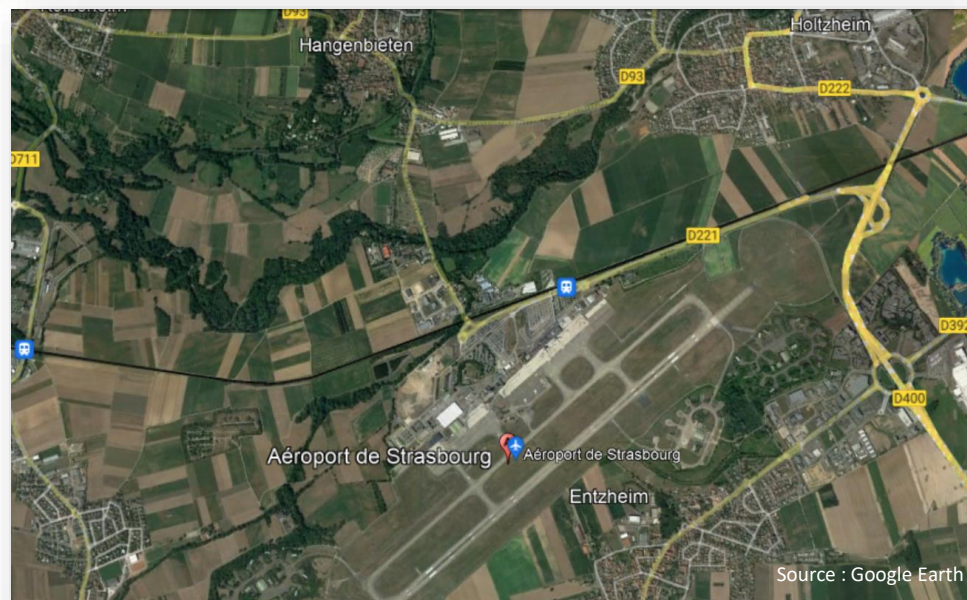


2024



Caractérisation de la qualité de l'air ambiant au niveau de la zone aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim en 2023

Campagnes réalisées entre le 2 août et le 13 décembre

Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous :

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles à tous sous licence libre «**ODbL v1.0**».
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction	Sandrine BOURDET, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires
Vérification	Agnès BERTRAND, Chargée d'Etudes Unité Surveillance et études réglementaires
Approbation	Bérénice JENNESON, Responsable Unité Surveillance et études réglementaires

Référence du projet : MSP-00934

Référence du rapport : SURV-EN-1035

Date de publication : 26-03-2024

ATMO Grand Est

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : contact@atmo-grandest.eu

REMERCIEMENTS

Nous remercions les mairies des communes de Duppigheim, d'Entzheim, Geispolsheim, Hangenbieten, Holtzheim, et Lingolsheim pour leur accueil et les accords obtenus afin de réaliser cette campagne de mesures.



ATMO Grand Est réalise depuis les années 2000 un diagnostic bisannuel de la qualité de l'air de l'aéroport Strasbourg-Entzheim et des communes limitrophes. Elle s'est engagée à reconduire périodiquement une évaluation de la qualité de l'air des plateformes aéroportuaires de la région Grand Est et de l'impact éventuel des activités des aéroports sur les communes avoisinantes.

Ainsi, de nouvelles campagnes de mesures de la qualité de l'air ambiant ont été réalisées en 2023. Elles rentrent dans le cadre des actions du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air d'ATMO Grand Est (PRSQA) prolongé pour 2023 : action 2 qui vise à caractériser l'environnement à proximité des sources d'émissions par des campagnes de mesures.

A cette fin, quinze sites de mesures ont été instrumentés, avec pour certains des tubes passifs uniquement (mesure du NO_2 et des BTEX), et d'autres, avec des préleveurs actifs en complément (mesures des poussières PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$). Ils sont positionnés dans l'enceinte de l'aéroport et dans les villages à proximités de l'aéroport, aux mêmes emplacements que ceux des précédentes campagnes de 2021, 2019 et 2016/2017.

Pour cette campagne de 2023, les niveaux moyens annuels en **dioxyde d'azote** oscillent entre **9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (site n°10 à Entzheim, rue de Hangenbieten) et **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (site n°3 à Strasbourg Neudorf, quartier Danube), tous sites confondus. Les points de mesures présentant les minima et maxima sont identiques à ceux de la campagne de 2021. Sur la zone aéroportuaire, elles oscillent entre **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et **16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Au regard des normes de qualité de l'air, tous les sites instrumentés présentent des résultats inférieurs à la valeur limite annuelle (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A titre indicatif, la ligne directrice de l'OMS (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un an, valeur non réglementaire) est respectée sur le site n°10 (secteur cimetière à Entzheim), atteinte sur cinq sites (n°5, 7, 9, 11 et at2), et dépassée sur les huit autres points de mesures.

Par rapport aux campagnes précédentes, les concentrations moyennes en NO_2 baissent depuis le début des mesures sur le secteur d'étude (de -17% à Strasbourg Est à -53% à Lingolsheim). Au niveau de la zone aéroportuaire, cette diminution est comprise entre -26% et -43%.

