FRANCHE - COMTÉ

SURVEILLANCE 2016 RÉGIONALE

Campagne d'évaluation des teneurs en ozone sur le secteur de l'AUBM

Campagne de mesures du 28/06 au 05/09/16

O_3

Quelles sont les concentrations en ozone sur le secteur de l'Aire Urbaine Belfort Montbéliard en période estivale ? Et ceux en oxydes d'azote, intervenant dans les mécanismes de formation de l'ozone ?
Découvrez les résultats de l'évaluation menée par ATMO Franche-Comté au fil de ce document.

NOx

SYNTHESE D'ETUDE

Editée en novembre 2016

Initiés

ATMO 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 continue, ATMO Franche-Comté mène également des campagnes de mesures ponctuelles grâce à des équipements mobiles.

Dans le cadre de sa mission de surveillance régionale de la qualité de l'air, ATMO Franche-Comté a souhaité réaliser une campagne de mesures sur l'Aire Urbaine Belfort Montbéliard, afin d'évaluer la répartition des teneurs en ozone sur le secteur.

Ainsi, deux stations mobiles de surveillance de la qualité de l'air ont été installées, en site péri-urbain, du 2 juillet au 5 septembre 2016, le premier à Belfort, rue Garteiser, et le second à Dorans, rue des Cerisiers. Durant cette période, deux polluants ont été suivis en continu : l'ozone et les oxydes d'azote. En complément, les stations urbaines de Montbéliard Centre et Belfort Centre ont également été équipées d'analyseurs d'ozone.

Les niveaux ont été comparés aux concentrations relevées sur les stations fixes du réseau de mesure sur le secteur et aux valeurs réglementaires.

Rédigé par Hélène TISSOT

Vérifié par Anaïs DETOURNAY

STRATEGIE DE MESURE

Implantation des moyens mobiles

La localisation des stations mobiles et fixes est présentée sur le plan ci-dessous.

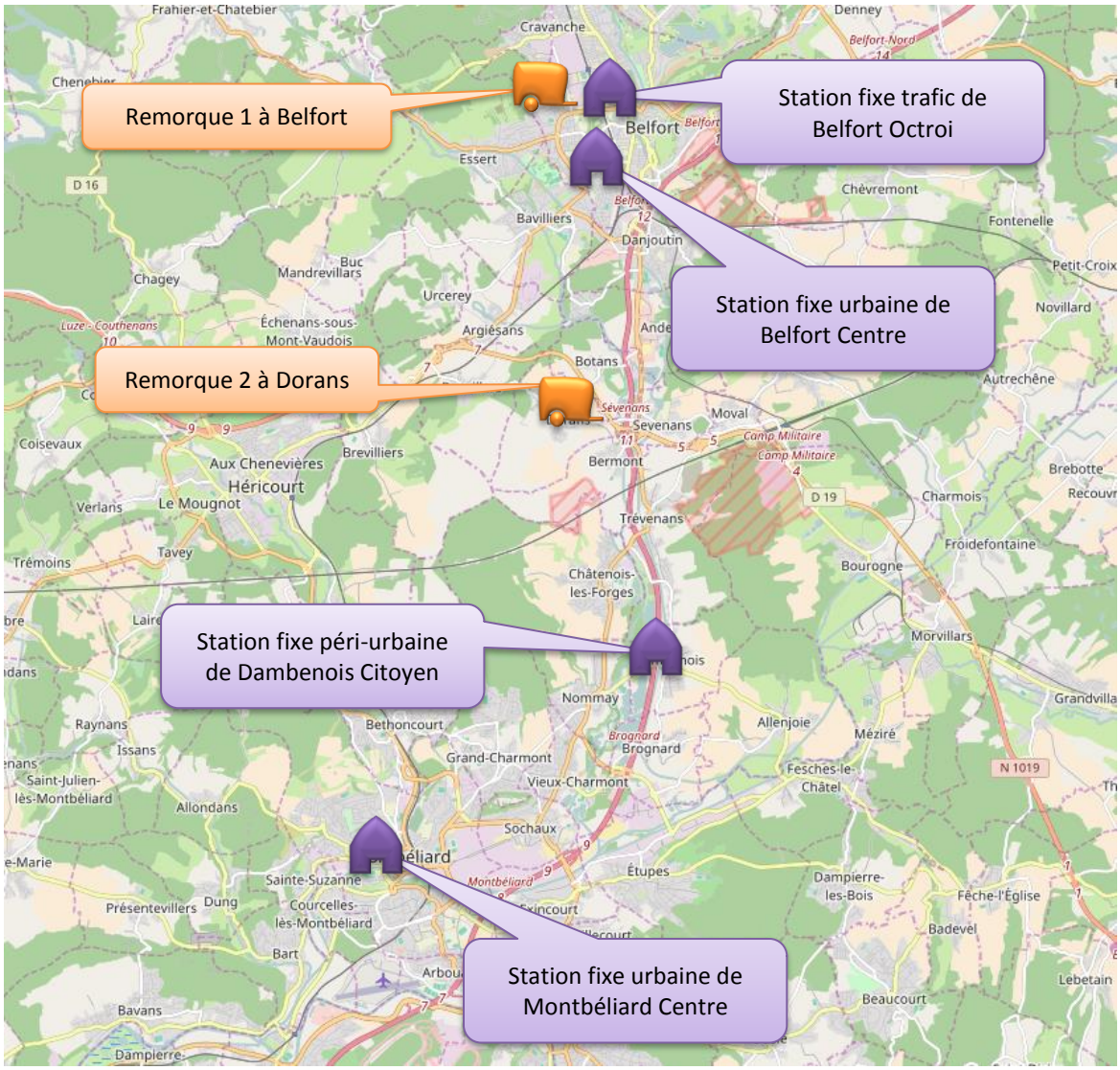


Figure 1 : Cartographie des implantations des stations mobiles et des stations fixes

Site de mesure	Typologie	Adresse	Ville	Altitude	Polluant
Remorque 01	Péri-urbaine	Rue Garteiser	Belfort	429 mètres	O_3 et NOx
Remorque 02	Péri-urbaine	19 rue des Cerisiers	Dorans	383 mètres	O_3 et NOx
Montbéliard Centre	Urbaine	Parking Levy - Rue des Huisselets	Montbéliard	331 mètres	O_3 et NOx
Belfort Centre	Urbaine	Rue du Chanoine Bernard	Belfort	357 mètres	O_3
Belfort Octroi	Trafic	2 Quai Vauban	Belfort	360 mètres	NOx
Dambenois Citoyen	Péri-urbaine	Chemin du Citoyen	Dambenois	365 mètres	O_3

Tableau 1 : Caractéristiques des sites de mesure

Période de mesures

Les stations mobiles ont été implantées fin juin / début juillet et désinstallées début septembre, afin de couvrir la période propice à la formation et l'accumulation d'ozone dans l'atmosphère.

La période de données valides communes aux 2 dispositifs a alors été du **2 juillet au 5 septembre 2016.**

DONNEES METEOROLOGIQUES

Les données utilisées pour l'exploitation des résultats sont issues de la station Météo-France de Dorans.

A noter que l'ensoleillement, facteur pouvant impacter les niveaux d'ozone, n'a pas été étudié, du fait de l'absence de mesure de rayonnement sur cette station météorologique.

Direction et vitesse des vents

Les vents dominants durant la campagne ont été de provenance de **secteur Ouest / Sud-Ouest**, avec une fréquence non négligeable des vents de secteur Est / Nord-Est.

Les vents ont été **doux et constants**. La part de vents nuls (< 1 m/s) a été faible (4%) ainsi que la part de vents forts (> 6 m/s) avec 1%.

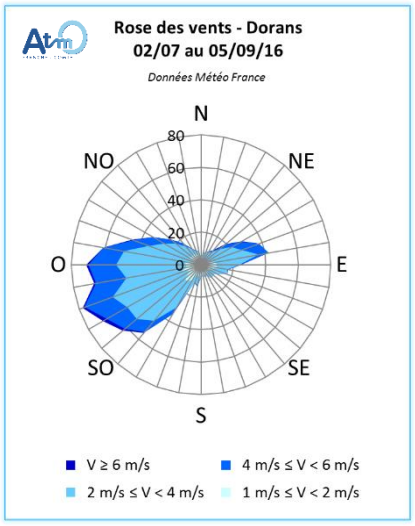


Figure 2 : Rose des vents durant la campagne au niveau de l'AUBM

Précipitations

Le cumul des précipitations du 2 juillet au 5 septembre 2016 a été de **65 mm**, répartis sur 14 jours de pluie (sur une durée de campagne de 66 jours).

