

Evaluation de la contribution de la combustion de biomasse
dans les concentrations de particules fines en Région wallonne
en quatre sites de mesure (hiver 2024-2025)

Description du document

Auteurs

Virginie Hutsemékers

Philippe Maetz

Guy Gérard

Date

09 février 2026

Contact

maetz@irceline.be

Table des matières

1. INTRODUCTION	4
2. LOCALISATION DES POINTS D'ÉTUDES ET PARAMÈTRES ÉTUDIÉS.....	7
3. RÉSULTATS	9
3.1. CONCENTRATIONS EN PM10 ET PM2.5	9
3.2. LEVOGLUCOSAN ET ISOMÈRES	10
3.3. CARBONE NOIR	14
3.4. CARBONE ORGANIQUE ET CARBONE TOTAL	16
4. CONCLUSIONS.....	20

1. Introduction

Chauffage au bois et convivialité sont souvent perçus comme allant de pair. Le chauffage au bois bénéficie donc d'un attrait particulier qui motive de nombreux ménages à s'en équiper. Considéré comme une ressource neutre en CO₂, locale et socio-économiquement avantageuse, c'est un atout énergétique incontournable en Wallonie.

Cependant, le chauffage au bois est à l'origine d'émissions de nombreux polluants atmosphériques ayant un impact important sur la santé humaine : particules fines (PM₁₀, PM_{2.5}), carbone suie (black carbon, BC), matière organique, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), benzène, monoxyde de carbone, oxydes d'azote,...

Cette pollution est davantage problématique lors de périodes très froides, en raison des émissions plus importantes et également des mauvaises conditions de dispersion souvent observées lors de ces périodes.

En Wallonie, en 2021, 96,3% de la population a été exposée à des concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} supérieures aux valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (5 µg/m³) (Chiffres IRCEL-CELINE). Les particules fines PM_{2.5} sont parmi les polluants les plus néfastes pour la santé, elles augmentent significativement le risque de maladies cardio-vasculaires, respiratoires et de cancers du poumon, que ce soit à court ou à long terme.

Les contributions du secteur résidentiel et du chauffage au bois en particulier peuvent varier fortement d'une localisation à l'autre et d'une saison à l'autre. Une étude avec l'outil Sherpa (JRC) donne une estimation des contributions des différentes sources aux concentrations de fond urbain en PM_{2.5} à Liège et à Namur (Source : IRCEL-CELINE). Le chauffage résidentiel représente la première source nationale de pollution aux PM_{2.5}, il représente environ 30 % des concentrations d'origine belge, suivi ensuite par l'agriculture (Figure 1).

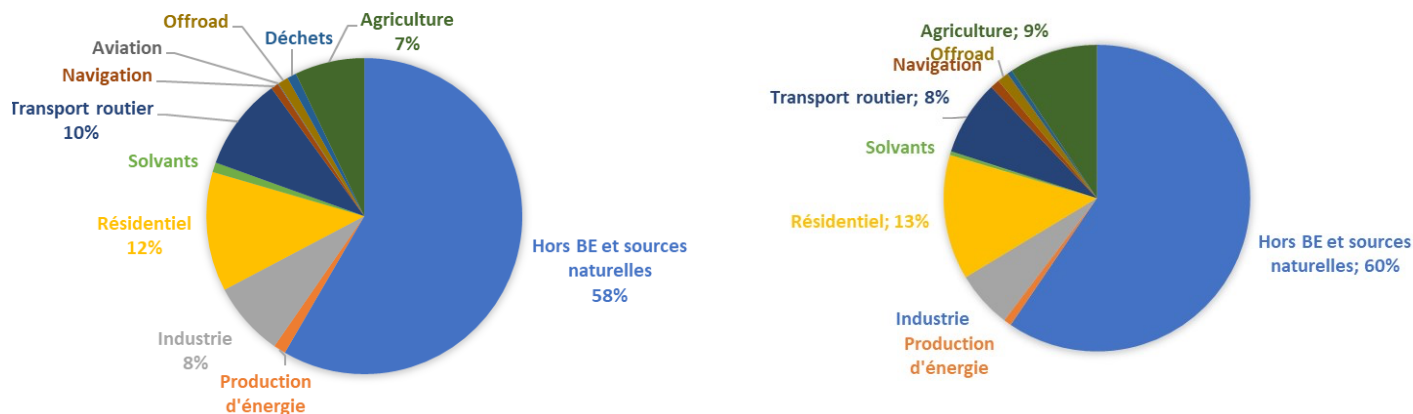


Figure 1 : Contributions des différentes sources aux concentrations de fond urbain en PM2.5 à Liège (gauche) et à Namur (droite), calculées avec l'outil Sherpa (2023).

En Flandre, des chiffres de la VMM (Vlaamse Milieu Maatschappij) mettent en évidence une différenciation de la contribution du chauffage au bois et des combustibles fossiles par saison : pour 2022, la combustion du bois représente 25% des concentrations de PM10 observées et les combustibles fossiles 9% en période hivernale, contre respectivement 7 et 6% pour l'été (<https://www.vmm.be/lucht/fijn-stof/bijdrage-van-fijn-stof-door-verbranding-hout-en-fossiele-brandstof>).

Les inventaires annuels wallons de 2023 (pour l'année 2021) évaluent le secteur résidentiel à la moitié (47,3%) des émissions de PM2.5. Au sein de ces émissions résidentielles, les émissions du chauffage au bois sont évaluées à 81,1% et celles du chauffage au charbon à 58%.

Sur base de nombreuses études, le guidebook d'EMEP classe les différents types de chauffage par ordre d'émissions de polluants selon la Figure 2.

