www.atmo-bfc.org

Surveillance de la qualité de l'air à proximité du pôle industriel de Planoise

Etude 2018-2019

Niveau de détails
INITIÉS

Diffusion : Septembre 2019

Atmo Bourgogne-Franche-Comté
37 rue Battant 25 000 BESANÇON
Tél. : 03 81 25 06 60
contact@atmo-bfc.org

Communauté d'Agglomération du Grand Besançon

Atmo BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

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 : Karine LEFEVRE et Marie RISTORI

Validation du document : Anaïs DETOURNAY et Mathieu BOILLEAUT

Crédit visuels : © Antoine Bardelli – Atmo BFC

Sommaire

Cadre général de l'étude 8
1. Contexte de l'étude 8
2. Les polluants suivis 9
2.1. Les particules atmosphériques 9
2.2. Les oxydes d'azote 10
2.3. Le dioxyde de soufre (SO_2) 11
2.4. Le monoxyde de carbone (CO) 13
Campagne de mesures 14
1. Cadrage de la campagne 14
1.1. Choix des sites de mesures 14
1.2. Stratégie 15
2. Données météorologiques 17
3. Résultats de la campagne de mesures 18
3.1. Répartition des indices durant la campagne 18
3.2. Les particules PM10 18
3.3. Les particules fines PM2.5 21
3.4. Les oxydes d'azote : NO_2 et NO 23
4. Analyse des 2 pics sur la station « Sybert » 27
4.1. Pic du 21/01/2019 27
4.2. Pic du 21/02/2019 28
5. Recherche des sources des particules observées 29
5.1. Sources des particules 29
5.2. Fonctionnement de la chaufferie durant la campagne de mesures 32
5.3. Impact des chaufferies biomasse sur les teneurs en particules 33
Analyse par modélisation 35
1. Méthodologie 36
1.1. Étude de modélisation 36
1.1.1. Étude de la dispersion des panaches à long termes 36
1.1.2. Étude de la dispersion des panaches durant un épisode de pollution 36
1.2. Définition des paramètres de modélisation 36

1.2.1. Polluants modélisés 36
1.2.2. Effet des bâtiments, du relief et de l'occupation des sols 37
1.2.3. Mise en œuvre des calculs 37
1.3. Sources d'émissions prises en compte 37
1.4. Rappel sur les valeurs réglementaires 38
2. Résultats de modélisation 39
2.1. Descriptif météorologique 39
2.2. Cartographie des résultats 40
2.2.1. Exposition à long terme 40
2.2.2. Exposition à court terme 45
2.3. Cartographie des résultats 45
2.4. Analyse des résultats 50
2.4.1. Exposition à long terme 50
2.4.2. Exposition à court terme, impact des sources d'émissions lors d'un épisode de pollution hivernal 51
Conclusion 53
Glossaire 55
Annexes 56

Atmo Bourgogne-Franche-Comté, association agréée par le ministère en charge de l'environnement a pour mission d'intérêt général la surveillance de la qualité de l'air ambiant de la région, et l'information du public. Pour ce faire l'association dispose de stations fixes réparties sur l'ensemble du territoire régional. Pour compléter ce dispositif de surveillance Atmo Bourgogne-Franche-Comté mène également des campagnes de mesures ponctuelles grâce à des équipements mobiles.

Dans le cadre de ces missions, Atmo BFC en partenariat avec la CAGB (Communauté d'Agglomération du Grand Besancon) a réalisé une campagne à proximité du pôle industriel de Planoise sur la commune de Besançon. En effet, le secteur de Planoise, quartier fortement urbanisé est soumis à plusieurs activités potentiellement polluantes (zone industrielle, pôle énergétique, voies de circulations à fort trafic).

Cette étude a été divisée en deux parties. Dans un premier temps, une campagne de surveillance de la qualité de l'air a été conduite durant l'hiver 2018-2019, saison où les niveaux sont les plus élevés en particules et oxydes d'azote, soit de mi décembre à début mars.

Pour ce faire, 3 stations de mesures mobiles ont été installées sur le secteur, sous le panache du pôle énergétique, et en proximité directe de la rue de Dole. Différents polluants, caractéristiques des activités du pôle et du trafic routier, ont été suivis en continu : **les particules fines (PM10 et PM2,5), les oxydes d'azote (NO, NO_2, NOx).**

Les niveaux ont été comparés aux stations fixes de Besançon durant la même période, afin de vérifier si ces activités induisent un surcroit de pollution sur la zone de Planoise. Une des stations mobiles a également été équipée d'un aétholomètre afin de déterminer l'origine (trafic routier ou combustion de matière organique) des particules observées sur la zone d'étude.

Parallèlement, afin d'avoir une vision globale de l'impact du pôle énergétique, une étude de modélisation, à long et à court terme, a été réalisée. Les polluants ciblés ont été : **les particules fines (PM10), le dioxyde d'azote (NO_2), le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de soufre (SO_2).**

Pour l'approche à long terme, une année entière a été étudiée afin de suivre un panel de conditions météorologiques exhaustif. L'année 2018 a été choisie pour cette approche chronique.

Pour l'approche à court terme, l'étude de la dispersion des panaches a été réalisée durant un épisode de pollution. Cette estimation de la contribution du pôle énergétique lors de conditions météorologiques particulièrement propices à l'accumulation des polluants atmosphériques permet de prévoir les éventuels dépassements des seuils réglementaires. La simulation a été réalisée sur le dernier épisode significatif de pollution hivernale observé en Bourgogne-Franche-Comté, à savoir décembre 2016.

Le présent document détaille le bilan complet de cette étude, intégrant à la fois les résultats obtenus par la campagne de mesure et par modélisation.

Cadre général de l'étude

1. Contexte de l'étude

Les quartiers de Planoise et des Haut de Chazal sont équipés d'un réseau de chaleur représentant l'équivalent de près de 14 000 logements. Ce réseau de chaleur est alimenté par un pôle énergétique comprenant plusieurs sources :

- Une chaufferie biomasse pour 20 % des besoins, .
- Une usine de valorisation énergétique des déchets (U.V.E) pour 40%,
- Plusieurs chaudières au fioul lourd, charbon, gaz naturel et mixte fuel/gaz pour 40%. Ces chaudières servent d'installation d'écrêtage de pointe ou d'appoint en l'hiver.

Situé sur le secteur de Planoise, à proximité d'un importante zone d'habitation, du centre hospitalier des hauts de Chazal, et de plusieurs écoles, ce pôle est également voisin d'une importante voie de circulation, particulièrement fréquentée le soir et le matin : la rue de Dole (D673).

De ce fait, le secteur de Planoise est soumis à plusieurs activités potentiellement polluantes. Aussi, afin d'évaluer leur possible impact sur la qualité de l'air local, une importante étude, divisée en 2 phases, a été menée au cours des années 2018 et 2019.

La première phase a consisté en une campagne de mesures intensives, mise en place en partenariat avec la CAGB (propriétaire du pôle énergétique), et Atmo Bourgogne Franche-Comté (Association Agréée par le ministère en charge de l'environnement pour la Surveillance de la Qualité de l'Air en région Bourgogne-Franche-Comté) de mi-décembre 2018 à mars 2019.

Pour ce faire, 3 stations de mesures mobiles ont été installées sur le secteur, sous le panache du pôle énergétique, et en proximité directe de la rue de Dole. Différents polluants, caractéristiques des activités du pôle et le trafic routier, ont été suivis en continu :

- Les particules fines (PM10 et PM2,5) ;
- Les oxydes d'azote (NO, NO_2, NOx).

Les niveaux ont été comparés aux stations fixes de Besançon durant la même période.

La deuxième phase, menée en parallèle, a consisté en une importante étude de modélisation, visant à évaluer l'impact potentiel du pôle énergétique tout au long d'une année, de façon à évaluer l'exposition chronique des riverains aux émissions du site ; et en cas d'épisode de pollution, de façon à visualiser l'impact potentiel du site en cas d'exposition aigüe.

Outre les polluants visés dans la campagne de mesure (oxydes d'azotes et particules), cette étude a inclus deux polluants supplémentaires, pouvant être émis par ce type de pôle d'activité :

- Le dioxyde de soufre (SO_2) ;
- Le monoxyde de carbone (CO).

2. Les polluants suivis

2.1. Les particules atmosphériques

Impact des particules sur la santé et l'environnement

Les particules atmosphériques forment une famille de polluants complexes, et très diversifiée. Leurs sources dans l'environnement sont également diverses : phénomènes de combustion, trafic routier, chauffage, érosion des surfaces ou des sols, envol de poussière, ….

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. Elles peuvent également transporter des substances toxiques (métaux, HAP…) qui sont alors susceptibles de pénétrer dans le sang.

Pour cette raison, les particules sont classées en fonction de leur taille. On distingue ainsi les particules PM10, dont le diamètre est inférieur à 10 µm, et les particules PM2.5, dont le diamètre est inférieur à 2.5 µm.

Selon l'OMS, les particules fines accentuent les maladies respiratoires chroniques et aigües y compris l'asthme, ainsi que 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, ainsi que la pollution de l'air extérieur, comme cancérigène certain (groupe 1) pour l'homme.**

Elles ont également des effets de salissure sur les bâtiments et sur la végétation, dont elles limitent notamment la photosynthèse.

Réglementation

La réglementation en matière des particules PM 10 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.

Valeurs réglementaires	Application
Seuil d'information et de recommandation PM 10	50 µg/m^3 en moyenne sur 24 h
Seuil d'alerte PM 10	80 µg/m^3 en moyenne sur 24 h.
Valeurs limites PM 10	50 µg/m^3/jour à ne pas dépasser plus de 35 jours par an 40 µg/m^3 en moyenne annuelle
Valeurs limites PM 2,5	25 µg/m^3 en moyenne annuelle 20 µg/m^3 en moyenne annuelle à partir de 2020

Tableau 1 : Valeurs réglementaires relatives aux particules

Sources principales sur la zone d'après les inventaires d'émission

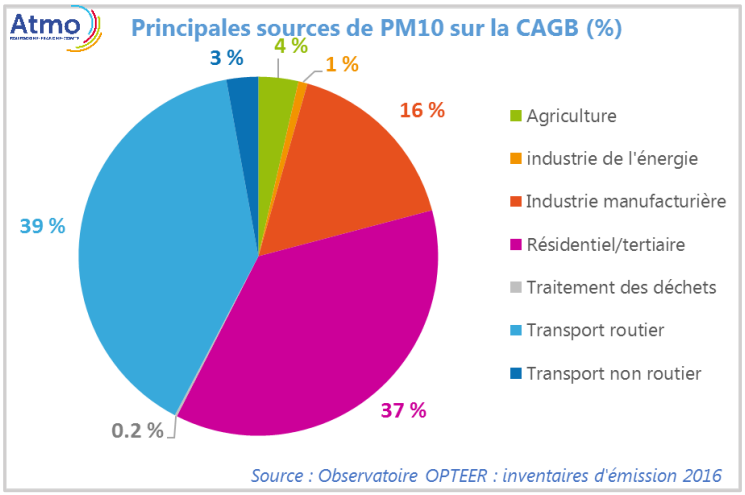


Figure 1 : Les émissions de particules sur la CAGB

Les particules peuvent être émises par différentes sources. Ainsi, sur la Communauté d'Agglomération du Grand Besançon les sources principales de particules PM10 sont le transport routier avec 39% des émissions et le secteur résidentiel/tertiaire, responsable de près de 37% des émissions. Ces particules sont notamment issues du chauffage résidentiel (dont le chauffage au bois). Le secteur industriel occupe la troisième place, avec 16% des émissions**. Avec respectivement 0,2% et 1%, le traitement des déchets et l'industrie de l'énergie ne sont que faiblement contributeurs aux émissions de particules sur ce secteur.**

2.2. Les oxydes d'azote

Impact des oxydes d'azote sur la santé et l'environnement

Les oxydes d'azote (NOx) forment une famille de polluant comprenant 2 membres principaux : le monoxyde d'azote (NO), le dioxyde d'azote (NO_2). Seul ce dernier composé est soumis à réglementation.

Les oxydes d'azote sont issus des phénomènes de combustion incomplète. Ils sont principalement associés au trafic routier (le NO est considéré comme un marqueur pour cette source), mais aussi au chauffage résidentiel ou aux activités industrielles.

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre jusqu'au plus fines ramifications pulmonaires et peut entrainer une altération des fonctions respiratoires. Dans l'environnement, le dioxyde d'azote participe au phénomène des pluies acides.

Réglementation

Il n'existe pas de réglementation pour le monoxyde d'azote. La réglementation en matière de dioxyde d'azote 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.

Valeurs réglementaires	Application
Seuils d'information et de recommandation	200 µg/m³/heure
Seuils d'alerte	400 µg/m³/heure ou 200 µg/m³/h sur 3 heures consécutives et sur plus de 2 jours consécutifs
Valeurs limites	200 µg/m³/h à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m³ en moyenne annuelle

Tableau 2 : Valeurs réglementaires relatives aux oxydes d'azote

Sources principales sur la zone d'après les inventaires d'émission

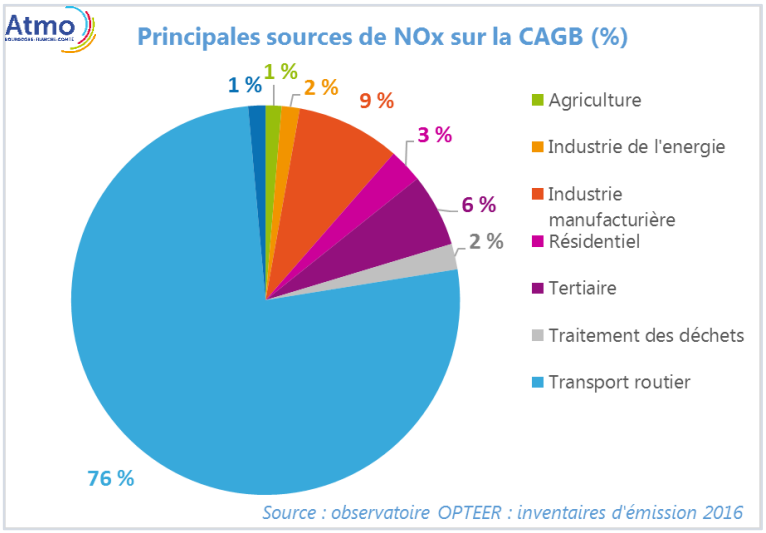


Figure 2 : Les émissions d'oxyde d'azote sur la CAGB

Les oxydes d'azote sont formés lors des processus de combustion, par réaction entre la matière brûlée et le diazote naturellement présent dans l'air. Le premier composé formé est le monoxyde d'azote (NO) qui se dégrade rapidement en dioxyde d'azote (NO_2) sous l'action des rayons du soleil et des oxydants de l'atmosphère.

Les oxydes d'azote dans leur globalité (NOx) sont considérés comme des marqueurs du trafic routier, ce dernier étant responsable de l'émission de la majeure partie de ce groupe de polluants. **Ainsi, sur la zone da CAGB, le trafic routier est responsable de près de 76% des NOx présents.** Les autres secteurs sont minoritaires dans la contribution de leurs émissions. **En particulier, le traitement des déchets et l'industrie de l'énergie ne représentent chacun que 2% des émissions, soit un total de 4% des émissions.**

2.3. Le dioxyde de soufre (SO_2)

Impact du SO_2 sur la santé et l'environnement

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant pour les muqueuses, la peau et les voies respiratoires supérieures. Il contribue directement aux phénomènes de « pluies acides », à la dégradation

de la pierre et des matériaux de nombreux bâtiments et peut également agir en synergie avec d'autres polluants notamment les particules en suspension (PM).

Réglementation

La réglementation en matière de dioxyde de soufre 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.

Valeurs réglementaires	Application
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m^3/heure
Seuil d'alerte	500 µg/m^3/heure sur 3 heures consécutives
Valeurs limites	350 µg/m^3/h à ne pas dépasser plus de 24 fois par an
	125 µg/m^3/jour à ne pas dépasser plus de 3 fois par an
Objectif de qualité	50 µg/m^3 en moyenne annuelle civile

Tableau 3 : Réglementation relative au dioxyde de soufre

Sources principales régionales d'après les inventaires d'émission

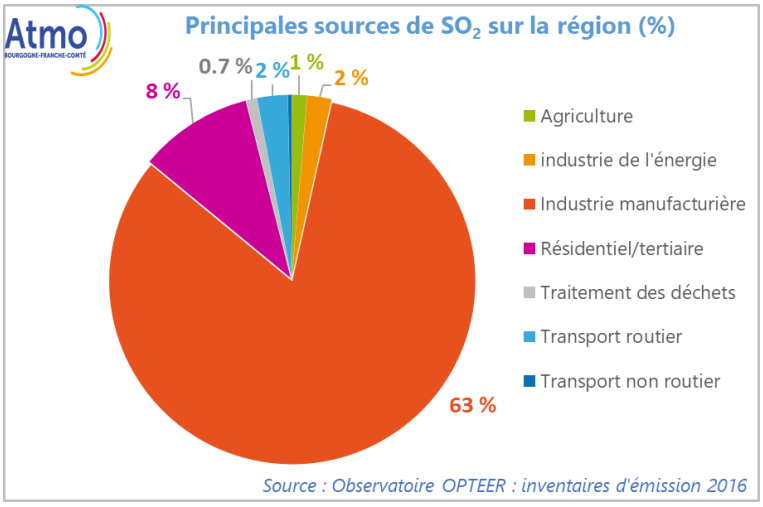


Figure 3 : Sources principales de SO_2 en Bourgogne-Franche-Comté

En raison des secrets statistiques, les émissions pour la CAGB ne sont pas fournies, les données régionales ont donc été reprises. En Bourgogne Franche Comté, la principale source de SO_2 pour l'année 2016 est **l'activité industrielle avec 63% des émissions,** les installations de combustions fossiles étant les principales contributrices. Les autres activités restent minoritaires. Le résidentiel/tertiaire (notamment le chauffage) représente 8% des émissions
Les mesures en dioxyde de soufre (SO_2) menées pendant de nombreuses années ont confirmé que sa présence en Bourgogne Franche-Comté n'était notable qu'à proximité des industries utilisant des produits soufrés.

Les données d'émissions sont basées sur de nombreux facteurs décrivant les caractéristiques et l'intensité des sources : type d'émetteur, d'activité, facteurs d'émissions, données météorologiques, etc. Les données présentées correspondent à des pourcentages de contribution ; ainsi, un secteur prédominant, affichant une contribution élevée, ne traduit pas forcément une importante quantité de polluant émise si le total des émissions est faible.

2.4. Le monoxyde de carbone (CO)

Impact du CO sur la santé et l'environnement

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz inodore, incolore et insipide, qui se forme lors de la combustion incomplète de matière organique (gaz, charbon, carburant, bois). Il peut être émis en grande quantité lors de feux de forêts, et de manière plus diffuse par les chaudières et moteurs thermiques.

Difficile à détecter car non irritant, il agit comme un gaz asphyxiant et toxique, qui prend la place de l'oxygène dans le sang. Présent en forte quantité, par exemple s'il s'accumule dans un espace confiné (logement), il peut s'avérer mortel en moins d'une heure. Il pose cependant moins de problème en air extérieur, puisque rapidement dilué dans l'atmosphère. On le considère comme un excellent traceur des pollutions d'origine humaine.

Réglementation

La réglementation en matière de monoxyde de carbone repose sur :

- La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur publiée le 21 mai 2008 ;
- Le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air.

Valeurs réglementaires	Application
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg/m^3 (soit 10 000 µg/m^3) pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h

Tableau 4 : Réglementation relative au monoxyde de carbone

Campagne de mesures

1. Cadrage de la campagne

1.1. Choix des sites de mesures

Une étude de modélisation menée par Atmo Franche Comté en 2016 a permis de définir précisément les zones potentiellement impactées par les émissions du pôle énergétique. Dans le cadre de cette étude, la recherche de site a été menée uniquement dans le panache des installations et sous les vents dominants. Après visite sur le terrain, 3 sites ont été retenus :

- Sur le parking de l'entreprise Enedis, rue Thomas Edison, à distance des installations- Site 1) ;
- Sur le parking du Sybert, à proximité directe du pôle énergétique (Site 2) ;
- Dans la cour de l'école primaire Ile de France, dans le quartier de Planoise, à proximité de la population. Cette station est située également à 110 m de la rue de Dole, à fort trafic (Site 3).

