

Liège, le 19 mars 2025

## **MESURE DE LA QUALITE DE L’AIR AMBIANT** **AUTOUR DE L’AEROPORT DE LIEGE**

### **CAMPAGNES MOBILES**

#### **Rapport intermédiaire : première année de mesure (2023-2024)**

Rapport n° 0699/2025

Guy GERARD  
Pôle Air  
Responsable Cellule Immissions

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



## TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>3</b>
<b>2. METHODOLOGIE</b> .....	<b>3</b>
<b>3. PARAMETRES METEOROLOGIQUES</b> .....	<b>6</b>
<b>4. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10 ET PM2.5)</b> .....	<b>8</b>
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).....	12
4.5. RESULTATS (PM2.5).....	13
<b>5. MONOXYDE DE CARBONE (CO)</b> .....	<b>15</b>
5.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	15
5.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	16
5.3. RESULTATS .....	16
<b>6. OXYDES D'AZOTE (NO ET NO<sub>2</sub>)</b> .....	<b>19</b>
6.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	19
6.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES (NO).....	20
6.3. RESULTATS (NO).....	20
6.4. VALEURS LIMITES ET GUIDES (NO <sub>2</sub> ) .....	22
6.5. RESULTATS (NO <sub>2</sub> ) .....	22
<b>7. BTEX</b> .....	<b>25</b>
7.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	25
7.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	26
7.3. RESULTATS .....	27
<b>8. NAPHTALENE (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>)</b> .....	<b>33</b>
8.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	33
8.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	34
8.3. RESULTATS .....	34
<b>9. FORMALDEHYDE (CH<sub>2</sub>O)</b> .....	<b>36</b>
9.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	36
9.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	37
9.3. RESULTATS.....	37
<b>10. PARTICULES ULTRAFINES</b> .....	<b>38</b>
10.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	38
10.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	39
10.3. RESULTATS.....	39
<b>11. BLACK CARBON</b> .....	<b>46</b>
11.1. DESCRIPTION, ORIGINE ET IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT .....	46
11.2. VALEURS LIMITES ET GUIDES.....	47
11.3. RESULTATS .....	47
<b>12. CONCLUSIONS</b> .....	<b>50</b>
<b>ANNEXE 1 : STATIONS DE MESURE EN CONTINU</b>	
<b>ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DU MATERIEL (MESURE, PRELEVEMENT ET ANALYSE)</b>	

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

## 1. Introduction

Par le biais d'une convention signée en 2022, la SOWAER (Société Wallonne des Aéroports) a formalisé sa collaboration avec l'ISSeP (Institut Scientifique de Service Public), exploitant des réseaux de mesure de la qualité de l'air en Wallonie, pour réaliser une surveillance de la qualité de l'air autour des aéroports wallons de Charleroi et Liège. Cette surveillance avait déjà été mise en place en 2019 autour de l'aéroport de Charleroi et elle a débuté en 2023 à Liège.

Un avenant à cette convention a défini des campagnes de mesure supplémentaires à réaliser pour la mise en œuvre du permis unique portant sur le renouvellement du permis d'environnement délivré à Liège Airport le 26 août 2022 et modifié par l'arrêté ministériel du 30 avril 2024 retirant l'arrêté ministériel du 31 janvier 2023 et statuant sur le recours exercé contre la décision du 26 août 2022.

Ce rapport analyse les données récoltées au cours de la première année de mesure de ces campagnes supplémentaires et plus précisément entre le 14/12/2023 et le 04/12/2024.

## 2. Méthodologie

Pour la surveillance de la qualité de l'air, le permis d'environnement de l'aéroport de Liège prévoit l'installation d'une station de prélèvement et de mesure à l'immission.

Depuis octobre 2023, cette surveillance permanente est réalisée sur deux sites de mesure : le premier (TMLG08 – Les Cahottes) se situe à 1.100 m au sud-ouest du bout de la piste et le second (TMLG09 – Liège Airport D-VOR) est quant à lui situé à environ 500 m au nord-est de l'autre bout de piste.

Le permis prévoit également la réalisation de campagnes ponctuelles de mesure de la qualité de l'air ambiant s'étalant sur 12 semaines et réalisées, l'une en été, l'autre en hiver, en 4 points de mesure.

A cette fin, deux sites supplémentaires ont été sélectionnés dans le même axe : un point en amont par rapport aux vents dominants (RMLG33 - Warfusée) situé à 3.600 m au sud-ouest du bout de piste et un point en aval (RMLG36 - Alleur) situé à 4.300 m au nord-est de l'autre bout de piste. Le choix des emplacements précis doit tenir compte de contraintes logistiques telles que la disposition d'un espace suffisant et sécurisé pour installer le matériel, un raccordement au réseau électrique et l'accès aisé au site pour les techniciens de l'ISSeP.

Des campagnes ponctuelles sont réalisées, l'une en été, l'autre en hiver, en rotation sur les 3 points de mesure TMLG08 (Les Cahottes), RMLG33 (Warfusée) et RMLG36 (Alleur) sur deux années consécutives. Pour chacun des 3 points de mesure, il y a une permanence des équipements de mesure sur 6 semaines consécutives, de manière à disposer, après les deux années de mesure, de 12 semaines de mesures en hiver et 12 semaines de mesures en été pour chacun des 3 points de mesure.

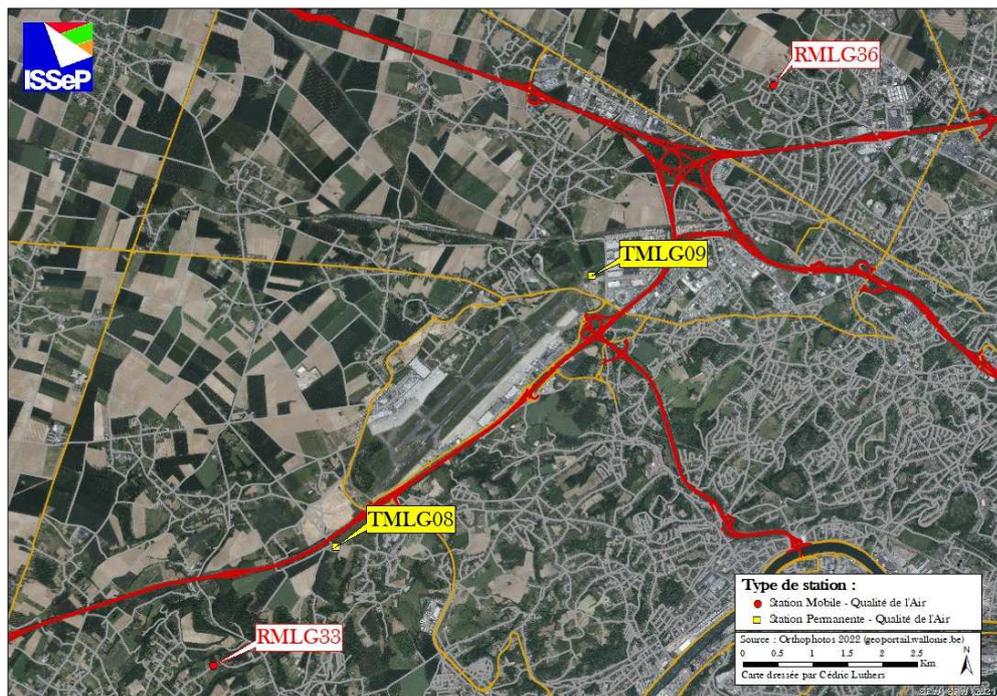
Le quatrième point est la station permanente TMLG09 (Liège Airport D-VOR) dans laquelle tous les polluants demandés par le permis d'environnement sont déjà mesurés en continu. Ce n'est pas le cas de l'autre station permanente TMLG08 (Les Cahottes) qui fait l'objet de mesures complémentaires dans le cadre de ces campagnes mobiles.

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

Le Tableau 2.1 donne les coordonnées des quatre sites de mesure concernés et la Figure 2.1 montre la localisation géographique de ceux-ci.

Site de mesure	Lieu	Coordonnées Lambert	
		X	Y
<b>TMLG08</b>	Les Cahottes Rue des Cahottes à B-4400 Flémalle	224213	145884
<b>TMLG09</b>	Liège Airport (D-VOR) Plaine de Cubber/Chaussée de Liège B-4460 Grâce-Hollogne	227899	149816
<b>RMLG33</b>	Warfusée Rue de Warfusée B-4400 FLEMALLE	222460	144158
<b>RMLG36</b>	Alleur Rue de la vallée 166 B-4432 ALLEUR (ANS)	230511	152576

**Tableau 2.1 : Coordonnées des sites de mesure**



**Figure 2.1 : Localisation des sites de mesure**

Les stations de mesure permanentes TMLG08 (Les Cahottes) et TMLG09 (Liège Airport D-VOR) sont équipées d'analyseurs spécifiques automatiques permettant de mesurer en continu et en temps réel le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), les particules en suspension (PM10 et PM2.5) et les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et m+p-xylènes). Un analyseur de particules ultrafines (UFP) a été ajouté sur le site TMLG09 (Liège Airport D-VOR).

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

La station mobile utilisée dans le cadre des campagnes ponctuelles se présente sous la forme d'une remorque. Elle a été déplacée successivement sur les sites RMLG36 (Allieur), RMLG33 (Warfusée) et TMLG08 (Les Cahottes), et elle est équipée d'analyseurs permettant la mesure de l'ensemble des polluants cités ci-dessus. La mesure du black carbon est également réalisée au niveau de la station mobile.

Sur l'ensemble des sites, les principaux paramètres météorologiques (température, humidité, pression atmosphérique, vitesse et direction du vent) ont également été mesurés, les conditions météorologiques ayant une influence importante sur les concentrations mesurées et, par conséquent, sur l'interprétation des résultats.

Toutes ces mesures en continu sont agrégées en valeurs semi-horaires.

A côté de toutes ces stations, ont été installés des préleveurs pour le naphthalène et pour le formaldéhyde.

L'Annexe 1 montre les différentes stations dans leur environnement. 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 qui n'y est pas mesuré.

Le Tableau 2.2 résume les différents paramètres mesurés dans le cadre de cette surveillance de la qualité de l'air autour de l'aéroport de Liège ainsi que les périodes de mesure.

	<b>TMLG08 (Les Cahottes)</b>	<b>TMLG09 (Liège-Airport D-VOR)</b>	<b>RMLG33 (Warfusée)</b>	<b>RMLG36 (Allieur)</b>
<b>PM10/PM2.5</b>	X (permanent)	X <sup>1</sup> (permanent)	X (campagnes mobiles)	X (campagnes mobiles)
<b>CO</b>				
<b>NO/NO<sub>2</sub></b>				
<b>BTEX</b>				
<b>Naphtalène</b>				
<b>Formaldéhyde</b>	X (campagnes mobiles)	X <sup>1</sup> (permanent)	du 16/03/2024 au 12/05/2024 et du 28/08/2024 au 21/10/2024.	du 14/12/2023 au 28/02/2024 et du 09/07/2024 au 26/08/2024.
<b>Météo</b>				
<b>Black carbon</b>	du 14/05/2024 au 07/07/2024 et du 23/10/2024 au 04/12/2024.	X <sup>1</sup> (permanent)	du 16/03/2024 au 12/05/2024 et du 28/08/2024 au 21/10/2024.	du 14/12/2023 au 28/02/2024 et du 09/07/2024 au 26/08/2024.
<b>UFP</b>				

**Tableau 2.2 : Paramètres mesurés dans le cadre des campagnes mobiles (première année) de surveillance de la qualité de l'air autour de l'aéroport de Liège**

Sur tous les sites sont aussi installés des collecteurs pour les retombées d'hydrocarbures mais ce paramètre n'est pas repris dans la liste des polluants à mesurer du permis. Les résultats des mesures de retombées d'hydrocarbures sont repris dans les rapports annuels et semestriels sur la qualité de l'air dans la zone de l'aéroport de Liège disponibles sur [www.wallonair.be](http://www.wallonair.be).

<sup>1</sup> Pour des raisons techniques d'installation de l'analyseur, la mesure du black carbon n'était pas active à la station TMLG09 pendant cette première année de mesure des campagnes mobiles

### 3. Paramètres météorologiques

Les Tableaux 3.1 et 3.2 donnent quelques paramètres statistiques décrivant les mesures de la température à la station de Liège-Airport D-VOR (TMLG09). Ceux-ci donnent une première idée des conditions météorologiques rencontrées durant cette étude.