PMx emission factors (g/Gj) for small combustion installations

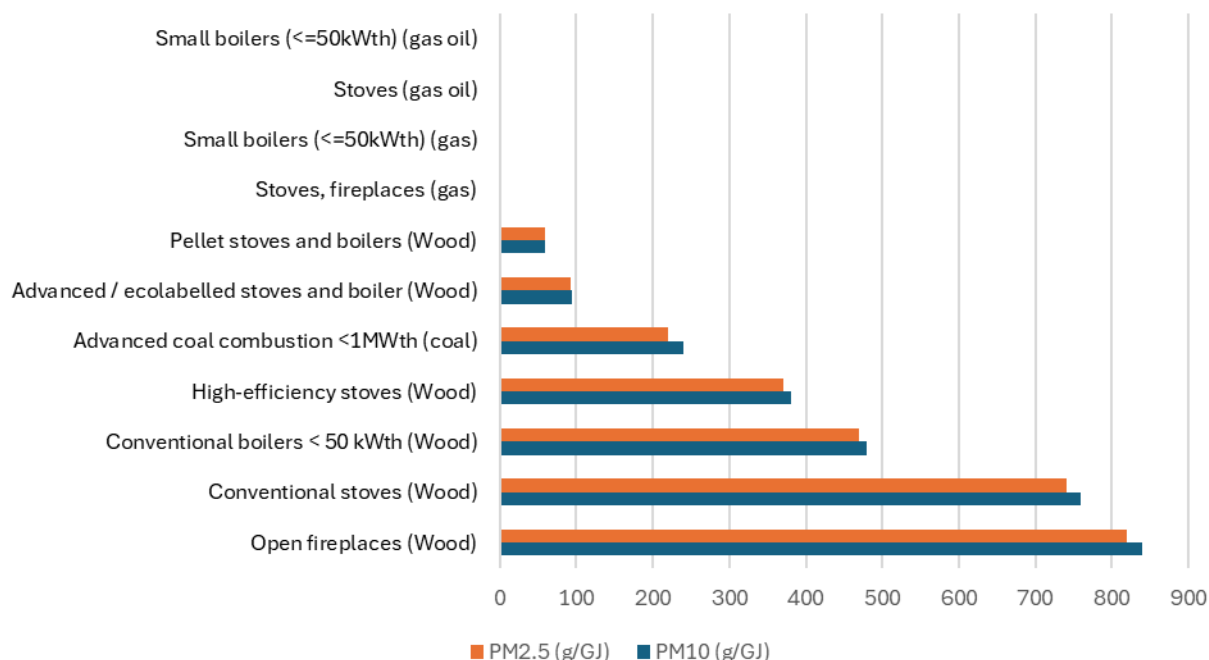


Figure 2 : Facteurs d'émissions PM10 et PM2.5 provenant du Guidebook EMEP(2023)

Les émissions de particules fines du chauffage résidentiel proviennent majoritairement de la combustion de la biomasse et sont à quasi 100% composées de particules PM2.5.

Les utilisateurs des poêles à bois, feux ouverts, inserts sont souvent peu conscients des problèmes et sous-estiment l'impact de ces chauffages sur la qualité de l'air. Il reste donc important d'informer et sensibiliser davantage les collectivités et la population.

Dans ce contexte, quantifier la contribution du chauffage au bois dans les concentrations de particules fines en Wallonie, et ce dans différents environnements urbains ou ruraux et sur une longue période hivernale, fournira des informations objectives pour les décideurs locaux.

2. Localisation des points d'études et paramètres étudiés

L'étude s'est déroulée du 4 décembre 2024 au 10 mars 2025. Quatre dispositifs de mesures ont été déployés, dans des contextes environnementaux différents :

- Saint-Nicolas à Liège, dans un contexte urbain dense
- Sinsin, dans un milieu tout à fait rural, à proximité de champs et non loin de la N4
- Marche-en-Famenne, en Ardenne, dans un contexte urbain moins dense que Liège, et à proximité de forêts, ce qui facilite l'accès au bois de chauffage
- Dans le village de Hives, sur les hauteurs de La-Roche-en-Ardenne, dans un contexte rural et ardennais.

Les adresses ainsi que les paramètres mesurés par site sont repris dans le Tableau 1.

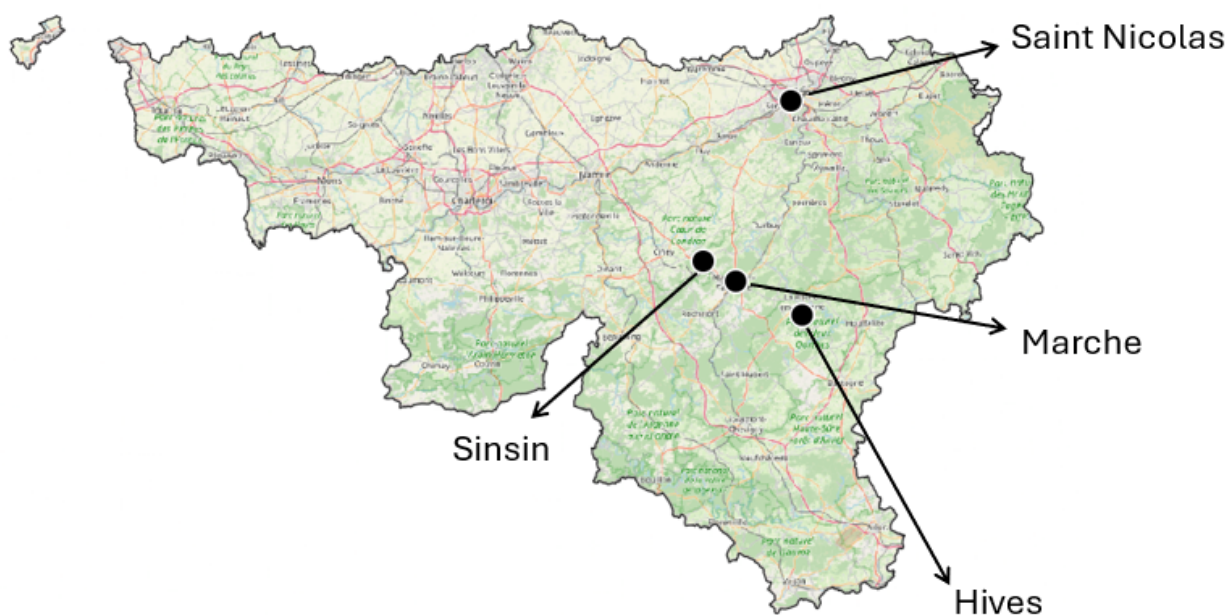


Figure 3 : Cartographie des sites de mesures en Wallonie

Site de mesures	Emplacement	Adresse	Levoglucosan & isomères (sur PM2.5)	BC (MetOne)	EC/OC/TC	PM10/PM2.5
TMSG02	Station télémétrique 43H201	Rue du Bois Saint-Gilles, B-4000 Saint Nicolas (Liège)	v		v	v
TMNT05	Station télémétrique 43N093	Rue de Tige Netinne 2, B-5377 Sinsin	v	v	v	v
RMMA05	Cimetière communal	Chaussée de l'Ourthe, B-6900 Marche-en-Famenne	v		v	v
RMHI01	Habitation particulière (jardin)	Rue de Hives 39, B-6984 Hives	v		v	v

BC : Black Carbon ; EC/OC/TC : Carbone élémentaire/ Carbone organique / Carbone Total

Tableau 1 : Localisation des sites de mesure et polluants mesurés.