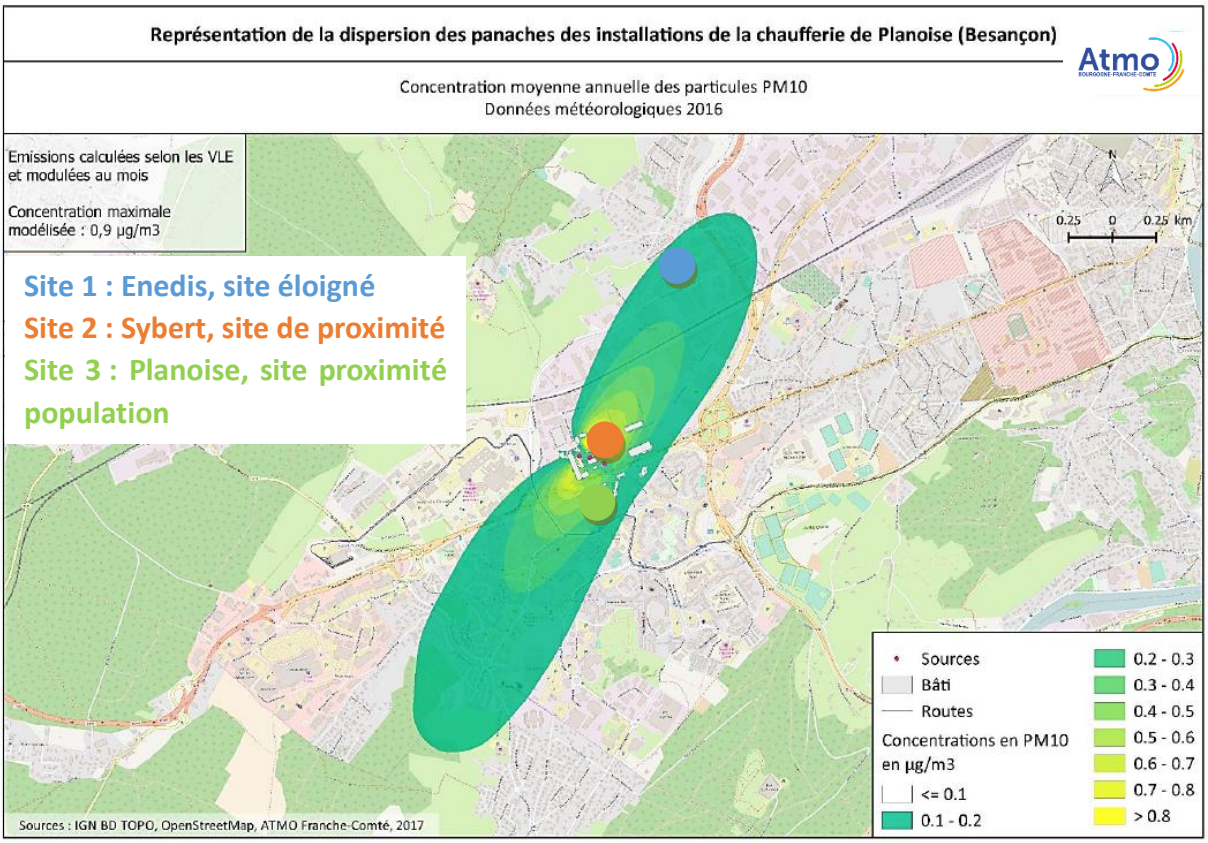


Figure 4 : Localisation des moyens mobiles par rapport au panache du pôle énergétique

Figure 5 : Localisation des moyens mobiles

Sont mesurés en continu sur les 3 stations mobiles :

- Les particules PM 10
- Les oxydes d'azote (NO_2, NO, NOx)

La station « Sybert » est également équipée d'un appareil de mesures PM2,5 et d'un aétholomètre. Cet analyseur de nouvelle génération permet de mesurer la composition des suies atmosphériques issues de la combustion d'origine fossile ou biomassique.

1.2. Stratégie

Afin d'effectuer des mesures dans les conditions les plus favorables à ce type d'étude, la campagne de mesure a eu lieu en période hivernale. En effet, c'est en cette saison que les niveaux de particules et d'oxydes d'azote sont généralement les plus élevés, du fait d'un nombre plus important de sources d'émission (notamment le chauffage résidentiel) ; mais aussi parce que les conditions météorologiques sont généralement les plus propices à

l'accumulation de ces polluants. Les mesures ont débuté en mi-décembre 2018 pour s'achever en mars 2019.

Les résultats ont été comparés aux stations du réseau de mesures d'Atmo-BFC, implantées en dehors de l'influence du pôle énergétique :

- La station urbaine « Prévoyance » : située rue de la Prévoyance, elle est représentative de l'air respiré par la majorité des habitants de l'agglomération.
- La station trafic « Mégevand » : située rue Mégevand au centre ville de Besançon. Cette station est représentative des zones soumises à une forte circulation urbaine. Sa topologie en canyon (rue étroite bordée de part et d'autre de batiments) est favorable à l'accumulation des polluants.

Une présentation détaillée de ces stations figure en annexe.

Figure 6 : Station fixe Prévoyance

Figure 7 : Station fixe Mégevand

Les mesures des particules et des oxydes d'azotes (NO, NO_2) issues des stations mobiles et fixes sont diffusées sous couvert de notre accréditation COFRAC (portée n°1-6406 disponible sur le site www.cofrac.fr).

2. Données météorologiques

Les données météorologiques sont issues de la station Météo France de Besançon.

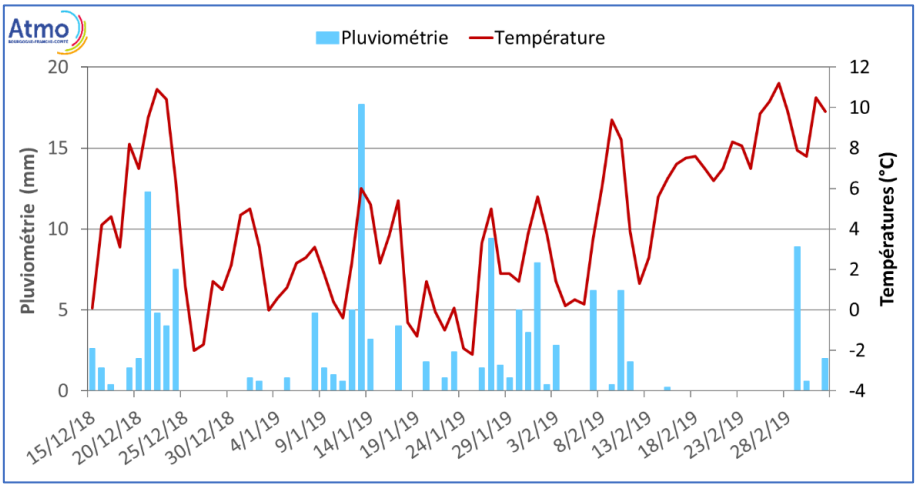


Figure 8 : Conditions météorologiques durant la campagne de mesure

La température moyenne avec 4,1 °C a été supérieure à la normale. Les températures ont été douces pour la saison en particulier fin février où les températures journalières ont dépassé les 10 °C. La journée la plus froide a été enregistrée le 25 janvier avec -2,2°C et la température maximale le 22 février, avec 11°C.

La pluviométrie, avec un cumul de 140 mm, a été inférieure à la normale. Bien que faible elle a été régulière durant toute la campagne. Le maximum a été observé le 13 janvier avec 18 mm. 2 périodes sans pluie ont été observées : la semaine entre noël et nouvel an ainsi que la dernière quinzaine de février (du 12 au 28 février). La répartition a été la suivante :

- 36 mm la deuxième quinzaine de décembre,
- 57 mm en janvier,
- 37 mm en février et début mars.

Les vents dominants ont été de secteur Sud-Ouest. Les vents ont été faibles ; les vents nuls (<1m/s) ont représenté près de 44% des vents alors que les vents forts (> 6 m/s), seulement 2%.
La direction des vents a eu tendance à diriger les panaches vers les stations mobiles « Sybert » et « Enedis ». La station de mesure « Planoise » s'est rarement trouvée sous le panache de la rue de Dole ou du pôle énergétique.

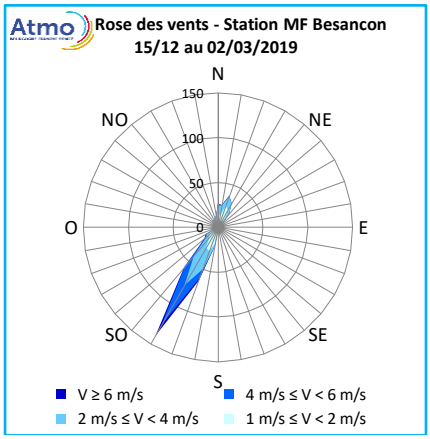


Figure 9 : Provenance des vents durant la campagne

Les conditions météorologiques, avec des températures douces, une pluviométrie inférieure à la normale bien que régulière et des vents faibles ont été peu assez peu propices à la mesure des polluants.

3. Résultats de la campagne de mesures

3.1. Répartition des indices durant la campagne

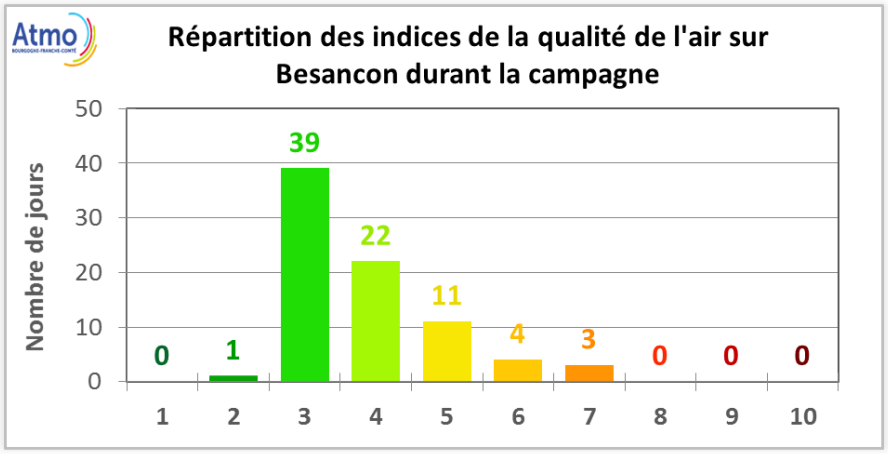


Figure 10 : Répartition des indices durant la campagne de mesure

Malgré la période hivernale les indices de la qualité de l'air sur Besançon ont été majoritairement « bon » durant la campagne de mesures. 78% des indices ont été compris entre « très bon à bon » (1 à 4 sur une échelle de 10). 22 % des indices ont été « moyen à mauvais » avec des indices compris entre 5 et 7, soit 18 jours. Aucune journée n'a présenté une mauvaise qualité de l'air.

En effet, aucun épisode de pollution n'a eu lieu durant l'hiver 2018-2019.

3.2. Les particules PM10

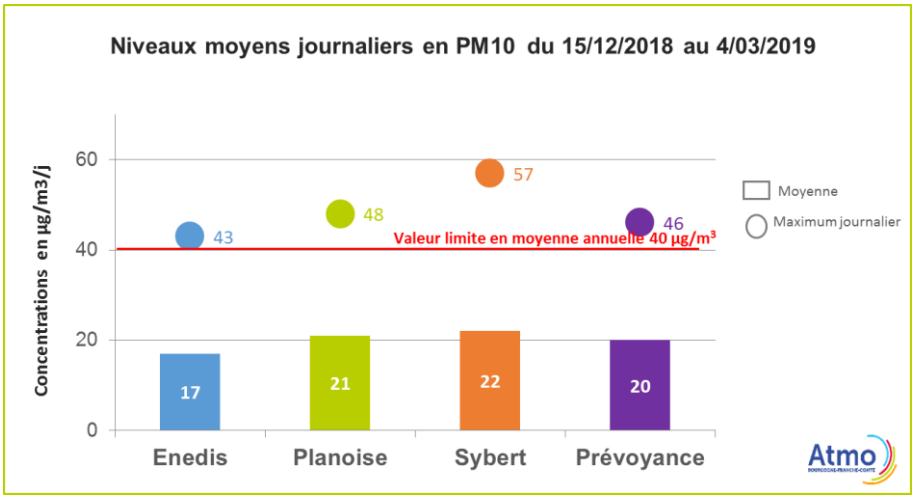


Figure 8 : Données générales en PM 10

Des niveaux moyens relativement homogènes ont été observés entre les différents sites. Les niveaux sont compris entre 17 et 22 µg/m^3, avec le minimum observé sur la station « Enedis ». **Ces niveaux moyens sont inférieurs à la limite réglementaire fixée à 40 µg/m^3.**

Le niveau moyen à proximité de la chaufferie est comparable à celui de la station urbaine de Prévoyance.

Les variations sont plus sensibles sur les moyennes journalières maximales. Le maximum journalier est observé sur la station « Sybert » avec 57 µg/m^3, le 21 janvier.

Respect de la valeur limite pour la santé humaine

Dans le cadre de la protection de la santé humaine, il convient de ne pas dépasser plus de 35 jours par an la moyenne journalière en PM 10 de 50 µg/m^3.

La campagne de mesures a été effectuée lors de la période de l'année où les concentrations les plus fortes en particules sont observées, donc par conséquent alors que le nombre de jours de dépassement de la valeur limite est susceptible d'être le plus élevé.

Figure 12 : Respect de la limite réglementaire

Seule la station « Sybert » a observé deux dépassements du seuil de 50 µg/m^3/j lors de la campagne de mesures :

- Le 21/01/2019 avec 57 µg/m^3 pour 46 µg/m^3 observés sur « Prévoyance »
- Le 21/02/2019 avec 53 µg/m^3 pour 45 µg/m^3 observés sur « Prévoyance ».

A ces dates, les autres stations ont présenté des niveaux élevés mais qui sont restés inférieurs au seuil réglementaire.

Évolution des concentrations en particules PM10

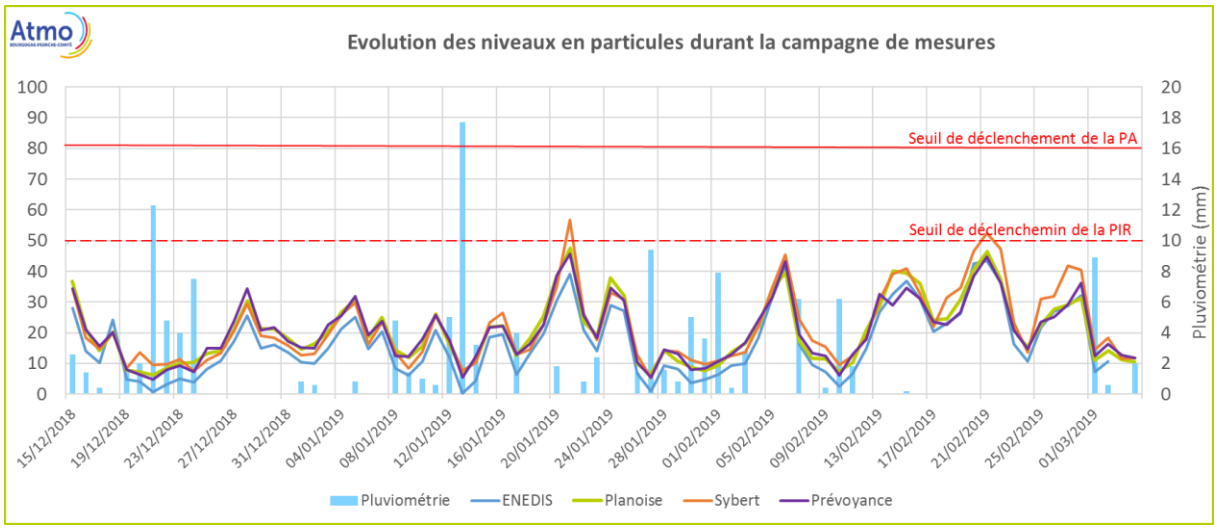


Figure 13 : Profil journalier des PM 10 selon la campagne de mesures

Les stations présentent des profils comparables durant toute la période de mesures. Les niveaux fluctuent peu entre les différentes stations. La station « Enedis » présente le profil le plus bas et la station « Sybert » présente quelques pics ponctuels. Son niveau est légèrement plus élevé en fin de période de suivi (entre le 14 février et le 1er mars). L'arrivée de la pluie à cette date permet de retrouver des niveaux superposables aux autres stations.

Les niveaux les plus faibles quelle que soit la station de mesures sont observés lors des journées de pluie.

Profil journalier des PM10

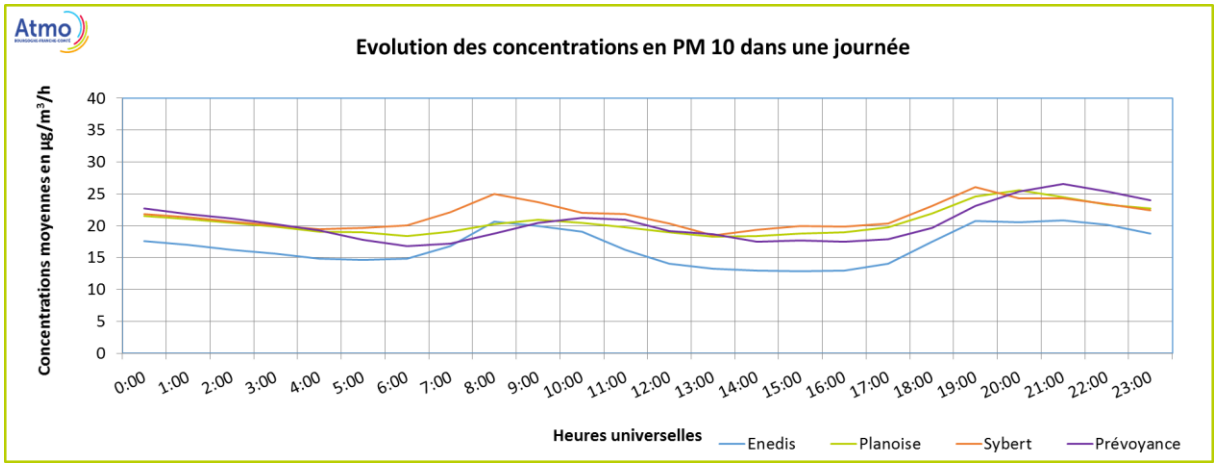


Figure 14 : Evolution des niveaux en PM 10 selon les heures de la journée

Les profils sont comparables entre les stations, à l'exception de la station « Enedis » qui présente des niveaux plus faibles quelle que soit la période de la journée. Les niveaux présentent de faibles variations tout au long de la journée, ils sont compris entre 13 et 26 µg/m^3. Les niveaux restant élevés le soir et la nuit. Leur source principale est donc vraisemblablement liée au chauffage résidentiel. Un léger pic est visible au matin, sur le coup de 9h, révélant la présence potentielle de particules issues du trafic routier. Ce pic parait plus

prononcé sur la station « Sybert ». Il peut être dû à la circulation des camions vers le site, ou simplement au trafic normal de la rue de Dole, le site de mesure étant sous le panache de la route tout au long de la campagne. Des mesures sur de plus longues périodes seraient nécessaires pour trancher sur ce point.