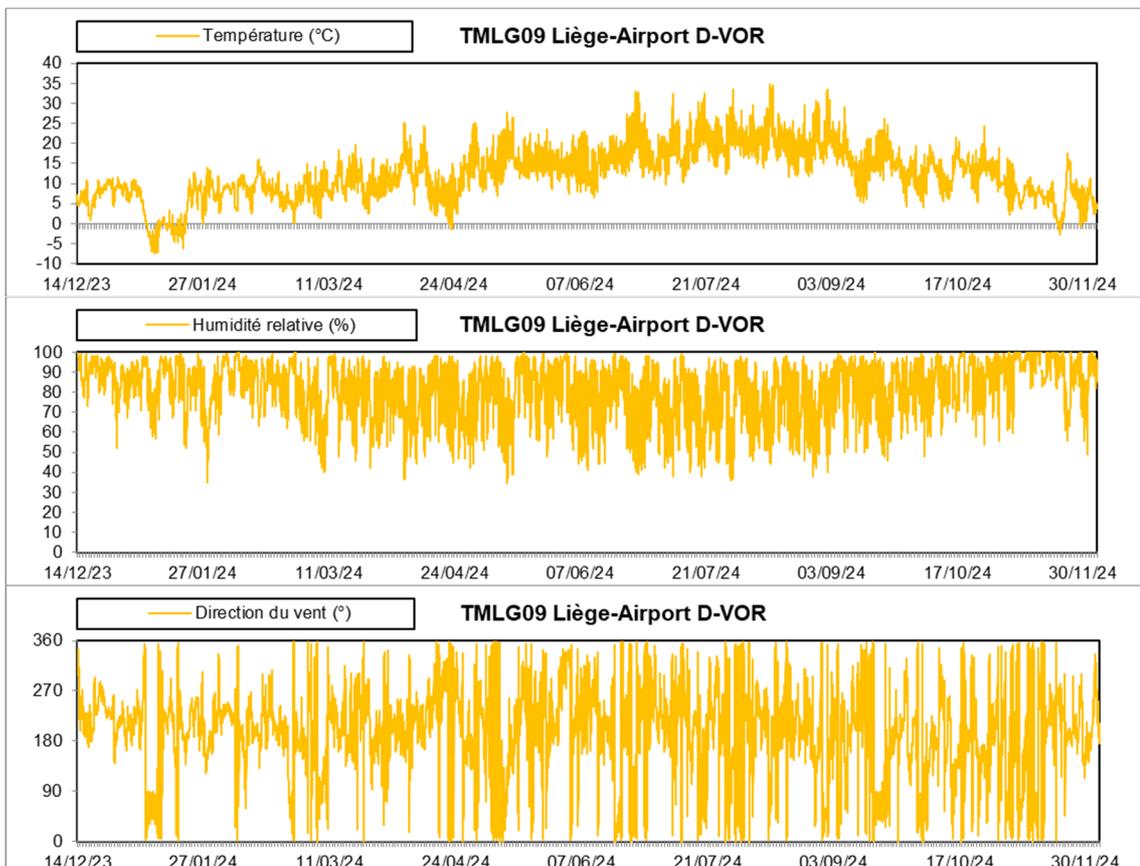
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
<b>TMLG09</b> Liège Airport D-VOR	17119	12,3	12,1	-7,5	34,8

**Tableau 3.1 : Température – Valeurs semi-horaires – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

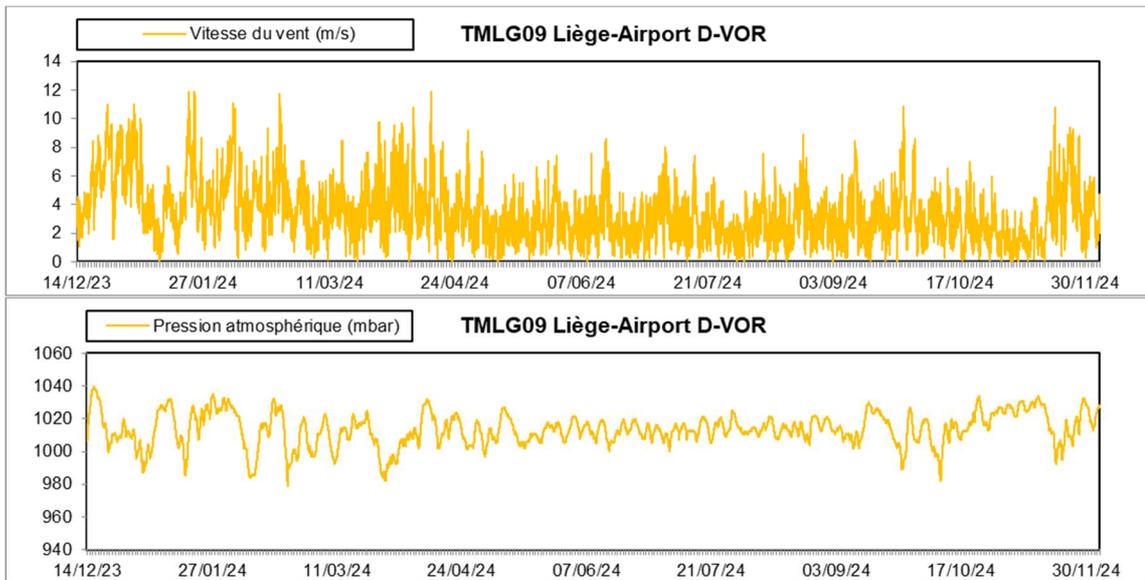
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (°C)	Médiane (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)
<b>TMLG09</b> Liège Airport D-VOR	357	12,3	12,0	-5,0	27,5

**Tableau 3.2 : Température – Valeurs journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 3.1 montre l'évolution des paramètres météorologiques à la station TMLG09 (Liège Airport D-VOR). 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.

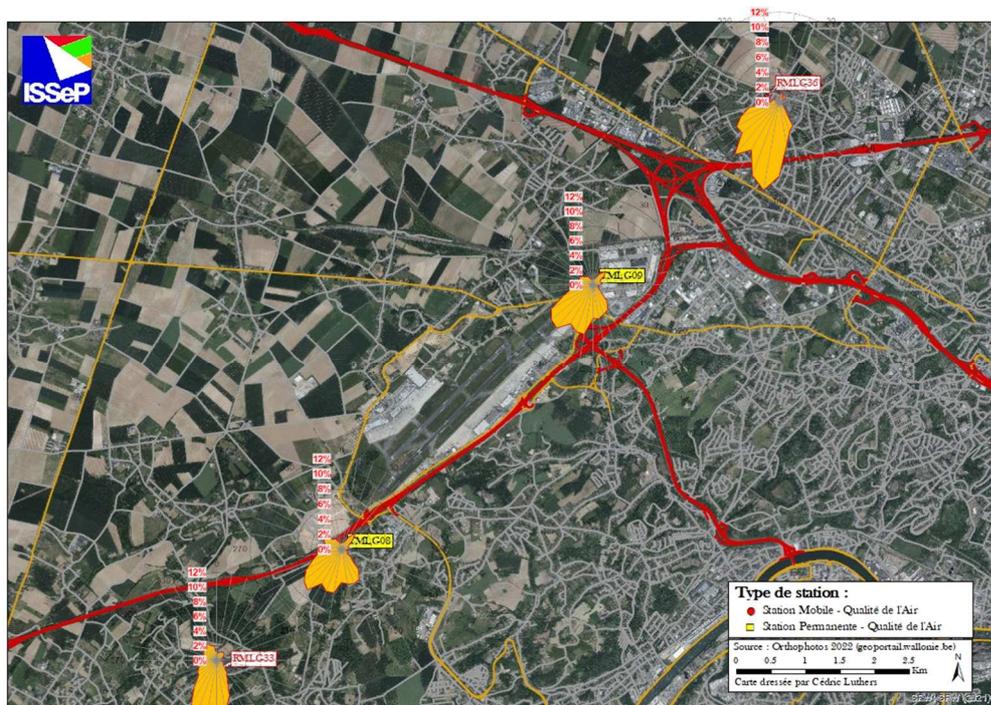


**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**



**Figure 3.1 : Paramètres météorologiques – Evolution des valeurs semi-horaires – TMLG09 (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 3.2 donne les roses des vents<sup>2</sup> obtenues pour les quatre sites. Les vents dominants sont du sud-ouest. A titre d'exemple, pour la station TMLG09 (Liège Airport D-VOR), durant la période de mesure (14/12/2023 au 04/12/2024), les vents ont soufflé du secteur sud-ouest 53 % du temps, du sud-est 20 % du temps, du nord-ouest 15 % du temps et enfin du nord-est 12 % du temps.



**Figure 3.2 : Roses des vents – (périodes non concomitantes)**

<sup>2</sup> 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 aérodynamique<sup>3</sup>, variant de 0,02 µm à 100 µm pour les particules dites atmosphériques (restant dans l'air).

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

---

<sup>3</sup> Le diamètre aérodynamique est le diamètre d'une sphère de densité unitaire ayant le même comportement aérodynamique que la particule considérée.

Les émissions wallonnes de PM10 (chiffres 2022) sont principalement imputables au secteur industriel, avec une part de 46 % 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 :

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

**Tableau 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**

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

<b>Composé</b>	<b>Période considérée</b>	<b>Valeur guide</b>
PM10	1 an 24 h	15 µg/m <sup>3</sup> 45 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an

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

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

### 4.3. Résultats (PM10)

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux particules en suspension (PM10) mesurées aux stations TMLG08 (Les Cahottes), TMLG09 (Liège-Airport D-VOR), RMLG33 (Warfusée) et RMLG36 (Alleur).

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 <sup>4</sup> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	12278	14	10	37	51	658
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	16732	11	8	30	40	208
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5404	13	9	36	47	75
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5882	12	10	30	43	79

**Tableau 4.3.1 : PM10 – Valeurs semi-horaires**

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nombre de jours > 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nombre de jours > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	253	14	11	70	3	1
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	349	11	9	46	1	0
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	113	13	10	55	2	1
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	121	12	10	50	1	1

**Tableau 4.3.2 : PM10 – Valeurs journalières**

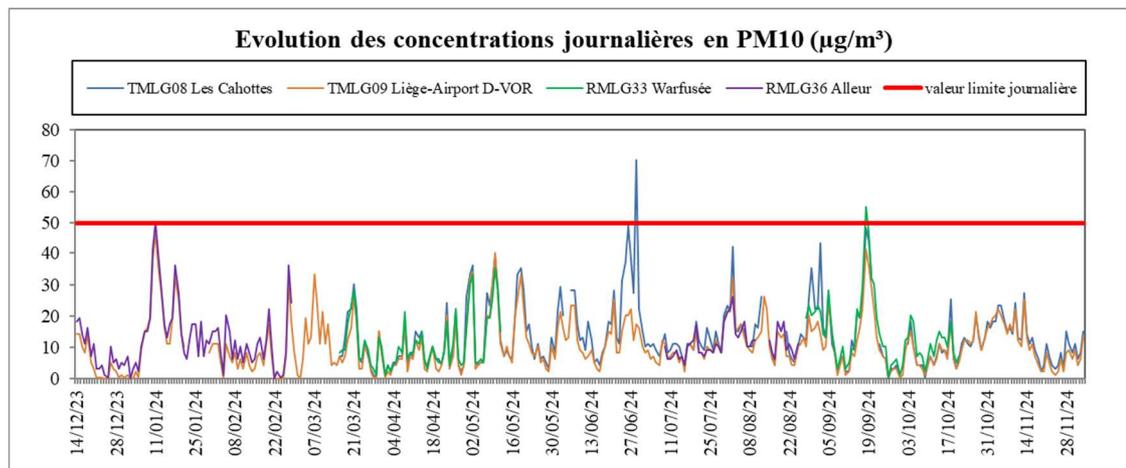
<sup>4</sup> Les centiles 95 et 98 représentent les valeurs telles que 95 % et 98 % des mesures leur soient inférieurs.

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.

La valeur guide annuelle de l'OMS serait également respectée pour l'ensemble des stations. La valeur guide journalière serait quant à elle légèrement dépassée aux stations TMLG08 (Les Cahottes) et RMLG33 (Warfusée).

Même si aucune comparaison stricte n'est correcte vu les périodes de mesure ne correspondant pas entre les sites, on note quand même des niveaux relativement semblables sur les différents sites.

La Figure 4.3.1 montre les évolutions des concentrations journalières comparées à la valeur limite journalière de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , à ne pas dépasser plus de 35 fois par an. On constate un certain parallélisme entre tous ces profils. Il faut cependant mentionner un épisode de pollution local en TMLG08 (Les Cahottes) enregistré fin juin et correspondant à d'importants travaux de voirie autour de la station. C'est d'ailleurs pendant ces travaux qu'ont été constatés les dépassements des valeurs limites journalières.



**Figure 4.3.1 : PM10 – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 4.3.2 montre les roses de pollution<sup>5</sup> pour les particules en suspension, fraction PM10, pour les quatre stations concernées par cette étude. Ces roses de pollution montrent des apports majoritaires en provenance du nord-est mais ne montrent aucun apport particulier en provenance du site de l'aéroport.

<sup>5</sup> 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.

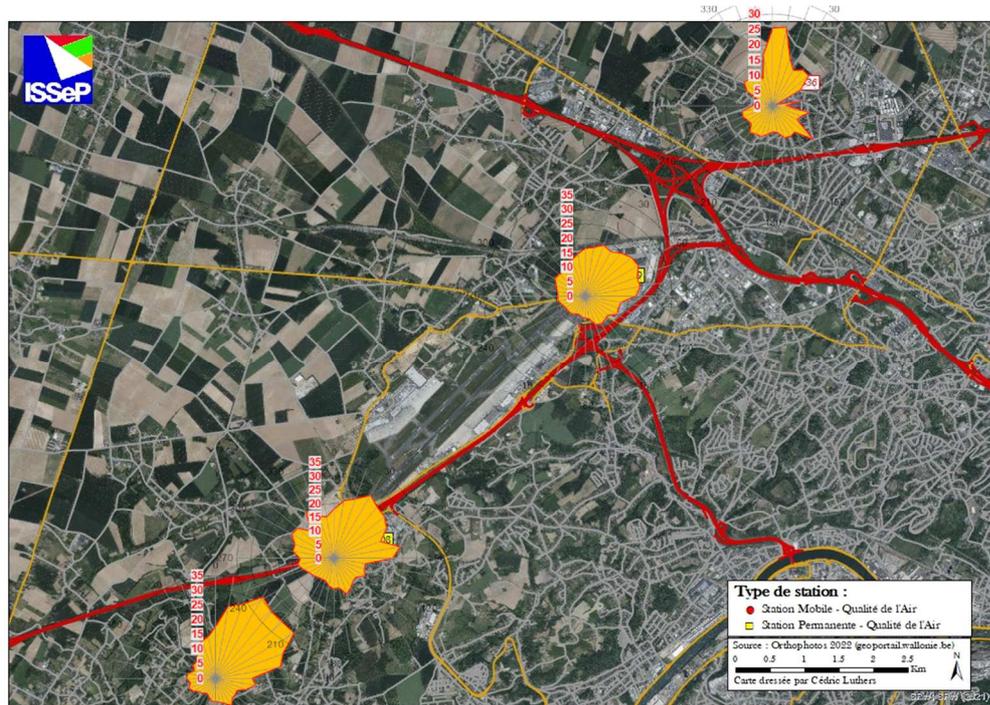


Figure 4.3.2 : PM10 – Roses de pollution – (périodes non-concomitantes)

#### 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)

##### 4.4.2. Valeurs guides OMS

L'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) a également défini des 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	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	24 h	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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

#### 4.5. Résultats (PM2.5)

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux particules en suspension (PM2.5) mesurées aux quatre stations au cours de cette étude.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	12278	7	5	22	29	111
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	16732	6	4	22	29	75
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5404	7	4	24	33	60
<b>RMLG36</b> Aleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5882	7	5	22	32	63

**Tableau 4.5.1 : PM2.5 – Valeurs semi-horaires**

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	253	6	5	19	29	27
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	349	6	5	18	37	32
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	113	7	5	20	35	12
<b>RMLG36</b> Aleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	121	7	5	20	38	10

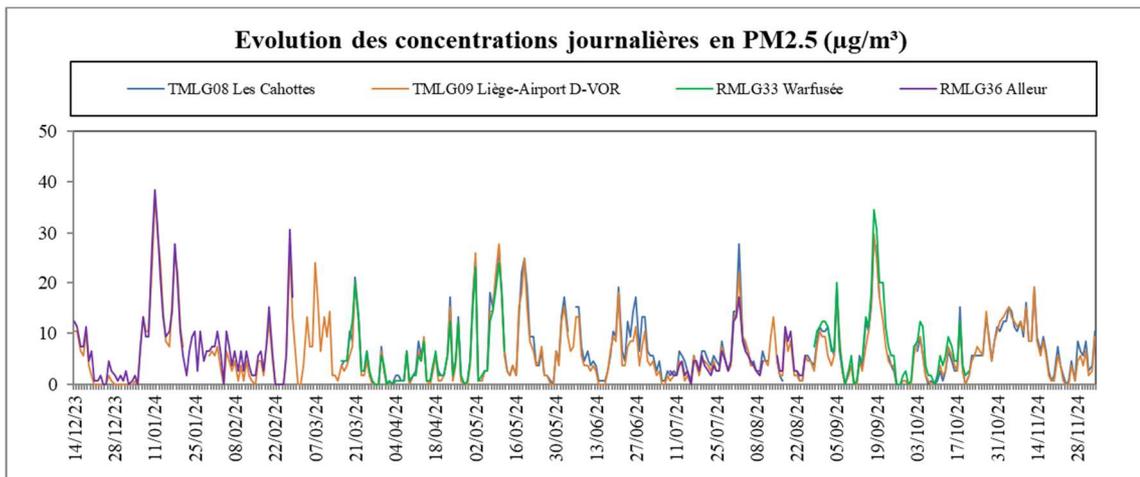
**Tableau 4.5.1 : PM2.5 – Valeurs journalières**

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

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 l'ensemble des stations.