Les fréquences d'échantillonnage et de mesure diffèrent selon les paramètres :

- Levoglucosan/Mannosan/Galactosan, EC/OC/TC : échantillonnage 24h sur filtre un jour sur deux. 185 mesures réalisées par polluant au total sur les 4 stations¹.
- PM10, PM2.5 et BC : mesure en continu, intégration sur 30 min.

La période entre décembre 2024 et mars 2025 a été caractérisée par des périodes très froides (Figure 4) propices à des émissions de particules fines importantes par le chauffage au bois.

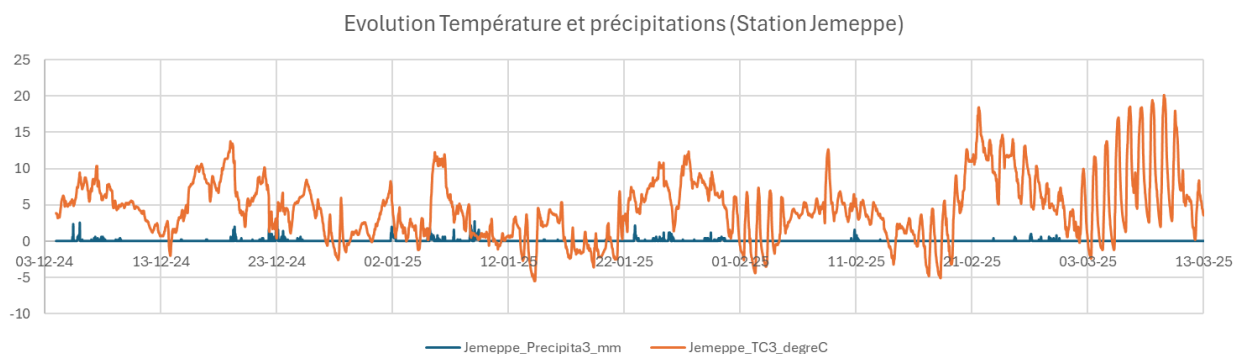


Figure 4 : Evolution de la température et des précipitations à la station de Jemeppe entre décembre 2024 et mars 2025

¹ Pas de données à Sinsin entre le 13/01 et le 4/2.

3. Résultats

3.1. Concentrations en PM10 et PM2.5

Les concentrations en PM10 mesurées restent relativement basses par rapport à la valeur limite journalière de la directive qualité de l'air 2024/2281. Seuls deux dépassements de la valeur journalière de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été observés à Saint Nicolas (Liège). En ce qui concerne les PM2.5, on observe davantage de dépassements de la valeur limite journalière, jusqu'à 7 dépassements ont été observés entre le 04/12 et le 10/03 à Saint Nicolas et à Marche (Tableau 2).

	PM10		PM2.5	
	Moyenne 4/12-10/03 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	# jours de dépassements du seuil de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne 4/12-10/03 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	# jours de dépassements du seuil de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sinsin	11,1	0	7,6	1
Saint Nicolas	151	2	10,5	7
Hives	134	0	9,7	3
Marche	15,5	0	11,3	7

Tableau 2 : PM10 & PM2.5 : Concentration moyenne et nombre de jours de dépassements des valeurs limites journalières

Les concentrations observées sont fortement influencées par la température extérieure et les valeurs les plus élevées en PM2.5 sont observées les jours où les températures sont les plus basses (Figure 5). Ces concentrations plus élevées ne sont pas dues uniquement à l'augmentation des émissions du chauffage mais souvent également à des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants atmosphériques.

Si l'on considère les périodes de froid, c'est-à-dire lorsque les températures descendent en-dessous de 4°C à Jemeppe, le rapport journalier moyen des concentrations PM2.5/PM10 est de 74,5% alors que lorsque la température $\geq 4^\circ\text{C}$ ce rapport n'est que de 58,4% en moyenne. Le chauffage domestique au bois émet essentiellement des PM2.5 (cf Figure 2), ce qui explique le rapport PM2.5/PM10 plus élevé en période de froid.

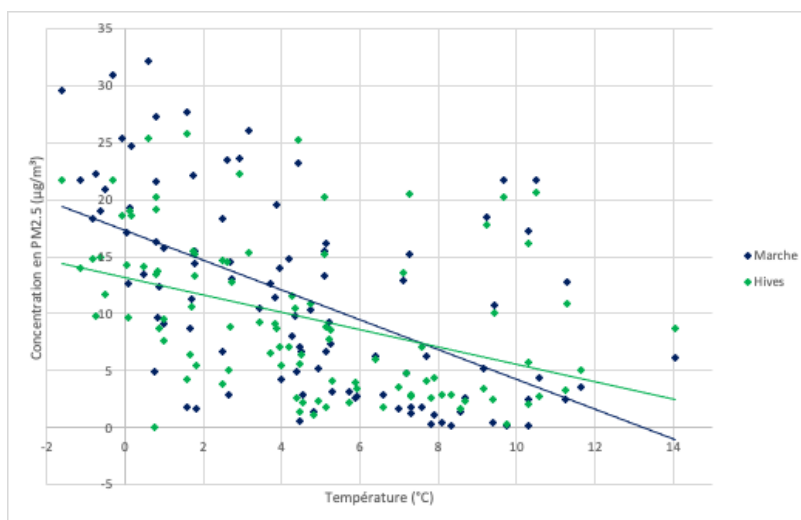


Figure 5 : Concentrations journalières en PM2.5 à Marche (RMMA05) et Hives (RMHI01) en fonction de la température moyenne journalière à Jemeppe

3.2. Levoglucosan et isomères

Le levoglucosan (L) est un traceur connu de la combustion du bois. Il est le composé le plus abondant issu de la pyrolyse de la cellulose, devant ses deux isomères le galactosan (G) et le mannosan (M). De nombreuses études de qualité de l'air suivent la contribution de la

jour sur deux pendant la période du 04/12/2024 au 10/03/2025. Les concentrations mesurées sont synthétisées dans le Tableau 3. Lorsque les concentrations excèdent la limite de quantification supérieure de 1000 ng/m³, elles sont considérées égales à 1000 ng/m³ pour être prise en compte dans l'étude. Les concentrations de levoglucosan sont plus élevées lorsque les températures sont plus basses (Figure 6).

