

Etude de la qualité de l'air à Saint-Éloy-les-Mines

Campagne de mesure du 8 novembre 2018 au 9 décembre 2019



Diffusion : septembre 2020

Siège social :
3 allée des Sorbiers 69500 BRON
Tel. 09 72 26 48 90
contact@atmo-aura.fr

Conditions de diffusion

Dans le cadre de la réforme des régions introduite par la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe du 16 juillet 2015), les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l’Air de l’Auvergne (ATMO Auvergne) et de Rhône-Alpes (Air Rhône-Alpes) ont fusionné le 1er juillet 2016 pour former Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l’Ecologie, du Développement Durable et de l’Energie (décret 98-361 du 6 mai 1998) au même titre que l’ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l’air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s’exercent dans le cadre de la loi sur l’air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l’esprit de la charte de l’environnement de 2004 adossée à la constitution de l’Etat français et de l’article L.220-1 du Code de l’environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l’air et à la pollution atmosphérique au sens de l’article L.220-2 du Code de l’Environnement.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l’information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d’études sont librement disponibles sur le site www.atmo-auvergnerhonealpes.fr

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d’Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l’observatoire dans les termes suivants : © Atmo Auvergne-Rhône-Alpes **(2020) Etude de la qualité de l’air à Saint-Eloy-les-Mines.**

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes n’est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n’aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d’utilisation, prenez contact avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

- depuis le [formulaire de contact](#)
- par mail : contact@atmo-aura.fr
- par téléphone : 09 72 26 48 90



Financement

Cette étude a pu être exploitée grâce aux données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

Résumé

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a mis en place une campagne de mesure de la qualité de l'air à Saint-Éloy-les-Mines du 8 novembre 2018 au 9 décembre 2019, en complément de celles effectuées les années précédentes depuis l'année 2002.

Cette campagne de mesures a eu ceci de particulier qu'elle a duré 13 mois (contrairement aux campagnes précédentes d'une durée de quelques semaines à quelques mois), dans l'objectif de pouvoir confirmer ou infirmer des observations faites auparavant uniquement sur de courtes durées, et de pouvoir comparer les résultats à des repères réglementaires ou à des valeurs sanitaires de référence annuels.

Les concentrations ambiantes de trois polluants ont été mesurées à l'aide d'un moyen mobile implanté sur le parking de la place de l'Europe à environ 75m de la limite de priorité de l'usine Rockwool.

- Ammoniac NH_3
- Particules en suspension de diamètre inférieur à 2,5 micromètres $\text{PM}_{2.5}$
- Dioxyde de soufre SO_2

Ce point très proche de l'usine permet de renseigner les niveaux maximaux en limite de propriété et ne saurait être représentatif de l'air moyen respiré par les habitants de Saint-Eloy-les-Mines.

- Les niveaux moyens mesurés d'ammoniac NH_3 sont faibles mais tout de même caractéristiques d'un milieu influencé par une source spécifique. Les zones de stockage à proximité pourraient être à l'origine d'émissions diffuses d'ammoniac qui ont été captées. Cet état de fait ainsi que le changement de météorologie expliquent sans doute les différences sur ce composé par rapport aux campagnes de mesures précédentes.

Les valeurs repères sanitaires sont largement respectées.

- Les niveaux moyens mesurés de particules $\text{PM}_{2.5}$ sont faibles, inférieurs à d'autres sites de mesure de la région, et non influencés par les rejets de l'usine.

Les repères réglementaires sont respectés, mis à part un léger dépassement de la valeur guide journalière de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. A noter que cette valeur guide de l'OMS est dépassée si on considère la période de novembre 2018 à novembre 2019. De plus la situation vis-à-vis de cette valeur guide est bien plus dégradée sur le reste de la région.

- Les niveaux moyens mesurés de dioxyde de soufre SO_2 sont très faibles et non caractéristiques d'une influence industrielle.

L'analyse du lien éventuel entre les arrêts techniques des trois lignes de production de l'usine et les niveaux de pollution mesurés ne met en évidence aucun impact systématique.

Cette première surveillance en continue pendant plus d'une année a donc pu permettre de généraliser certaines observations réalisées auparavant et d'affiner l'évaluation de l'impact très limité des activités de Rockwool. Les résultats ont pu être également confrontés aux valeurs de références réglementaires et/ou sanitaires annuels.

Atmo Auvergne Rhône Alpes propose la réalisation d'une modélisation de dispersion atmosphérique des rejets du site industriel pour actualiser les études précédentes et évaluer les zones d'impact maximal. Un réseau de micro-capteurs pourrait être implanté afin de vérifier cette modélisation.

A plus long terme, une surveillance en continu pourrait être renouvelée afin d'évaluer s'il y a lieu l'impact de changements de processus de production de l'usine.

Synthèse des résultats de la campagne de mesures menées à Saint-Eloy-les-Mines 2018-2019

(la campagne ayant duré 13 mois, chaque moyenne annuelle choisie parmi les 2 périodes possibles – nov. à nov. ou déc. à déc. – est la plus pénalisante)

| Période de mesures | Matériel / emplacement | Principales conclusions pour le <u>NH₃</u>, <u>PM2.5</u> et <u>SO₂</u> | Principaux résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Situation par rapport aux repères réglementaires |
|------------------------------|--|---|---|--|
| 8/11/2018 au 9/12/2019 | Labo mobile / place de l'Europe (entre l'usine et les habitations) | <p><u>NH₃</u> : Niveaux moyens faibles mais tout de même caractéristiques d'un milieu influencé par une source d'émission spécifique.</p> <p><u>PM2.5</u> : Niveaux moyens faibles, non influencés par l'usine, inférieurs à d'autres sites de la région.</p> <p><u>SO₂</u> : Niveaux moyens très faibles, non caractéristiques d'une influence industrielle.</p> <p>Impact des arrêts technique de l'usine Pas d'impact systématique des arrêts techniques de l'usine mais influence possible sur certaines pointes horaires notamment pour le NH₃.</p> | <p><u>NH₃</u> : Max horaire : 304 Moyenne annuelle : 8,7</p> <p><u>PM2.5</u> : Max journalier : 38 Moyenne annuelle : 8,7</p> <p><u>SO₂</u> : Max horaire : 58 Max journalier : 10,3 Moyenne annuelle : 2,6</p> | <p><u>NH₃</u> : - Respect des Valeurs Toxicologiques de Référence. - Respect de la concentration de référence pour une vie entière.</p> <p><u>PM2.5</u> : - Respect des valeurs réglementaires annuelles (valeur limite, valeur cible, objectif de qualité). - Léger dépassement de la valeur guide journalière de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (dépassement pour la période de nov-18 à nov-19), mais situation bien plus dégradée sur le reste de la région pour le respect de cette valeur guide.</p> <p><u>SO₂</u> : - Respect de tous les repères réglementaires.</p> |



Sommaire

| | |
|---|-----------|
| 1. Contexte de l'étude..... | 7 |
| 2. Généralités sur la pollution atmosphérique..... | 8 |
| 2.1. Les polluants mesurés | 8 |
| 2.2. L'influence de la météorologie..... | 9 |
| 3. Dispositif de surveillance à Saint-Eloy-les-Mines..... | 10 |
| 3.1. Laboratoire mobile | 10 |
| 3.2. Sites de référence | 13 |
| 3.3. Conditions météorologiques | 14 |
| 4. Résultats des mesures..... | 15 |
| 4.1. L'ammoniac (NH ₃) | 15 |
| 4.1.1. Valeurs repères..... | 15 |
| 4.1.2. Résultats et comparaison avec les valeurs de référence | 16 |
| 4.1.3. Analyse de l'impact de l'usine sur les concentrations mesurées de NH ₃ | 19 |
| 4.2. Les particules fines (PM _{2.5})..... | 22 |
| 4.2.1. Repères réglementaires et sanitaires | 22 |
| 4.2.2. Résultats et comparaison avec les valeurs repères..... | 23 |
| 4.2.3. Analyse de l'éventuel impact de l'usine sur les concentrations mesurées de PM _{2.5} | 24 |
| 4.3. Le SO ₂ | 28 |
| 4.3.1. Valeurs repères..... | 28 |
| 4.3.2. Résultats et comparaison avec les repères réglementaires..... | 28 |
| 4.3.3. Analyse de l'éventuel impact de l'usine sur les concentrations mesurées de SO ₂ | 29 |
| 5. Conclusion et perspectives..... | 32 |
| 6. Annexes | 34 |

1. Contexte de l'étude

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a mis en place depuis 2002 une surveillance spécifique de la qualité de l'air à Saint-Eloy-les-Mines afin d'appréhender l'impact éventuel des rejets de l'usine Rockwool, premier fabricant mondial d'isolants en laine de roche.

La surveillance a été initialement mise en œuvre pour la surveillance du dioxyde de soufre SO₂, mais la nature des polluants surveillés a évolué au fil du temps, pour se concentrer sur l'ammoniac NH₃, les particules fines PM2.5 et le dioxyde de soufre SO₂.

Les campagnes de mesure ont toujours été menées sur une durée limitée, allant de quelques semaines à quelques mois, et ne relevant pas d'impact significatif de l'usine sur la qualité de l'air.

Cette nouvelle campagne de mesures 2018-2019 a eu ceci de particulier qu'elle a duré 13 mois, dans l'objectif de pouvoir confirmer ou infirmer des observations faites auparavant uniquement sur de courtes durées, et de pouvoir comparer les résultats à des repères réglementaires ou des valeurs sanitaires de références annuels

Trois polluants ont été mesurés du 8 novembre 2018 au 9 décembre 2019, à l'aide d'un moyen mobile implanté sur le parking de la place de l'Europe situé entre l'usine Rockwool et des habitations de la commune dans une des zones théoriquement la plus impactée par les rejets de l'usine (selon modélisation du rapport de l'Evaluation des Risques Sanitaires janvier 2015) : l'ammoniac NH₃, les particules fines PM2.5 et le dioxyde de soufre SO₂.

| Historique des campagnes de mesures menées à Saint-Eloy-les-Mines | | | | |
|--|--|--|--|--|
| <i>(Rappel : les mesures par tubes ne permettent pas d'obtenir de mesures horaires ni journalières, mais moyennées sur plusieurs jours, en général 1 à 2 semaines)</i> | | | | |
| Période de mesures | Matériel/emplacement | Polluants mesurés | Principales conclusions pour le SO₂, PM2.5 et NH₃ | Principales valeurs (µg/m³) |
| 19/10 au 15/11/2017 | Labo mobile / musée <i>5 tubes répartis</i> | SO ₂ , PM10, NO ₂ , NO <i>NH₃, Phénol, formaldéhyde</i> | SO ₂ le plus faible depuis l'existence des mesures. NH ₃ faible et homogène, pas d'impact de l'usine mis en évidence. | Moyenne SO ₂ : 1 Max horaire SO ₂ : 9 Max moyenne NH ₃ : 3,4 |
| 9/12/2015 au 7/02/2016 | Labo mobile / proximité salle des fêtes | SO ₂ , PM2.5, NO ₂ , NO | PM2.5 faible, proche des valeurs en milieu rural, notamment Paray-le-Frésil. SO ₂ très faible. Pas d'impact quantifiable. | Moyenne SO ₂ : 2.5 Max horaire SO ₂ : 7 Moyenne PM2.5 : 7 |
| 1/10/2014 au 20/01/2015 | Labo mobile / proximité musée + proximité collège <i>10 tubes</i> | SO ₂ , PM10, NO ₂ , CO, benzène <i>NH₃, Phénol, Formaldéhyde</i> | SO ₂ faible, impact possible sur pointes horaires. NH ₃ faible. Pas d'impact quantifiable. | Moyenne SO ₂ : 1,8 Max horaire SO ₂ : 29 Moyenne (1 mois) NH ₃ : 2,7 |
| 6/12/2011 au 8/02/2012 | Labo mobile / proximité garderie | SO ₂ , PM10, NO ₂ , benzène | SO ₂ faible | Moyenne SO ₂ : 2 Max horaire SO ₂ : 42 |
| 18/05 au 24/06/2009 | Labo mobile / proximité garderie <i>Tubes</i> | SO ₂ , PM10, NO ₂ , benzène <i>Phénol, Formaldéhyde</i> | SO ₂ faible | Moyenne SO ₂ : 2 Max horaire SO ₂ : 27 |
| 07/07 au 5/08/2008 | Labo mobile / proximité garderie | SO ₂ , PM10, NO ₂ , benzène | SO ₂ faible, impact possible sur pointes horaires | Moyenne SO ₂ : 3 Max horaire SO ₂ : 42 |
| 29/01 au 30/04/2007 30/12/2004 au 20/04/2005 4/02 au 22/05/2003 9/01 au 20/02/2002 | | | SO ₂ faible, Parfois un impact possible sur les pointes horaires | |

2. Généralités sur la pollution atmosphérique¹

2.1. Les polluants mesurés

L'air que nous respirons peut contenir des centaines de polluants sous forme gazeuse, liquide ou solide. L'histoire de la surveillance des polluants en Auvergne-Rhône-Alpes a commencé il y a plus de 40 ans avec la mesure des concentrations d'acidité forte. Depuis, le spectre des polluants surveillés n'a cessé de s'élargir, conformément au renforcement préconisé par les directives européennes.

Les particules en suspension

Les particules en suspension, communément appelées « poussières », proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, photo chauffage, chaufferie). La surveillance réglementaire porte sur les particules PM10 (de diamètre inférieur à 10 µm) mais également sur les PM2.5 (de diamètre inférieur à 2,5 µm).

Les effets sur la santé : selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines (taille inférieure à 2,5 µm) peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.

Les effets sur l'environnement : les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus visibles. Le coût économique induit par leur remise en état (nettoyage, ravalement) est considérable. Au niveau européen, le chiffrage des dégâts provoqués sur le bâti serait de l'ordre de neuf milliards d'Euros par an.

Le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre (SO₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.

Les effets sur la santé : le dioxyde de soufre est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, dysphées, etc.). Il agit en synergie avec d'autres substances, les particules fines notamment. Comme tous les polluants, ses effets sont amplifiés par le tabagisme. Le mélange acido-particulaire peut, en fonction des concentrations, provoquer des crises chez les asthmatiques, accentuer les gênes respiratoires chez les sujets sensibles et surtout altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de capacité respiratoire, toux).

Les effets sur l'environnement : le dioxyde de soufre se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

L'ammoniac

L'ammoniac est lié essentiellement aux activités agricoles (volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage et épandage d'engrais minéraux).

¹ Certains passages sont issus du site web www.atmo-auvergnerhonealpes.fr (avril 2020)

L'ammoniac est un gaz irritant qui possède une odeur piquante caractéristique et qui peut provoquer des irritations sévères des voies respiratoires et des yeux à des concentrations élevées. Il peut provoquer des gênes olfactives à partir de concentrations dans l'air ambiant de 350 µg/m³. Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.