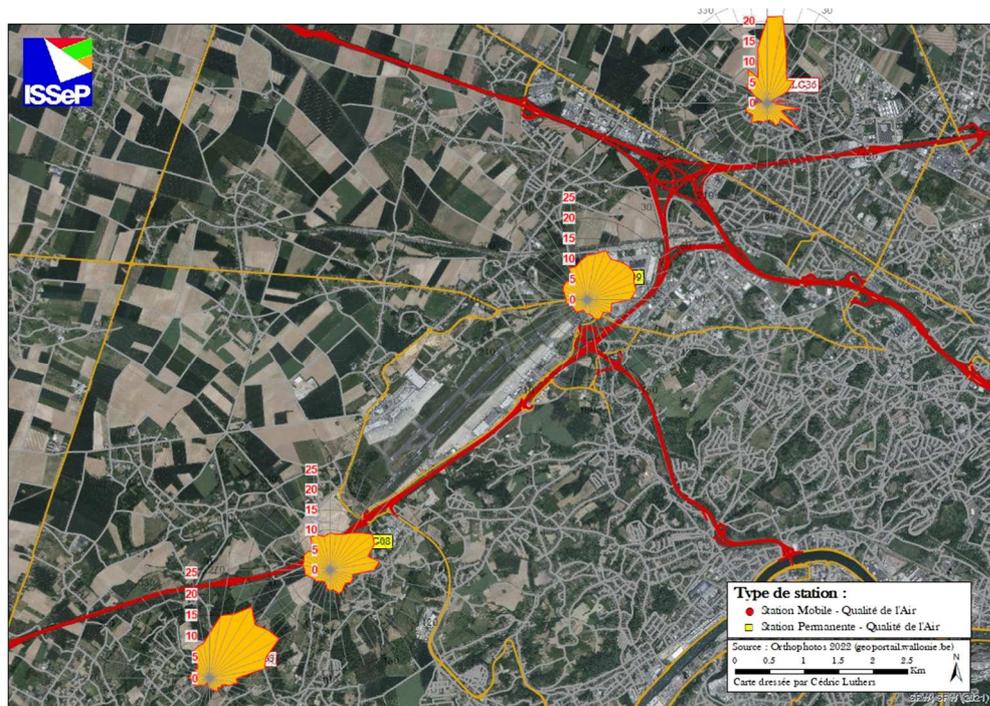
Les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS, relatives à la fraction PM<sub>2.5</sub> des particules, seraient dépassées pour l'ensemble des stations susmentionnées.

La Figure 4.5.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules en suspension (PM<sub>2.5</sub>). On constate des valeurs assez semblables sur tous les sites.



**Figure 4.5.1 : PM<sub>2.5</sub> – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 4.5.2 montre les roses de pollution pour les particules en suspension PM<sub>2.5</sub>.



**Figure 4.5.2 : PM<sub>2.5</sub> – Roses de pollution – (périodes non concomitantes)**

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

Celles-ci sont assez semblables à celles relatives aux PM10, elles montrent des apports majoritaires en provenance du nord-est et ne montrent pas d'apport particulier en provenance du site de l'aéroport.

## **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 (CO<sub>2</sub>).

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<sub>x</sub> 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.

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

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/m<sup>3</sup>. 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. Elle est transposée dans la législation wallonne par l'Arrêté du Gouvernement wallon du 15/07/2010.

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

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

L'Organisation Mondiale pour la Santé a également adopté des valeurs guides pour le monoxyde de carbone qui sont reprises dans le Tableau 5.2.2.

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

**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.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 <sup>6</sup> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	11470	0,20	0,20	0,30	0,34	0,73
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	16243	0,23	0,22	0,35	0,41	3,29
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5378	0,22	0,21	0,32	0,36	0,66
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5981	0,27	0,26	0,41	0,54	1,11

**Tableau 5.3.1 : Monoxyde de carbone (CO) – Valeurs semi-horaires**

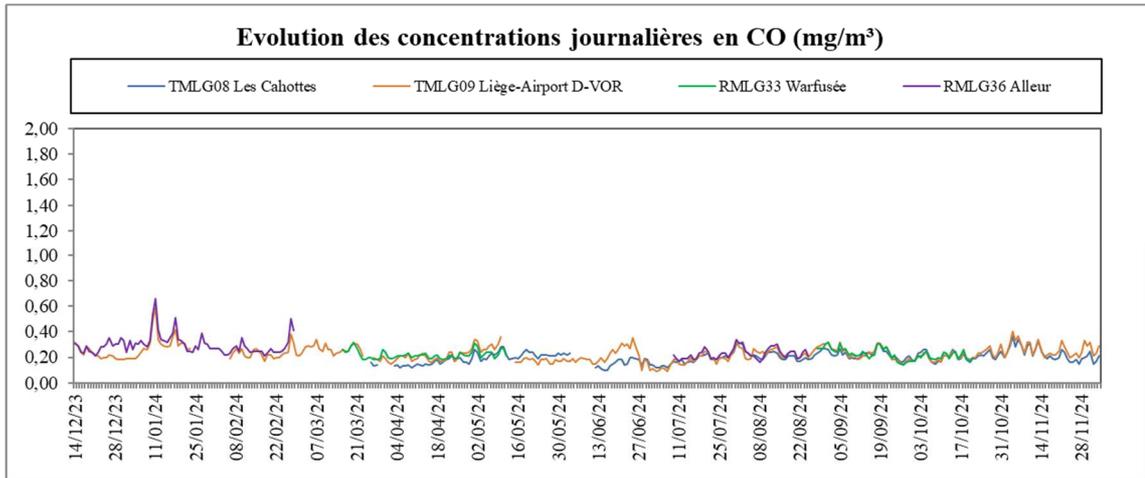
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	241	0,20	0,20	0,28	0,30	0,37
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	337	0,23	0,22	0,33	0,36	0,59
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	113	0,22	0,22	0,30	0,31	0,32
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	125	0,27	0,25	0,39	0,51	0,66

**Tableau 5.3.2 : Monoxyde de carbone (CO) – Valeurs journalières**

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.

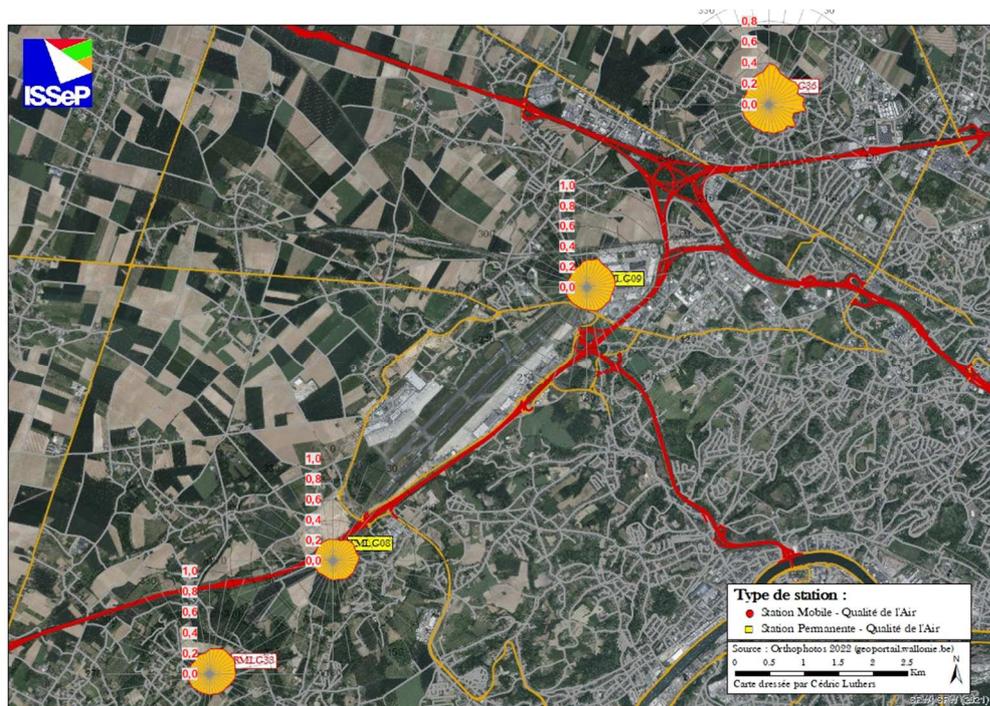
<sup>6</sup> Les centiles 95 et 98 représentent les valeurs telles que 95 % et 98 % des mesures leur soient inférieurs.

La Figure 5.3.1 montre les évolutions des concentrations journalières. On constate un certain parallélisme entre tous ces profils.



**Figure 5.3.1 : Monoxyde de carbone (CO) – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 5.3.2 montre les roses de pollution du monoxyde de carbone. Celles-ci ne montrent aucun apport particulier en provenance de l’aéroport.



**Figure 5.3.2 : Monoxyde de carbone (CO) - Roses de pollution - (périodes non-concomitantes)**

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

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

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

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

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

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

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

## 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.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	11899	1	0	5	11	101
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	16707	3	0	14	26	136
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5349	2	1	4	8	184
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5673	2	1	4	13	92

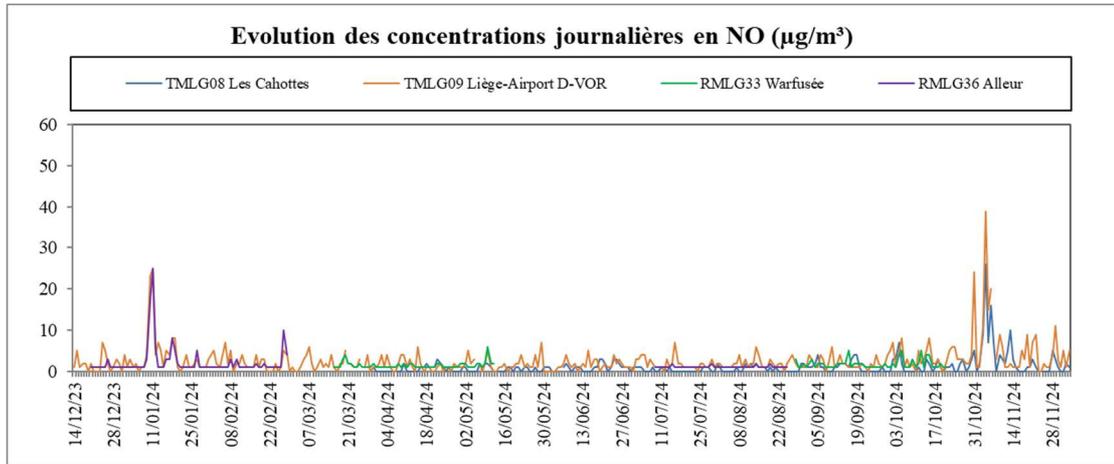
**Tableau 6.3.1 : Monoxyde d'azote (NO) – Valeurs semi-horaires**

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	249	1	1	4	7	26
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	353	3	2	7	11	39
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	113	2	1	4	5	6
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	119	2	1	5	9	25

**Tableau 6.3.2 : Monoxyde d'azote (NO) – Valeurs journalières**

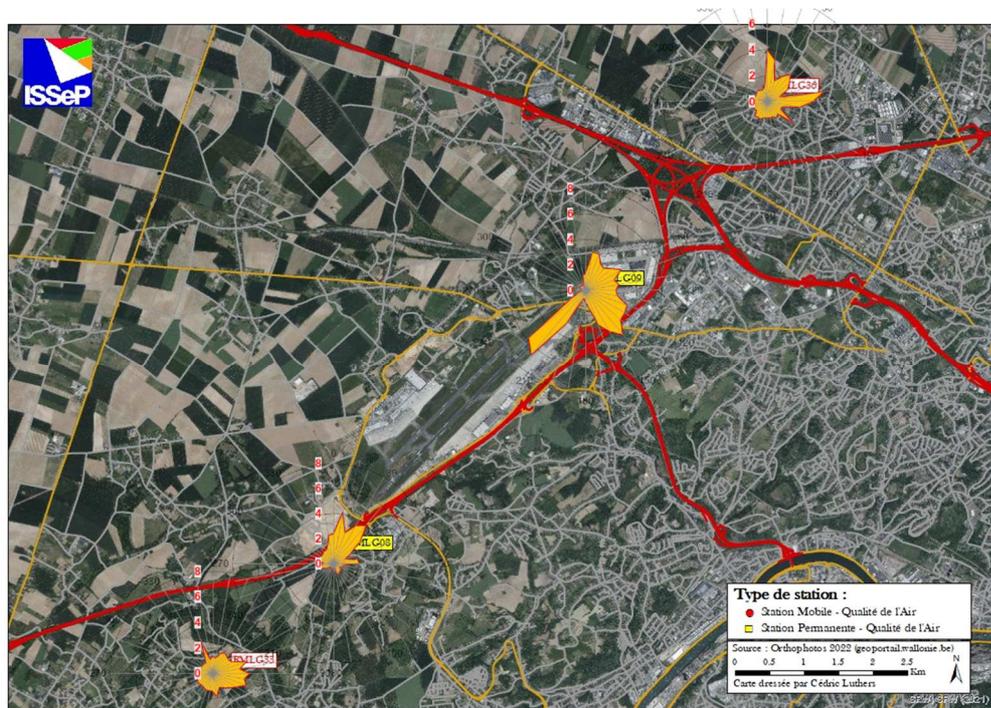
Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut

La Figure 6.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières en monoxyde d’azote.