Site	Levoglucosan (ng/m ³)		
	Moyenne	Maximum	Minimum
Hives	168	684	31
Marche-en-Famenne	282	1849	22
Sinsin	99	537	17
St Nicolas	155	>1000	15

Tableau 3 : Concentrations moyennes, maximales et minimales en levoglucosan (ng/m³) aux différentes sites de mesure sur la période de l'étude

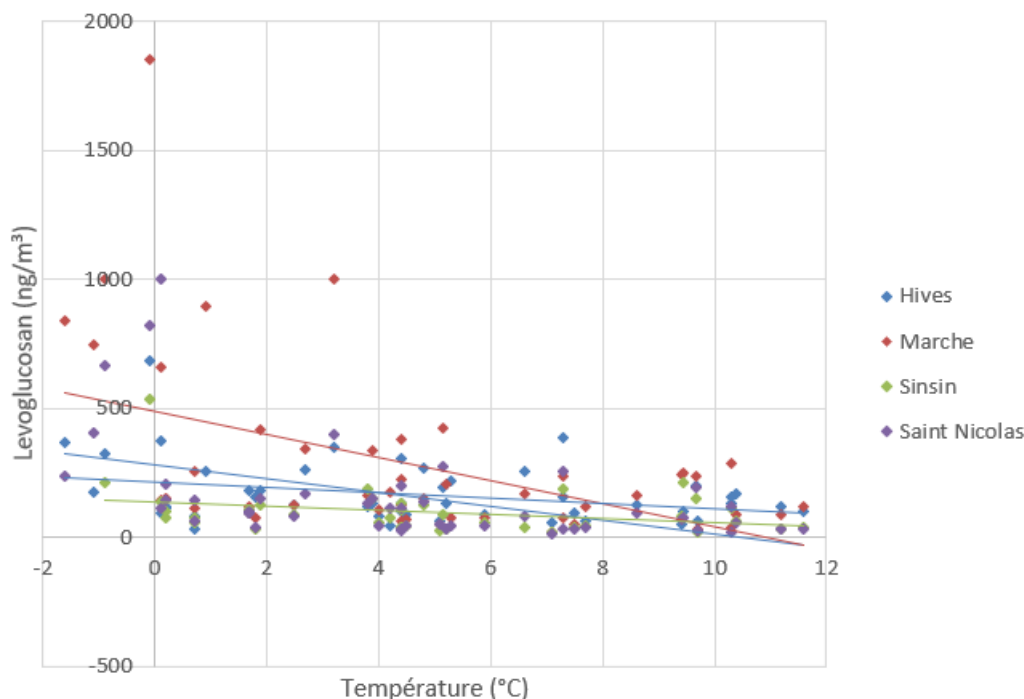


Figure 6 Evolution des concentrations de Levoglucosan (ng/m^3) aux 4 sites de mesure par rapport à la température extérieure (Jemeppe)

Un facteur multiplicatif de 10,7 est généralement utilisé pour évaluer la concentration de PM10 due au chauffage au bois, PM10_bb (Schmidl et al 2008, Bhattarai et al 2019 (review)). Etant donné que les PM2.5_bb sont presque équivalents aux PM10_bb (cf Figure 2), nous considérerons le même facteur multiplicatif pour les PM2.5.

Lors d'une étude réalisée en Flandre (Maenhaut et al 2016) un facteur multiplicatif de 22,6 a été utilisé afin de prendre en compte également les formations secondaires de PM2.5 suite à la combustion de biomasse (Maenhaut et al 2016). La plupart des travaux utilisant le facteur de 10,7, celui-ci est utilisé dans cette étude, mais nous garderons à l'esprit que ces estimations de contributions de la combustion de biomasse aux concentrations de PM2.5 peuvent potentiellement être plus élevées.

Etant donné que l'incertitude de mesure des PM2.5 est de $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les valeurs journalières inférieures à ce seuil n'ont pas été prises en compte pour le calcul de la contribution due au chauffage au bois dans les concentrations de PM2.5.

Le Tableau 4 ci-dessous résume la contribution du chauffage au bois dans les PM2.5 sur la période de l'étude. Elle atteint 14 % à Saint Nicolas et 23% à Marche-en-Famenne. Les pics journaliers de combustion au bois peuvent cependant atteindre 78% des PM2.5 mesurés (Marche-en-Famenne).

	PM2.5_moy	PM2.5_max journalier	PM10_moy	PM10_max journalier
Saint-Nicolas	14,39%	55,46%	9,08%	40,31%
Sinsin	13,99%	43,20%	9,38%	34,63%
Marche-en-Famenne	23,00%	77,85%	15,47%	67,02%
Hives	19,08%	58,56%	13,29%	33,45%

Tableau 4 : Valeurs moyennes et maximales (%) de la contribution du chauffage au bois dans les PM2.5 et PM10 pour les différents sites de l'étude.

Par rapport à la valeur limite journalière de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM2.5 définie dans la directive 2024/2881 (Figure 7. Evolution des concentrations journalières en PM2.5, PM2.5_{wb} (dérivées des mesures du levoglucosan) et de la température. Les flèches indiquent les jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM2.5 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et pour lesquels une mesure de levoglucosan est également disponible.):

- 3 dépassements observés à Saint Nicolas, mais dont la contribution du chauffage au bois est relativement faible (4 à 5% des PM2.5). Pour d'autres jours, des concentrations élevées mais ne dépassant pas le seuil de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et pour lesquelles la contribution de la combustion de bois peut s'élever jusqu'à 50% de la concentration de PM2.5, ont toutefois été observées.
- Aucun dépassement observé à Sinsin
- 4 dépassements à Marche, dont la contribution du chauffage au bois est significative : 78% ; 41% ; 37% et 35% respectivement
- Un dépassement à Hives, dont la contribution du chauffage au bois atteint 5%