La journée la plus pluvieuse, le jeudi 4 août, a enregistré 12 mm de précipitations.

Au regard des normales de saison pour les mois de juillet et d'août, respectivement de 83,6 et 88,1 mm, la période a été **peu arrosée**.

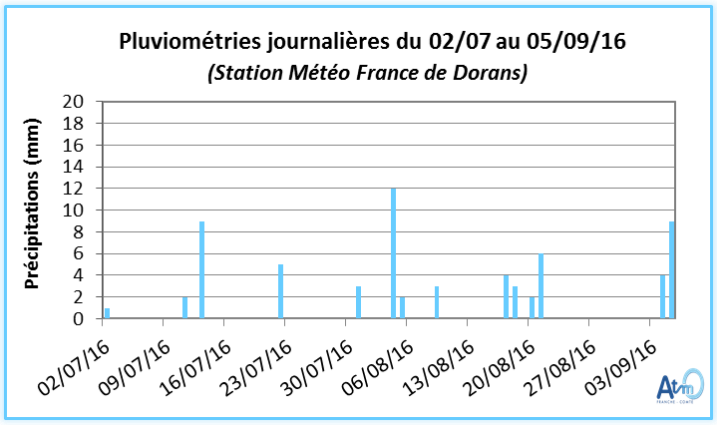


Figure 3 : Cumul des précipitations journalières enregistrées durant la campagne au niveau de l'AUBM

Température

La période a été marquée par des températures moyennes proches de **19,6°C**.

Les périodes les plus chaudes ont été observées le 20 juillet et aux alentours du 26 août, avec des journées à 26°C en moyenne et des pointes durant l'après-midi à 34°C.

En revanche, une période particulièrement fraiche a été observée aux alentours du 14 juillet, avec des moyennes journalières de 13°C et des minimums en matinée à 8°C.

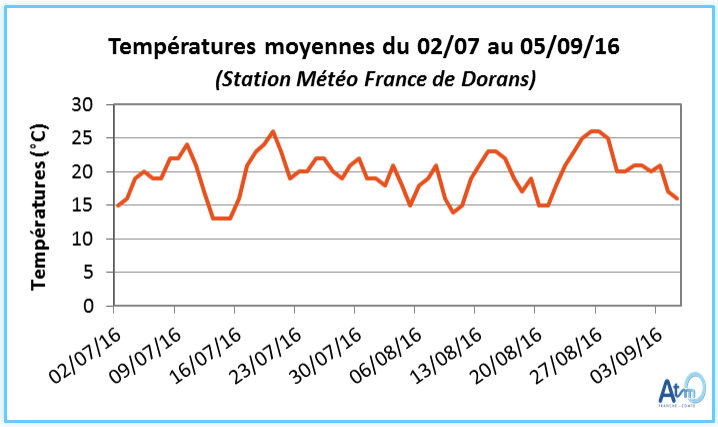


Figure 4 : Températures moyennes journalières enregistrées durant la campagne au niveau de l'AUBM

Cette période a cependant été **chaude**, car supérieure aux normales de saison, qui sont de 18,9°C en juillet de de 18,6°C en août.

A retenir

La période de mesure a été marquée par des conditions météorologiques favorables à la formation et à la stagnation de l'ozone dans l'atmosphère : légères brises, pluies faibles et températures supérieures aux normales.

EXPLOITATION DES MESURES EN OZONE

Sites comparatifs

Les données issues de la campagne ont été comparées à celles des stations fixes de mesure de l'ozone du réseau d'ATMO Franche-Comté.

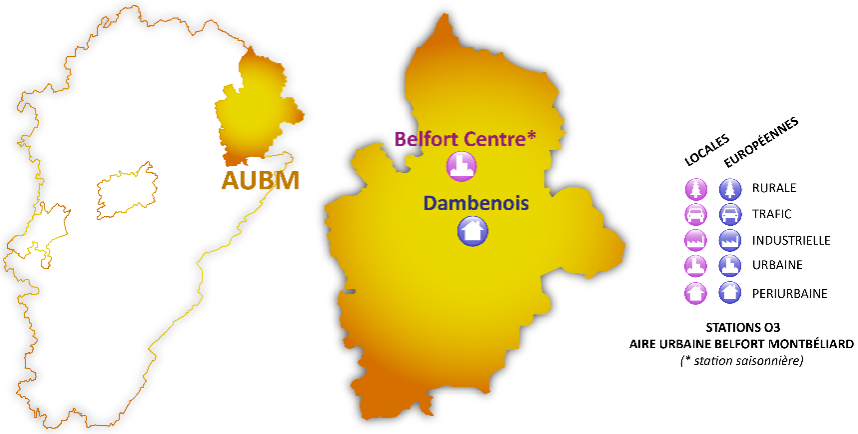


Figure 5 : Carte d'implantation des stations fixes de mesure de l'ozone au niveau de l'AUBM

A cette occasion, un analyseur d'ozone a été placé au sein de la station urbaine de Montbéliard Centre pour compléter le dispositif.

Par ailleurs, les résultats des mesures de campagne ont également été comparés aux valeurs réglementaires en vigueur. Néanmoins, cette évaluation comparative n'est établie qu'à titre informatif, les seuils réglementaires étant en effet applicables à l'échelle annuelle et non à l'échelle restreinte d'une campagne.

Enfin, il est à noter que le caractère saisonnier des polluants, comme l'ozone majoritaire en période estivale, ainsi que l'impact des conditions météorologiques peuvent influencer significativement les teneurs en polluants mesurées au cours d'une campagne.

Données générales

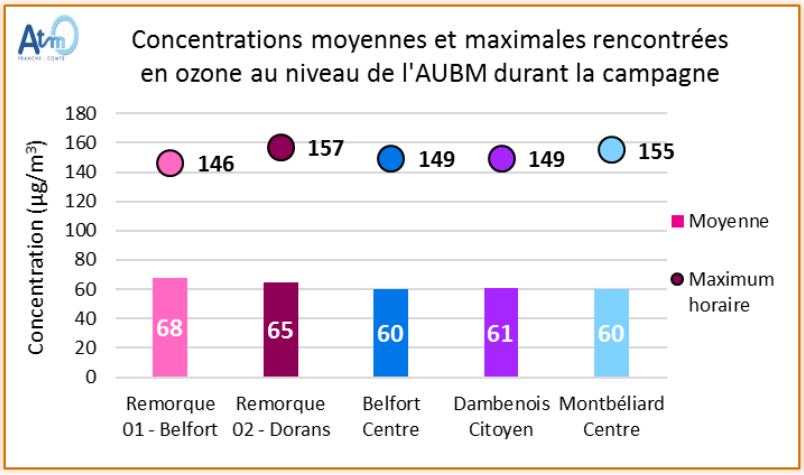


Figure 6 : Moyennes de la campagne et maximums horaires en ozone rencontrés au niveau de l'AUBM

L'ensemble des données des 2 stations mobiles et des 3 stations fixes du secteur a donné des résultats globalement proches sur la période considérée.

En terme de moyennes, 2 groupes se profilent : les 2 stations mobiles d'une part et les 3 stations fixes d'autre part. Les concentrations au niveau des remorques ont été sensiblement plus élevées que celles relevées au niveau des stations fixes, homogènes entre elles.

A noter que les remorques ont été placées en site péri-urbain, tout comme la typologie de la station de Dambenois. Or, cette dernière a enregistré durant cette étude des concentrations moyennes davantage proches des stations urbaines.

Au niveau des maximums, ils ont été relativement proches dans une fourchette entre 146 µg/m^3, enregistré au niveau de la périphérie de Belfort (Remorque 01), et 157 µg/m^3 au niveau de Dorans (Remorque 02). Les stations fixes ont donné des maximums horaires intermédiaires.