L'ammoniac provoque une eutrophisation et une acidification des eaux et des sols. C'est également un gaz précurseur de particules secondaires. En se combinant avec d'autres substances il peut former des particules qui auront un impact sur l'environnement et la santé.

2.2. L'influence de la météorologie

La qualité de l'air dépend de l'émission de substances polluantes par différentes sources comme les industries, les transports, les sources tertiaires et domestiques mais dépend également des conditions météorologiques. En effet, la climatologie (vitesse et direction du vent, température, rayonnement, pression atmosphérique...) influence le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

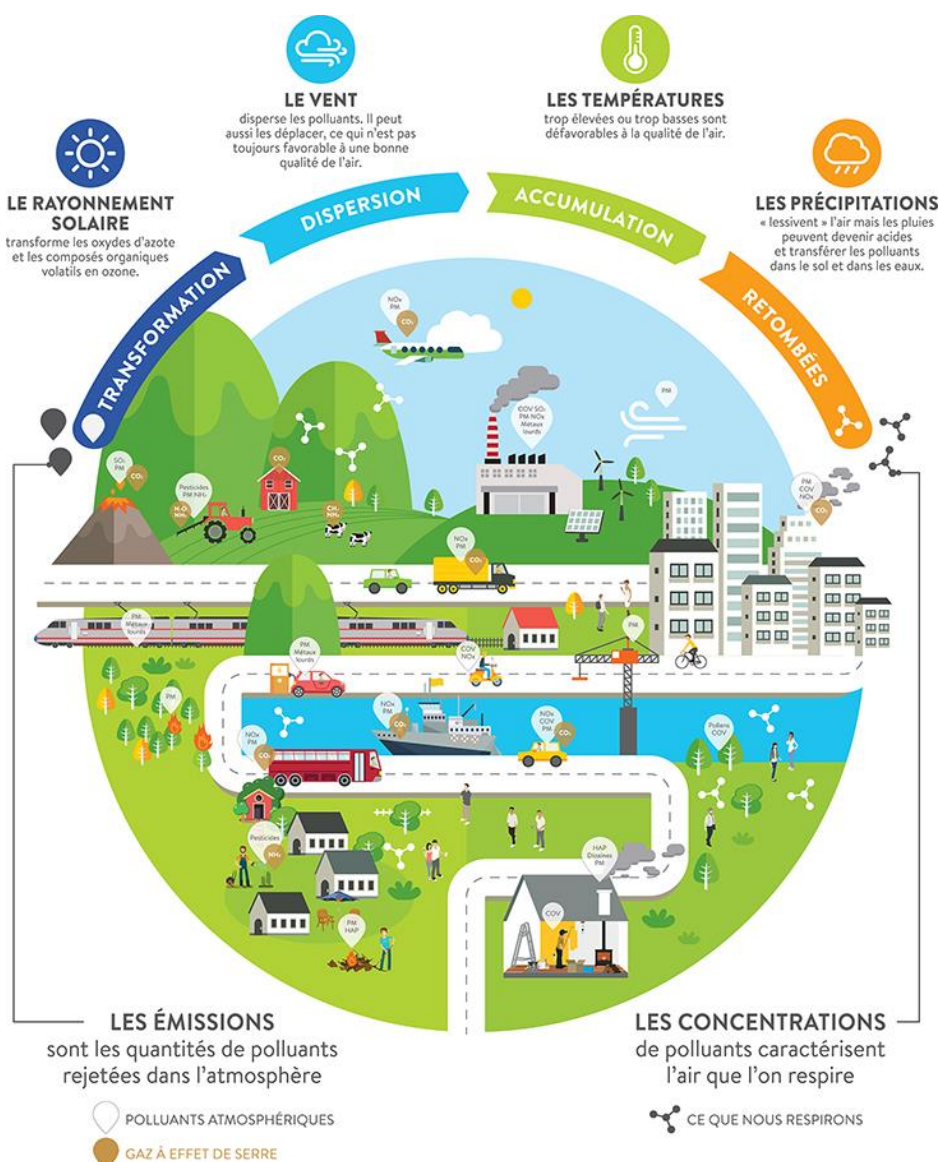


Figure 1 : mécanismes d'influence de la météorologie sur la pollution atmosphérique

3. Dispositif de surveillance à Saint-Eloy-les-Mines

3.1. Laboratoire mobile

Le laboratoire mobile a été équipé de mesures en continu de dioxyde de soufre SO_2 , de particules fines $\text{PM}_{2.5}$ et d'ammoniac NH_3 .

Les analyseurs automatiques qui équipent les laboratoires mobiles permettent, par l'intermédiaire des différentes têtes de prélèvement, de fournir en temps réel les données de concentrations au pas de temps horaire. Cette finesse d'échantillonnage temporel permet de suivre les fluctuations des teneurs en polluants au cours de la journée.

- L'instrumentation mise en œuvre pour la mesure du SO_2 est conforme aux méthodes normalisées spécifiées dans la réglementation européenne, à savoir la mesure de la concentration par fluorescence U.V. (NF EN 14212)
- Pour les particules en suspension $\text{PM}_{2.5}$, la méthode normalisée consiste en un prélèvement par gravimétrie et une pesée différée : elle ne permet pas un suivi horaire mais à minima journalier. Afin d'obtenir une information en temps réel à l'instar du SO_2 , une microbalance à élément oscillant a été utilisée (analyseur TEOM : Tapered Element Oscillating Microbalance). Elle a été couplée à un module FDMS (Filter Dynamics Measurement System) et à un insert cyclonique spécifique à la mesure des particules de la taille des $\text{PM}_{2.5}$. Cette méthode est utilisée sur d'autres sites de mesure de l'observatoire d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.
- La mesure du NH_3 est réalisée à l'aide d'un appareil PICARRO. Le principe de mesure de cet appareil est optique : la concentration du gaz est déterminée à partir de l'absorption du faisceau laser en utilisant la loi de Beer Lambert. L'appareil a été testé depuis maintenant quelques années (Air Rhône-Alpes, 2015)

Les dates de la campagne de mesure sont les suivantes :

| | Site Place de l'Europe |
|-----------------------|---------------------------|
| Campagne moyen mobile | Du 8/11/2018 au 9/12/2019 |

Le laboratoire mobile a été installé sur un parking de la place de l'Europe, situé au sud-ouest de l'usine Rockwool, à environ 200 m des cheminées industrielles. L'avantage de cet emplacement est de pouvoir mesurer l'impact éventuel des rejets industriels sur la qualité de l'air respiré par les habitants dans la zone la plus fortement impactée selon la modélisation réalisée dans le cadre de l'ERS (rapport janvier 2015) (



Figure 2



Figure 2 : emplacement du laboratoire mobile

3.2. Sites de référence

Dans la présente étude, les mesures réalisées à Saint-Eloy-les-Mines à proximité de de l'usine Rockwool sont comparées à celles mesurées sur d'autres stations type de la région (Figure 3) :

- La station urbaine de Clermont-Ferrand : Montferrand
- La station urbaine de Lyon Centre
- La station urbaine de Grenoble : Les Fresnes
- La **station trafic** de Clermont : esplanade de la gare
- La **station rurale** de Paray-le-Frésil
- La **station industrielle** de Les Roches-de-Condrieu



Figure 3 : emplacement des sites de référence

3.3. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques, comme les émissions, ont une forte influence sur les teneurs en polluants dans l'atmosphère.

La Figure 4 synthétise les conditions de vent caractéristiques du site. Les directions de vent sont le plus fréquemment de secteur sud-ouest. Les vitesses de vent les plus élevées et donc les plus dispersives sont également rencontrées lorsque les masses d'air proviennent du sud-ouest.

Les variations mensuelles de la Figure 5 montrent que ces caractéristiques se maintiennent pratiquement toute l'année.

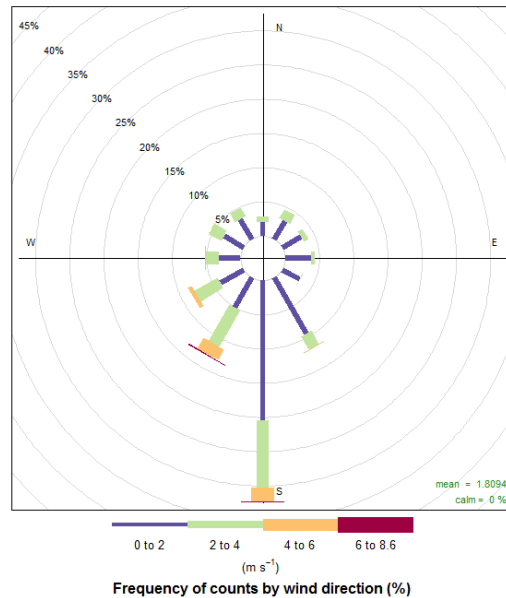


Figure 4 : rose des vents annuelle mesurée sur le site de mesures

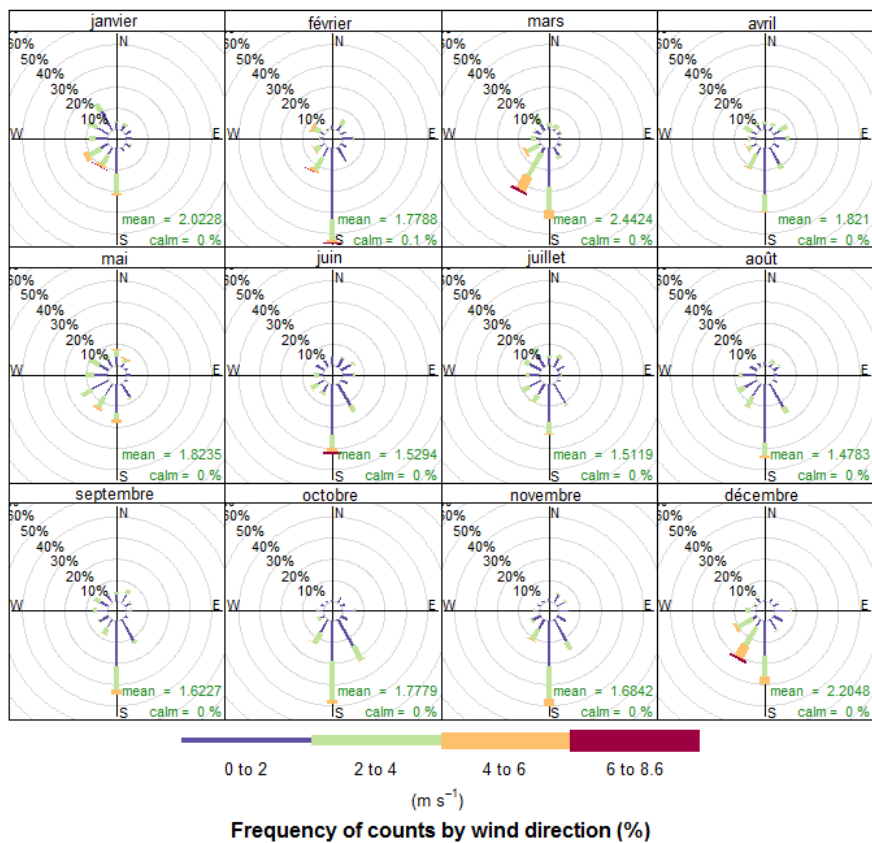


Figure 5 : roses des vents mensuelles mesurées sur le site de mesures

4. Résultats des mesures

4.1. L'ammoniac (NH₃)

4.1.1. Valeurs repères

- Il n'existe pas de valeurs réglementaires pour l'ammoniac en air ambiant. Il existe cependant des valeurs toxicologiques de référence (VTR), une valeur de référence pour la vie entière (concentration estimée à laquelle aucun effet néfaste sur la santé, non cancérigène, n'est susceptible d'apparaître pour une exposition continue des populations, y compris les plus sensibles, par inhalation, pendant toute la durée de la vie) :

- **Valeurs toxicologiques de référence (VTR)** pour une exposition au NH₃ par inhalation (ANSES, 2018) :
 - VTR pour une exposition aiguë (sur une durée de 24 heures) : 5900 µg/m³ ;
 - VTR Pour une exposition subchronique et chronique (quelques jours à un an) : 500 µg/m³
- **Concentration de référence de l'EPA pour une vie entière** (INERIS, 2012) : 100 µg/m³

- Des gammes de concentrations habituellement rencontrées dans l'environnement sont également communiquées par de nombreux guides ou études qui peuvent servir d'éléments de comparaison en l'absence de cadre réglementaire bien défini :

- Les niveaux de concentrations observées dans des **milieux non influencés** par les activités humaines sont de l'ordre de 0,3 à 3 µg/m³ (INRA, 2002) ;
- L'OMS IPCS (OMS-IPCS, 1986) donne une teneur de l'ammoniac de 3,5 à 4,2 µg/m³ pour les **sites ruraux**, et de l'ordre de 17,5 µg/m³ pour les **cités urbaines**. Certains facteurs modifient largement les concentrations attendues comme l'activité industrielle mais aussi entre autres l'élevage intensif, le traitement des terres agricoles par des engrais azotés (INERIS, 2012). Une concentration allant jusqu'à 1500 µg/m³ a déjà été mesurée dans un enclos où se trouvait parqué un cheptel important (INERIS, 2012).
L'influence de ces facteurs se retrouve notamment dans des études réalisées en France présentées ci-dessous (liste non exhaustive).

- Etude d'Atmo Occitanie en **milieu industriel** (Atmo Occitanie, 2019)
 - Teneurs hebdomadaires maximales comprises entre 50 et 57 µg/m³ ;
 - Concentration moyenne annuelle égale à 12 µg/m³ en 2018 contre 93 µg/m³ en 2015 à 50m de l'usine ;
 - Concentration moyenne annuelle égale à 9 µg/m³ en 2018 contre 40 µg/m³ en 2015 à 300m de l'usine ;
 - Concentrations moyennes annuelles inférieures à 5 µg/m³ à 600m et 750m de l'usine ;
 - Concentrations de l'ordre de 2 µg/m³ dans la zone habitée la plus proche à 3km de l'usine
- Etude d'Atmo Sud au sein d'habitations sous **influence industrielle** (Atmo Sud, 2018) :
 - Concentration moyenne de l'analyse en continu (quelques mois) : 8 µg/m³ ;

- Concentration maximale de l'analyse en continu (sur 15mn) : 535,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (coïncidant avec un dysfonctionnement industriel entraînant un arrêt de certaines unités)
 - Moyenne des mesures hebdomadaires réalisées par tubes passifs (pendant quelques semaines) : de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Etude d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes en zone périurbaine de Lyon sous influence d'une vaste zone de **cultures** (Air Rhône-Alpes, 2016) d'avril à octobre :
 - Concentrations moyennes mensuelles de 3 à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Concentration moyenne : 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Concentration maximale horaire : 121 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Etude d'Air Breizh sur une plage touchée par **l'algue verte** (Air Breizh, 2008) :
 - Concentration maximale horaire : 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Concentration maximale journalière : 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Concentration moyenne sur 2 mois : 9,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Etude d'Air Breizh dans une zone à forte densité d'**élevage** en 2002-2003 (Air Breizh, 2011) :
 - Concentration moyenne sur 15 jours : 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Concentration maximale horaire : 328 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Etude d'Air Breizh en **milieu urbain** (Air Breizh, 2011) :
 - Concentration moyenne sur 3 semaines : 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Concentration maximale horaire : 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4.1.2. Résultats et comparaison avec les valeurs de référence

Les concentrations horaires sont présentées sur la Figure 6. Il apparaît clairement que les concentrations horaires de NH_3 mesurées sur le site de Saint-Eloy-les-Mines sont supérieures à celles mesurées sur le site urbain de fond de Lyon Centre, avec d'importantes variations tout au long de l'année.