**Figure 6.3.1 : Monoxyde d’azote (NO) – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 6.3.2 montre les roses de pollution pour le monoxyde d’azote. Les quatre roses sont assez différentes et montrent des apports majoritaires plutôt en provenance de l’est et du nord-est. La rose relative à la station TMLG09 montre, en plus, un apport en provenance du sud-ouest, en direction de l’aéroport.



**Figure 6.3.2 : Monoxyde d’azote (NO) – Roses de pollution – (périodes non-concomitantes)**

## 6.4. Valeurs limites et guides (NO<sub>2</sub>)

### 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).

	<b>Période considérée</b>	<b>Valeur limite</b>
Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine	1 h	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>
Valeur limite annuelle pour la protection de la végétation	Année civile	30 µg/m <sup>3</sup> NO + NO <sub>2</sub>

**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 (NO<sub>2</sub>). Pour rappel, ces valeurs ne sont pas légalement contraignantes mais sont des recommandations.

<b>Composé</b>	<b>Période considérée</b>	<b>Valeur guide</b>
NO <sub>2</sub>	1 an	10 µg/m <sup>3</sup>
	24 h	25 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an
	1h	200 µg/m <sup>3</sup>

**Tableau 6.4.2.1 : Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) – Valeurs guides OMS**

## 6.5. Résultats (NO<sub>2</sub>)

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

<b>Site de mesure</b>	<b>Nombre de valeurs</b>	<b>Moyenne (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Médiane (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Centile95 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Centile98 (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Maximum (µg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	11899	11	8	28	35	78
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	16707	11	8	33	43	77

<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5349	10	8	23	28	55
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5673	12	9	35	43	74

**Tableau 6.5.1 : Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) – Valeurs semi-horaires**

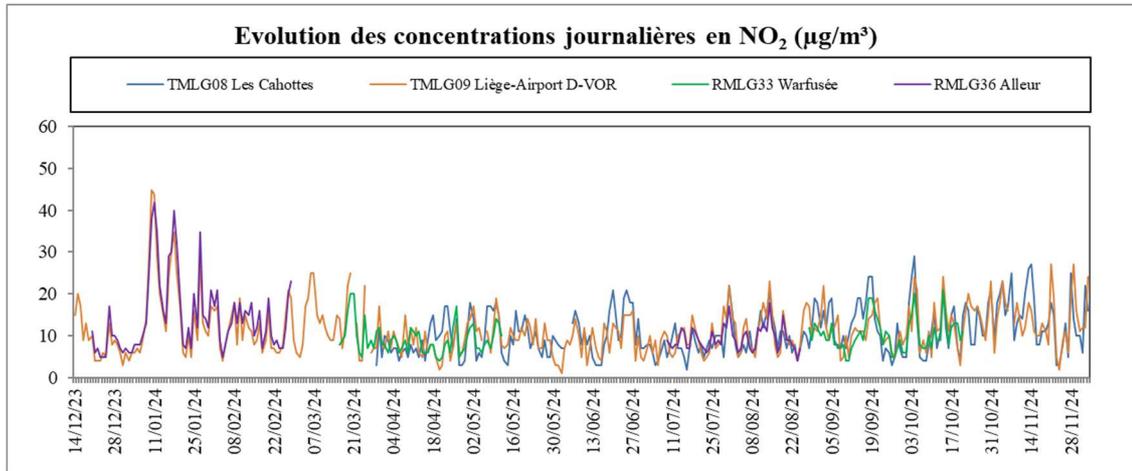
Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )	Nombre de jours > 25 µg/m <sup>3</sup>
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	249	11	10	21	29	3
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	353	11	10	23	45	9
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	113	10	9	18	21	0
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	119	12	10	30	42	8

**Tableau 6.5.2 : Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) – Valeurs journalières**

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.

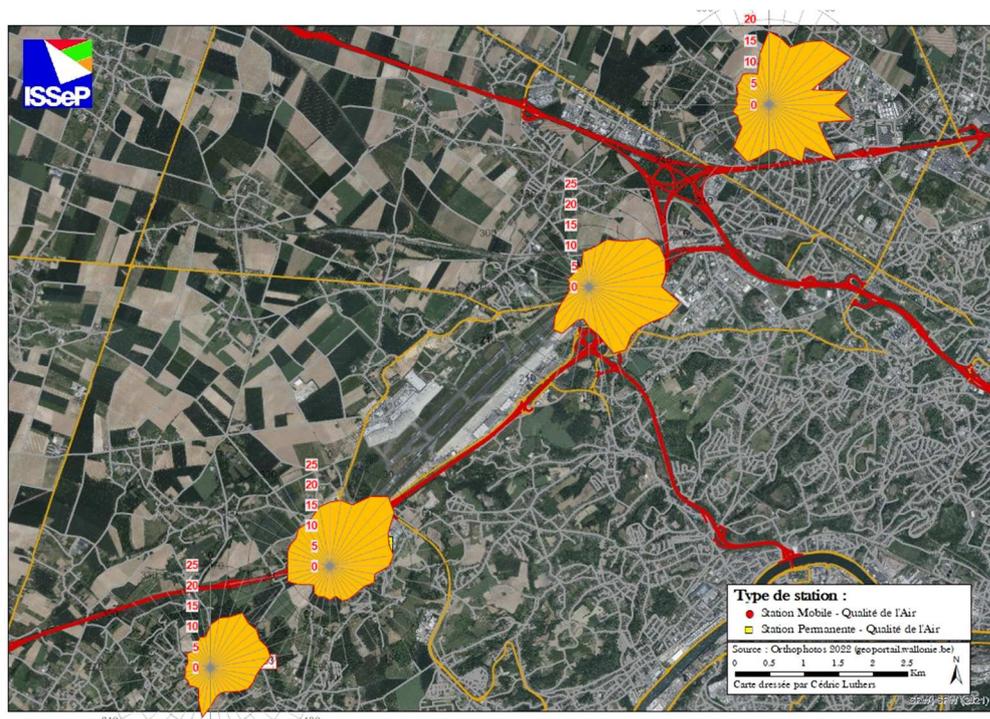
La valeur guide horaire de l'OMS serait respectée pour tous les sites. Par contre, les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS seraient dépassées pour l'ensemble des stations susmentionnées, à l'exception de la station RMLG33 (Warfusée).

La Figure 6.5.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour le dioxyde d'azote. On constate également pour ce polluant un certain parallélisme entre les stations.



**Figure 6.5.1 : Dioxyde d’azote (NO<sub>2</sub>) – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 6.5.2 montre les roses de pollution pour le dioxyde d’azote. Celles-ci ne montrent pas d’apport particulier en provenance du site de l’aéroport.



**Figure 6.5.2 : Dioxyde d’azote (NO<sub>2</sub>) – Roses de pollution – (périodes non-concomitantes)**

## 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 ( $C_6H_6$ ) 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 ( $C_6H_6$ ) est un COV faisant partie de la famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques. Le benzène est uniquement 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.

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

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. 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 (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) 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. Valeurs limites et 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 <sup>3</sup>

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

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

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 <sup>3</sup> (1 semaine) 1.000 µg/m <sup>3</sup> (30 min), seuil olfactif
Ethylbenzène	22.000 µg/m <sup>3</sup> (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 défini, à partir d'études toxicologiques, des critères de qualité<sup>7</sup> et des critères d'intervention<sup>8</sup> 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) :
<b>Benzène</b>	0,5 µg/m <sup>3</sup> (1 an)	3 µg/m <sup>3</sup> (8h)
<b>Toluène</b>	260 µg/m <sup>3</sup> (24h)	3.000 µg/m <sup>3</sup> (24h)
<b>Ethylbenzène</b>	0,4 µg/m <sup>3</sup> (1 an)	4 µg/m <sup>3</sup> (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. Aux stations RMLG33 (Warfusée) et RMLG36 (Aleur), les mesures du benzène ont dû être toutes invalidées. La technique de mesure des particules ultrafines utilisée génère du butanol (voir Annexe 2) qui est un interférent pour la mesure du benzène en raison des propriétés physico-chimiques de ces composés organiques volatils. Sur les sites des Cahottes et de Liège-Airport D-VOR, cette interférence n'est pas constatée, les 2 analyseurs (BTEX et UFP) étant dans des remorques différentes avec des têtes de prélèvement plus éloignées.

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 µg/m<sup>3</sup>) serait respectée pour l'ensemble des stations.

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

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 l'ensemble des stations.

<sup>7</sup> Concentration tolérable sur une vie et qui, en vertu des connaissances scientifiques disponibles, offre un ample niveau de protection de la santé humaine

<sup>8</sup> Concentration au-delà de laquelle une réduction des émissions doit être entreprise de manière prioritaire

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Benzène</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	12045	0,2	0,2	0,5	16,5
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	14453	0,4	0,3	0,9	4,0
<b>Toluène</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	12045	0,4	0,2	1,2	20,4
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	14453	0,5	0,3	1,7	54,5
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5147	0,3	0,2	0,8	8,1
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5963	0,4	0,2	1,1	32,5
<b>Ethylbenzène</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	12045	0,1	0,1	0,3	7,9
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	14453	0,1	0,1	0,3	18,1
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5147	0,1	0,1	0,2	3,7
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5963	0,1	0,1	0,2	2,8
<b>m+p-xylènes</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	12045	0,3	0,1	1,0	24,9
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	14453	0,3	0,1	1,1	19,0
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	5147	0,2	0,1	0,5	20,0
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	5963	0,2	0,1	0,5	13,3

**Tableau 7.3.1 : BTEX – Valeurs semi-horaires**

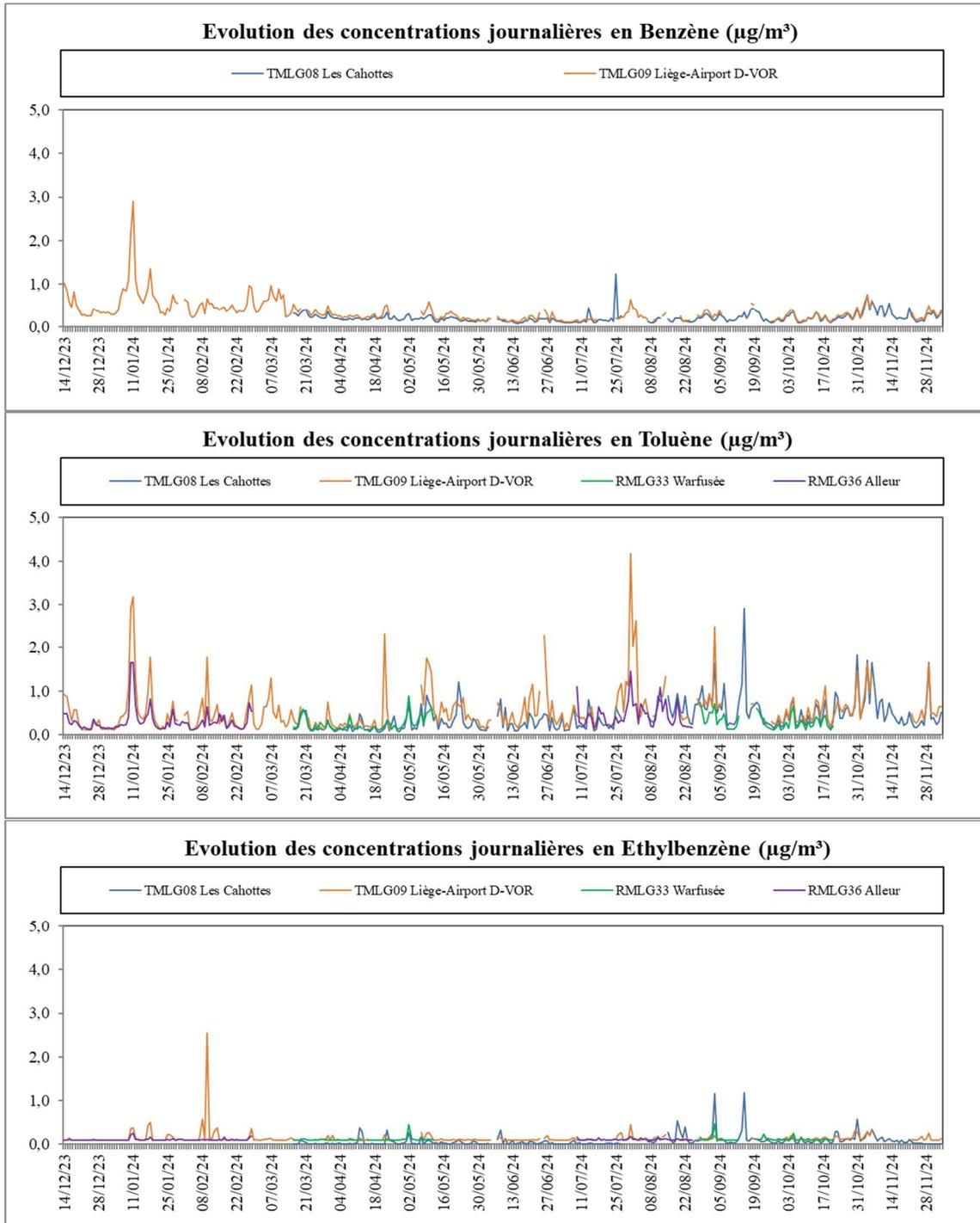
**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Benzène</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	249	0,2	0,2	0,4	1,2
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	290	0,4	0,3	0,8	2,9
<b>Toluène</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	249	0,4	0,3	0,9	2,9
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	290	0,5	0,4	1,5	4,2
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	106	0,3	0,2	0,6	0,9
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	125	0,4	0,3	0,8	1,7
<b>Ethylbenzène</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	249	0,1	0,1	0,3	1,2
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	290	0,1	0,1	0,3	2,5
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	106	0,1	0,1	0,2	0,5
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	125	0,1	0,1	0,2	0,3
<b>m+p-xylènes</b>					
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	249	0,3	0,2	1,0	4,3
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	290	0,3	0,2	0,9	2,3
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	106	0,2	0,1	0,4	2,1
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	125	0,2	0,1	0,4	0,8

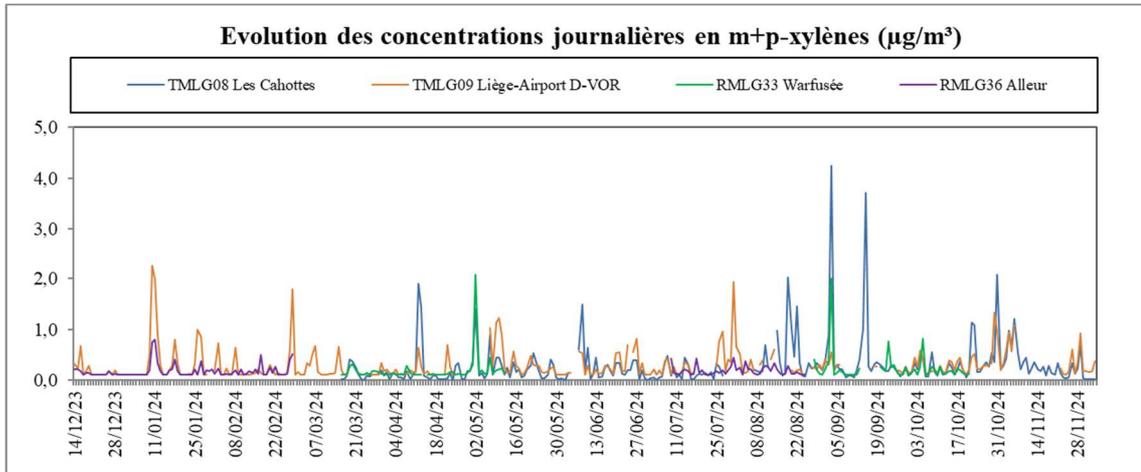
**Tableau 7.3.2 : BTEX – Valeurs journalières**

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

La Figure 7.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières pour les BTEX. On constate un certain parallélisme entre toutes ces stations.