Variations horaires sur la période de la campagne

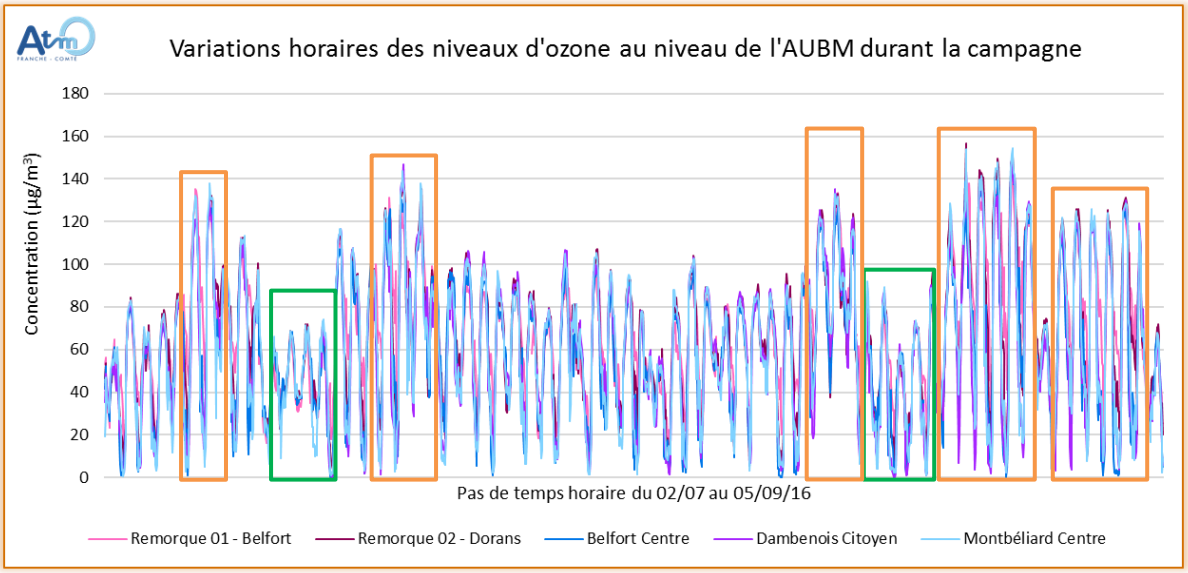


Figure 7 : Variations des concentrations en ozone sur l'AUBM durant la campagne

Au cours de la campagne, les concentrations, sur un pas de temps d'une heure, ont varié de façon très similaire sur les 5 points de mesure ozone du secteur.

Les concentrations maximales sur une journée, tous sites confondus, ont montré des différences importantes au cours des 2 mois de mesure :

- Des niveaux faibles (en vert sur le graphique) aux alentours du 14 juillet et du 20 août, en lien avec des épisodes pluvieux et froids ;
- Des niveaux plus élevés (en orange sur le graphique) aux alentours du 7 juillet, du 20 juillet, du 16 août, fin août puis début septembre, coïncidant avec des températures élevées et un temps sec.

Profil journalier

Ces profils ont été obtenus à partir des moyennes par tranche horaire des concentrations en ozone observées durant les 2 mois de la campagne. Ils permettent de mettre en évidence les variations rencontrées au cours d'une journée estivale.

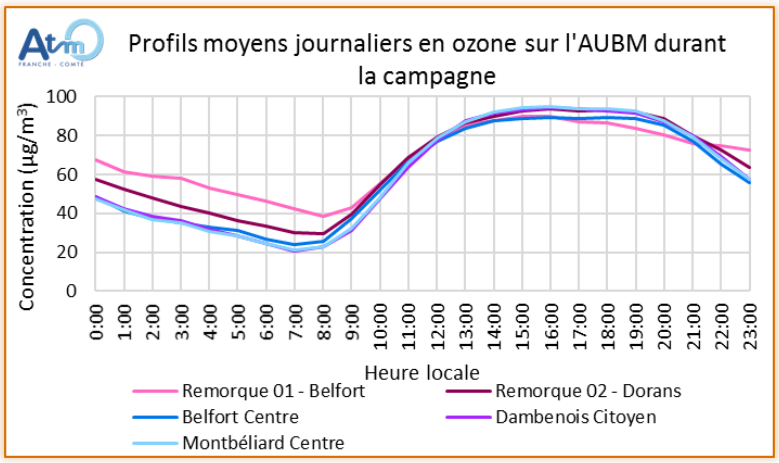


Figure 8 : Profils moyens journaliers en ozone sur l'AUBM durant la campagne

Une grande similitude est visible entre les différents sites. Les concentrations en ozone ont été tout d'abord faibles puis ont augmenté à partir de 8h jusqu'à un pic entre 15h et 16h. Ensuite, elles ont diminué progressivement jusqu'atteindre un minimum le matin vers 7 ou 8h. Ce type d'évolution est parfaitement caractéristique de l'ozone, qui est produit graduellement au cours de la journée, sous l'action des rayons UV.

En journée, les niveaux des 5 sites ont été très similaires autour de 90 µg/m^3.

La nuit, les mesures des stations mobiles se sont détachés des stations fixes avec des concentrations légèrement supérieures, surtout en périphérie de Belfort (Remorque 01). Les concentrations ont toutefois été très faibles entre 20 et 40 µg/m^3 en fin de nuit.

Ce phénomène n'est pas atypique. Plus un site de mesure est rural ou en altitude, plus les niveaux redescendent lentement et restent à un niveau de fond plus élevé. La remorque 01 étant située à une altitude plus élevée que les autres points, ces constats sont cohérents.

Suivi des dépassements réglementaires

Réglementé en air ambiant, l'ozone participe aux alertes pollutions, comme les particules PM10 et le dioxyde d'azote. Durant cette période, aucun pic de pollution à l'ozone n'a été enregistré.

A défaut de valeur limite, l'ozone possède une valeur cible pour la santé à ne pas dépasser : 120 µg/m^3 en maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, moyenne sur 3 ans ; et un objectif qualité de 120 µg/m^3 en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures sur une année civile.

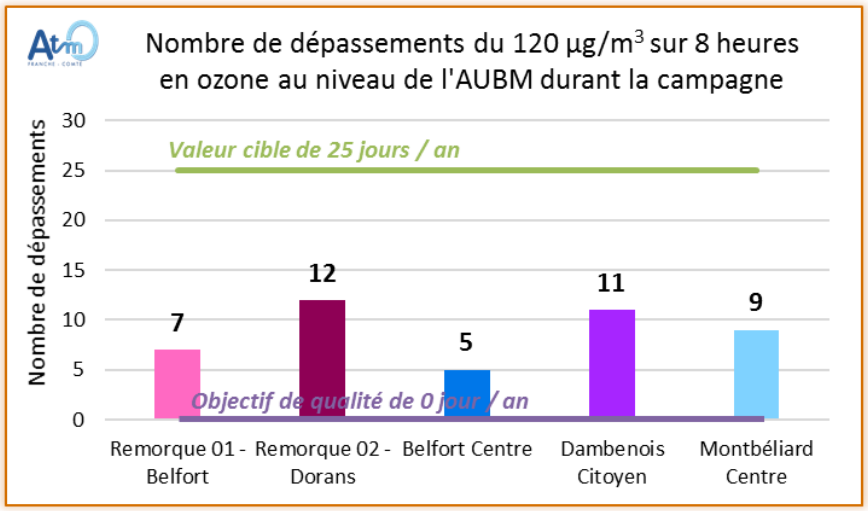


Figure 9 : Nombre de dépassements de la valeur cible en ozone sur l'AUBM durant la campagne

Durant la campagne, plusieurs dépassements de l'objectif qualité ont été observés, mais le cumul du nombre de dépassement reste en deçà de la valeur cible de 25 jours par an.

Le plus grand nombre de dépassement a été observé sur Dorans, au niveau de la remorque 02, suivi de près par la station fixe de Dambenois. La remorque 01, situé à Belfort enregistre un nombre bien inférieur, proche de celui de Belfort Centre.

A retenir

Durant la campagne de mesure, les niveaux en ozone ont été très variables, au fil des jours et au cours d'une même journée, suivant notamment les précipitations et les températures. Comparativement, les 5 sites étudiés ont observé des moyennes et des maximums relativement proches entre eux. Seuls les niveaux de la remorque 01 à Belfort ont été plus élevés la nuit du fait d'une position en altitude plus élevée.

Tous ont observé des dépassements de l'objectif de qualité, tout en restant en dessous de la valeur cible. Un plus faible nombre de dépassement a été observé sur Belfort, que ce soit en périphérie ou en zone urbaine, que sur Montbéliard ou en zone périurbaine à Dorans et Dambenois, où le plus grand nombre de dépassements a été enregistré.

EXPLOITATION DES MESURES EN OXYDES D'AZOTE

Sites comparatifs

Les données issues de la campagne ont été comparées à celles des stations de mesure fixes de mesure des oxydes d'azote du réseau d'ATMO Franche-Comté.