Cette différence de niveau met en évidence l'influence de l'industrie sur les concentrations ambiantes. Néanmoins, cette différence est toute relative puisque les niveaux sont tout de même assez modérés, comme l'analyse des moyennes journalières et annuelles le montre par la suite.

On peut également souligner que les concentrations ne dépassent qu'assez rarement la concentration maximale horaire mesurée sur un site influencé en périphérie de Lyon (Air Rhône-Alpes, 2016).

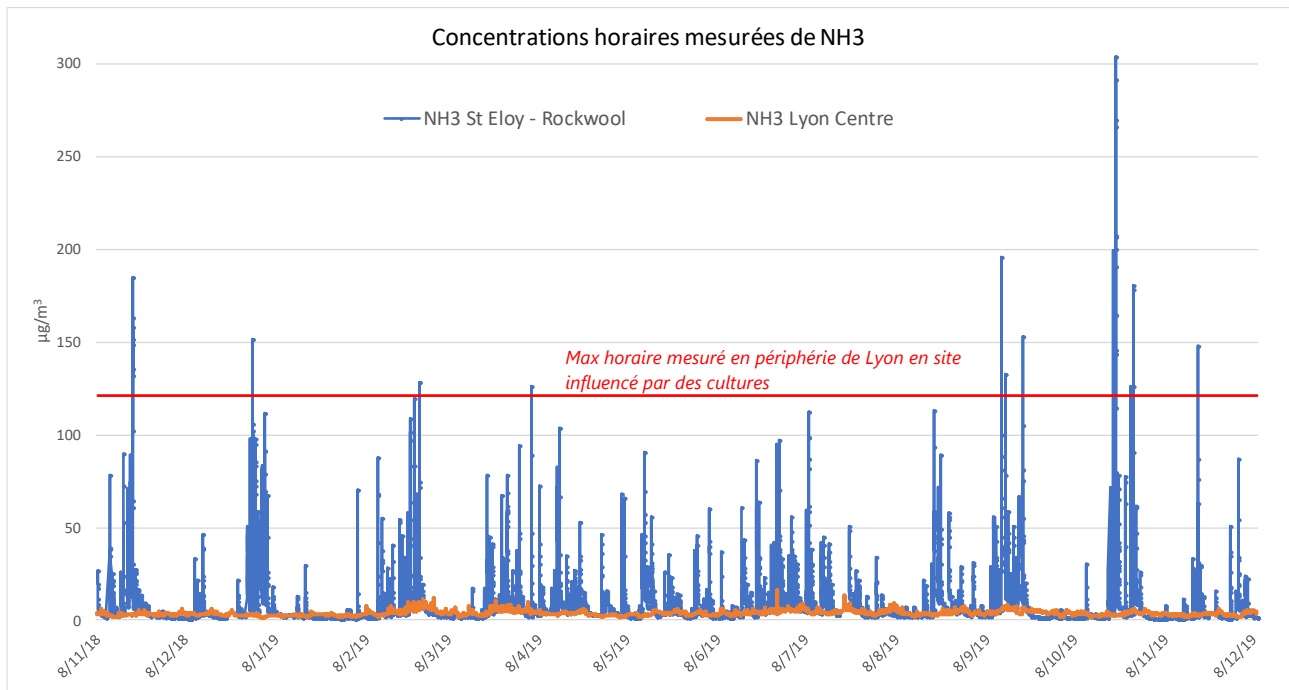


Figure 6 : évolution des concentrations horaires de NH₃ mesurées sur le site de Rockwool et de Lyon Centre

| | Maximum horaire NH₃ µg.m⁻³ |
|------------------------------|---|
| <i>Saint Eloy - Rockwool</i> | 304 |
| <i>Lyon Centre</i> | 16 |

Les concentrations moyennes journalières sont présentées sur la Figure 7. Il apparaît plus clairement que sur certaines périodes les concentrations sont du même ordre de grandeur que celles mesurées à Lyon, et qu'il y a des périodes bien identifiables où les mesures à Saint-Eloy-les-Mines sont beaucoup plus élevées. C'est le cas d'avril à juillet de manière continue mais sans enregistrer les valeurs maximales, ce qui pourrait peut-être correspondre à l'influence de sources agricoles. Les mesures maximales (supérieures à 40 µg/m³) sont enregistrées surtout en novembre, janvier, septembre et octobre. La concentration maximale journalière (126 µg/m³) correspond au jour du maxima horaire le 22 octobre 2019.

Les concentrations restent largement en deçà de la Valeur Toxicologique de Référence pour une exposition aigüe (5900 µg/m³).

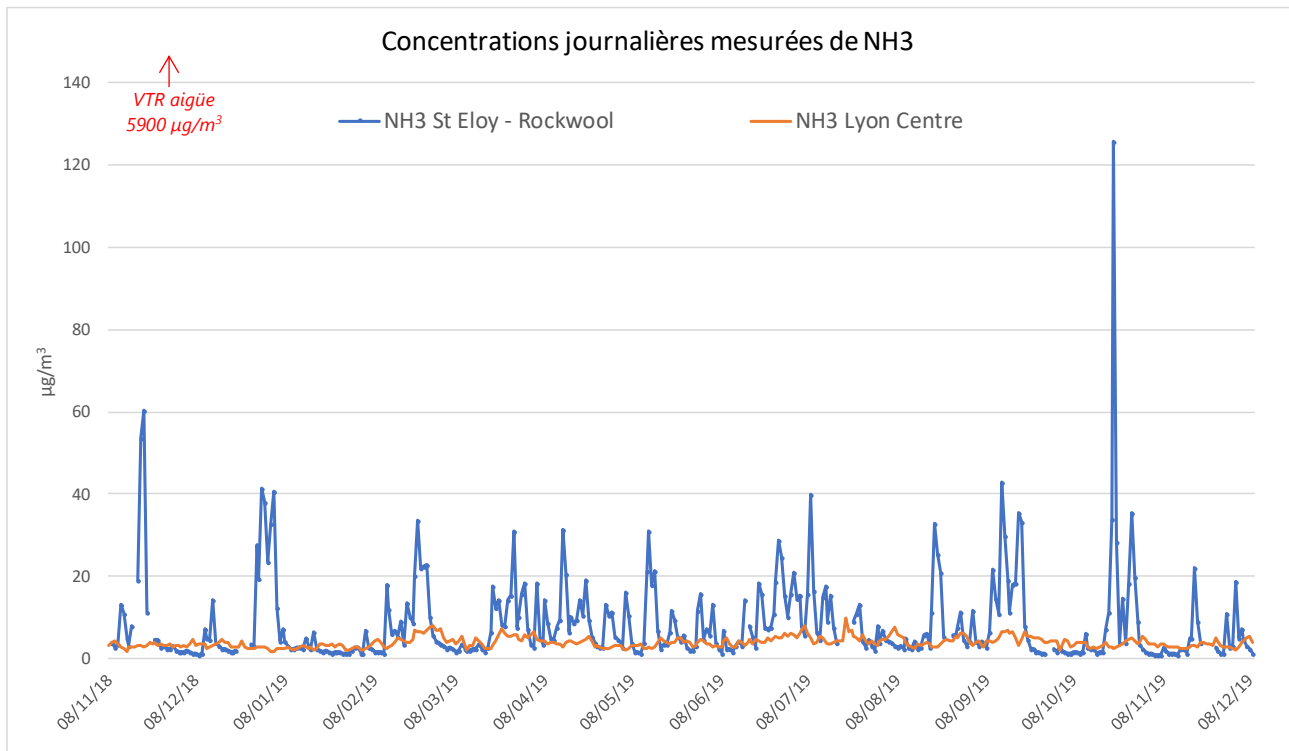


Figure 7 : évolution des concentrations journalières de NH₃ mesurées sur le site de Rockwool et de Lyon Centre

| | Maximum journalier NH ₃ µg.m ⁻³ |
|-----------------------|--|
| Saint Eloy - Rockwool | 126 |
| Lyon Centre | 10 |

La moyenne annuelle² des concentrations de NH₃ sur le site de Saint-Eloy-les-Mines est égale à 8,7 µg/m³, soit un peu plus du double de celle mesurée à Lyon Centre.

Cette valeur est largement en deçà des valeurs toxicologiques de référence chronique.

Cette moyenne de 8.7 µg/m³ est aussi à mettre en regard de la moyenne annuelle de 12 µg/m³ mesurée à Narbonne en 2018 à proximité d'une source industrielle (Atmo Occitanie, 2019).

| | Moyenne annuelle NH ₃ ¹ µg.m ⁻³ |
|--|---|
| Saint Eloy - Rockwool | 8.7 |
| Lyon Centre | 3.9 |
| Narbonne en proximité industrielle en 2018 | 12 |

| | |
|--|-----|
| Valeur toxicologique de référence chronique (ANSES, 2018) : | 500 |
| Concentration de référence pour une vie entière (INERIS, 2012) : | 100 |

² La moyenne annuelle pouvait être calculée de nov-2018 à nov-2019 ou de déc-2018 à dec-2019. C'est la moyenne la plus élevée qui a été choisie correspondant à la période de **novembre à novembre**. Les différences ne sont que de quelques dixièmes, y compris avec la moyenne de la période totale de nov-2018 à déc-2019.

4.1.3. Analyse de l'impact de l'usine sur les concentrations mesurées de NH₃

Le calendrier de la Figure 8 permet de bien identifier les jours où les concentrations journalières ont été les plus élevées et quelles conditions de vent y étaient associées. La plupart des concentrations les plus élevées ont lieu lorsque les masses d'air proviennent du nord-est du point de mesure, ce qui semble bien mettre en évidence une certaine influence des rejets l'usine (émissions diffuses des zones de stockage certainement) C'est encore plus visible sur le calendrier des concentrations maximales horaires de la Figure 9 où cette corrélation est bien évidente.

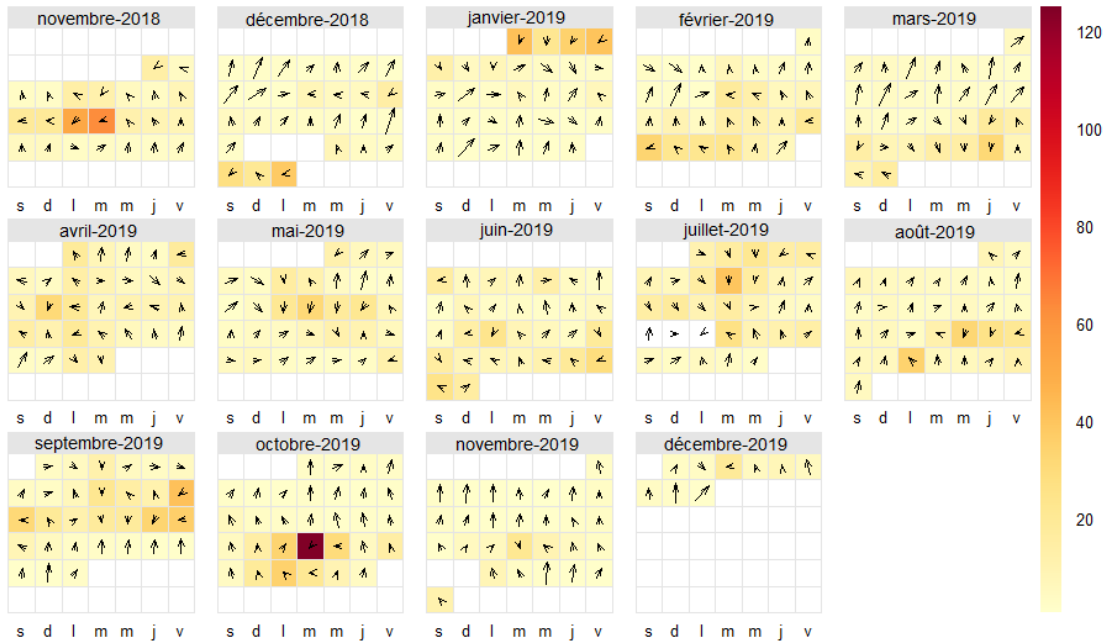


Figure 8 : calendrier des concentrations journalières de NH₃ mesurées sur le site de Rockwool associées à la direction et la vitesse de vent

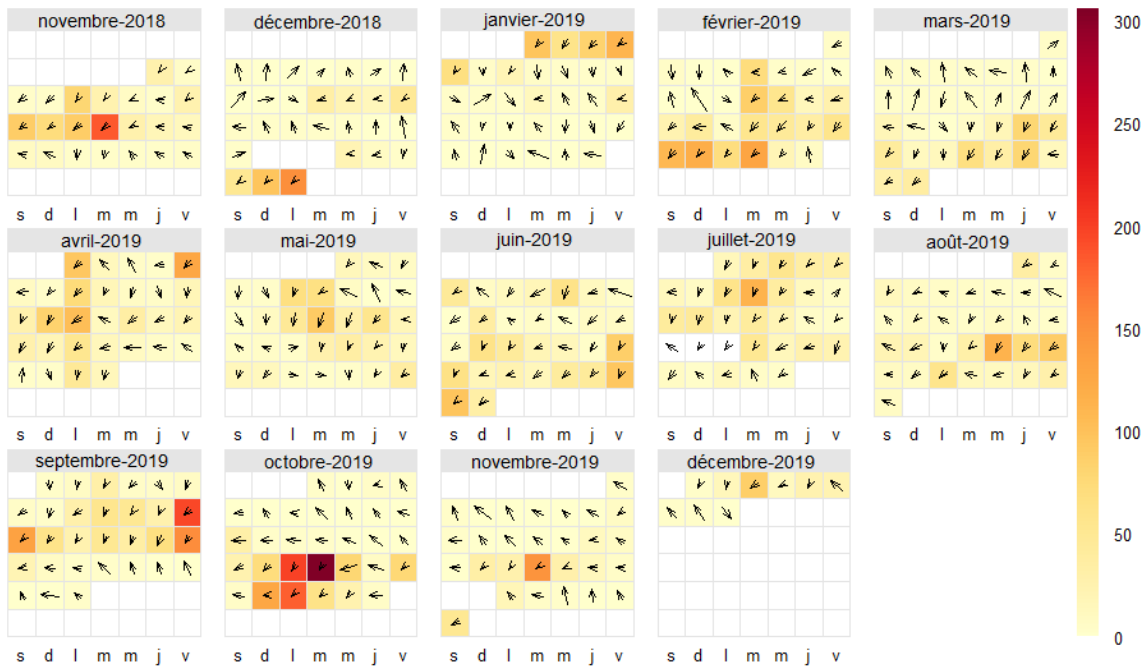


Figure 9 : calendrier des concentrations maximales horaires de NH₃ mesurées sur le site de Rockwool associées à la direction et la vitesse de vent de l'heure correspondante

La rose de pollution (Figure 10 et Figure 11) confirme cette constatation, les concentrations maximales étant associées à des secteurs de vent de nord-est.