3.3. Les particules fines PM2.5

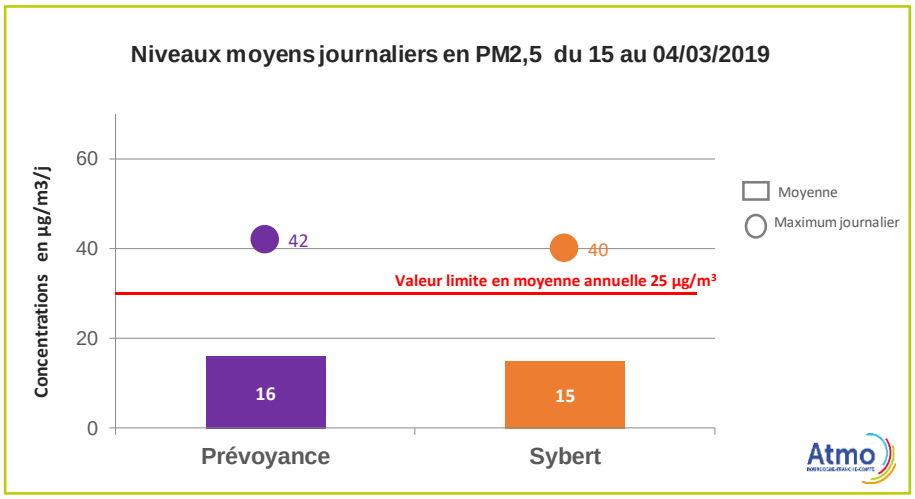


Figure 15 : Données générales en PM 2,5

Le moyen mobile « Sybert » avec 15 µg/m^3 présente une moyenne comparable à la station urbaine « Prévoyance » avec 16 µg/m^3. Le maximal journalier a été observé sur Prévoyance le 21 janvier avec 42 µg/m^3 **Les niveaux sont inférieurs à la moyenne annuelle réglementaire fixée à 25 µg/m^3.**

Evolution des concentrations en particules PM2,5

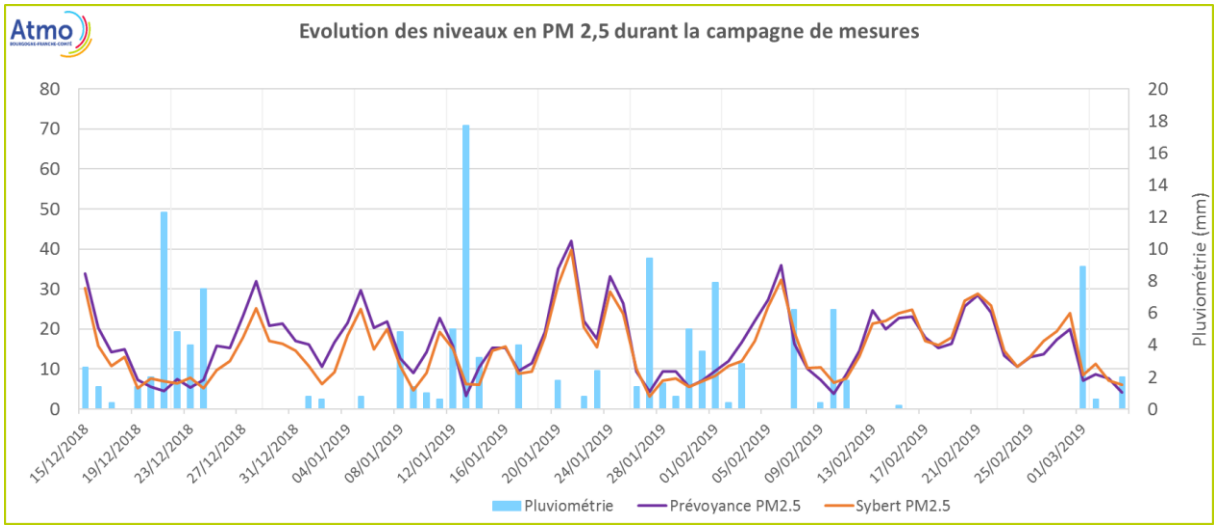


Figure 16 : Profil journalier des PM2,5 durant la campagne de mesures

Comme pour les particules PM10, les profils sont comparables entre les 2 stations de mesures. Les niveaux sont légèrement plus élevés sur Prévoyance mais la différence n'est pas significative. Les niveaux les plus bas sont observés les jours de pluie.

Profil journalier des particules PM 2,5

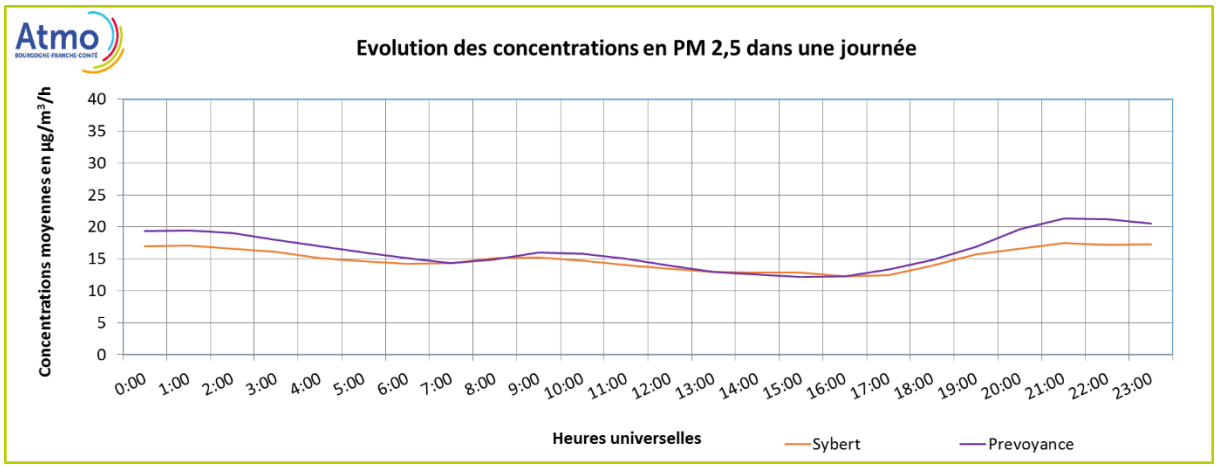


Figure 17 : Evolution des niveaux en PM 2,5 selon les heures de la journée

Les niveaux sont compris entre 12 et 18 µg/m^3 sur la station « Sybert » et 14 et 21 µg/m^3 sur la station urbaine de Prévoyance.

Les profils sont comparables entre les 2 stations. Sur « Prévoyance », secteur fortement résidentiel non alimenté par le réseau de chaleur, on observe une hausse plus importante des niveaux en fin de journée et pendant la nuit traduisant la présence de particules liées au chauffage résidentiel.

Si, cette hausse des niveaux est également visible sur la station « Sybert », elle est moins prononcée, et les teneurs sont légèrement inférieures aux niveaux observés à « Prévoyance ». Ceci peut être dû au plus faible nombre de logements pourvu d'un système de chauffage individuel au bois, étant donné l'existence du réseau de chaleur.

La concentration en particules dans l'atmosphère dépend beaucoup des conditions météorologiques et activités humaines qui y sont associés. En effet, les sources principales d'émissions de particules sont les activités de combustion liées au chauffage et au trafic routier, sources plus importantes en hiver. Il existe donc une importante variabilité des émissions en fonction des saisons.

Ainsi les niveaux les plus élevés sont observés en hiver, lors de la période de chauffe et lorsque les conditions météorologiques sont favorables à leur accumulation (conditions anticycloniques…).

Pour les particules, les niveaux moyens sont comparables entre les stations sous influence du pôle énergétique et celle en dehors de son influence. Ces niveaux respectent les niveaux réglementaires.

3.4. Les oxydes d'azote : NO_2 et NO

Suivi du dioxyde d'azote (NO_2)

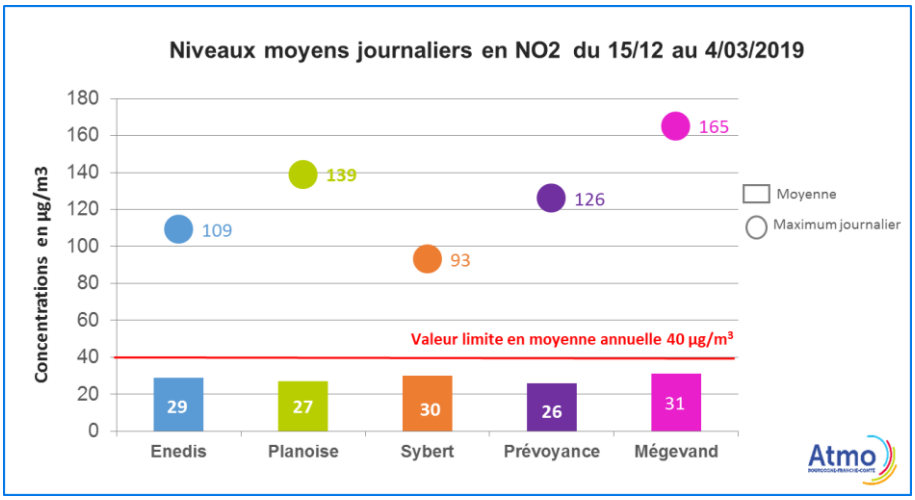


Figure 18 : Données générales en NO_2 durant la campagne

Les concentrations moyennes horaires en dioxyde d'azote observent des niveaux légèrement plus élevés sur les stations en position trafic (« Mégevand ») que sur les stations de typologie urbaine. **Les niveaux moyens sont compris entre 26 et 31 µg/m³ et respectent la limite réglementaire fixée à 40 µg/m³.**

La station urbaine « Prévoyance » et la station « Planoise » présentent les moyennes les plus faibles avec respectivement 26 et 27 µg/m³. La station trafic « Mégevand » enregistre la moyenne la plus élevée avec 31 µg/m³. Le maximum horaire est observé sur la station « Mégevand » avec 165 µg/m³ le 14 février à 18 h.

La rose des vents durant la période de mesure, en provenance principalement du Sud-Ouest, peut expliquer le niveau plus bas observé sur « Planoise », alors qu'elle est également influencée par la rue de Dole à fort trafic ; ce site ne s'étant pas trouvé sous les panaches d'émission de la route comme du pôle énergétique au cours de la campagne.

Le seuil d'alerte fixé à 200 µg/m³/h n'a pas été dépassé sur aucune des stations.

Comme les particules, le NO_2 est plutôt un polluant « hivernal », produit essentiellement par le trafic routier. Les niveaux maximaux sont observés l'hiver en raison également des conditions météorologiques favorables à leur accumulation.

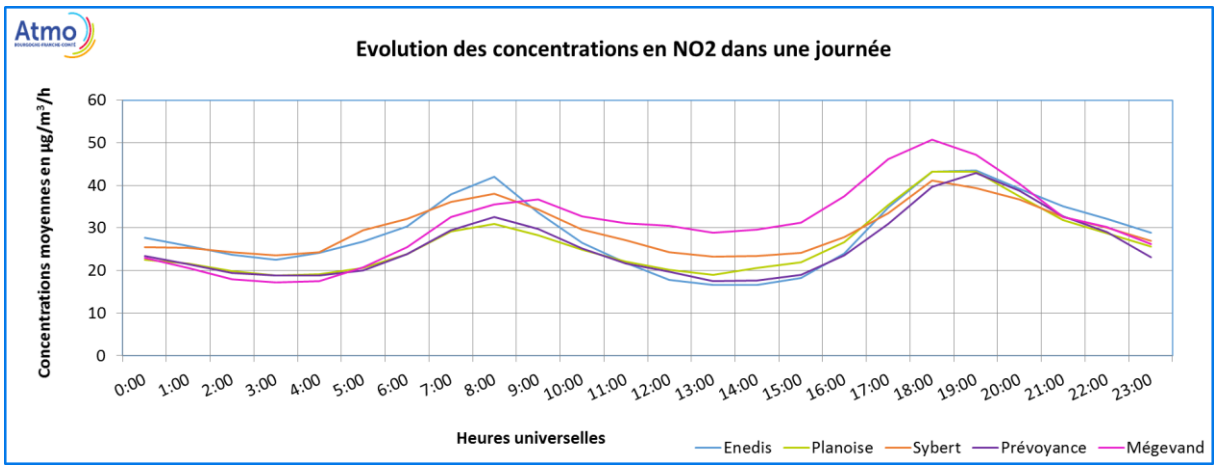


Figure 19 : Evolution des niveaux en NO_2 durant la journée

Les profils horaires journaliers en NO_2 enregistrés sur les différents sites sont comparables. Deux pics caractéristiques des heures de pointe du trafic routier, le matin, entre 8 h et 10h et le soir entre 18h et 20h (+1 h par rapport H.U). Ces pics correspondent au trajet travail-domicile. Ils sont identifiés sur chacune des stations. Le pic est légèrement plus élevé le soir que le matin et les niveaux ont tendance à baisser pendant la nuit

Les niveaux les plus élevés sont observés sur la station « Mégevand » de typologie trafic. Sur cette station, les niveaux restent plus élevés toute la journée, en lien également avec la topographie de la rue qui a tendance à accumuler les polluants.

A la différence des particules, sur cette zone, la source d'émissions des NO_2 est bien liée au trafic plutôt qu'au chauffage.

Suivi du monoxyde d'azote (NO) :

Les concentrations moyennes en monoxyde d'azote NO, polluant caractéristique des émissions trafic, sont plus importantes sur les stations à proximité d'axes à circulation importante. La station urbaine « Prévoyance » présente la moyenne minimale avec 9 µg/m^3. La station « Enedis », avec 20 µg/m^3 présente un niveau plus élevé ainsi qu'une concentration maximale plus forte avec 384 µg/m^3 en raison de la présence du parking et de la sortie de garage en proximité direct de la station mobile.

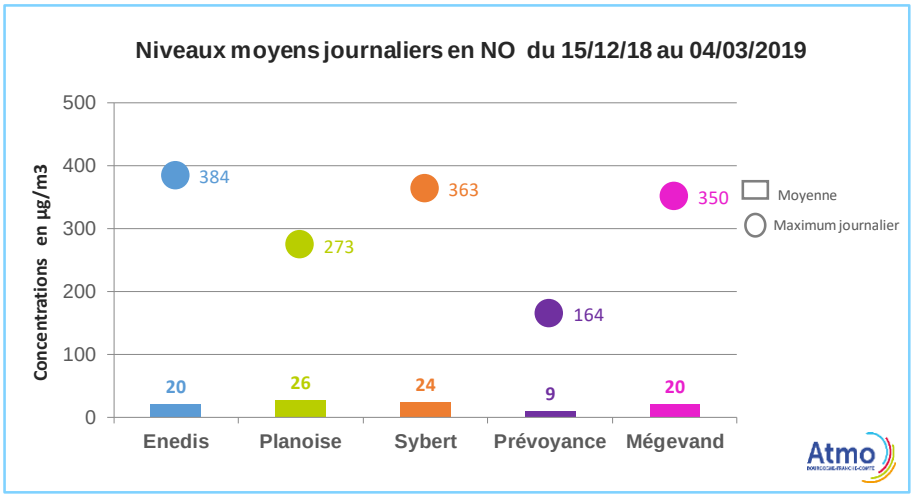


Figure 20 : Niveaux moyens en NO

Les autres stations, proches des axes de circulations présentent des moyennes plus importantes, comprises entre 20 et 26 µg/m^3. La concentration maximale est observée sur « Mégevand » avec 350 µg/m^3, le 14 février à 19h.

Lors de la concentration maximale sur « Sybert », le 6 février à 9h, les deux autres stations mobiles présentent également des niveaux élevés (379 µg/m^3 sur « Enedis » et 195 µg/m^3 sur « Planoise ») alors que les stations fixes de Prévoyance et Mégevand présentent respectivement 87 µg/m^3 et 75 µg/m^3. Il s'agit donc d'un phénomène local, n'impactant pas le reste du périmètre.

A noter que ce polluant n'est pas réglementé en air ambiant, il n'est donc pas possible de comparer ces niveaux aux seuils réglementaires.

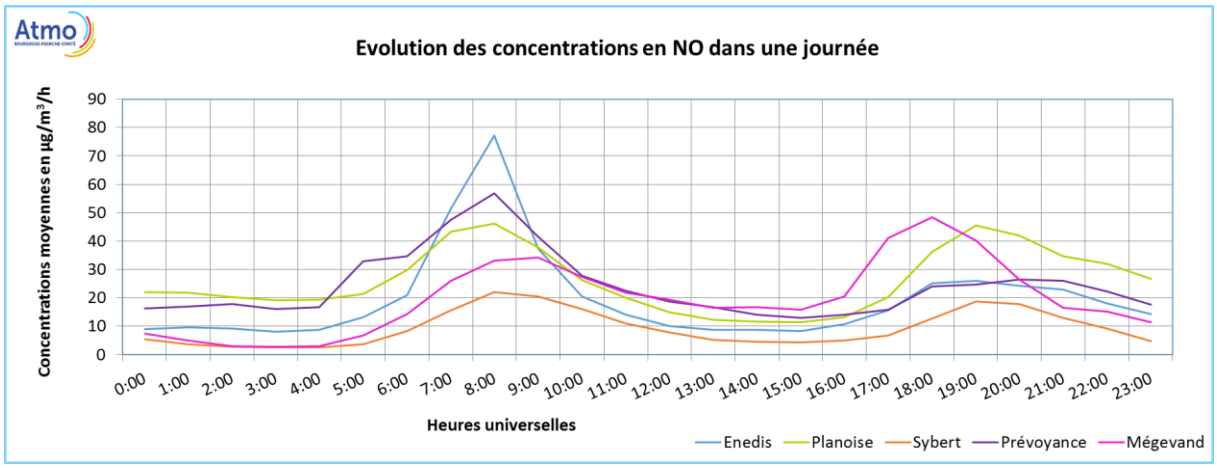


Figure 21 : Evolution des concentrations en NO dans une journée

Les stations mobiles présentent des concentrations horaires plus fortes que la station urbaine de Prévoyance. L'évolution des niveaux relevés sur ces stations sont caractéristiques des émissions en lien avec le trafic routier, avec un pic matinal important entre 9h et 10h, et un pic dans la soirée, entre 18h et 20h (+1 h par rapport à H.U). Le pic du soir est plus faible que celui du matin.

Les niveaux plus importants relevés tout au long de la journée sur les sites « Sybert » et « Planoise » témoignent d'une circulation et activité industrielle plus intense sur cette zone. En journée ils sont comparables à ceux observés sur la station « Mégevand ».

Rapport NO/NO_2

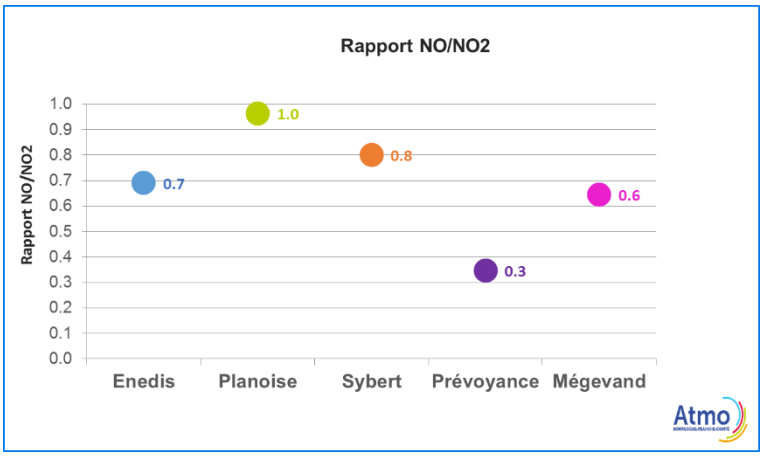


Figure 22 : Rapport NO/NO_2

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

Le rapport des concentrations NO/NO_2 constitue de fait un bon marqueur du caractère trafic des sites de mesures. En effet, plus le rapport NO/NO_2 est proche de 1, plus la distance entre la source (le trafic en l'absence d'autres facteurs d'influence) et le site est faible.

Le rapport calculé pour la station urbaine de Prévoyance est le plus faible. Il est caractéristique d'une influence urbaine**.** Au contraire, les stations mobiles de « Planoise » et « Sybert » présentent des rapports plus élevés, montrant un plus grand impact de la source trafic pour ces deux polluants. La station « Enedis » présente un rapport plus faible, mais toujours suffisamment élevé pour montrer une caractérisation trafic du site.

Les stations « Sybert » et « Planoise » présentent des niveaux plus élevés en NO_2 et NO que la station urbaine de Prévoyance. Toutefois les valeurs réglementaires ont été respectées durant toute la campagne de mesures. La source de ces polluants serait principalement le trafic routier.

4. Analyse des 2 pics sur la station « Sybert »

La station « Sybert » a observé lors de la campagne de mesures 2 dépassements du seuil réglementaire de 50 µg/m^3/j, à la différence des autres stations de mesures. Pour rappel ce niveau ne doit pas être dépassé plus de 35 fois par an.

4.1. Pic du 21/01/2019

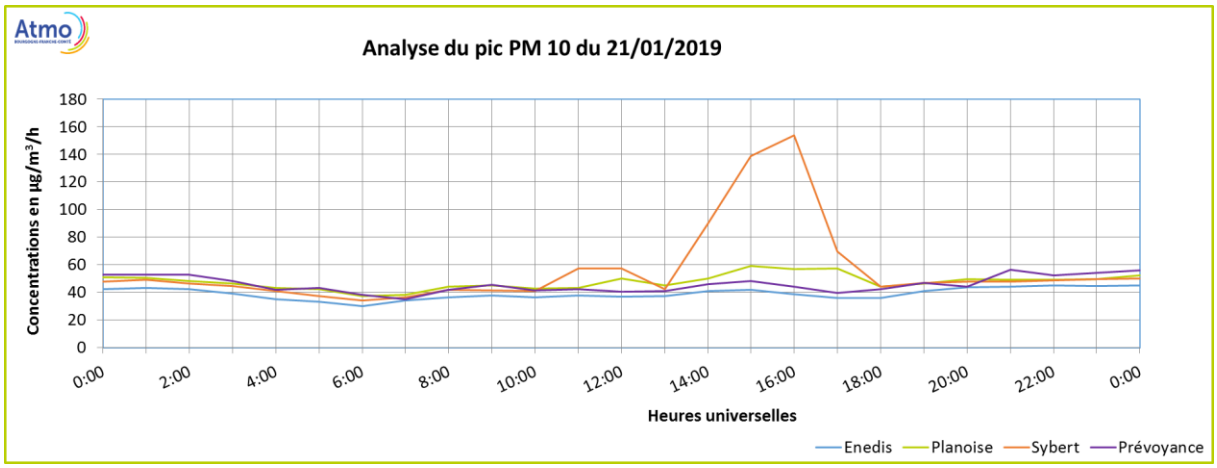


Figure 23 : Évolution des concentrations en PM durant la journée du 21 janvier 2019

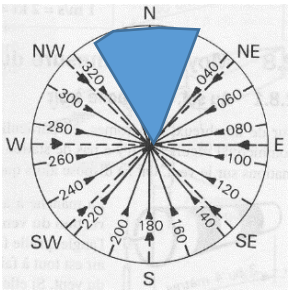


Figure 9 : Rose des vents

Lors de la hausse des niveaux entre 14h et 18h, la provenance du vent est d'origine nord (20°, 330°,350°).