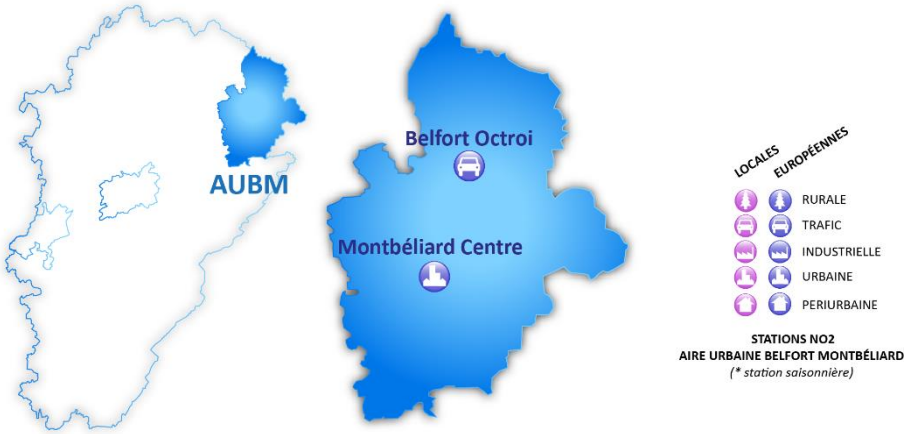


Figure 10 : Carte d'implantation des stations fixes de mesure des oxydes d'azote au niveau de l'AUBM

Par ailleurs, les résultats des mesures de campagne ont également été comparés aux valeurs réglementaires en vigueur. Néanmoins, cette évaluation comparative n'est établie qu'à titre informatif, les seuils réglementaires étant en effet applicables à l'échelle annuelle et non à l'échelle restreinte d'une campagne.

Enfin, il est à noter que le caractère saisonnier des polluants comme les oxydes d'azote, majoritaires en période hivernale, ainsi que l'impact des conditions météorologiques peuvent influencer significativement les teneurs en polluants mesurées au cours d'une campagne.

Données générales

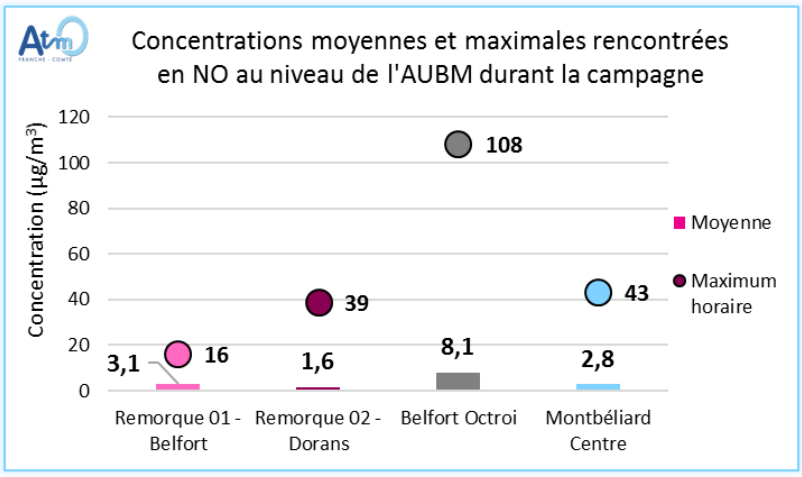


Figure 11 : Moyennes de la campagne et maximums horaires en NO rencontrés au niveau de l'AUBM

Les données en monoxyde d'azote (NO) des 2 moyens mobiles et celles de la station urbaine de Montbéliard Centre ont été très proches entre elles, que ce soit au niveau des maximums que des moyennes. Malgré les quelques différences, il est possible de dire que ceux-ci sont très faibles.

La station de Belfort Octroi, de proximité trafic, a enregistré des concentrations moyennes et un maximum horaire nettement supérieures que les 3 autres points positionnés en site urbain et péri-urbain. Cette observation est cohérente compte tenu de la typologie des sites de mesure.

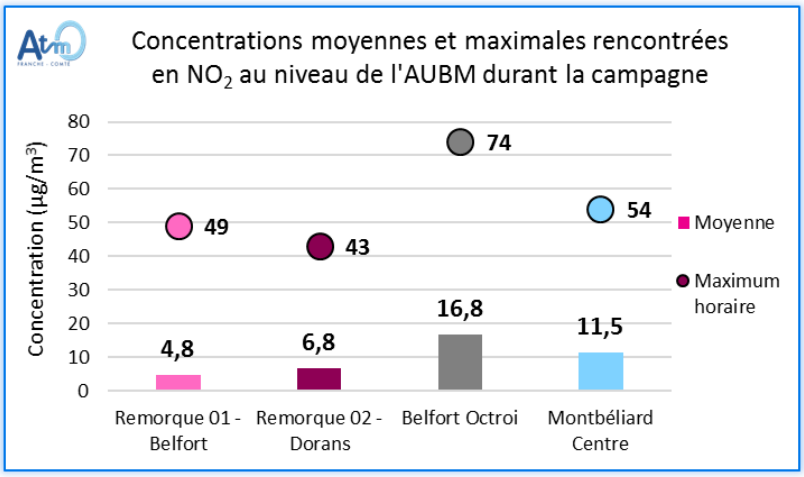


Figure 12 : Moyennes de la campagne et maximums horaires en NO_2 rencontrés au niveau de l'AUBM

S'agissant des concentrations en dioxyde d'azote (NO_2), les deux stations mobiles ont enregistré des niveaux moyens et maximums similaires. Les valeurs à Montbéliard ont été plus élevées en moyenne qu'en zone péri-urbaine, mais de manière moins marquée pour la pointe.

La station de Belfort Octroi a observé les plus fortes concentrations et un maximum horaire plus élevé que les 2 moyens mobiles et que la station de Montbéliard Centre. Encore une fois, ceci est cohérent avec la typologie des stations.

Variations horaires sur la période de la campagne

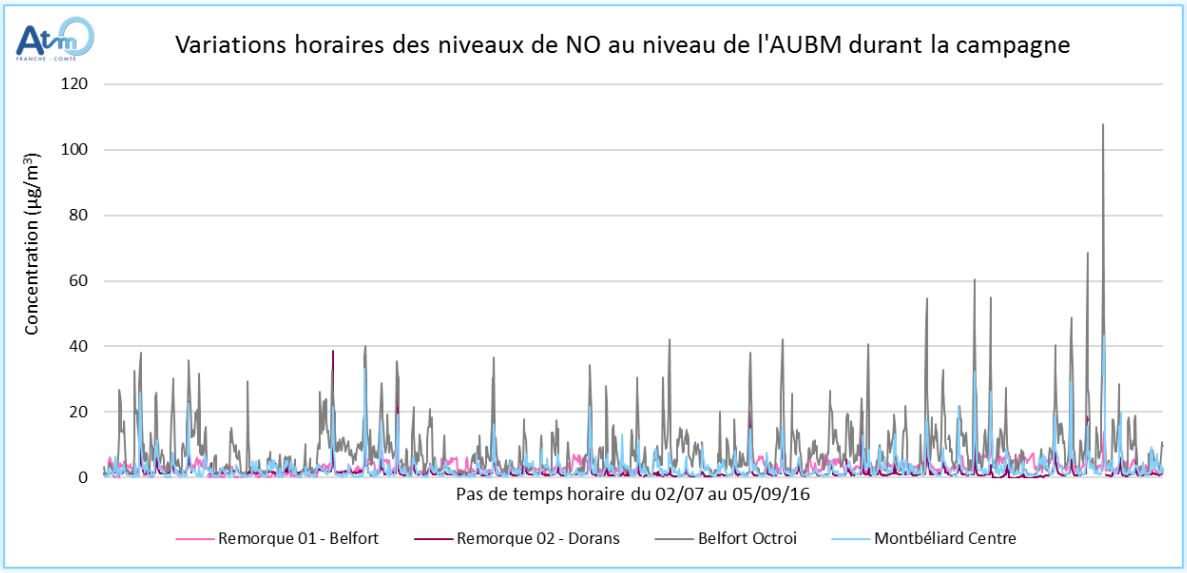


Figure 13 : Variations des concentrations en NO sur l'AUBM durant la campagne

Sur les 2 mois de mesure, les concentrations en NO, sur un pas de temps d'une heure, ont varié de façon très similaires avec des pics simultanés, mais à des niveaux différents.

Les valeurs plus élevées enregistrées à Belfort Octroi ont été plus fréquentes en fin de campagne, coïncidant avec la fin des vacances scolaires, et donc avec l'augmentation du trafic routier.