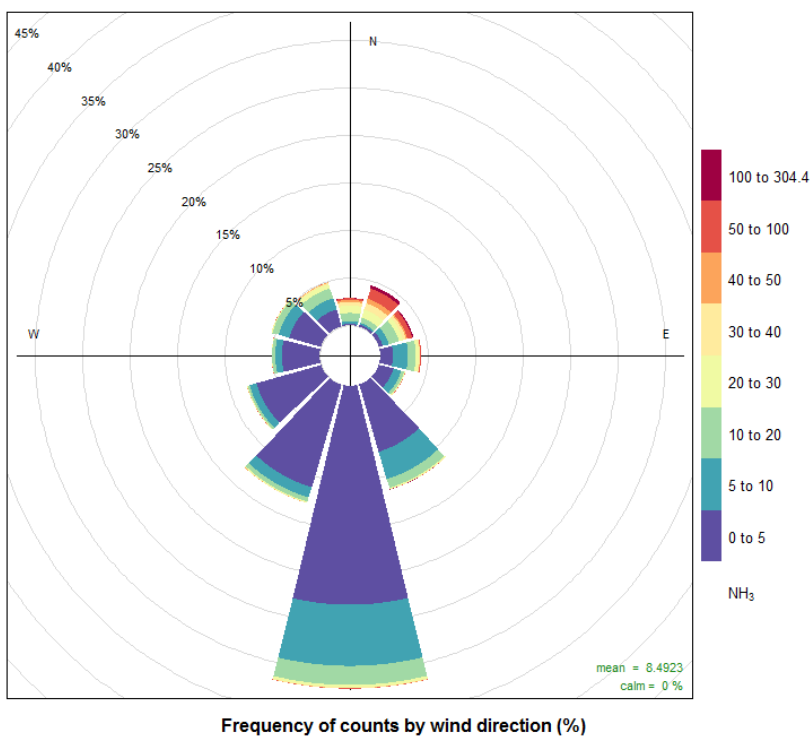


Figure 10 : rose de pollution des concentrations horaires de NH₃ mesurées sur le site de Saint-Eloy-les-Mines de novembre 2018 à décembre 2019

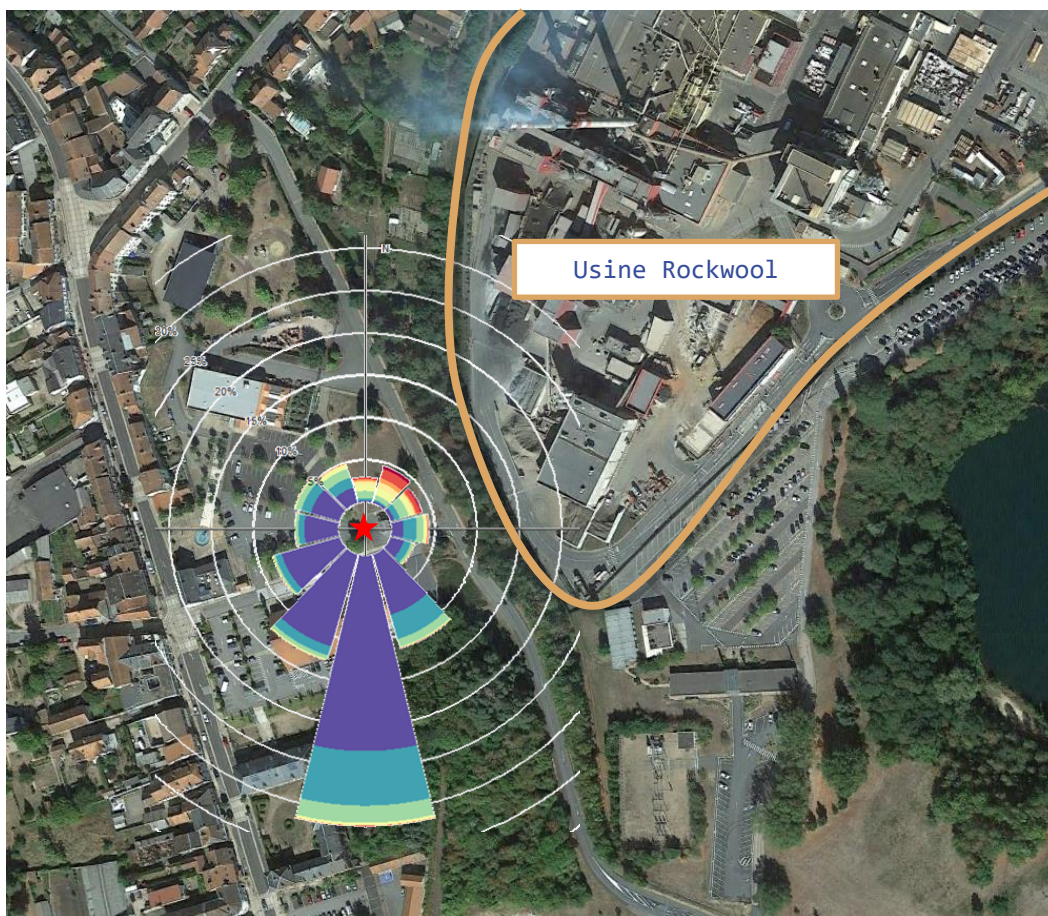


Figure 11 : superposition d'une photo aérienne de Saint-Eloy-les-Mines aux abords de l'usine et de la rose de pollution des concentrations horaires de NH₃ mesurées de novembre 2018 à décembre 2019 (l'étoile rouge indique le point de mesure)

Le calendrier des arrêts techniques de l'usine (lignes 1, 2 et 3) a été couplé sur la *Figure 12* avec les concentrations horaires afin d'identifier un lien éventuel entre les deux.

On n'observe pas a priori de lien direct entre pointes de concentrations et arrêts techniques. La concentration moyenne en période d'arrêt technique est supérieure à celle en période de fonctionnement mais peu différente (9,8 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement).

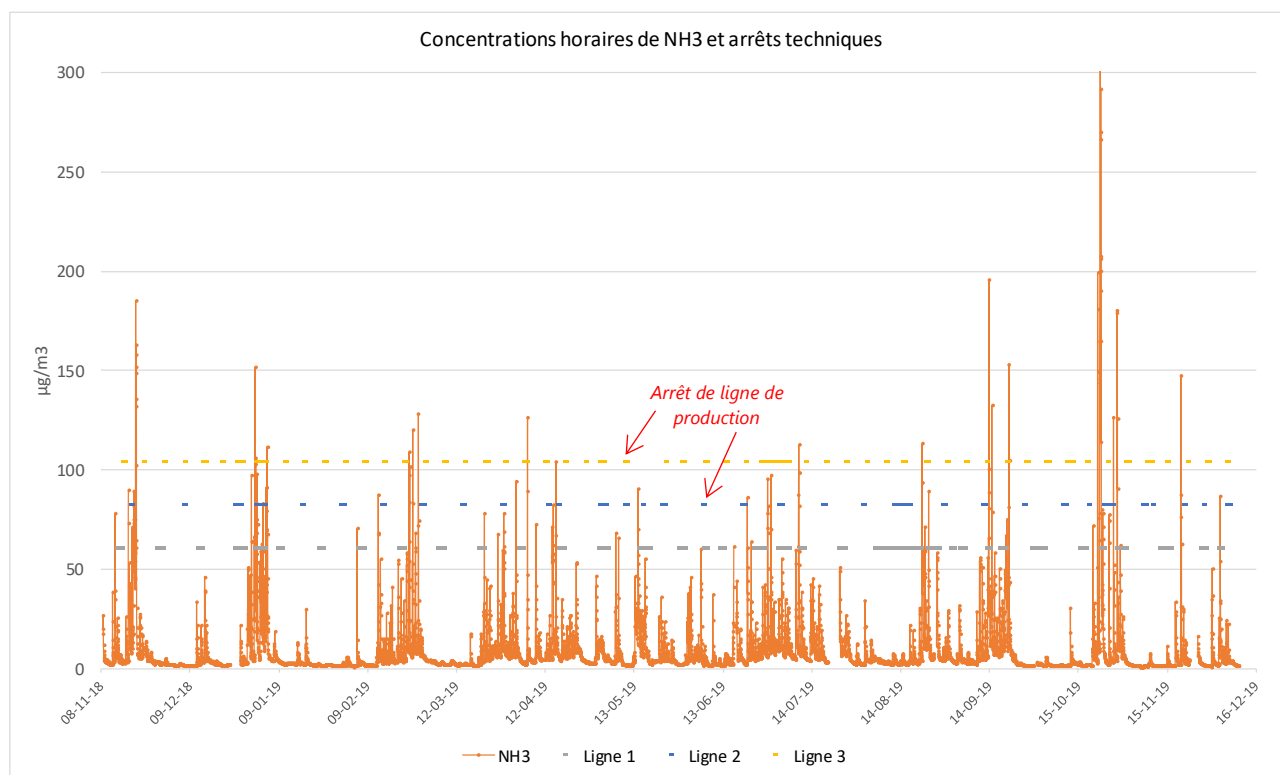


Figure 12 : évolution des concentrations horaires mesurées de NH_3 et arrêts techniques de l'usine

Moyenne des concentrations horaires NH_3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

| | |
|------------------------------|-----|
| En période de fonctionnement | 8 |
| En période d'arrêt technique | 9,8 |

En revanche il est assez remarquable que le jour de la concentration maximale horaire et journalière, le 22 octobre 2019, un arrêt technique a eu lieu le matin (*Figure 13*). S'en est suivi dans l'après-midi de cette journée les sept valeurs les plus élevées (comprises entre 200 et 304 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de toute la période de mesure.

Pour élément de comparaison, dans une étude réalisée à Marseille en 2018 (*Atmo Sud, 2018*), la concentration maximale de la campagne de mesures égale à 535 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur sur 15 minutes) a été mesurée lors d'un dysfonctionnement industriel entraînant un arrêt de certaines unités.

Le 13 septembre 2019 où on retrouve un pic horaire en concentration, aucun arrêt technique n'a eu lieu pendant la journée. Les mois de novembre 2018 et septembre 2019 ont enregistré les pointes horaires parmi les plus élevées sans qu'aucun n'arrêt technique n'ai eu lieu pendant les journées concernées.

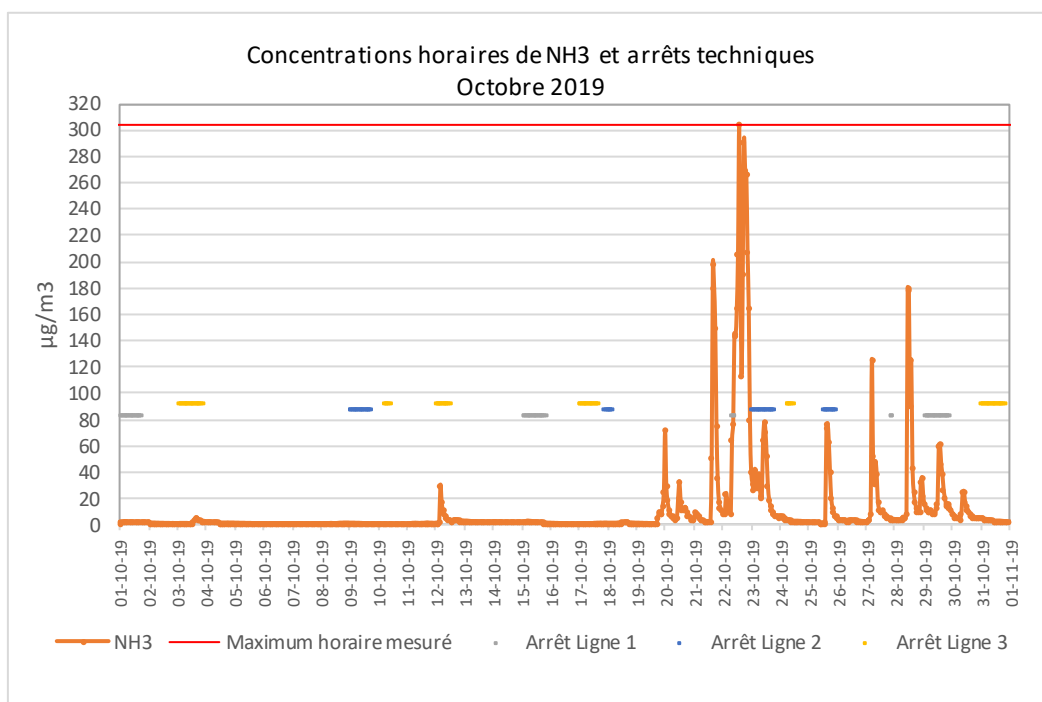


Figure 13 : évolution des concentrations horaires mesurées de NH₃ et arrêts techniques de l'usine courant octobre 2019

- À la vue de toutes ces constatations, on peut affirmer que les arrêts techniques n'entraînent pas systématiquement de hausse des concentrations de NH₃ mais il est possible que certaines pointes horaires, certes modérées, soient la conséquence d'arrêts techniques ou de travaux spécifiques non identifiés à ce jour

A noter pour information qu'il existe des valeurs guide de l'OMS relatives à la protection de la végétation (OMS, 2020) avec notamment un niveau critique sur un an égal à 8 µg/m³ mais qui ne s'applique pas dans un contexte de surveillance industrielle (la moyenne annuelle sur le site de Saint-Eloy-les-Mines est égal à 8,7 µg/m³).

4.2. Les particules fines (PM2.5)

4.2.1. Repères réglementaires et sanitaires

Pour les particules fines (PM2.5), la réglementation en vigueur en 2018 et 2019 fixe :

- Une valeur limite à 25 µg/m³ en moyenne annuelle³ ;
- Une valeur cible à 20 µg/m³ en moyenne annuelle² ;
- Un objectif de qualité à 10 µg/m³ en moyenne annuelle² ;
- Aucun seuil relatif au déclenchement d'épisode de pollution ;
- Une valeur guide de l'OMS à 25 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours/an⁴.

³ Directive européenne 2008/50/CE

⁴ OMS, 2005

4.2.2. Résultats et comparaison avec les valeurs repères

Les moyennes journalières de particules PM2.5 mesurées sur le site Saint-Eloy-les-Mines sont présentées sur la Figure 14 et comparées avec d'autres mesures de référence de la région : Lyon Centre (fond urbain), Esplanade gare (influence trafic), Montferrand (fond urbain) et Paray-le-Frésil (fond rural).