Durant cette journée les niveaux sont élevés et comparables sur l'ensemble des stations (moyenne supérieure à 40 µg/m^3). La station « Sybert » présente, par rapport aux autres stations, une légère augmentation des niveaux entre 10h et 13 h puis un pic qui dure toute l'après-midi de 14h à 18h (+1h par rapport à H.U). Le maximum est observé à 17 h à 154 µg/m^3/h. Dans une bien moindre mesure, une légère hausse est également observée sur la station « Planoise ». La hausse des niveaux semble donc incomber aux activités locales. L'origine des vents durant cette période, en provenance de secteur Nord (20°, 330°, 350°), exclut un possible impact des activités de la chaufferie, celle-ci étant située au sud de la station de mesure. Il s'agirait donc plutôt **de l'impact d'une activité présente sur le site industriel situé au nord, et à proximité de la station Sybert.**

En effet lorsque l'on compare le rapport PM 2,5/PM10 durant cette journée, on observe pour la station urbaine de Prévoyance un ratio moyen de 0,9 avec une faible variation horaire. La station « Sybert », présente pour cette même journée un ratio moyen de 0,8 avec toutefois

pour les heures correspondant au pic un ratio beaucoup plus faible compris entre 0,4 et 0,6 non observable sur la station Prévoyance.

Sur les 2 stations le ratio moyen proche de 1 indique une concentration élevée en PM2,5 par rapport au PM10. **La variation du ratio durant la phase du pic indique également un changement d'origine des particules (concentration en PM 10 supérieure aux PM2,5), avec l'apparition de particules de grosse taille (PM10), seulement visibles au niveau du site « Sybert ».**

La plateforme de stockage des plaquettes forestières pourrait correspondre, compte tenu de sa position et de son activité ce jour-là (informations retransmises par les exploitants du site). Pour autant, des mouvements ont également été observés d'autres jours qui n'ont pas entrainé de hausse significative des concentrations. Par ailleurs d'autres activités sont également présentes sur la zone industrielle. Il est donc difficile de conclure sur l'origine exacte de ce pic.

4.2. Pic du 21/02/2019

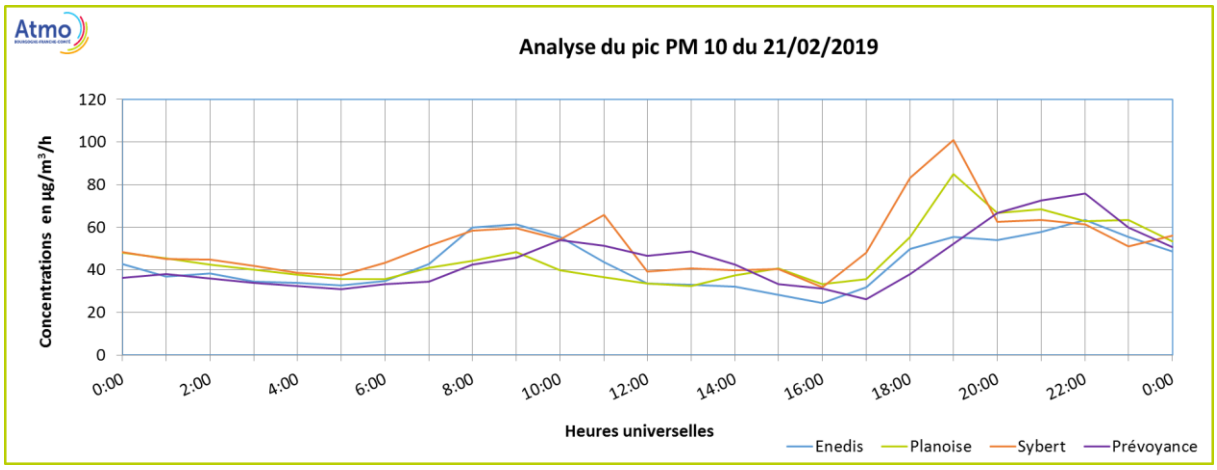


Figure 25 : Evolution des concentrations en PM durant la journée du 21 février 2019

Durant cette journée toutes les stations ont présenté des niveaux élevés (supérieur à 40 µg/m^3). Ce second pic présente un profil différent du premier**. La hausse des niveaux est observée en début de soirée, de 19 h à 21 h (+1 h par rapport à H.U.) sur l'ensemble des stations mobiles** avec un niveau plus important sur la station « Sybert ». La hausse est plus faible que celle du 1er pic, le niveau maximal est observé à 20 h avec 101 µg/m^3. La station urbaine de Prévoyance présente également une hausse de ces niveaux mais de manière décalée. Durant ce pic, aucun vent n'est observé.

Durant ce second pic, le ratio moyen PM2,5/PM10 est plus faible sur les 2 stations. Il est de 0,6 avec des niveaux compris entre 0,4 et 0,9 sur chacune d'elle correspondant à un niveau plus important de PM10 par rapport aux PM2,5. **Cette proportion plus importante de PM 10, en lien avec les conditions météorologiques (condition anticycloniques, absence de vent, de pluie), semble indiquer une hausse liée à une accumulation des particules et une mauvaise dispersion des polluants sur la zone**. Lors de cette journée les températures ont été clémentes l'après-midi (16°C à 15h) puis se sont rafraichies en début de soirée (6°C à 20 h) entrainant une hausse du chauffage en fin d'après-midi ainsi qu'une hausse des niveaux en particules toute la soirée avec un niveau maximum observé sur la station de Prévoyance à

23 h avec 76 µg/m^3. Le maintien de ces niveaux élevés s'explique par la présence d'une inversion thermique (cf. annexe). Celle-ci se forme en général en fin de journée, formant un « couvercle » à basse altitude, réduisant le volume d'air « disponible » pour diluer les polluants. La rupture d'inversion, quand elle se produit, n'a lieu que le matin suivant, lorsque le rayonnement solaire permet un peu de brassage d'air.

Ainsi des niveaux élevés ont été observés ce même jour sur d'autres stations du réseau de mesures (Dole avec 51µg/m^3, Chalon avec 54µg/m^3 pour 45µg/m^3 sur Prévoyance).

5. Recherche des sources des particules observées

5.1. Sources des particules

L'aethalomètre AE33 est un analyseur de nouvelle génération qui permet de mesurer le « carbone suie » ou « black carbon », une fraction des particules PM2,5. A partir de ces données, l'appareil permet en outre d'identifier précisément les suies issues de la combustion de biomasse et de matières fossiles. Ces fractions peuvent ensuite être extrapolées pour estimer les concentrations de particules PM10 attribuables à ces deux familles de sources.

Lors de la campagne de mesure, un appareil de ce type a été installé dans la station mobile « Sybert », afin de tenter d'estimer la part des particules provenant du trafic routier, de la combustion biomasse (combustion de bois ou de matière organique), ou issues d'autres type de sources.

Analyse des niveaux de Black Carbon (BC)

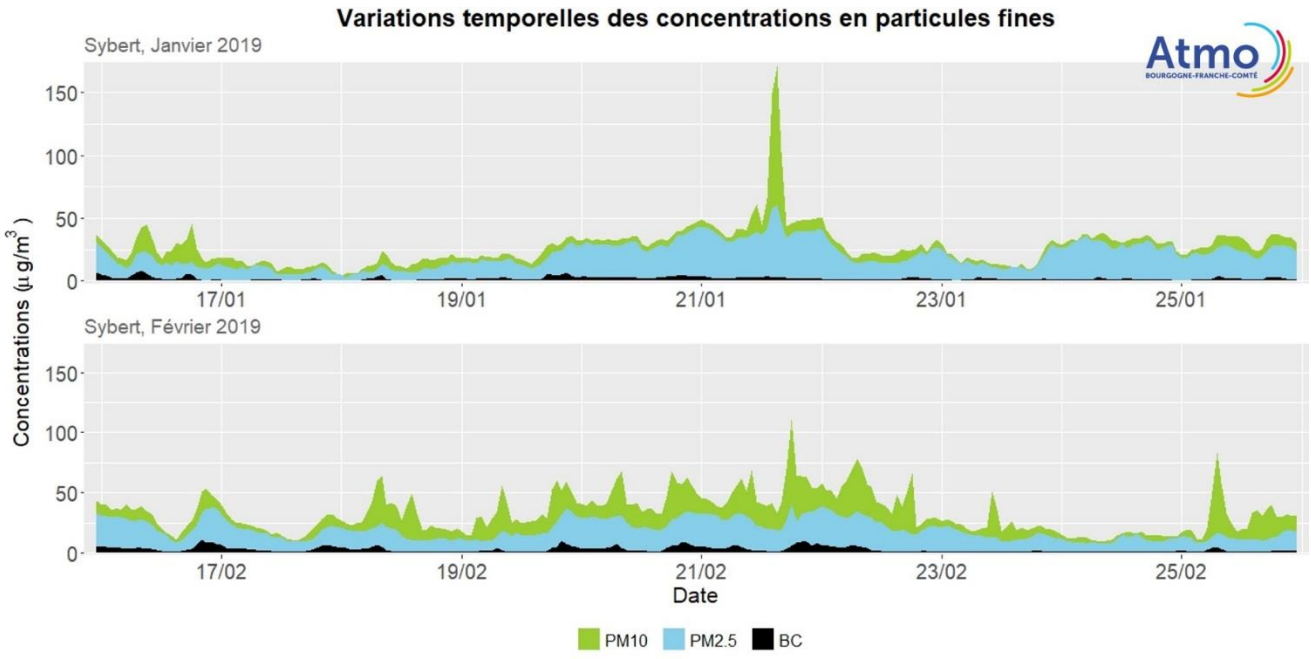


Figure 26 : Evolution des niveaux en particules selon leur catégorie

Les profils observés entre janvier et février sont différents. En janvier, le faible écart entre les niveaux en particules PM2,5 et PM10 indique des particules principalement de petites taille, « jeunes », n'ayant séjourné que peu de temps dans l'air, et vraisemblablement produites localement.

Par ailleurs, cette période montre une faible proportion de suies (BC) par rapport aux concentrations en particules. Ceci peut être le signe d'une dilution rapide des particules issues de combustion (trafic routier ou combustion de biomasse), qui ne représentent alors qu'une faible portion des particules présentes.

A noter : le pic observé le 21 janvier est détaillé dans le paragraphe précédent ne coïncide pas avec un pic de suie. Par ailleurs, l'élévation des niveaux de PM10 est plus important que celle des PM2.5. Nous avons donc affaire à des particules de grosse taille (PM10), émises de façon ponctuelle, et ne résultant pas de phénomènes de combustion.

En février, la part de PM 10 augmente par rapport à celle des PM2,5, traduisant une accumulation locale des particules, et leur non dispersion dans l'atmosphère en lien avec les conditions météorologiques. Cette accumulation a entrainé le 21 février, un dépassement du seuil des 50µg/m^3 sur la station « Sybert ».

On observe également une hausse des concentrations en suie durant cette période liée en partie à une augmentation des particules issues de phénomènes de combustion.

Sources principales de particules selon l'aethalomètre

Il est possible à partir données de l'aethalomètre, d'utiliser des coefficients permettant de calculer les concentrations en particules PM10 issues de la combustion de biomasse, de la combustion de matière fossile, ou d'autres sources. Cependant, ces valeurs doivent être considérées avec soin. En effet, l'incertitude associée aux coefficients de conversion moyens utilisés pour ce calcul reste élevée. Seule une analyse de la composition chimique des particules permettrait d'obtenir un coefficient précis.

Par conséquent, les graphes 26 et 27 présentés ci-après ont été élaborés à partir de ces calculs.

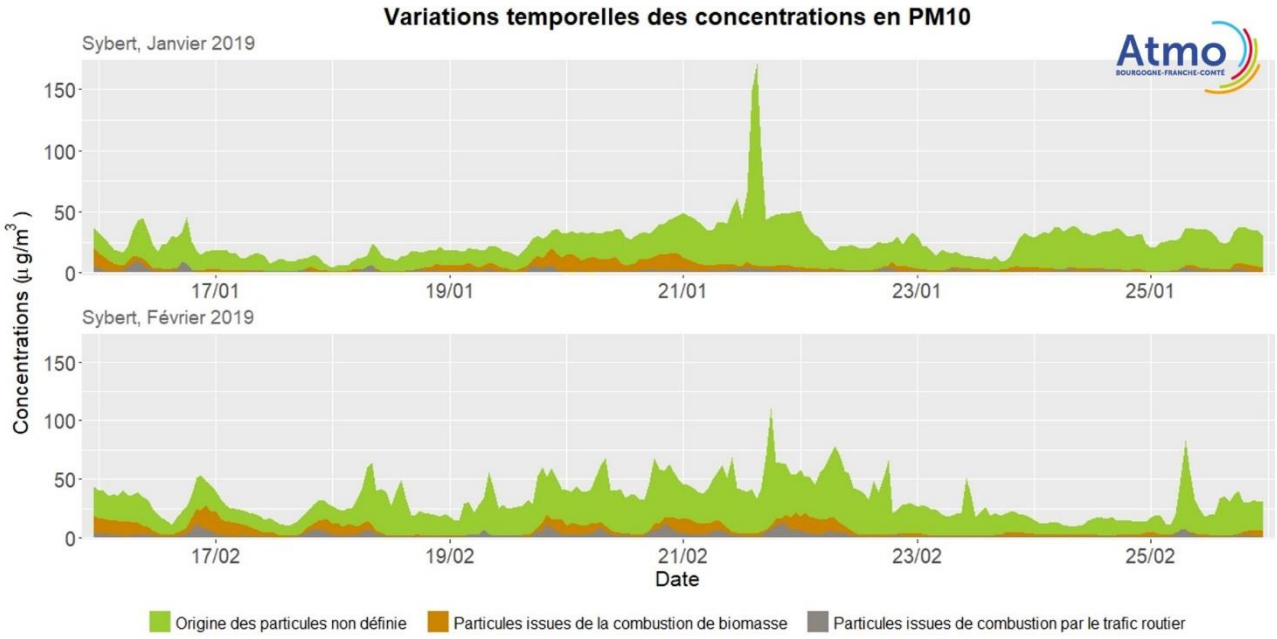


Figure 27 : Estimation des sources principales de particules PM10 calculées à partir des données de l'aéthalomètre

Ces analyses montrent que les particules issues des phénomènes de combustion (trafic routier ou combustion de biomasse) ne représentent, sur la zone, qu'une faible portion des sources de particules. Si de légères variations peuvent être observées de façon ponctuelles, les contributions de ces sources sont cependant restées comparables sur l'ensemble de la campagne de mesure. Ainsi, comme le montre la figure 27 :

- 20% à 21 %, respectivement en janvier et février, des PM10 sont issues de la combustion de biomasse,
- 7% à 8% des particules PM10 sont issues du trafic routier,
- 73% à 71 % restants sont liés à d'autre sources, ne pouvant être identifiées par l'aethalomètre.

Nous pouvons donc conclure à une relative stabilité de la composition des sources de particules sur ce secteur, au cours de la campagne.

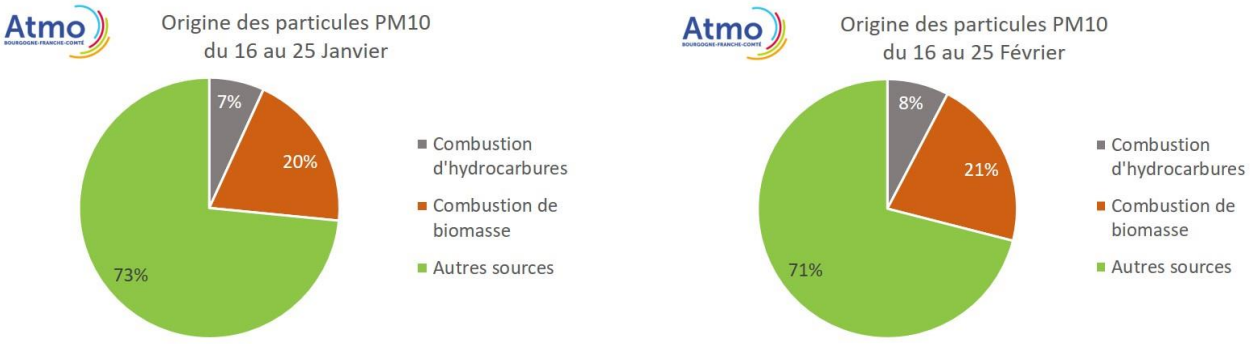


Figure 28 : Répartition de l'origine des particules

Au regard des données fournies par l'aethalomètre, les particules issues de la combustion de la biomasse et de la combustion liée au trafic restent faibles par rapport aux autres sources présentes sur le secteur de Planoise.

5.2. Fonctionnement de la chaufferie durant la campagne de mesures

Chaufferies	G1	G5	G6	G7	G8	G9	G4	fours UIOM	
Combustible	**Fioul lourd**	**Gaz**	**Bois**	**Bois**	**Bois**	**Gaz Naturel**	**Charbon**	**L3**	**L4**
			Heure de fonctionnement					**% fonctionnement**	
décembre à partir du 15	37	3 min	306	298	365	218	0	16%	74%
Janvier	7	41	450	532	439	378	0	85%	65%
Février	0	16	349	162	294	144	0	98%	58%
Mars jusqu'au 12	0	0	161	187	197	0	0	0%	100%
TOTAL HEURES Tx fonction[t]	**44**	**57**	**1266**	**1179**	**1295**	**740**	**0**	**50%**	**74%**
fonctionnement le 21/01/2019	non	non	14h02	17h42	16h56	13h34	0	24h	24 h
fonctionnement le 21/02/2019	non	non	12h45	non	12h36	3h09	0	24h	24 h

Tableau 5 : Heures de fonctionnement de la chaufferie de Planoise durant la campagne

Durant la campagne de mesures,

- Les 3 générateurs biomasses (G6, G7, G8) ont fonctionné en priorité,
- Le générateur au gaz naturel (G9) a fonctionné en complément,
- Les générateurs G1 au fioul lourd et G5 au gaz ont fonctionné de manière sporadique,
- Le générateur G4 au charbon n'a pas fonctionné,
- Les deux fours de l'UIOM n'ont pas fonctionné de manière régulière durant la campagne de mesures en raison d'un certain nombre d'incidents sur les 2 lignes engendrant un taux de fonctionnement moyen de 50% pour la ligne 3 et 74% pour la ligne 4. Pour autant, au moins une des 2 lignes fonctionnait chaque jour.

L'émission de particules au niveau de la chaufferie de Planoise durant la campagne de mesures est liée principalement aux **3 générateurs biomasse** et **aux lignes de l'incinérateur**, la combustion de gaz naturel n'émettant pas de particules et les autres chaudières n'ayant pas fonctionné. L'incinérateur ayant fonctionné chaque jour, il n'a pas été possible de distinguer l'impact spécifique de celui-ci sur les niveaux en particules.

5.3. Impact des chaufferies biomasse sur les teneurs en particules

Les plages horaires ont été discriminées en fonction de l'activité de la chaufferie biomasse pour des orientations de vent favorables à la mesure de ses émissions sur la station « Sybert » (entre 200 et 230°N). Le tableau 4 ci-après présente les concentrations moyennes en particules observées sur la station « Sybert, alors que celle-ci se trouve sous les panaches de l'incinérateur lorsque :

- Les générateurs biomasse n'ont pas fonctionné de façon significative (chaufferie faiblement ou non active).
- Au moins deux des générateurs biomasse a fonctionné plus de 12h/jour, (chaufferie active)

	Chaufferie biomasse faiblement ou non active	Chaufferie biomasse active
Provenance des vents	**200-230°**	**200-230°**
Nb de plages horaires	220	382
PM2,5 en µg/m³	**10**	**11**
PM10 en µg/m³	**15**	**16**
PM10 issues du trafic routier en µg/m³	0.94	0.98
PM10 issues de la combustion de biomasse en µg/m³	1.8	**2.2**

Tableau 6 : Concentrations moyennes en particules fines (µg/m³)

Les résultats observés attestent que la hausse des concentrations de PM10 liées au trafic routier est très faible entre les 2 scénarios. Compte tenu des incertitudes de mesures, on peut considérer que les niveaux sont comparables et témoignent d'une fiabilité du scénario étudié.

