Evaluation de la qualité de l'air sur la Communauté de Communes du Pays de Lure

Rapport hivernal

2022-2023

Juillet 2023

Atmo Bourgogne-Franche-Comté est l'association agréée par le Ministère en charge de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en région Bourgogne-Franche-Comté. Elle a pour principales missions :

Décliner et mettre en œuvre la stratégie de surveillance de la qualité de l'air de l'État français. Cela consiste en grande partie à produire des données (mesures, données d'émissions et de modélisation) qui répondent aux attentes qualitatives et quantitatives de l'Union Européenne ;

Prévoir les pics de pollution et diffuser l'information et les recommandations sanitaires ;

Sensibiliser la population et les décideurs aux enjeux sanitaires liés à la qualité de l'air ;

Réaliser des études prospectives dans le domaine de l'air (nouveaux polluants, nouvelles sources, nouvelles expositions…) ;

Réaliser des diagnostics et des prospectives pour aider à la décision à court, moyen et long terme ;

Accompagner les acteurs locaux pour atteindre le respect des normes en vigueur.

Conditions d'utilisation du rapport

La diffusion ou la réutilisation des données est libre dans les conditions suivantes :

Les données contenues dans ce document restent la propriété d'Atmo Bourgogne-Franche-Comté. Toute utilisation partielle ou totale doit faire référence à Atmo Bourgogne-Franche-Comté et au présent rapport ;

Le rapport ne sera pas forcément rediffusé en cas de modification ultérieure. En cas de remarques ou questions, prenez contact avec Atmo Bourgogne-Franche-Comté ;

Sur demande, Atmo Bourgogne-Franche-Comté met à disposition les caractéristiques techniques des mesures et les méthodes d'exploitation des données.

Rédaction du rapport : Victoria Vienot Cartier

Validation du document : Aymeric Agostini

Crédit visuels : © Antoine Bardelli – Atmo BFC

Sommaire

Résumé **6**

1. Contexte et objectif **7**

2. Composés ciblés par l'étude **7**

2.1. Les oxydes d'azote (NOx) 7

2.1.1. Sources 7

2.1.2. Impact sur la santé 8

2.1.3. Règlementation 8

2.2. Les particules fines (PM) 9

2.2.1. Sources 9

2.2.2. Impact sur la santé 10

2.2.3. Réglementation 10

3. Stratégie de mesure **11**

3.1. Stratégie spatiale 11

3.2. Stratégie temporelle 12

3.3. Moyen de mesure 13

3.4. Exploitation des résultats 13

4. Focus sur le chauffage bois **14**

5. Données météorologiques **15**

5.1. Pluviométrie et température 15

5.2. Rose des vents 16

5.3. Conditions météorologiques sur les autres sites de mesures 17

6. Résultats **17**

6.1. Oxydes d'azote (NOx) 17

6.1.1. Données globales et comparaison aux seuils réglementaires 17

6.1.2. Rapport NO/NO_2 19

6.1.3. Evolution des concentrations sur la période d'étude 20

6.1.3.1 Dioxyde d'azote (NO2) 20

6.1.3.2 Monoxyde d'azote (NO) 20

6.1.4. Analyse du profil journalier horaires 21

6.1.4.1 NO_2 21

6.1.4.2 NO 22

6.2. Les particules 22

6.2.1. Données globales et comparaison aux seuils réglementaires 22
6.2.1.1 PM10 22
6.2.1.2 PM2,5 24
6.2.1.3 Analyse globale des niveaux 25
6.2.2. Evolution des concentrations sur la période d'études 28
6.2.2.1 PM10 28
6.2.2.2 PM2,5 29
6.2.3. Analyse du profil journalier horaire 30
6.2.3.1 PM10 30
6.2.3.2 PM2,5 31
Conclusion 32
Annexes 33
Annexe 1 : Emissions de polluants par secteur selon le site de mesure 33
Annexe 2 : Les stations de mesure mobiles 34
Glossaire 36

Table des illustrations

Figure 1 : Emissions de NOx par secteur- sur la CCPL (inventaire 2018) 8
Figure 2 : Emissions de PM10 et PM2.5 par secteurs sur la CCPL (inventaire 2018) 10
Figure 3: Carte de répartition des deux sites de mesures 12
Figure 4 : Stations de mesure implantées à la piscine Nauti'Lure (à gauche) et Amblans-et-Velotte (à droite) 13
Figure 5: Variations temporelles des températures moyennes journalières (°C) et cumuls journaliers des précipitations (mm) lors de la campagne de mesure 15
Figure 6 : Caractérisation de la provenance (°N) et de la vitesse des vents (m/s) en ‰ durant la campagne 16
Figure 7 : Niveaux moyens en NO2 pendant la campagne de mesure 18
Figure 8 : Rapport NO/NO_2 19
Figure 9 : Evolution de la concentration journalière en NO2 au cours de la campagne de mesure 20
Figure 10 : Evolution de la concentration en NO au cours de la campagne de mesure 20
Figure 11 : Profil journalier horaire en NO_2 21
Figure 12 : Profil journalier horaire en NO 22
Figure 13 : Niveaux moyens journaliers en PM10 23
Figure 14 : Niveaux moyen journaliers en PM2,5 24
Figure 15 : Rose de pollution en PM10 et PM2,5 sur Lure 26
Figure 16 : Vu aérienne de Lure 26
Figure 17 : Rose des pollution en PM10 sur Amblans-et-Velotte 27

Figure 18 : Vu aérienne d'Amblans-et-Velotte 27
Figure 19 : Evolution des concentrations journalières en PM10 au cours de la campagne 28
Figure 20 : Schéma représentant une inversion thermique (Atmo BFC) 28
Figure 21 : Evolution des concentrations de PM2,5 au cours de la campagne de mesure 29
Figure 22 : Profil journalier horaire en PM10 30
Figure 23 : Profil journalier horaire en PM2,5 31

Table des tableaux

Tableau 1 : Seuils règlementaires s'appliquant au dioxyde d'azote 9
Tableau 2 : Seuils réglementaires s'appliquant aux particules 11
Tableau 3 : Stations du réseau Atmo utilisées pour la comparaison 14
Tableau 4 : Utilisation du chauffage bois sur les communes du groupe de comparaison 14
Tableau 5 : Conditions météorologiques durant la période de mesure 17

Résumé

A la demande de la CCPL (Communauté de Communes du Pays de Lure), Atmo BFC a été mandaté pour réaliser une campagne de mesure de la qualité de l'air. L'objectif de cette campagne est d'évaluer la qualité de l'air sur le territoire, mais également d'alimenter le volet diagnostic sur la qualité de l'air du Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET), en cours de rédaction par la CCPL.

Pour répondre à ces objectifs, deux sites d'études ont été sélectionnés. Le premier a été positionné à Lure, de typologie urbaine de fond il permet d'étudier la pollution chronique à laquelle est soumise la population. Le second implanté à Amblans-et-Velotte, de typologie rurale sous influence trafic a été choisi afin d'étudier les teneurs maximales auxquelles la population résidant près d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée.

Deux séries de mesures ont été réalisées afin d'étudier l'influence des variations saisonnières. La première, dont les résultats sont disponibles sur notre site internet s'est déroulée en période estivale (de la mi-juin à la mi-septembre 2023) ; la seconde série dont les résultats sont présentés dans ce rapport s'est déroulée en période hivernale (décembre 2022 à mars 2023). Une synthèse de ces deux rapports est également disponible sur notre site internet.

Plusieurs polluants ont été mesurés au cours de cette série hivernale : les oxydes d'azote (NOx), les particules fines (PM10) et très fines (PM2,5). Les concentrations de ces polluants ont été comparées aux seuils réglementaires en vigueur, mais également aux concentrations des autres stations du réseau de mesures fixes d'Atmo BFC.

L'analyse des données mesurées cet hiver par les deux stations de mesure implantées sur la CCPL montre que :

- Les niveaux hivernaux en NO_2 (marqueur du trafic routier) sont plus importants sur Amblans-et-Velotte que sur Lure et Baume-les-Dames (stations également sous influence trafic). Ils témoignent de la proximité de la remorque avec la RN19, et de sa circulation plutôt intense. Les niveaux sur les deux stations de la CCPL respectent la réglementation en vigueur mais ne sont pas conformes aux recommandations de l'OMS.

- Les concentrations en particules fines mesurées sur les deux stations de la CCPL sont relativement élevées comparées aux autres stations du groupe de comparaison. Plusieurs pistes ont été évoquées pour expliquer cette situation, notamment la part du chauffage au bois sur ces communes, les conditions météorologiques, l'âge des logements … Il est toutefois difficile de déterminer avec certitude les causes de cette situation. Cependant bien qu'élevés par rapport aux autres stations, les niveaux hivernaux en PM10 et PM2,5 respectent les réglementations en vigueur. Ils ne sont néanmoins pas conformes aux recommandations de l'OMS.

1. Contexte et objectif

L'association Atmo BFC a été mandatée par la Communauté de Communes du Pays de Lure (CCPL) afin de réaliser une campagne de mesure de la qualité de l'air.

L'objectif de cette campagne est double : il s'agit d'une part d'évaluer la qualité de l'air sur le territoire, et d'autre part d'alimenter le volet diagnostic sur la qualité de l'air du Plan Climat-Air-Energie Territorial (PCAET), en cours de rédaction par la CCPL.

Pour mener à bien cette campagne, deux stations de mesure ont été implantées. L'une de typologie rurale sous influence trafic et l'autre de typologie urbaine de fond ont permis d'évaluer l'influence de sources de pollution connues (transport routier, émissions urbaines, …) sur l'air respiré par les habitants.

De plus, deux séries de mesures ont été réalisées afin d'étudier l'influence des variations saisonnières, une en période estivale, l'autre en période hivernale. Ce rapport présente les résultats de la série de mesure hivernale (mi-décembre à mi-avril). Le rapport concernant la série de mesure estivale est à retrouver sur notre site internet. Une synthèse de ces deux séries est également disponible sur notre site internet.

2.Composés ciblés par l'étude

L'objectif premier de l'étude étant d'alimenter le diagnostic du PCAET local, les polluants retenus pour l'étude ont été ceux habituellement ciblés dans ce contexte, à savoir les particules fines (PM10) et très fines (PM2,5) et les oxydes d'azote (NOx). *Pour note, l'O_3 (ozone) a été mesuré uniquement lors de la série de mesure estivale.*

2.1. Les oxydes d'azote (NOx)

La combinaison de l'azote avec l'oxygène de l'air conduit à la formation de composés regroupés sous le terme de NOx. On distingue le monoxyde d'azote de formule NO et le dioxyde d'azote ou NO_2.

2.1.1. Sources

Les oxydes d'azote sont majoritairement émis lors des phénomènes de combustion. Les sources principales sont les transports, l'industrie, l'agriculture, la transformation d'énergie et le chauffage. Certains procédés industriels, tels que la production d'acide nitrique, la fabrication d'engrais ou encore le traitement de surface, introduisent des oxydes d'azote dans l'atmosphère. Les orages, les éruptions volcaniques, les feux de forêts ou encore les activités bactériennes en sont des sources naturelles.

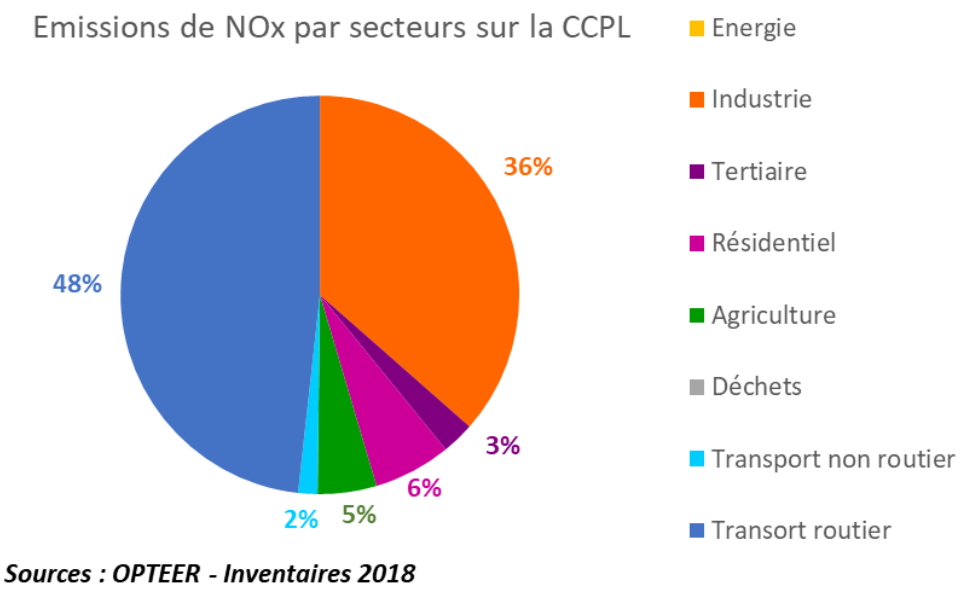


Figure 1 : Emissions de NOx par secteur- sur la CCPL (inventaire 2018)

Sur la CCPL, les secteurs d'émissions majoritaires des NOx sont le transport routier (48%) et l'industrie (36%).