Il apparaît que les concentrations mesurées à Saint-Eloy-les-Mines sont du même ordre de grandeur que celles du site rural de Paray-le-Frésil. Elles sont également comparables à celles mesurées sur les autres sites de mars à octobre, et ont tendance à être inférieures pendant la période hivernale. Elles sont toutes assez bien corrélées entre elles, aussi bien du point de vue des pics que du point de vue de la variation saisonnière avec des concentrations plus faibles en été.

Ces constatations révèlent l'absence d'impact spécifique de l'usine sur les concentrations ambiantes de particules de PM2.5. Elles sont d'ailleurs plus faibles en hiver que sur les autres sites urbains car la zone moins densément peuplée présente une densité d'émissions plus faible (en lien notamment avec le chauffage des habitations).

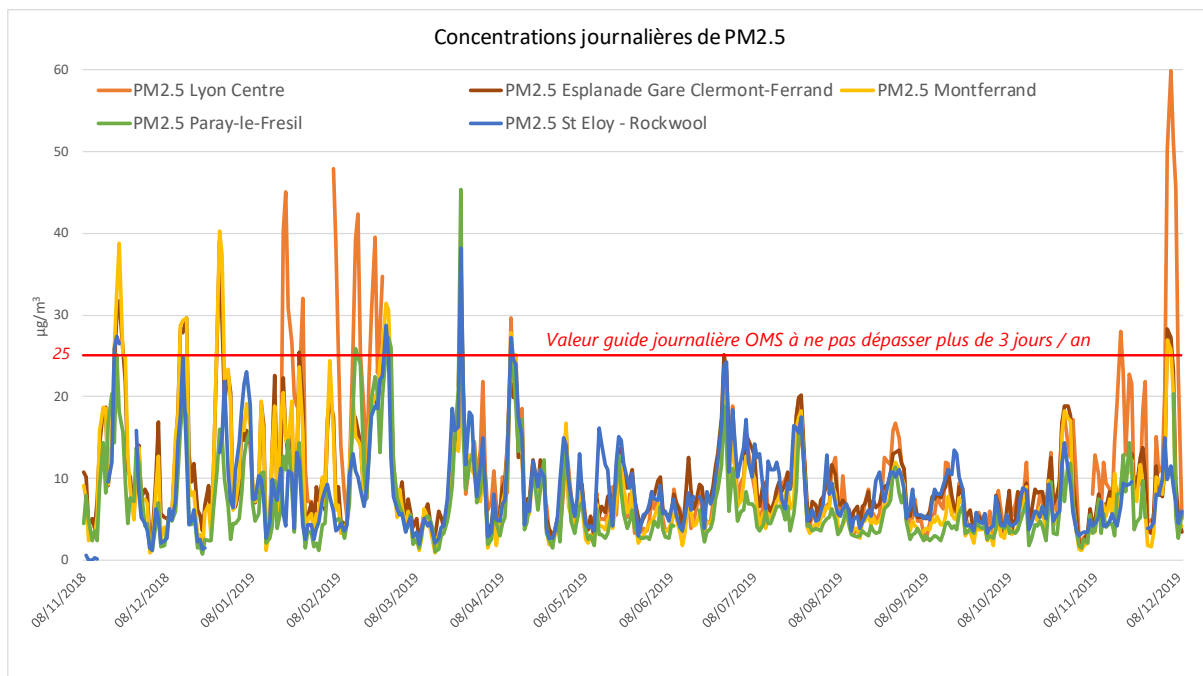


Figure 14 : évolution des concentrations moyennes journalières en particules fines PM2.5

La valeur guide de l'OMS de 25µg/m³ (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) est franchie sur le site Saint-Eloy-les-Mines si on considère la période annuelle de novembre 2018 à novembre 2019 (à défaut d'une année civile disponible). Néanmoins, le nombre de dépassement de cette valeur guide est largement inférieur à ce qui est observé sur les autres sites de référence de la région.

De manière similaire, la concentration maximale journalière mesurée sur le site de Rockwool est plus faible que celle mesurée sur les autres sites de référence.

| | Max journalier PM2.5 sur la période de mesures (µg/m ³) | Nombre de dépassements de la valeur guide de 25 µg/m ³ (à ne pas dépasser plus de 3 fois dans l'année) | |
|--|---|---|--------------------|
| | | De nov-18 à nov-19 | De dec-18 à dec-19 |
| Saint Eloy - Rockwool | 38 | 6 | 3 |
| Montferrand | 40 | 16 | 14 |
| Paray-le-Frésil | 45 | 7 | 6 |
| Esplanade gare Clermont-Ferrand | 39 | 14 | 13 |
| Lyon Centre (attention : début des mesures le 16/01/19) | 60 | 18 | 23 |

La moyenne annuelle des concentrations de particules PM2.5 sur le site de Saint-Eloy-les-Mines, égale à 8,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, est largement en deçà de la valeur limite et de la valeur cible respectivement égales à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité de l'OMS fixé à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est également respecté.

La moyenne annuelle du site Saint-Eloy-les-Mines est du même ordre de grandeur que celle des autres sites de comparaison.

| | Moyenne annuelle PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | Valeur limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Valeur cible ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Objectif de qualité ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|--|---|--------------------|--|---|--|
| | De nov-18 à nov-19 | De dec-18 à dec-19 | | | |
| Saint Eloy - Rockwool | 8,7 | 8,6 | 25 | 20 | 10 |
| Montferrand | 8,7 | 8,5 | | | |
| Paray-le-Frésil | 6,9 | 6,8 | | | |
| Esplanade gare Clermont-Ferrand | 10 | 9,9 | | | |
| Lyon Centre (attention : début des mesures le 16/01/19) | 10,3 | 11,2 | | | |

4.2.3. Analyse de l'éventuel impact de l'usine sur les concentrations mesurées de PM2.5

Le calendrier de la Figure 15 permet de bien identifier les jours où les concentrations journalières ont été les plus élevées et quelles conditions de vent y étaient associées.

Contrairement à ce qui est observé pour l'ammoniac, les concentrations journalières les plus élevées ont lieu par tout type de direction de vent, ce qui semble bien confirmer l'absence d'impact de l'usine.

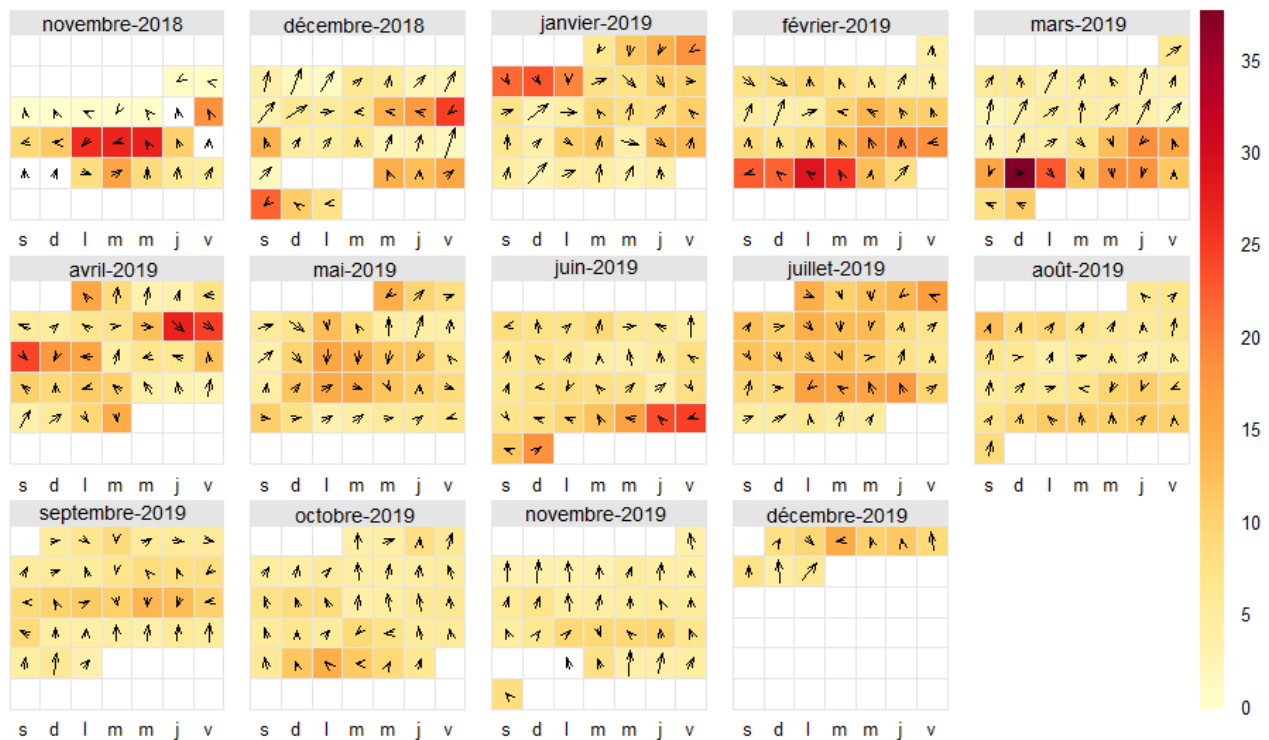


Figure 15 : calendrier des concentrations journalières de particules PM2.5 mesurées sur le site de Rockwool associées à la direction et la vitesse de vent

Cette constatation semble confirmée par la rose de pollution de la *Figure 16*. Les sources de particules sont multiples et diverses et on retrouve pour cette raison une certaine homogénéité dans la variabilité des directions de vent associées aux mesures les plus élevées de concentrations mesurées.

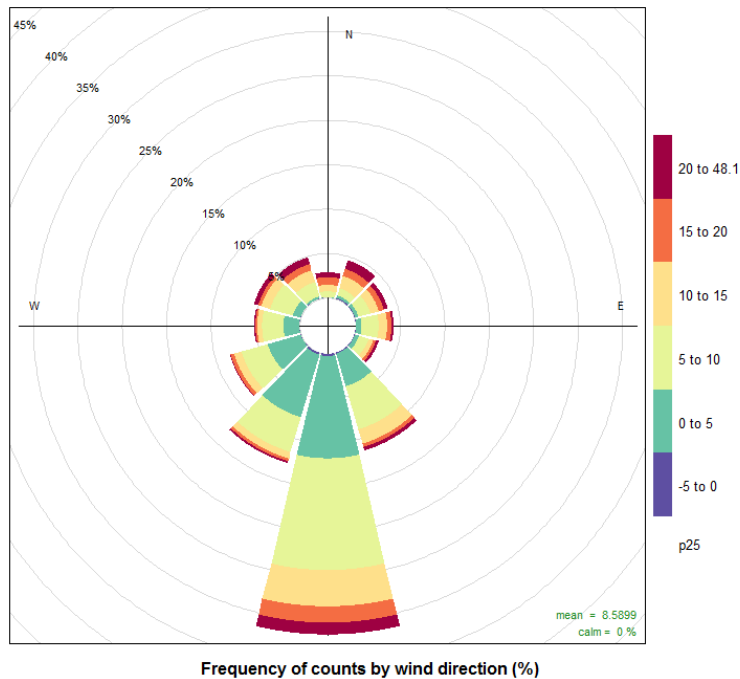


Figure 16 : rose de pollution des concentrations horaires de PM2.5 mesurées sur le site de Saint-Eloy-les-Mines de novembre 2018 à décembre 2019

Cependant, les pointes horaires présentées dans le calendrier de la Figure 17 sont observées lorsque la direction du vent est de nord-est. Cette constatation pourrait laisser penser que même si les apports de particules sont multiples, diffus et proviennent de sources diverses, les pointes horaires de particules PM2.5 pourraient parfois être liées à un apport supplémentaire mais modéré de particules provenant de l'usine.

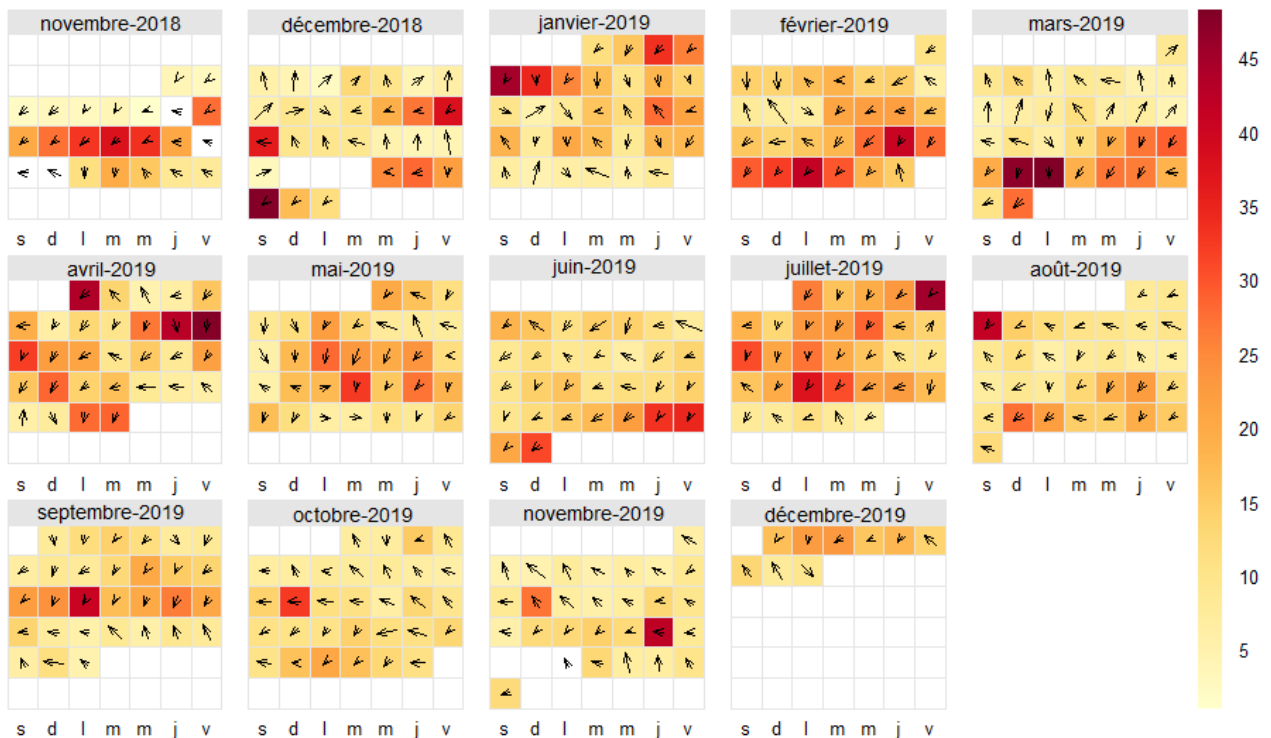


Figure 17 : calendrier des concentrations maximales horaires de particules PM2.5 mesurées sur le site de Rockwool associées à la direction et la vitesse de vent de l'heure correspondante

Le calendrier des arrêts techniques de l'usine (lignes 1, 2 et 3) a été couplé sur la *Figure 18* avec les concentrations horaires afin d'identifier un lien éventuel entre les deux. On n'observe pas a priori de lien direct entre pointes de concentrations et arrêts techniques. La concentration moyenne en période d'arrêt technique est presque égale à celle en période de fonctionnement (8,8 et 8,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement).

