

Evolution du dispositif de mesure de qualité de l'air de la CUCM

Année 2021



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 numéro du 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 : Pablo CAMPARGUE – RODRIGUEZ, chargé d'études

Validation du document : Anaïs DETOURNAY, responsable d'études

Crédit visuels : © Antoine Bardelli – Atmo BFC



Sommaire

1. Cadre et objectif de l'étude.....	10
1.1. Contexte.....	10
1.2. Objectifs de l'étude.....	12
2. Méthodologie de l'étude.....	13
2.1. Polluants ciblés	13
2.1.1. Les particules atmosphériques.....	13
2.1.2. Les oxydes d'azote.....	15
2.1.3. L'ozone.....	16
2.1.4. Les métaux lourds.....	17
2.2. Campagne de mesure	18
2.2.1. Stratégie spatiale.....	18
1.1.1. Stratégie temporelle	22
1.1.2. Dispositif de mesure.....	22
3. Données météorologiques	23
3.1. Pluviométrie et température	23
3.2. Vents.....	24
4. Résultats des mesures continues.....	27
4.1. Mesures continues de particules PM2.5 et d'ozone.....	27
4.1.1. Particules atmosphériques PM2.5.....	27
4.1.2. Ozone	28
4.1.3. Comparaison aux seuils réglementaires.....	30
4.2. Mesures continues de particules PM10 et d'oxyde d'azote	31
4.2.1. Particules atmosphériques PM10.....	31
4.2.2. Oxydes d'azote.....	33
4.2.3. Comparaison aux seuils réglementaires.....	36
4.2.4. Provenance des polluants sur la zone industrielle	37
4.3. Bilan.....	38
5. Résultats des prélèvements de métaux lourds	39
5.1. Blanc de lot et blanc terrain.....	39
5.2. Prélèvements	39
5.2.1. L'arsenic	40
5.2.2. Le nickel	40
5.2.3. Le chrome	41
5.2.4. Le zinc.....	42
5.3. Bilan.....	42

6. Discussion.....	44
Conclusion.....	45
Annexes.....	46
Glossaire	64

➤ Table des illustrations

Figure 1 : Modélisation des concentrations moyennes en dioxyde d'azote et PM10 en 2020	11
Figure 2 : Distribution des secteurs d'émissions de particules PM10 au Creusot.....	13
Figure 3 : Diamètre des différentes familles de particules.....	14
Figure 4 : Distribution des secteurs d'émissions des oxydes d'azote au Creusot.....	15
Figure 5 : Distribution des secteurs d'émissions des métaux lourds au Creusot.....	17
Figure 6 : Contexte géographique de la campagne de mesure (OpenStreetMap).....	20
Figure 7 : station de mesure mobile « ZI Ouest »	23
Figure 8 : Variations temporelles des températures moyennes journalières et des cumuls journaliers de précipitations au cours de la campagne de mesure.....	24
Figure 9 : Caractérisation de la provenance et vitesse des vents modélisés en % au Creusot sur la période de la campagne de mesure.....	25
Figure 10 : Roses des vents modélisés au Creusot (fréquence en %) pour chacune des 6 semaines de prélèvements	26
Figure 11 : Variations horaires des concentrations atmosphériques en PM2.5.....	27
Figure 12 : Evolutions des concentrations moyennes horaires en ozone au cours de la période estival	29
Figure 13 : Résultats des mesures en O ₃ et particules PM2.5.....	30
Figure 14 : Evolution des concentrations atmosphériques horaires en PM10 au cours de la campagne de mesure	32
Figure 15 : Profil journalier des concentrations atmosphériques en PM10	33
Figure 16 : Evolution des concentrations atmosphériques horaires en dioxyde d'azote au cours de la campagne de mesure	34
Figure 17 : Profil journalier des concentrations atmosphériques en oxydes d'azote	35
Figure 18 : Résultats des mesures en NO ₂ et particules PM10	36
Figure 19 : Roses de pollution du NO, NO ₂ et PM10, Creusot « ZI Ouest »	37
Figure 20 : Concentrations moyennes en arsenic lors des 6 séries de prélèvements	40
Figure 21 : Concentrations moyennes en nickel lors des 6 séries de prélèvements.....	40
Figure 22 : Concentrations moyennes en chrome lors des 6 séries de prélèvements	41
Figure 23 : Concentrations moyennes en zinc lors des 6 séries de prélèvements.....	42

➤ Table des tableaux

Tableau 1 : Valeurs réglementaires et recommandations sanitaires en matière de pollution particulaire	14
Tableau 2 : Seuils réglementaires et préconisations sanitaires s'appliquant au dioxyde d'azote	16
Tableau 3 : Seuils réglementaires et préconisations sanitaires s'appliquant à l'ozone.....	16
Tableau 4 : Seuils réglementaires s'appliquant aux métaux lourds.....	18
Tableau 5 : Calendrier des mesures en place sur la CUCM semaine par semaine durant la seconde moitié de l'année 2021	21
Tableau 6 : Synthèse des prélèvements exploitables.....	22
Tableau 7 : Synthèse des résultats d'analyses des blancs	39
Tableau 8 : Concentrations moyennes en métaux lourds (ng/m3)	43

➤ Table des annexes

Annexe 1 : Les polluants ciblés.....	46
Annexe 2 : Fiches descriptives des analyseurs utilisés.....	49
Annexe 3 : Les mesures accréditées par Atmo BFC	53
Annexe 4 : Adresses et coordonnées des sites échantillonnés.....	55
Annexe 5 : Résultats d'analyses des prélèvements réalisés (du 1er au 8 juillet 2020)	56

Atmo Bourgogne-Franche-Comté, association agréée par le ministère en charge de l'environnement, est mandatée pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région. Dans le cadre de sa convention d'objectifs avec la Communauté Urbaine du Creusot Montceau (CUCM), Atmo BFC a mis en place une campagne de mesure dans l'environnement de la zone industrielle du Creusot. Son objectif était d'acquérir des connaissances sur la pollution présente dans ce secteur, afin d'évaluer l'efficacité du dispositif de mesure actuel, et d'alimenter la réflexion de mutualisation des deux stations de mesures fixes existantes au Creusot et à Montceau-les-Mines.

Au travers de cette campagne, des mesures en particules fines et oxydes d'azote ont été réalisées au Creusot, ainsi que plusieurs séries de prélèvements de métaux lourds. Le dispositif de mesure existant à Montceau-les-Mines a par ailleurs été complété par des mesures en ozone et en oxydes d'azote. L'ensemble des données qui ont ainsi été recueillies sont restituées et analysées dans le présent rapport.

Au regard des résultats obtenus, le maintien de deux points de mesure n'apparaît pas comme nécessaire et Atmo BFC valide le transfert des analyseurs de la station de mesure « Molette » (Creusot) vers la station de mesure « 9^e Ecluse » (Montceau-les-Mines). Il convient par ailleurs de mettre en place des mesures complémentaires pour la surveillance des métaux lourds dans l'environnement de la zone industrielle. En effet, si les seuils réglementaires ont été respectés, la répartition géographique des teneurs en métaux lourds a révélé pour certains d'entre eux des niveaux de polluants significativement supérieurs en proximité directe de la zone industrielle, laissant supposer l'existence de sources d'émissions locales importantes.

1. Cadre et objectif de l'étude

1.1. Contexte

La surveillance de la qualité de l'air sur la Communauté Urbaine du Creusot Montceau (CUCM) est aujourd'hui assuré d'une part par la station urbaine de Montceau-les-Mines, appelée « 9^e Ecluse » (pour les oxydes d'azote et les particules PM10), et d'autre part par la station urbaine « Molette » au Creusot (pour l'ozone et les particules PM2.5).

En complément, des cartes de modélisation des niveaux de polluants sur l'ensemble de la CUCM sont produites chaque année. Elles révèlent une homogénéité des concentrations moyennes annuelles sur l'ensemble du territoire (Fig. 1 p. 11). En conséquence, le suivi de la qualité de l'air assuré au Creusot par la station fixe de « Molette » depuis 2001 n'apparaît plus comme indispensable. Le report de ses analyseurs sur la station de Montceau-les-Mines « 9^e Ecluse » est de ce fait envisagé pour 2022.

Dans ce contexte, une surveillance de polluants ciblés pourrait s'avérer judicieuse au Creusot, afin de s'assurer de la bonne comparabilité entre les mesures effectuées sur les deux sites ; et de vérifier l'absence de pollution spécifique sur le secteur du Creusot, du fait notamment de sa zone industrielle.

Dans cette optique, et dans le cadre de la convention d'objectifs établie avec la CUCM, Atmo Bourgogne-Franche-Comté (Atmo BFC) a mis en place une campagne de mesure destinée à l'étude de plusieurs polluants atmosphériques au Creusot. Cette dernière a en particulier visé la zone industrielle, secteur occupant une place centrale au sein de la ville, tant géographiquement que par ses activités économiques.

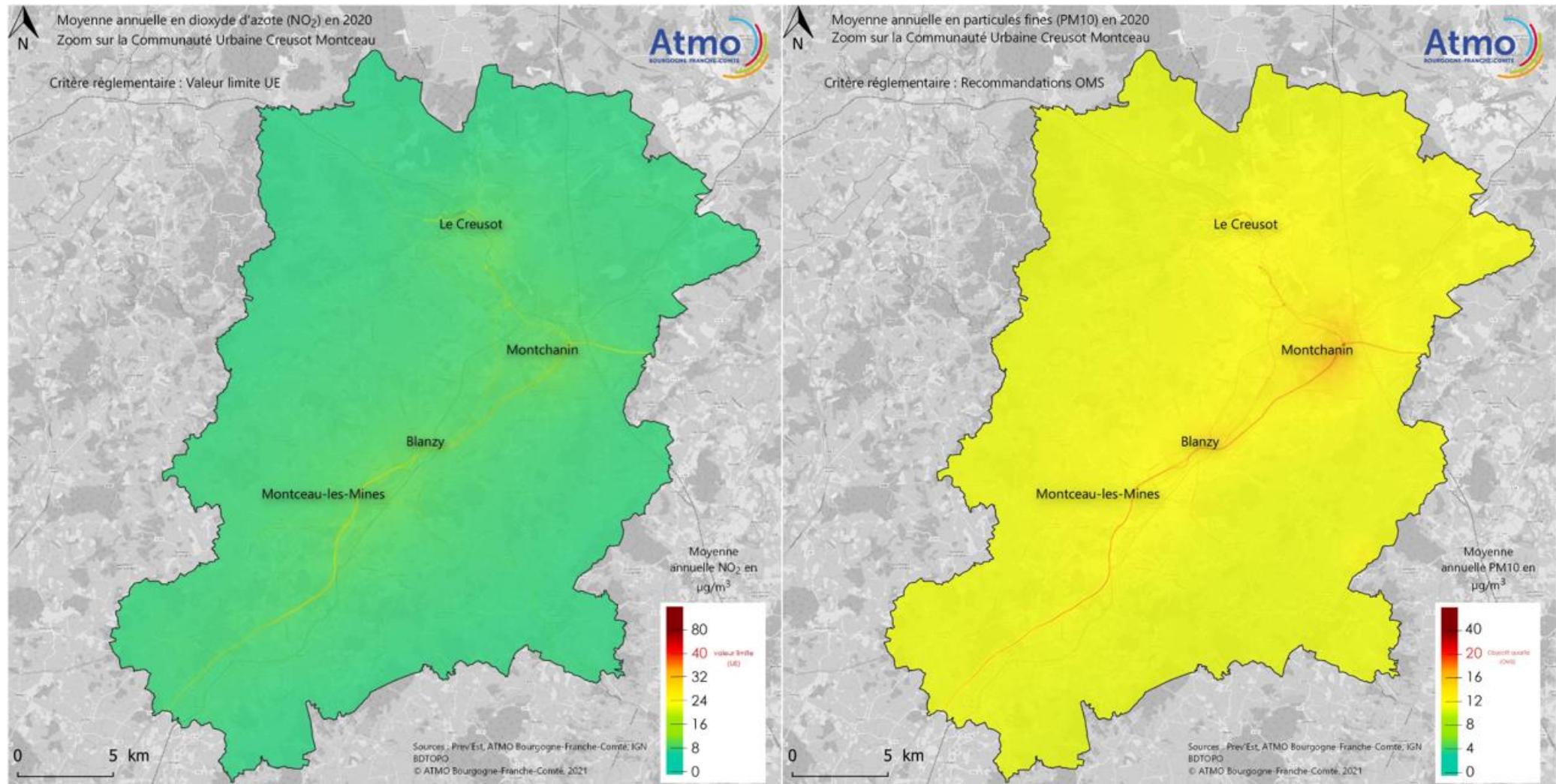


Figure 1 : Modélisation des concentrations moyennes en dioxyde d'azote et PM10 en 2020

1.2. Objectifs de l'étude

Composée d'entreprises spécialisées dans la fabrication de produits industriels pour le secteur de l'énergie et des transports, la zone industrielle du Creusot s'étend sur une superficie d'environ 60 hectares au centre de la ville. Son environnement proche est ainsi composé de plusieurs quartiers résidentiels (le Tennis, la Villedieu, Harfleur-République-Lapérouse) et de certains des principaux axes de circulation de la ville (Avenue de la Paix, rue du Président Wilson). Pour l'ensemble de ces raisons, la zone industrielle du Creusot est susceptible d'être sous l'influence d'une pollution atmosphérique d'origine locale, et présente donc des enjeux sanitaires en lien avec la population qui y est exposée.

L'étude mise en œuvre par Atmo BFC a donc impliqué la mise en place de mesures dans l'environnement proche de la zone industrielle du Creusot, mais également celle de nouveaux analyseurs sur la station de mesure « 9^e Ecluse » à Montceau-les-Mines. L'objectif ciblé était double :

- Vérifier que les niveaux de polluants relevés par le dispositif de mesure en place à Montceau-les-Mines soient représentatifs du territoire de la CUCM dans son ensemble, par comparaison avec les données obtenues au Creusot ;
- Evaluer les concentrations d'autres composés dans l'air ambiant et les comparer à des valeurs de référence, afin de s'assurer de l'absence de pollution spécifique à la zone du Creusot. L'analyse des résultats de mesure sera par ailleurs l'occasion d'essayer d'identifier l'origine de ces polluants.

2. Méthodologie de l'étude

2.1. Polluants ciblés

L'ensemble polluants mesurés par Atmo BFC sur le territoire de la CUCM seront pris en compte au travers de cette étude. Il s'agit des particules atmosphériques (PM10 et PM2.5), des oxydes d'azote (NO et NO₂) et de l'ozone (O₃).

Par ailleurs, les inventaires d'émissions réalisés par Atmo BFC pour la commune du Creusot ayant révélé de fortes émissions en métaux lourds, cette famille de molécules a également été visée la campagne mise en oeuvre.

2.1.1. Les particules atmosphériques

- **Définition**

Le terme de « particules atmosphériques » désigne toute substance présente à l'état solide ou liquide dans l'atmosphère. Selon leurs tailles, on distingue les PM10 (ou particules fines) et PM2.5 (particules très fines), respectivement de diamètres inférieurs à 10 et 2,5 micromètres. Elles forment une famille de polluant complexe, présentant des compositions chimiques pouvant être variées. Leurs sources dans l'environnement sont également diverses : réactions de combustion (véhicules à moteur thermique, chauffage...), production par réactions chimiques dans l'atmosphère à partir de précurseurs gazeux, érosion des sols....

Sur le territoire du Creusot, le chauffage résidentiel est la principale source émettrice de particules PM10 (50 %), devant le secteur de l'industrie (23 %) et le transport routier (20 %).

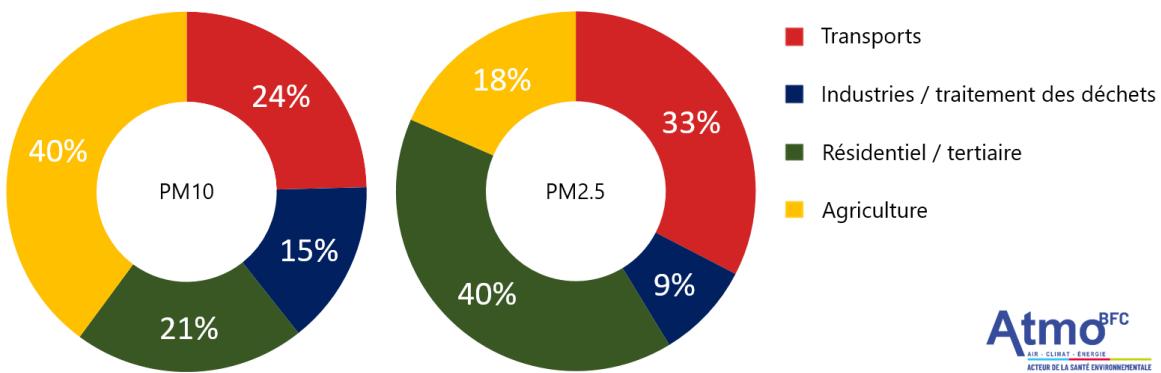


Figure 2 : Distribution des secteurs d'émissions de particules PM10 au Creusot

Soulignons que les inventaires d'émissions tiennent uniquement compte des sources d'émissions anthropiques, et exclu de fait la production par érosion naturelle des sols.

• Impacts

Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans le système respiratoire. Si les plus grossières restent piégées au niveau des voies supérieures, les plus fines atteignent les voies respiratoires inférieures et peuvent altérer les fonctions respiratoires dans leur ensemble. Pour cette raison, les particules sont classées en fonction de leur taille (Fig. 3).

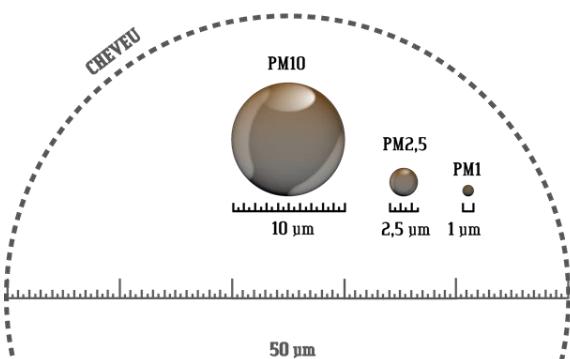


Figure 3 : Différentes familles de particules

Selon l'OMS, les particules fines accentuent les maladies respiratoires chroniques et aigües, comme l'asthme, les maladies cardiovasculaires et les allergies. En octobre 2013, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé l'ensemble des particules fines, comme cancérogène certain (groupe 1) pour l'être humain.

