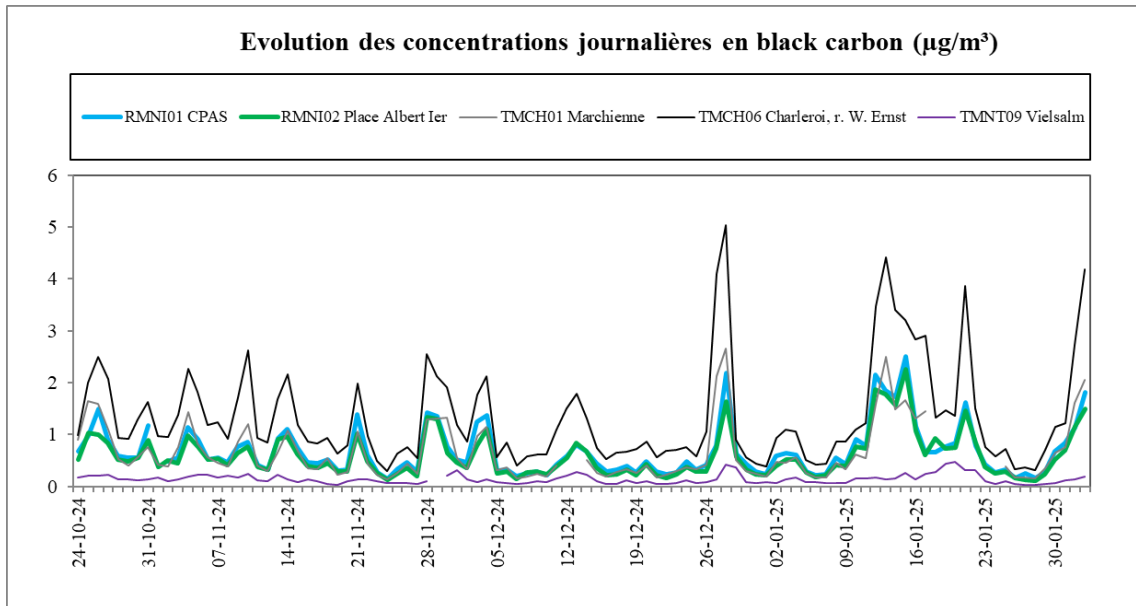


Figure 7.3.1 : Black carbon – Evolution des concentrations journalières – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

La Figure 7.3.2 montre les journées moyennes en black carbon pour les stations susmentionnées (heures GMT). Pour les deux stations de Nivelles et les deux stations de comparaison de la région de Charleroi, on observe une augmentation des concentrations au cours de la journée, avec un pic maximal enregistré en soirée.

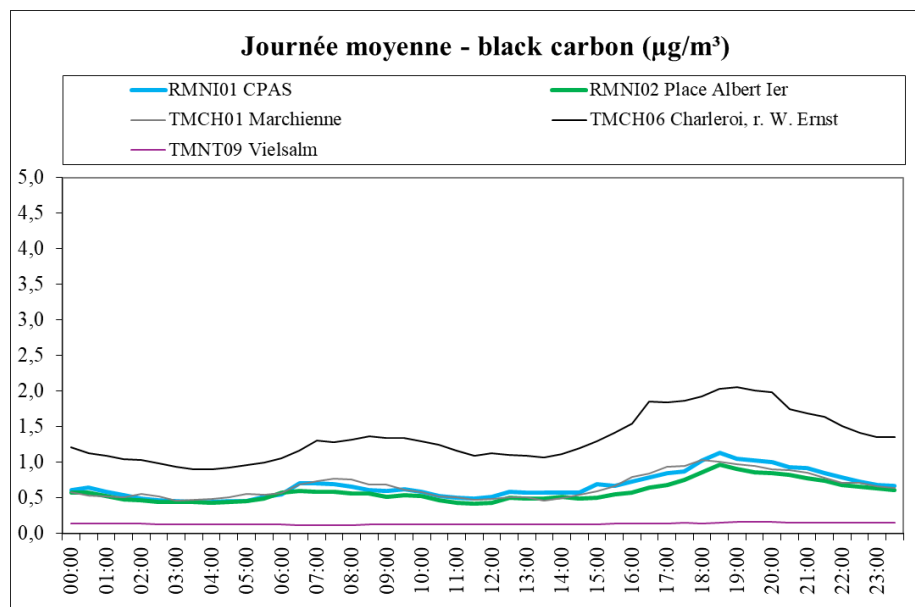


Figure 7.3.2 : Black carbon – Journée moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

La Figure 7.3.3 montre la semaine moyenne pour les stations mentionnées précédemment.