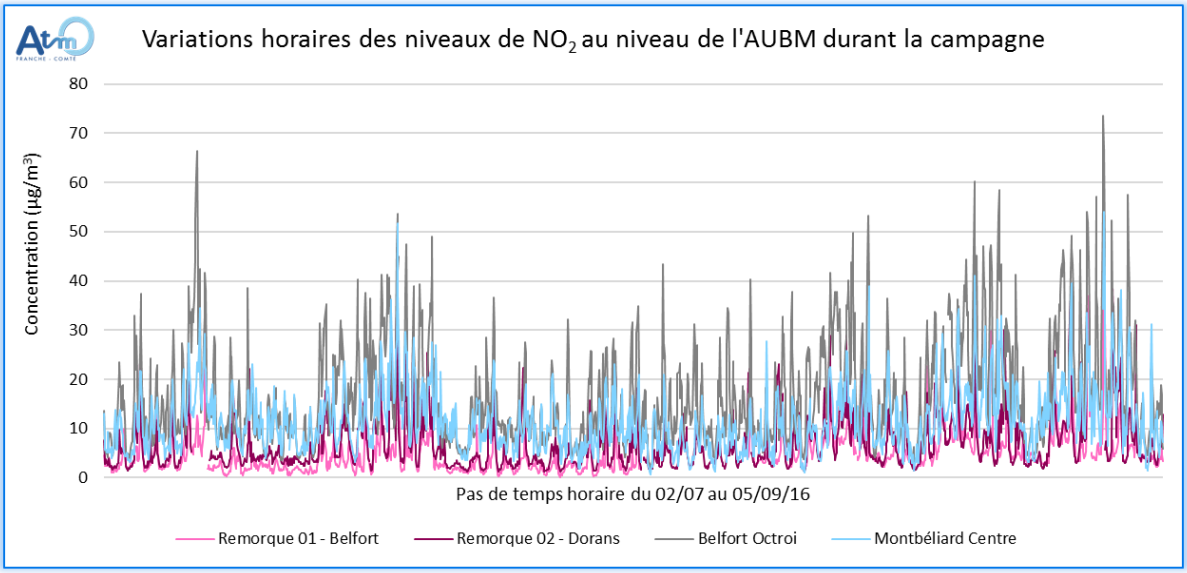


Figure 14 : Variations des concentrations en NO_2 sur l'AUBM durant la campagne

Les concentrations en NO_2 sur un pas de temps d'une heure ont également été très variables.

Les niveaux de fond minimaux ont semblé plus élevés en fin de campagne, en lien également avec la rentrée scolaire et l'augmentation du flux routier.

Les niveaux enregistrés à proximité des moyens mobiles ont été bien en deçà de ceux au niveau du site influencé trafic de Belfort Octroi et du site urbain de Montbéliard.

Profils journaliers

Ces profils ont été obtenus à partir des moyennes par tranche horaire des concentrations en NO et en NO_2 observées durant les 2 mois de la campagne. Ils permettent de mettre en évidence les variations rencontrées au cours d'une journée estivale.

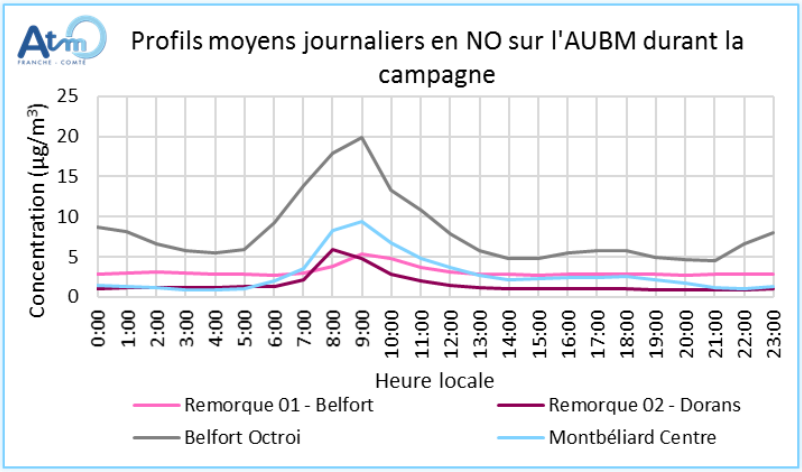


Figure 15 : Profils moyens journaliers en NO sur l'AUBM durant la campagne

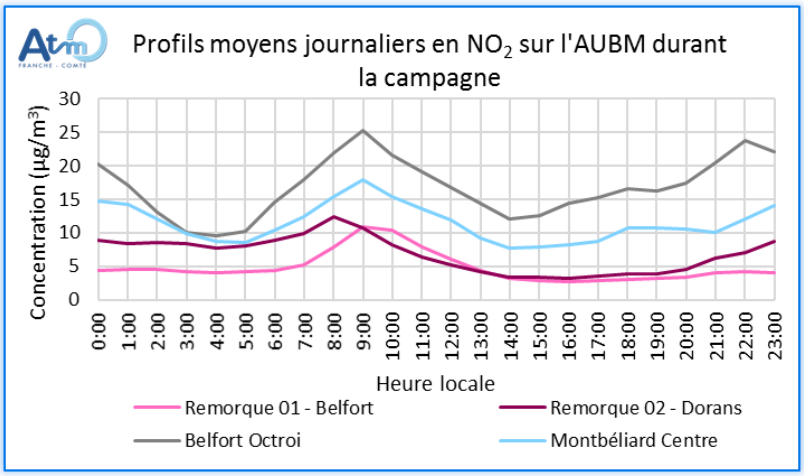


Figure 16 : Profils moyens journaliers en NO_2 sur l'AUBM durant la campagne

Contrairement aux mesures d'ozone, les variations d'oxydes d'azote ont été bien différentes entre les 4 sites. Les concentrations ont été en moyenne supérieures sur Belfort Octroi quelle que soit l'heure de la journée. Le site urbain de Montbéliard a été supérieur aux 2 stations mobiles, à toutes heures pour le NO_2 et seulement en matinée pour le NO.

De manière générale, les concentrations en oxydes d'azote ont tout d'abord été faibles et ont augmenté à partir de 5h jusqu'à un pic à 8h ou 9h. Ensuite, elles ont diminué progressivement jusqu'atteindre un minimum vers 14h, plus marqué pour le NO_2. Un second pic, plus ou moins marqué selon les sites, s'est produit vers 22h ou 23h, non visible en NO sur les stations mobiles et Montbéliard. Ce pic est tardif en période estivale, et non simultané avec un pic de trafic routier s'explique majoritairement par deux phénomènes.

Une partie du NO_2 produit dans l'après-midi est consommé pour former de l'ozone. En soirée, le rayonnement solaire diminue d'intensité, ce qui entraine une baisse de la production d'ozone et donc des concentrations, et une montée des niveaux de NO_2, qui n'est plus dégradé.

La pointe de NO_2 observable autour de 22h/23h correspond quant à elle à l'évolution de la couche limite atmosphérique. En effet, cette couche agit comme un couvercle, qui empêche la dispersion verticale des polluants. Elle se situe à une hauteur variable au cours de la journée. Ainsi, elle atteint son altitude maximale, autour de 1 à 2km d'altitude vers midi ; et son niveau minimal, de l'ordre d'une centaine de mètres voir moins, au cours de la nuit.

En journée, il y a donc une anti-corrélation des niveaux de NO_2 avec ceux en ozone.

Valeurs réglementaires

Réglementé en air ambiant, le dioxyde d'azote participe aux alertes pollutions, comme les particules PM10 et l'ozone. Durant cette période, aucun pic de pollution au dioxyde d'azote n'a été enregistré.

Le dioxyde d'azote possède deux valeurs limites à ne pas dépasser :

- ✓ 200 µg/m^3 sur une heure à ne pas dépasser plus de 18 heures par an ;
- ✓ 40 µg/m^3 en moyenne annuelle.

Durant la campagne, aucun dépassement de la valeur limite de 200 µg/m^3 sur une heure n'a été observé. De même, les concentrations moyennes durant la campagne, présentées précédemment, sont bien en deçà de la valeur limite de 40 µg/m^3 en moyenne annuelle.

A retenir

Durant la campagne de mesure, les niveaux en oxydes d'azote ont été très variables, au fil des jours et au cours d'une même journée, suivant notamment les précipitations, les températures et les vents.

Comparativement, les 5 sites étudiés ont observé des moyennes et des maximums relativement hétérogènes. Les niveaux des stations mobiles ont été proches et inférieurs à ceux observés à Montbéliard Centre, eux-mêmes inférieurs à ceux de Belfort Octroi. La proximité d'une des sources des oxydes d'azote, le trafic routier, a eu un impact majeur sur les niveaux rencontrés.

Aucun site n'a observé de dépassement des valeurs réglementaires.

INDICES DE QUALITE DE L'AIR

Calcul de l'indice

Pour les 6 agglomérations franc-comtoises majeures que sont Besançon, Montbéliard, Belfort, Dole, Lons-le-Saunier et Vesoul, ATMO Franche-Comté diffuse un indicateur journalier de qualité de l'air nommé « indice ATMO » ou « indice de qualité de l'air » selon la taille de l'agglomération (respectivement plus de 100 000 habitants et moins de 100 000).