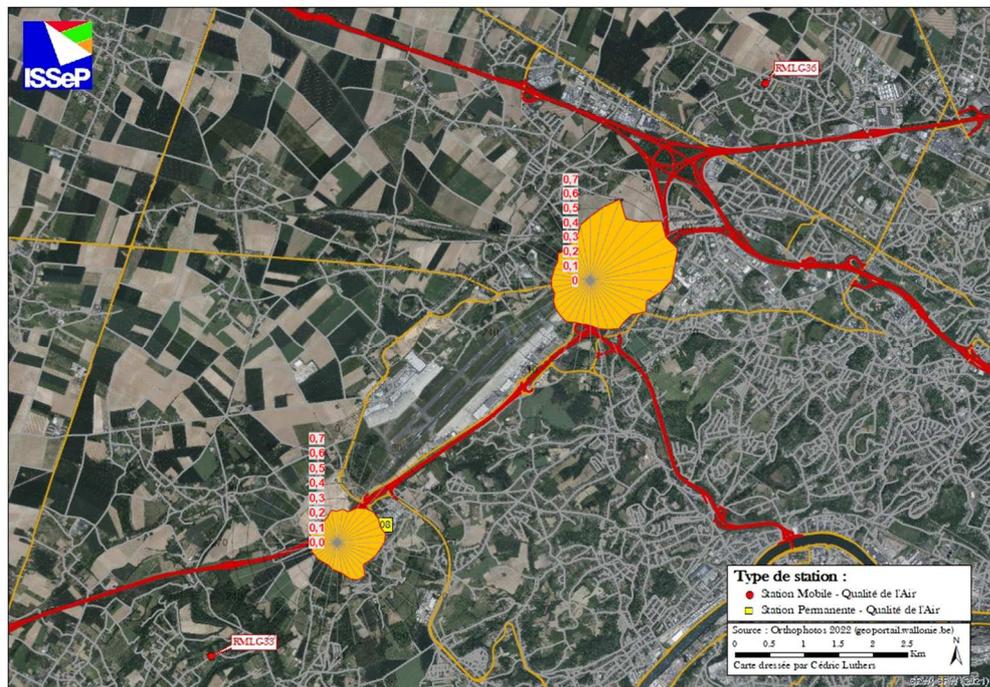


**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**



**Figure 7.3.1 : BTEX – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

Les Figures 7.3.2 à 7.3.5 montrent les roses de pollution pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les m+p-xylènes. Celles-ci montrent des apports en provenance de directions diverses, mais ne montrent pas d'apport particulier en provenance de l'aéroport.



**Figure 7.3.2 : Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) – Roses de pollution – (périodes non-concomitantes)**

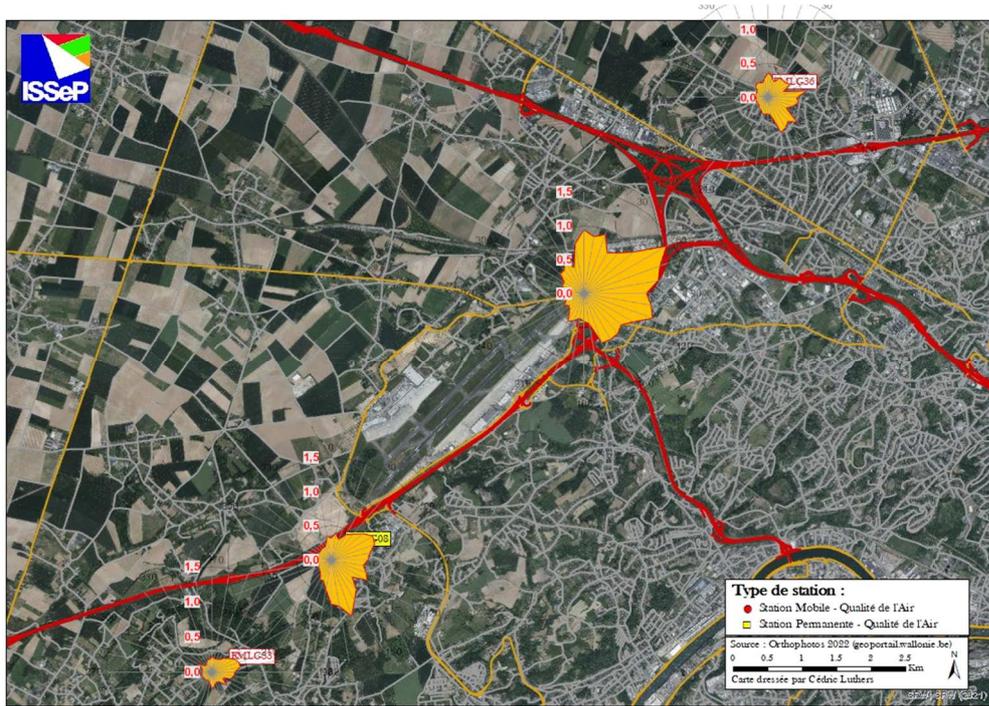


Figure 7.3.3 : Toluène ( $C_6H_5-CH_3$ ) – Roses de pollution – (périodes non-concomitantes)

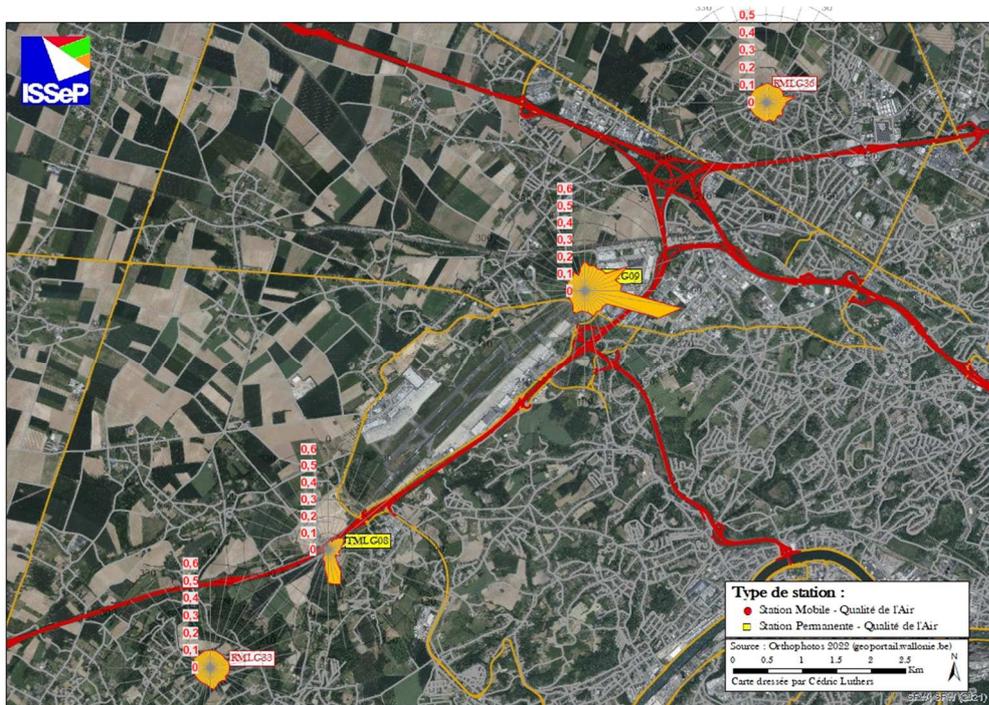


Figure 7.3.4 : Ethylbenzène ( $C_6H_5-C_2H_5$ ) – Roses de pollution – (périodes non-concomitantes)

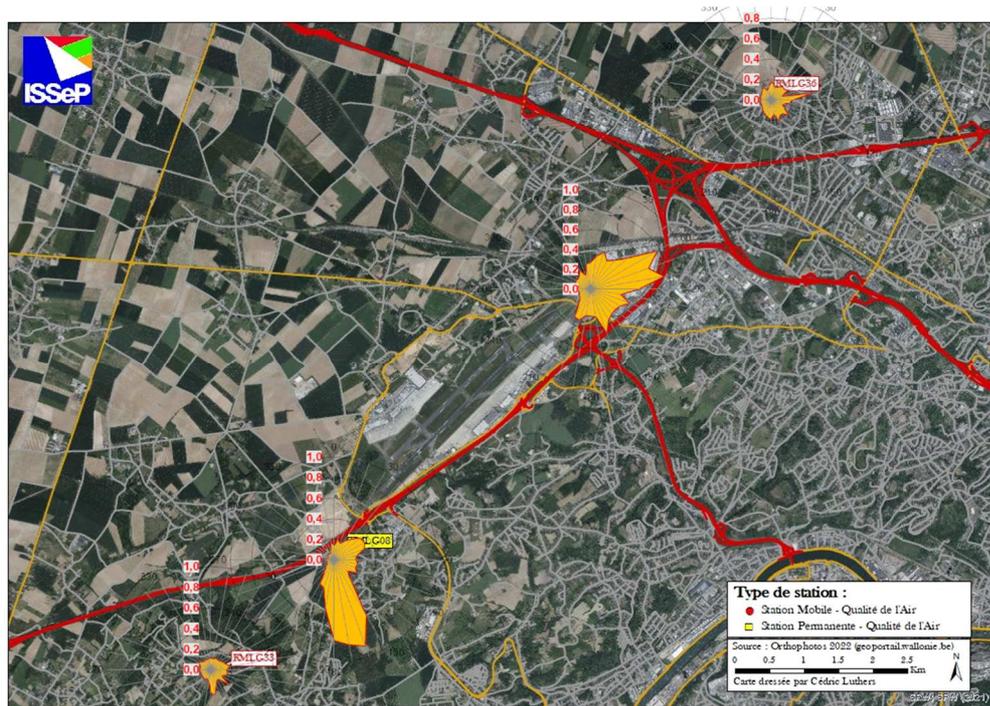


Figure 7.3.5 : m+p-xylènes (C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>) – Roses de pollution – (périodes non-concomitantes)

## 8. Naphtalène (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>)

### 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<sub>10</sub>H<sub>8</sub>) 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 2020, les quatre secteurs suivants représentaient plus de 90% des émissions de HAP en Wallonie : résidentiel (63,4 %), industrie (14,5 %), transport (9,6 %) et tertiaire (9,3 %).

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<sup>3</sup>.

En raison de leur très faible solubilité, ils ont tendance à s'associer aux fines particules en suspension (de 0,3 à 3  $\mu\text{m}$ ) 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. Valeurs limites et 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  $\text{ng}/\text{m}^3$  comme valeur cible à respecter en moyenne annuelle pour le benzo(a)pyrène, celui-ci étant 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'Université de Liège (ULiège) ont défini, à partir d'études toxicologiques, un critère d'intervention de 30  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

## **8.3. Résultats**

Les résultats sont résumés par quelques paramètres statistiques dans le Tableau 8.3.1.

Le critère d'intervention défini par l'AwAC et l'ULiège est très largement respecté. Même si aucune comparaison stricte n'est correcte vu les périodes de mesure ne correspondant pas entre les sites, on constate des valeurs légèrement plus élevées en naphthalène à Warfusée et à Alleur.

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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 16/03/24 au 04/12/24	12	0,24	0,08	0,94	1,70
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	48	0,21	0,10	0,68	1,55
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	10	1,32	1,38	3,80	5,51
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	12	0,54	0,46	1,10	1,23

**Tableau 8.3.1 : Naphtalène – Valeurs hebdomadaires**

Les méthodes de prélèvement et d'analyse utilisées permettent de doser également 16 autres HAP. Les moyennes sont reprises dans le Tableau 7.3.2.