2.1.2. Impact sur la santé

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre jusqu'aux plus fines ramifications pulmonaires et peut entrainer une altération des fonctions respiratoires. Le niveau de concentrations en NO mesuré dans l'environnement n'est pas toxique pour l'homme.

2.1.3. Règlementation

Seul le NO_2 est règlementé en air ambiant, et la réglementation en vigueur repose sur :

- La directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe ;

- Le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air ;

- Les arrêtés préfectoraux en application locale.

Par ailleurs, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), propose des seuils d'évaluation spécifiques pour ce polluant.

Les seuils associés sont récapitulés dans le tableau présenté page suivante.

Tableau 1 : Seuils règlementaires s'appliquant au dioxyde d'azote

NO_2		
Pollution de fond	Valeur limite pour la santé humaine	200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
		40 µg/m³ en moyenne annuelle
	Objectif de qualité pour la santé humaine	40 µg/m³ en moyenne annuelle
	Recommandations OMS	10 µg/m³ en moyenne annuelle
		25 µg/m³ en moyenne sur 24h
Pics de pollution	Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m³/heure
	Seuil d'alerte	400 µg/m³/heure ou 200 µg/m³/heure sur 3 heure consécutives et sur plus de deux jours consécutifs

2.2. Les particules fines (PM)

Les particules en suspension, ou Particulate Matter (PM), sont constituées d'un ensemble très hétérogène de composés : sels, composés carbonés organiques, élément traces, carbones élémentaire ….

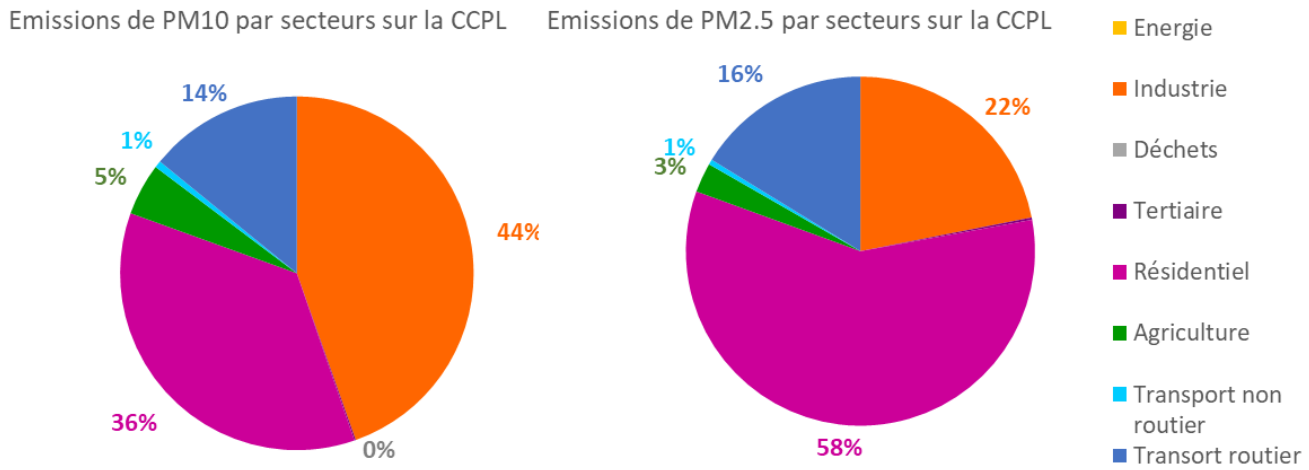
Selon leur granulométrie, on distingue :

- Les PM10, ou particules fines - dont le diamètre est inférieur à 10µm
- Les PM2.5, ou particules très fines - dont le diamètre est inférieur à 2.5µm

2.2.1. Sources

Les particules atmosphériques peuvent avoir des origines variées :

- Les rejets directs dans l'atmosphère, par le biais de réactions de combustion incomplètes (véhicules à moteur thermique, chauffage résidentiel, brûlage des déchets, …) ;
- Les productions par réactions chimiques dans l'atmosphère, à partir de composés gazeux comme le dioxyde d'azote (NO_2) ou le dioxyde de souffre (SO_2) ;
- Les productions par actions mécaniques (remises en suspension sous l'action du vent, abrasion des pneumatiques et plaquettes de frein, …) ;
- Les sources naturelles, comme les feux de forêts, ou les vents sahariens



Sources : OPTEER - Inventaires 2018

Figure 2 : Emissions de PM10 et PM2.5 par secteurs sur la CCPL (inventaire 2018)

Sur la CCPL, les secteurs d'émissions principaux des particules en suspension sont le secteur résidentiel (notamment le chauffage bois), l'industrie et le transport routier.

2.2.2. Impact sur la santé

L'impact des particules sur la santé varie selon leurs tailles. Les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures, les plus fines quant à elles atteignent les voies inférieures et peuvent contribuer à l'altération de la fonction respiratoire dans son ensemble. Elles peuvent également transporter des composés nocifs ou cancérogènes (plomb, hydrocarbure) ce qui accentue leur toxicité. Les particules atmosphériques sont classées comme cancérigène par le CIRC depuis 2013.

2.2.3. Réglementation

La réglementation en matière des particules repose sur :

- La Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe ;

- Le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air ;

- Les arrêtés préfectoraux s'appliquant au niveau des zones concernées.

Par ailleurs, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), propose des seuils d'évaluation spécifiques pour ce polluant.

Ces différents textes définissent les seuils à prendre en compte pour évaluer un possible impact sanitaire des particules atmosphériques sur la santé :

Tableau 2 : Seuils réglementaires s'appliquant aux particules

Particules PM10		
Pollution de fond	Valeur limite pour la santé humaine	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35j/an
		40 µg/m³ en moyenne annuelle
	Objectif de qualité pour la santé humaine	30 µg/m³ en moyenne annuelle
	Recommandations OMS	15 µg/m³ en moyenne annuelle
		45 µg/m³ en moyenne sur 24h
Pics de pollution	Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m³ en moyenne sur 24h
	Seuil d'alerte	80 µg/m³ en moyenne sur 24h
Particules PM2,5		
Pollution de fond	Valeur limite pour la santé humaine	25 µg/m³ en moyenne annuelle
	Valeur cible pour la santé humaine	25 µg/m³ en moyenne annuelle
	Objectif de qualité pour la santé humaine	10 µg/m³ en moyenne annuelle
	Recommandations OMS	5 µg/m³ en moyenne annuelle
		15 µg/m³ en moyenne sur 24h

3.Stratégie de mesure

Afin d'évaluer la qualité de l'air sur le territoire de la CCPL, une stratégie de mesure adaptée a été mise en place. Elle vise à renseigner sur deux éléments principaux :

- L'influence de la typologie du site sur les niveaux mesurés ;
- L'influence de la variabilité saisonnière avec la réalisation de deux séries l'une en été, l'une en hiver.

3.1. Stratégie spatiale

Deux stations de mesure mobile ont été installées sur le territoire de la CCPL. Ces deux stations ont été implantées sur des sitesde typologies différentes.

La première, implantée au niveau de la piscine de Lure est de typologie urbaine de fond. Les stations urbaines permettent d'estimer la pollution de fond et de connaitre les taux d'expositions chroniques auxquels est soumise la population. Lure a été choisie comme site d'étude parce qu'il s'agit de la plus grosse ville présente sur le territoire, et qu'elle est incluse dans la définition des unités urbaines selon l'INSEE.

La seconde station implantée à Amblans-et-Velotte (à l'intersection entre la rue de l'Eglise et la RN19) est de typologie rurale sous influence trafic. Elle permet d'observer les teneurs maximales auxquelles la population résidant près d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée. De plus, ces mesures permettront d'évaluer l'importance des émissions sur le territoire de la CCPL. Le site d'Amblans-et-Velotte a été sélectionné en raison de sa proximité avec la RN19, route bénéficiant d'un trafic assez conséquent.

Les graphiques représentants les secteurs d'émissions pour chacun des polluants primaires pour les deux sites sélectionnés sont présentés en annexe 1.

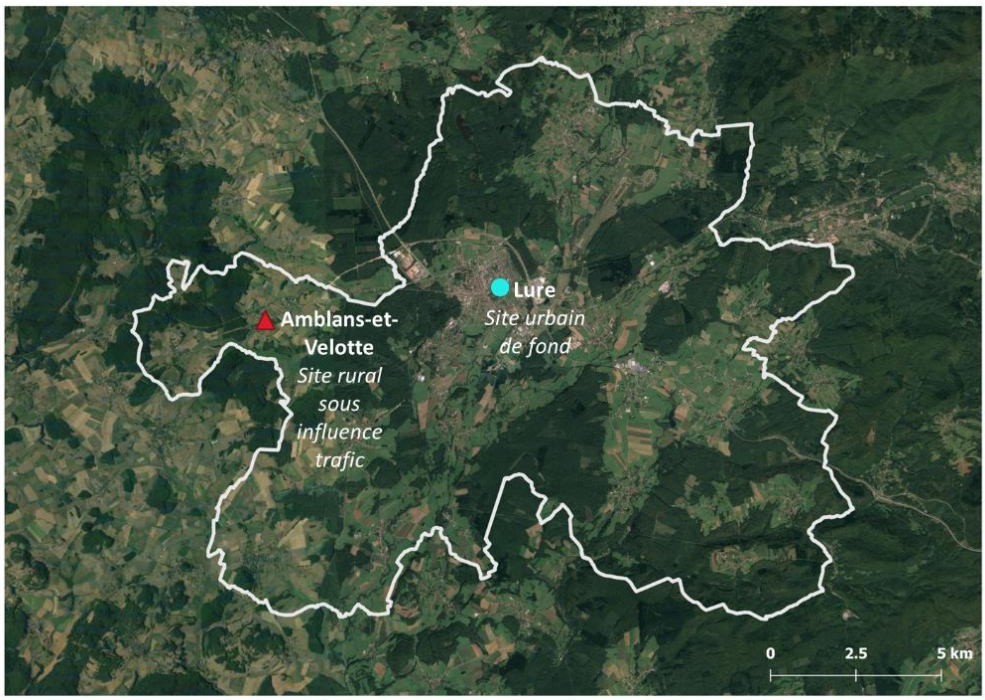


Figure 3: Carte de répartition des deux sites de mesures

3.2. Stratégie temporelle

Afin d'évaluer la variabilité saisonnière des polluants, deux séries de mesure ont été réalisées.

	Lure	Amblans-et-Velotte
Série estivale	13/06 au 13/09/2023	
Série hivernale	17/12/2022 au 17/04/2023	17/01 au 17/04/2023

De façon à garantir une bonne représentativité des résultats sur la période considérée, les mesures ont été réalisées de façon continue sur une durée minimale de 3 mois.

3.3. Moyen de mesure

Les mesures s'effectuent grâce à des stations mobiles équipées d'analyseurs spécifiques à chaque polluant. Ces dispositifs permettent une mesure des concentrations en continu. Une fiche descriptive du fonctionnement des stations mobiles est disponible en Annexe 2.

Figure 4 : Stations de mesure implantées à la piscine Nauti'Lure (à gauche) et Amblans-et-Velotte (à droite)

3.4. Exploitation des résultats

Afin d'évaluer la qualité de l'air sur le territoire de la CCPL, les concentrations mesurées lors de cette campagne ont été comparées aux valeurs réglementaires en vigueur. Néanmoins, cette évaluation comparative n'est établie **qu'à titre informatif**, les seuils régaliens étant en effet applicables à **pour des mesures effectuées sur une année complète** et non à l'échelle temporelle restreinte d'une campagne.