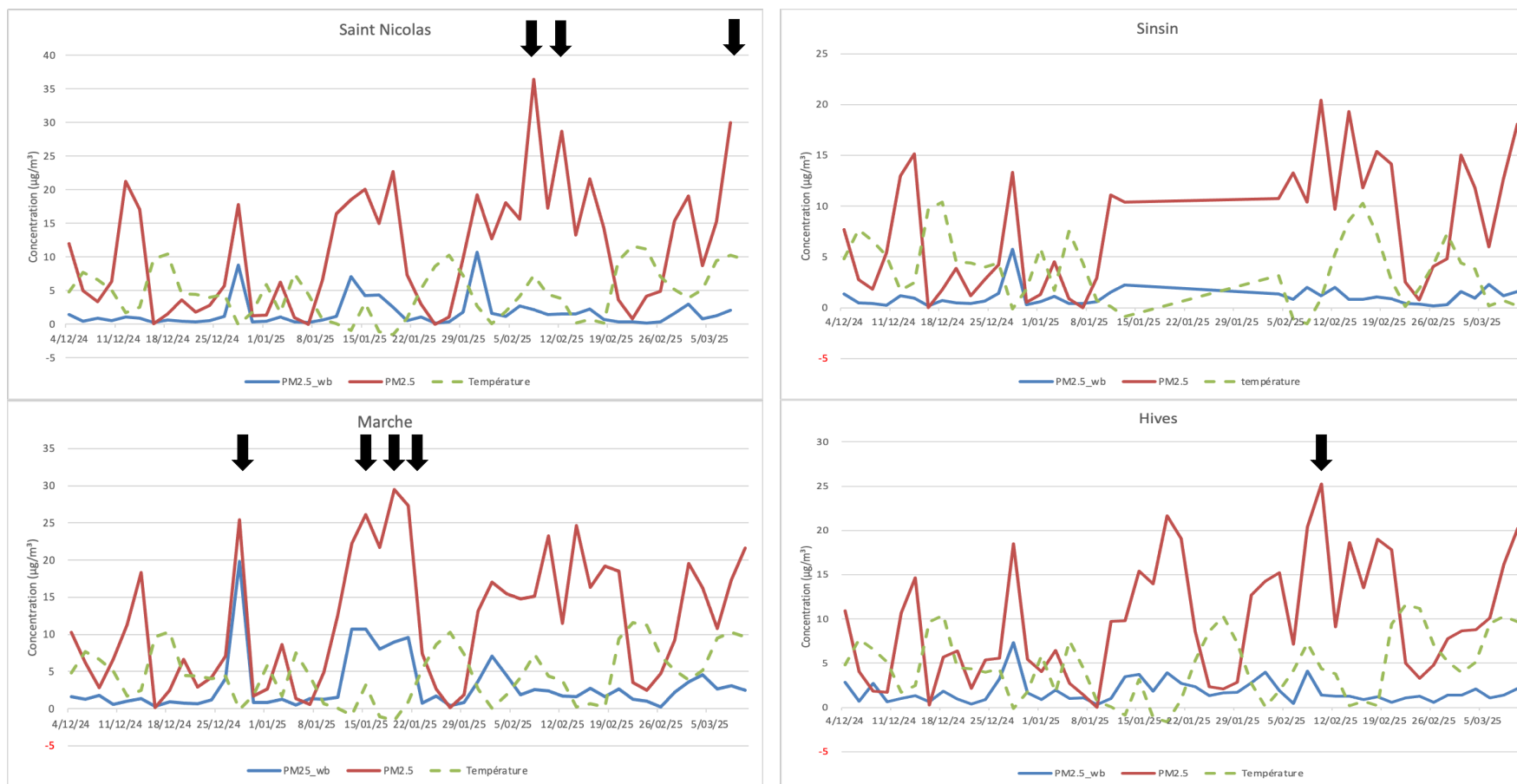


Figure 7. Evolution des concentrations journalières en PM2.5, PM2.5_wb (dérivées des mesures du levoglucosan) et de la température. Les flèches indiquent les jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM2.5 (25 µg/m³) et pour lesquels une mesure de levoglucosan est également disponible.

Les rapports entre le levoglucosan et ses isomères permet d'identifier le type de bois utilisé.

Selon Schmidl et al (2008), des rapports élevés entre les isomères (L/M : 14-15 ; L/(M+G) : 85-9,9) indiquent que l'on est davantage en présence de la combustion de bois durs (hêtre, chêne) que tendres (bouleaux, épicéa, mélèze). La moyenne des rapports L/M pour les 4 sites s'échelonnent de 9,46 à Saint Nicolas) à 13,47 pour Marche (Tableau 5). La moyenne des rapports L/(M+G) des 4 sites varie de 7,02 à 9,64. On est donc davantage en présence de combustion de bois durs (hêtre, chêne) que de bois tendres (bouleau, résineux, etc).

Schmidl et al (2008), sur base d'une étude en Autriche, calcule la proportion d'épicéa brûlé selon l'équation suivante :

$$\% \text{épicéa} = (14,8 - R_{L/M}) / 0,112$$

La contribution moyenne de la combustion de bois d'épicéa calculée à partir de cette équation varie significativement selon le site considéré, d'environ 12% à presque 50%.

Site	L/M moyen	%épicéa
Hives	12,31	22,2
Marche	13,47	11,9
Sinsin	10,72	36,5
Saint Nicolas	9,46	47,7

Tableau 5 : Rapport levoglucosan/mannosan et estimation du pourcentage de combustion de bois d'épicéa aux sites de mesure

Ces valeurs sont cohérentes avec l'environnement des sites de mesures. Marche-en-Famenne est entouré de forêts de feuillus, et utilise peu de bois d'épicéa. A contrario Saint Nicolas, en milieu urbain, dépend de ventes de bois. En Flandre, les résultats de Maenhaut et al 2012 montrent une nette prédominance des bois tendres d'épicéas, entre 65 et 87%. Nos résultats sont davantage comparables avec les résultats obtenus en France, où le bois dur est davantage utilisé (Favez et al 2010).

3.3. Carbone noir

L'utilisation d'un analyseur multi-longueurs d'ondes permet de suivre les concentrations de carbone noir et également de différencier les émissions de ce composé dues à la combustion d'hydrocarbures, BC_{ff}, de celles liées à la combustion de biomasse, BC_{wb} (Sandradewi et al 2008). On peut donc estimer la contribution aux concentrations de PM de la combustion de la biomasse directement à partir des mesures de carbone noir en appliquant un facteur de conversion. Cependant, les particules issues de la combustion de biomasse peuvent être très différentes d'un site à l'autre.

Un seul site de mesure, Sinsin était équipé d'un analyseur BC multi-longueur d'onde. La concentration maximale journalière mesurée est de $1,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette concentration a été enregistrée un jour de week-end particulièrement froid (samedi 01/02, température moyenne : 1°C). La concentration moyenne journalière est de $0,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$, elle augmente à $0,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si on ne tient compte que des jours où la température est inférieure à 4°C , les concentrations étant plus élevées lorsque les températures diminuent (Figure 8). En moyenne, un peu moins de 50% du BC mesuré provient de la combustion de biomasse, la proportion variant de 24% à 91%. La fin du mois de décembre entre le 27/12 et le 30/12 est particulièrement remarquable avec un % moyen de 81%, ce qui s'explique par la combinaison entre une période de congé et des températures basses, inférieures à 2°C .