En plus de leur impact sanitaire, les particules atmosphériques peuvent également altérer l'environnement. Elles ont en effet un impact indirect sur le climat, peuvent noircir les surfaces des bâtiments et de la végétation (limitant ainsi la photosynthèse).

• Réglementation

La réglementation en matière de pollution particulaire 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.

Ces différents textes définissent notamment les seuils à prendre en compte pour évaluer un possible impact sanitaire des particules atmosphériques sur la santé, et sont complétés par les préconisations sanitaires énoncées par l'OMS. Le tableau ci-après recense l'ensemble des valeurs réglementaires et recommandations sanitaires en vigueur :

Tableau 1 : Valeurs réglementaires et recommandations sanitaires en matière de pollution particulaire

PARTICULES PM10		
POLLUTION DE FOND	Valeurs limites pour la santé humaine	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 j/an
		40 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Objectif de qualité pour la santé humaine	30 µg/m ³ en moyenne annuelle
RECOMMANDATIONS OMS	Recommandations OMS	20 µg/m ³ en moyenne annuelle
		50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j/an
PICS DE POLLUTION	Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m ³ en moyenne sur 24h
	Seuil d'alerte	80 µg/m ³ en moyenne sur 24h

PARTICULES PM2,5		
POLLUTION DE FOND	Valeur limite pour la santé humaine	25 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Valeur cible pour la santé humaine	25 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Objectif de qualité pour la santé humaine	10 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Recommandations OMS	10 µg/m ³ en moyenne annuelle
		25 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3/j/an

2.1.2. Les oxydes d'azote

- **Définition**

Les oxydes d'azote (NOx) forment une famille de polluants gazeux comprenant 2 membres principaux : le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Seul ce dernier composé est soumis à réglementation.

La formation des oxydes d'azote résulte des processus de combustion. La réaction entre la matière brûlée et les espèces azotées présentes dans l'air conduisent à la formation du NO. La production du NO₂ se produit dans un second temps, à partir de l'oxydation du monoxyde d'azote par l'oxygène dans l'air.

Au Creusot, la source d'émission prépondérante des oxydes d'azote correspond au secteur industriel, qui représente à lui seul plus de la moitié des émissions. La circulation routière contribue quant à elle à 25 % des émissions.

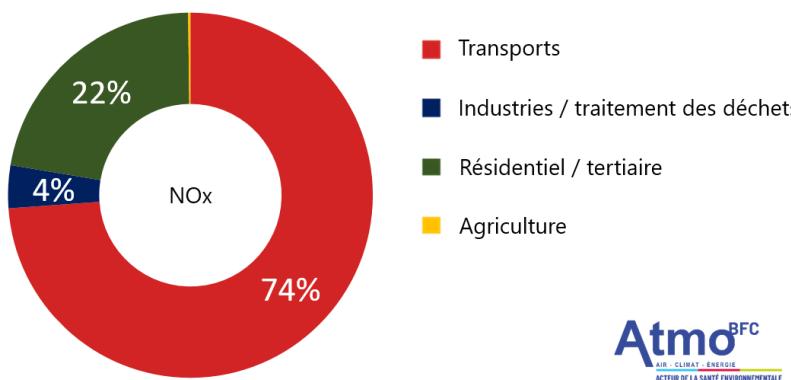


Figure 4 : Distribution des secteurs d'émissions des oxydes d'azote au Creusot

- **Impacts**

Les oxydes d'azotes sont des polluants gazeux irritants, qui peuvent atteindre les ramifications les plus fines de l'appareil respiratoire. A fortes concentrations, ils peuvent occasionner gênes, toux, et problèmes respiratoires chez les personnes les plus sensibles.

Dans l'environnement, ces polluants sont notamment impliqués dans les phénomènes de pluies acides et dans la formation de polluants secondaires (produits par réactions chimiques dans l'atmosphère, à partir des polluants présents), notamment les particules atmosphériques et l'ozone.

- **Réglementation**

La réglementation en vigueur pour cette famille de composé cible précisément le NO₂ (dioxyde d'azote). Elle 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.

Les seuils associés sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Seuils réglementaires et préconisations sanitaires s'appliquant au dioxyde d'azote
DIOXYDE D'AZOTE

POLLUTION DE FOND	Valeurs limites pour la santé humaine	200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18
		40 µg/m ³ en moyenne annuelle
PICS DE POLLUTION	Recommandations OMS	40 µg/m ³ en moyenne annuelle
		200 µg/m ³ en moyenne sur 24h
PICS DE POLLUTION	Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³ en moyenne sur 24h
	Seuil d'alerte	400 µg/m ³ en moyenne sur 24h

2.1.3. L'ozone

- **Définition**

L'ozone (O₃) est un polluant gazeux secondaire, c'est-à-dire qu'il résulte de la transformation photochimique (qui se produit en présence de rayons UV solaires) de certains polluants « primaires » (les oxydes d'azote et les composés organiques volatils) présents dans la troposphère. Par conséquent, les plus fortes concentrations d'ozone apparaissent en été, période où le rayonnement solaire est le plus intense, en périphérie des zones émettrices de ces polluants primaires. Ce polluant peut ensuite être transporté sur de longues distances.

- **Impacts**

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et peut provoquer des irritations respiratoires ou oculaires, en particulier chez les jeunes enfants, les personnes âgées, asthmatiques ou souffrant d'insuffisance cardiaque et respiratoire.

Cette molécule a également un effet néfaste sur la végétation. Elle réduit ainsi le développement des plantes, et provoque des baisses de rendements sur les cultures agricoles et impacte considérablement les ressources naturelles.

- **Réglementation**

L'ozone fait partie des polluants pour lesquels la réglementation impose des objectifs, tant pour la santé humaine que pour la végétation.

Tableau 3 : Seuils réglementaires et préconisations sanitaires s'appliquant à l'ozone

Ozone		
POLLUTION DE FOND	Valeur cible pour la santé humaine	120 µg/m ³ (maximum journalier sur 8h, à ne pas dépasser + de 25 jours / an)
	Valeur cible pour la végétation	18 000 µg/m ³ (moyenne horaire pour l'AOT, moyenne sur 5 ans)
	Objectif de qualité pour la santé humaine	120 µg/m ³ (maximum journalier sur 8h)
	Objectif de qualité pour la végétation	6 000 µg/m ³ pour l'AOT (mai à juillet)
	Recommandation OMS	6 000 µg/m ³ pour l'AOT (mai à juillet)
PICS DE POLLUTION	Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³ en moyenne sur 24h
	Seuil d'alerte	240 µg/m ³ en moyenne sur 24h

2.1.4. Les métaux lourds

Les métaux lourds (ML) constituent une famille de polluants peu volatils et présentant une forte densité. Ils peuvent être rencontrés dans le secteur de l'industrie, en métallurgie, ou encore comme pigment dans les peintures. Une exposition à de fortes teneurs en métaux lourds peut affecter le système respiratoire (toux, irritations, asthme, cancer du poumon) et être à l'origine de réactions allergiques.

Etant présents uniquement à l'état particulaire, ils sont identifiables à partir de l'analyse de la composition chimique de particules atmosphériques. Pour les étudier, la pollution particulaire doit donc être échantillonnée à partir d'un prélevéur avant d'être analysée en laboratoire.

Les inventaires d'émissions du Creusot réalisés par Atmo BFC révèlent des émissions prépondérantes de quatre métaux : **l'arsenic, le chrome, le nickel et le zinc**. Leurs émissions sont majoritairement provoquées par les activités industrielles (Fig. 5). En particulier, les émissions de nickel et de chrome représentaient au Creusot en 2018 respectivement 12 et 16 % de l'ensemble des émissions régionales.

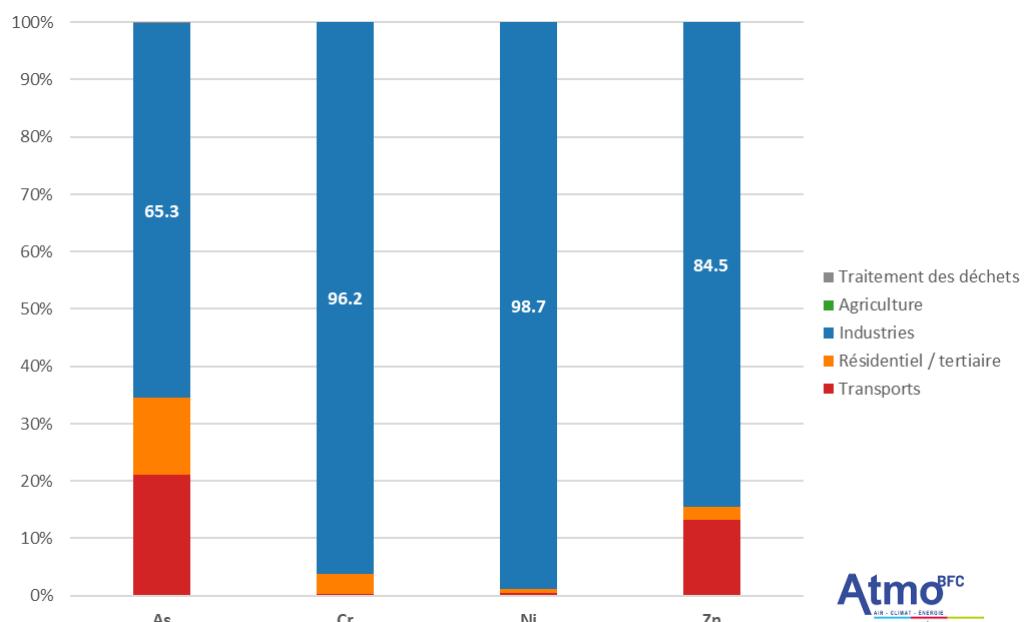


Figure 5 : Distribution des secteurs d'émissions des métaux lourds au Creusot

Parmi ces quatre substances, deux sont soumises à réglementation :

Tableau 4 : Seuils réglementaires s'appliquant aux métaux lourds

METAUX			
POLLUTION DE FOND	Valeurs limites pour la santé humaine	Arsenic (As)	6 ng/m ³ en moyenne annuelle
		Nickel (Ni)	20 ng/m ³ en moyenne annuelle

 *Afin de déterminer les modifications à apporter au dispositif de mesure de la CUCM, l'étude mise en œuvre s'est focalisée sur 8 polluants : les oxydes d'azote, l'ozone, les particules PM10 et PM2.5, l'arsenic, le chrome, le nickel et le zinc.* 

2.2. Campagne de mesure

2.2.1. Stratégie spatiale

Pour évaluer la qualité de l'air au plus près de la zone industrielle, trois sites de mesure ont été utilisés en tenant compte des régimes de vents auxquels la commune du Creusot est habituellement exposée (Fig. 6 p. 20) :

- Le site « Zone industrielle Ouest » est positionné à l'intersection entre la Rue Président Wilson et l'Avenue Gustave Eiffel. Il a été occupé par une station de mesure mobile comportant des analyseurs d'oxydes d'azote et de particules atmosphériques PM10, ainsi qu'un prélevageur pour les métaux lourds. Ce site a pu être sous l'influence des émissions industrielles en présence de vents provenant d'une large gamme d'orientations (du Nord-Ouest au Sud), ainsi que des émissions locales liées au trafic.
- Le site « Zone industrielle Est » se situe dans la cour des Services Techniques Municipaux, rue Anatole France. Il a hébergé un prélevageur de métaux lourds, destiné à évaluer l'impact des émissions industrielles en présence de vents d'Ouest.
- La station de mesure fixe « Molette » a également fait l'objet de prélèvements de métaux lourds à l'occasion de cette campagne, en complément des mesures de particules PM2.5 et d'ozone (O_3) réalisées habituellement. Etant situé à plus de 800 mètres de la zone industrielle, ce site sera considéré comme étant hors d'influence de ses émissions.

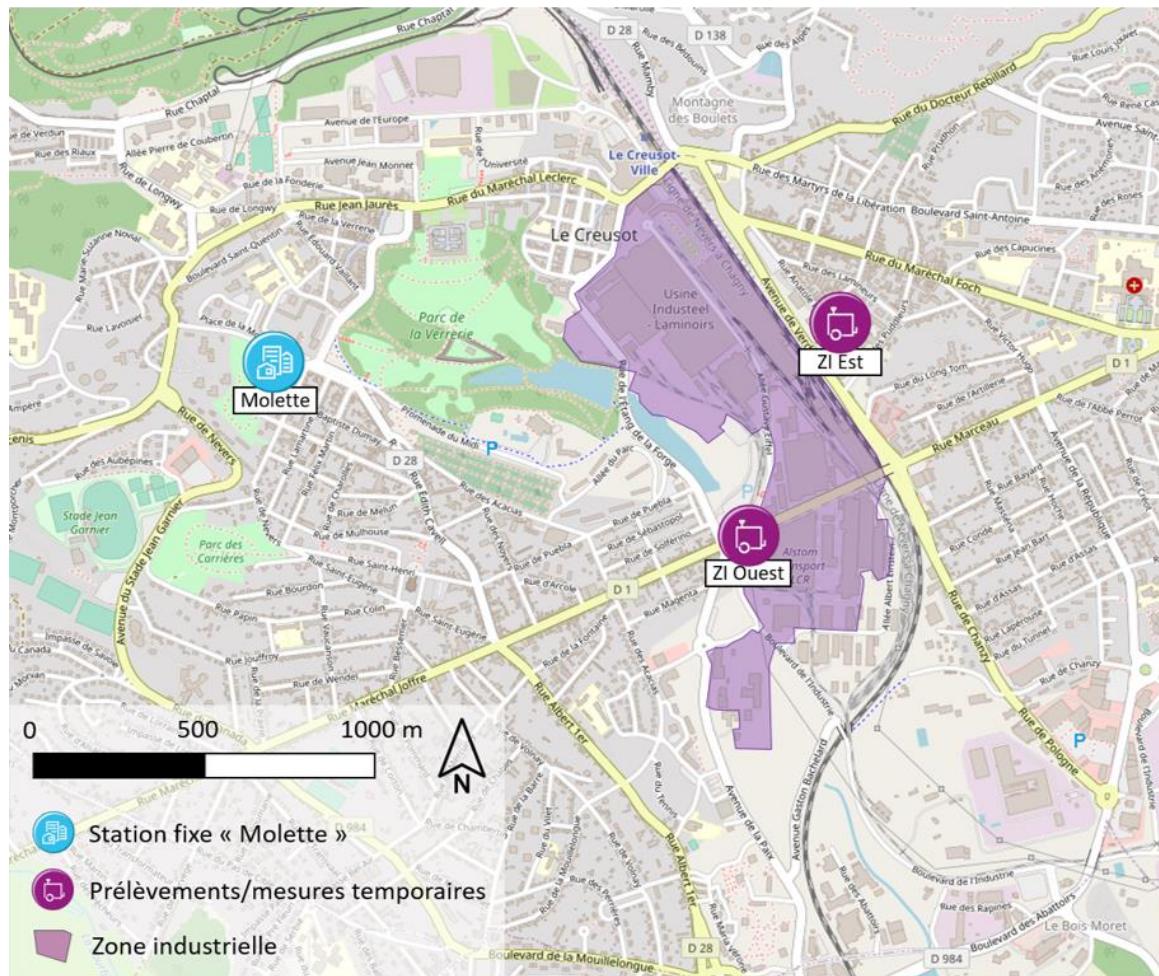
Ainsi, les concentrations en métaux lourds collectées dans l'environnement proche de la zone industrielle pourront être comparées aux résultats d'analyses des prélèvements réalisés à la station de Molette. De cette façon, il sera possible d'**évaluer les différences entre les concentrations de polluants en zones impactées et hors d'influence de la zone industrielle**.

En prévention de la fermeture de la station de Molette, Atmo BFC a également complété le dispositif instrumental de la station de Montceau-les-Mines d'analyseurs de particules PM2.5 et d'ozone au cours de l'année 2021 (Tableau 5 p. 21). Ainsi, les données recueillies par le dispositif de mesure de Montceau-les-Mines ont pu être comparées :

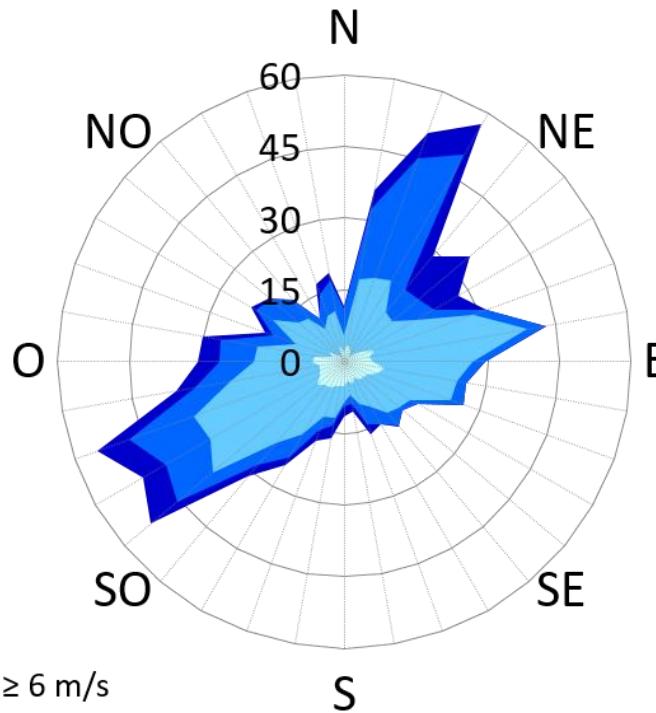
- D'une part aux mesures d'ozone et de PM2.5 obtenues sur la station urbaine de Molette au Creusot
- D'autre part aux mesures d'oxydes d'azote et de PM10 mises en place dans le secteur de la zone industrielle

Ces étapes sont indispensables pour **vérifier la représentativité des mesures effectuées au site de Montceau-les-Mines, au regard de l'ensemble de la zone.**

Enfin, l'ensemble des mesures relevées seront également mises en perspectives des concentrations de référence existantes pour les polluants ciblés de façon à juger d'un éventuel risque sanitaire.