Les niveaux estivaux et hivernaux seront comparés dans la synthèse de la campagne ce qui permettra d'avoir une idée plus objective des niveaux annuels

De plus, les niveaux des deux stations ont été comparés entre eux, mais également aux niveaux mesurés par les autres stations de mesure fixes du réseau d'Atmo Bourgogne-Franche-Comté les plus proches. La liste des stations considérées pour l'analyse ainsi que les polluants associés sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : Stations du réseau Atmo utilisées pour la comparaison

Stations	Typologie de la station	Polluants mesurés		
		PM2.5	**PM10**	**NO_x**
Piscine de Lure	Urbaine	X	X	X
Amblans-et-Velotte	Rurale sous influence trafic		X	X
Vesoul	Urbaine	X	X	X
Montbéliard-Centre	Urbaine	X	X	X
Baume-les-Dames	Urbaine sous influence trafic	X	X	X

4. Focus sur le chauffage bois

Dans des conditions optimales, la combustion du bois rejette uniquement du dioxyde de carbone (CO_2) ainsi que de la vapeur d'eau (H_2O). Toutefois, en fonction du rendement de l'appareil et de la qualité de la combustion le chauffage bois peut être à l'origine de l'émission de polluants (notamment les particules) et ainsi contribuer à la dégradation de l'air extérieure.

Tableau 4 : Utilisation du chauffage bois sur les communes du groupe de comparaison

Paramètres	Lure	Amblans-et-Velotte	Vesoul	Montbéliard	Baume-les-Dames
Nombre de résidence utilisant le bois comme combustible principale	**381**	100	149	160	256
Pourcentage de résidence utilisant le bois comme chauffage combustible principal (%)	10,4	**65,8**	1,8	1,3	10,3
Pourcentage du chauffage bois résidentiel dans les émissions totales de PM10 (%)	12,7	**46,2**	33,1	36,3	29,9

Les données présentées dans le tableau sont issues de notre plateforme de modélisation OPTEER, elles nous renseignent sur l'utilisation du chauffage bois sur chaque commune du groupe de comparaison.
D'après ces informations, c'est à Lure que le nombre de logements utilisant le chauffage bois comme combustible principal est le plus important suivi par Baume-les-Dames.
C'est sur Amblans-et-Velotte plus petite commune de ce groupe de comparaison que le nombre de logements se chauffant au bois est le plus faible (100 logements). Toutefois ce nombre reste proche de ce qui peut être observé à Vesoul ou Montbéliard, et, pour un village de cette taille représente le combustible principal utilisé (près de 66%).

D'autre paramètres vont également avoir un rôle (indirect) sur les émissions. Par déduction, un territoire ou les logements sont plus anciens est plus à risque de comporter des passoires thermiques. Ces logements moins bien isolés retiennent moins bien la chaleur et nécessitent une utilisation accrue du chauffage. Aussi, ces logements sont plus souvent équipés d'un système de chauffage ancien, moins efficace que les chauffages récents et donc plus émissif en polluants. La qualité des combustibles utilisés peut également jouer un rôle sur les émissions, et conduire à plus de pollution (bois humide, palette, morceau de meuble vernis …)

5. Données météorologiques

Les conditions météorologiques jouent un rôle non négligeable sur la pollution atmosphérique. Ainsi, certaines conditions sont favorables à une bonne qualité de l'air (vent, pluie) tandis que d'autres vont contribuer à l'accumulation des polluants (inversion thermique, forte chaleur…). Les données utilisées pour l'exploitation des résultats sont issues de la station Météo France de Saint-Sauveur située en Haute-Saône.

5.1. Pluviométrie et température

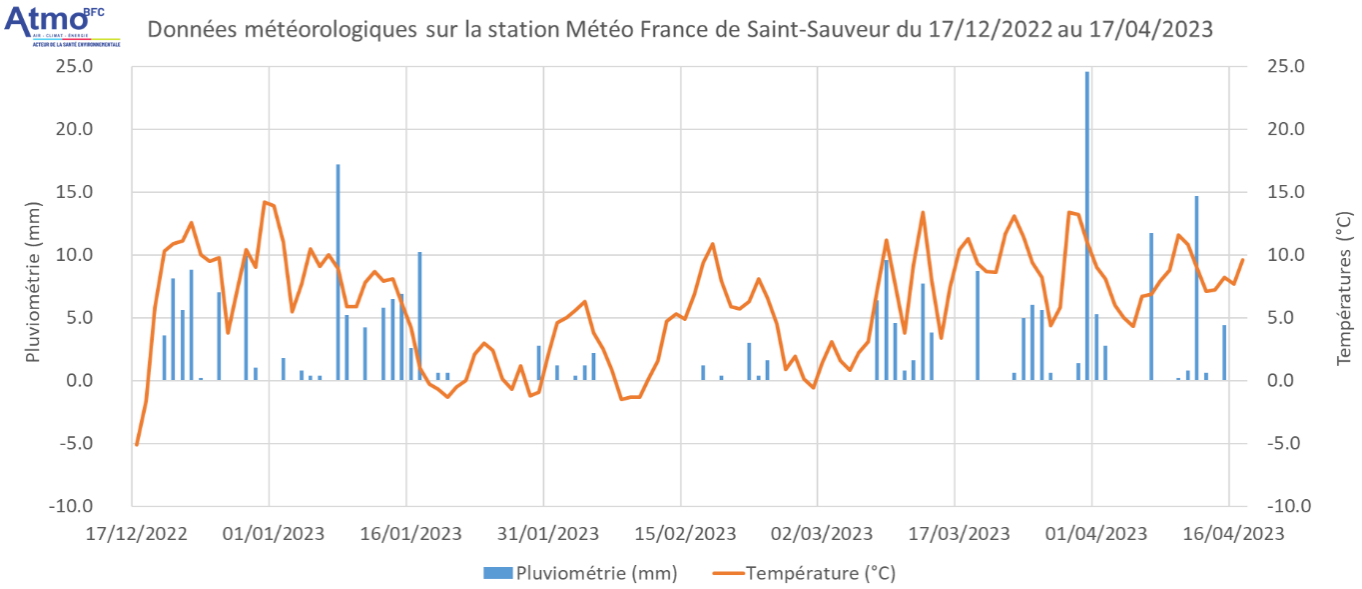


Figure 5: Variations temporelles des températures moyennes journalières (°C) et cumuls journaliers des précipitations (mm) lors de la campagne de mesure

Les températures moyennes journalières varient de -5.1°C à 14.2C avec une moyenne sur la période de 6°C. Les températures enregistrées au cours de la période de mesure sont supérieures aux normales de saisons (entre 1 et 1.8°C supplémentaires).

Du côté des précipitations, le mois de février est marqué par un déficit pluviométrique de l'ordre de 81% par rapport aux normales de saison. Les autres mois enregistrent des

précipitations plutôt conformes aux normales de saison, ou légèrement plus élevées (mois de mars + 40% par rapport aux normales).

5.2. Rose des vents

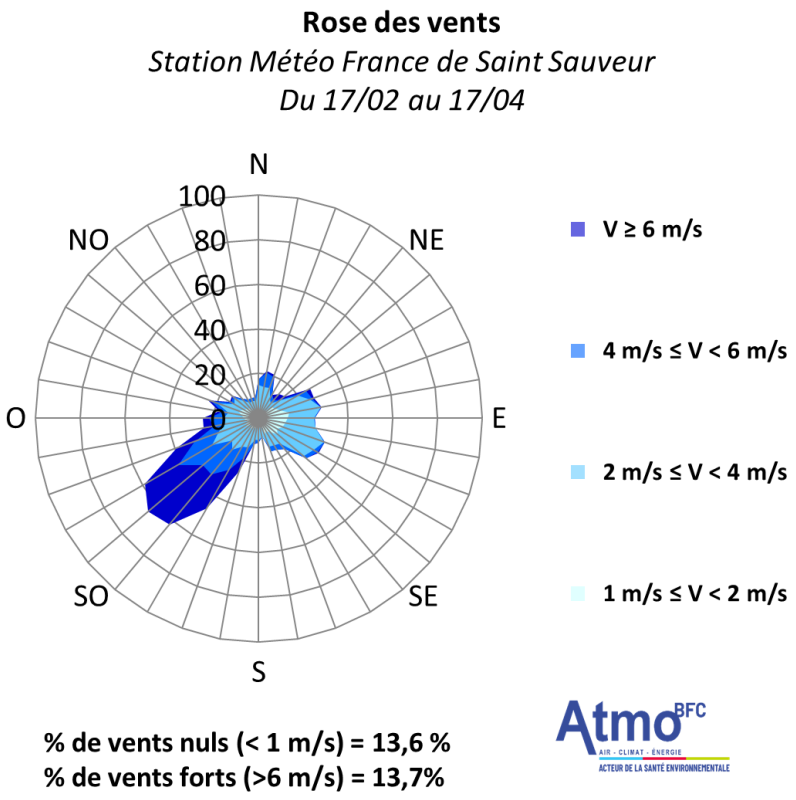


Figure 6 : Caractérisation de la provenance (°N) et de la vitesse des vents (m/s) en ‰ durant la campagne

Les vents en provenance du Sud-Ouest sont majoritaires durant la période de mesure. L'intensité de ces vents est modérée voire faible (58.4% des vents comprit entre 1 et 4 m/s). Les vents forts ont pour leur part représenté environ 14% des vents observés.

5.3. Conditions météorologiques sur les autres sites de mesures

Tableau 5 : Conditions météorologiques durant la période de mesure

Paramètres		Lure	Amblans-et-Velotte	Vesoul	Montbéliard	Baume-les-Dames
Station Météo-France		Saint Sauveur	Saint Sauveur	Villersexel	Dorans	Sancey-Le-Grand
Vents	% de vents nuls (< 1 m/s)	13,6	13,6	**15,6**	9	**15,6**
	% de vents faibles (< 4m/s)	**58,6**	**58,6**	54,6	55,9	48,9
	% de vents forts (>6 m/s)	**13,7**	**13,7**	12	13,4	12,6
Pluviométrie et température	Températures horaires minimales	-9,6	-9,6	-7,0	-7,8	**-11**
	Température horaire maximales	21,0	21,0	**21,6**	21,4	21,1
	Moyenne des températures	**6,0**	**6,0**	**6,0**	5,7	5,3
	Pluviométrie (mm)	249,3	249,3	291,1	304,2	**352**

La comparaison avec les données météorologiques mesurées sur les autres stations permet d'affiner l'analyse des concentrations mesurées durant la campagne.

Les températures horaires minimales et maximales sont plus froides sur les deux stations de la CCPL que sur Vesoul et Montbéliard.
Concernant la pluviométrie, qui rabat la pollution au sol, elle est également plus faible sur la CCPL. Cela pourrait favoriser l'accumulation des polluants dans l'atmosphère.

L'analyse des vents ne montre pas de différence significative entre les stations. Le pourcentage de vents forts est plus important sur Lure et Amblans-et-Velotte comparé aux autres stations, et le pourcentage de vent nuls se situe dans la moyenne des 5 sites.