A contrario, on observe une hausse relative des concentrations atmosphériques en PM10 issues de la combustion de biomasse lorsque la chaufferie est active. Ainsi, l'augmentation générée peut potentiellement être mise sur le compte de la combustion de la biomasse par les générateurs 6, 7 et 8. Cependant, malgré une hausse des PM10 issues des phénomènes de combustion de 22% entre les 2 scénarios (augmentation de 1,8 à 2,2 µg/m³), les concentrations des particules totales n'augmentent que de 1 µg/m³ aussi bien pour les PM10 et les PM2,5. Ces résultats sont cohérents avec l'inventaire des émissions qui indique une contribution faible des industries d'énergie comme celle des traitements des déchets dans le pourcentage global des émissions au niveau de la CAGB.

Au regard des résultats obtenus, on peut considérer que la chaufferie biomasse n'a pas d'impact significatif sur les niveaux en particules PM10 et PM2,5.

Ce résultat est conforté par une comparaison des profils effectuée durant deux journées types avec deux orientations de vents opposées, une en direction de la plateforme « Sybert » et l'autre vers la station « Planoise ». Les comparaisons ont été réalisées durant 2 journées sans pluie, avec au moins 2 chaudières biomasse en fonctionnement ainsi qu'une ligne de l'incinérateur.

Au vu des profils, présentés en annexe, il apparait que la chaufferie émet bien des particules toutefois l'impact est limité.

Il n'a pas été observé d'impact significatif de la chaufferie sur les niveaux en particules PM10 et PM 2.5 durant la campagne de mesures.

Analyse par modélisation

Le pôle énergétique de Planoise à Besançon a pour activité principale la combustion de bois, charbon, gaz naturel, fuel lourd en vue du chauffage et la production d'eau chaude de la zone urbaine de Planoise et des Hauts du Chazal. Il dessert, en particulier, les établissements prioritaires, le Centre Hospitalier Universitaire et la Polyclinique de Franche-Comté. La chaleur produite est distribuée via un réseau de près de 20 km.

Il est constitué des installations suivantes :

- Une chaudière biomasse (générateur G6) d'une puissance de 6 MW, base du chauffage,
- Une chaudière biomasse (générateur G7) d'une puissance de 8 MW, base du chauffage,
- Une chaudière biomasse (générateur G8) d'une puissance de 8 MW, base du chauffage,
- Une chaudière (générateur G1) d'une puissance de 23,3 MW fonctionnant au fuel lourd et servant d'installation d'écrêtage des pointes,
- Une chaudière (générateur G4) d'une puissance de 23,3 MW fonctionnant au charbon et servant d'installation d'appoint en hiver,
- Une chaudière mixte (générateur G5) d'une puissance de 10,5 MW fonctionnant au fuel lourd ou au gaz naturel et servant d'installation d'écrêtage des pointes,
- Une chaudière (générateur G9) d'une puissance de 19 MW fonctionnant au gaz naturel et servant d'installation d'appoint.
- Deux lignes de l'UVE (usine de valorisation énergétique des déchets) d'une puissance thermique maximale de 18,752 MW.
- Une centrale de cogénération par turbine à gaz d'une puissance thermique nominale de 34,67 MW.
- La chaudière de secours (générateur G3) d'une puissance de 52 MW fonctionnant au fuel lourd n'est pas prise en compte dans cette étude.

L'objectif de cette étude de modélisation est de déterminer l'impact du cumul des émissions issues des neuf générateurs décrits ci-dessus sur la qualité de l'air environnante. Cette étude dresse en conséquence un bilan des résultats de modélisation sous forme de cartographies pour les polluants suivants : particules PM10 (particules en suspension dans l'air de diamètre inférieur à 10 µm), dioxyde d'azote (NO_2), monoxyde de carbone (CO), et dioxyde de soufre (SO_2).

1. Méthodologie

1.1. Étude de modélisation

Afin d'avoir la vision la plus globale de l'impact des installations industrielles, nous avons réalisé deux études de modélisation avec des paramètres temporels différents.

1.1.1. Étude de la dispersion des panaches à long terme

Afin de considérer un panel de conditions météorologiques le plus exhaustif possible et d'avoir une approche chronique de l'exposition, une simulation a été effectuée sur une année complète, soit 8760 heures. Les résultats de cette simulation ont été agrégés pour caractériser la répartition moyenne des panaches dans l'atmosphère sur l'année choisie. L'étude a été réalisée sur l'année 2018.

1.1.2. Étude de la dispersion des panaches durant un épisode de pollution

Une simulation sur un épisode particulier de pollution a également été réalisée dans le but d'avoir une connaissance sur la répartition des concentrations en période de fonctionnement des sources d'émissions et de conditions météorologiques particulièrement propices à l'accumulation des polluants atmosphériques. L'objectif de cette modélisation est d'estimer la contribution maximale des sources lors de leur fonctionnement et de prévoir d'éventuels dépassements des valeurs réglementaires.

La simulation a été réalisée sur le dernier épisode de pollution hivernale significatif observé en Bourgogne-Franche-Comté durant le mois de décembre 2016.

1.2. Définition des paramètres de modélisation

1.2.1. Polluants modélisés

Étant donné la nature des sources modélisées, à savoir des chaudières bois, charbon, gaz naturel, fuel lourd, deux lignes UVE et une centrale de cogénération, l'étude de la dispersion des panaches a été réalisée sur le dioxyde d'azote (NO_2), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO_2) et sur les particules PM10 (particules en suspension dans l'air de diamètre inférieur à 10 µm). Pour le dioxyde d'azote, les émissions en sortie de cheminée n'étant connues précisément qu'en oxydes d'azote (NOx), nous avons donc :

- Modélisé la dispersion des oxydes d'azote,
- Appliqué un ratio NO_2/NOx de 60% afin de transformer les concentrations de NOx en NO_2.

Ce ratio de 60%, basé sur notre connaissance et les mesures réalisées sur la Franche-Comté, correspond à la situation d'équilibre chimique dans l'atmosphère entre les molécules de monoxyde d'azote (NO) et de NO_2 constituant les NOx.

1.2.2. Effet des bâtiments, du relief et de l'occupation des sols

Le relief et l'occupation des sols de la zone ainsi que les bâtiments aux alentours d'une cheminée peuvent avoir un effet important sur la dispersion d'un panache et peuvent engendrer des zones d'accumulation des polluants au niveau du sol. Les modélisations réalisées autour du pôle énergétique de Planoise ont pris en compte cet effet en intégrant la topographie des reliefs avoisinants, l'occupation des sols et la géométrie des bâtiments les plus significatifs à proximité des cheminées.

1.2.3. Mise en œuvre des calculs

Les calculs de modélisation ont été réalisés grâce au logiciel ADMS. Reconnu mondialement, il permet de modéliser la dispersion des polluants émis dans l'atmosphère par tout type de sources, notamment ponctuelles. ADMS intègre en effet un modèle spécifique pour les sources ponctuelles, comme les cheminées industrielles, qui calcule intégralement la trajectoire des panaches émis à partir des vitesses d'éjection et des températures de rejet.

1.3. Sources d'émissions prises en compte

Sur la base des spécifications techniques des installations et des valeurs limites d'émissions (VLE) associées à chaque source, les niveaux instantanés de NO_X, PM10, CO et SO_2 en sortie de cheminées ont été estimés. Ces émissions ont été pondérées afin d'intégrer les variations temporelles de fonctionnement, détaillées par chaufferie dans le tableau suivant. Par défaut, les périodes ainsi que les taux de fonctionnement utilisés dans cette étude de modélisation sont maximisés, afin de représenter une situation maximaliste en terme d'émissions.

Les sources ponctuelles intégrées dans l'étude de modélisation sont les suivantes :

	Variations temporelles des émissions	Méthode d'estimation des émissions en sortie de cheminée
G1	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 28 février	VLE
G4	Pas de fonctionnement	VLE
G5 Fuel	Pas de fonctionnement	VLE
G5 Gaz	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 28 février et du 1 avril au 31 mai	VLE
G6	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 31 mai et du 1 octobre au 31 décembre	VLE
G7-	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 31 décembre	VLE
G8	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 31 mai et du 1 novembre au 31 décembre	VLE
G9	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 30 juin et du 1 décembre au 31 décembre	VLE
Cogénération	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 31 janvier	VLE
UVE	Fonctionnement à 100% du 01 janvier au 31 décembre	VLE

Tableau 5 : Description des sources d'émissions prises en compte dans l'étude de modélisation (Source : ENGIE Réseau)

La carte suivante représente la situation géographique de chacune des sources citées :

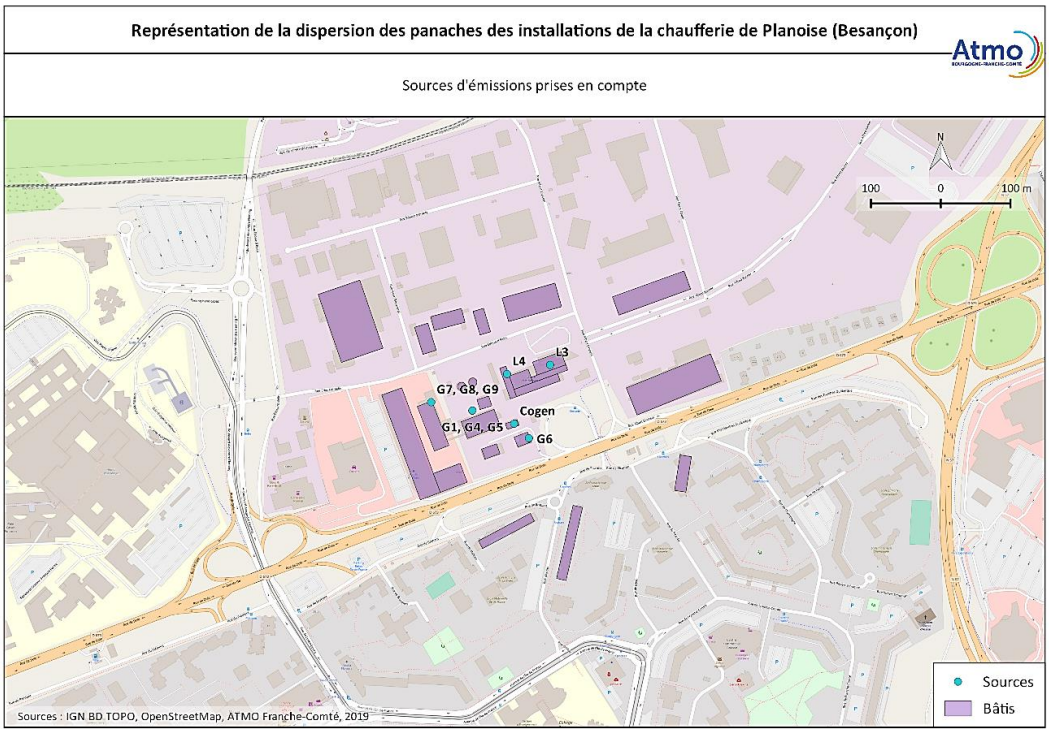


Figure 29 : Carte de localisation des différentes cheminées du pôle énergétique

1.4. Rappel des valeurs réglementaires

Dans cette étude, afin d'évaluer l'impact des sources d'émissions sur les niveaux d'exposition, nous les avons comparées aux valeurs réglementaires en air ambiant :

	Polluant	Valeur	Exposition	Domaine
Valeur limite	NO_2	**40 µg/m³** en moyenne annuelle	Long terme Pollution de fond	Protection de la santé
	CO	**10 mg/m³** (10 000 µg/m³) en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h		
	PM10	**40 µg/m³** en moyenne annuelle		
Objectif de qualité	SO_2	**50 µg/m³** en moyenne annuelle		
Seuil d'information et de recommandation à la population	NO_2	**200 µg/m³** sur 1 heure	Court terme Pics de pollution	
	PM10	**50 µg/m³** en moyenne sur 24h		
	SO_2	**300 µg/m³** en moyenne sur 1h		

Tableau 5 : valeurs réglementaires

2. Résultats de modélisation

2.1. Descriptif météorologique

La modélisation de la dispersion atmosphérique nécessite la connaissance de différents paramètres météorologiques permettant de déterminer la stabilité de l'atmosphère et le mouvement des masses d'air. Les données de la station Météo France de Besançon ont été utilisées pour les calculs.

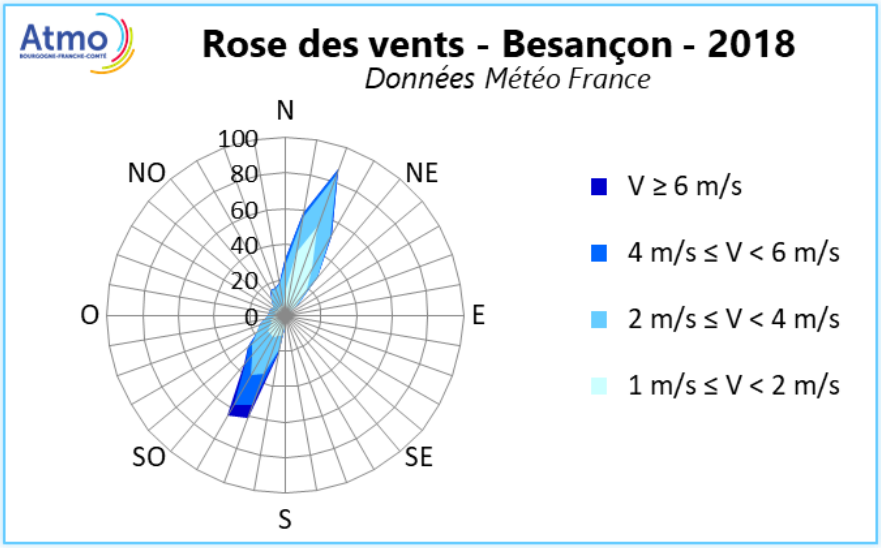


Figure 109 : Rose des vents – Besançon 2018

Sur la station météorologique de Besançon, la provenance des vents durant l'année 2018 a été majoritairement des secteurs **Sud-Sud-Ouest et Nord-Nord-Est. Les vents ont été relativement faibles,** avec 34 % de vents nuls (< 1 m/s) et 58 % de vents faibles (< 4 m/s). Les vents forts (> 6 m/s) ont représenté moins de 2% des vents observés. La vitesse moyenne des vents sur l'année 2016 à Besançon a été de 1,5 m/s.

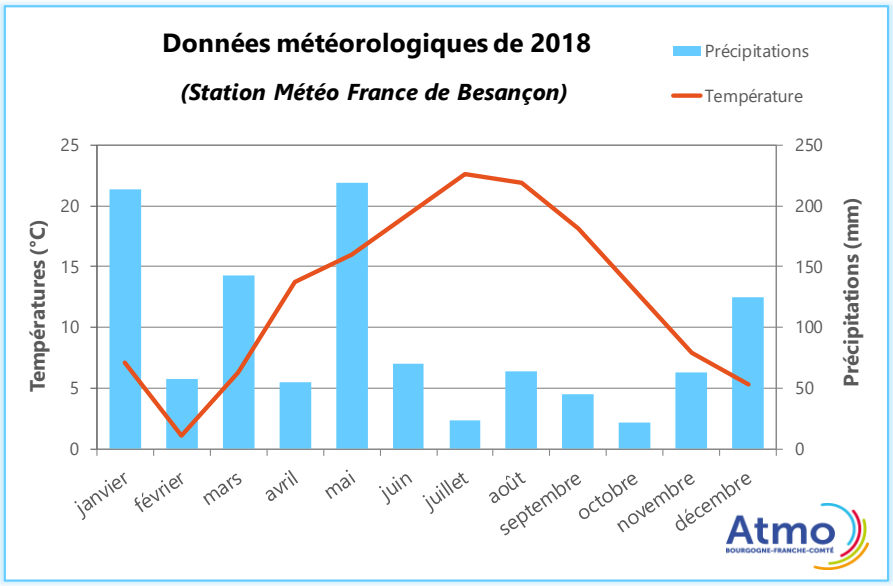


Figure 30 : Températures et précipitations 2018 – Besançon

L'année 2018, sur la station météorologique de Besançon, se caractérise par une pluviométrie contrastée et globalement déficitaire (- 7,5% par rapport à la normale). En effet, d'une manière générale les précipitations ont été abondantes au premier semestre puis très déficitaires au second semestre par rapport à la normale.

Les températures, quant à elles, ont connu une évolution typique au cours de cette année 2018. À noter qu'une période exceptionnelle de forte chaleur a été observée sur la région durant les mois de juillet et aout.

Les conditions climatiques moyennes de l'année 2018 n'ont pas été favorables à l'accumulation des polluants atmosphériques, particulièrement lors du premier semestre.

2.2. Cartographie des résultats

2.2.1. Exposition à long terme

Les cartes suivantes représentent la dispersion des moyennes annuelles en dioxyde d'azote (NO_2), particules de diamètre inférieur ou égal à 10 µm (PM10), dioxyde de soufre (SO_2), monoxyde de carbone (CO) issues uniquement des sources énoncées ci-dessus. **Les conditions de fond observées sur Besançon ne sont pas intégrées dans les calculs de modélisation.**

Il est important de rappeler que les émissions de chaque source ont été modulées afin d'intégrer leurs variations temporelles de fonctionnement (détail précisé dans le tableau 1). De plus, ces cartes sont issues d'une simulation numérique et non de mesures.