Rose des vents
Sept.- Oct. 2018-2020



- $V \geq 6 \text{ m/s}$
- $4 \text{ m/s} \leq V < 6 \text{ m/s}$
- $2 \text{ m/s} \leq V < 4 \text{ m/s}$
- $1 \text{ m/s} \leq V < 2 \text{ m/s}$

Atmo^{BFC}
AIR - CLIMAT - ÉNERGIE
ACTEUR DE LA SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

Figure 6 : Contexte géographique de la campagne de mesure (OpenStreetMap)

Tableau 5 : Calendrier des mesures en place sur la CUCM semaine par semaine durant la seconde moitié de l'année 2021

		7-juin	14-juin	21-juin	28-juin	5-juil.	12-juil.	19-juil.	26-juil.	2-août	9-août	16-août	23-août	30-août	6-sept.	13-sept.
Creusot Molette	PM2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	O3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ML														✓	✓
Creusot ZI Est	ML														✓	✓
Creusot ZI Ouest	PM10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓
	NOx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓
	ML													✓	✓	✓
Montceau-les-Mines 9eme Ecluse	PM10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	NOx	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	PM2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	O3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓

	20-sept.	27-sept.	4-oct.	11-oct.	18-oct.	25-oct.	1-nov.	8-nov.	15-nov.	22-nov.	29-nov.	6-déc.	13-déc.	20-déc.	27-déc.	
Creusot Molette	PM2.5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	O3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ML	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Creusot ZI Est	ML	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Creusot ZI Ouest	PM10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
	NOx	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
	ML	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Montceau-les-Mines 9eme Ecluse	PM10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	NOx	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	PM2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	O3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

 Mesures habituelles
 Mesures supplémentaires en 2021

1.1.1. Stratégie temporelle

Afin de disposer d'une quantité de données suffisante pour comprendre les phénomènes impactant la zone, les analyseurs permettant les mesures des oxydes d'azote et de particules atmosphériques ont fonctionné durant près de dix semaines dans le secteur de la zone industrielle, **du 30 août au 4 novembre 2021** (Tableau 5 p. 21).

Six prélèvements de métaux lourds d'une durée d'une semaine chacun ont par ailleurs été mis en œuvre, entre le 30 août et le 11 octobre 2021. Conformément aux préconisations du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), les conditions d'échantillonnage doivent répondre à des critères de validation techniques précis¹. Il est en particulier nécessaire de ne pas tenir compte des prélèvements pour lesquels le taux de fonctionnement de l'appareil a été inférieur à 85 %. Pour cette raison, parmi les 18 échantillons obtenus, 3 ont été écartés. Cette défaillance a exclusivement concerné le site « ZI Est », pour lequel des interruptions récurrentes de l'alimentation électrique ont été déplorées.

Tableau 6 : Synthèse des prélèvements exploitables

	Molette	ZI Est	ZI Ouest
S1 (30/08 - 06/09)	✓	✓	✓
S2 (06/09 - 13/09)	✓	✓	✓
S3 (13/09 - 20/09)	✓	✗	✓
S4 (20/09 - 27/09)	✓	✗	✓
S5 (27/09 - 04/10)	✓	✗	✓
S6 (04/10 - 11/10)	✓	✓	✓

La quantification des substances échantillonnées a été réalisée au mois d'octobre 2021 par le laboratoire spécialisé *Micropolluants Technologie*.

L'équipement de la station urbaine de Montceau-les-Mines par de nouveaux analyseurs a quant à lui débuté par la mise en place de mesures d'ozone (dont la surveillance présente un intérêt particulier en période estivale) entre juin et septembre 2021. La mesure des particules PM2.5, polluant hivernal, a débuté à partir de novembre 2021, afin d'assurer un suivi sur la période où les niveaux attendus sont les plus importants (Tableau 5 p. 21).

1.1.2. Dispositif de mesure

Le dispositif instrumental était constitué d'appareils permettant :

- La **mesure continue des oxydes d'azote (NO, NOx et NO₂)**, sur un pas de temps quart-horaire ;
- La **mesure continue des particules PM10 et PM2.5** sur un pas de temps horaire ;
- L'**échantillonnage sur filtres de particules à un débit de 1m³/h pour l'analyse des métaux lourds**, dans le respect de la norme NF 12341. Les résultats de leurs mesures

¹ Guide de validation des données de mesures à analyse différée (Septembre 2020). LCSQA.

correspondent à des concentrations moyennes intégrées pour l'ensemble de la durée du prélèvement, soit une semaine.



Figure 7 : station de mesure mobile « ZI Ouest »

Afin d'assurer une qualité optimale des mesures, les instruments utilisés ont fait l'objet de maintenances régulières tout au long de la campagne. Il est à souligner que les données PM10 et NO₂ collectées sont couvertes par accréditation COFRAC (n°1-6406, portée disponible sur www.cofrac.fr).

Par ailleurs, afin de s'assurer de la qualité des prélèvements de métaux lourds, **un blanc de lot et trois blancs terrains ont été utilisés**. Il s'agit de filtres identiques aux autres, mais qui n'ont pas été exposés aux débits d'air prélevés. Les résultats d'analyses dont ils ont fait l'objet sont destinés à vérifier que les échantillons n'ont pas été dégradés ou contaminés lors des phases de transports ou de stockage.

3. Données météorologiques

Les conditions météorologiques jouent un rôle déterminant sur la pollution atmosphérique. Plusieurs mécanismes peuvent en effet contribuer à l'accumulation, à la dispersion ou au dépôt des polluants.

3.1. Pluviométrie et température

Les données présentées ci-après sont issues d'une station Météo France située à Mont-Saint-Vincent, à près de 20 kilomètres au Sud-Est du Creusot.

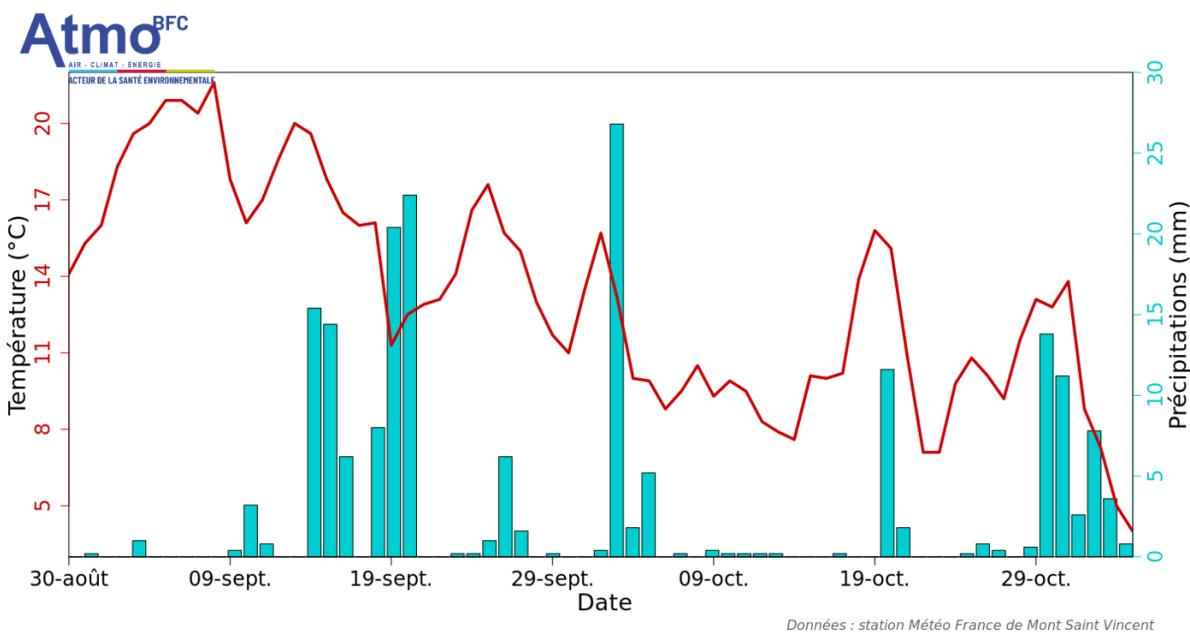


Figure 8 : Variations temporelles des températures moyennes journalières et des cumuls journaliers de précipitations au cours de la campagne de mesure

La pluie participe à l'amélioration de la qualité de l'air par dissolution des polluants gazeux et par lessivage des particules en suspension dans l'air.

Des précipitations ont eu lieu régulièrement tout au long de la campagne de mesures. Elles sont en particulier survenues entre le 14 et le 20 septembre, ainsi que lors de la dernière semaine de la campagne (Fig. 8). Au total, le cumul de précipitations relevé atteint 190 mm, soit des précipitations légèrement plus importantes par rapport aux normales de saison (période de référence 1981 - 2010).

Les températures doivent également être prises en compte puisqu'elles déterminent la stabilité de la couche la plus basse de l'atmosphère. En présence de températures élevées, la dispersion verticale des polluants aura tendance à être meilleure.

La campagne de mesures s'est tenue en présence de températures moyennes journalières comprises entre 4 et 22°C, représentatives des normales de saison (Station Météo France de La Guiche pour la période de référence 1981-2010).

3.2. Vents

Le vent contribue à la dispersion horizontale des polluants. Il constitue donc un élément fondamental tant par sa vitesse que par son orientation. Ainsi, des vents soutenus seront généralement bénéfiques à la qualité de l'air, tandis que des conditions atmosphériques calmes seront plus favorables à l'accumulation des polluants à proximité de leurs sources d'émission.

Dans le contexte du Creusot, les vents sont influencés par les reliefs présents au Nord et à l'Ouest de la ville. Pour cette raison, les mesures Météo France de la station Mont-Saint-Vincent ne peuvent pas être considérées comme représentatives des régimes de vents en place au Creusot. Pour cette raison, les données retenues et présentées ci-après sont le résultat de

calculs produits par le modèle de prévisions météorologiques WRF (*Weather Research and Forecasting*).

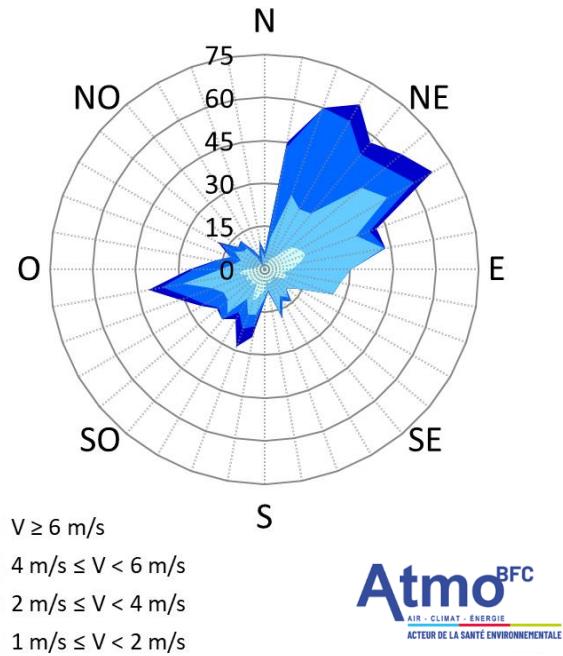


Figure 9 : Caractérisation de la provenance et vitesse des vents modélisés en % au Creusot sur la période de la campagne de mesure

Tout au long de la campagne de mesure, la ville du Creusot a majoritairement été exposée à des vents provenant du Nord-Est (durant 44 % de la campagne) et de l'Ouest (21 %). Au regard de la configuration géographique de la zone d'étude, nous pouvons considérer que le site de mesure « ZI OUEST » a été celui le plus susceptible d'être exposé aux émissions de la zone industrielle.

Il convient également de se pencher sur les régimes de vents en place semaine par semaine, de manière à dissocier les conditions météorologiques dans lesquelles se sont déroulées chacun des prélèvements de métaux lourds (Fig. 10 p. 26).

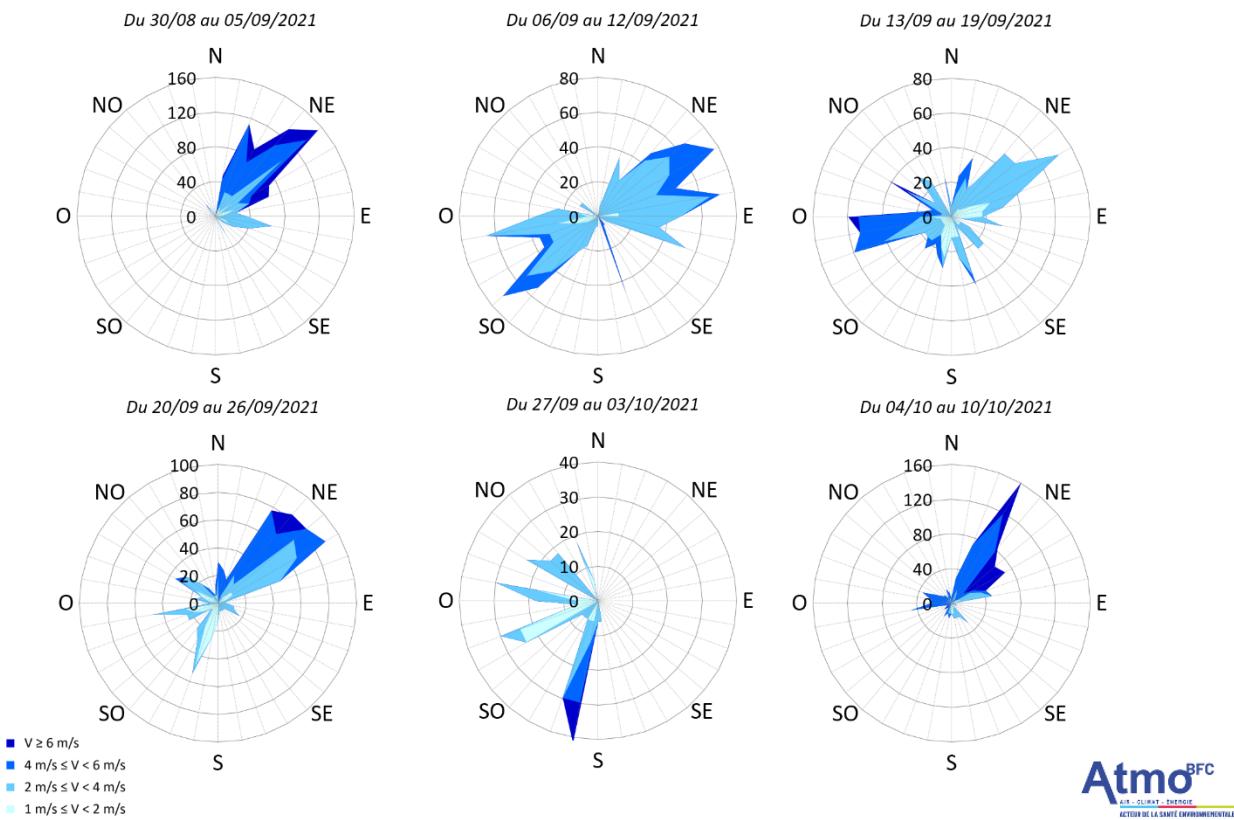


Figure 10 : Roses des vents modélisés au Creusot (fréquence en %) pour chacune des 6 semaines de prélèvements

La balance des vents en place lors des semaines 2, 3 et 4 semble avoir été favorable à l'exposition des deux sites de mesure temporaires. Notons aussi que la première et la dernière semaine de prélèvement ont été marquées par des vents du Nord-Est présentant des vitesses élevées ($> 3 \text{ m/s}$ de moyenne), et donc propices à une dispersion efficace des émissions. Enfin, concernant les vents en place lors de la cinquième semaine, ces derniers ont été trop instables pour que des conclusions puissent être tirées à propos de leur influence sur la qualité de l'air.

4. Résultats des mesures continues

Les données présentées ci-après correspondent aux moyennes horaires de ces mesures enregistrées à un pas de temps régulier, dont la fréquence est propre au système d'acquisition de chaque appareil. Pour l'ensemble des analyseurs mobilisés, le taux de couverture des mesures a été supérieur à 95 % pour l'ensemble des analyseurs continus.

4.1. Mesures continues de particules PM2.5 et d'ozone

La station de mesure de Creusot « Molette » assure depuis de longues années le suivi des niveaux de particules PM2.5 et de l'ozone pour l'ensemble de la CUCM. Dans le but de s'assurer de la représentativité de ce point, les concentrations d'ozone et de particules PM2.5 obtenues sur ce site ont été comparées aux niveaux mesurés au niveau de la station « 9^e Ecluse », positionnée à Montceau, spécifiquement équipée pour l'occasion.

4.1.1. Particules atmosphériques PM2.5

Les mesures de PM2.5 ont été réalisées simultanément sur les deux sites de mesure durant près de six semaines, du 23 novembre au 31 décembre 2021. Elles sont représentées ci-dessous sur cette période.