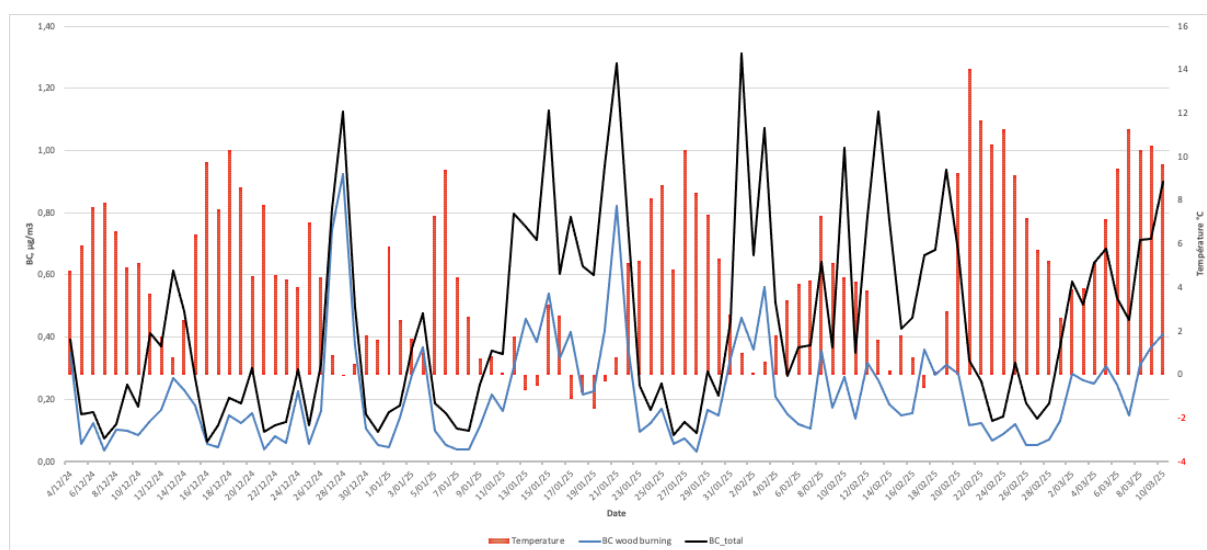


Figure 8 : Concentrations moyennes en BC total, BC issu de la combustion de biomasse et température moyenne journalière.

On observe une bonne linéarité entre les concentrations de BC_{wb} issues des mesures d'absorption et les concentrations de PM_{wb} issues des mesures de levoglucosan (Figure 9) :

$$\text{PM}_{\text{wb}}, \mu\text{g}/\text{m}^3 = 5,297 \cdot \text{BC}_{\text{wb}}, \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Cette linéarité devra être confirmée par la seconde campagne de mesure, mais illustre la possibilité d'évaluer les concentrations de PM issues de la biomasse directement des valeurs de BC en temps réel, sans mise en œuvre de mesures de traceur sur filtre.

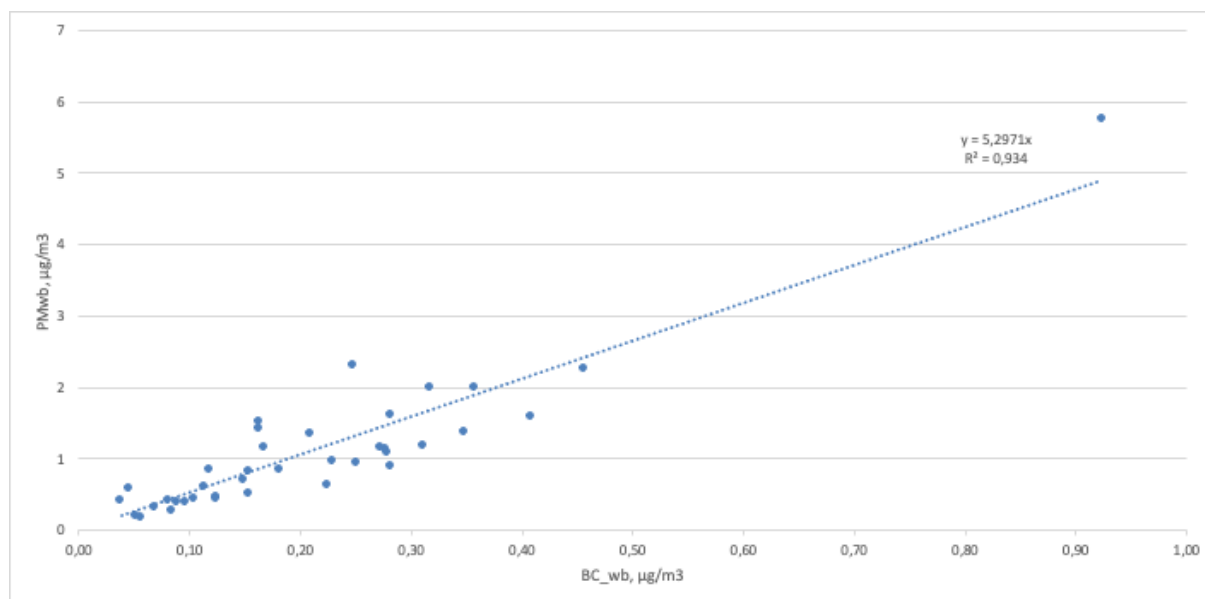


Figure 9 : Corrélation entre les concentrations de BCwb issues des mesures d'absorption et les concentrations de PMwb issues des mesures de levoglucosan

3.4. Carbone organique et Carbone Total

Les particules primaires issues du chauffage au bois se caractérisent par un taux de carbone organique (OC) très important.

La combustion du bois produit généralement des aérosols présentant un rapport OC/EC élevé (souvent >6), ce qui la distingue des sources de combustibles fossiles, qui ont des rapports plus faibles (1-3). Des rapports OC/EC élevés, en particulier pendant l'hiver ou dans les zones où la combustion du bois est courante, suggèrent une combustion importante de biomasse. Le graphique suivant indique une contribution assez fréquente de la combustion de biomasse pendant la période d'étude.