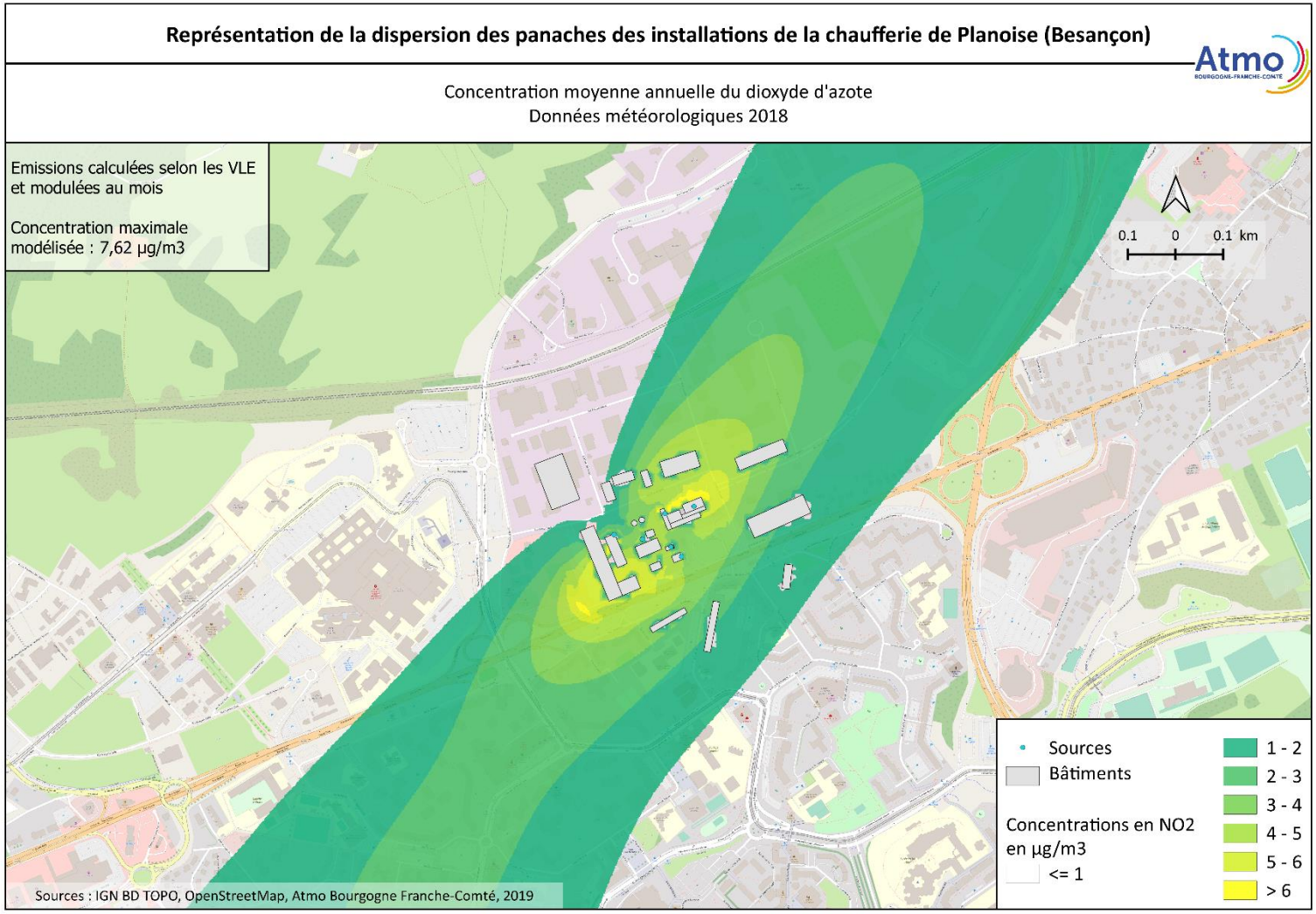


Figure 31 : Carte de modélisation des concentrations moyennes annuelles 2018 en dioxyde d'azote issues des panaches de la chaufferie

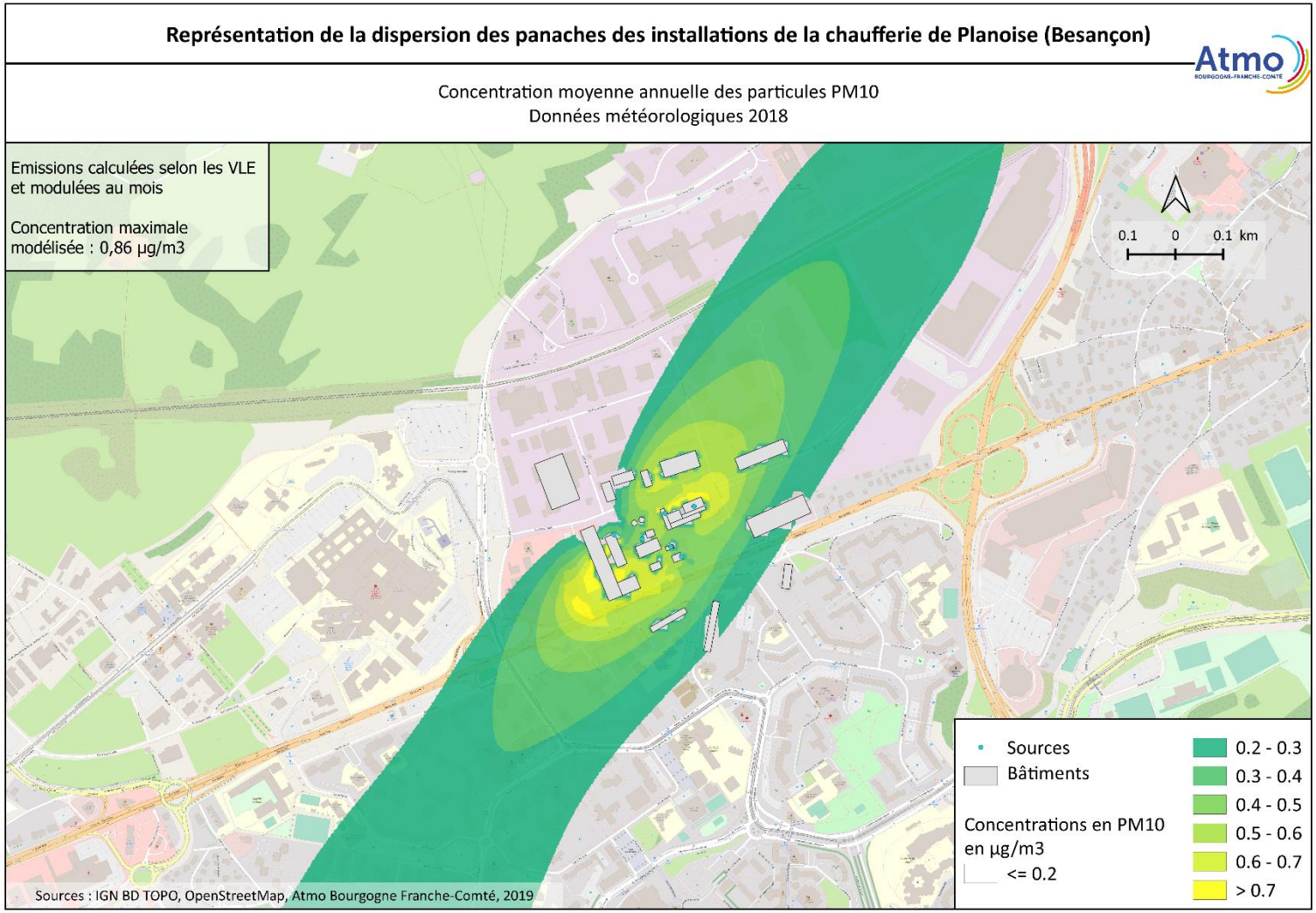


Figure 32 : Carte de modélisation des concentrations moyennes annuelles 2018 en particules PM10 issues des panaches de la chaufferie

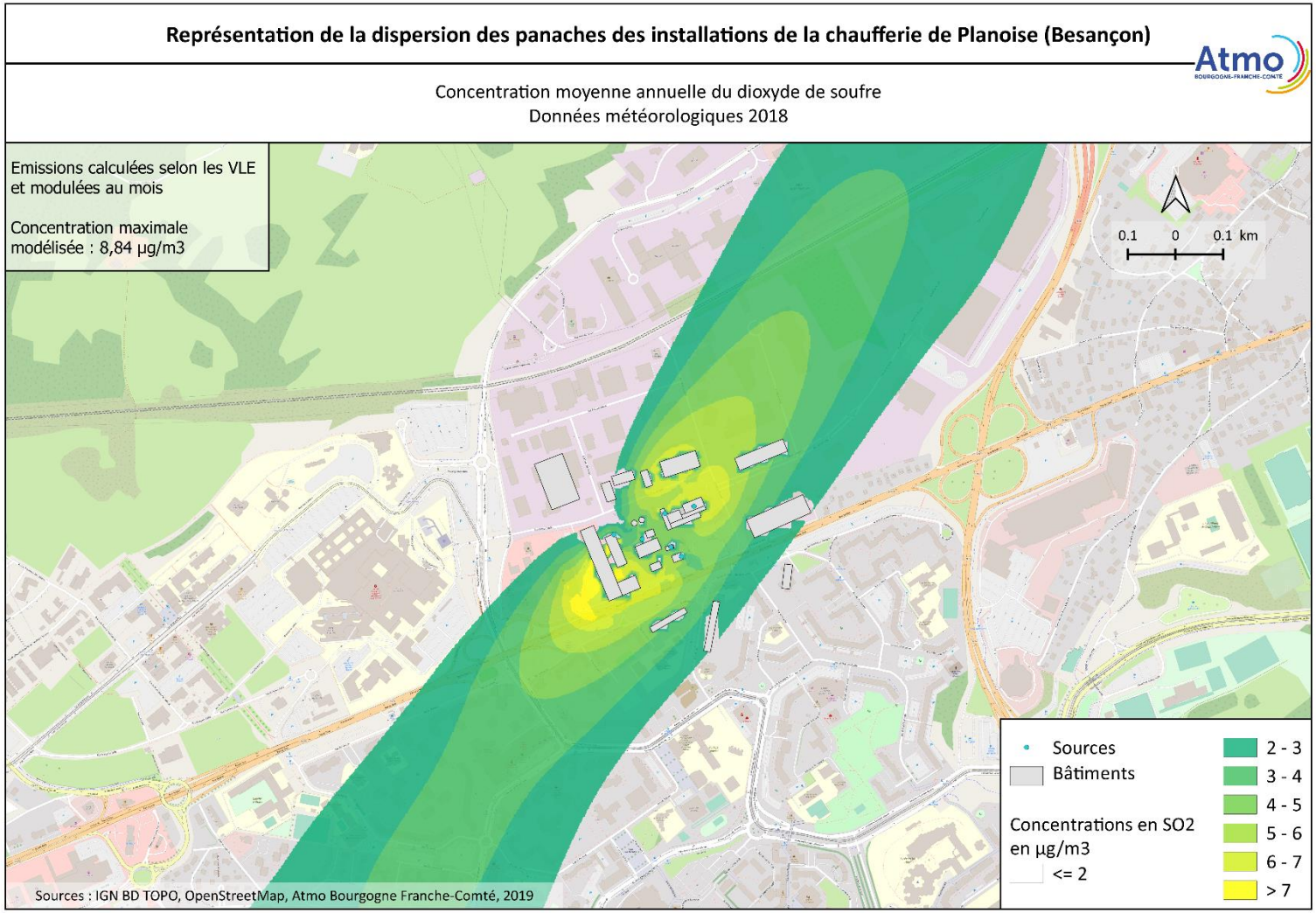


Figure 33 : Carte de modélisation des concentrations moyennes annuelles 2018 en dioxyde de soufre issues des panaches de la chaufferie

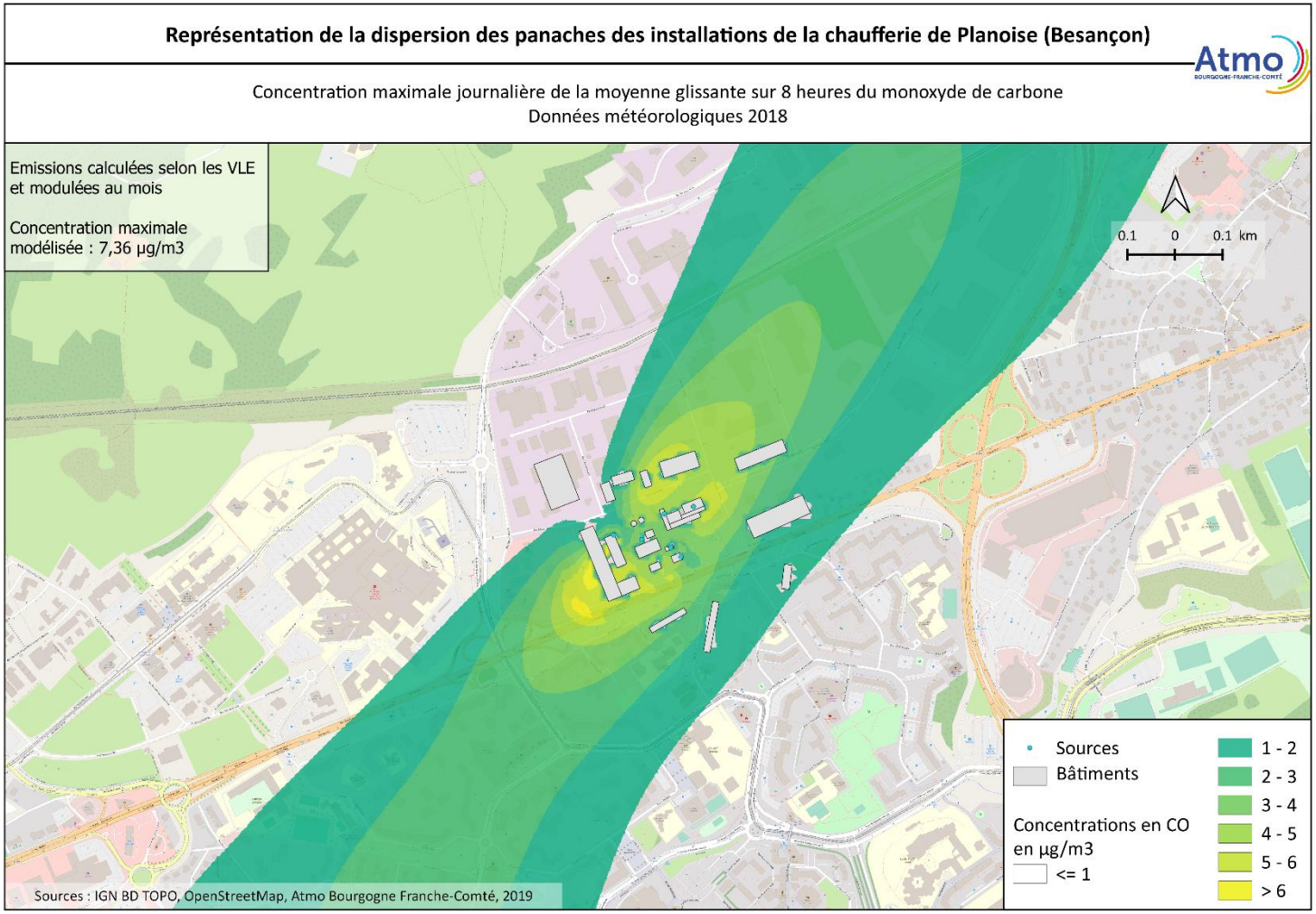


Figure 34 : Carte de modélisation des concentrations maximales journalières de la moyenne glissante sur 8 heures en 2018 en monoxyde de carbone issues des panaches de la chaufferie

2.2.2. Exposition à court terme

Une simulation à court terme vient compléter cette étude. En effet, il est important de s'intéresser à l'impact des polluants dans des périodes propices à leur accumulation. En effet ces émissions cumulées peuvent avoir une contribution plus importante aux niveaux d'exposition.

A la fin de l'année 2016, une période d'environ douze jours (du 1er au 12 décembre inclus) a été particulièrement propice à l'accumulation de polluants. Pour cette période représentative de conditions météorologiques très défavorables à la qualité de l'air, les dispersions des panaches des sources d'émissions du site pendant leur fonctionnement ont été modélisées.

Les résultats de ces modélisations sur cette période sont représentés sur les cartes ci-dessous. **Elles représentent la dispersion des concentrations modélisées en NO_2, PM10, SO_2 et CO issues uniquement de la contribution des émissions de la chaufferie de Planoise. Les conditions de fond observées sur Besançon ne sont pas intégrées dans les calculs de modélisation.**

Descriptif météorologique

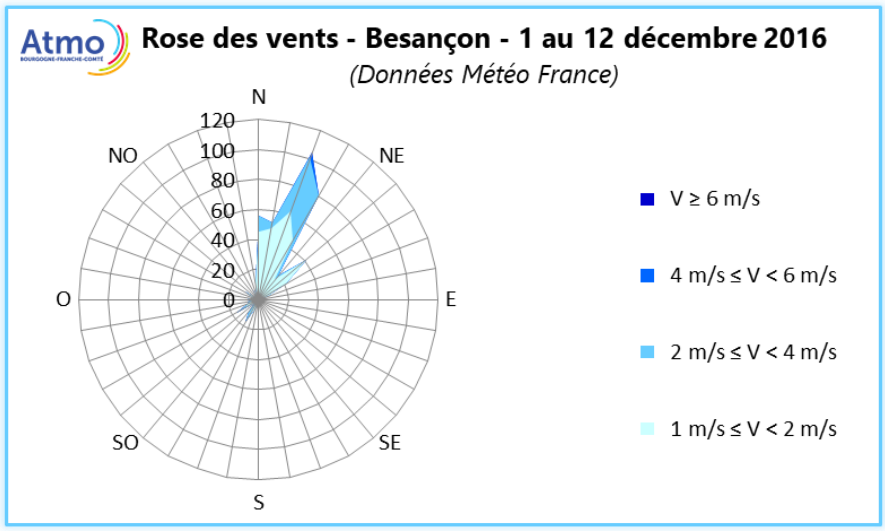


Figure 35 : Rose des vents du 1 au 12 décembre 2016 inclus – Besançon

Les vents sur cette période sont faibles (0,7 m/s en moyenne) et entrainent peu de dispersion des polluants.

Lors de la première quinzaine du mois de décembre 2016, les températures moyennes journalières froides et une situation anticyclonique stable avec des vents faibles ont été propices à l'accumulation des polluants atmosphériques.

2.3. Cartographie des résultats

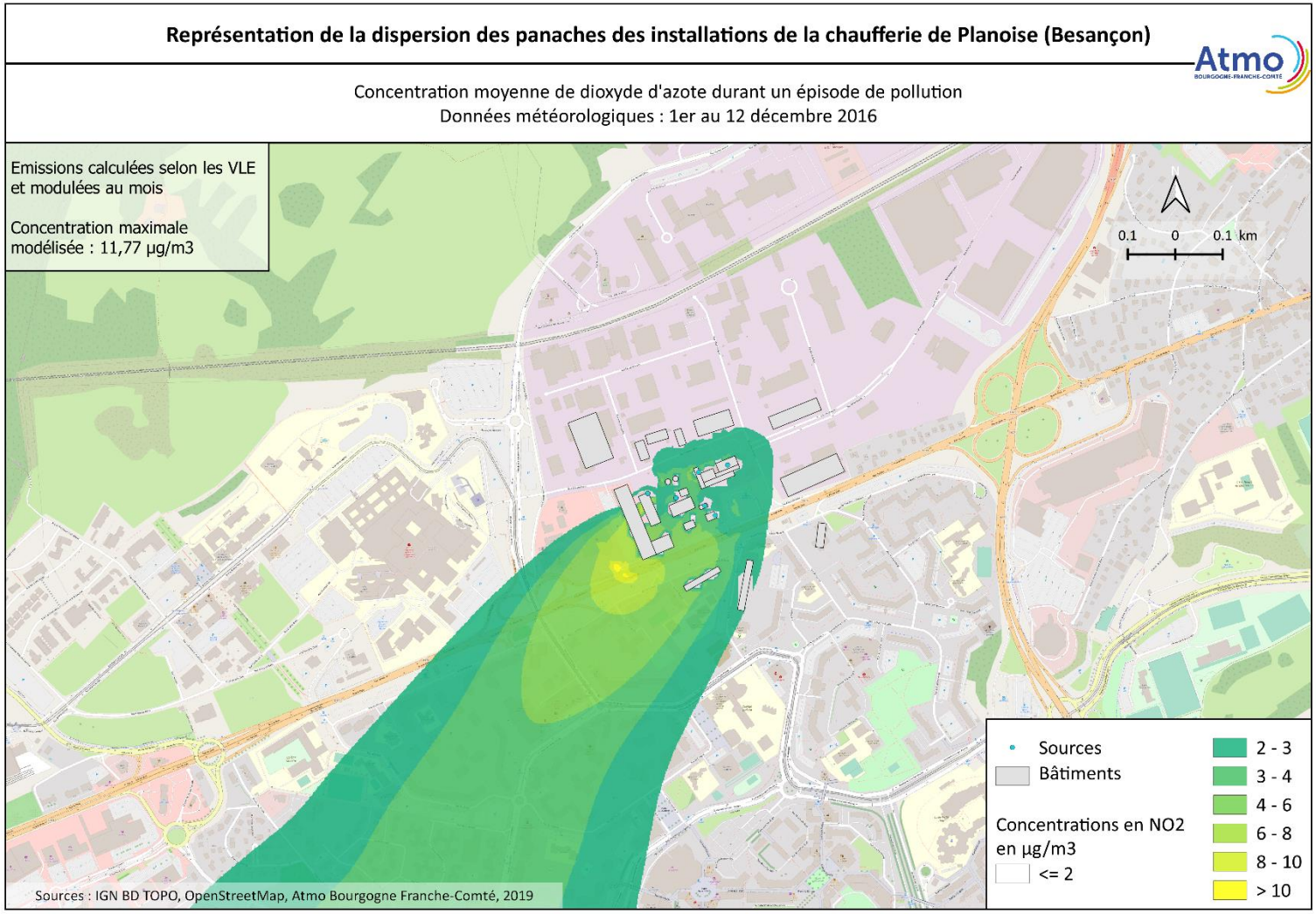


Figure 36 : Carte de modélisation des concentrations moyennes en dioxyde d'azote lors d'un épisode propice à l'accumulation de polluants