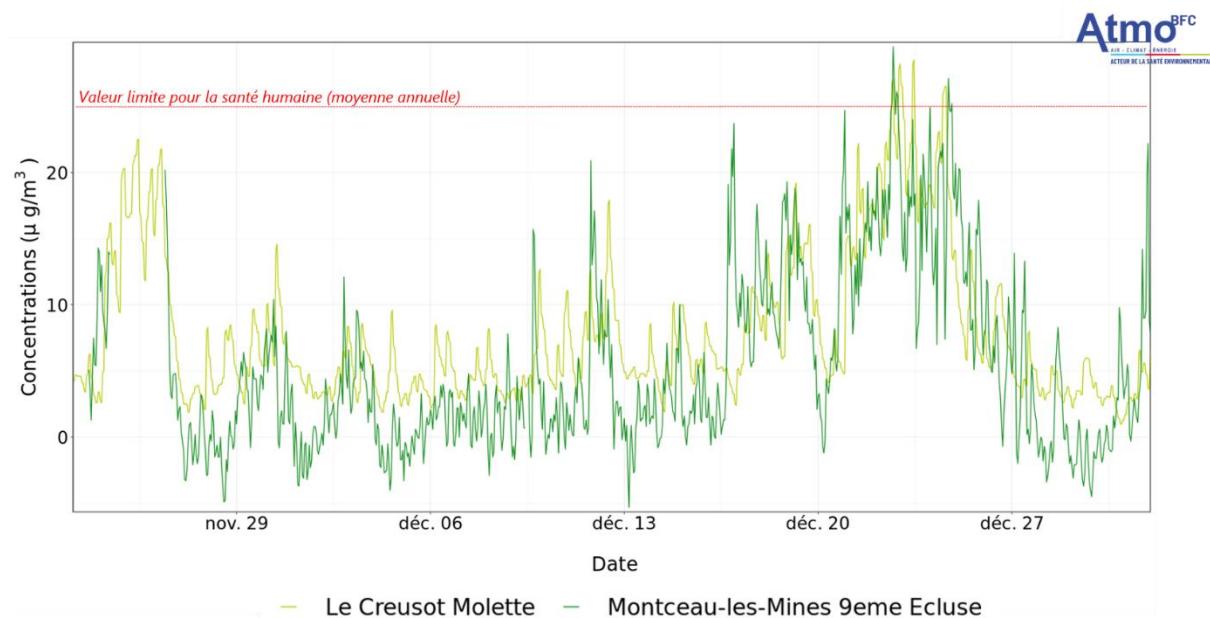


Figure 11 : Variations horaires des concentrations atmosphériques en PM2.5

Sur ces deux sites, les moyennes des concentrations sont restées bien en deçà de la valeur limite annuelle pour la santé humaine fixée à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les niveaux observés ont été sensiblement supérieurs sur la station du Creusot ($7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur la période) en comparaison à celle de Montceau-les-Mines ($5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur la période). Ces écarts ont été d'avantage marqués lors des phases caractérisées par de faibles teneurs en PM2.5, alors qu'en présence d'une qualité de l'air dégradée les concentrations semblent avoir été homogènes sur l'ensemble du territoire. En particulier, les

hausses des concentrations de la fin du mois de décembre ont impacté de la même manière les deux communes. Des conditions météorologiques stables avaient alors été favorables au cumul des particules sur plusieurs centres urbains de la région.

Les faibles concentrations en PM2.5 ont donné lieu à des mesures de concentrations négatives à Montceau-les-Mines. Celles-ci doivent uniquement être mises sur le compte de l'incertitude propre à la mesure de ce polluant.

4.1.2. Ozone

La formation de l'ozone (O_3) dans l'atmosphère étant favorisée par de fortes insolations, ses plus fortes concentrations apparaissent en période estivale. Les mesures de ce polluant ont par conséquent été réalisées entre juin et septembre 2021.

Les concentrations enregistrées sont représentées sur la Figure 12 (p. 29) et mettent en évidence d'importantes fluctuations diurnes en lien avec le processus de formation de l'ozone :

- En journée, les teneurs en O_3 atteignent leurs valeurs maximales lorsque l'insolation est la plus importante. Elles ont été très similaires sur les deux points de mesure, hormis au mois de juin où les concentrations à Montceau-les-Mines ont fréquemment surpassées celles du Creusot en milieu de journée.
- Avec l'arrivée de la nuit, la formation de l' O_3 n'est plus possible et ses concentrations diminuent progressivement jusqu'au lever du jour. A ce stade du cycle diurne, la pollution à l'ozone s'est pourtant parfois maintenue à des niveaux élevés sur le site du Creusot « Molette ». Cette différence de comportement dans la phase nocturne des deux profils a été particulièrement visible au début du mois de septembre.

En moyenne, les concentrations en O_3 ont été sensiblement supérieures au Creusot (64,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) par rapport à Montceau-les-Mines (59,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Aucune journée n'a été concernée par un dépassement du seuil d'information et de recommandation, fixé à 180

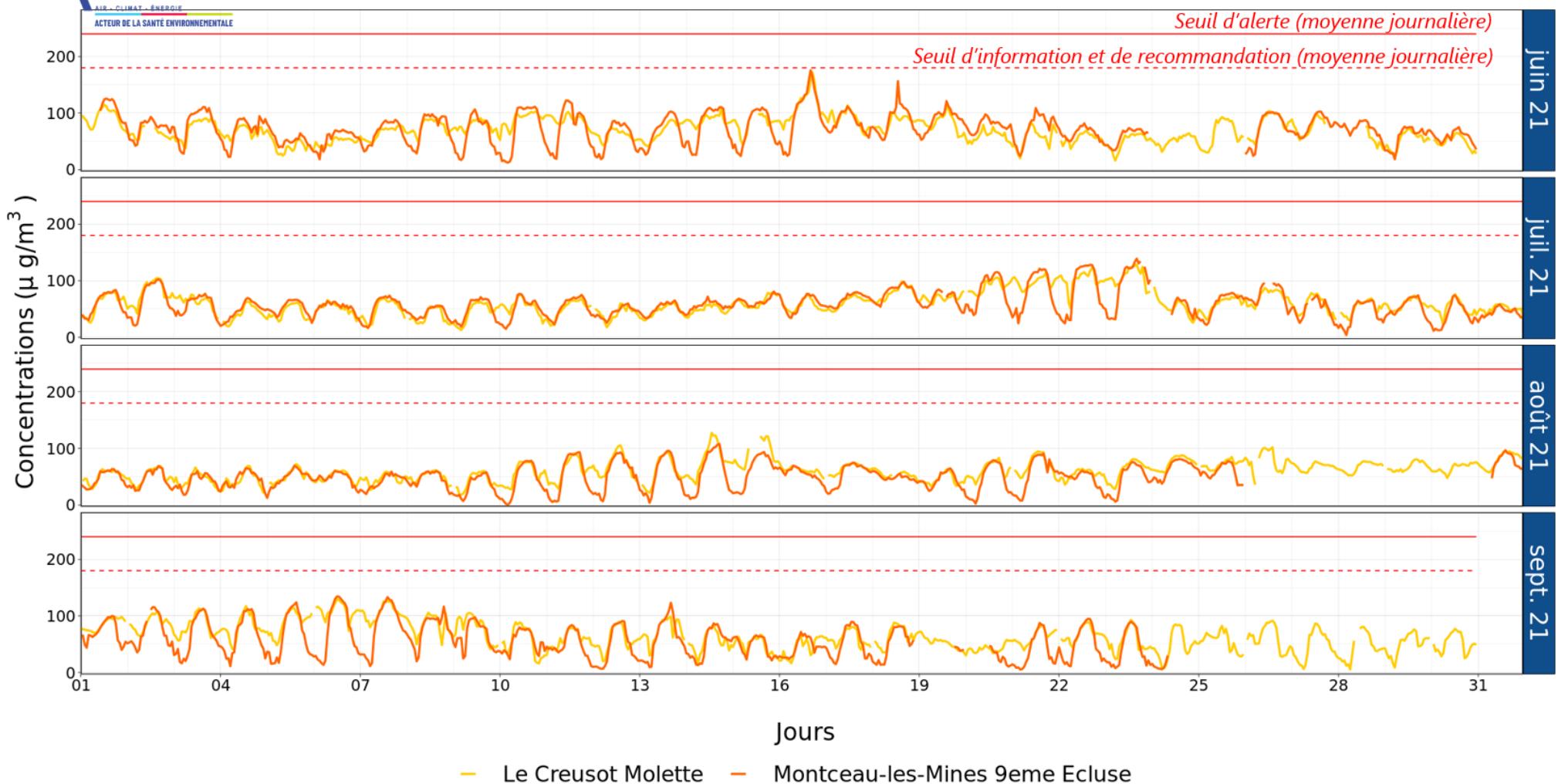


Figure 12 : Evolutions des concentrations moyennes horaires en ozone au cours de la période estival

4.1.3. Comparaison aux seuils réglementaires

Les concentrations obtenues O₃ et PM2.5 attestent d'un respect des différents seuils réglementaires tout au long de la campagne de mesure. La figure ci-dessous synthétise les principaux résultats obtenus pour chacune des stations.

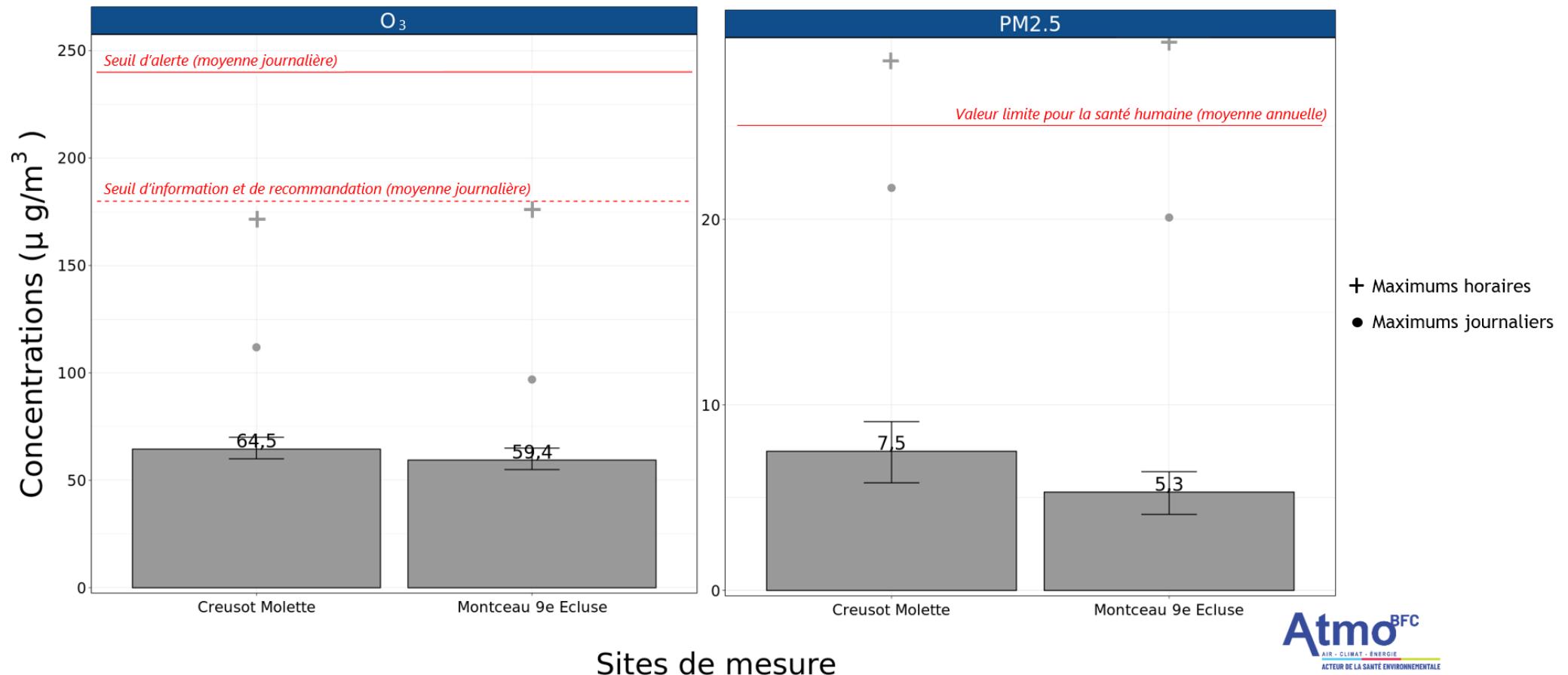


Figure 13 : Résultats des mesures en O₃ et particules PM2.5

4.2. Mesures continues de particules PM10 et d'oxyde d'azote

Dans cette partie, les mesures de la station mobile seront mises en parallèle à celles de Montceau-les-Mines « 9^e Ecluse » (PM10 et NO_x) pour s'assurer de la similitude des concentrations obtenues sur les deux communes. Cette étape permettra par ailleurs d'investiguer les spécificités du site « ZI Ouest » en lien avec son caractère industriel.

4.2.1. Particules atmosphériques PM10

La figure 14 (p. 32) représente l'évolution des teneurs de PM10 enregistrées par la station mobile du site « ZI Ouest » et la station fixe de Montceau-les-Mines.

Avec une moyenne de 12,7 µg/m³ sur l'ensemble de la période, les niveaux observés ont été supérieurs en proximité de la zone industrielle, tout en restant bien en deçà de la valeur limite pour la santé humaine fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle. Il apparaît aussi que la fluctuation de ces concentrations – en grande partie pilotées par les conditions météorologiques – ont été similaires à Montceau-les-Mines et au Creusot tout au long de la campagne.

Notons que des hausses de concentrations ponctuelles spécifiques au site « ZI Ouest » ont régulièrement été enregistrées en début de matinée.

Le profil des concentrations représenté sur la Figure 15 (p. 33) appuie ce constat en laissant apparaître la tendance d'évolution moyenne des concentrations en PM10 à l'échelle de la journée. Les teneurs les plus élevées ont été observées aux alentours de 8 heures du matin, sous l'influence des déplacements automobiles. Des niveaux de polluants du même ordre de grandeur ont également été relevés en fin de soirée. A ce moment de la journée, les émissions de particules liées au chauffage résidentiel cumulées à une dispersion des polluants moins efficaces la nuit (caractéristique du cycle diurne de la basse atmosphère) peuvent effectivement entraîner une hausse des concentrations ambiantes.

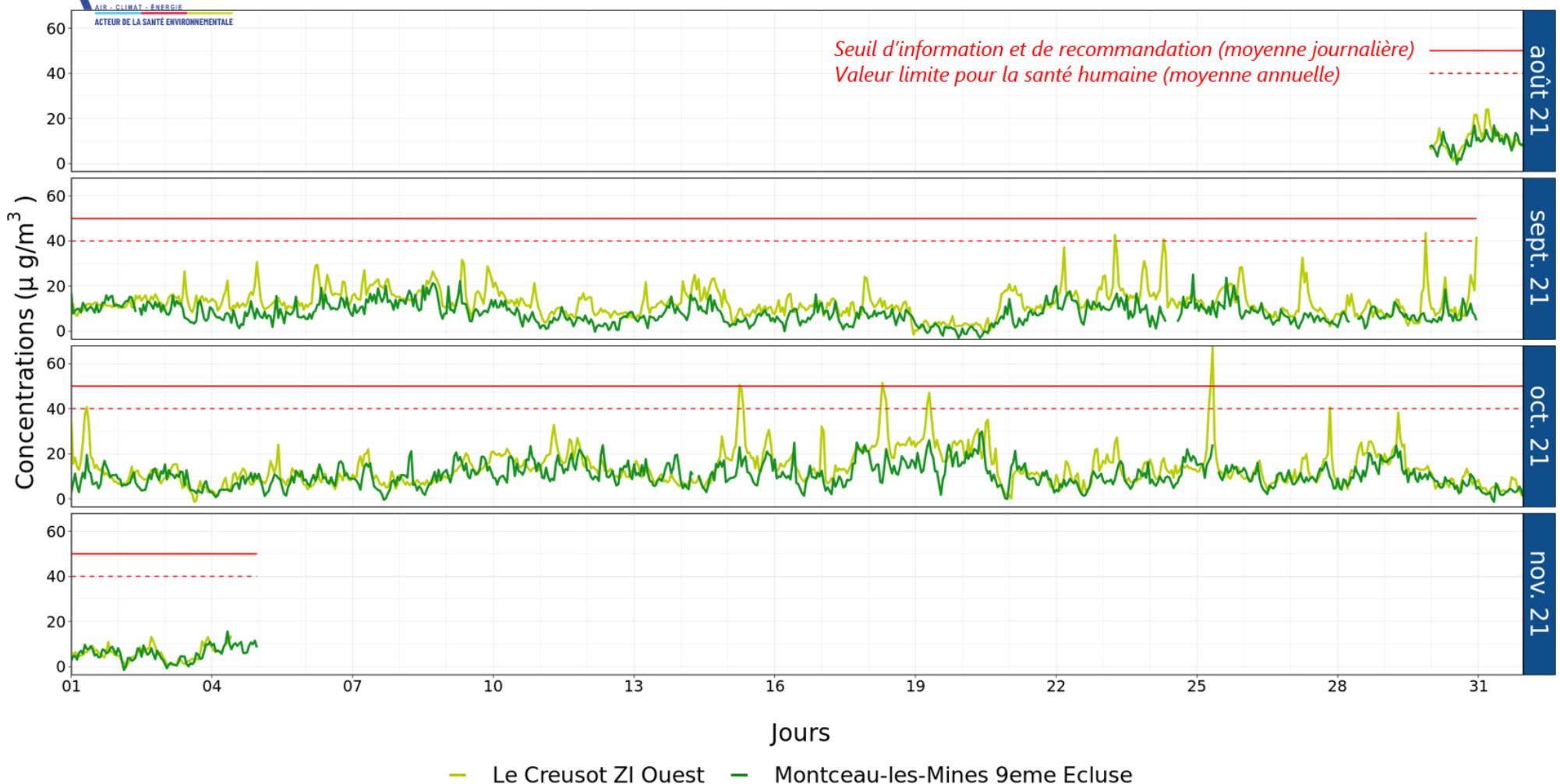


Figure 14 : Evolution des concentrations atmosphériques horaires en PM10 au cours de la campagne de mesure

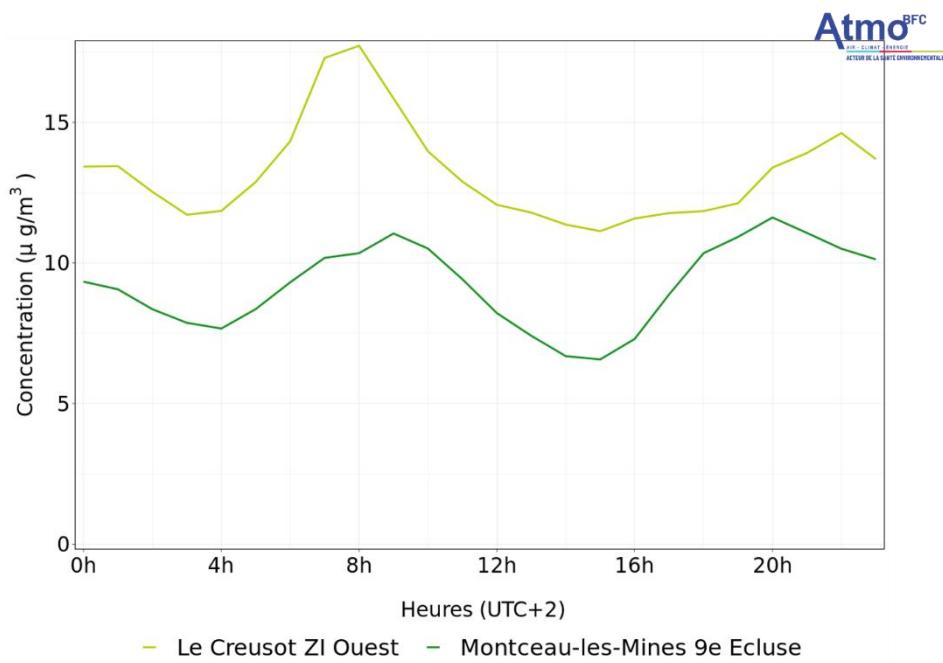


Figure 15 : Profil journalier des concentrations atmosphériques en PM10

4.2.2. Oxydes d'azote

La figure 16 (p. 34) représente l'évolution des mesures de NO et de NO₂ enregistrées par la station mobile du site « ZI Ouest » et la station fixe de Montceau-les-Mines.