Les indices de qualité de l'air de Belfort et Montbéliard sont basés sur les résultats de trois polluants : les particules PM10, le dioxyde d'azote (NO_2) et l'ozone.

Ces polluants font partie des composés dont la surveillance est assurée an permanence par ATMO Franche-Comté, et dont les niveaux dans l'air ambiant font l'objet d'une réglementation au niveau

européen et national. Leurs concentrations sont classées sur une échelle de 1 à 10. Le plus élevé de ces 4 sous-indices détermine l'indice ATMO de la journée.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Très bon	Très bon	Bon	Bon	Moyen	Médiocre	Médiocre	Mauvais	Mauvais	Très mauvais

Le palier 10 correspond généralement aux niveaux d'alerte fixés par les réglementations française et européenne, le palier 8 correspond au seuil de recommandation et d'information de ces mêmes réglementations.

Indices calculés durant la campagne

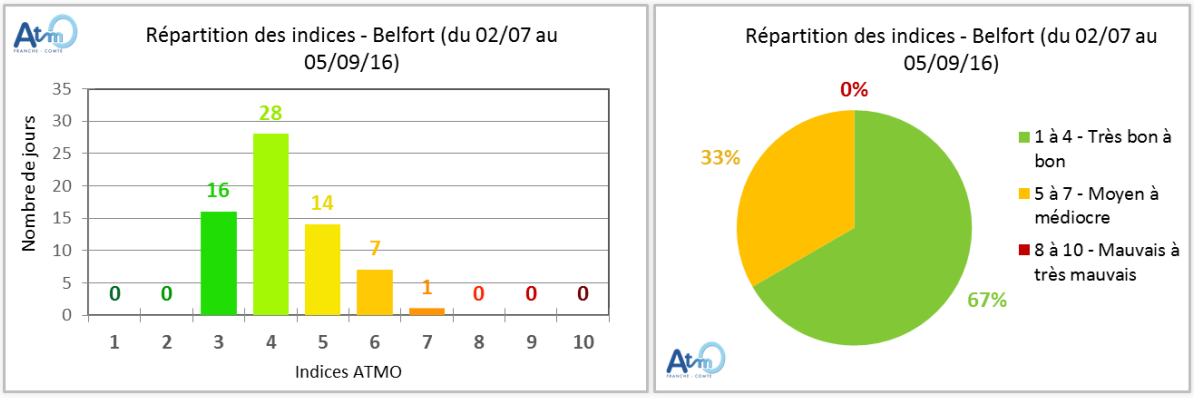


Figure 17 : Répartition des indices de qualité de l'air sur Belfort durant la campagne

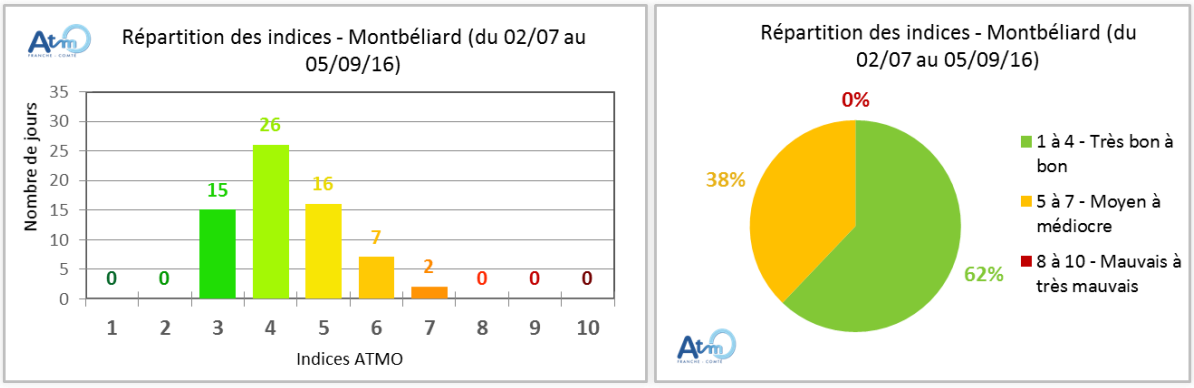


Figure 18 : Répartition des indices de qualité de l'air sur Montbéliard durant la campagne

La qualité de l'air a été bonne 67% du temps sur Belfort et 62% sur Montbéliard, mais moyenne à médiocre le reste du temps. Aucun indice mauvais à très mauvais n'a été relevé sur les 2 agglomérations, en lien avec l'absence d'épisode de pollution constaté durant cette période.

Sur les 66 jours de la campagne, 8 jours à Belfort et 9 jours à Montbéliard ont donc présenté une qualité de l'air médiocre. A contrario, aucun indice très bon n'a été observé.

L'ensemble des indices de qualité de l'air calculés pour les 2 agglomérations a été discriminé par l'ozone. Celui-ci a donc présenté des sous-indices plus élevés que les particules et le dioxyde d'azote.

L'ozone est bien le polluant dominant en période estivale.

CONCLUSION

La campagne de surveillance de l'ozone et d'un de ses précurseurs, les oxydes d'azote, s'est déroulée sur l'AUBM du 2 juillet au 5 septembre à l'aide de 2 stations mobiles complétant le dispositif fixe. Cette période estivale a été particulièrement propice à la formation et à l'accumulation de l'ozone, avec des conditions météorologiques favorables : légères brises, pluies faibles et températures supérieures aux normales. **Cependant, malgré cela, la qualité de l'air a été bonne 67% du temps sur Belfort et 62% sur Montbéliard, et moyenne à médiocre le reste du temps. De plus, aucun épisode de pollution à l'ozone n'a été enregistré durant la période, ni même plus largement durant l'été 2016.**

L'étude fine des données d'ozone et d'oxydes d'azote a permis de mettre en évidence la grande variabilité de ces 2 polluants au cours du temps. Les niveaux rencontrés sont influencés par de multiples paramètres : précipitations, températures, flux de trafic routier, etc. Les concentrations en ozone les plus élevées ont été observées en période chaude et en l'absence de précipitations, avec un pic observé entre 15 et 16h. En revanche, les oxydes d'azote sont plus présents aux heures et aux jours de forts trafic routier, mais aussi en l'absence de précipitations. Deux pics sont présents, le matin vers 9h et le soir vers 22h. Ce pic tardif par rapport aux mesures hivernales met notamment en évidence la transformation d'une part des molécules de NO_2 en ozone.

Les concentrations d'ozone les plus élevées ont été observées au niveau de la remorque 01 située à Belfort, du fait de sa situation péri-urbaine mais aussi de son altitude plus élevée que les 4 autres points. Les données de la remorque 02, située à Dorans, sont toutefois très proches des autres sites, en particulier de Dambenois. Les 3 stations fixes du secteur, de typologies péri-urbaine et urbaine, sont inférieures en moyenne aux données des 2 stations mobiles. Les 5 points de mesures ont observé des dépassements de l'objectif de qualité en ozone, tout en restant en dessous de la valeur cible. Un plus faible nombre de dépassement a été observé sur Belfort, que ce soit en périphérie ou en zone urbaine, que sur Montbéliard ou en zone périurbaine à Dorans et Dambenois, qui ne présente qu'un écart très faible entre elles. **De ce fait, nous pouvons donc dire que la station de Dambenois est représentative des niveaux d'ozone les plus élevés observés sur la zone d'étude.**

Une plus grande variabilité est observable entre les 4 points de mesure des oxydes d'azote. Les niveaux des remorques sont proches et inférieurs à ceux observés à Montbéliard Centre, eux-mêmes inférieurs à ceux de Belfort Octroi. La proximité d'une des sources des oxydes d'azote, le trafic routier, a un impact majeur sur les niveaux rencontrés. Aucun site n'a observé de dépassement des valeurs réglementaires en dioxyde d'azote.