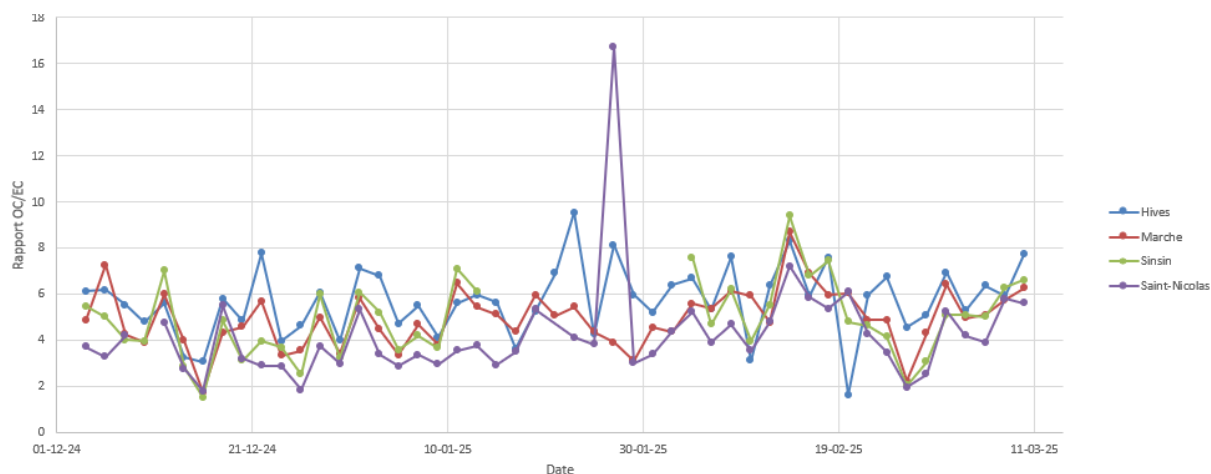


Figure 10 : Evolution du rapport OC/EC durant la période du 4/12/2024 au 10/03/2025 (prélèvements un jour sur deux).

L'analyse des OC/EC/TC est complémentaire à celle du levoglucosan. Une analyse par station de la corrélation entre le carbone organique OC et le levoglucosan montre une corrélation positive ($r=0,91$) entre ces deux traceurs de la combustion de biomasse dans toutes les stations (Figure 11).

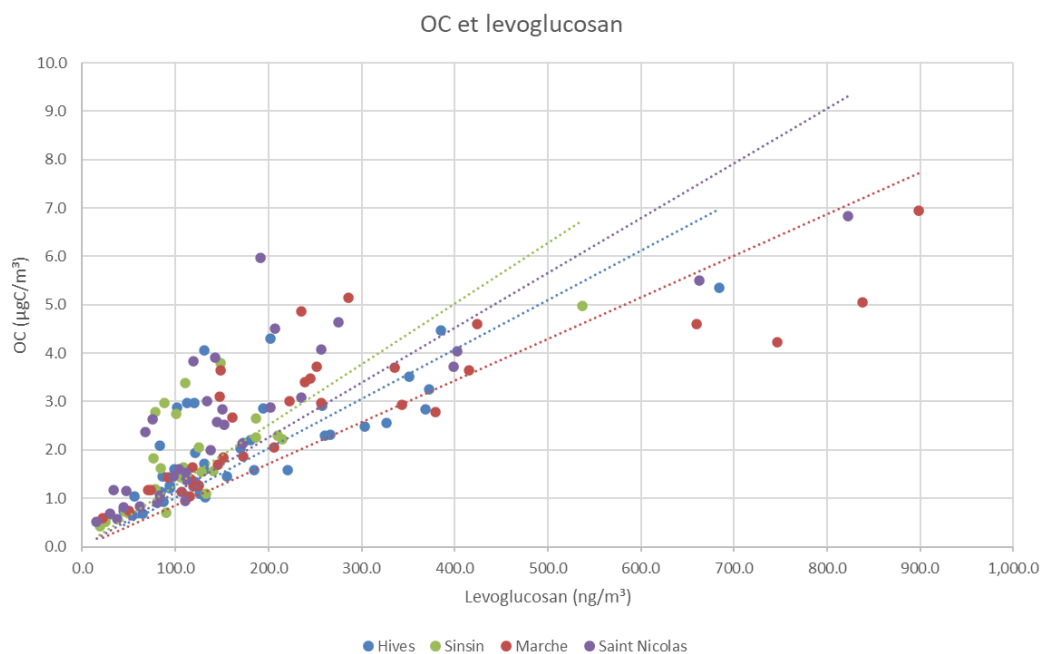


Figure 11 Corrélations entre la quantité de OC et le levoglucosan aux 4 stations de l'étude.

Le levoglucosan permet d'estimer également la fraction de carbone organique dans les PM₁₀ due au chauffage au bois. Le facteur de conversion proposé par Schmidl et al (2008) en Autriche et Maenhaut et al (2012) en Flandre est de 5,59.

$$PM10_OC_wb = 5,59 * \text{levoglucosan}.$$

Cette valeur est relativement conservative. Différents facteurs de conversion sont proposés dans la littérature scientifique, jusqu'à un facteur de 12 (*Puxbaum* et al, *Favez* et al 2010). L'incertitude générale par rapport à cette évaluation est aux alentours de 30%.

Nous faisons de nouveau l'hypothèse ici que la fraction PM10_wb (PM10 dues à la combustion de biomasse) est équivalente à la fraction PM2.5_wb, comme précédemment (cf Figure 2). Les évolutions du carbone organique, du carbone total et de la fraction de carbone organique dans les PM2.5 due à la combustion de biomasse sont présentées à la Figure 12.

Le Tableau 6 donne des valeurs moyennes de la fraction de carbone organique dans les PM2.5 due à la combustion de biomasse entre 36% et 52%, avec des maxima journaliers entre 67% et 111%. Ce dernier chiffre, impossible, doit être interprété en tenant compte des incertitudes de mesures mentionnées précédemment. Il confirme toutefois l'attribution quasi-totale du dépassement de PM2.5 du 28/12/2024 observé au site de Marche à la combustion de biomasse.

Ces valeurs sont similaires à celles rencontrées en Flandre en 2012 (36-43% durant la saison hivernale, *Maenhaut* et al 2016). Il faut cependant prendre en compte le fait que la présente étude se focalise sur les PM2.5 OC et non les PM10 OC, et que de plus elle a lieu 13 ans plus tard, le parc d'installations de chauffage a entretemps évolué. Les conditions hivernales peuvent également influencer les résultats.