6. Résultats

6.1. Oxydes d'azote (NOx)

6.1.1. Données globales et comparaison aux seuils réglementaires

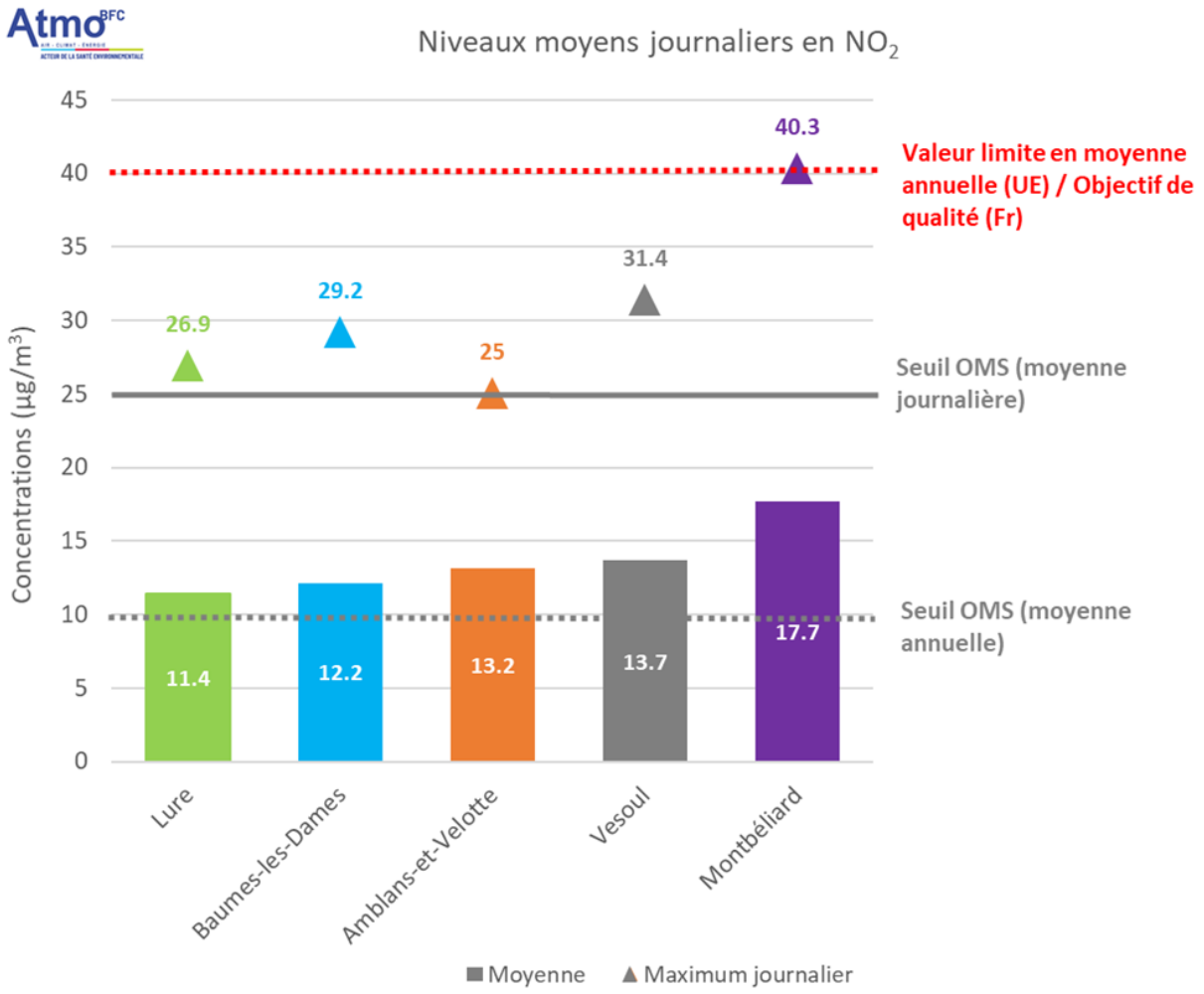


Figure 7 : Niveaux moyens en NO2 pendant la campagne de mesure

L'analyse de la figure 7 présentée ci-dessus souligne que :

- Les niveaux les plus élevés sont relevés sur la station de Montbéliard (station urbaine de fond). Cette ville étant la plus grande et plus peuplée de ce groupe de comparaison, il n'est pas surprenant que le trafic y soit plus important que sur les autres stations. Il ne faut pas oublier les autres sources potentielles de NO_2 (secteur industriel par exemple), également plus importantes sur cette ville.
- Les niveaux mesurés sur Amblans-et-Velotte sont légèrement plus élevés que sur Baume-les-Dames (station urbaine sous influence trafic) et Lure (station urbaine de fond). Ils sont comparables à ceux mesurés sur Vesoul. Le constat est le même que pour la série de mesure estivale, et peut être expliqué par la proximité de la remorque avec la nationale qui traverse le village. Le NO_2 étant un marqueur du trafic routier il témoigne de la circulation plutôt intense aux abords du village.

Les niveaux hivernaux mesurés sur les communes de Lure et d'Amblans-en-Velotte sont inférieurs à la valeur limite réglementaire fixée à 40 µg/m^3 en moyenne annuelle. Ils sont toutefois supérieurs aux préconisations journalières et annuelles de l'OMS : ce propos est toutefois à nuancer. Les niveaux hivernaux de NO_2 tendent à être plus élevés que lors des autres saisons, et ce seuil s'applique sur une année complète et non pas à l'échelle restreinte d'une campagne de mesure. La moyenne de ces résultats avec ceux de la série de mesure estivale permettront d'obtenir une indication plus objective (voir synthèse globale). Les préconisations de l'OMS ne sont pas non plus respectées sur les autres stations.

Les niveaux hivernaux en NO_2 sur Amblans-et-Velotte témoignent de la proximité de la remorque avec la RN19, et sont plus importants que sur Lure. Les niveaux sur les deux stations respectent la réglementation en vigueur mais ne sont pas conformes aux recommandation de l'OMS.

6.1.2. Rapport NO/NO_2

Le monoxyde d'azote NO, émis principalement par le trafic routier a une durée de vie très courte. Il se transforme rapidement dans l'atmosphère en dioxyde d'azote NO_2.

Ainsi, le rapport des concentrations NO/NO_2 constitue un bon marqueur du caractère trafic des sites de mesures. En effet, plus le rapport NO/NO_2 est élevé, plus la distance entre la source et le site de mesure est faible.

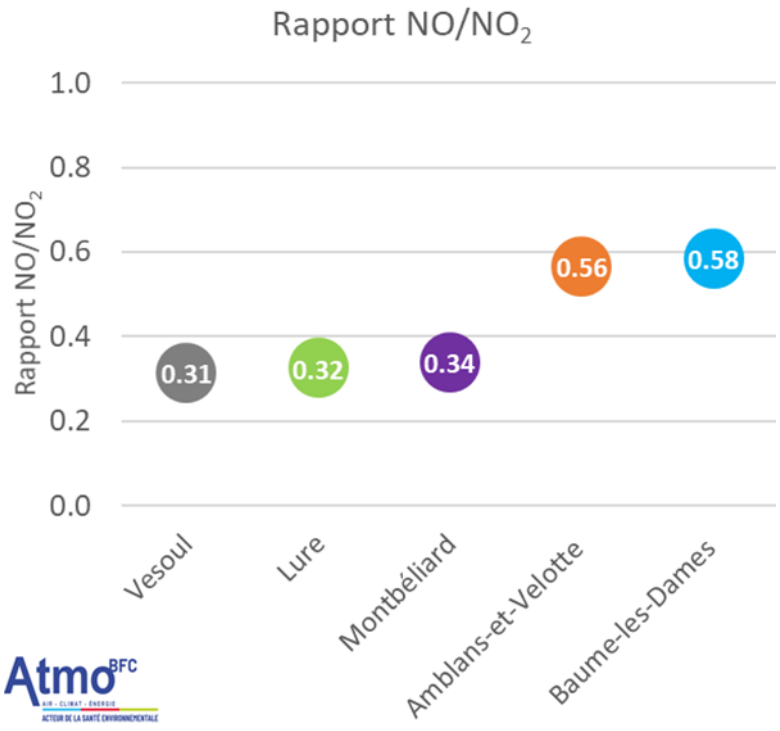


Figure 8 : Rapport NO/NO_2

Les rapports calculés pour les stations de Vesoul, Lure et Montbéliard sont similaires et les plus faibles de ce groupe de comparaison. Ils témoignent de la non influence de du lieu par une source de pollution immédiate. Les rapports NO/NO_2 sur les stations d'Amblans-et-Velotte et de Baume-les-Dames sont plus élevés ; témoignant d'un impact et d'une proximité immédiate à de la circulation routière sur ces deux stations.

6.1.3. Evolution des concentrations sur la période d'étude

6.1.3.1 Dioxyde d'azote (NO2)

L'évolution des concentrations journalières en dioxyde d'azote est présentée dans le graphique ci-dessous :

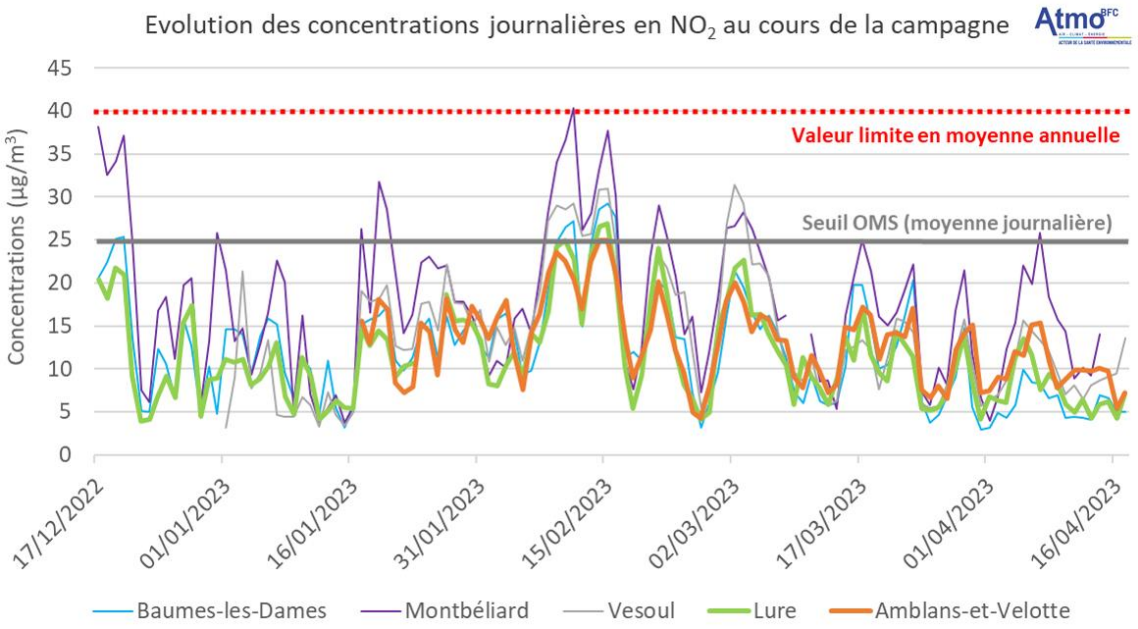


Figure 9 : Evolution de la concentration journalière en NO2 au cours de la campagne de mesure

L'évolution des teneurs en NO_2 est homogène sur l'ensemble des stations. En revanche, une disparité s'observe dans les concentrations atteintes. Les niveaux mesurés sur Montbéliard sont nettement supérieurs à ceux des autres stations et ce, sur l'ensemble de la campagne de mesure ; ils montrent également des variations plus importantes.

6.1.3.2 Monoxyde d'azote (NO)

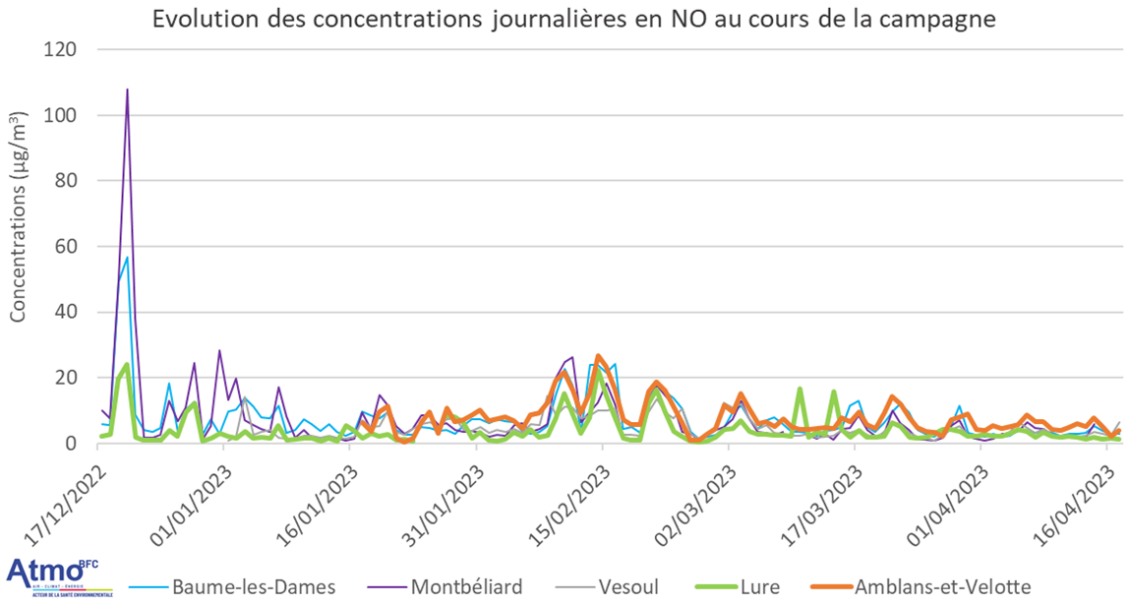


Figure 10 : Evolution de la concentration en NO au cours de la campagne de mesure

La figure 10 souligne que les concentrations en NO relevée sur la station d'Amblans-et-Velotte sont parmi les plus importantes de ce groupe de comparaison, et ce, tout au long de la campagne de mesure. Ce constat avait déjà été fait lors de la campagne de mesure estivale.