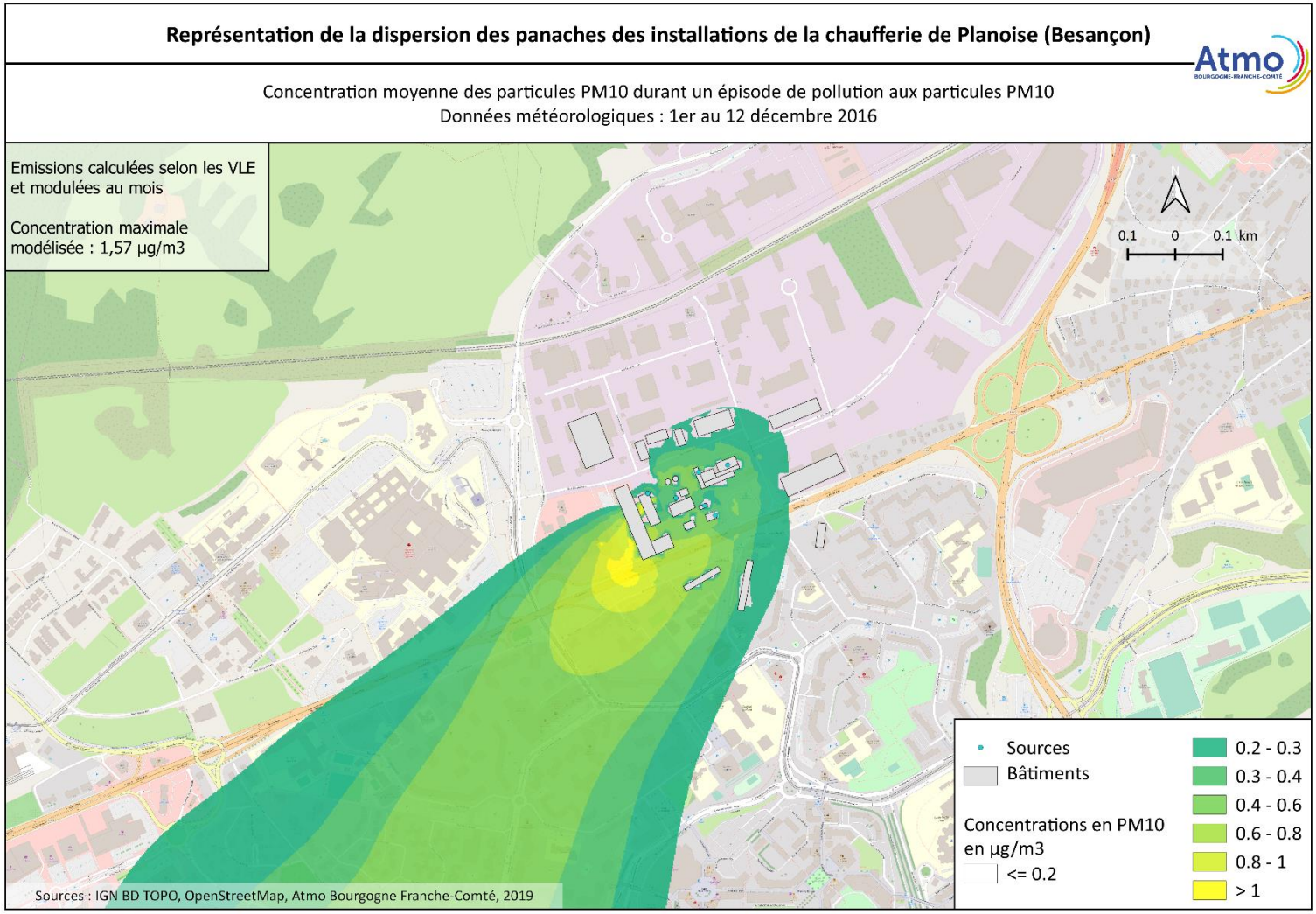


Figure 37 : Carte de modélisation des concentrations moyennes en particules PM10 lors d'un épisode propice à l'accumulation de polluants

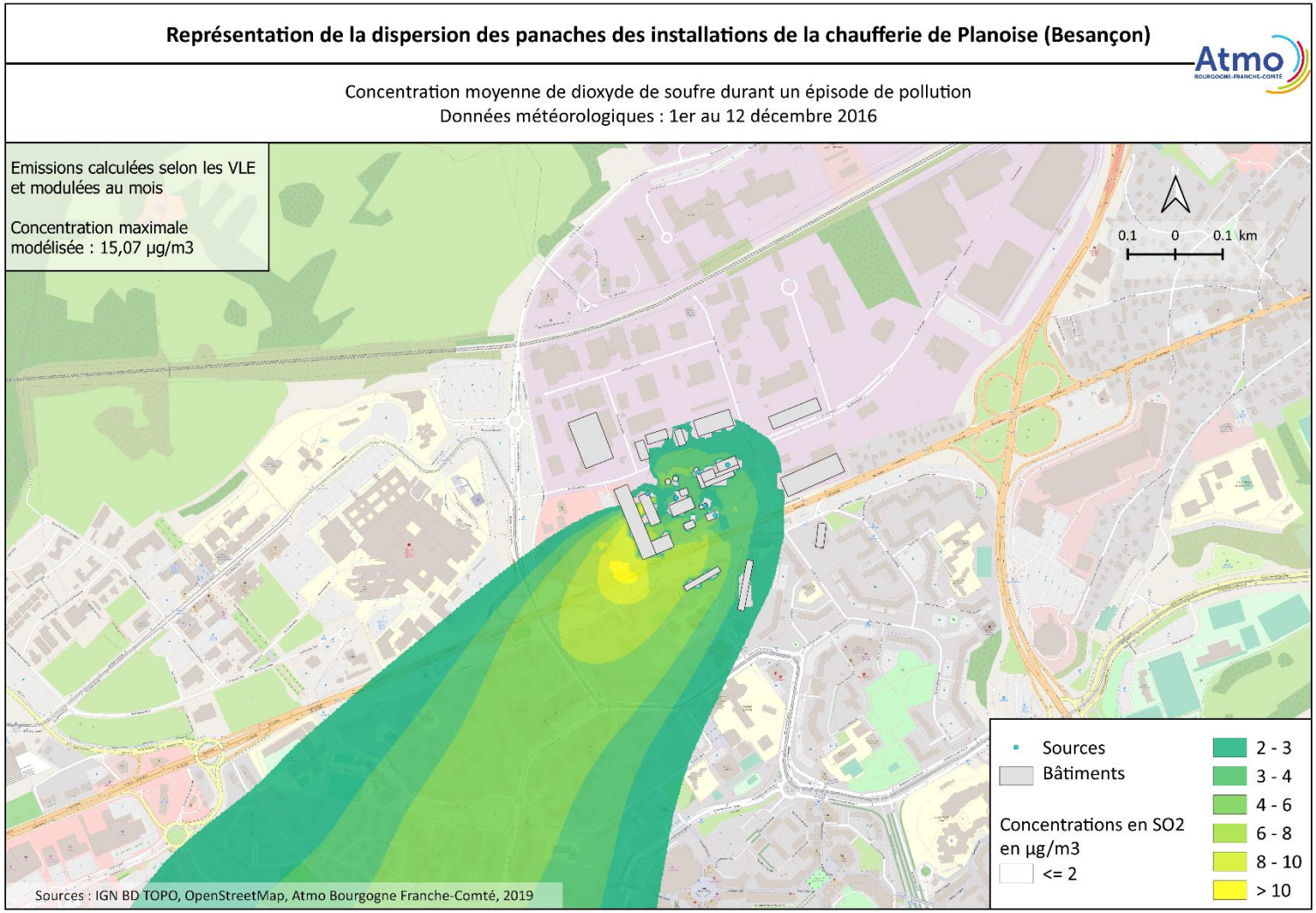


Figure 38 : Carte de modélisation des concentrations moyennes en dioxyde de soufre lors d'un épisode propice à l'accumulation de polluants

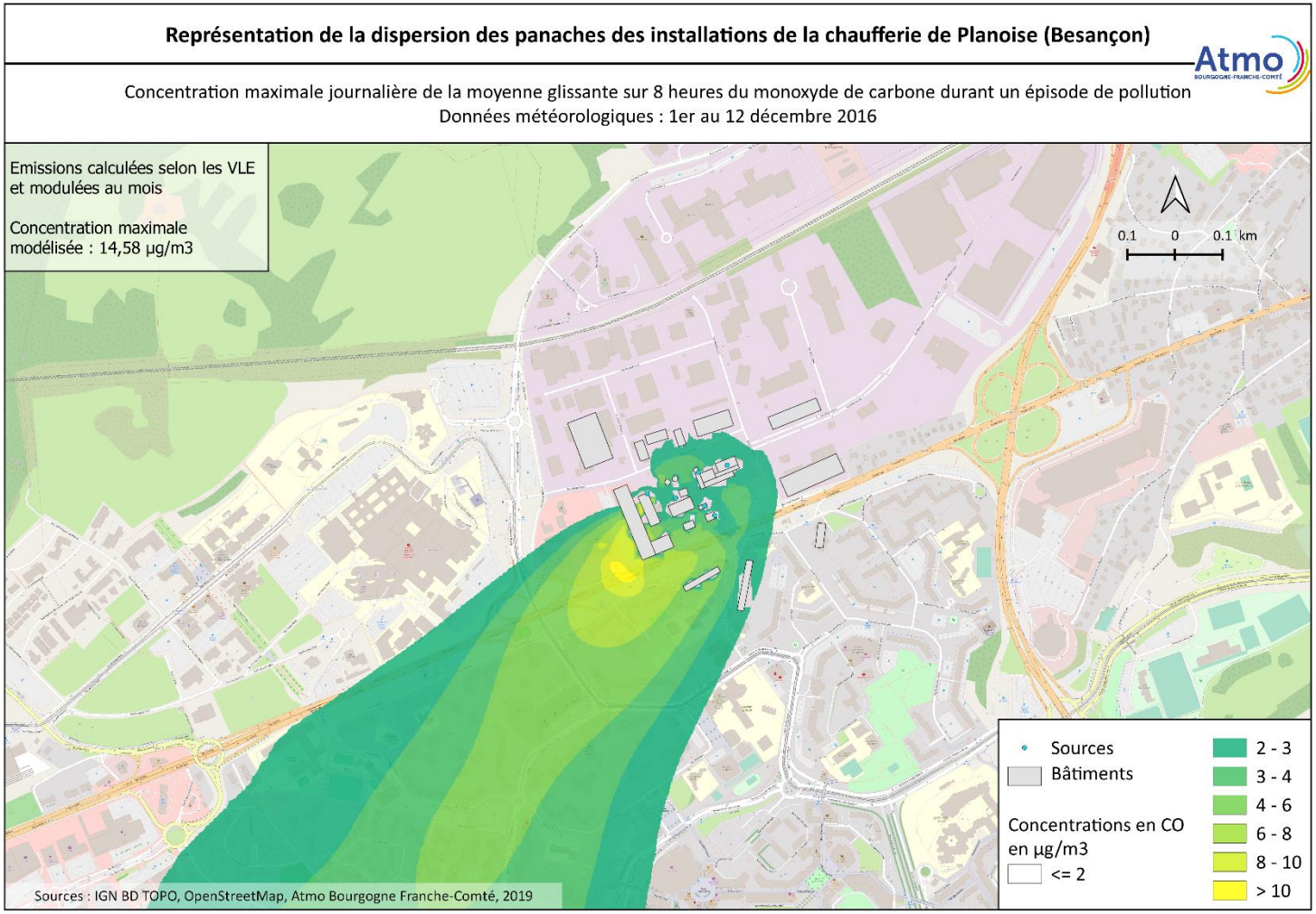


Figure 39 : Carte de modélisation des concentrations maximales journalières de la moyenne glissante sur 8 heures en monoxyde de carbone lors d'un épisode propice à l'accumulation de polluants

2.4. Analyse des résultats

2.4.1. Exposition à long terme

En considérant les données météorologiques de l'année 2018, les calculs de modélisation de dispersion des panaches du pôle énergétique de Planoise permettent de compléter l'analyse réalisée grâce aux mesures.

Tout d'abord, **la modélisation des panaches montre des contributions pour les particules PM10 et le CO très faibles qui peuvent être considérées comme négligeables. Pour le NO_2 et le SO_2, les valeurs apparaissent plus élevées. Toutefois l'impact de l'ensemble des sources d'émissions du pôle énergétique ne génère pas de dépassement des valeurs réglementaires pour l'exposition à long terme**. En effet, le pôle est constitué d'émetteurs importants mais leur fréquence de fonctionnement est modulée sur l'année, notamment en relation avec la demande en chauffage.

Le tableau ci-dessous reprend les contributions maximales à la moyenne annuelle modélisées, c'est-à-dire les valeurs maximales modélisées sur les cartes (représentées par les zones jaunes sur les figures 31 à 34) :

Polluants étudiés	Contribution maximale à la moyenne annuelle
NO_2	7,6 µg/m^3
PM10	0,9 µg/m^3
SO_2	8,8 µg/m^3
CO	7,4 µg/m^3

Tableau 9 : Concentrations annuelles maximales modélisées

De plus, les représentations cartographiques permettent de visualiser la répartition et la dispersion des panaches autour du pôle énergétique. Cette répartition est marquée par :

- **Des niveaux maximaux qui restent très proches des cheminées**, dans un rayon inférieur à 200 mètres et essentiellement localisés sur le site industriel de Planoise et sur la rue de Dole. Ces zones d'impact maximal ne concernent pas des zones d'habitations selon les résultats de modélisation.
- Un panache qui s'étend au Nord-Est et au Sud-Ouest, en lien avec la rose des vents de Besançon et dans lequel **les concentrations diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne des sources d'émissions**.

Enfin, il est important de rappeler que les valeurs limites d'émissions ont été prises en compte dans les calculs. Ces résultats présentent donc une vision maximaliste des niveaux potentiels.

Les contributions maximales du pôle énergétique en NO_2, particules PM10, SO_2 et CO ne génèrent pas de dépassement des valeurs réglementaires caractéristiques de l'exposition à long terme.

2.4.2. Exposition à court terme, impact des sources d'émissions lors d'un épisode de pollution hivernal

En ne considérant que la contribution des émissions des sources ponctuelles étudiées et les conditions météorologiques de l'épisodes de pollution de décembre 2016, les concentrations moyennes maximales modélisées sur l'épisode en NO_2, PM10, SO_2 et CO sont listées dans le tableau ci-dessous.

Polluants étudiés	Contribution maximale à la moyenne périodique
NO_2	11,8 µg/m^3
PM10	1,6 µg/m^3
SO_2	15,1 µg/m^3
CO	14,6 µg/m^3

Tableau 10 : Concentrations périodiques maximales modélisées

Pour les 4 polluants, les contributions maximales moyennées sur l'épisode sont supérieures aux moyennes annuelles modélisées précédemment. L'impact des conditions météorologiques est donc bien notable. **Cependant, ces valeurs maximales restent en dessous des valeurs réglementaires et par conséquent ne génèrent pas de dépassements spécifiques.**

Pour le NO_2, la contribution de 11,8 µg/m^3 représente 6% du seuil d'information fixé à 200 µg/m^3 sur 1 heure.
Pour le SO_2, la contribution maximale de 15 µg/m^3 représente 5% du seuil d'information fixé à 300 µg/m^3 sur 1 heure.
Les PM 10 ne sont pas réglementées sur un pas de temps horaire mais journalier avec un seuil d'information fixé à 50µg/m^3 sur 1 journée. Avec une contribution de 1,6 µg/m^3, la moyenne journalière sera en dessous du seuil réglementaire.
Concernant le monoxyde de carbone, il n'est pas possible de comparer les résultats de modélisation à la valeur réglementaire car elle est exprimée en maximum journalier de la moyenne sur 8 heures. Cependant, les simulations montrent une concentration annuelle de CO extrêmement faible (< 0,1 mg/m^3).
A noter que ces niveaux maximaux ne sont potentiellement rencontrés que quelques jours dans l'année, durant les périodes où les conditions météorologiques sont propices à l'accumulation des polluants (temps stable, froid et sec).

En terme de répartition spatiale, les cartes de modélisation permettent de mettre en évidence un certain nombre de constats :

- **Les zones impactées par les concentrations maximales restent limitées et sont localisées dans un rayon de moins de 200 mètres autour des cheminées**. Cela reste comparable à ce que l'on peut observer sur la répartition des moyennes annuelles.
- Durant l'épisode de décembre 2016, **les vents de provenance Nord-Est ont logiquement poussé le panache au Sud-Ouest du pôle énergétique**. Dans ce contexte météorologique, la zone au Nord-Est est totalement exempte de retombées atmosphériques liée à ces émissions.

Bien que les contributions soient plus fortes en cas de conditions météorologiques propices à l'accumulation des polluants, elles restent bien en dessous des valeurs réglementaires pour chacun des 4 polluants.

Conclusion

La campagne de mesures menée à l'aide de 3 stations mobiles de mi-décembre à début mars sur le pôle énergétique de Planoise, a permis de constater durant la période suivie que :

- Les conditions météorologiques, avec une période humide et des températures douces n'ont pas été particulièrement favorables à l'enregistrement de niveaux élevés en particules. De fait, aucun épisode de pollution aux particules n'a été enregistré sur la région au cours de la période, contrairement aux années précédentes.

- Il n'a pas été observé de surcroit de particules sur le secteur de Planoise, comparé au centre-ville de Besançon. En effet, les niveaux moyens en particules ont été comparables entre les stations sous influence du pôle énergétique et celles en dehors de son influence, y compris le site de mesure fixe, placé en zone urbaine. De plus, les niveaux observés respectent les valeurs limites réglementaires.

Durant la campagne, deux dépassements du seuil de 50 µg/m^3/jour ont été observés pour les particules PM10 sur la zone de la chaufferie, contre 35 dépassements autorisés par an. L'analyse des données fournies par l'aethalomètre a montré que, dans les deux cas, ces dépassements ne sont pas causés par des phénomènes de combustion (trafic routier ou combustion de biomasse).

Le premier épisode s'est avéré lié aux activités de la zone industrielle, et strictement circonscrit à ce secteur, puisqu'aucun dépassement n'a été observé sur le secteur d'habitation de Planoise.

Le second dépassement, quant à lui, est à mettre en lien avec les conditions météorologiques favorables à l'accumulation des particules (absence de vent, conditions anticycloniques et inversion thermique). En effet, bien que la station urbaine de Besançon n'ait pas présenté de dépassement de seuil, les niveaux sont restés élevés sur cette période. D'autres stations du réseau de mesures de la région ont également observé un dépassement à cette date.

- **Les niveaux en NO_2 et NO sont plus élevés sur les stations sous influence du pôle énergétique et de la route de Dole, que celle en zone urbaine**. Les niveaux sont comparables à la station de mesures de typologie de type trafic, rue Mégevand, ce qui laisse à penser que le NO_2 observé résulte principalement de l'exposition au trafic intense pouvant être observé rue de Dole. L'impact éventuel des émissions du pôle énergétique est masqué par cette importante source, et peu visible sur les relevés.

Une analyse des particules à l'aide d'un aethalomètre installé dans la station positionnée à proximité du pôle énergétique, fait ressortir une contribution minime de la combustion de biomasse et de la combustion liée au trafic sur les niveaux enregistrés. **Ainsi les concentrations en PM10 liées à la combustion de biomasse ont été estimées à 20%, celles dues à la combustion liée au trafic à 8% et 72% à d'autres sources,** bien que ces pourcentages puissent varier sensiblement. Seule l'analyse de la composition chimique des particules permettrait d'identifier précisément les autres sources de particules.

Par ailleurs, l'analyse des données issues de l'aethalomètre en fonction de la marche des chaudières biomasse fait apparaitre **que la chaufferie de Planoise n'a pas eu d'impact significatif sur les niveaux en particules PM10 et PM2,5 durant la campagne de mesures.**

L'étude de modélisation de la dispersion des panaches du pôle énergétique de Planoise a portée sur deux périodes : La totalité de l'année 2018 afin d'estimer l'exposition de la population à long terme et l'épisode de pollution de décembre 2016 afin d'évaluer l'exposition à court terme en période favorable à l'accumulation des polluants hivernaux.

Cette étude a permis de montrer que :

- La contribution du pôle énergétique de Planoise est négligeable pour les particules PM10 et le CO aussi bien pour l'exposition long terme que court terme. Cette contribution est plus conséquente pour le NO_2 et SO_2 mais ne génère pas de dépassement des seuils réglementaires aussi bien pour l'exposition long terme ou court terme.

- La dispersion des panaches des différentes cheminées montre **une rapide diminution des concentrations au fur et à mesure que l'on s'éloigne des cheminées**.

- **Les zones d'impact maximales sont très proches des cheminées**, dans un rayon inférieur à 200 mètres et localisées sur site industriel ou au niveau de la rue de Dole.

Au final, l'étude de modélisation a confirmé les observations et conclusions obtenues avec la campagne de mesure mais a également permis de la compléter en évaluant plus précisément la dispersion des panaches des différentes cheminées.