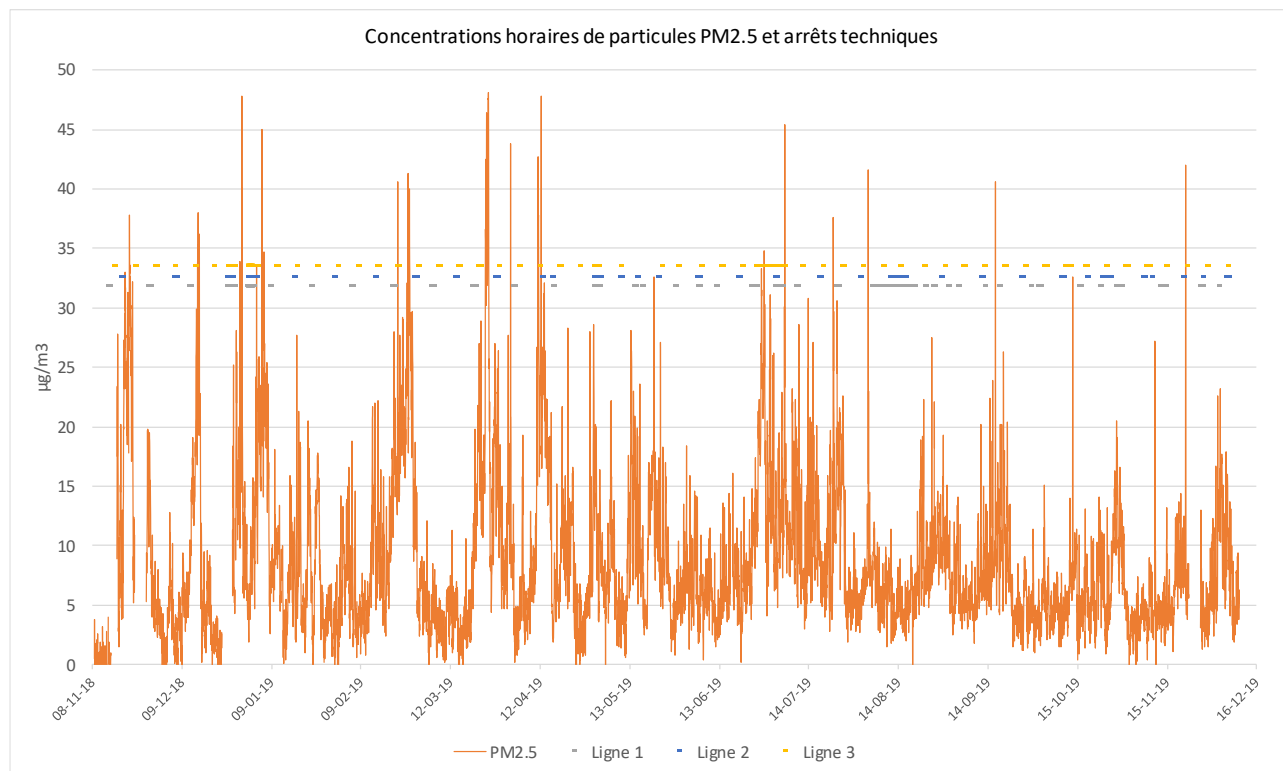


Figure 18 : évolution des concentrations horaires mesurées de PM2.5 et arrêts techniques de l'usine

Moyenne des concentrations horaires de particules PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| | |
|------------------------------|-----|
| En période de fonctionnement | 8,4 |
| En période d'arrêt technique | 8,8 |

Le jour du maxima horaire mesuré en PM2.5, le 25 mars 2019, il n'y a eu aucun arrêt technique (*Figure 19*). Au mois d'avril, une autre valeur horaire élevée a été enregistrée pendant que la ligne 2 était en arrêt (*Figure 19*).

- À la vue de toutes ces constatations, on peut affirmer que les arrêts techniques ne sont pas corrélés à une hausse des concentrations de PM2.5 mais il est possible que certaines pointes horaires, certes modérées, puissent être liées à des activités du site industriel.

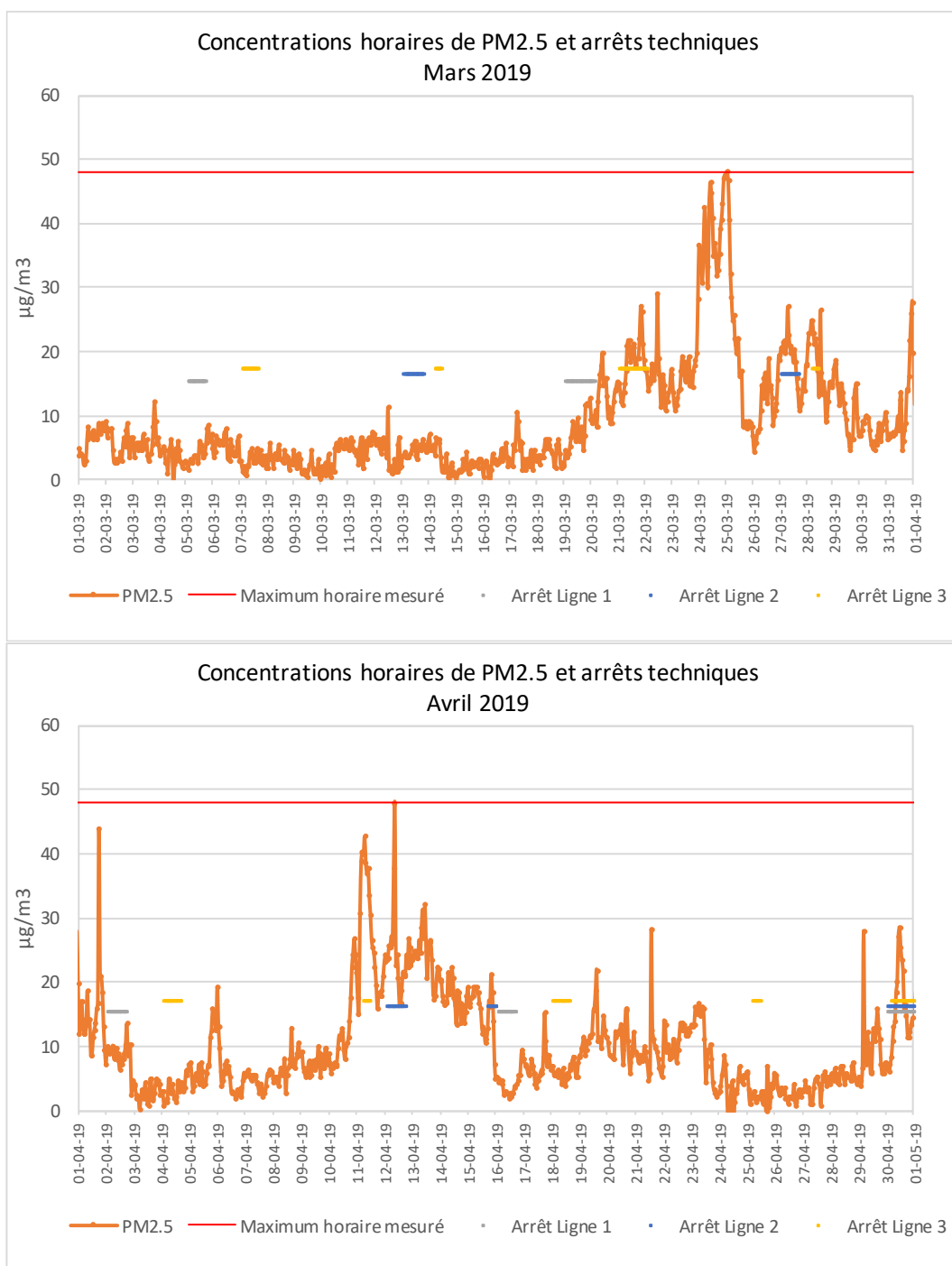


Figure 19 : évolution des concentrations horaires mesurées de PM2.5 et arrêts techniques de l'usine courant mars et avril 2019

4.3. Le SO₂

4.3.1. Valeurs repères

Pour le dioxyde de soufre, les valeurs de références sont reprises ci-dessous :

- Une valeur limite à 350 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24h par an ;
- Une valeur limite à 125 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an ;
- Une valeur guide de l’OMS à 20 µg/m³ en moyenne journalière (OMS, 2005) ;
- Un objectif de qualité à 50 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- Un niveau critique pour la protection de la végétation à 20 µg/m³ en moyenne annuelle et hivernale ;
- Un seuil d’information et de recommandation à 300 µg/m³ en moyenne horaire (pour le déclenchement d’épisode de pollution)

4.3.2. Résultats et comparaison avec les repères réglementaires

Les concentrations horaires et journalières sont présentées respectivement sur les *Figure 20* et *Figure 21*. Il apparaît clairement que les concentrations de SO₂ mesurées sur le site de Saint-Eloy-les-Mines sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur le site de fond urbain de Grenoble, et très inférieures à celles mesurées sur un autre site de surveillance industrielle (Les Roches de Condrieu). Les maxima horaires et journaliers sont respectivement égaux à 58 et 10,3 µg/m³.

Cette constatation met en évidence l’absence d’influence de l’usine Rockwool sur les concentrations ambiantes de SO₂.

On peut également souligner que les concentrations respectent largement les valeurs repères.

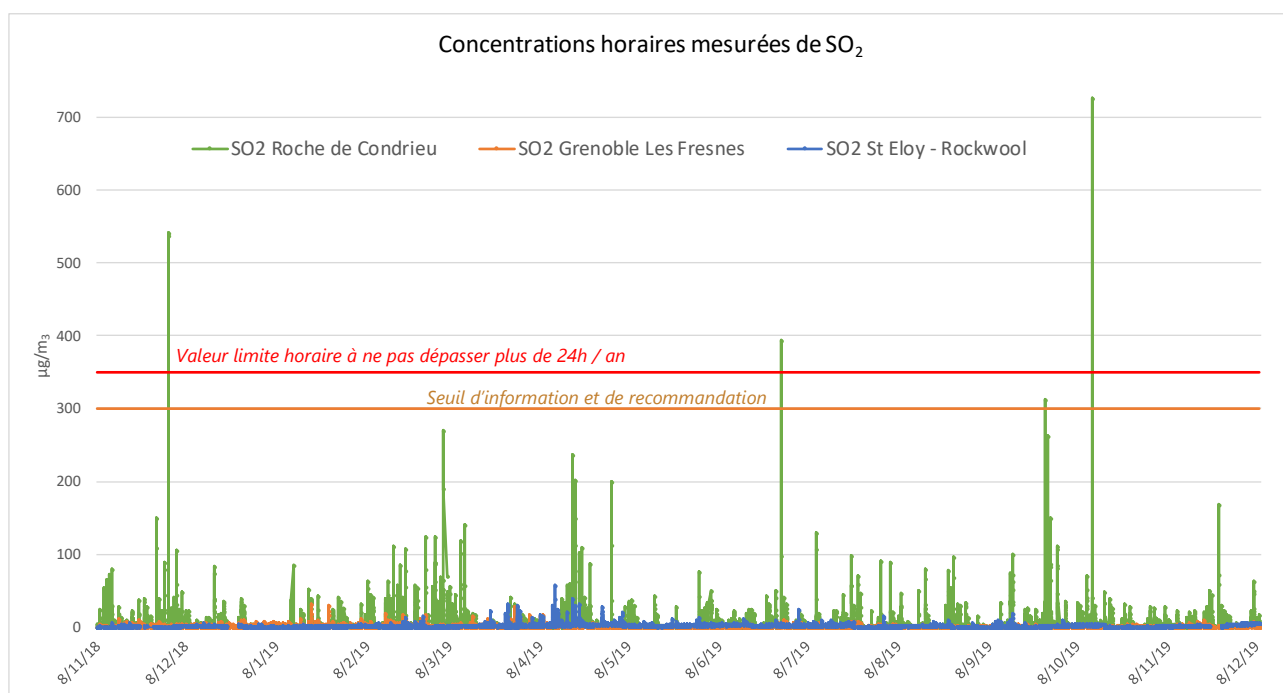


Figure 20 : évolution des concentrations horaires de SO₂ sur le site d'étude et deux sites de comparaison (un site urbain, un site industriel)

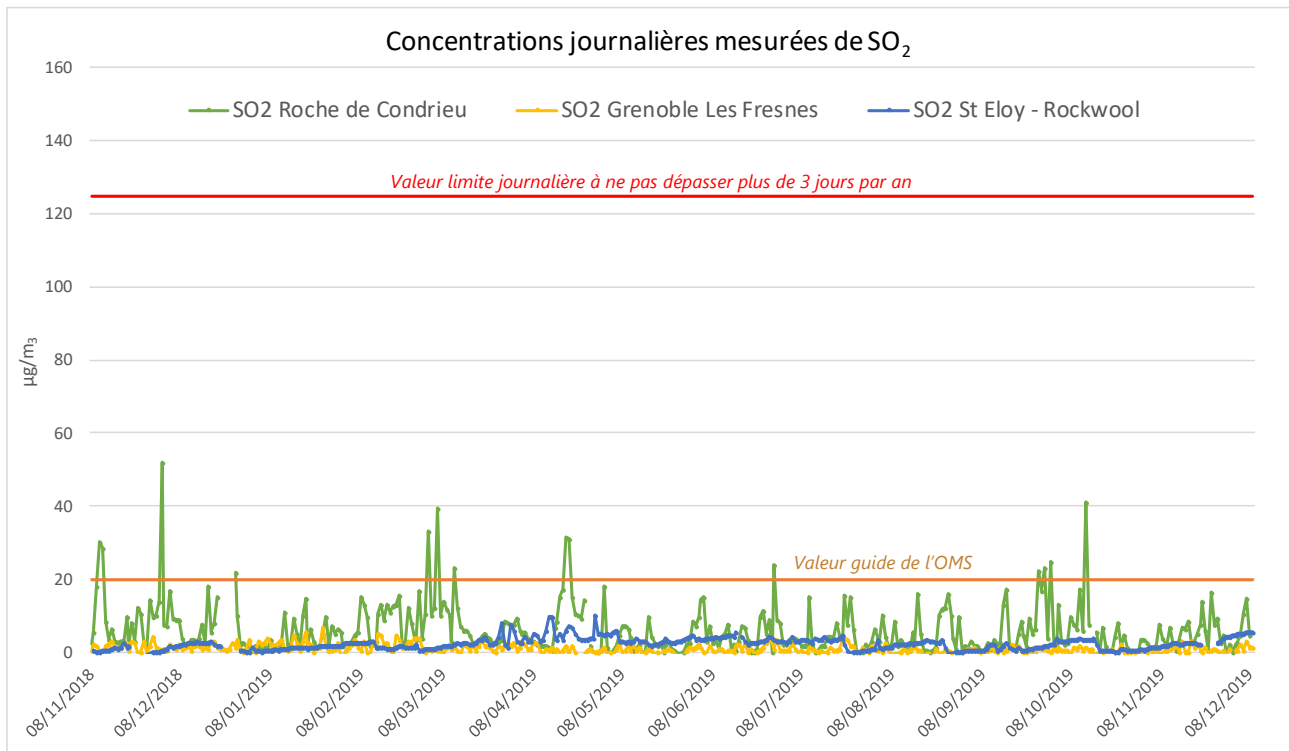


Figure 21 : évolution des concentrations journalières de SO₂ sur le site d'étude et deux sites de comparaison (un site urbain, un site industriel)

La moyenne annuelle des concentrations de SO₂ sur le site de Saint-Eloy-les-Mines, égale à 2,6 µg/m³, est largement en deçà des valeurs réglementaires.