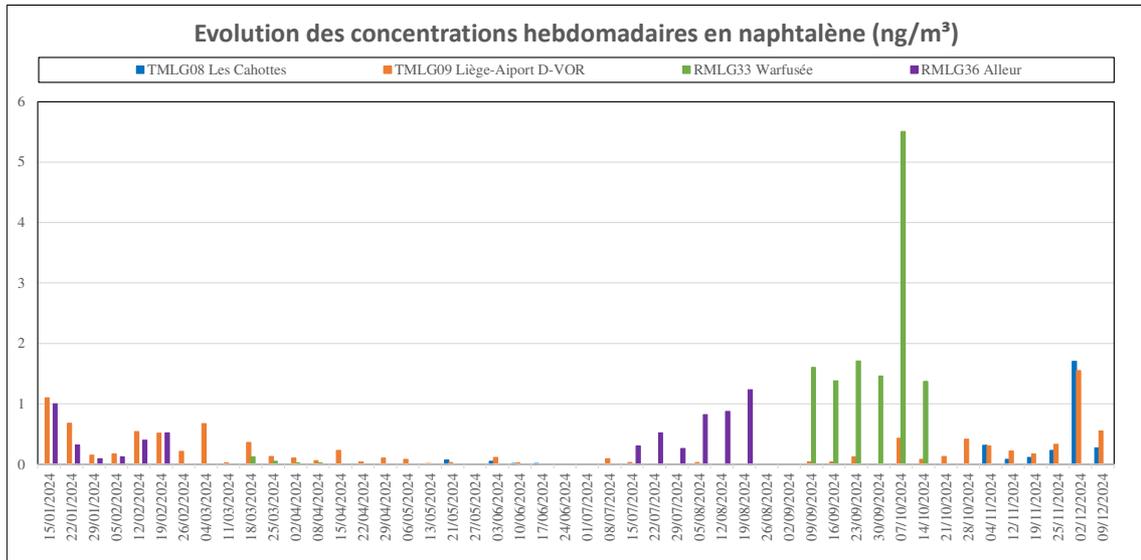
Moyennes	TMLG08 Les Cahottes	TMLG09 Liège-Airport D-VOR	RMLG33 Warfusée	RMLG36 Alleur
Nombre de valeurs	12	48	10	12
Acénaphtylène	< 0,04	0,05	0,10	0,06
Acénaphène	0,17	0,15	0,24	0,22
Fluorène	1,34	1,12	1,25	1,74
Phénanthrène	3,94	3,76	3,18	5,43
Anthracène	0,15	0,12	0,11	0,25
Fluoranthène	0,69	0,70	0,68	1,41
Pyrène	0,46	0,40	0,38	0,82
Benzo(a)anthracène	0,05	< 0,04	< 0,04	0,05
Chrysène	0,07	0,06	0,07	0,12
Benzo(b)fluoranthène	0,11	0,09	0,09	0,14
Benzo(k)fluoranthène	0,05	0,05	< 0,04	0,06
Benzo(j)fluoranthène	0,05	0,05	< 0,04	0,07
Benzo(a)pyrène	0,04	0,04	< 0,04	0,04
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	0,05	0,04	< 0,04	0,07
Dibenzo(a,h)anthracène	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Benzo(g,h,i)pérylène	0,07	0,06	0,04	0,09

**Tableau 8.3.2 : HAP ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) – Valeurs hebdomadaires**

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

La valeur cible de 1 ng/m<sup>3</sup> pour le benzo(a)pyrène est largement respectée pour tous les points de mesure considérés.

La Figure 8.3.1 présente les évolutions des valeurs hebdomadaires pour le naphthalène. On y perçoit bien les épisodes avec des concentrations légèrement plus élevées en naphthalène à Alleur et surtout à Warfusée.



**Figure 8.3.1 : Naphthalène (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>) – Evolution des concentrations**

Les prélèvements étant réalisés sur 7 jours, il n'est pas pertinent de tracer des roses de pollution.

## 9. Formaldéhyde (CH<sub>2</sub>O)

### 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.

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

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. Valeurs limites et 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/m<sup>3</sup>.

## **9.3. Résultats**

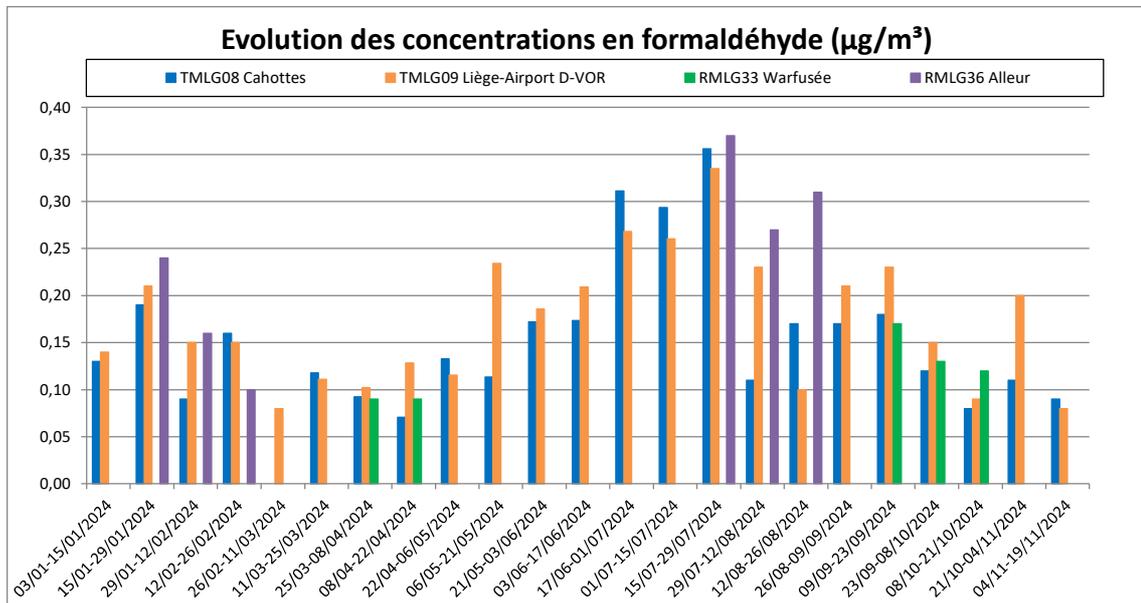
Les résultats sont résumés dans le tableau 9.3.1.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 28/12/23 au 13/11/24	22	0,16	0,13	0,36
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 28/12/23 au 13/11/24	23	0,17	0,15	0,34
<b>RMLG33</b> Warfusée 25/03/24 au 06/05/24 et 09/09/24 au 21/10/24	5	0,12	0,12	0,17
<b>RMLG36</b> Alleur 15/01/24 au 26/02/24 et 15/07/24 au 26/08/24	6	0,24	0,26	0,37

**Tableau 9.3.1 : Formaldéhyde – Valeurs bimensuelles**

Les paramètres statistiques sont assez semblables pour tous les sites et 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.



**Figure 9.3.1 : Formaldéhyde ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) – Evolution des concentrations bimensuelles**

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

## 10. Particules ultrafines

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

On sait depuis longtemps que l'inhalation de polluants gazeux ou particulaires présents dans l'air présente un risque pour la santé humaine. Les polluants particulaires sont particulièrement surveillés pour leurs risques physiques en tant que tels (pénétration plus ou moins profonde dans le système respiratoire, fragilisation des voies respiratoires, ...) mais également pour les substances gazeuses pouvant y être contenues. Les « particules ultrafines », également appelées « nanoparticules », font de plus en plus l'objet d'une surveillance dans le domaine de la qualité de l'air. Leur taille étant très petite, ces particules peuvent s'immiscer profondément dans les voies respiratoires et provoquer des problèmes de santé. Contrairement aux particules en suspension ( $\text{PM}_{10}$  ou  $\text{PM}_{2.5}$ ) exprimées généralement en concentration massique, les résultats en particules ultrafines sont exprimés en nombre de particules par unité de volume ( $\text{particules}/\text{cm}^3$ ).

Les UFP (« ultrafine particles ») sont des particules de diamètre inférieur à 100 nm. Bien que les UFP ne représentent qu'une petite partie de la masse totale des  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2.5}$ , celles-ci représentent plus de 85% du nombre de particules contenues dans les  $\text{PM}_{2.5}$ . Ce grand nombre de particules associé à un rapport surface/masse élevé permet aux UFP de présenter une grande surface bio-disponible et donc une grande disponibilité pour adsorber ou condenser les polluants aériens toxiques (gaz oxydants, composés organiques et métaux) sur la surface des particules. Bien que la définition des UFP les désigne comme des particules de diamètre inférieur à 100 nm, celles-ci sont mesurées à l'aide d'instruments pouvant mesurer les particules de 10 nm à 850 nm.

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

Du fait de leur extrême petite taille, ces particules ultrafines sont complexes à mesurer dans l'environnement et leurs sources sont encore peu documentées, contrairement aux particules réglementées PM10 et PM2.5. Les particules ultrafines primaires sont majoritairement anthropiques et émises par le transport routier. D'autres sources anthropiques comme la combustion de biomasse, les activités de cuisine, l'industrie, l'agriculture et la construction et la démolition, peuvent également être à l'origine d'émissions d'UFP primaires. Les particules ultrafines secondaires sont formées par des mécanismes physiques et/ou photochimiques exigeant des précurseurs gazeux et des conditions météorologiques particulières (condensation de vapeurs semi-volatiles ou mode nucléation de précurseurs gazeux).

En ce qui concerne le trafic aérien, les moteurs d'avion génèrent des émissions significatives de particules ultrafines, principalement en raison de l'absence de réglementation sur la teneur en soufre des carburants utilisés. Ce composé joue un rôle clé dans la formation de particules ultrafines secondaires. Si aucune mesure n'est adoptée, l'augmentation du trafic aérien pourrait entraîner une aggravation de l'impact de ces émissions<sup>9</sup>.

## **10.2. Valeurs limites et guides**

Les UFP, contrairement aux particules PM10 et PM2.5, ne font actuellement l'objet d'aucune norme dans l'air ambiant au niveau européen. Cette absence de norme étant due, notamment, au manque d'études épidémiologiques et d'une surveillance constante des UFP dans les réseaux de mesure de la qualité de l'air européens.

L'Organisation Mondiale de la Santé ne donne pas de lignes directrices pour les UFP dans son dernier document (« WHO air quality guidelines level updates – september 2021 ») car elle estime que les preuves quantitatives sur les effets négatifs indépendants sur la santé de ce type de particules ne sont actuellement pas suffisantes. Elle mentionne quelques balises afin d'orienter les décisions sur les priorités en matière de contrôle des émissions des sources UFP :

- une concentration en nombre de particules<sup>10</sup> inférieure à 1.000 particules/cm<sup>3</sup> (moyenne sur 24 heures) peut être considérée comme faible ;
- une concentration en nombre de particules supérieure à 10.000 particules/cm<sup>3</sup> (moyenne sur 24 heures) ou supérieure à 20.000 particules/cm<sup>3</sup> (moyenne horaire) peut être considérée comme élevée.

## **10.3. Résultats**

Les mesures concernent les particules de taille allant de 10 nm à 850 nm réparties en 7 classes de taille (de 10 à 20 nm, de 20 à 30 nm, de 30 à 50 nm, de 50 à 100 nm, de 100 à 200 nm, de 200 à 500 nm, de 500 à 850 nm). Cette répartition permet de différencier les concentrations et les apports en fonction de la taille des particules.

Les Tableaux ci-dessous décrivent les données relatives aux concentrations en particules (UFP 10-100 nm et comptage total 10 – 850 nm) mesurées aux quatre stations.

---

<sup>9</sup> Air Quality Expert Group, « Ultrafine Particles (UFP) in the UK », 2018

<sup>10</sup> Concentration définie pour un spectre de dimensions comportant une limite basse inférieure ou égale à 10 nm et une limite supérieure sans restriction

Les résultats obtenus confirment que le trafic aérien engendre une augmentation des niveaux en particules ultrafines à proximité de l'aéroport. Les niveaux les plus élevés sont relevés aux stations les plus proches de l'aéroport : TMLG08 (Les Cahottes), pourtant en amont par rapport aux vents dominants, et TMLG09 (Liège Airport D-VOR).

Site de mesure		Nombre de valeurs	Moyenne (#/cm <sup>3</sup> )	Médiane (#/cm <sup>3</sup> )	Centile95 (#/cm <sup>3</sup> )	Maximum (#/cm <sup>3</sup> )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 14/05/24 au 07/07/24 et 23/10/24 au 04/12/24	UFP (10-100 nm)	4092	9715	5259	35741	122083
	Comptage total de particules (10-850 nm)	4092	10264	5841	36287	123395
<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	UFP (10-100 nm)	15292	9301	5245	29294	252918
	Comptage total de particules (10-850 nm)	15292	9972	5942	30235	253617
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	UFP (10-100 nm)	4967	5464	3965	14745	91121
	Comptage total de particules (10-850 nm)	4967	6014	4501	15565	92094
<b>RMLG36</b> Aleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	UFP (10-100 nm)	5094	7567	5414	20392	184714
	Comptage total de particules (10-850 nm)	5094	8159	6010	21221	186584

**Tableau 10.3.1 : Concentration en nombre de particules – Valeurs semi-horaires**

Site de mesure		Nombre de valeurs	Moyenne (#/cm <sup>3</sup> )	Médiane (#/cm <sup>3</sup> )	Centile95 (#/cm <sup>3</sup> )	Maximum (#/cm <sup>3</sup> )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 14/05/24 au 07/07/24 et 23/10/24 au 04/12/24	UFP (10-100 nm)	84	9739	8524	24245	33210
	Comptage total de particules (10-850 nm)	84	10283	9089	25887	34001

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

<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR 14/12/23 au 04/12/24	UFP (10-100 nm)	317	9266	8549	18195	33688
	Comptage total de particules (10-850 nm)	317	9937	9308	19060	34678
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	UFP (10-100 nm)	99	5433	4930	9644	13445
	Comptage total de particules (10-850 nm)	99	5979	5384	10678	15076
<b>RMLG36</b> Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	UFP (10-100 nm)	103	7532	7275	13496	15389
	Comptage total de particules (10-850 nm)	103	8130	7683	14232	16560

**Tableau 10.3.2 : Concentration en nombre de particules – Valeurs journalières**

Si on se réfère aux balises de l’OMS, les concentrations journalière et horaire en particules considérées comme élevées sont données dans le Tableau 10.3.3.