	Moyenne de la contribution de la combustion de biomasse dans le Carbone organique (PM2.5)	Maximum de la contribution de la combustion de biomasse dans le Carbone organique (PM2.5)
Hives	51%	94%
Marche	52%	111%
Sinsin	40%	72%
Saint-Nicolas	36%	67%

Tableau 6 : Valeurs moyennes et maximales de la fraction de carbone organique dans les PM2.5 due à la combustion de biomasse

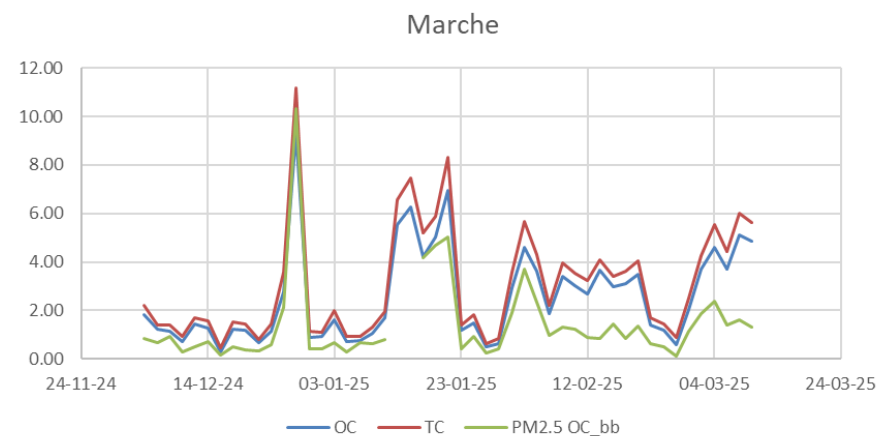
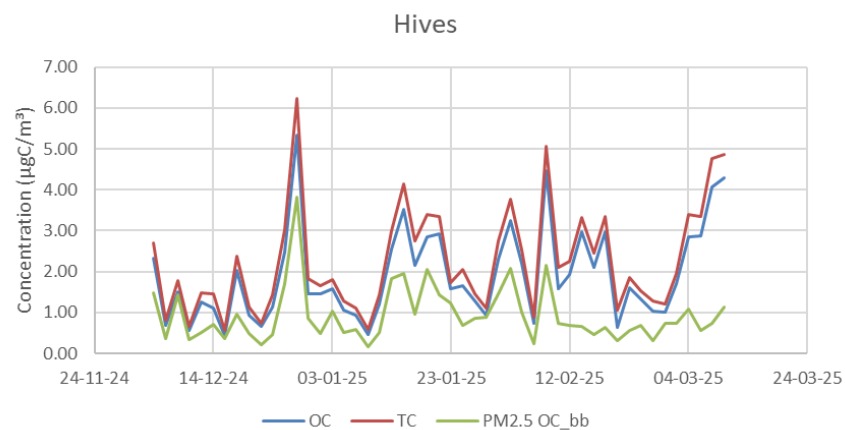


Figure 12 : Evolution des concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dans la fraction PM2.5, en Carbone organique (OC), Carbone total (TC), et Carbone Organique due à la combustion de biomasse (PM2.5 OC_wb)

4. Conclusions

- La période d'étude (04/12/2024 – 10/03/2025) se caractérise par de nombreux épisodes de froid, et des concentrations journalières en particules fines élevées, notamment pour la fraction PM_{2.5}: entre 2 et 7 dépassements du seuil journalier EU de 25 µg/m³ ont été observés aux quatre stations de mesure.
- La contribution du chauffage au bois aux concentrations de PM_{2.5} pendant la saison hivernale 2024-2025 se situe entre 14% et 23% selon le site de mesure. La valeur la plus élevée est observée à Marche en Famenne, ce qui peut s'expliquer par davantage de foyers ayant une installation de chauffage au bois (données étude AwAC 2019, non publiée). La facilité d'accès au bois de chauffage y est également un élément favorisant. A contrario à Sinsin et Saint Nicolas, les mesures atteignent seulement 14% de PM_{2.5} dues à la combustion de biomasse, Sinsin étant une zone peu urbanisée, et Saint Nicolas étant situé en zone urbaine dense, le parc d'installation de chauffage y est davantage caractérisé par des installations au gaz et mazout (cf étude AwAC 2019).
- La contribution du chauffage au bois aux PM₁₀ s'échelonne de 9% à 15,5 %, les maxima journaliers de 33% à 67% selon le site de mesure.
- D'après les rapports entre le levoglucosan et ses isomères, le type de bois utilisé en Wallonie, et encore davantage en Ardenne, est essentiellement du bois dur (hêtre, chêne).
- Certains des pics de pollution enregistrés qui dépassent la valeur seuil journalière européenne de 25 µg/m³ en PM_{2.5} (directive 2024/2881) peuvent s'expliquer par une contribution majeure du chauffage au bois.
- En termes de PM_{2.5} OC, le chauffage au bois atteint une contribution en OC (estimée à partir du levoglucosan) de 36 à 52% selon le site de mesure. De nouveau Marche a la plus grande contribution de chauffage au bois dans les particules fines (52%), et Saint Nicolas la plus faible (36%).

References

- Bhattarai, H., Saikawa, E., Wan, X., Zhu, H., Ram, K., Gao, S., Kang, S., Zhang, Q., & Zhang, Y. (2019). Levoglucosan as a tracer of biomass burning: Recent progress and perspectives. *Atmospheric Research*, 220, 20–33. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.01.004>
- European Environment Agency. (2023). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2800/795737>
- Favez, O., Cachier, H., Sciare, J., Sarda-Estève, R., & Martinon, L. (2010). Evidence for a significant contribution of wood burning aerosols to PM₁₀ during wintertime pollution episodes in France. *Atmospheric Environment*, 44(34), 4374–4385. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.07.037>
- INERIS, & LCSQA. (2015). Impact de la combustion de biomasse sur les concentrations de PM₁₀ : programme CARA hiver 2014-2015. Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air. <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/2015/ineris/impact-combustion-biomasse-concentrations-pm10-programme-cara-hiver-2014-2015>
- Maenhaut, W. (2012). Assessment of the contribution from wood burning to PM₁₀ aerosol in Europe. *Science of the Total Environment*, 435–436, 226–238.
- Maenhaut, W., et al. (2016). Assessment of the contribution from wood burning to ambient PM₁₀ using aerosol chemical composition and receptor modelling. *Science of the Total Environment*, 572, 192–204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.211>
- Schmidl, C., Bauer, H., Dattler, A., Hitzenberger, R., Weissenböck, G., Marr, I. L., & Puxbaum, H. (2008). Chemical characterisation of particle emissions from burning leaves. *Atmospheric Environment*, 42(5), 907–920. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.10.010>
- J. Sandradewi, A.S.H. Prévôt, E. Weingartner, R. Schmidhauser, M. Gysel, U. Baltensperger, *Atmospheric Environment* 42 (2008) 101–112, [doi:10.1016/j.atmosenv.2007.09.034](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.09.034)