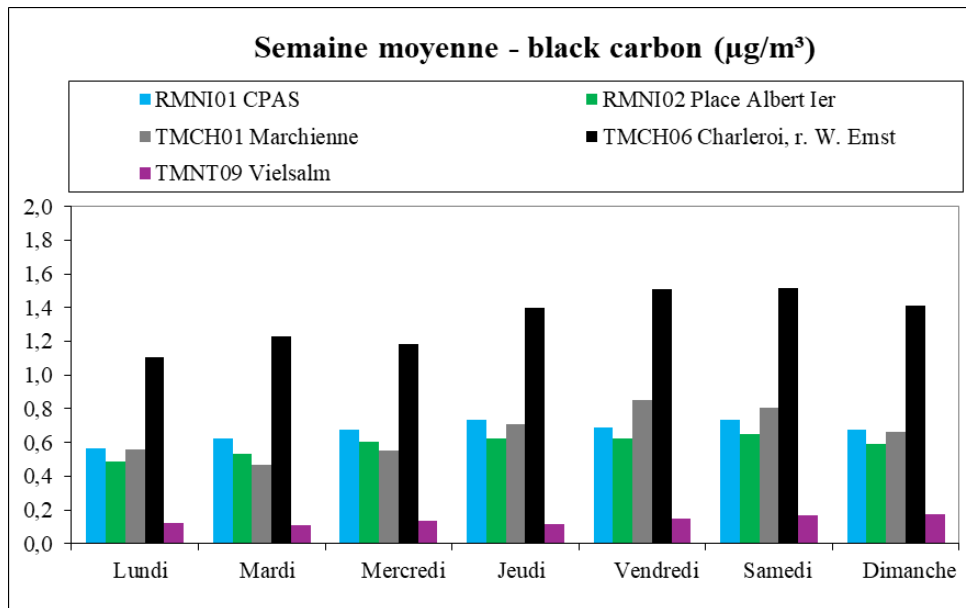


Figure 7.3.3 : Black carbon – Semaine moyenne – 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

La Figure 7.3.4 montre les roses de pollution pour le black carbon. À l’instar de la plupart des polluants étudiés précédemment, elles ne mettent pas en évidence des directions dominantes d’apport.



Figure 7.3.4 : Black carbon - Roses de pollution - 1^{ère} campagne (24/10/2024 au 02/02/2025)

8. Conclusions

Dans le cadre de sa mission de gestion des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie, l'ISSeP (Institut Scientifique de Service Public) réalise régulièrement, à la demande de l'AWAC (Agence Wallonne de l'Air et du Climat), des études ponctuelles couvrant l'ensemble du territoire régional. Ces études ont pour objectif d'évaluer les niveaux de pollution atmosphérique dans des zones où les données disponibles sont insuffisantes ou inexistantes, afin de mieux caractériser l'exposition de la population et de fournir des informations pertinentes pour l'élaboration et le suivi de la politique régionale en matière de qualité de l'air. Elles permettent également de compléter et d'enrichir le réseau permanent de surveillance existant, en offrant une vision plus détaillée et ponctuelle des concentrations des polluants atmosphériques.

Dans cette optique, l'AWAC a mandaté l'ISSeP pour mener plusieurs campagnes de mesure dans différentes communes de la province du Brabant wallon. Cette province demeure en effet peu couverte par le réseau permanent de surveillance, une seule station fixe y étant actuellement implantée à Rixensart. Ces campagnes visent à obtenir des données sur l'exposition locale aux principaux polluants atmosphériques, afin de mieux comprendre la variabilité spatiale et temporelle de la qualité de l'air dans la région.