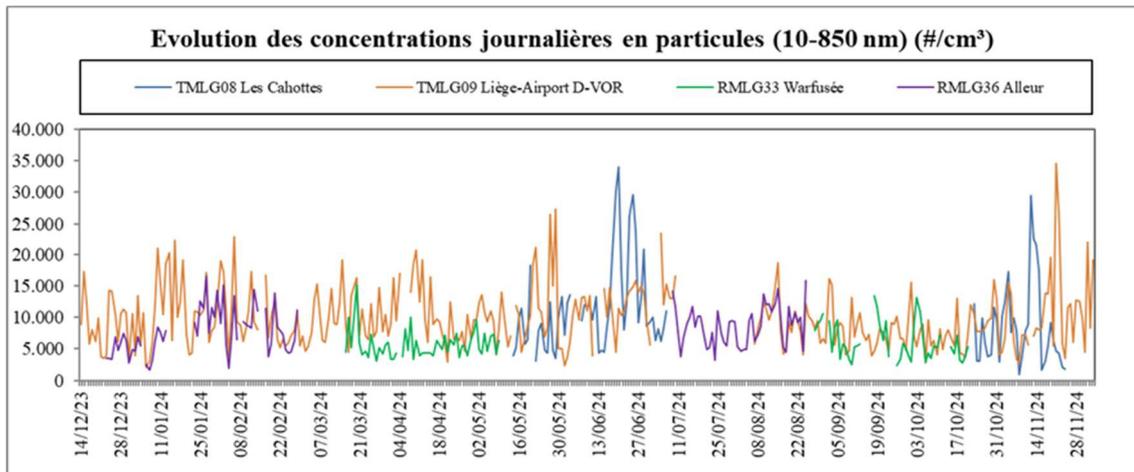
Site de mesure	<b>TMLG08</b> Les Cahottes	<b>TMLG09</b> Liège-Airport D-VOR	<b>RMLG33</b> Warfusée	<b>RMLG36</b> Alleur
Nombre de valeurs journalières pouvant être considérées comme élevées	31	135	9	31
% du temps où les valeurs journalières peuvent être considérées comme élevées	37 %	43 %	9 %	30 %
Nombre de valeurs horaires pouvant être considérées comme élevées	270	813	58	134
% du temps où les valeurs horaires peuvent être considérées comme élevées	13 %	10 %	2 %	5 %

**Tableau 10.3.3 : Concentration en nombre total de particules – Balises OMS**

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

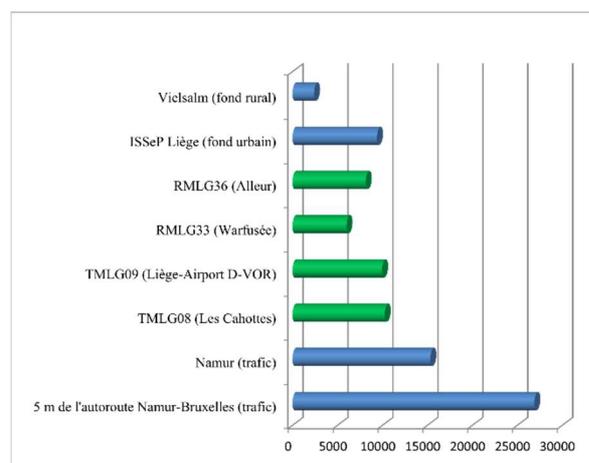
Les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans les stations les plus proches de l'aéroport (TMLG08 et TMLG09). La station RMLG36 (Alleur), plus éloignée mais sous les vents dominants, présente également un pourcentage du temps important où les valeurs journalières peuvent être considérées comme élevées.

La Figure 10.3.1 montre les évolutions des concentrations journalières des particules. Celles-ci varient très fortement au cours du temps, dépendant notamment de la direction et de la vitesse des vents ainsi que de l'ampleur des activités mettant ou non les sites de mesure sous l'influence des activités aéroportuaires. Il faut cependant mentionner l'épisode de pollution à la station TMLG08 (Les Cahottes) enregistré fin juin, déjà mentionné pour les particules fines PM10, et correspondant à d'importants travaux de voirie autour de la station.



**Figure 10.3.1 : Concentration en nombre total de particules – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

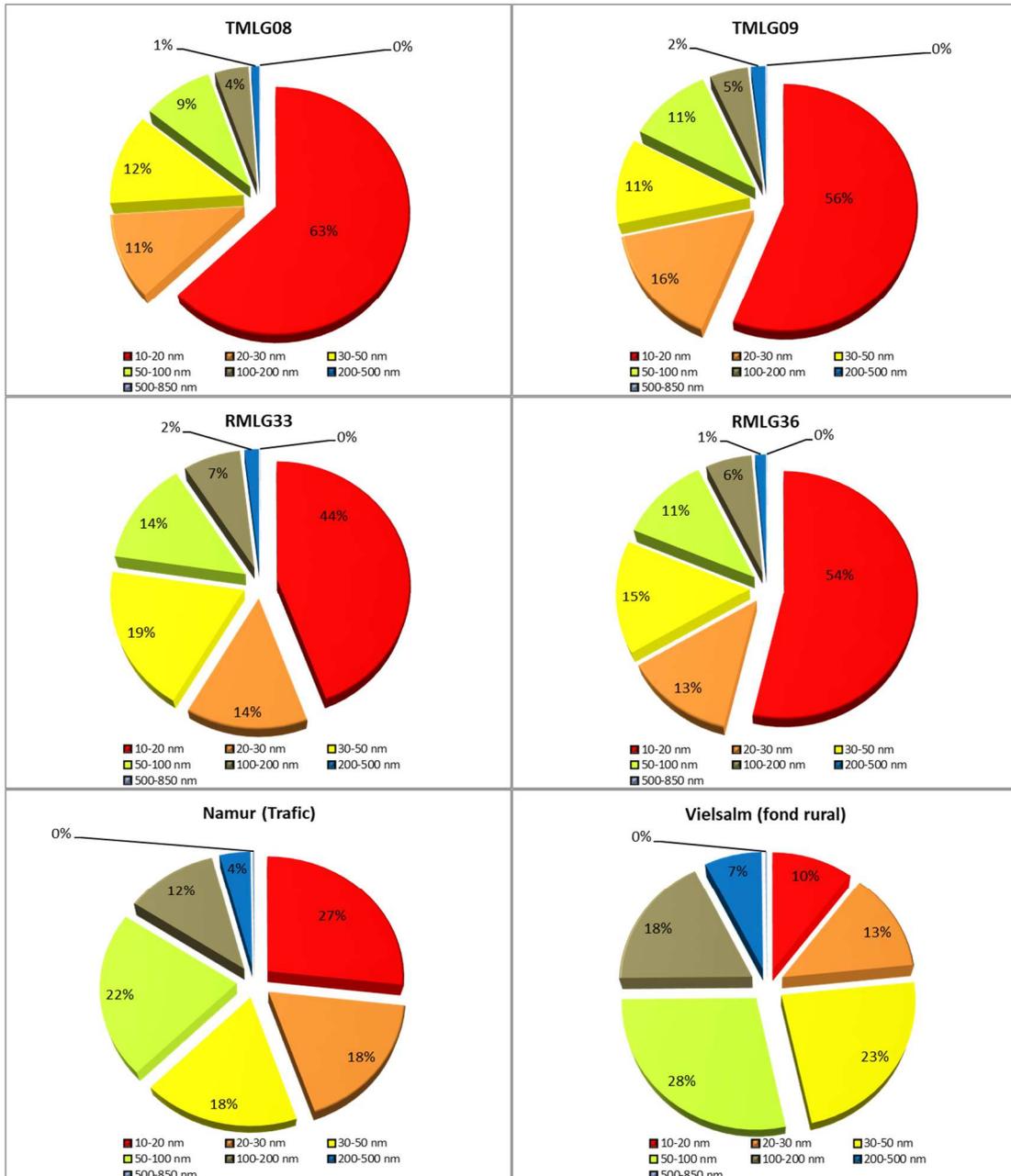
A titre informatif, la Figure 10.3.2 compare la concentration moyenne en comptage total de particules mesurée aux quatre stations avec les concentrations moyennes mesurées lors d'études antérieures sur quatre sites particuliers : un site de fond rural (Vielsalm), un site trafic urbain (Namur), un site de fond urbain (ISSEP Liège) et un site marqué par le trafic autoroutier (5m de l'autoroute Namur-Bruxelles).



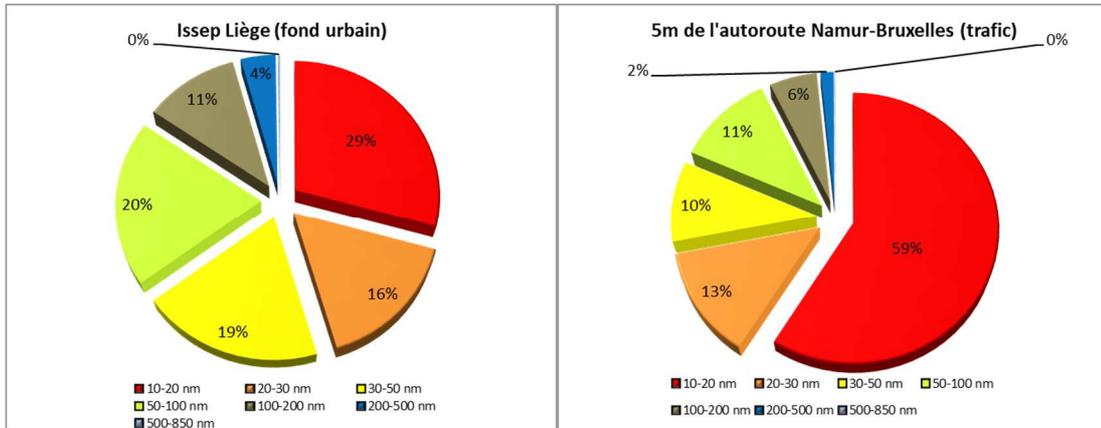
**Figure 10.3.2 : Comptage total de particules (10 – 850 nm) – comparaison des moyennes (périodes non-concomitantes)**

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

La Figure 10.3.3 compare les distributions de tailles des particules en fonction du site de l'étude. On remarque pour les quatre sites concernés par cette étude que la distribution se caractérise par une composition largement dominée par les particules les plus petites (10 à 20 nm). Cette classe (10-20 nm) présente un pourcentage d'autant plus élevé que les mesures sont proches de l'aéroport. Les activités aéroportuaires émettent majoritairement ces particules ultrafines de très petite taille, similaires à celles mesurées à proximité du trafic routier.

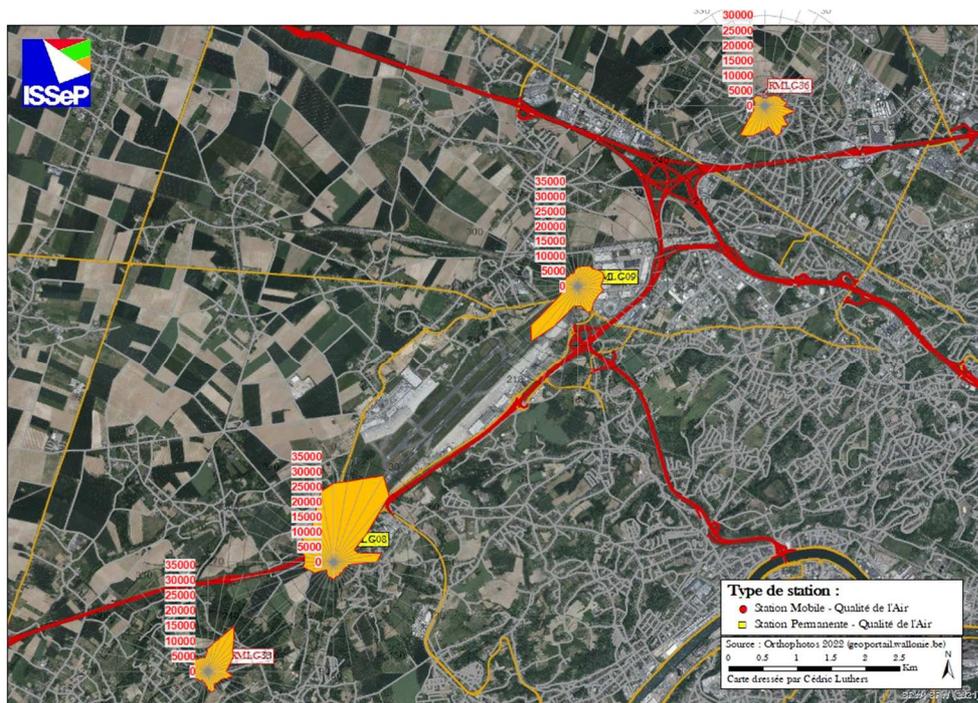


**Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut**



**Figure 10.3.3 : Comptage des particules – distribution en taille - (périodes non-concomitantes)**

La Figure 10.3.4 montre les roses de pollution pour les particules ultrafines (10 nm à 850 nm) pour les quatre stations. Celles-ci montrent très clairement des apports en provenance de la zone aéroportuaire. Ces apports sont encore plus clairs si l'on ne tient compte que de la classe 10-20 nm (Figure 10.3.5). Les activités induites par l'aéroport sont donc responsables d'un apport en particules ultrafines, cette influence étant encore visible à plus de 4 km de la piste.



**Figure 10.3.4 : Comptage part. 10-850 nm - Roses de pollution - (périodes non-concomitantes)**

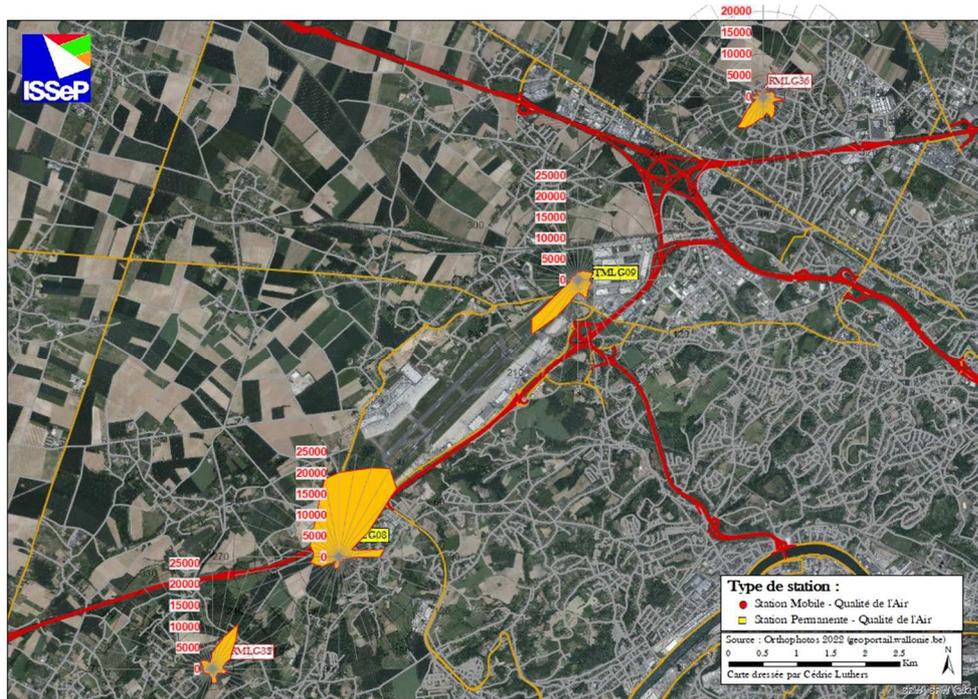


Figure 10.3.5 : Comptage part. 10-20 nm - Roses de pollution - (périodes non-concomitantes)

Si l'on ne tient compte que de la classe 200-500 nm des particules, on constate que les apports pour les différents sites sont différents que pour les classes précédemment présentées (Figure 10.3.6).