Comme évoqué précédemment, le NO se transforme rapidement en NO_2 : au vu de ce graphique on pourrait donc s'attendre à avoir des niveaux en NO_2 plus élevés à Amblans-et-Velotte que sur Montbéliard. Toutefois, il est important de prendre en compte l'ensemble des paramètres météorologiques/physico-chimiques pour étudier ce graphique. A Amblans-et-Velotte la station est très proche de la source (RN19), les niveaux de NO sont donc relativement élevés. Toutefois, avec la dynamique des masses d'air, l'intégralité de la transformation ne s'opère pas sur place. De ce fait, au « NO_2 produit très localement » peut s'ajouter du NO_2 issu de sources voisines (une centaine de mètres autour de la station). Les sources d'oxyde d'azote étant plus importantes aux alentours de la station de Montbéliard, on retrouve des concentrations en NO_2 plus importantes sur ces deux sites.

6.1.4. Analyse du profil journalier horaires

6.1.4.1 NO_2

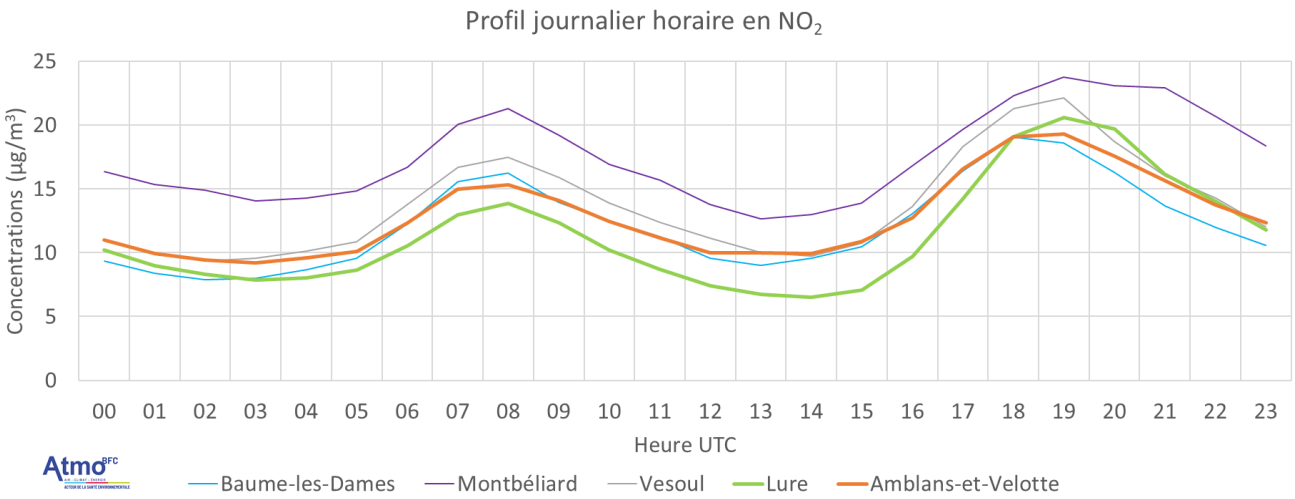


Figure 11 : Profil journalier horaire en NO_2

D'après la figure 11, le profil journalier horaire en NO_2 est plutôt similaire entre les stations.

Deux hausses des concentrations sont enregistrées, une première en début de journée (entre 6 et 9h UTC) et une seconde en fin de journée (entre 16h et 21h environ). Ces deux hausses de concentrations sont liées aux déplacements travail ⇔ domicile.

Autre fait intéressant montré par ce graphique, les concentrations en NO_2 sont systématiquement supérieures sur Amblans et-Velotte comparées à Lure, excepté en fin de journée (entre 18 et 22h UTC). Une des hypothèses qui pourrait être émise serait « une différence » du type de trafic sur ces deux stations. Les niveaux sont plus élevés sur Amblans-et-Velotte durant la journée car la route est empruntée par de nombreux poids lourds, et/ou des personnes utilisant leur voiture dans le cadre de leur travail. Toutefois, en fin de journée,

cette circulation est moins intense. La ville de Lure étant plus peuplée, la circulation en fin de journée pourrait être plus importante, expliquant les niveaux plus élevés.

6.1.4.2 NO

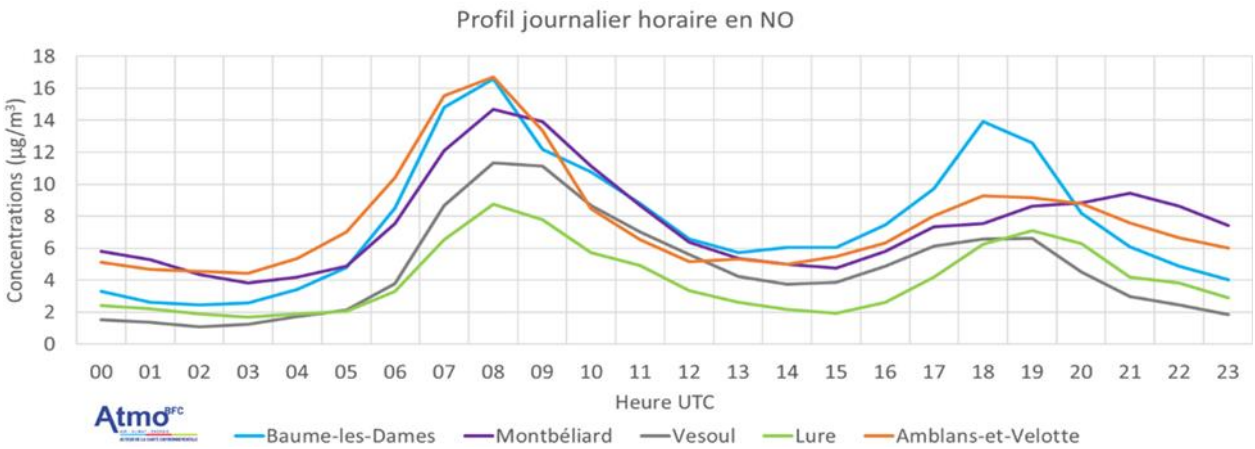


Figure 12 : Profil journalier horaire en NO

D'après la figure 12, les niveaux de NO enregistrés sur les stations suivent des tendances plutôt similaires. Encore une fois, les deux hausses de concentrations sont retrouvées en début de matinée et en fin de journée et illustre l'influence de la circulation routière sur les niveaux de NO.

Sur Amblans-et-Velotte, les niveaux sont parmi les plus élevés du groupe de comparaison et témoigne d'une circulation intense sur la zone, notamment le matin.

Les niveaux à Lure sont plus faibles que sur les autres stations, ils confirment le caractère urbain de cette station. Implantée à proximité du centre-ville, elle est relativement isolée des grands axes de circulation.

6.2. Les particules

6.2.1. Données globales et comparaison aux seuils réglementaires

6.2.1.1 PM10

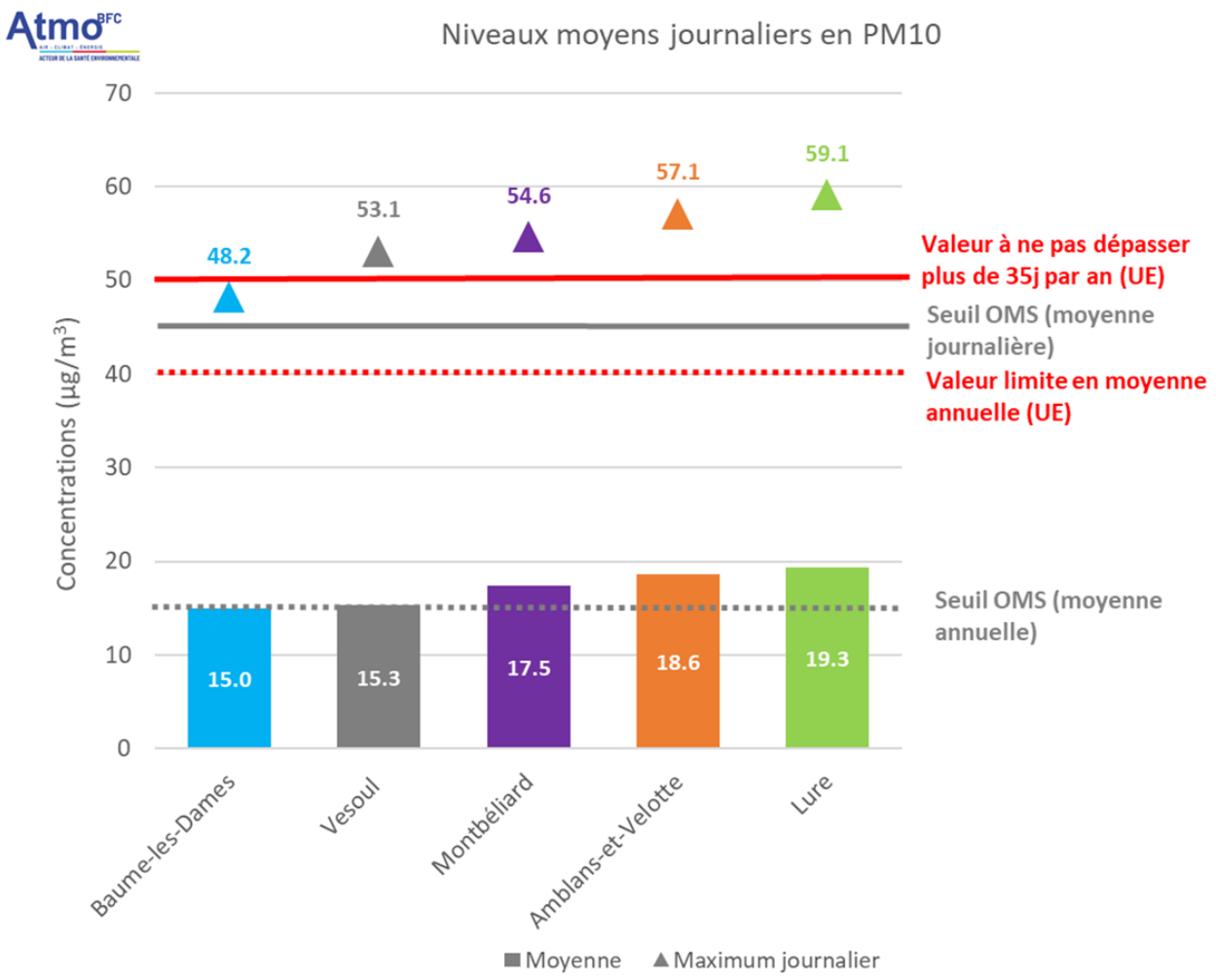


Figure 13 : Niveaux moyens journaliers en PM10

La figure 13 met en lumière plusieurs points :

- Les niveaux de PM10 les plus élevés sont mesurés sur Lure et Amblans-et-Velotte : ils sont légèrement plus importants que ceux mesurés sur Montbéliard.
- Les niveaux mesurés sur Vesoul et Baume-les-Dames sont les plus faibles de ce groupe de comparaison.

Les niveaux mesurés sur les stations de la CCPL sont plus élevés que ceux mesurés sur Baume-les-Dames et Vesoul, ce qui n'était pas le cas lors de la série de mesure estivale. Compte tenu de la topographique de Baume-les-Dames et de Vesoul, légèrement en cuvette, et propices à l'accumulation des polluants, cela est plutôt surprenant. Les deux stations de la CCPL présentent également des niveaux plus élevés que ceux de la station de Montbéliard.