REGLEMENTATION APPLICABLE EN AIR AMBIANT

Polluants	Domaine	Valeurs réglementaires	Application
Seuils d'information et de recommandation			
Dioxyde d'azote	santé	200 µg/m^3/heure	2006 ❸ ❹
Ozone	santé	180 µg/m^3/heure	2006 ❶ ❸ ❹
Seuils d'alerte			
Dioxyde d'azote	santé	400 µg/m^3/heure	2006 ❹
		400 µg/m^3/heure pendant trois heures consécutives	❶ ❸
		200 µg/m^3/heure pendant 2 jours consécutifs et nouveaux risques	2006 ❶ ❸ ❹
Ozone	santé	240 µg/m^3/heure sur 3 heures consécutives	2006 ❶ ❹
		240 µg/m^3/heure pour une protection sanitaire pour toute la population	❸
Valeurs limites			
Dioxyde d'azote	santé	200 µg/m^3/heure à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	2010 ❶ ❸
		40 µg/m^3 en moyenne annuelle	2010 ❶ ❸
Valeurs cibles			
Ozone	santé	120 µg/m^3 en maximum journalier de la moyenne sur 8 h à ne pas dépasser plus de 25 jours/an, moyenne sur 3 ans	2010 ❶ ❸
	végétation	18 000 (µg/m^3).h pour l'AOT calculé à partir de valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet, moyenne sur 5 ans	2010 ❶ ❸
Objectifs de qualité			
Ozone	santé	120 µg/m^3 en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures sur une année civile	Non précisé ❶ ❸
	végétation	6000 µg/m^3/h pour l'AOT calculé à partir de valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet	Non précisé ❶ ❸
Niveaux critiques			
Oxydes d'azote	végétation	30 µg/m^3 en moyenne annuelle	❶ ❸

Établi à partir :

- de la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur publiée le 21 mai 2008 ❶
- de la 4ème directive fille 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant publiée le 15 décembre 2004 ❷
- du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air ❸
- des arrêtés préfectoraux ❹

L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile (du 1er janvier au 31 décembre).

FICHES POLLUANTS

FICHE POLLUANT

Experts

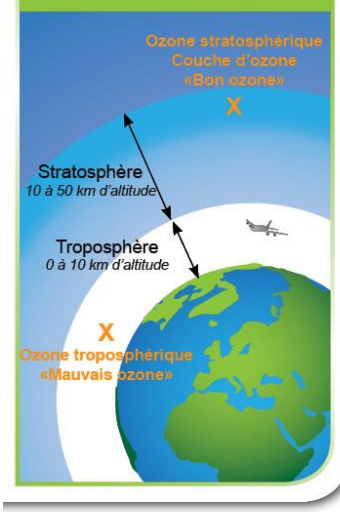
L'OZONE

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

Composé de 3 atomes d'oxygène ( ), sa formule chimique est O_3.

SURVEILLANCE REGLEMENTEE	
Seuil d'information et recommandation	180 µg/m³/h
Seuil d'alerte	240 µg/m³/h sur 3h consécutives

L'ozone dans l'atmosphère



SOURCES

AIR AMBIANT

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

SOURCES

AIR INTERIEUR

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

EFFETS

SANTE

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

EFFETS

ENVIRONNEMENT

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

Bien que de nature chimique identique, il convient de distinguer l'ozone stratosphérique de l'ozone troposphérique. L'ozone stratosphérique, qualifié de «bon ozone», forme une couche qui nous protège de certaines radiations nuisibles du soleil (rayons UV-B et UV-C en particulier), tandis que l'ozone troposphérique, le «mauvais ozone», est un polluant très toxique car il est en contact direct avec l'homme et les écosystèmes.
Le «trou dans la couche d'ozone» est une disparition partielle de ce «bon ozone», liée à l'effet destructeur d'ozone de certains polluants émis dans la troposphère (couche atmosphérique dans laquelle nous vivons) et qui migrent lentement dans la stratosphère (10 à 60 km d'altitude).

© 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

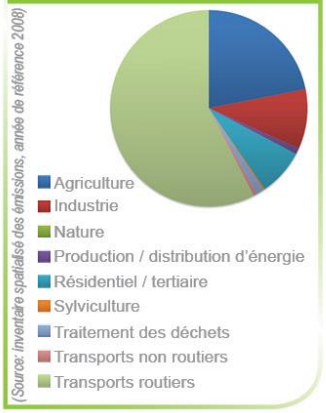
La combinaison de l'azote ( ) avec l'oxygène ( ) de l'air conduit à des composés de formules chimiques diverses regroupés sous le terme NOx. Parmi ces composés, on distingue le monoxyde d'azote, de formule NO, et le dioxyde d'azote, NO_2.

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

FICHES TECHNIQUES

FICHE TECHNIQUE

Experts

L'ANALYSEUR D'OZONE

La mesure de l'ozone repose sur le phénomène d'absorption dans le domaine ultra-violet (UV).

Les rayons ultra-violets sont un rayonnement électromagnétique de même nature que la lumière visible, mais dont les longueurs d'onde sont inférieures. Ils sont donc non perceptibles par l'œil.

Leur spectre est divisé en trois bandes :

- *UVA (315-380 nm) ;*
- *UVB (280-315 nm) ;*
- *UVC (200-280 nm).*

DEFINITION

QU'EST-CE QUE L'ABSORPTION ?

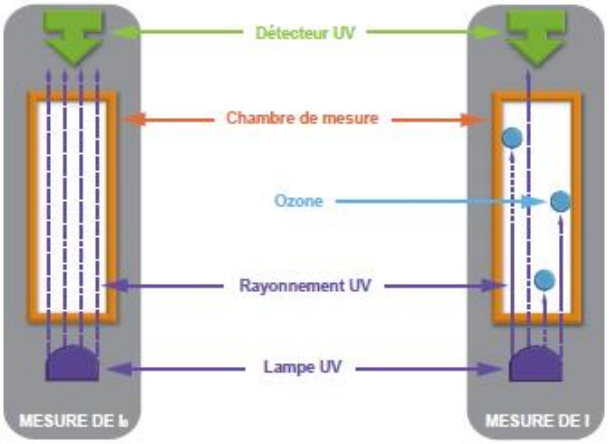
L'absorption est un phénomène physique au cours duquel une molécule soumise à un rayonnement, de longueur d'onde bien précise, absorbe ce rayonnement.

La mesure de l'ozone utilise des rayonnements lumineux ultra-violets de longueur d'onde 253,7 nm, correspondant justement à la longueur d'onde maximale d'absorption des molécules d'ozone.
L'absorption de ce rayonnement dit « monochromatique » (une seule longueur d'onde soit d'une seule couleur) est donnée par la loi de Beer-Lambert :

$$I = I_0 \, e^{-\alpha L C}$$

Avec :

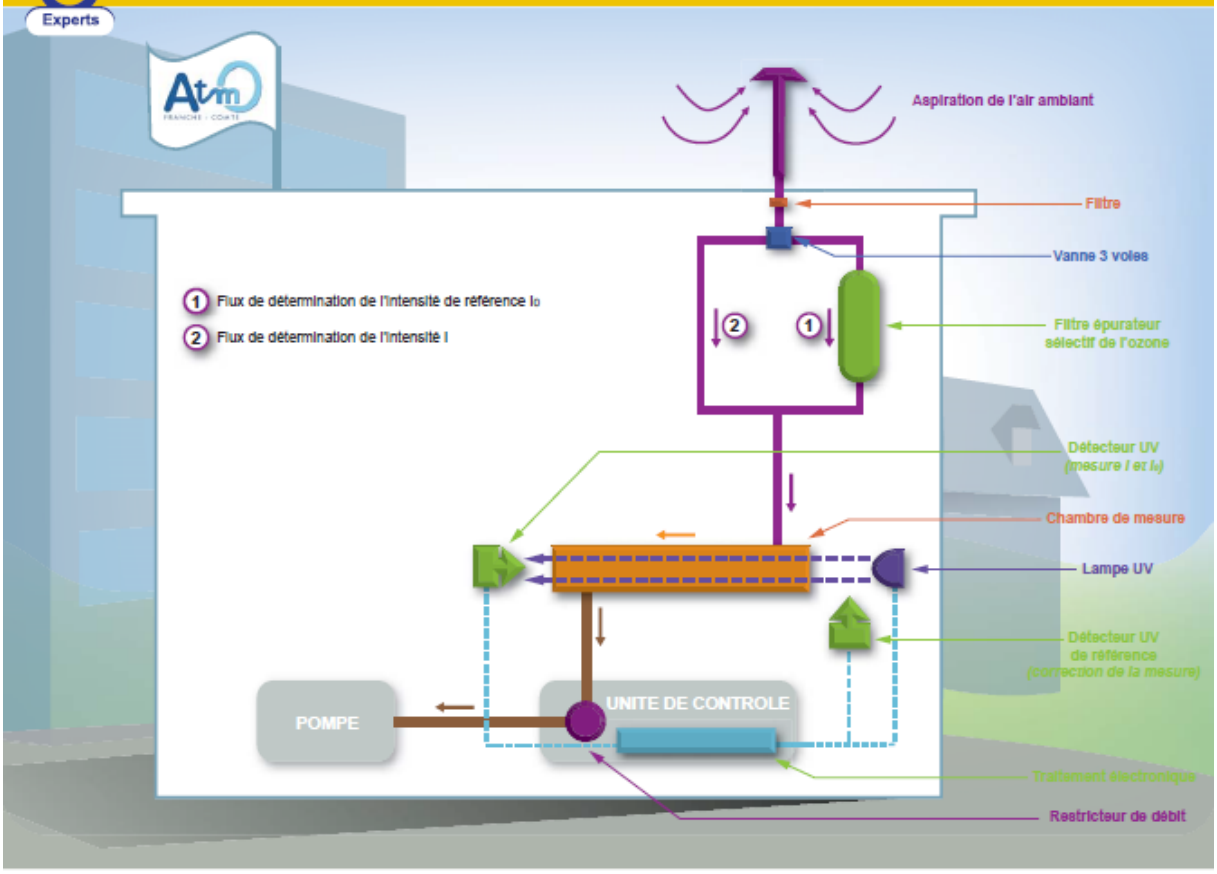
- I_0 : intensité du rayonnement UV en sortie de la chambre de mesure en absence d'ozone (intensité de référence) ;
- I : intensité en sortie de la chambre de mesure après absorption par les molécules d'ozone ;
- α : coefficient d'absorption de l'ozone ;
- C : concentration de l'ozone ;
- L : longueur de la chambre de mesure.