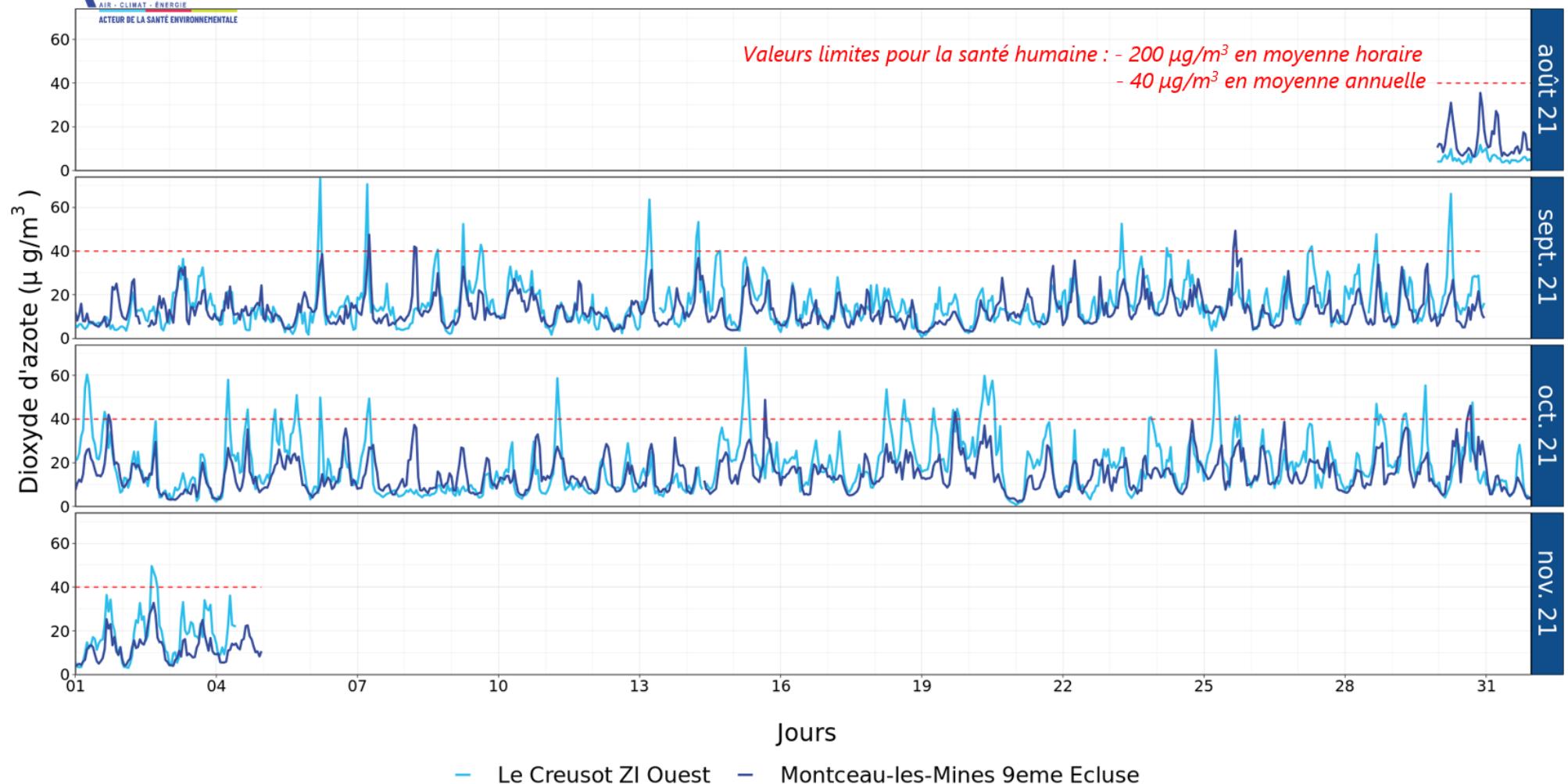


Figure 16 : Evolution des concentrations atmosphériques horaires en dioxyde d'azote au cours de la campagne de mesure

De la même manière que pour les PM10, le NO₂ a fait l'objet de pics de concentrations réguliers en débuts de journées sur le site de mesure du Creusot. Aussi, les concentrations en dioxyde d'azote ont globalement été plus élevées dans l'environnement de la zone industrielle (16,7 µg/m³ en moyenne) en comparaison à la station fixe de Montceau-les-Mines (13,9 µg/m³ en moyenne). A ce titre, il est important de distinguer les niveaux de fond (enregistrés la nuit, lorsque la majorité des sources d'émissions sont à l'arrêt) des concentrations de pointe (relevées le jour, lorsque les activités émettrices d'oxydes d'azote sont les plus importantes).

Les profils journaliers ci-après (Fig. 17) montrent que :

- Les niveaux de fond de NO et de NO₂ sont comparables entre les deux sites. Ils sont le résultat de la part résiduelle de la pollution accumulée en journée, auxquelles peuvent s'ajouter des émissions nocturnes ;
- A partir de 5 heures du matin, le profil du site « ZI Ouest » se détache de celui de Montceau-les Mines. Cet écart est causé par la prédominance de sources d'émissions locales à l'emplacement de la station mobile. En effet, la présence du Boulevard Wilson à proximité directe de ce point de mesure et la contribution du trafic à la pollution aux oxydes d'azote sont susceptibles d'apporter une quantité de polluants supérieures. Ainsi, les concentrations maximales ont en moyenne été enregistrées aux horaires associés aux déplacements pendulaires (en particulier le matin vers 7h).

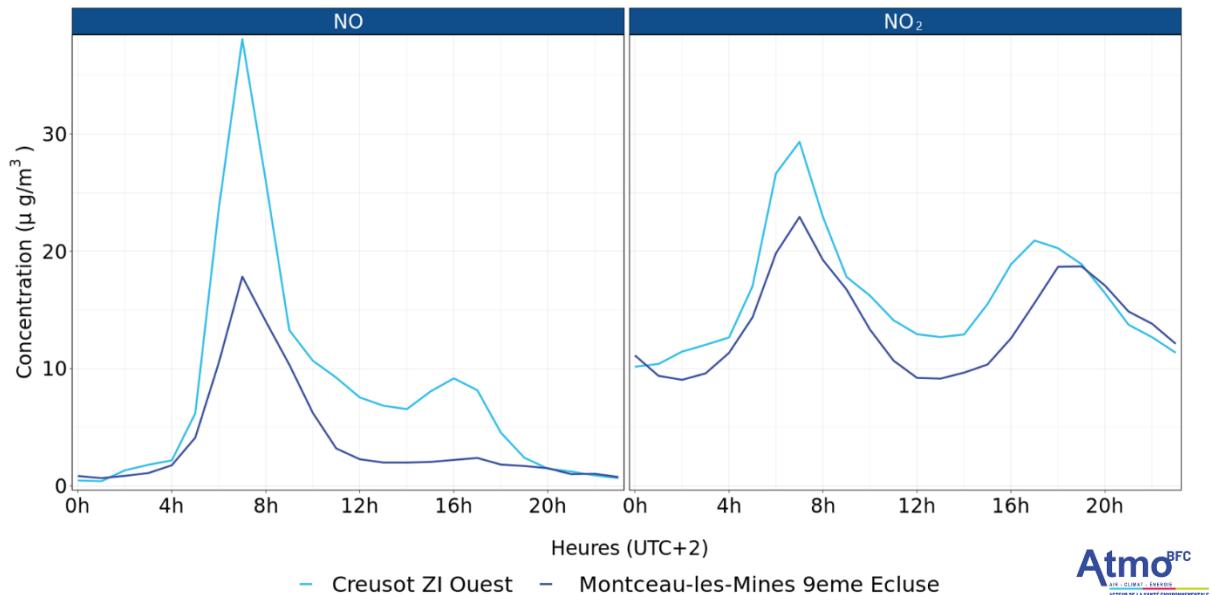
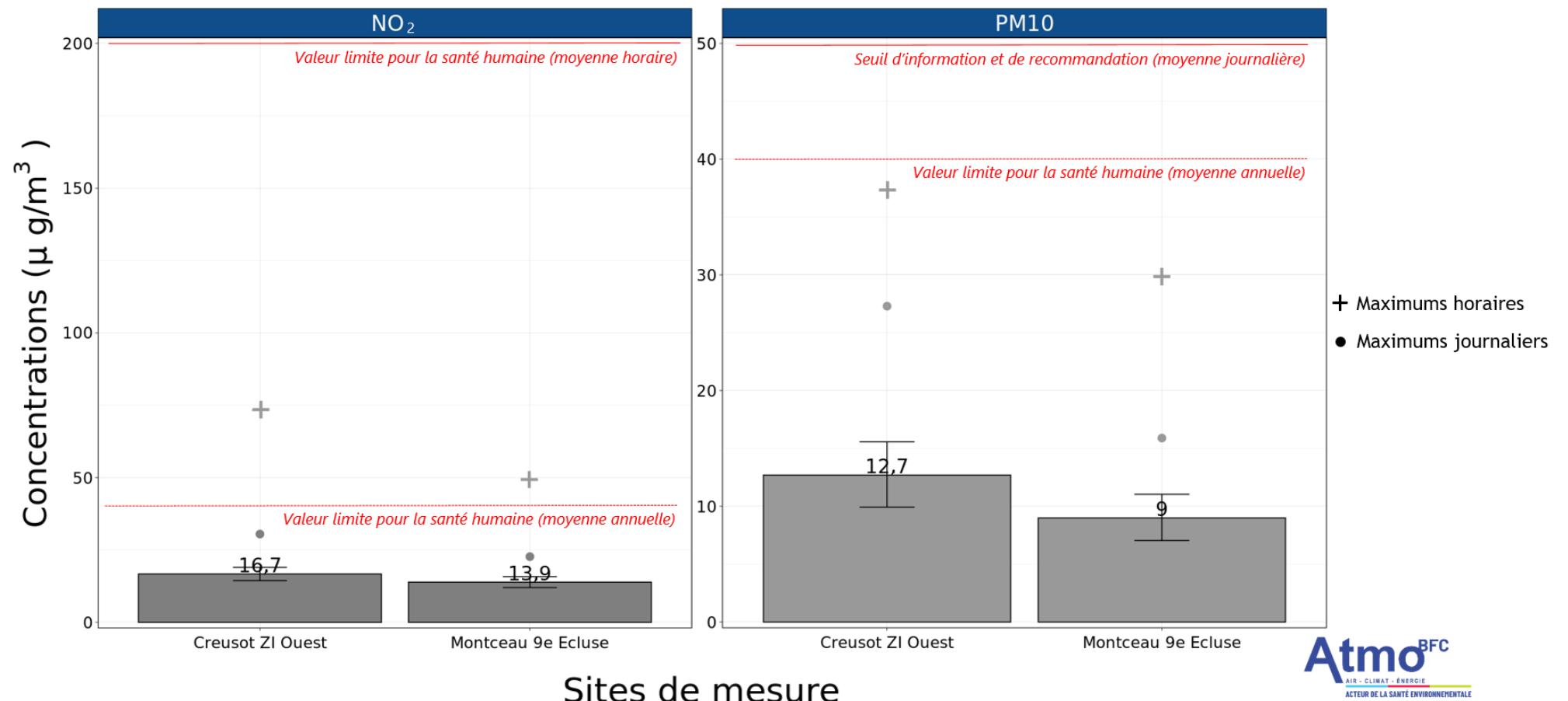


Figure 17 : Profil journalier des concentrations atmosphériques en oxydes d'azote

La prédominance des oxydes d'azote sur le site « ZI Ouest » par rapport à la station de Montceau-les-Mines est donc davantage à mettre sur le compte de la proximité d'importants axes de circulation que sur le caractère industriel de ce secteur du Creusot.

4.2.3. Comparaison aux seuils réglementaires

Les concentrations en NO₂ et PM10 sont restées bien inférieures aux seuils de référence au cours de la campagne mise en œuvre. Une synthèse des données clés obtenues pour ces deux polluants est représentée ci-dessous.



4.2.4. Provenance des polluants sur la zone industrielle

Pour aller plus loin dans l'étude de l'influence de la pollution enregistrée sur le site « ZI Ouest », il convient de s'appuyer sur les roses de pollution ci-dessous. Celles-ci permettent de corrélérer les concentrations des polluants à la dynamique des masses d'air. Leur lecture peut ainsi faciliter l'identification du positionnement des sources de pollution dominantes dans l'environnement d'un dispositif de mesure. Pour rappel, ce sont les vents provenant d'une large gamme d'orientations (du Nord-Ouest au Sud) qui ont été susceptibles d'exposer le dispositif instrumental aux émissions des activités industrielles à proximité.

Les couleurs des roses de pollution traduisent la concentration des polluants mesurés. La position de chacun des pixels qui les composent est déterminée par deux paramètres : la vitesse des vents (matérialisée par la distance au centre du graphique) et leur provenance (matérialisée par sa position radiale). Seuls les pixels correspondant à la moyenne d'un minimum de trois récurrences de données horaires ont été retranscrits. De cette manière, les données manquant de représentativité (grisées sur la figure) sont écartées.

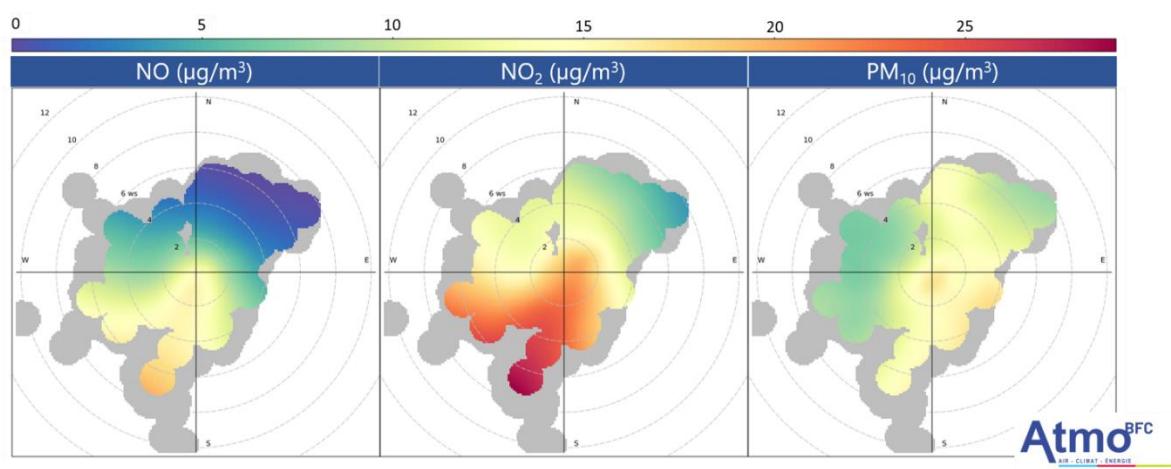


Figure 19 : Roses de pollution du NO, NO₂ et PM10, Creusot « ZI Ouest »

Les résultats obtenus Figure 17 rendent compte de concentrations en oxydes d'azote maximales pour des vents en provenance du Sud et du Sud-Ouest, quelles que soient leurs vitesses. De la même manière, des vents de faibles vitesses semblent être favorables à l'augmentation des niveaux de pollution en NO et NO₂.

Les concentrations en PM10 les plus élevées ont quant à elles été associées à des conditions plus variées (masses d'air provenant de l'Est, du Sud, et conditions anticycloniques). Cette configuration n'est pas caractéristique de l'existence d'une source de pollution localisée dans l'environnement proche du site de mesure.

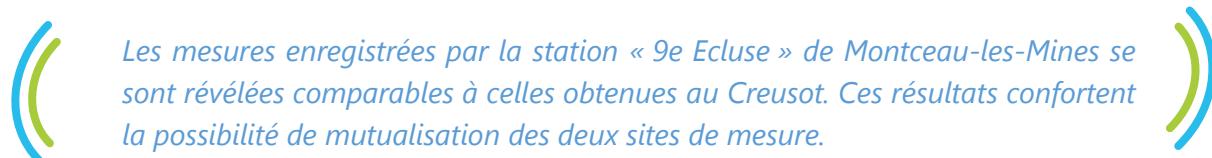
Les roses de pollution des oxydes d'azote mettent en lumière une signature d'émissions localisées au Sud-Ouest du point de mesure. Cette orientation ne coïncidant pas avec un secteur de la zone industrielle, il est probable que d'autres émissions soient en cause. Le résultat obtenu pour les PM10 traduit quant à lui une dépendance moins forte de leurs teneurs aux régimes de vents en place.

4.3. Bilan

Les mesures continues réalisées au Creusot et à Montceau-les-Mines ont rendu compte de concentrations en particules atmosphériques, dioxyde d'azote et ozone nettement inférieures aux valeurs limites réglementaires.

Les résultats obtenus témoignent d'une qualité de l'air sensiblement moins dégradée à Montceau-les-Mines par rapport au Creusot. Les mesures de la station fixe du Creusot ont en effet présenté des concentrations en ozone de $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montceau-les-Mines ; et de $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM2.5 contre $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montceau-les-Mines (Fig. 13 p. 30). Le secteur de la zone industrielle du Creusot a quant à lui été exposé à des concentrations moyennes en dioxyde d'azote de $16,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montceau-les-Mines ; et de $12,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM10 contre $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montceau-les-Mines (Fig. 18 p. 36).