Le présent rapport présente les résultats de l'étude réalisée à Nivelles au cours de deux campagnes de mesure menées entre fin 2024 et 2025. La première campagne s'est déroulée du 24 octobre 2024 au 2 février 2025, tandis que la seconde a eu lieu du 14 juin 2025 au 21 septembre 2025. Ces campagnes ont permis de couvrir différentes périodes saisonnières et météorologiques, ce qui est essentiel pour évaluer les variations temporelles des concentrations de polluants.

Trois stations de mesure de la qualité de l'air, présentées sous la forme de remorques, ont été installées à Nivelles. La station RMNI02 a été positionnée au centre-ville, sur la place Albert Ier. Les deux autres stations ont été implantées respectivement en amont et en aval du centre-ville, selon un axe sud-ouest/nord-est correspondant à la direction dominante des vents dans la région : la station RMNI01 au CPAS, rue Samiette, et la station RMNI03 à l'école de la Maillebotte.

Si le respect des valeurs contraignantes de la Directive européenne 2008/50/CE, transposée en droit wallon, ne peut être évalué que sur la base d'une série annuelle de données, une extrapolation linéaire sur une année, des données obtenues au cours de ces deux campagnes de mesure, permet de conclure que toutes les valeurs limites seraient respectées pour les trois stations de mesure installées dans le cadre de cette étude.

Par rapport aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (« WHO air quality guidelines level updates – september 2021 »), celles-ci seraient respectées pour les trois stations susmentionnées pour les particules en suspension, fraction PM10, et le monoxyde de carbone.

Pour les particules en suspension, fraction PM2.5 et le dioxyde d'azote, les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS ne seraient pas respectées pour les trois stations (à l'exception de la valeur guide annuelle pour la station RMNI03 à l'école de la Maillebotte). Cette constatation est d'ailleurs réalisée dans la plupart des stations du réseau de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie.

Les concentrations mesurées à Nivelles sont globalement du même ordre de grandeur que celles relevées dans les stations de comparaison situées dans des environnements urbains ou périurbains du réseau wallon.

Pour tous les polluants étudiés, aucune source dominante dans une direction particulière n'a pu être mise en évidence, suggérant que les apports proviennent de sources multiples et dispersées, tant locales que régionales.



Sébastien FAYS
Pôle Air
Cellule Immissions
Responsable U.T. Campagnes mobiles

ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE



RMNI01 (CPAS)



RMNI02 (Place Albert Ier)



RMNI03 (Ecole de la Maillebotte)

ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL DE MESURE

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 API 300E

- détection par absorption infrarouge et corrélation gazeuse
- gamme : 10 ppm
- temps de réponse : 10 s
- débit échantillon : 800 ml/min
- calibration : bouteille de CO dans l'azote

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 NO_x 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 MetOne BC1054

- détection par atténuation d'un faisceau de lumière par un échantillon de particules collectées sur filtre.
- filtre fibre de verre
- longueur d'onde du faisceau lumineux = 880 nm
- temps d'échantillonnage : 1 min
- LD = 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- correction des données suivant la formule proposée par Virkkula et al.- "A simple procedure for correcting loading effect of aethalometer data", J. Air & Waste Manage. Assoc., 57:1214-1222

ANNEXE 3 : CALCUL DES ROSES DE POLLUTION

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

On calcule donc la moyenne des valeurs mesurées pour une direction de vent correspondant à un secteur particulier. On obtient alors une répartition par secteur, dont la longueur est proportionnelle à la concentration de la pollution arrivant au point de mesure, lorsque le vent provient de la direction du secteur.

On utilise la formule simplifiée suivante, en éliminant les valeurs associées à une vitesse de vent inférieure à 1 m/s :

$$C_d = \frac{\sum_i C_i \times n_{d,i}}{\sum_i n_{d,i}}$$

où :

- C_d = concentration moyenne associée à la direction d
- C_i = concentration moyenne mesurée pour la demi-heure i
- $n_{d,i}$ = 0, si le vent de direction d pendant la demi-heure i a une vitesse inférieure à 1 m/s
= 1, dans le cas contraire

Pour la rose de fréquence des vents, la longueur d'un secteur est proportionnelle au nombre de demi-heures pour lesquelles le vent soufflait de cette direction.