Sans surprise, la moyenne annuelle du site Saint-Eloy-les-Mines est du même ordre de grandeur que celle mesurée sur le site urbain de fond de Grenoble.

| | Moyenne annuelle SO ₂ (µg/m ³) | | Niveau critique pour la végétation (µg/m ³) | Objectif de qualité (µg/m ³) |
|---|---|--------------------|---|--|
| | De nov-18 à nov-19 | De dec-18 à dec-19 | | |
| Saint Eloy - Rockwool | 2,4 | 2,6 | 20 | 50 |
| Grenoble Les Fresnes | 1,1 | 1 | | |
| Les Roches de Condrieu (site industriel) | 6,2 | 5,8 | | |

4.3.3. Analyse de l'éventuel impact de l'usine sur les concentrations mesurées de SO₂

Le calendrier de la Figure 22 permet de bien identifier les jours où les concentrations journalières de SO₂ ont été les plus élevées et quelles conditions de vent y étaient associées.

Comme pour les particules PM_{2.5}, les concentrations journalières les plus élevées ont lieu par tout type de direction de vent, ce qui semble bien confirmer l'absence d'impact de l'usine.

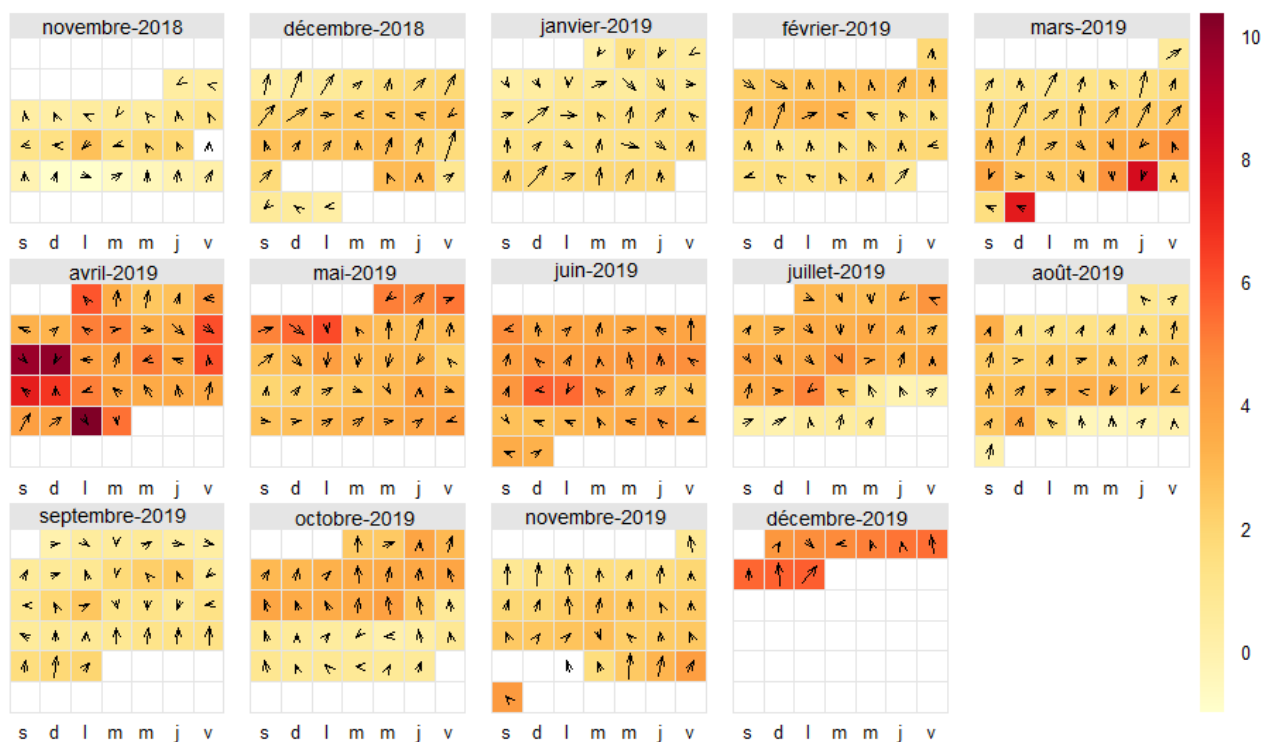


Figure 22 : calendrier des concentrations journalières de particules SO_2 mesurées sur le site de Rockwool associées à la direction et la vitesse de vent

Cependant, les pointes horaires présentées dans le calendrier de la Figure 23 sont observées lorsque la direction du vent est de nord-est. Cette constatation, confirmée en partie par la rose de pollution de la Figure 24, indique que les pointes horaires de SO_2 , certes modérées, pourraient être liées aux rejets de l'usine.

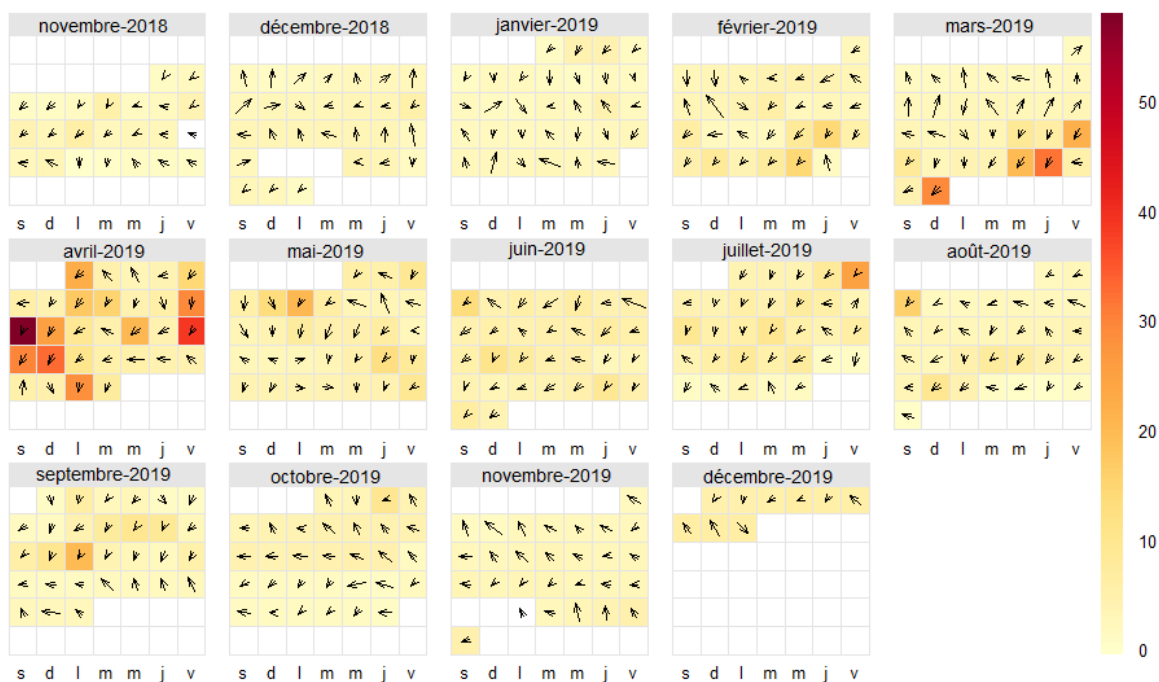


Figure 23 : calendrier des concentrations maximales horaires de particules SO_2 mesurées sur le site de Rockwool associées à la direction et la vitesse de vent

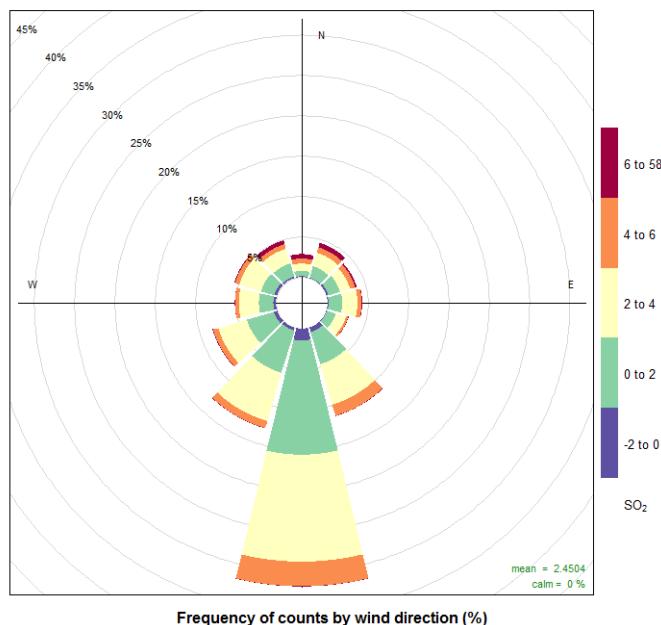


Figure 24 : rose de pollution des concentrations horaires de SO_2 mesurées sur le site de Saint-Eloy-les-Mines de novembre 2018 à décembre 2019

Le calendrier des arrêts techniques de l'usine (lignes 1, 2 et 3) a été comparé aux concentrations horaires afin d'identifier un lien éventuel entre les deux. On n'observe aucun lien direct entre pointes de concentrations et arrêts techniques.

Le jour du maxima horaire mesuré en SO_2 , le 13 avril 2019, il n'y a eu aucun arrêt technique (Figure 25). Ce même mois d'avril, il y a eu de nombreuses pointes horaires, certaines ont eu lieu pendant un arrêt technique, mais ce n'est pas le cas pour la plupart.

- À la vue de toutes ces constatations, on peut affirmer que les arrêts techniques n'entraînent pas de hausse des concentrations de SO_2 mais il est possible que certaines pointes horaires, certes modérées dans l'absolu, soient la conséquence d'arrêts techniques spécifiques.

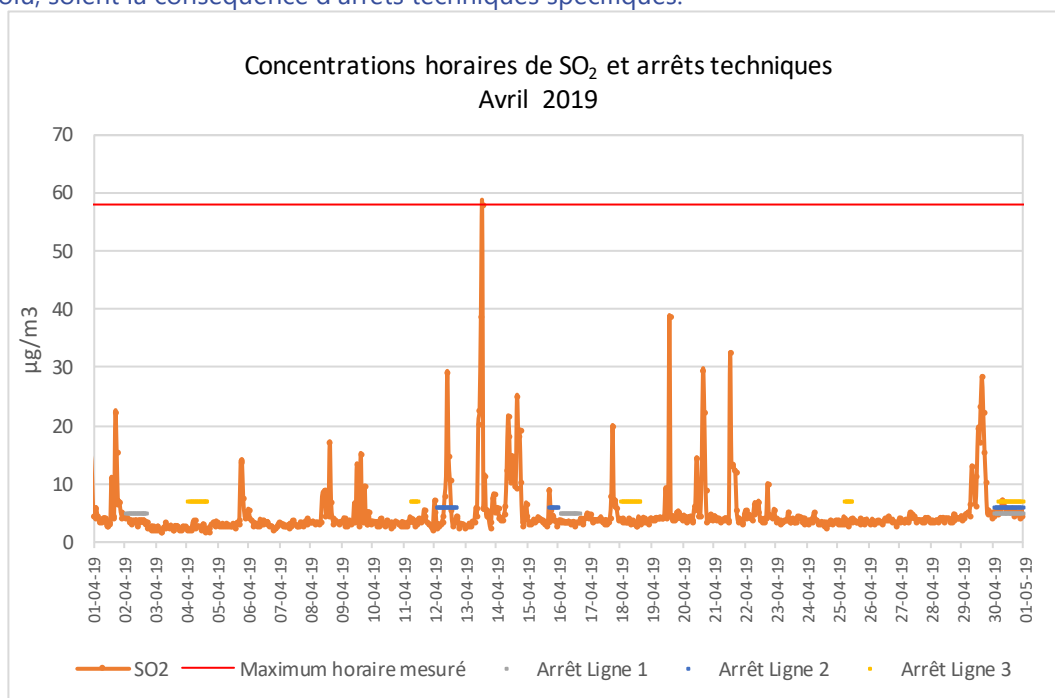


Figure 25 : évolution des concentrations horaires mesurées de SO_2 et arrêts techniques de l'usine courant avril 2019

5. Conclusion et perspectives

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a mis en place une campagne de mesure de la qualité de l'air à Saint-Éloy-les-Mines du 8 novembre 2018 au 9 décembre 2019, en complément de celles effectuées les années précédentes depuis l'année 2002.

Cette campagne de mesures a eu ceci de particulier qu'elle a duré 13 mois (contrairement aux campagnes précédentes d'une durée de quelques semaines à quelques mois), dans l'objectif de pouvoir confirmer ou infirmer des observations faites auparavant uniquement sur de courtes durées, et de pouvoir comparer les résultats à des repères réglementaires et/ou sanitaires annuels.

Trois polluants ont été mesurés à l'aide d'un moyen mobile implanté sur le parking de la place de l'Europe, situé entre l'usine Rockwool et des habitations de la commune :

- Ammoniac NH_3
- Particules en suspension de diamètre inférieur à 2,5 micromètres $\text{PM}_{2.5}$
- Dioxyde de soufre SO_2

Les niveaux moyens mesurés d'ammoniac NH_3 sont faibles mais tout de même caractéristiques d'un milieu influencé par une source spécifique. Les valeurs de références sanitaires sont respectées.

➤ Les niveaux moyens mesurés de particules $\text{PM}_{2.5}$ sont faibles, inférieurs à d'autres sites de mesure de la région, et non influencés par les rejets de l'usine.

Les valeurs de référence sont respectées, mis à part un léger dépassement de la valeur guide journalière de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. La situation vis-à-vis de cette valeur guide est bien plus dégradée sur le reste de la région.

➤ Les niveaux moyens mesurés de dioxyde de soufre SO_2 sont très faibles et non caractéristiques d'une influence industrielle.

L'analyse du lien éventuel entre les arrêts techniques des trois lignes de production de l'usine et les niveaux de pollution mesurés ne met en évidence aucun impact systématique.