Notons que ces écarts restent inférieurs aux incertitudes de mesures associées aux analyseurs utilisées et représentées sur les figures 13 (p. 30) et 18 (p. 36). Par ailleurs, hormis un maintien des teneurs en O_3 à des niveaux élevés la nuit et certaines hausses de concentrations ponctuelles en PM10 relevés uniquement au Creusot, les fluctuations observées sur les deux communes ont été semblables tout au long de la campagne de mesure.



Les mesures enregistrées par la station « 9e Ecluse » de Montceau-les-Mines se sont révélées comparables à celles obtenues au Creusot. Ces résultats confortent la possibilité de mutualisation des deux sites de mesure.

Une attention particulière a été portée aux mesures réalisées dans l'environnement de la zone industrielle du Creusot. L'étude de l'influence des vents sur les NOx et les PM10 ont permis d'écartier la responsabilité des activités industrielles dans l'impact de leurs émissions. Les profils journaliers des mesures ont d'ailleurs montré une évolution caractéristique d'un site sous influence trafic, confirmant l'implication marginale des activités industrielles sur les polluants considérés.

5. Résultats des prélèvements de métaux lourds

Les données présentées dans cette partie correspondent aux concentrations atmosphériques moyennes des métaux lourds étudiés. Ces valeurs ont été calculées à partir des masses des éléments prélevés sur les filtres (consultables en annexes p. 56-63) et du volume d'air auquel chacun d'entre eux a été exposé.

Rappelons que parmi les 6 échantillonnages mis en œuvre sur le site « ZI Est », 3 ont dû être écartés. Faute de représentativité, la moyenne des 3 mesures restantes pour le secteur Est de la zone industrielle ne devra être considérée qu'à titre indicatif pour chacun des polluants.

5.1. Blanc de lot et blanc terrain

Les résultats obtenus pour chacun des blancs mis en place permettent d'assurer un contrôle de la qualité des échantillonnages. Au total, ces mesures ont été appliquées pour les 4 métaux lourds sur 1 blanc de lot et 3 blancs terrains. Le tableau 6 ci-après présente les résultats obtenus pour chacun d'entre eux :

*Tableau 7 : Synthèse des résultats d'analyses des blancs
(BL = blanc de lot, BT = blanc terrain, LQ = limite de quantification)*

Polluants	Type de blanc	Molette	ZI Est	ZI Ouest
Arsenic	BL		< LQ	
	BT	< LQ	< LQ	< LQ
Nickel	BL		< LQ	
	BT	< LQ	< LQ	< LQ
Chrome	BL		< LQ	
	BT	< LQ	< LQ	< LQ
Zinc	BL		399 ng/m ³	
	BT	1176 ng/m ³	533 ng/m ³	253 ng/m ³

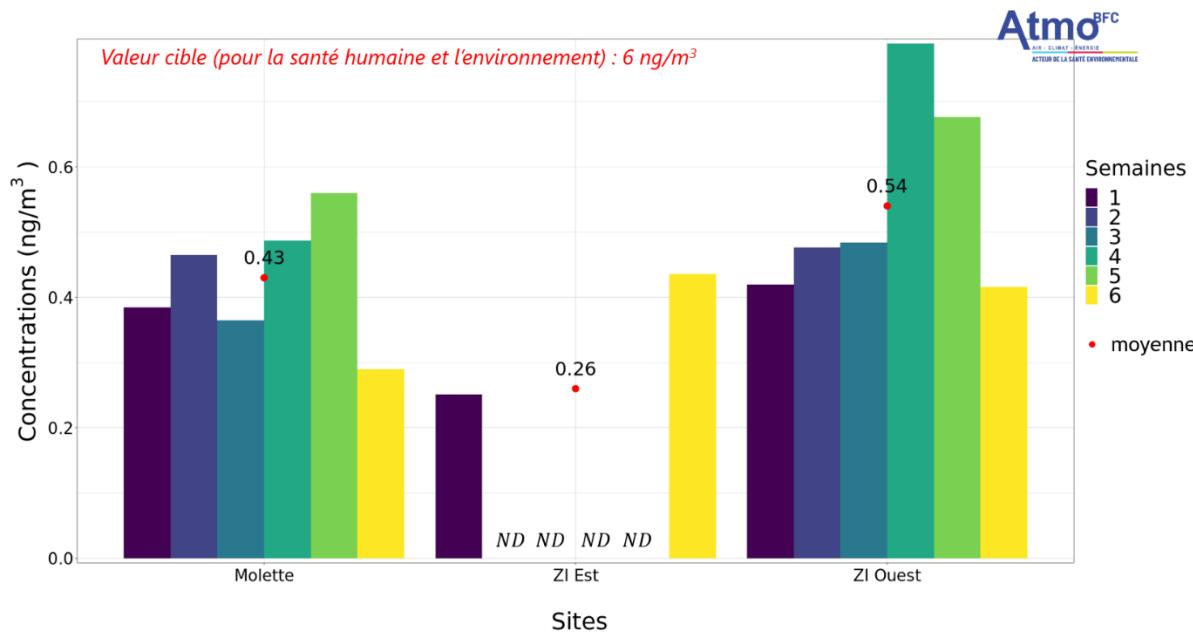
Seul le zinc a été concerné par des quantités supérieures à la limite de quantification (LQ). Ces résultats témoignent d'une **contamination des filtres indépendante aux mesures ciblées**. Dans ces cas de figures, les niveaux de contamination ont été soustraits aux résultats d'analyse de ce polluant, de façon à éviter toute surévaluation des concentrations ambiantes.

5.2. Prélèvements

Les résultats des six séries de prélèvements sont présentés polluants par polluants ci-après. Les graphiques tracés font figurer les mesures de chaque série d'échantillonnage, ainsi que leur moyenne.

Notons que, dans certains cas, l'analyse en laboratoire de certains échantillons a révélé des quantités de polluants inférieures à la limite de quantification de la mesure. Pour ces cas de figures, les valeurs que nous retiendrons pour la suite de cette étude correspondront à la moitié du seuil de quantification, dont la valeur est spécifique à chaque substance mesurée.

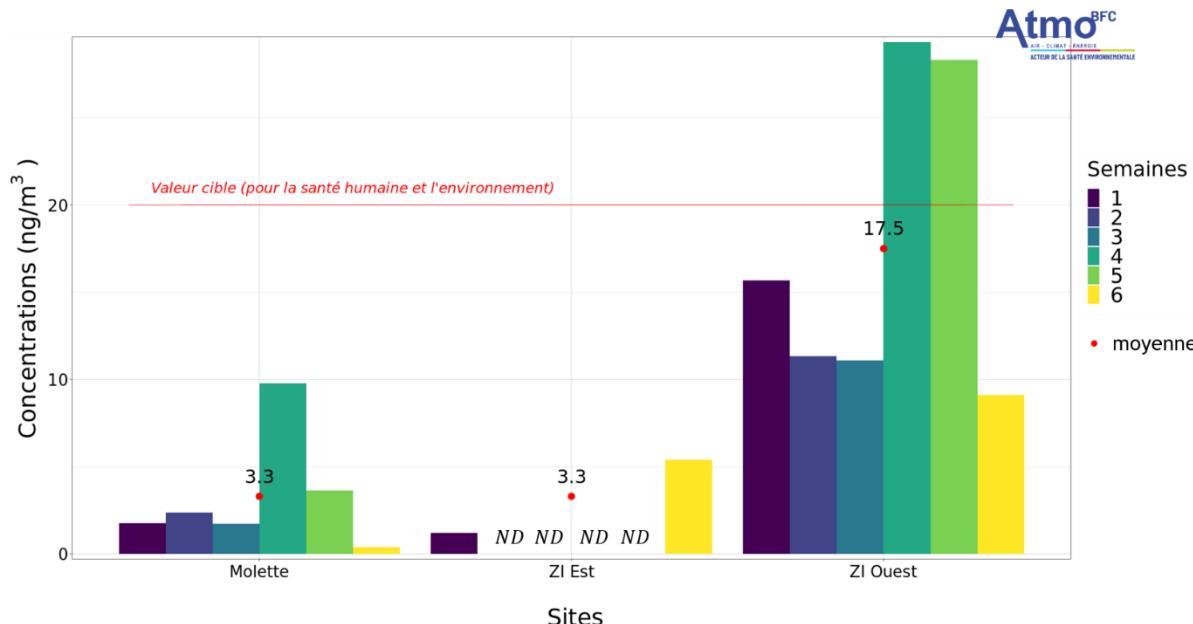
5.2.1. L'arsenic



Compris entre 0,1 et 0,8 ng/m³, les résultats des mesures de l'arsenic révèlent des teneurs dans l'air ambiant relativement homogènes au cours du temps sur chaque site, et nettement inférieures à la valeur cible pour la santé et l'environnement fixée à 6 ng/m³.

Des écarts significatifs apparaissent toutefois entre chacun des sites, avec une concentration moyenne maximale au point de mesure « ZI Ouest » - le plus exposé aux émissions de la zone d'après l'analyse des vents. La valeur moyenne calculée (0,54 ng/m³) reste cependant très proche des niveaux en zone non exposée (0,43 ng/m³ à « Molette »).

5.2.2. Le nickel



Les 6 prélèvements mis en œuvre attestent d'une forte disparité des concentrations en nickel sur la commune du Creusot. Elles révèlent en effet des niveaux nettement supérieurs sur le site « ZI Ouest », et ce indépendamment des régimes de vents en place. Il s'agit d'un cas de figure caractéristique de la présence de sources d'émissions localisées dans l'environnement proche de ce site.

Bien qu'inférieur à la valeur cible pour la santé et l'environnement fixée à 20 ng/m³ en moyenne annuelle, **le niveau en nickel mesuré sur la partie ouest de la zone industrielle est important au regard de la moyenne des autres sites**. Les prélèvements ont par ailleurs révélé ponctuellement des concentrations supérieures à cette limite (respectivement 29 et 28 ng/m³ lors des semaines 4 et 5).



Dans la cadre de sa mission de surveillance de la qualité de l'air, Atmo BFC réalise depuis 2015 des mesures périodiques des métaux lourds réglementaires à Chalon-sur-Saône. Celles-ci permettent d'appuyer le constat d'une **problématique locale au Creusot** : depuis 2015, le prélèvement hebdomadaire ayant fait état du plus haut niveau en nickel s'élevait à 7,8 ng/m³ à Chalon-sur-Saône (alors que les concentrations relevées sur le site « ZI Ouest » ont été comprises entre 9,1 et 29,3 ng/m³). Par ailleurs, entre le 24 septembre et le 8 octobre 2021, les niveaux en nickel ont été de 0,65 ng/m³ à Chalon-sur-Saône, contre plus de 20 ng/m³ à la même période sur le site « ZI Ouest ».

Enfin, du fait de la courte durée de la campagne, nous ne pouvons pas garantir que la valeur cible pour la protection de la santé, définie par la réglementation, ne serait pas dépassés sur ce site, ce seuil devant être appliqué sur une année entière.

5.2.3. Le chrome

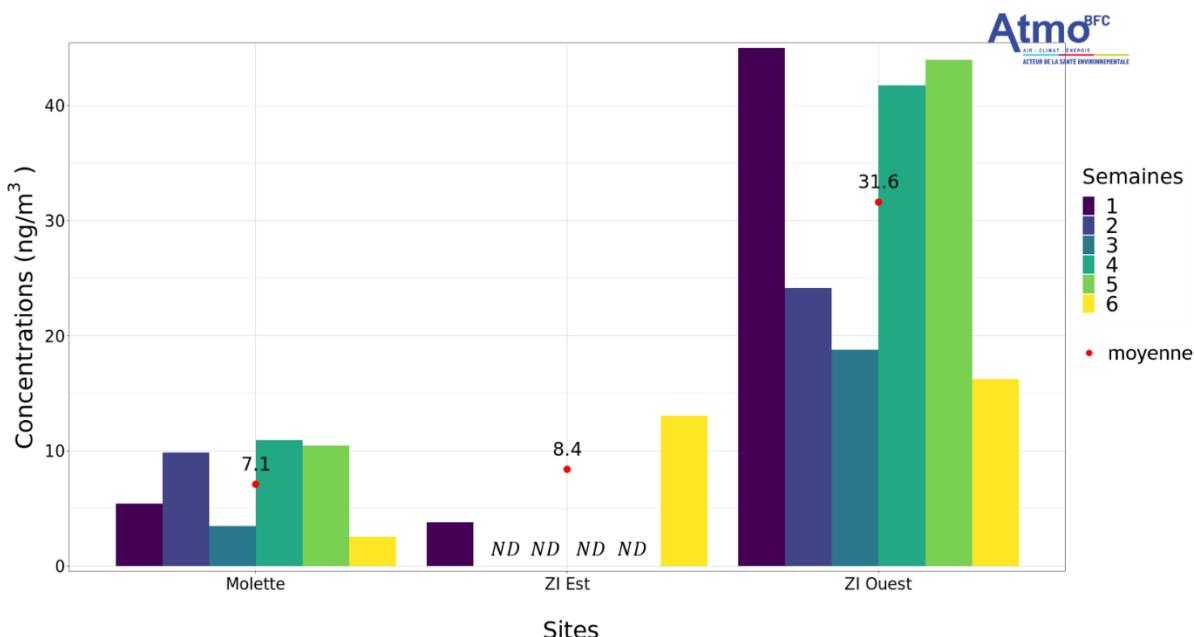


Figure 22 : Concentrations moyennes en chrome lors des 6 séries de prélèvements

Les mesures de chrome produites sont aussi révélatrices d'une importante disparité de teneurs entre les différents points de mesure. Le site « ZI Ouest » a en effet été exposée à des

concentrations plus de 4 fois supérieures au niveau de pollution relevé à Molette durant la même période.

A noter qu'il n'existe pas de seuil réglementaire pour ce polluant en France – il est donc impossible d'évaluer un éventuel impact de ces concentrations.

5.2.4. Le zinc

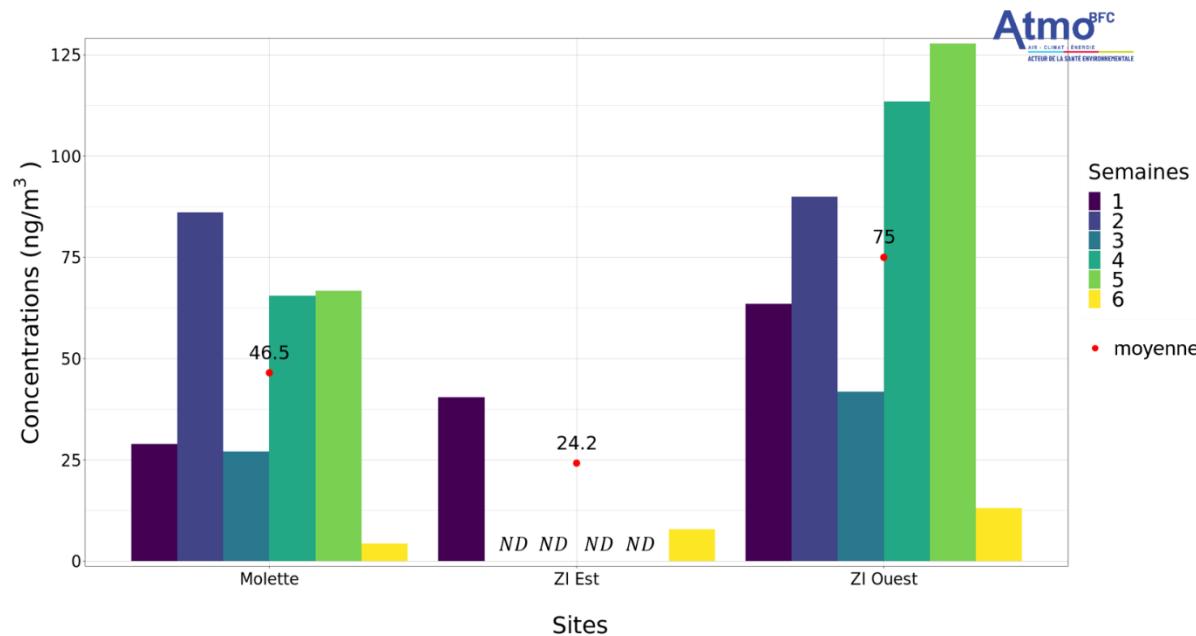


Figure 23 : Concentrations moyennes en zinc lors des 6 séries de prélèvements

Pour les six séries de prélèvements, les concentrations en zinc relevées à l'emplacement « ZI Ouest » ont correspondu aux teneurs maximales de la zone d'étude. En moyenne, ce site a été exposé à des teneurs 1,6 fois supérieures à celles obtenues à Molette.

La répartition des concentrations en zinc entre les différents points d'échantillonnage suggère donc également une exposition aux émissions de ce polluant supérieure sur la partie Ouest de la zone industrielle.

Rappelons qu'il n'existe pas de seuil de référence pour ce métal. A noter toutefois que des campagnes de mesures passées, réalisées aux abords d'une Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères, ont montré des niveaux comparables, quoique sensiblement inférieurs. Les valeurs relevées au niveau du site « ZI Ouest » sont donc élevées, mais non aberrantes.

5.3. Bilan

Les résultats d'analyses des six semaines de prélèvements nous permettent d'avoir connaissance d'un éventail de concentrations moyennes hebdomadaires relevées dans des conditions variées. Le tableau ci-après en présente la synthèse.

Tableau 8 : Concentrations moyennes en métaux lourds (ng/m³)

Polluants	Valeurs limites	Molette	ZI Est*	ZI Ouest
Arsenic	6	0.43	0.26	0.54
Nickel	20	3.3	3.3	17
Chrome	-	7.1	8.4	32
Zinc	-	46	24	75

* Site présentant un taux de couverture de la période étudiée de 50 %

Pour l'ensemble des métaux lourds étudiés, les données obtenues révèlent la présence de concentrations constamment supérieures sur le secteur Ouest de la zone Industrielle du Creusot. Ces écarts sont particulièrement significatifs pour le nickel et le chrome (respectivement +372 et +327 % par rapport à Molette). A l'inverse, la partie Est de la zone industrielle a présenté des concentrations en métaux lourds du même ordre de grandeur (arsenic, nickel, chrome) voire nettement inférieures (zinc) à celles de Molette.