D'un point de vue réglementaire, les niveaux sur les deux stations semblent respecter la valeur limite en moyenne annuelle fixée à 40 µg/m3. Les niveaux ne sont toutefois pas en conformité avec les préconisations de l'OMS, ils dépassent la recommandation journalière et probablement la moyenne annuelle. Cela implique à long terme un risque pour la santé des habitants.

Autre point à mettre en lumière, la région a été touchée entre les mois de février et mars par des épisodes de pollution aux particules. Les niveaux ont ainsi dépassé, à 3 reprises, le seuil d'information de recommandation (fixé à 50 µg/m^3/24h) sur Lure ainsi que sur Amblans-et-Velotte. *Les stations sous influence trafic comme la station d'Amblans-et-Velotte ne font pas partie des stations prises en compte dans le cadre des épisodes de pollution, car elles sont soumises à une pollution spécifique et ne représentent pas l'exposition générale de la population*.

Les niveaux hivernaux en PM10 sont relativement élevés comparés aux autres stations du groupe de comparaison. Bien qu'ils respectent la réglementation en vigueur, ils ne sont pas conformes aux recommandations de l'OMS

6.2.1.2 PM2,5

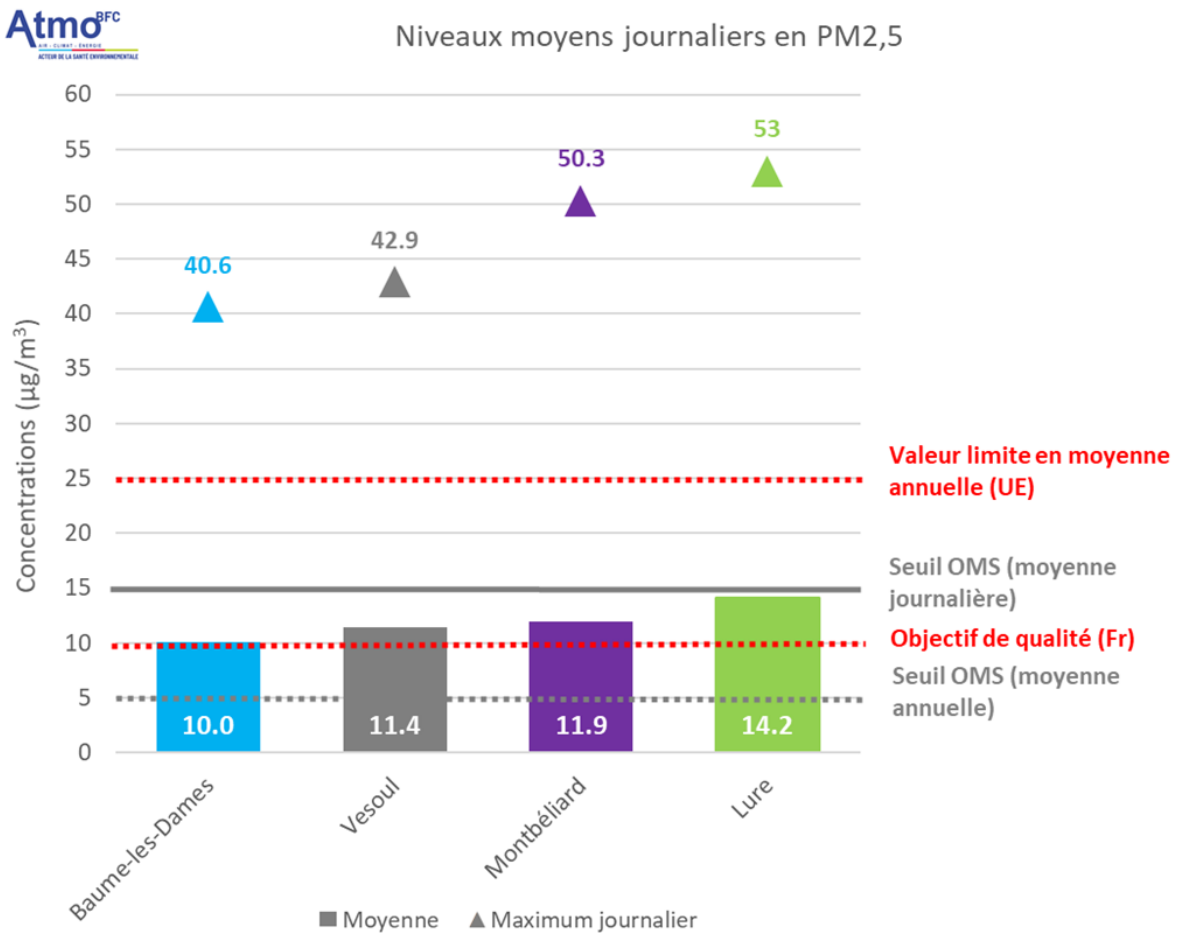


Figure 14 : Niveaux moyen journaliers en PM2,5

Les observations des mesures de PM10 sont similaires pour les PM2,5. Comme souligné par la figure 14, les concentrations moyennes les plus élevées sont mesurées sur la station de Lure. Les niveaux mesurés sur Montbéliard et Vesoul sont quant à eux relativement similaires et c'est sur Baume-les-Dames que sont mesurées les concentrations les plus faibles.

Concernant la comparaison au seuil réglementaire, les niveaux mesurés sur Lure sont conformes à ce dernier. La recommandation de l'OMS en terme de moyenne journalière est respectée, la recommandation annuelle semblent en revanche dépassée : la comparaison avec les niveaux estivaux permettra d'avoir une vision plus objective de la situation.

Les niveaux hivernaux en PM2,5 sont plus élevés que sur les autres stations. Bien que respectant les seuils réglementaires en vigueur, ils ne respectent pas les préconisations de l'OMS.

6.2.1.3 Analyse globale des niveaux

Les concentrations hivernales de particules fines apparaissent comme relativement élevées sur Amblans-et-Velotte et Lure comparées aux autres stations de mesure.

Ces niveaux relativement élevés pourraient s'expliquer par l'utilisation du chauffage bois sur ces deux communes ; le secteur résidentiel étant l'une des sources majeures d'émissions de particules en hiver. Comme évoqué précédemment, c'est sur Lure que le nombre de logement se chauffant au bois est le plus élevé. Par déduction, les émissions liées au chauffage au bois seraient donc plus importantes sur Lure que sur les autres communes, pouvant être une piste d'explication sur les niveaux relevés. Sur Amblans-et-Velotte, la majeure partie des logements est équipé d'un chauffage bois. Amblans-et-Velotte étant un petit village, les émissions du chauffage bois sont concentrées sur un périmètre très restreint, pouvant expliquer pourquoi de tels niveaux sont enregistrés. L'ancienneté des logements, leurs taux d'isolation ou encore le type de combustible utilisés peuvent également jouer un rôle, mais ce sont des paramètres qui sont difficilement vérifiables.

Les conditions météorologiques ont également pu influencer les niveaux mesurés. Les températures sur la CCLP sont, sur la période de mesure, plus froides que sur les autres stations. De ce fait, l'utilisation du chauffage bois a pu être accrue sur le secteur. Aussi, la pluviométrie légèrement inférieure à celle des autres stations était moins propice à la dispersion des polluants.

Pour avoir plus d'information sur les sources de particules sur les deux stations de la CPPL, des roses de pollution ont été construites. Les roses de pollutions sont des outils qui représentent l'intensité de la pollution en fonction de la direction des vents. Cela va nous renseigner sur les secteurs de vent dans lequel les pollutions sont les plus présentes. Ces analyses doivent toutefois être considérées à titre indicatif uniquement.

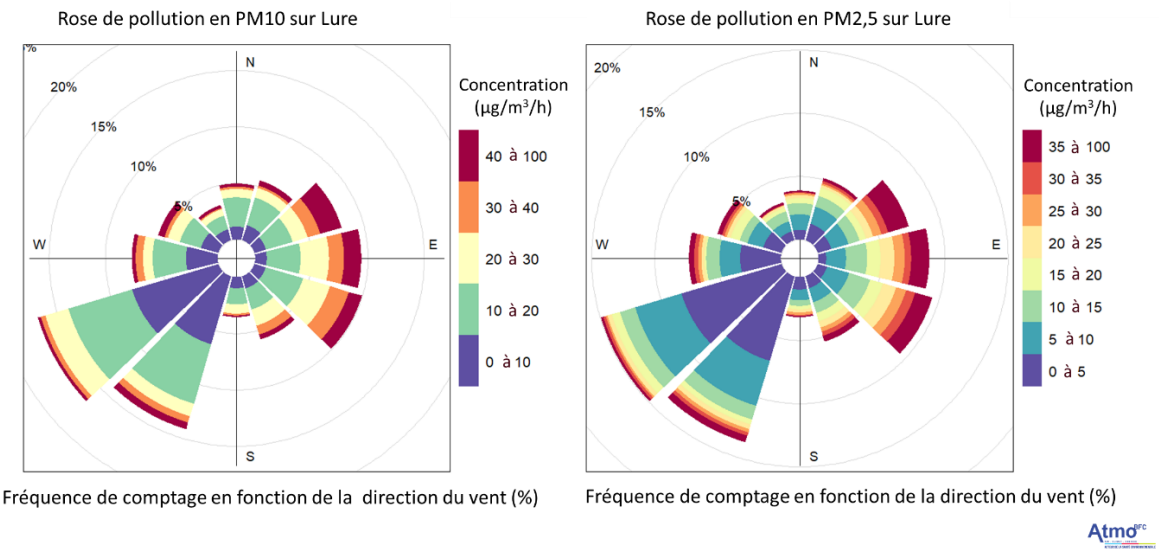


Figure 15 : Rose de pollution en PM10 et PM2,5 sur Lure

Figure 16 : Vu aérienne de Lure

La figure 15 met en lumière que les plus fortes concentrations sur Lure (>40 µg/m^3/h) tendent à être plus fréquemment mesurées lorsque les vents sont provenance de l'est. Cette observation traduit l'existence de sources (locales ou plus lointaine) située à l'est de la station. Ces fortes concentrations représentent toutefois seulement un faible pourcentage des observations. Les concentrations moyennes (entre 15 et 40 µg/m^3), plus fréquentes, sont quant à elles mesurées majoritairement lorsque les masses d'air sont en provenance du sud-ouest

(secteur plus résidentiel d'après la figure 16). Encore une fois, ces sources peuvent être locales ou plus lointaines.

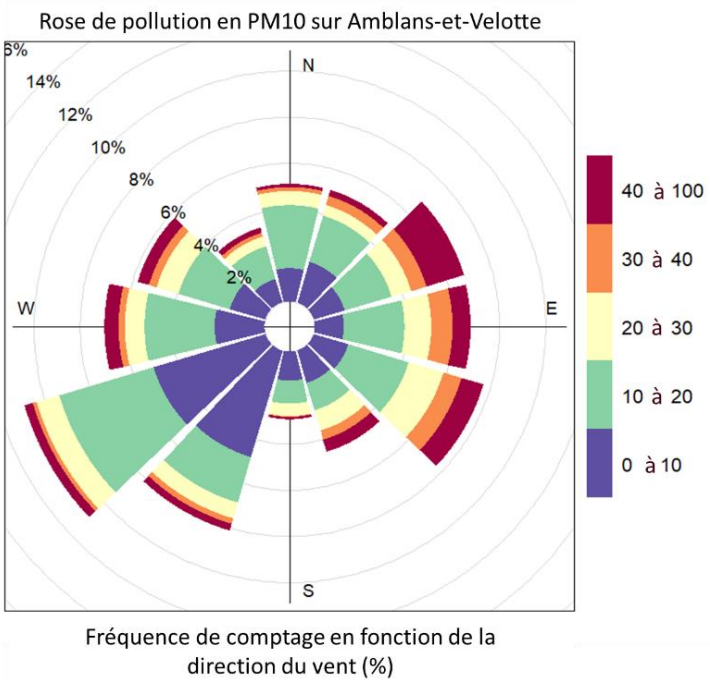


Figure 17 : Rose des pollution en PM10 sur Amblans-et-Velotte

Sur Amblans-et-Velotte, les plus fortes concentrations sont mesurées lorsque les vents soufflent en provenance de l'est. Les vents en provenance du sud-ouest, sont, comme pour Lure associés à des concentrations moyennes voire faibles de PM10. Toutefois, la situation est moins contrastée, et des niveaux de pollution du même ordre de grandeur sont mesurés quel que soit la provenance des masses d'air. Cette rose des vents semble mettre en lumière l'impact du secteur résidentiel sur les émissions (voir figure 18). Cependant, ce constat est à nuancer car les sources peuvent être d'origine plus lointaine.