Cette première surveillance en continue pendant plus d'une année a donc pu permettre de généraliser certaines observations réalisées auparavant et d'affiner l'évaluation de l'impact très limité des activités de Rockwool. Les résultats ont pu être également confrontés aux repères réglementaires et/sanitaires annuels.

Atmo Auvergne Rhône Alpes propose la réalisation d'une modélisation de dispersion atmosphérique des rejets du site industriel (canalisés et diffus) pour actualiser les études précédentes, évaluer les zones d'impact maximal. Un réseau de micro-capteurs pourrait être implanté afin de vérifier cette modélisation et évaluer les phénomènes de décroissance des concentrations le long de transects. Depuis le site vers les habitations les plus proches.

A plus long terme, une surveillance en continu pourrait être renouvelée afin d'évaluer l'impact d'un changement de processus industriel éventuel au niveau du site.

Synthèse des résultats de la campagne de mesures menées à Saint-Eloy-les-Mines 2018-2019

(la campagne ayant duré 13 mois, chaque moyenne annuelle choisie parmi les 2 périodes possibles – nov. à nov. ou déc. à déc. – est la plus pénalisante)

| Période de mesures | Matériel / emplacement | Principales conclusions pour le <u>NH₃</u>, <u>PM2.5</u> et <u>SO₂</u> | Principaux résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Situation par rapport aux repères réglementaires |
|------------------------------|--|---|--|---|
| 8/11/2018 au 9/12/2019 | Labo mobile / place de l'Europe (entre l'usine et les habitations) | <p style="text-align: center;"><u>NH₃</u> :</p> <p>Niveaux moyens faibles mais tout de même caractéristiques d'un milieu influencé par une source d'émission spécifique.</p> <p style="text-align: center;"><u>PM2.5</u> :</p> <p>Niveaux moyens faibles, non influencés par l'usine, inférieurs à d'autres sites de la région.</p> <p style="text-align: center;"><u>SO₂</u> :</p> <p>Niveaux moyens très faibles, non caractéristiques d'une influence industrielle.</p> <p style="text-align: center;">Impact des arrêts technique de l'usine</p> <p>Pas d'impact systématique des arrêts techniques de l'usine mais influence possible sur certaines pointes horaires notamment pour le NH₃.</p> | <p style="text-align: center;"><u>NH₃</u> :</p> <p>Max horaire : 304</p> <p>Moyenne annuelle : 8,7</p> <p style="text-align: center;"><u>PM2.5</u> :</p> <p>Max journalier : 38</p> <p>Moyenne annuelle : 8,7</p> <p style="text-align: center;"><u>SO₂</u> :</p> <p>Max horaire : 58</p> <p>Max journalier : 10,3</p> <p>Moyenne annuelle : 2,6</p> | <p style="text-align: center;"><u>NH₃</u> :</p> <p>- Respect des Valeurs Toxicologiques de Référence.</p> <p>- Respect de la concentration de référence pour une vie entière.</p> <p>- <i>A titre indicatif : dépassement très léger d'une valeur guide pour la végétation ((ne s'applique pas par définition à l'endroit de la mesure).</i></p> <p style="text-align: center;"><u>PM2.5</u> :</p> <p>- Respect des valeurs réglementaires annuelles (valeur limite, valeur cible, objectif de qualité).</p> <p>- Léger dépassement de la valeur guide journalière de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 3 jours /an (dépassement pour la période de nov-18 à nov-19), mais situation bien plus dégradée sur le reste de la région pour le respect de cette valeur guide.</p> <p style="text-align: center;"><u>SO₂</u> :</p> <p>- Respect de tous les repères réglementaires.</p> |

6. Annexes

Effets sur la Santé

Chaque jour, un adulte inhale environ 15 mètres cube d'air en fonction de sa morphologie et de ses activités. Outre l'oxygène et l'azote, qui représentent environ 99 % de sa composition, l'air peut également contenir des "substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine et à nuire aux écosystèmes. Elles peuvent également influencer sur les changements climatiques et détériorer les biens matériels".

Impacts sanitaires chez l'homme

Une problématique de santé publique :

Toute la communauté scientifique est unanime, la pollution de l'air a des impacts importants sur la santé. Elle est à l'origine de nombreuses maladies et de décès prématurés. Même si les risques relatifs aux pathologies liées à l'environnement sont souvent faibles (en effet à l'échelle d'un individu il y a peu de risques) toute la population (ou un très grand nombre de personnes) est potentiellement exposée. L'impact, en termes de santé publique, est donc plus important.

La pollution de l'air peut avoir des effets différents selon les facteurs d'exposition :

- La durée d'exposition : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies.
- La sensibilité individuelle : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu,
- La concentration des polluants
- La ventilation pulmonaire



Figure 26 : Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de gens touchés augmente (source : Direction de la santé publique de Montréal. 2003)

Il existe trois voies de contamination chez l'homme :

- La voie respiratoire : c'est la principale entrée pour les polluants de l'air ;
- La voie digestive : les polluants présents dans l'air retombent dans l'eau, sur le sol ou les végétaux et contaminent les produits que l'on ingère (ex. : pesticides, métaux lourds) ;
- La voie cutanée : elle reste marginale (ex. : éléments toxiques contenus dans certains pesticides).

Pics de pollution versus pollution de fond : quels impacts ?

Les effets de la pollution sur la santé sont classés en deux groupes :

- Les effets à court terme c'est-à-dire après une exposition de courte durée. Les épisodes de pollution, par exemple, entraînent une hausse importante des concentrations par rapport aux niveaux de fond, de manière temporaire.
- Les effets à long terme qui surviennent en raison d'une exposition chronique à la pollution de l'air c'est-à-dire après des expositions répétées ou continues tout au long de la vie.

En termes d'impacts sanitaires, pour une même durée d'exposition, les pics de pollution présentent des impacts plus importants que les niveaux de fond. C'est pourquoi des mesures spécifiques sont prises en cas de concentration élevée en polluants. Par contre, du fait de la durée d'exposition, c'est bien la pollution chronique qui cause globalement le plus d'impacts sanitaires.



Conséquences et symptômes selon les polluants

- **Maladies respiratoires** (asthme, toux, rhinites, angines, bronchiolite, douleur thoracique ou insuffisance respiratoire)
- **Maladies cardio-vasculaires** (infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux, angine de poitrine)
- **Infertilité** : baisse de la fertilité masculine, augmentation de la mortalité intra-utérine, naissances prématurées
- **Cancer** : la pollution de l'air extérieur a été classée cancérigène pour l'homme en octobre 2013 par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)»le CIRC estime que « la pollution atmosphérique est l'une des premières causes environnementales de décès par cancer.
- **Morbidity** : l'Organisation Mondiale de la Santé estimait en 2012 à 3,7 millions le nombre de décès prématurés provoqués dans le monde par la pollution ambiante (de l'air extérieur) dans les zones urbaines et rurales.
- **Effets reprotoxiques et neurologiques** de la pollution atmosphérique. Par exemple l'exposition à la pollution atmosphérique dans l'environnement professionnel ou dans des milieux urbains et industriels est également associée à des changements dans l'expression des gènes impliqués dans les lésions et la réparation de l'ADN, l'inflammation, la réponse au stress immunologique et oxydant, ainsi qu'à une altération de la longueur des télomères et des effets épigénétiques tels que la méthylation de l'ADN - Source : [Cancer et environnement / Volume 109: cancérogénicité de la pollution atmosphérique](#)
- **Autres pathologies** : maux de tête, irritations oculaires, dégradations des défenses de l'organisme

Les études épidémiologiques et toxicologiques de référence

En Europe :

Programme Apehis (Air Pollution and Health: A European Information System) copiloté par l'Institut National de Veille Sanitaire mis en place en 1999, a pour but de fournir aux décideurs européens, aux professionnels de la santé et de l'environnement et au grand public, des informations actualisées et faciles d'utilisation afin de les aider à prendre des décisions éclairées sur les questions auxquelles ils doivent faire face quotidiennement dans le domaine de la pollution de l'air et de ses effets sur la santé publique.

Programme CAFE (Clean Air for Europe, un Air pur pour l'Europe) lancé par la Commission européenne en 2001 a pour mission d'établir une stratégie intégrée et à long terme de lutte contre la pollution atmosphérique et de protection de la santé humaine et de l'environnement face aux effets de celle-ci.

Programme APHEKOM, est un programme européen coordonné par l'Institut National de Veille Sanitaire. Neuf villes françaises ont participé au projet qui a évalué l'impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine dans 25 villes européennes. En complément des conclusions du projet rendues publiques en 2011, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a publié en 2012 un rapport spécifique aux neuf villes françaises.

En France :

Les Evaluations d'Impact Sanitaire (EIS) : une évaluation d'impact sanitaire vise à quantifier l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé. Interlocuteurs privilégiés des Agences régionales de santé (ARS), les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) assurent sur le terrain les évaluations d'impact sanitaire appliquées à la pollution atmosphérique (EIS-PA) commanditées pour optimiser les politiques locales de gestion de la qualité de l'air.

Le Plan National Santé Environnement (PNSE) vise à répondre aux interrogations des Français sur les conséquences sanitaires à court et moyen terme de l'exposition à certaines pollutions de leur environnement.

Le Programme de Surveillance Air et Santé (Psas) conduit par l'INVS a été implanté en 2007 dans 9 grandes villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Il s'agit d'un outil de surveillance épidémiologique opérationnel et évolutif dont les objectifs sont de quantifier la relation à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et ses impacts sur la santé.

L'Etude ISAAC (International study of asthma and allergies in childhood) menée par l'INSERM en 2007 a pour objectif général de mieux connaître la fréquence et les facteurs de risque des maladies allergiques de l'enfant.

En région Auvergne-Rhône-Alpes :

Le Plan Régional Santé Environnement (PRSE) : le champ du PRSE est identique à celui du PNSE et comprend donc la détection, l'évaluation et la gestion des risques sanitaires liés aux agents chimiques, biologiques et physiques présents dans les différents milieux de vie, y compris le milieu de travail.

Le premier PRSE 2006-2010 visait à apporter en Rhône-Alpes des réponses aux interrogations et préoccupations sur les conséquences sanitaires, à court et moyen termes, de l'exposition aux principales pollutions connues de l'environnement.

Conformément aux engagements pris lors du Grenelle de l'environnement, le gouvernement a adopté en juin 2009 le deuxième plan national santé-environnement (PNSE2) définit un ensemble d'actions concrètes à mettre en œuvre sur la période 2011-2014.

Le troisième PRSE couvre la période 2017-2021.

Effets sur l'environnement

Les êtres humains ne sont pas les seuls à être touchés par la pollution de l'air. Les plantes, les animaux et les bâtiments peuvent également subir les répercussions de la pollution atmosphérique. Les effets de la pollution atmosphérique sur l'environnement peuvent se ressentir à différentes échelles géographiques.

Au niveau local

Altérations des écosystèmes

De manière aiguë ou chronique les polluants atmosphériques ont de lourds impacts sur les cultures et les écosystèmes.

De manière ponctuelle, par exemple lors des forts épisodes de pollution à l'ozone, des nécroses ou des tâches apparaissent sur les feuilles des arbres.

Sur une période d'exposition prolongée à l'ozone, un affaiblissement des organismes et un fort ralentissement de la croissance est observé, et à terme cela impacte les cultures agricoles.

Les polluants peuvent également parcourir des distances importantes et atteindre des écosystèmes sensibles. Sous l'effet des oxydes d'azote (NOx) et du dioxyde de soufre (SO₂), les pluies, neiges, brouillard deviennent plus acides et altèrent les sols et les cours d'eau (perte des éléments minéraux nutritifs). Ces apports engendrent un déséquilibre de l'écosystème. Cette transformation du milieu se traduit en général par un appauvrissement de la biodiversité puis par la perturbation du fonctionnement général des écosystèmes. L'ammoniac provoque une eutrophisation et une acidification des eaux et des sols. C'est également un gaz précurseur de particules secondaires. En se combinant avec d'autres substances il peut former des particules qui auront un impact sur l'environnement et la santé



Nécroses dues à l'ozone sur une feuille de tabac - Source : APPA Nord-Pas de Calais

Impact sur les matériaux

Les processus naturels d'altération des murs et des bâtiments sont essentiellement dus aux conditions climatiques (variations de températures, humidité...) mais aussi à l'action des êtres vivants (bactéries, de champignons, de lichens...).

Les pierres utilisées pour la construction des monuments sont principalement des calcaires dont on connaît la réactivité aux agents atmosphériques. L'observation des façades ou des statues montrent un noircissement réparti de façon non uniforme dû au dépôt de particules en suspension. Les particules polluantes voient leur origine dans la combustion partielle des carburants fossiles, du bois, ainsi que des déchets.

Au niveau global

Les polluants atmosphériques n'ont pas uniquement des effets négatifs sur l'homme et l'environnement, mais influencent aussi directement ou indirectement le climat.

Deux phénomènes principaux de pollution ont été mis en évidence à cette échelle :

- **Le « trou dans la couche d'ozone » :** la destruction de l'ozone stratosphérique est due à l'action de certains composés chimiques à base de chlore et de brome, tels que les chlorofluorocarbones (CFC) ou les bromures de méthyle (CH₃Br), résultant des activités humaines. Des mesures sont prises afin de réduire les émissions de telles substances dans l'air comme l'arrêt total de la production de CFC depuis 1994 (protocole de Montréal).
- **Le réchauffement ou dérèglement climatique** dû à l'augmentation des concentrations de Gaz à Effet de Serre. Au cours du XXe siècle, un réchauffement général de la planète de + 0,5°C a été observé. Si ce phénomène persiste et s'amplifie, le réchauffement de la planète pourrait entraîner la fonte totale des glaciers et une élévation du niveau moyen des mers.

Bibliographie

Air Breizh, Algues vertes et qualité de l'air : campagne de mesures sur la plage de la Grandville à hillion, 2008.

Air Breizh, Mesure de l'ammoniac à Lamballe, 2011.

Air Rhône-Alpes (2016), Mesures de l'ammoniac dans l'atmosphère – Mesure réalisées en 2015. ANSES, Elaboration de VTR aiguë, subchronique et chronique par voie respiratoire pour l'ammoniac, janvier 2018.

Atmo Occitanie, Surveillance permanente de l'ammoniac dans la zone industrielle de Malvésj, 2019.

INRA, L'ammoniac d'origine agricole : impacts sur la santé humaine et animale et sur le milieu naturel, INRA Prod. Anim., 2002, 15, 151-160.

OMS, Air quality guidelines for Europe, 2nd edition, 2000.

OMS, Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre, Mise à jour mondiale 2005, Synthèse de l'évaluation des risques, 2005.

Atmo Sud, Campagne de mesures de l'ammoniac dans la zone de Marseille saint-Menet, décembre 2018.

INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Ammoniac, 2012.

OMS IPCS (Organisation Mondiale de la Santé- International Programme on chemical Safety), Environmental Health Criteria n°54 : Ammonia, 1986.