Notons que ces résultats semblent indépendants des conditions météorologiques en place : le site de prélèvement situé dans la partie Ouest de la zone industrielle a fait l'objet des concentrations maximales quels que soient les régimes de vents dominants – traduisant l'existence d'une source d'émission très proche du point de mesure.

S'agissant des seuils réglementaires relatifs à la santé humaine pour l'arsenic et le nickel, ceux-ci ont été respectés sur l'ensemble des sites. La concentration moyenne en nickel s'est toutefois révélée proche de la valeur limite annuelle sur le site « ZI Ouest ».

Si les valeurs limites relatives aux métaux lourds réglementaires ont été respectées, les résultats des prélèvements effectués ont mis en évidence des concentrations bien supérieures à l'Ouest de la zone industrielle, suggérant la présence de sources d'émissions locales.

6. Discussion

Les résultats obtenus ont en premier lieu permis d'évaluer la reproductibilité des mesures relevées au Creusot par rapport à celles de la station urbaine de 9^e Ecluse (Montceau-les-Mines).

La comparaison des données relevées par les deux stations fixes en place sur la CUCM (Molette et 9^e Ecluse) a mis en évidence des teneurs et des fluctuations similaires en O₃ et PM2.5 durant la seconde moitié de l'année 2021 (écart inférieur à la gamme d'incertitude des mesures). Les mesures de particules PM10 et de NOx réalisées dans l'environnement de la zone industrielle ont montré des évolutions comparables à celles de la station « 9^e Ecluse » en dépit de la présence de pics de concentrations ponctuels en NO₂ et d'un cycle journalier caractéristique de sites sous influence du trafic. Les résultats obtenus ont donc fait état de niveaux de polluants ressemblants sur les deux stations, confortant ainsi la possibilité de mutualisation des deux sites de mesure.

Les mesures de la station « 9^e Ecluse » sont bien représentatives de la situation observée sur la zone du Creusot. La transposabilité de la mesure de ces quatre polluants d'une station à l'autre est par conséquent confirmée.

S'agissant des résultats d'analyses des prélèvements en métaux lourds, ceux obtenus pour la partie Ouest de la zone industrielle ont mis en évidence des concentrations bien supérieures aux deux autres sites. La persistance de cette configuration est révélatrice de l'existence de sources d'émissions locales.

Des mesures complémentaires sur une plus longue période permettraient de s'assurer du respect des valeurs limites en vigueur, en particulier pour le nickel qui a fait l'objet d'une concentration moyenne proche de la valeur cible pour la santé humaine.

Par ailleurs, les niveaux observés en zinc et en chrome peuvent, par comparaison aux mesures effectuées sur d'autres sites de Bourgogne-Franche-Comté, être considérés comme relativement élevés – justifiant également un suivi à plus long terme.

Conclusion

Entre juin et décembre 2021, Atmo BFC a mis en œuvre des mesures de polluants gazeux, de particules et de métaux lourds, sur les communes du Creusot et de Montceau-les-Mines. L'ensemble des données ainsi recueillies ont fait l'objet d'une analyse rendant compte des possibilités d'évolution du dispositif de mesure de qualité de l'air de la CUCM.

La représentativité du site de mesure de Montceau-les-Mines pour l'ensemble de la CUCM a dans un premier temps pu être évaluée en s'appuyant sur l'analyse des données collectées sur les stations « 9^e Ecluse » de Montceau-les-Mines et « Molette » située au Creusot. Les mesures d'ozone et de particules PM2.5 ont fait état de concentrations comparables sur ces deux sites.

La présente étude visait également le suivi des concentrations de différents polluants dans l'environnement de la zone industrielle du Creusot, au moyen de l'installation d'une station de mesure mobile sur le site « ZI Ouest ». En dehors des spécificités en lien avec l'influence du trafic dans le secteur Ouest de la zone industrielle, les niveaux d'oxydes d'azote et de PM10 se sont révélés comparables à ceux de Montceau-les-Mines.

Ces différentes observations ont conforté le constat d'homogénéité de la qualité de l'air entre les deux communes, déjà pressenti à partir de travaux de modélisation. **La transposabilité de la mesure de ces quatre polluants d'une station à l'autre est par conséquent confirmée.** Soulignons aussi que ni la pollution particulaire (PM2.5 et PM10) ni la pollution gazeuse (O₃ et NO₂) n'ont fait l'objet de dépassement de préconisations sanitaires au cours de la période étudiée.

En outre, les échantillonnages répétés de quatre métaux lourds (dont deux réglementaires) sur trois sites de mesure ont conduit à l'identification d'une exposition accrue à ces polluants sur le site positionné à l'Ouest de la zone industrielle, en lien avec la présence de sources d'émissions locales. **Les concentrations en nickel ont en particulier fait preuve de valeurs proches de la limite réglementaire**, bien supérieures aux concentrations périodiquement mesurées sur le reste de la région.

Fort de ce travail, **Atmo BFC préconise une évolution du dispositif de mesure actuellement en place** articulée autour de deux actions : 1) la mutualisation des mesures existantes sur la collectivité en un seul point ; 2) la mise en place d'un suivi pérenne des métaux lourds dans l'environnement de la zone industrielle du Creusot.

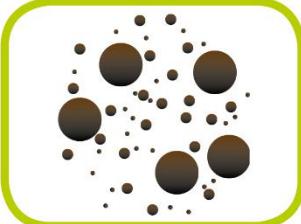
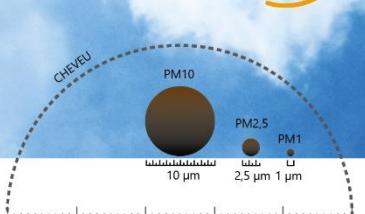


Annexes

Annexe 1 : Les polluants ciblés

FICHE POLLUANT

LES PARTICULES EN SUSPENSION



SOURCES

→ **En air ambiant**

Les activités humaines, notamment les combustions, telles que le trafic routier, chauffage, la combustion de matières fossiles, l'incinération de déchets, les centrales thermiques mais aussi de nombreux procédés industriels (carrière, cimenterie, aciérie, fonderie, chimie fine...) génèrent d'importantes quantités de poussières. L'agriculture et le secteur BTP contribuent également à la remise en suspension des particules fines dans l'atmosphère. Les poussières trouvent aussi une origine naturelle (feux de forêts, érosion des sols, poussières sahariennes, éruptions volcaniques, pollens, spores...).

→ **En air intérieur**

Dans les lieux clos, la présence de particules résulte à la fois des sources intérieures et de transferts avec l'extérieur. On retrouve les combustions : cigarette, cheminée, poêle à bois ou à gaz, gazinière, chauffe-eau à gaz, cuisson des aliments (friture, sautés, rôtis), bougies, bâtonnets d'encens... Certaines activités sont contributrices (bricolage, ménage) ainsi que les éléments de construction, d'ameublement et de décoration.

EFFETS

→ **Sur la santé**

Selon leur taille, les poussières pénètrent plus ou moins profondément dans le système respiratoire : les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures, les plus fines atteignent les voies inférieures et peuvent altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Les particules diminuent l'efficacité des mécanismes de défense contre les infections et interagissent avec les pollens pour accroître la sensibilité aux allergènes. Certaines servent aussi de vecteurs à différentes substances toxiques voire cancérogènes ou mutagènes (métaux, HAP...), qui sont alors susceptibles de pénétrer dans le sang.

→ **Sur l'environnement**

Les effets de salissure sur l'environnement sont les atteintes les plus évidentes, de fait les particules contribuent à la dégradation physique et chimique des matériaux, bâtiments, monuments... Accumulées sur les feuilles des végétaux, elles peuvent entraver la photosynthèse.

Emissions en Bourgogne-Franche-Comté en 2016



(Source : Atmo BFC)

PM10

PM2,5

10 µm

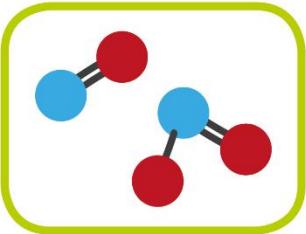
2,5 µm 1 µm

CHEVEU

10 µm

2,5 µm 1 µm

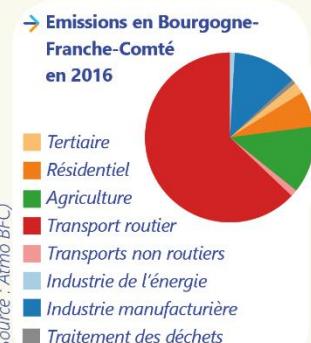
LES OXYDES D'AZOTE



La combinaison de l'azote (●) avec l'oxygène (●) de l'air conduit à des composés regroupés sous le terme NOx. Parmi ces composés, on distingue le monoxyde d'azote, de formule NO, et le dioxyde d'azote, NO₂.

Si le monoxyde d'azote est un gaz incolore à odeur douceâtre, le dioxyde d'azote se distingue par une couleur rouge-brun et une odeur irritante.

A température ambiante, le monoxyde d'azote est instable. Il réagit avec l'oxygène de l'air pour former du dioxyde d'azote.



SOURCES

→ En air ambiant

Les oxydes d'azote sont surtout 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 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.

→ En air intérieur

A l'intérieur des locaux, les appareils à combustion (chauffage, cuisson, production d'eau chaude) sont les principaux émetteurs d'oxydes d'azote. La fumée de cigarette, issue d'une combustion, en contient également. L'air extérieur constitue aussi une source d'apports en oxydes d'azote dans l'habitat, les bureaux, les habitacles des véhicules et tout autre espace clos.

EFFETS

→ Sur la santé

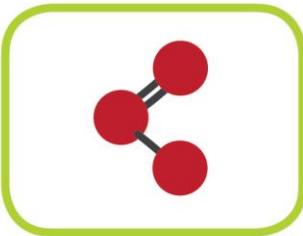
Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

→ Sur l'environnement

Le dioxyde d'azote participe au phénomène des pluies acides, et contribue ainsi à l'appauvrissement des milieux naturels et à la dégradation des bâtiments. Il est impliqué dans la formation d'oxydants photochimiques (tel l'ozone de la basse atmosphère (troposphère)) en tant que précurseur, et donc indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.

Nota: La couleur brunâtre des couches d'air pollué situées à quelques centaines de mètres d'altitude, notamment dans les villes à forte circulation, est en partie due à la présence de dioxyde d'azote, en plus des particules, dans l'atmosphère.

L'OZONE



L'ozone est un gaz bleu pâle voire incolore. Dérivé du grec ozô « exhaler une odeur », l'ozone porte bien son nom : son odeur rappelant l'eau de Javel peut être perçue par l'odorat humain (notamment aux abords des vieux photocopieurs).

Composé de 3 atomes d'oxygène (●), la formule chimique de l'ozone est O_3 .

→ L'ozone dans l'atmosphère



SOURCES

→ En air ambiant

L'ozone n'est pas émis directement. Il est considéré comme étant un polluant « secondaire », résultant de la transformation photochimique (en présence des rayons UV solaires) dans l'atmosphère de certains polluants « primaires » (oxydes d'azote, composés organiques volatils...). De fait, les plus fortes concentrations d'ozone apparaissent en été, période où le rayonnement solaire est le plus intense, en périphérie des zones émettrices des polluants primaires, puis peuvent être transportées sur longues distances.

→ En air intérieur

L'ozone est rarement considéré comme polluant de l'air intérieur car, en l'absence de sources intérieures spécifiques (certains photocopieurs), sa concentration est nettement inférieure à celle de l'ozone extérieur.

EFFETS

→ Sur la santé

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et peut provoquer chez certaines personnes (jeunes enfants, personnes âgées, asthmatiques, allergiques ou souffrant d'insuffisance cardiaque et respiratoire...) des irritations respiratoires ou oculaires.

→ Sur l'environnement

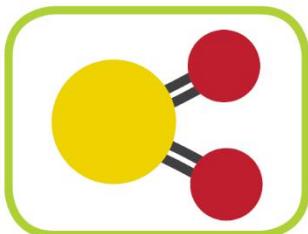
L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (processus physiologiques des plantes perturbés), les cultures agricoles (baisse des rendements) et le patrimoine bâti (altération des métaux, pierres, cuir, caoutchouc, plastiques...).

Bien que de nature chimique identique, il convient de distinguer :

- *l'ozone stratosphérique*, ou « bon ozone », formant une couche qui nous protège de certaines radiations nuisibles du soleil (rayons UV-B et UV-C)
- *l'ozone troposphérique*, ou « mauvais ozone », polluant très toxique en contact direct avec l'homme et les écosystèmes

Le « trou dans la couche d'ozone » est une disparition partielle de ce « bon ozone », liée à l'effet destructeur d'ozone de certains polluants émis dans la troposphère (couche atmosphérique dans laquelle nous vivons) et qui migrent lentement dans la stratosphère (10 à 60 km d'altitude).

L'ANALYSEUR D'OXYDES D'AZOTE



La famille des oxydes d'azote, que l'on désigne sous le terme « NOx », se compose de deux espèces bien distinctes :

- NO : monoxyde d'azote
- NO₂ : dioxyde d'azote

La mesure des NOx repose sur le principe de « chimiluminescence », qui consiste en la production de lumière suite à une réaction chimique. Cette mesure se base dans le domaine infrarouge.



Mesurer les oxydes d'azote (NOx)

Les analyseurs d'oxydes d'azote ne permettent pas la mesure directe du NO₂. Celle-ci se fait donc en trois phases :

- Mesure du NO
- Mesure des NOx
- Déduction du NO₂ par soustraction NOx – NO

② Mesure du NO :

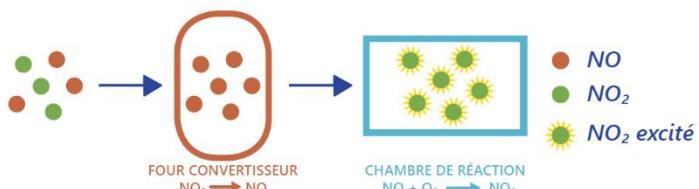
Pour mesurer la concentration de NO, l'échantillon est dirigé vers la chambre de réaction où il est mélangé à de l'ozone. Une réaction chimique se produit et des rayons lumineux sont émis (invisibles à l'œil nu, ces rayons sont émis dans l'infrarouge).



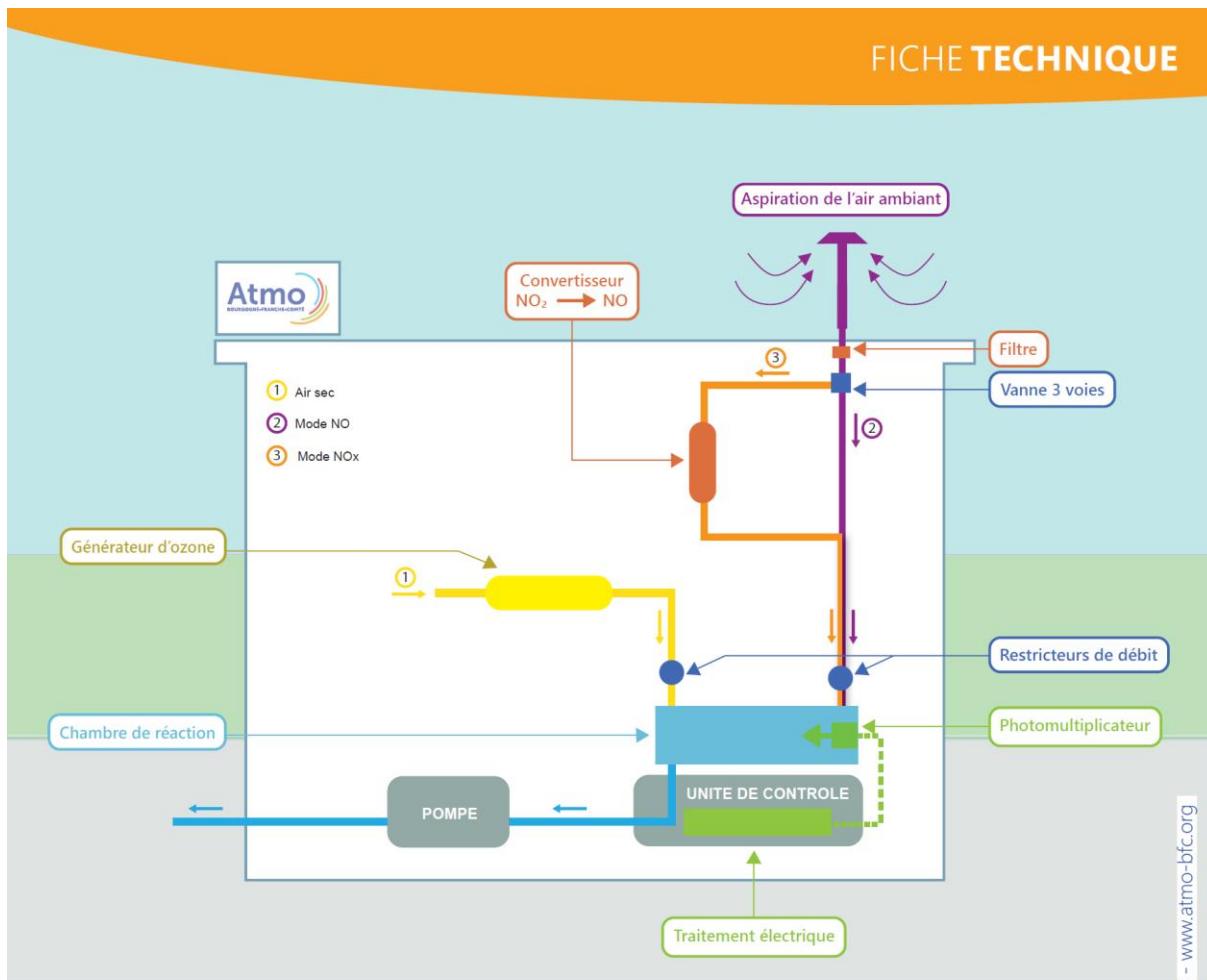
Ces rayons sont captés par un photomultiplicateur qui amplifie le signal. La quantité de rayons est directement liée à la concentration de NO.

③ Mesure des NOx :

Pour mesurer les NOx, l'échantillon est dirigé vers la chambre de réaction, mais auparavant, il passe par un convertisseur qui transforme tout le NO₂ présent en NO grâce à un four molybdène. Ensuite, l'échantillon est mélangé à l'ozone et la même réaction que précédemment se produit.