Figure 18 : Vu aérienne d'Amblans-et-Velotte

6.2.2. Evolution des concentrations sur la période d'études

6.2.2.1 PM10

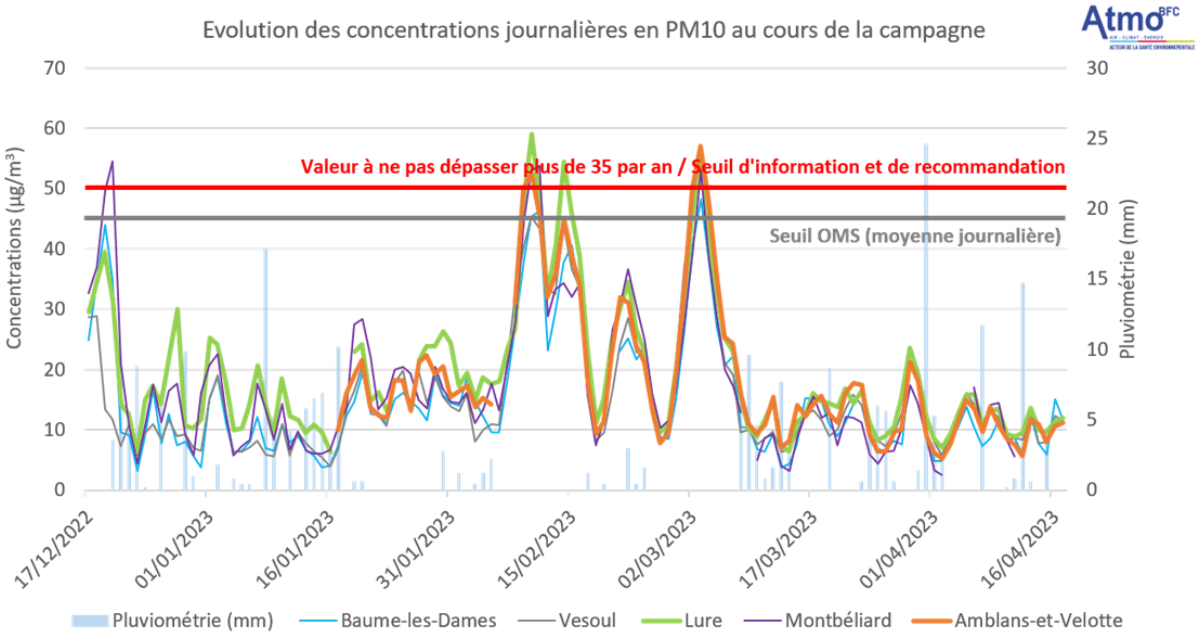


Figure 19 : Evolution des concentrations journalières en PM10 au cours de la campagne

Le profil des différentes stations de mesure est relativement similaire tout au long de la campagne de mesure. Plusieurs fortes augmentations de concentrations sont relevées notamment autour du 17/12, entre le 09 et le 16/02 et au début du mois de mars. Ces dernières dépassent même les seuils réglementaires ou préconisés. Ces observations semblent liées aux conditions météorologiques anticycloniques (absence de vent et de précipitation), et propices à la mise en place d'inversions thermiques (voir figure 20).

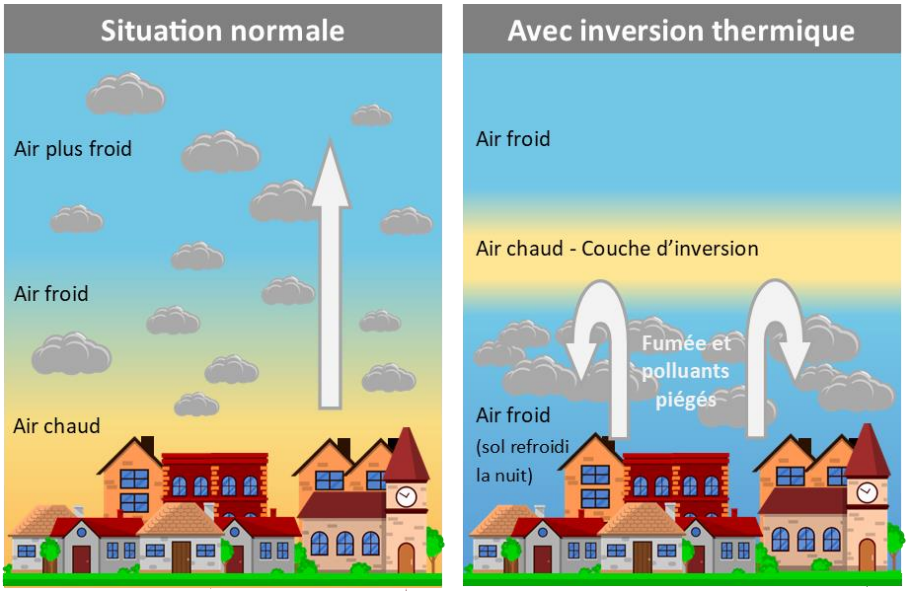


Figure 20 : Schéma représentant une inversion thermique (Atmo BFC)

L'inversion thermique : En général, la température diminue lorsque l'on monte en altitude. Cependant, sous certaines conditions cette situation peut s'inverser. C'est le cas par exemple lorsque l'on a une nuit très fraiche et sans couverture nuageuse. La chaleur emmagasinée dans la journée s'échappe, ce qui entraîne un refroidissement des couches d'air à la surface du sol. Comme l'air froid est plus lourd que l'air chaud, il va rester en bas, bloqué par l'air plus chaud en altitude qui va agir comme un couvercle. Le couvercle ainsi formé va alors bloquer la convection verticale de l'air et « piéger les polluants ».

Les conditions météorologiques particulières ont donc favorisé l'accumulation des polluants dans l'atmosphère (émis par l'utilisation accrue du chauffage), et ont contribué aux « épisodes de pollution » rencontrés cet hiver. Toutefois, le pic observé début mars n'est pas uniquement dû au conditions météorologiques, cette période correspond à la reprise des activités d'épandages, sources de particules secondaires *(Ammoniac + NOx ➔ Particules).*

6.2.2.2 PM2,5

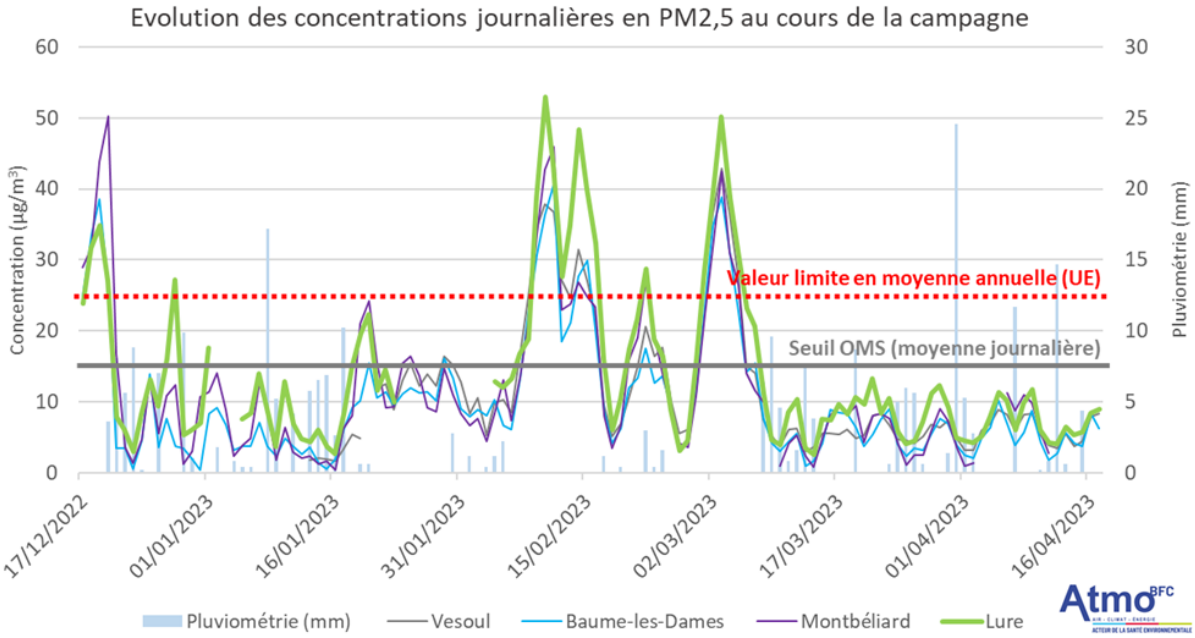


Figure 21 : Evolution des concentrations de PM2,5 au cours de la campagne de mesure

Concernant les concentrations en PM2,5, le profil des différentes stations est comparable. Ce graphique montre toutefois que les niveaux mesurés sur Lure tendent à être plus élevés par rapport à ceux mesurés sur les autres stations : cela est particulièrement visible sur les pics de concentrations observés mi-février.

6.2.3. Analyse du profil journalier horaire

6.2.3.1 PM10

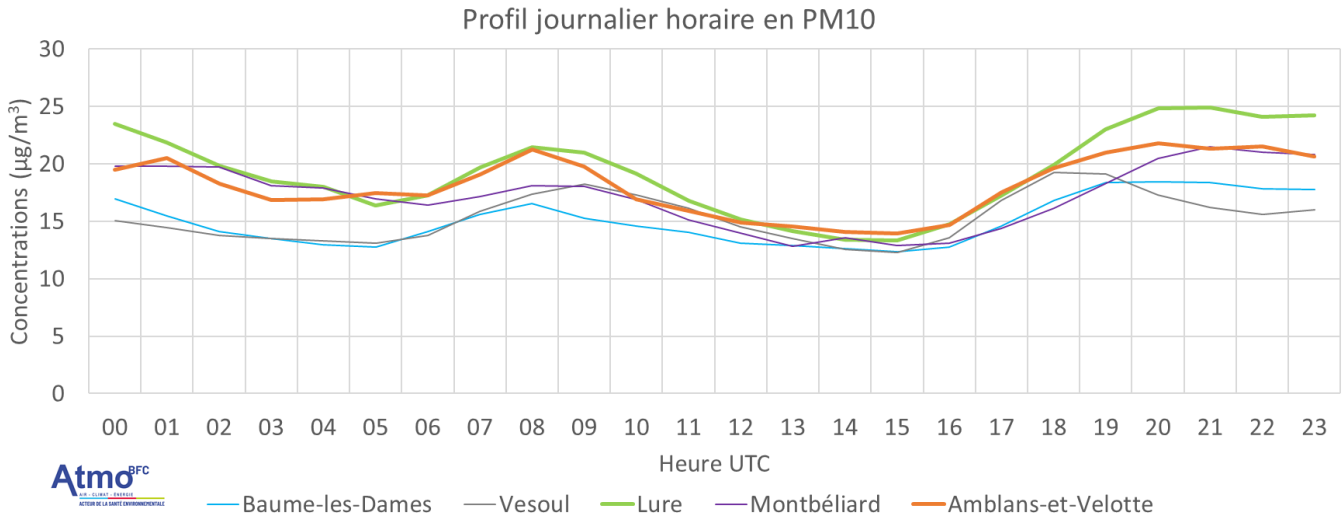


Figure 22 : Profil journalier horaire en PM10

On retrouve sur ce graphique les deux augmentations de concentrations liées aux déplacements domicile ⇔ travail : une première en début de matinée, et une seconde en fin d'après-midi.

Toutefois, le profil journalier horaire en PM10 diffère quelque peu. En effet, contrairement au NO_2, les concentrations de PM10 ne redescendent pas durant la soirée, au contraire, elles se stabilisent puis redescendent seulement très progressivement entre minuit et quatre heure du matin. Cette observation est due à l'utilisation du chauffage domestique individuel (*allumé lorsque les habitants rentrent de leur travail)*, le secteur résidentiel étant l'une des sources majeures d'émissions de particules PM10.

L'impact du chauffage domestique semble plus élevé sur Lure. En effet la différence de concentrations est plus importante durant la soirée qu'au cours de la journée entre Lure et les autres stations.