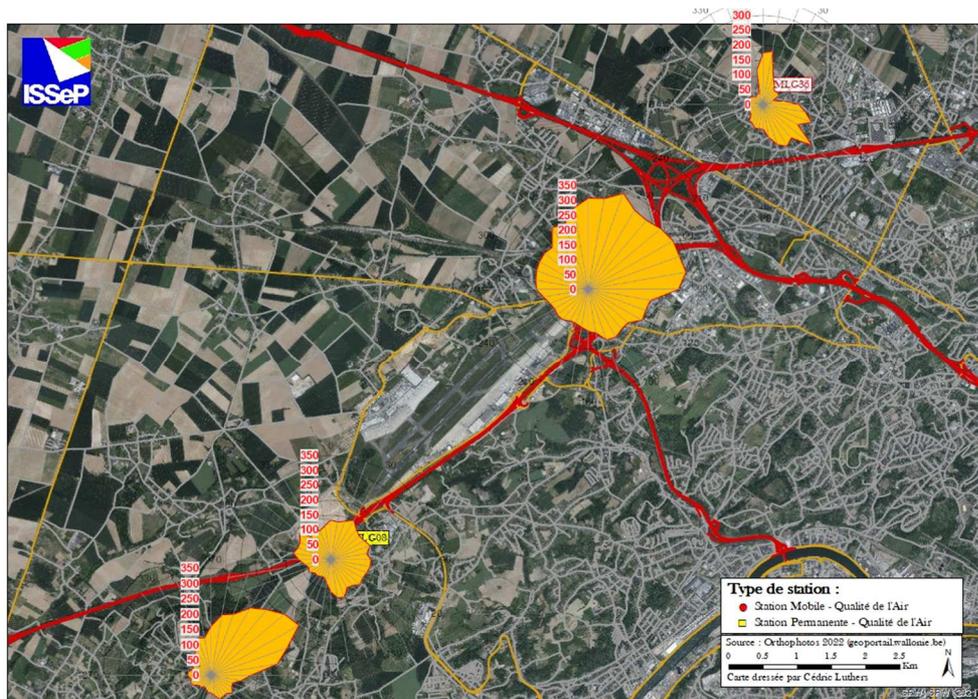


Figure 10.3.6 : Comptage part. 200-500 nm - Roses de pollution - (périodes non-concomitantes)

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

Ces apports sont similaires à ceux que l'on obtient en traçant les roses pour les particules fines (PM10 et PM2.5) et le black carbon (cf. chapitre suivant) et correspondent à d'autres sources de pollution en particules.

La campagne de mesure montre donc que les activités aéroportuaires émettent majoritairement des particules ultrafines de très petite taille, de diamètre inférieur à 20 nm.

## **11. Black carbon**

### **11.1. 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 PM2,5 (diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5  $\mu\text{m}$ ). Il se retrouve principalement dans la partie la plus petite de celle-ci, la fraction PM1 (diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 1  $\mu\text{m}$ ). 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.

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.

## **11.2. 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<sub>2,5</sub> et, en particulier, le carbone élémentaire et organique. Ces mesures doivent s'effectuer dans des sites ruraux caractéristiques de la pollution de fond et à l'écart de toute source de pollution atmosphérique (une station par pays au minimum).

Contrairement aux particules en suspension qui ne montrent pas de lien direct et simple entre les émissions de particules primaires et les mesures dans l'environnement, le 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.

## **11.3. Résultats**

Les Tableaux 11.3.1 et 11.3.2 reprennent les principaux paramètres statistiques pour le black carbon. Les concentrations enregistrées aux trois<sup>11</sup> stations de mesure sont du même ordre de grandeur.

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Médiane (µg/m <sup>3</sup> )	Centile95 (µg/m <sup>3</sup> )	Centile98 (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 14/05/24 au 07/07/24 et 23/10/24 au 04/12/24	3870	0,54	0,43	1,22	1,60	22,50
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	4477	0,51	0,38	1,31	1,64	12,13
<b>RMLG36</b> Rue de la Vallée, Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	4868	0,70	0,50	1,86	3,14	12,29

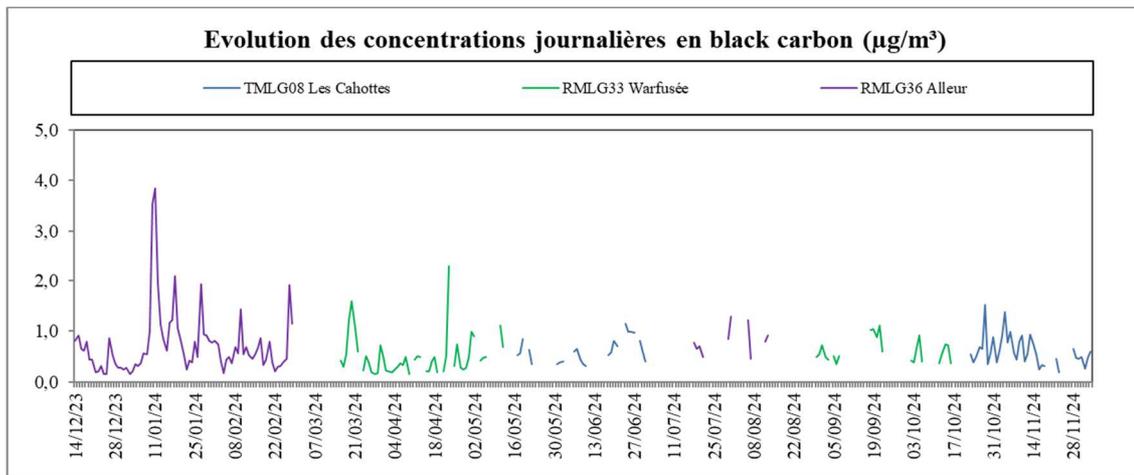
**Tableau 11.3.1 : Black carbon – Valeurs semi-horaires**

<sup>11</sup> Pour des raisons techniques d'installation de l'analyseur, la mesure du black carbon n'était pas active à la station TMLG09 pendant cette première année de mesure des campagnes mobiles

Site de mesure	Nombre de valeurs	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Médiane ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile95 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Centile98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>TMLG08</b> Les Cahottes 14/05/24 au 07/07/24 et 23/10/24 au 04/12/24	68	0,58	0,54	0,99	1,30	1,52
<b>RMLG33</b> Warfusée 16/03/24 au 12/05/24 et 28/08/24 au 21/10/24	75	0,55	0,49	1,11	1,41	2,29
<b>RMLG36</b> Rue de la Vallée, Alleur 14/12/23 au 28/02/24 et 09/07/24 au 26/08/24	91	0,72	0,55	1,93	2,39	3,85

**Tableau 11.3.2 : Black carbon – Valeurs journalières**

La Figure 11.3.1 présente les évolutions des valeurs journalières en black carbon.



**Figure 11.3.1 : Black carbon – Evolution des concentrations journalières – (14/12/2023 au 04/12/2024)**

La Figure 11.3.2 montre les roses de pollution pour le black carbon. Celles-ci montrent des apports en provenance de directions diverses, mais ne montrent pas d'apport particulier en provenance de l'aéroport. Ces apports sont semblables à ceux décrits pour la fraction 200-500 nm des particules ultrafines.

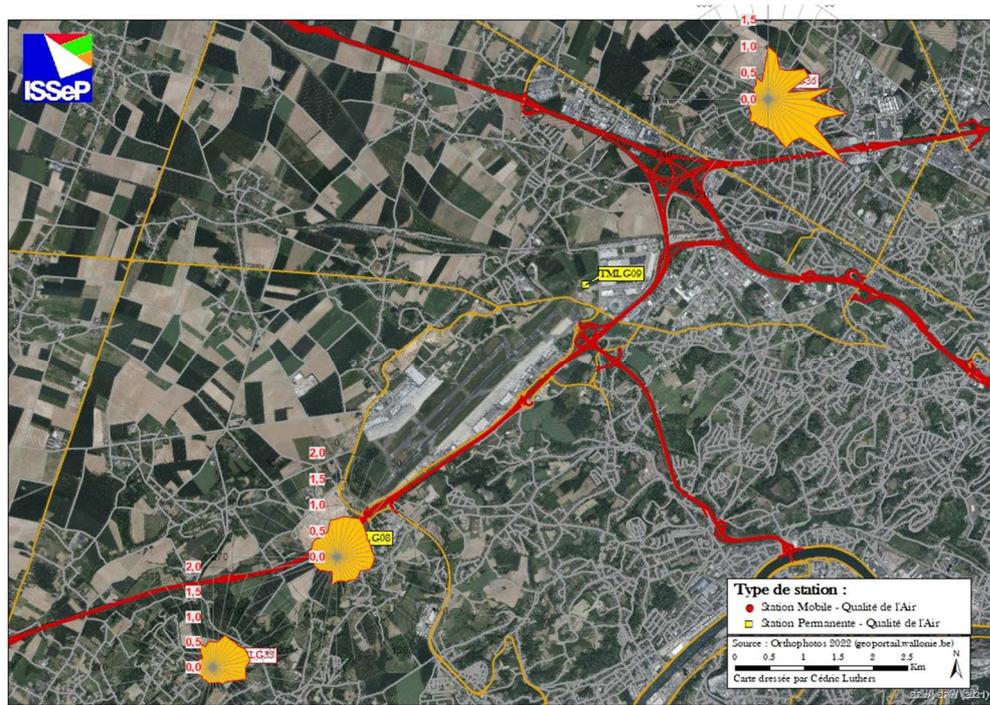


Figure 11.3.2 : Black carbon - Roses de pollution - (périodes non-concomitantes)

## 12. Conclusions

La SOWAER (Société Wallonne des Aéroports) a chargé l'ISSeP (Institut Scientifique de Service Public), exploitant des réseaux de mesure de la qualité de l'air en Wallonie, de réaliser des campagnes mobiles de surveillance de la qualité de l'air ambiant autour de l'aéroport de Liège dans le cadre de la mise en œuvre du permis unique portant sur le renouvellement du permis d'environnement délivré à Liège Airport.

Ce premier rapport intermédiaire analyse les données récoltées lors des campagnes mobiles réalisées au cours de la première année de mesure, entre le 14/12/2023 et le 04/12/2024.

Quatre points de mesures ont été sélectionnés :

- les deux sites de mesure permanents de surveillance de la qualité de l'air situés dans le prolongement de l'axe de la piste, de chaque côté de celle-ci. Le premier (TMLG08 – Les Cahottes) se situe à 1.100 m au sud-ouest du bout de la piste. Le second (TMLG09 – Liège Airport D-VOR) est quant à lui situé à environ 500 m au nord-est de l'autre bout de piste ;
- deux points supplémentaires situés dans le même axe mais plus éloignés des installations aéroportuaires : un site « amont » (RMLG33 - Warfusée) situé à 3.600 m au sud-ouest du bout de piste et un site « aval » (RMLG36 - Alleur) situé à 4.300 m au nord-est de l'autre bout de piste.

Si le respect des valeurs contraignantes des Directives européennes 2004/107/CE et 2008/50/CE, transposées 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 pendant les campagnes mobiles réalisées cette première année permet de conclure que toutes les valeurs limites et valeurs-cibles seraient respectées pour les quatre stations de mesure pour les particules en suspension (fractions PM10 et PM2.5), le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote, le benzène et le benzo(a)pyrène.

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 quatre stations installées autour de l'aéroport de Liège pour :

- les particules en suspension, fraction PM10, à l'exception de la valeur guide journalière aux stations TMLG08 (Les Cahottes) et RMLG33 (Warfusée) ;
- pour le dioxyde d'azote pour la valeur guide horaire, mais les valeurs guides annuelle et journalière seraient par contre dépassées pour l'ensemble des stations, à l'exception de la station RMLG33 (Warfusée) ;
- le monoxyde de carbone, le benzène et le benzo(a)pyrène.

Pour les particules en suspension, fraction PM2.5, les valeurs guides annuelle et journalière de l'OMS seraient dépassées pour les quatre stations.

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 naphthalène et le formaldéhyde.

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

Les roses de pollution montrent des apports en provenance du site aéroportuaire pour le monoxyde d'azote au point TMLG09 – Liège Airport D-VOR et pour les particules ultrafines, particulièrement la fraction 10-20 nm en tous les points de mesure.

Pour tous les autres polluants, aucun apport particulier en provenance du site aéroportuaire n'a pu être mis en évidence.



Guy GERARD  
Pôle Air  
Responsable Cellule Immissions



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

## **ANNEXE 1 : SITES DE MESURE**



**TMLG08 (Les Cahottes)**



**TMLG09 (Liège-Airport D-VOR)**



**RMLG33 (Warfusée)**



**RMLG36 (Allieur)**

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

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

### **PM10/PM2.5 : Analyseur Spectrometer GRIMM (365 et 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/NO<sub>2</sub> : 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 NO<sub>2</sub> en NO - calcul du NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> ou calibrateur multipoint

### **BTEX : Analyseur VOC72M (ENVEA)**

- détection par chromatographie avec une préconcentration préalable
- temps d'échantillonnage : 15 min
- détecteur PID
- gamme : 0-1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- limite de détection : 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### **Naphtalène**

- prélèvement pendant 1 semaine à travers un filtre de 47 mm de diamètre et d'une mousse en polyuréthane à un débit de 1  $\text{m}^3/\text{h}$ . 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 0,04  $\text{ng}/\text{m}^3$

### **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)
- limite de quantification de 0,04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### **Particules ultrafines : IFT-SMPS (Tropos) - TMLG09**

- temps d'échantillonnage : 5 min
- détecteur : CPC 3772 (TSI)
- DMA : TROPOS-modified Hauke-type
- gamme : 10-850 nm
- chargeur : bipolaire (Ni-63)
- liquide de condensation : butanol

### **Particules ultrafines : SMPS Grimm modèle 5420 – TMLG08, RMLG33 et RMLG36**

- temps d'échantillonnage : 5 min
- gamme : 10-350 nm (jusqu'à 850 nm en mode « Wide range » / analyseur GRIMM180)
- chargeur : bipolaire (Ni-63)
- liquide de condensation : butanol