Glossaire

- NO : Monoxyde d'Azote
- NO_2: Dioxyde d'azote
- NOx : Oxydes d'azote (terme regroupant la somme de NO et NO_2)
- µg/m^3 microgramme (1 millionième de gramme) par mètre cube
- BC : « Black Carbon » ou carbone suie
- PMwb : Particules provenant de la combustion de biomasse
- PMff : Particules provenant de la combustion d'hydrocarbures
- H.U. : Heure universelle

Coefficients issus du guide méthodologique pour la mesure du Black Carbone par aéthalomètre AE33 dans l'air ambiant - LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air)- Fev 2018

PMff = 2 x BCff
PMwb = 10 x BCwb

Annexes

- Températures sur Besançon le 21/02 issues de la plateforme de modélisation Prevest Expert

	21/02 à 0:00	21/02 à 6:00	21/02 à 18:00	23/02 à 0:00
9m	7.60147	4.66693	11.1629	9.78583
60m	8.11411	7.2272	9.58578	10.0304
160m	7.06796	6.59412	7.25366	5.75204
235m	4.81628	4.32394	4.43756	3.37979
400m	-1.92349	-2.02087	-1.9346	-0.01126
615m	-4.36624	-3.92102	-3.32971	-1.95715
830m	-5.75299	-5.50433	-4.46194	-4.88214
1300m	-9.68915	-9.56805	-8.95721	-8.83304

Inversion thermique à 60 m durant la journée du 21/02

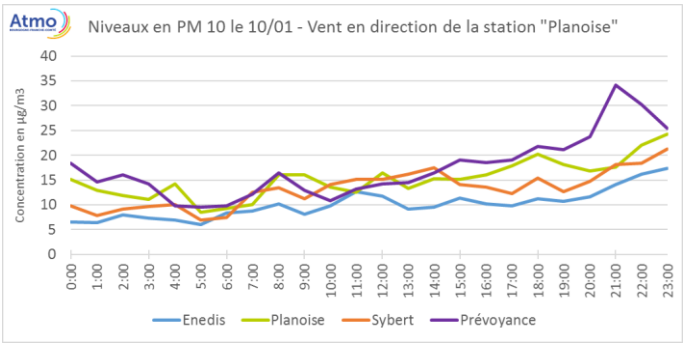
- Températures sur Montfaucon le 21/02 issues de la plateforme de modélisation Prevest Expert

	21/02 à 0:00	21/02 à 6:00	21/02 à 18:00	23/02 à 0:00
9m	6.42691	5.18097	9.99423	9.49774
60m	8.66135	7.54733	9.40173	9.63333
160m	6.38397	5.92383	6.5368	5.00354
235m	4.0531	3.51785	3.61642	2.77847
400m	-2.52649	-2.52371	-2.27734	-0.43283
615m	-4.69208	-4.1514	-3.41144	-2.22513
830m	-5.94601	-5.95914	-4.97702	-5.36392
1300m	-10.2743	-10.0991	-9.5824	-9.36404

Inversion thermique à 60 m durant la journée du 21/02

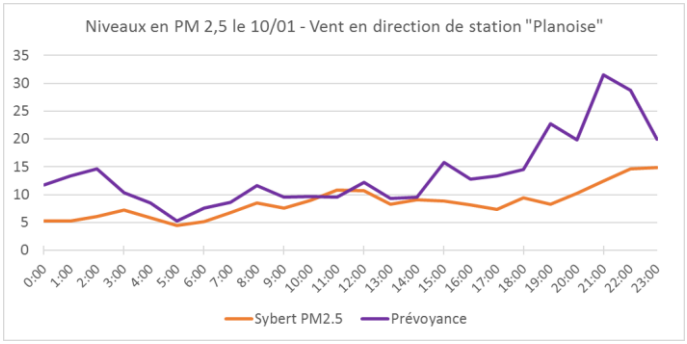
Comparaison des profils observés en fonction de la direction des vents

10/01 : vent en direction de la station « Planoise » - Fonctionnement des chaudières biomasse (G7, G8) et de la ligne 3 de l'incinérateur :



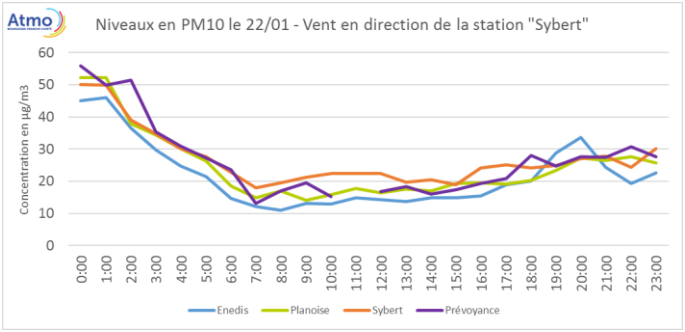
PM10 : niveau plus faible sur « Sybert » que sur « Planoise » et « Prévoyance »

PM2.5 ; niveau plus faible sur « Sybert » que « Prévoyance »



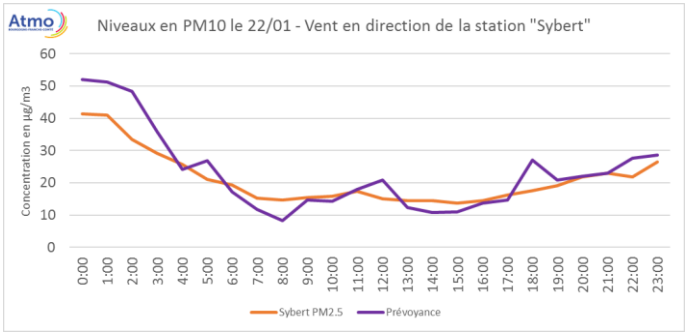
Les niveaux sont plus faibles sur la station « Sybert » que sur la station « Prévoyance » lorsqu'elle n'est pas impactée par le panache de la chaufferie.

22/01 : vent en direction de la station Sybert - Fonctionnement des chaudières biomasse (G7, G8) et des lignes 3 et 4 de l'incinérateur



PM10 : niveau comparable entre toutes les stations.

PM2.5 : niveau comparable entre « Prévoyance » et « Sybert »



Toutefois l'impact de la chaufferie est faible

FICHE STATION

Experts

BESANÇON PRÉVOYANCE

CODE STATION **82 006**

Date d'ouverture : 26/08/2013

Statut : en fonctionnement

Station de typologie ***URBAINE***

Placées en ville, hors de l'influence immédiate d'une voie de circulation ou d'une installation industrielle, ces stations sont représentatives de l'air respiré par la majorité des habitants d'une agglomération.

POLLUANTS MESURÉS

- ☐ *Dioxyde de soufre (SO_2)*
- ☑ *Particules PM10*
- ☑ *Particules PM2,5*
- ☑ *Ozone (O_3)*
- ☑ *Oxydes d'azote (NO , NO_2 , NOx)*

RÔLE DE LA MESURE

- ☑ *Calcul de l'IQA*
- ☑ *Procédure d'alerte*
- ☑ *Modélisation régionale*
- ☑ *Reporting*

IDENTIFICATION DU SITE

ADRESSE
9, rue de la Prévoyance 25 000 BESANÇON
COORDONNÉES (WGS 84)
47°14'50,85" N 6°0'55,81" E
ALTITUDE
304 m

Type de zone de rattachement	Zone Urbaine Régionale
Code de zone de rattachement	FR17N10
Code INSEE de l'unité urbaine	25602
Code INSEE de la commune	25056

ENVIRONNEMENT DE LA STATION

Voisinage	Zone résidentielle dense, lycée professionnel, collège, réservoir d'eau potable
Topologie	Plaine urbaine
Vents dominants	Direction Sud / Sud-Ouest
Population	116 952 habitants dans la commune (en 2013) 6 764 habitants / km² autour du site
Sources prépondérantes	**Transports routiers** **Résidentiel/tertiaire** Prod. / Distrib. d'énergie Industrie manufacturière Transports non routiers Agriculture *Traitement des déchets (Secret statistique)*

Informations complémentaires
-

© ATMO Franche-Comté, 2016

Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

FICHE STATION

Experts

BESANÇON MÉGEVAND

CODE STATION **82 001**

Date d'ouverture : 01/02/1992

Statut : en fonctionnement

Station de typologie ***TRAFIC***

Situées au plus près des axes routiers, ces stations sont représentatives de l'exposition maximale des zones soumises à une forte circulation urbaine ou routière.

POLLUANTS MESURÉS

- ☐ *Dioxyde de soufre (SO_2)*
- ☐ *Particules PM10*
- ☐ *Particules PM2,5*
- ☐ *Ozone (O_3)*
- ☑ *Oxydes d'azote (NO , NO_2 , NOx)*

RÔLE DE LA MESURE

- ☑ *Calcul de l'IQA*
- ☑ *Procédure d'alerte*
- ☑ *Modélisation régionale*
- ☐ *Reporting*

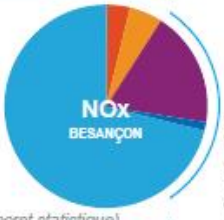
IDENTIFICATION DU SITE

ADRESSE
15 rue Mégevand 25 000 BESANÇON
COORDONNÉES (WGS 84)
47°14'9,45" N 6°1'24,76" E
ALTITUDE
247 m

Type de zone de rattachement	Zone Urbaine Régionale
Code de zone de rattachement	FR17N10
Code INSEE de l'unité urbaine	25602
Code INSEE de la commune	25056

ENVIRONNEMENT DE LA STATION

Voisinage	Habitants, crèches et écoles
Topologie	Rue « canyon » (rue étroite bordée de part et d'autre par des bâtiments)
Vents dominants	Direction Nord / Nord-Est et Sud / Sud-Ouest
Population	116 952 habitants dans la commune (en 2013) 5 351 habitants / km² autour du site
Sources prépondérantes	**Transports routiers** **Résidentiel/tertiaire** Prod. / Distrib. d'énergie Industrie manufacturière Transports non routiers Agriculture *Traitement des déchets (Secret statistique)*



Informations complémentaires
TMJA modélisé : 5 200 véhicules (*donnée modélisée 2014*)

© ATMO Franche-Comté, 2016

Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

FICHE POLLUANT

Experts

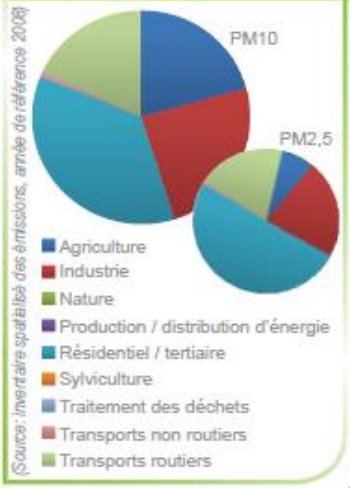
LES PARTICULES EN SUSPENSION

Les particules en suspension («Particulate Matter» en anglais) sont constituées d'un ensemble très hétérogène de composés: sels (nitrates, sulfates, carbonates, chlorures,...), composés carbonés organiques (HAP, oxydes, matière organique,...), éléments traces (métaux lourds,...) ou encore carbone élémentaire. On les distingue selon leur granulométrie:

- *PM10: ensemble des particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm (microns);*
- *PM2,5: particules de diamètre inférieur à 2,5 µm.*

SURVEILLANCE REGLEMENTEE PM10	
Seuil d'information et recommandation	80 µg/m³ en moyenne sur 24h
Seuil d'alerte	125 µg/m³ en moyenne sur 24h

Emissions en Franche-Comté



(Source: inventaire spatialisé des émissions, année de référence 2008)

SOURCES

AIR AMBIANT

Les activités humaines, telles que le chauffage (notamment au bois), la combustion de matières fossiles, l'incinération de déchets, les centrales thermiques et de nombreux procédés industriels (carrière, cimenterie, aciérie, fonderie, chimie fine...) génèrent d'importantes quantités de poussières. Le trafic routier (véhicules diesel surtout) et l'agriculture (labours) contribuent également aux émissions de particules fines dans l'atmosphère. De manière ponctuelle, les contributions de l'agriculture et des chantiers BTP sont à considérer, les particules pouvant être remises en suspension lors de l'exercice de ces activités (labours, passage des véhicules sur chaussées empoussiérées,...).
Outre les origines anthropiques, il faut noter tout de même que les poussières en suspension peuvent également être d'origine naturelle (feux de forêts, érosion des sols, poussières sahariennes, éruptions volcaniques, pollens, spores...).

SOURCES

AIR INTERIEUR

Dans les lieux clos, la présence de particules résulte à la fois des sources intérieures et du transfert de la pollution atmosphérique extérieure. La première source de particules dans l'habitat est la combustion: 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, telles le bricolage ou le ménage, en produisent aussi des quantités importantes ou les remettent en suspension dans l'air. Les éléments de construction, d'ameublement et de décoration y compris les plantes, sont par ailleurs des sources à considérer.

EFFETS

SANTE

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

EFFETS

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 les étouffer et entraver la photosynthèse. Les particules peuvent également réduire la visibilité, et influencer le climat en absorbant et en diffusant la lumière.

©ATMO Franche-Comté, 2013

Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

FICHE POLLUANT

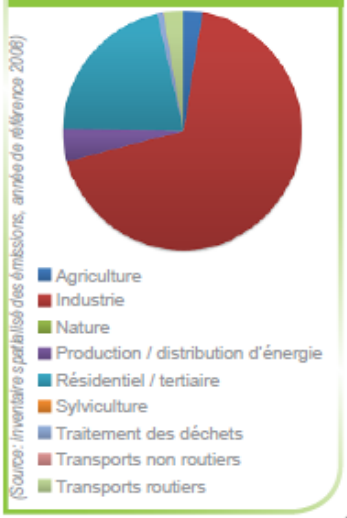
LE DIOXYDE DE SOUFRE

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore. Il se signale par une odeur forte, désagréable et suffocante à partir d'un certain niveau de concentration.

Composé d'un atome de soufre (●) et de deux atomes d'oxygène (●), sa formule chimique est SO_2.

SURVEILLANCE REGLEMENTEE	
Seuil d'information et recommandation	300 µg/m³/h
Seuil d'alerte	500 µg/m³/h sur 3h consécutives

Emissions en Franche-Comté



(Source: inventaire spatialisé des émissions, année de référence 2008)

SOURCES — AIR AMBIANT

Le dioxyde de soufre est formé principalement lors du brûlage de combustibles fossiles soufrés: charbon, lignite, coke de pétrole, fioul lourd, fioul domestique, gazole,... Tous les utilisateurs de ces combustibles sont concernés. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustions industrielles et les unités de chauffage individuel et collectif. Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre: extraction et raffinage du pétrole, production d'acide sulfurique, grillage de minerais, production de pâte à papier, ... La part des transports est faible et baisse avec la suppression progressive du soufre dans les carburants.

Le dioxyde de soufre peut également provenir de sources naturelles comme les volcans (principale source naturelle), des océans, des végétaux soit au travers de leur combustion, lors de feux de forêt par exemple, soit de leur putréfaction.

SOURCES — AIR INTERIEUR

Le dioxyde de soufre peut se former lors de combustions dans les appareils de chauffage fonctionnant aux combustibles fossiles soufrés, telles les chaudières à fioul (le bois et le gaz naturel sont des combustibles pas ou très peu soufrés). Certains produits, tels la cigarette ou l'encens, sont sources de dioxyde de soufre dès lors qu'ils se consument.

EFFETS — SANTE

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant, notamment pour l'appareil respiratoire mais aussi pour les yeux, la peau et les muqueuses. Les fortes pointes de pollution peuvent déclencher une gêne respiratoire chez les personnes sensibles (asthmatiques, jeunes enfants...). L'obstruction des bronches ainsi qu'une diminution momentanée ou durable du débit respiratoire sont les principaux effets d'une intoxication au dioxyde de soufre. Elles peuvent être mortelles si le dioxyde de soufre est inhalé en grande quantité.

Aux concentrations habituellement observées dans l'environnement, une très grande proportion du dioxyde de soufre inhalée est arrêtée par les sécrétions muqueuses du nez et des voies respiratoires supérieures.

EFFETS — ENVIRONNEMENT

Dans l'atmosphère, le dioxyde de soufre se transforme principalement en acide sulfurique, qui se dépose au sol et sur la végétation, par le biais des pluies acides. Il contribue ainsi, en association avec d'autres polluants comme les oxydes d'azote, à l'acidification des lacs, au dépérissement forestier et à la dégradation du patrimoine bâti (monuments, matériaux...).

©ATMO Franche-Comté, 2013

Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

FICHE POLLUANT

Experts

LES OXYDES D'AZOTE

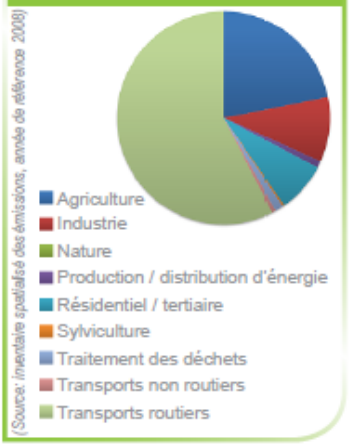
La combinaison de l'azote ( ) avec l'oxygène ( ) de l'air conduit à des composés de formules chimiques diverses regroupés sous le terme NOx. Parmi ces composés, on distingue le monoxyde d'azote, de formule NO, et le dioxyde d'azote, NO_2.

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.

SURVEILLANCE REGLEMENTEE NO_2	
Seuil d'information et recommandation	200 µg/m³/h
Seuil d'alerte	400 µg/m³/h ou 200 µg/m³ sur 3h consécutives et plus de 2 jours consécutifs

Emissions en Franche-Comté



(Source: inventaire spatialisé des émissions, année de référence 2008)

SOURCES — AIR AMBIANT

Les NOx sont principalement 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 sources naturelles sont, à l'échelle planétaire, les orages, les éruptions volcaniques, les feux de forêts et les activités bactériennes qui produisent de très grandes quantités d'oxydes d'azote. Toutefois, en raison de la répartition de ces émissions sur la surface terrestre, les concentrations atmosphériques naturelles d'oxydes d'azote demeurent très faibles par comparaison aux sources relatives à l'industrie humaine.

SOURCES — AIR INTERIEUR

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 également, en contient aussi.

Enfin, l'air extérieur constitue une source d'apports en oxydes d'azote dans l'habitat, les bureaux, les habitacles des véhicules et tout autre espace clos.

EFFETS — SANTE

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entrainer 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.

EFFETS — 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.

©ATMO Franche-Comté, 2013

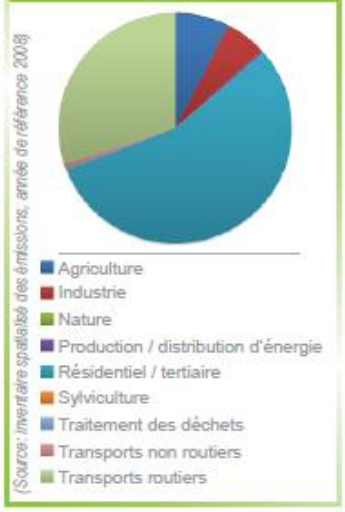
Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

FICHE POLLUANT

LE MONOXYDE DE CARBONE

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore et inodore. Composé d'un atome de carbone ( ) et d'un atome d'oxygène ( ), sa formule chimique est CO.

Emissions en Franche-Comté



L'ozone dans l'atmosphère

SOURCES

AIR AMBIANT

Le monoxyde de carbone provient des combustions incomplètes.
Il est émis en grande partie par le trafic routier et par le chauffage résidentiel/ tertiaire.

SOURCES

AIR INTERIEUR

Le monoxyde de carbone provient essentiellement du mauvais fonctionnement d'appareils ou moteurs à combustion, quelle que soit leur source d'énergie (bois, charbon, gaz, essence, fioul ou encore éthanol).
Les appareils et installations les plus concernés sont :

- Chaudières et chauffe-eau
- Poêles et cuisinières
- Cheminées et inserts, y compris les cheminées décoratives à l'éthanol
- Appareils de chauffage d'appoint
- Groupes électrogènes ou pompes thermiques
- Engins à moteur thermique lorsqu'ils sont en fonctionnement dans le garage (voiture, tondeuse,...)
- Barbecues, appareils de fortune type braseros...

EFFETS

SANTE

Le monoxyde de carbone est très difficile à détecter car il est inodore, invisible et non irritant. Il agit comme un gaz asphyxiant très toxique en prenant la place de l'oxygène dans le sang, et peut s'avérer mortel en moins d'une heure.
On distingue deux types d'intoxication :

- L'intoxication faible ou chronique: lente, elle se manifeste par des maux de tête, des nausées et de la fatigue.
- L'intoxication grave: plus rapide, elle entraîne des vertiges, des troubles du comportement, des pertes de connaissance, le coma voire le décès.

Le monoxyde de carbone provoque chaque année en France plus de 5000 intoxications et quelques centaines de décès, majoritairement à domicile.

EFFETS

ENVIRONNEMENT

Dans l'atmosphère, le monoxyde de carbone peut se combiner avec l'oxygène de l'air pour former du dioxyde de carbone. On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources. Il participe, avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils à la formation du «mauvais» ozone *(voir encadré ci-contre)*.

©ATMO Franche-Comté, 2013

Surveillance de la qualité de l'air en Franche-Comté : www.atmo-franche-comte.org

RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-bfc.org

Atmo Bourgogne-Franche-Comté

37 rue Battant, 25000 Besançon
Tél. : 03 81 25 06 60
contact@atmo-bfc.org
www.atmo-bfc.org
AtmoBFC

Atmo
BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