© ATMO Franche-Comté, 2016

FICHE TECHNIQUE

Experts



La mesure de la concentration d'ozone se fait en deux temps :

① L'échantillon d'air prélevé traverse un filtre épurateur d'ozone, qui le destitue totalement de l'ozone qu'il contient. Cet échantillon ainsi épuré est alors soumis à un rayonnement UV de longueur d'onde 253,7 nm dans la chambre de mesure. L'intensité lumineuse est mesurée à l'opposé de la lampe UV. Cette intensité est appelée I_0.

② Dans un second temps, l'échantillon d'air aspiré est directement conduit dans la chambre de mesure, où il est soumis au même rayonnement UV que précédemment. De la même manière également, l'intensité lumineuse est mesurée. Cette intensité est appelée I.

Enfin, à la suite d'un traitement électronique, la concentration d'ozone est déterminée par application de la loi de Beer-Lambert, celle-ci dépendant directement du rapport I/I_0.

Afin de compenser les dérives de la lampe UV et de réaliser les mesures de I et I_0 dans les mêmes conditions, un « détecteur de référence UV » placé en sortie de la lampe permet de contrôler les durées de mesures de ces deux intensités, afin de les déterminer dans les mêmes conditions.

© ATMO Franche-Comté, 2016

FICHE TECHNIQUE

Experts

L'ANALYSEUR D'OXYDES D'AZOTE

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

- **NO : monoxyde d'azote**
- **NO_2 : dioxyde d'azote**

PRINCIPE

La mesure des NOx repose sur le principe de « chimiluminescence », qui consiste en la production de lumière suite à une réaction chimique. Cette mesure est basée dans le domaine infra-rouge.

Mesure des oxydes d'azote

Les analyseurs d'oxydes d'azote ne permettent pas la mesure directe du NO_2. Celle-ci se fait donc en trois phases :

1. mesure du NO ;
2. mesure des NOx ;
3. déduction du NO_2 par soustraction NOx – NO.

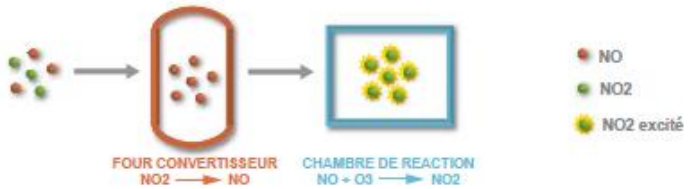
1. Mesure du NO :

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

Ces rayons sont captés par un photomultiplicateur qui amplifie le signal. La quantité de rayons est directement liée à la concentration de NO, la concentration de NO est donc être connue via la mesure des rayons émis.

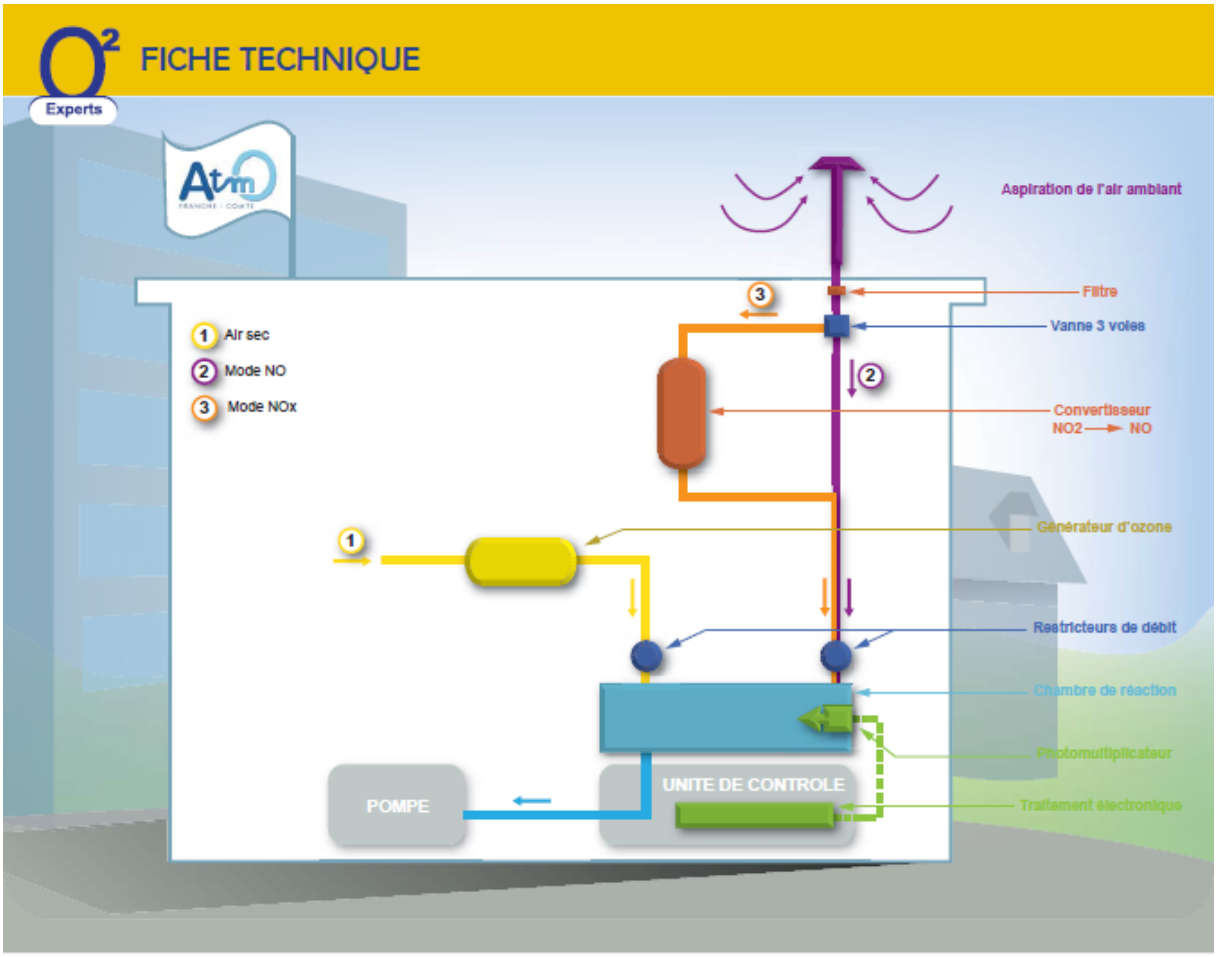
2. Mesure des NOx :

Pour mesurer les NOx, l'échantillon est dirigé vers la chambre de réaction, mais auparavant, il passe par un convertisseur qui transforme tous le NO_2 présents en NO grâce à un four molybdène. Ensuite, l'échantillon est mélangé à l'ozone et la même réaction que précédemment se produit.



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

© ATMO Franche-Comté, 2016



3. Mesure de NO_2 :

Pour déterminer la concentration de NO_2, il suffit de la déduire des deux mesures précédentes.

L'air échantillonné est ensuite rejeté par l'appareil. L'ozone introduit dans cet air est piégé pour ne pas contribuer à la pollution atmosphérique.

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

© ATMO Franche-Comté, 2016

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

RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR EN FRANCHE-COMTE

15 rue Mégevand
25 000 BESANCON

Tél. : 03 81 25 06 60
Fax : 03 81 25 06 61

Web : www.atmo-franche-comte.org
Courriel: contact@atmofc.org

Flashez le code
et retrouvez-nous
sur le web !

ATMO Franche-Comté est membre de la Fédération ATMO
Toute copie (même partielle) de ce document doit être faite en citant expressément la source