Les rayons émis correspondent donc à la concentration de NOx présente dans l'échantillon.



La déduction du NO₂

Mesure de NO₂ :

Pour déterminer la concentration de NO₂, il suffit de la déduire des deux mesures précédentes.



L'air échantilloné est ensuite rejeté à l'extérieur par l'appareil, tandis que l'ozone utilisé pour la réaction est détruit en repassant, par un circuit spécifique, dans le four convertisseur. Cette étape permet aux rejets d'air de l'analyseur de ne pas contribuer à la pollution atmosphérique.

Dans la chambre de réaction, l'échantillon d'air est mélangé à de l'ozone pour provoquer la réaction de chimiluminescence du monoxyde d'azote qu'il contient. Cet ozone est produit à l'aide d'un « ozoneur ». Il s'agit d'un élément de l'analyseur. Il est composé de 2 électrodes en verre et en inox alimentées par un circuit électrique. La différence de potentiel entre ces 2 électrodes engendre un arc électrique permettant la production d'un excès d'ozone à partir de dioxygène.

LE BAM



À ce jour, le BAM est réputé pour être l'appareil le plus simple à utiliser et à entretenir. Il est aussi présenté comme le plus fiable et le plus précis des instruments de mesure de particules.



Mesurer les particules dans l'air

Le BAM est un analyseur de particules capable de les prélever sur une bande filtrante puis d'en mesurer leur masse.

Cette mesure de masse s'effectue au moyen d'une source interne de rayonnements de type bêta selon un processus bien défini :



Les deux minutes restantes correspondent aux intervalles compris entre chaque étape de mesure durant lesquels la bande filtrante est déplacée.

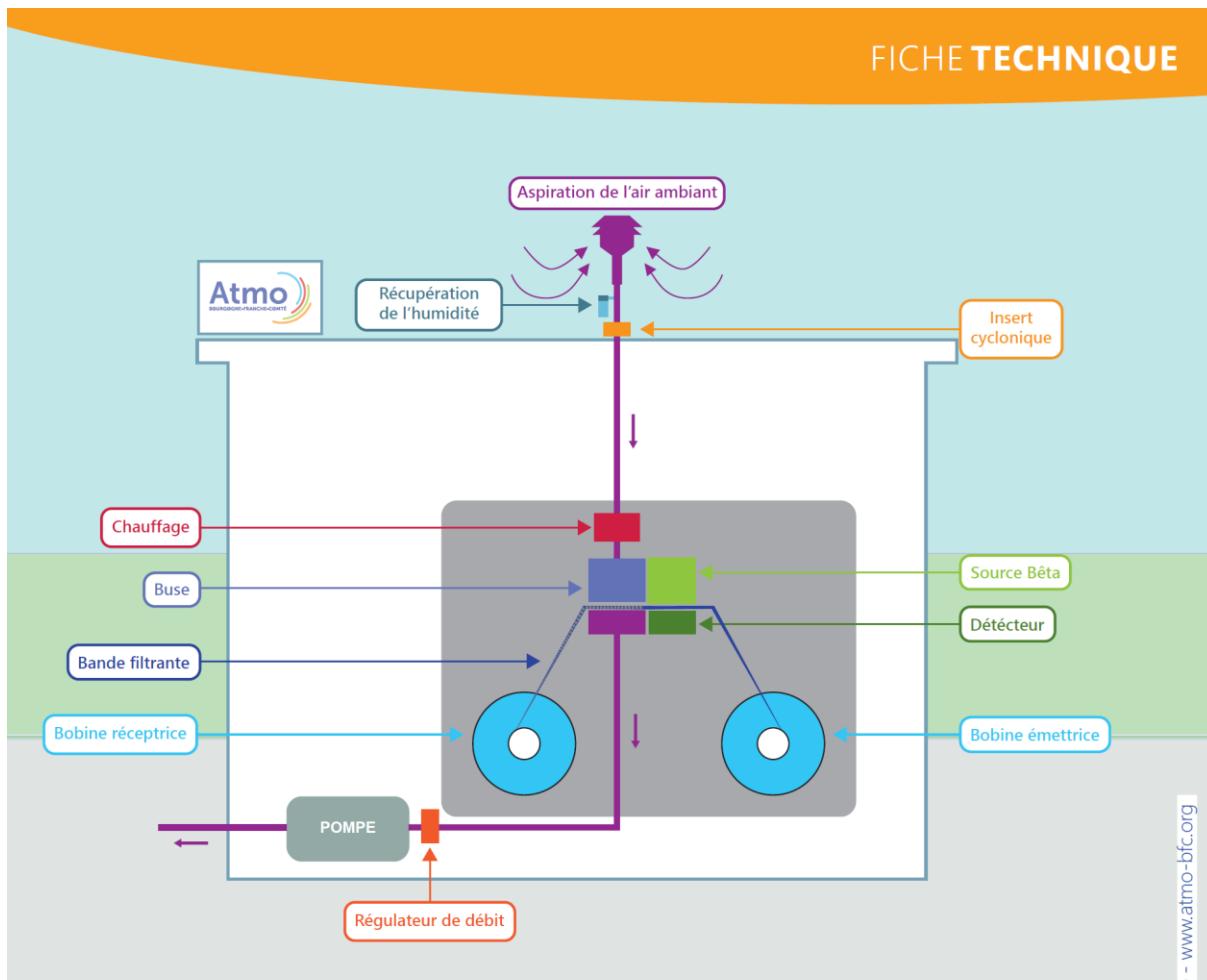
→ Minute 0 : Un emplacement vierge de la bande filtrante est positionné entre la source et le détecteur. Cette première mesure permet d'identifier un indice de référence (I_0).

→ Minute 8 : La bande filtrante est déplacée. Le nouvel emplacement à analyser se trouve alors sous la buse qui s'abaisse sur la bande filtrante. Pendant 42 minutes, 16,7 litres d'air par minute (soit $1\text{m}^3/\text{h}$) sont aspirés dans l'appareil. Cet air, provenant de l'extérieur et chargé en particules, est mesuré à travers la bande filtrante.

→ Minute 50 : Cette zone de la bande filtrante, tout juste impactée par les particules, est alors replacée entre la source et le détecteur. Pendant 8 minutes, le dispositif mesure le rayonnement bêta au travers du spot exposé. Un indice (I) est alors identifié.

→ Minute 58 : L'appareil calcule la concentration de particules (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) à partir des données liées à la masse (I_0 et I) et au volume d'air échantillonné.

→ Minute 60 : Une nouvelle zone vierge de la bande filtrante est positionnée entre la source et le détecteur afin de répéter le processus pour de nouvelles mesures.



Quelques particularités

Pendant que l'air est aspiré à travers la bande filtrante, l'étalonnage et la dérive de l'appareil sont vérifiés automatiquement. En effet, ces paramètres peuvent varier selon les conditions météorologiques (température, pression atmosphérique, humidité...).

La période d'échantillonnage est le moment où l'air aspiré pénètre dans l'appareil par la tête de prélèvement PM10, équipée d'un filtre pour empêcher l'intrusion d'insectes et de débris. L'inertie des particules est également exploitée pour séparer et piéger celles de plus de 10 microns.

Dans le cas où les PM2,5 sont mesurées, l'air est dirigé de la tête de prélèvement vers un insert cyclonique qui sépare et piége toutes les particules de diamètre supérieur à 2,5 microns.

L'air est ensuite envoyé vers la bande filtrante où les particules restantes sont déposées. À l'issue de la période d'échantillonnage et de mesure, un spot, zone impactée par les particules, apparaît sur la bande. Plus cette zone est chargée en particules, plus elle est visible.

A minuit pile, l'appareil décale le prochain spot en laissant un intervalle inutilisé en guise de repère visuel pour distinguer les différents jours au fil de la bande.

LES MESURES ACCRÉDITÉES



ATMO Bourgogne-Franche-Comté met un point d'honneur à conjuguer performance et développement durable, tout en respectant les standards élevés de qualité, de sécurité et de protection de l'environnement.

Être à l'écoute et satisfaire les besoins et attentes de ses clients, maîtriser les risques professionnels et développer une culture santé et sécurité au travail, sans oublier d'intégrer la maîtrise de l'environnement à toutes ses activités, sont les lignes directrices d'une organisation d'ensemble qui se veut cohérente et efficace.

Le système de management de la qualité, fondé sur une approche par processus selon la norme ISO 9001, intègre l'ensemble des activités de réalisation, de support et de management. L'amélioration de son efficacité est recherchée en permanence.

ATMO Bourgogne-Franche-Comté est accréditée COFRAC Essais pour :

- Des mesures de surveillance de la qualité de l'air intérieur dans les établissements recevant du public
(*Environnement / Qualité de l'air / Echantillonnage & prélèvement – programme LAB REF 30 pour la surveillance du benzène, du formaldéhyde et du confinement par mesures de CO₂*)
- Des essais d'évaluation de la qualité de l'air intérieur (HP ENV)
(*Environnement / Qualité de l'air / Echantillonnage & prélèvement – pour la surveillance du benzène et du formaldéhyde*)
- Des mesures de surveillance de la qualité de l'air ambiant en NO, NO_x, NO₂, O₃, SO₂ et PM10 / PM2.5
(*Environnement / Qualité de l'air / Echantillonnage & prélèvement (Air ambiant P)*)

Les mesures issues des points mesure listés ci-après sont diffusées sous couvert d'accréditation COFRAC.



Les mesures en air intérieur

AIR INTÉRIEUR - ÉCHANTILLONNAGE, PRÉLÈVEMENTS ET MESURES				
POLLUANT OU PARAMÈTRE	ERP	DEPUIS	HORS ERP	DEPUIS
Stratégie d'échantillonnage	X	2014		
Benzène	X	2014	X	2016
Formaldéhyde	X	2014	X	2016
Dioxyde de carbone	X	2014		

Les mesures en **air ambiant**

ZONE	STATION	AIR AMBIANT - PRÉLÈVEMENTS				
		PARTICULES		POLLUANTS GAZEUX		
		PM10	PM2,5	NO/NO ₂	O ₃	SO ₂
ZAR Belfort-Montbéliard	Belfort Octroi	01/2016		01/2003		
	Dambenois Citoyen				01/2003	
	Montbéliard Centre	01/2016	01/2016	01/2003	07/2018	
ZAR Besançon	Besançon Mégevand			01/2005		
	Montfaucon				01/2005	
	Besançon Prévoyance	01/2016	01/2016	01/2013	01/2013	
ZAR Chalon-sur-Saône	Chalon Centre Ville	07/2018	07/2018	07/2018		
	Champforgeuil	07/2018		07/2018	07/2018	
ZAR Dijon	Daix				01/2019	
	Dijon Péjoces	07/2018	07/2018	07/2018	07/2018	
	Dijon Transvaal		01/2019	01/2019		
	Dijon Trémouille	01/2019		01/2019		
Zone Régionale	Auxerre	01/2019	01/2019		01/2019	
	Baume-les-Dames	01/2016	01/2016			
	Chaternois	01/2017				07/2018
	Damparis			01/2005		01/2005
	Dole Centre	01/2016		07/2018	07/2018	
	Le Creusot Molette		07/2018		07/2018	
	Lons-le-Saunier CV	01/2016	01/2016		01/2005	
	Mâcon Paul Bert	07/2018		07/2018	07/2018	
	Montandon Baresans	-			01/2003	
	Montceau 9 ^{ème} Ecluse	07/2018		07/2018		
	Morvan	-	-	-	-	
	Nevers	07/2018		07/2018	07/2018	
	Nuits-Saint-Georges	01/2019		01/2019		
	Sens	01/2019		01/2019	01/2019	
	Tavaux			01/2005		01/2005
	Vesoul Près Caillet	01/2016			01/2003	
Dispositifs mobiles	Petite Remorque 01					
	Petite Remorque 02					
	Moyenne Remorque 01	01/2016		01/2005	01/2005	01/2005
	Moyenne Remorque 02	01/2016		01/2005	01/2005	01/2005
	Grande Remorque 01	01/2016	01/2016	01/2005	01/2005	01/2005
	Grande Remorque 02	01/2019		01/2019	01/2019	
	Camion	01/2016		01/2005	01/2005	01/2005

Date : début d'accréditation du point mesure / - : point mesure hors accréditation / case vide : pas de point mesure

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

Annexe 4 : Adresses et coordonnées des sites échantillonnés

Nom	Adresse	Latitude (Lambert 93)	Longitude (Lambert 93)
Molette	Place de la Molette, 71200 LE CREUSOT	808099.497	6634553.873
ZI Ouest	Parking Baker Hughes rue Président Wilson, 71200 LE CREUSOT	6634071.135	809337.162
ZI Est	Centre technique municipal Rue Anatole France, 71200 LE CREUSOT	6634687.139	809633.672

Annexe 5 : Résultats d'analyses des prélèvements réalisés (du 1er au 8 juillet 2020)



4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES PXQJ001_ME5_R1

Atmo Bourgogne-Franche-Comté - Dijon

Madame ANAIS DETOURNAY

76-78 Avenue Victor Hugo

21000 - DIJON

Vos références N°Ref: 2021/124/PCR du 14/10/2021

Echantillon reçu le 15/10/2021 Analyse effectuée le : 15/10/2021

Norme : NF EN 14902

Technique : ICP_MS

- Matrice Air ambiant - filtre

Nature du support : (Non communiqué)

Présence de filtre vierge de laboratoire : (OUI), quantité : 1

Présence de filtre vierge de terrain : (OUI), quantité : 3

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Tout l'échantillon est détruit au cours de l'analyse.

Solution de minéralisation employée: Mélange d'acide nitrique et de peroxyde d'hydrogène

Conditions de minéralisation: Micro-ondes fermé

Date	Description	Validé par
19/10/2021	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 



Responsable d'analyse
L'accréditation de la section ESSAIS du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).
En C-10/32 – V14 – 07/10/21

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-S1-M
Référence interne : PXQJ001

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	797
Ni *	258
Zn	5 421
As *	56,5

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-S2-M
Référence interne : PXQJ002

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	1 540
Ni *	369
Zn	14 611
As *	72,6

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-S3-M
Référence interne : PXQJ003

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	562
Ni *	281
Zn	5 542
As *	58,8

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-S4-M
Référence interne : PXQJ004

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	1 797
Ni *	1 603
Zn	11 919
As *	79,9

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-S5-M
Référence interne : PXQJ005

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	1 717
Ni *	600
Zn	12 157
As *	92,1

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-S6-M
Référence interne : PXQJ006

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	427
Ni *	<125 D
Zn	1 895
As *	48,2

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-BL (Blanc Labo)
Référence interne : PXQJ007

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125 D
Ni *	<125 D
Zn	399
As *	<25 ND

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-MOLETTE-BT (Blanc Terrain)
Référence interne : PXQJ008

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125 D
Ni *	<125 D
Zn	1 176
As *	<25 ND

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Ouest-S1-M
Référence interne : PXQJ009

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	7 527
Ni *	2 625
Zn	11 040
As *	70,2

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Ouest-S2-M
Référence interne : PXQJ010

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	4 033
Ni *	1 893
Zn	15 439
As *	79,6

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CRESOT-Zi Ouest-S3-M
Référence interne : PXQJ011

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	3 136
Ni *	1 850
Zn	7 391
As *	80,8

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Ouest-S4-M
Référence interne : PXQJ012

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	6 982
Ni *	4 908
Zn	19 378
As *	132

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Ouest-S5-M
Référence interne : PXQJ013

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	6 959
Ni *	4 485
Zn	20 633
As *	107

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Ouest-S6-M
Référence interne : PXQJ014

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	2 714
Ni *	1 521
Zn	2 580
As *	69,4

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Ouest-BT (Blanc Terrain)
Référence interne : PXQJ015

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125 D
Ni *	<125 D
Zn	253
As *	<25 ND

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Est-S1-M
Référence interne : PXQJ016

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	635
Ni *	201
Zn	7 288
As *	41,9

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Est-S2-M
Référence interne : PXQJ017

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	153
Ni *	<125 D
Zn	1 086
As *	<25 D

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Est-S6-M
Référence interne : PXQJ018

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	2 066
Ni *	853
Zn	1 778
As *	68,9

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Référence externe : BFC-ML-CREUSOT-Zi Est-BT (Blanc Terrain)
Référence interne : PXQJ019

Eléments	Concentration en ng/échantillon
Cr	<125 D
Ni*	<125 D
Zn	533
As *	<25 ND

Résultats sous réserve, support non validé par le laboratoire.

Légende :
 < Valeur D : DéTECTé ; valeur comprise entre la limite de quantification et la limite de quantification divisée par 3
 < Valeur ND : Non DÉTECTé ; valeur inférieure à la limite de quantification divisée par 3
 L'information D / ND n'est pas couverte par l'accréditation COFRAC

Pour information :

Éléments	LQ ¹ (ng/filtre)	LD ² (ng/filtre)
As*, Cd*, Pb*	25	8
Ni*	125	38

¹La limite de quantification (LQ) est déterminée à partir de tests effectués avec des échantillons dopés à la LQ, selon la norme NF T 90-210.

²La limite de détection est déterminée à partir de l'analyse de 10 filtres vierges de laboratoire.

La valeur relative à la LD n'est pas couverte par l'accréditation COFRAC.

Éléments	Concentration (ng/échantillon)	Incertitude ³ (%)	Concentration (ng/échantillon)	Incertitude ⁴ (%)
As	25	50	130	25
Cd	25	40	55	20
Ni	125	60	925	20
Pb	25	35	10950	15

³Les incertitudes à la LQ ont été déterminées selon la norme NF ISO 11352 à l'aide de solutions dopées à la LQ et d'un matériau de référence ayant suivi le protocole de préparation des échantillons.

⁴Les incertitudes à la concentration supérieure à la LQ ont été déterminé à l'aide de 20 résultats d'analyses d'un MRC. Ces incertitudes sont revues tous les 2 ans après l'acquisition de 20 nouveaux résultats.



Glossaire

Abréviations

BFC	Bourgogne-Franche-Comté
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
LQ	limite de quantification

Unités de mesure

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	microgramme (10^{-6} gramme) par mètre cube
ng/m^3	nanogramme (10^{-9} gramme) par mètre cube
m/s	mètre par seconde
$^\circ\text{N}$	angle par rapport à la direction Nord
ppm	partie par millions



**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