6.2.3.2 PM2,5

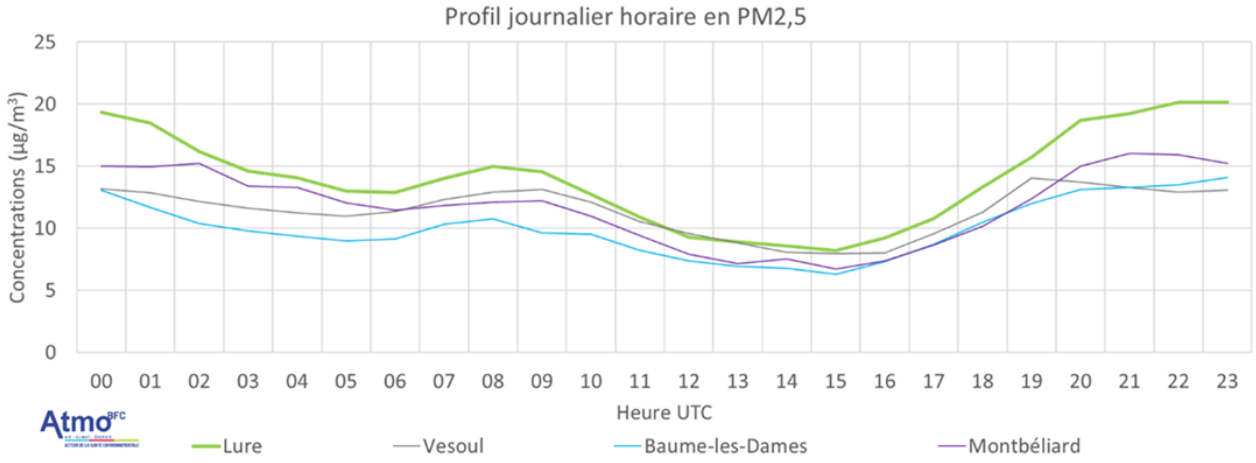


Figure 23 : Profil journalier horaire en PM2,5

Le profil journalier horaire en PM2,5 est relativement similaire à celui des PM10. Sont retrouvés sur le graphique les augmentations de concentrations liées aux déplacements domicile ⇔ travail ainsi que l'augmentation liée à l'utilisation du chauffage domestique. La différence entre Lure est les autres stations est plus marquée que pour les PM10.

Conclusion

L'analyse des données mesurées par les deux stations de mesure implantées sur la CCPL cet hiver montre que :

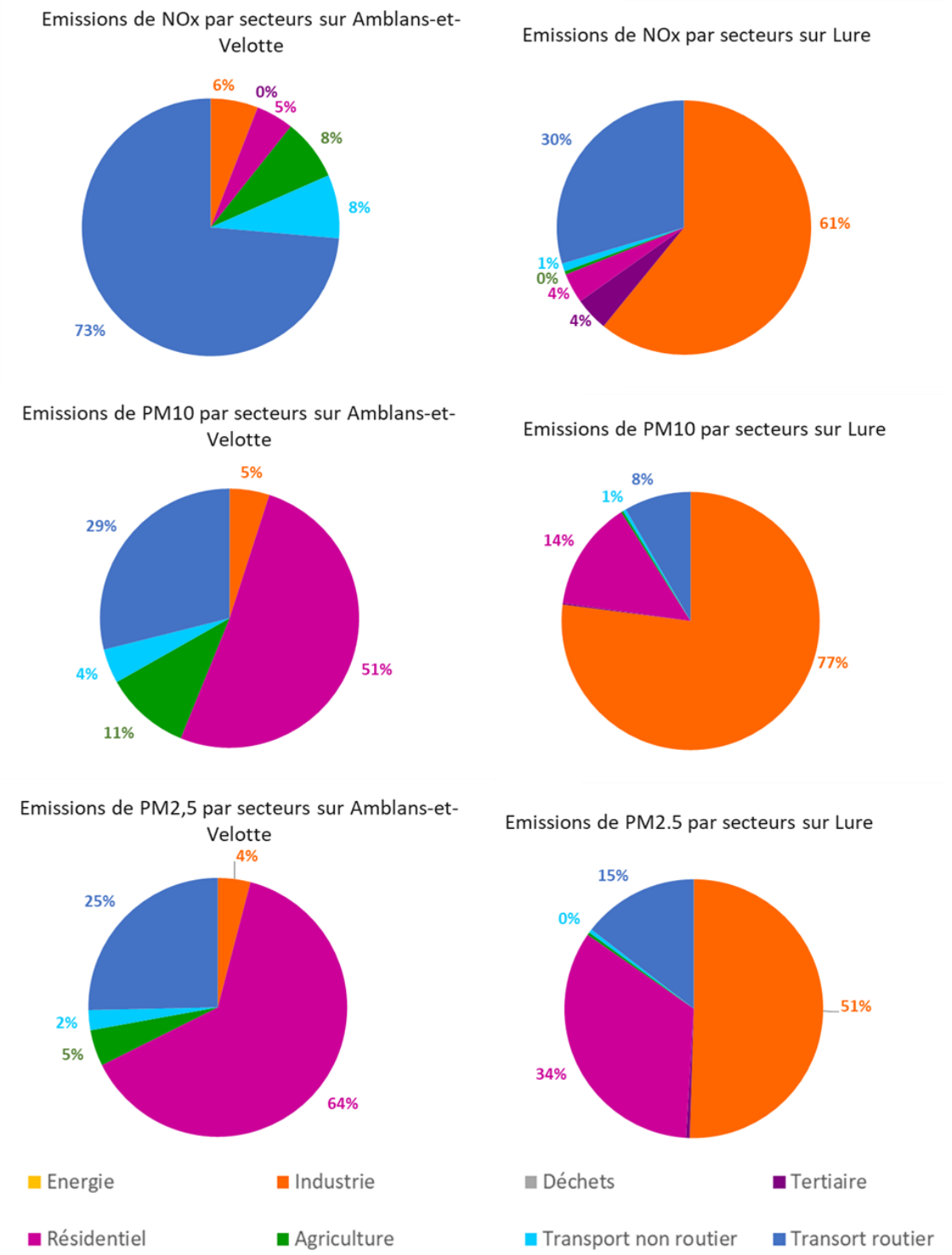
- Les niveaux hivernaux en NO_2 (marqueur du trafic routier) sont plus importants sur Amblans-et-Velotte que sur Lure et Baume-les-Dames (station également sous influence trafic). Ils témoignent de la proximité de la remorque avec la RN19. Les niveaux sur les deux stations de la CCPL respectent la réglementation en vigueur mais ne sont pas conformes aux recommandation de l'OMS.

- Les concentrations en particules fines mesurées sur les deux stations de la CCPL sont relativement élevées comparées aux autres stations du groupe de comparaison. Plusieurs pistes ont été évoqués pour expliquer cette situation : la part du chauffage au bois sur ces communes, les conditions météorologiques, l'âge des logements … Il est toutefois difficile de déterminer avec certitude les causes exactes de cette situation. Cependant bien qu'élevés par rapport aux autres stations, les niveaux en PM10 et PM2,5 respectent les réglementations en vigueur. Ils ne sont néanmoins pas conformes aux recommandations de l'OMS.

Les résultats de cette série hivernale seront à mettre en perspective avec les niveaux mesurés lors de la période estivale et pour laquelle les concentrations de PM10 et NOx tendent à être plus faibles. Cette analyse est disponible sur la synthèse qui sera présentée ultérieurement.

Annexes

Annexe 1 : Emissions de polluants par secteur selon le site de mesure



Sources : OPTEER - Inventaires 2018

Annexe 2 : Les stations de mesure mobiles

FICHE **TECHNIQUE**

LES STATIONS **MOBILES**

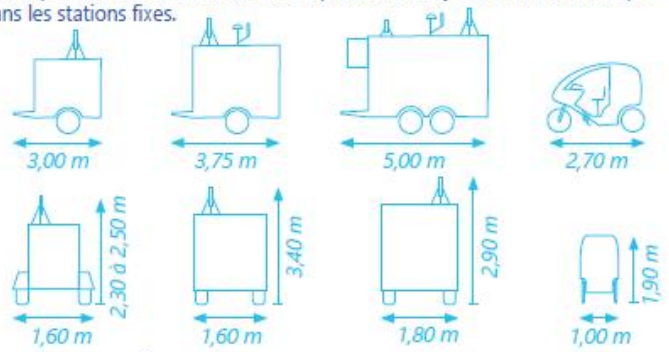
En Bourgogne-Franche-Comté, la surveillance de la qualité de l'air est assurée par le déploiement de divers outils, dont un réseau de stations fixes.

Ce réseau est complété de plusieurs stations mobiles, qui permettent d'effectuer des campagnes de mesures temporaires sur l'ensemble du territoire :

- *mesure de la qualité de l'air dans des zones non couvertes par les stations fixes,*
- *Evaluer directement l'impact d'établissements industriels, d'axes de circulation...,*
- *Confirmer la bonne implantation des stations existantes,*
- *Participer à l'élaboration des plans prévus par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (plan régional de qualité de l'air, plan de déplacement urbain, plan de protection de l'atmosphère...).*

La **flotte** de stations mobiles

La flotte de stations mobiles d'Atmo BFC consiste en 5 remorques, 1 camion et 1 triporteur abritant chacun un ou plusieurs analyseurs : les mêmes que dans les stations fixes.



Les **paramètres** mesurés en continu

Une station mobile abrite un ou plusieurs analyseurs mesurant chacun, en continu et de manière automatique, un polluant spécifique : ozone, oxydes d'azote, dioxyde de soufre, particules (PM10, PM2,5), monoxyde de carbone ou encore black carbon. Des équipements annexes peuvent permettre de suivre les BTEX, métaux ou HAP. Les paramètres météo sont également suivis (vitesse et direction du vent, température, pression, humidité, pluviométrie, rayonnement solaire...).

Les critères d'**implantation**

L'installation d'une station mobile est soumise à divers critères techniques, administratifs et relatifs à la sécurité du matériel comme des intervenants :

- Emplacement de niveau, sans obstacles aériens pour le mât météo,
- Proximité d'une source d'électricité en continu à moins de 40m (Alimentation 2 x 16A / 230V / 50Hz ; Consommation hebdo ≈ 250kWh),
- Accès facilité au véhicule de maintenance pour la durée complète de la campagne de mesures (ex: place de parking réservée),
- Emplacement sécurisé,
- Accord de la collectivité et/ou du propriétaire de l'emplacement.

© Atmo BFC - Septembre 2020

FICHE **TECHNIQUE**

Description des **équipements**

Tête de prélèvement

Chaque station mobile, hormis le triporteur, est équipée d'une ou plusieurs têtes de prélèvement d'air, adaptées au polluant mesuré par l'analyseur auquel elle est reliée.

Analyseur

Chaque analyseur est connecté à une unique station d'acquisition, qui centralise l'ensemble des résultats de mesures (une donnée tous les quarts d'heure pour les gaz, toutes les heures pour les particules).

Station d'acquisition

Ces données sont transmises, via une connexion internet 3G, à un poste central où elles sont mises à disposition des travaux d'Atmo BFC.

Box internet

Le service technique a ainsi possibilité de réaliser certaines opérations à distance, comme le calibrage ou le reboot d'appareils par exemple.

Poste central

Les données de mesures alimentant la base en continu, celles-ci font quotidiennement l'objet d'une analyse critique en vue de valider leur fiabilité au préalable de leur utilisation.

Diffusion des données

Une fois validés, les résultats de mesures alimentent les bilans de surveillance et autres études spécifiques. Les mesures des stations mobiles peuvent également être consultées en direct sur le site www.atmo-bfc.org

Surveillance de la qualité de l'air en Bourgogne-Franche-Comté - www.atmo-bfc.org

Atmo

Glossaire

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Heure UTC : L'heure UTC (Universal Time Coordinated) et l'heure de référence à l'échelle du globe. En France métropolitaine, l'heure UTC en été correspond à l'heure locale moins 2 heures.

Atmo BFC
AIR - CLIMAT - ÉNERGIE
ACTEUR DE LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

RETROUVEZ TOUTES NOS **PUBLICATIONS** SUR :

www.atmo-bfc.org

Atmo Bourgogne-Franche-Comté
37 rue Battant, 25000 Besançon
Tél. : 03 81 25 06 60
Fax : 03 81 25 06 61
contact@atmo-bfc.org
www.atmo-bfc.org