Les teneurs moyennes annuelles 2023 en **benzène (six sites instrumentés)** sont comprises entre **0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et **0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** tous sites confondus. Sur la zone aéroportuaire, elles sont homogènes, comprises entre **0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et **0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Au regard des normes de qualité de l'air, les niveaux de concentrations relevés sur la totalité des sites de la zone d'étude de l'aéroport sont tous inférieurs aux valeurs seuils correspondant à l'objectif de qualité (2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un an) et à la valeur limite annuelle (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Par rapport aux campagnes précédentes, les valeurs moyennes annuelles en benzène relevées sur la zone d'étude sont en baisse sur l'ensemble des sites instrumentés. Ce constat est cohérent avec les teneurs relevées sur le réseau de mesures différées d'ATMO GE qui affiche ces mêmes tendances depuis quelques années. Les autres composés, non réglementés (toluène, éthylbenzène, m+p-xylènes et o-xylène) présentent des valeurs moyennes annuelles comprises entre 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fonction du composé.

En PM_{10} , la valeur moyenne annuelle relevée à Holtzheim (**11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**) respecte les seuils réglementaires fixés à l'échelle annuelle (objectif de qualité fixé à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et valeur limite de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Par ailleurs, elle respecte la ligne directrice annuelle de l'OMS fixée à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Par rapport aux précédentes campagnes, les niveaux de concentrations annuels en particules PM_{10} sur ce site sont en baisse (-45% par rapport à 2012). Depuis le début des mesures, les seuils réglementaires sont respectés.

Enfin, pour **les $\text{PM}_{2,5}$** mesurées à Entzheim, le niveau moyen annuel de 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respecte les seuils réglementaires fixés à l'échelle annuelle (objectif de qualité fixé à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et valeur limite de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il dépasse par contre la ligne directrice annuelle de l'OMS fixée à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (non réglementaire). Par rapport aux précédentes campagnes, les niveaux relevés sont en baisse (près de -20% par rapport à 2016).

En 2023, l'objectif de qualité est respecté pour la seconde année consécutive.

Diagramme ombrothermique : diagramme élaboré à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières, pour permettre de visualiser les variations conjointes de ces deux paramètres.

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère directement à partir des pots d'échappement des véhicules et des aéronefs ou des cheminées de sites industriels par exemple (exprimées en unité de masse).

Immissions : concentrations de polluants dans l'atmosphère telles qu'elles sont inhalées. Les immissions résultent de la dilution, de la transformation et du transport des polluants émis (exprimées en unité de masse par volume).

Lignes directrices de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air présentent des recommandations d'ordre général concernant les valeurs seuils des principaux polluants de l'air qui posent des risques pour la santé.

Niveau : concentration d'un polluant dans l'air ambiant.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

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

Polluant : toute substance introduite directement ou indirectement par l'homme dans l'air ambiant et susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Pollution de fond : dans sa dimension géographique, la pollution de fond représente l'exposition d'une population, en milieu rural ou urbain, non directement soumise à une pollution industrielle ou trafic de proximité. Cette pollution de fond ne doit pas être confondue avec le fond de pollution qui exprime la dose ambiante sur une longue période.

Pollution de proximité : la pollution de proximité représente l'exposition d'une population directement soumise à une pollution industrielle ou de proximité trafic.

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

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



Dans le cadre de son Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA), prolongé pour 2023, ATMO Grand Est dans son action 2 (Evaluer les inégalités d'exposition) poursuit l'évaluation de la qualité de l'air des plateformes aéroportuaires de la région Grand Est et de l'impact éventuel des activités des aéroports sur les communes limitrophes. Il est donc proposé une réévaluation de l'impact des activités de la plate-forme aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim sur la qualité de l'air au sein de la zone aéroportuaire et des villages implantés à proximité avec des objectifs et des moyens comparables à ceux de la précédente campagne de 2021. Ainsi, divers polluants ont été suivis : NO₂, BTEX, particules PM₁₀ et PM_{2.5}.

L'**annexe 1** présente les origines et effets des composés surveillés.

Ainsi, deux campagnes de mesures d'un mois chacune ont été mises en place entre le 02 août et le 13 décembre 2023 sur quinze sites positionnés dans l'enceinte de l'aéroport et dans les villages à proximité de celui-ci. Ils sont implantés aux mêmes emplacements que ceux des précédentes campagnes de 2021, 2019 et 2016/2017.

Ce rapport dresse le bilan des campagnes, les résultats obtenus étant comparés à la réglementation actuellement en vigueur, aux résultats provenant d'autres stations fixes et/ou de campagnes de mesures antérieures d'ATMO Grand Est.

Les sites de prélèvement

Les points de mesures, implantés aux mêmes emplacements que ceux des précédentes campagnes, sont localisés dans l'enceinte de l'aéroport et dans les villages situés à proximités de ce dernier.

Le tableau ci-dessous présente le positionnement des quinze points, et l'**annexe 2** les photos correspondantes. A noter que le site n°9^{bis} localisé rue des Tilleuls à Duppigheim en 2021 (mesure du NO₂) a été supprimé : les résultats obtenus sur ce site et le point n°9 localisé sur la même commune rue du moulin ont présentés des moyennes annuelles équivalentes. Les numérotations des sites sont identiques à celles des précédentes campagnes de mesures.

N° site 2023	Ssite	Adresse	Tubes passifs		préleveur	
			NO2	BTEX	Pesée PM10	Pesée PM2,5
2	Sites fixes d'ATMO Grand Est	Strasbourg Ouest - 5, rue de Madrid Schiltigheim	X	X		
3		Strasbourg Neudorf (quartier Danube)	X			
5	Sites fixes	Lingolsheim - Captage d'eau	X			
6		Holtzheim - 15, rue de l'angle (prox rue de l'école, rue des jardins, près du centre sportif)	X	X		
6 bis		Holtzheim - rue du foyer			X	
7		Hangenbieten - 3, rue des Seigneurs à la sortie du village	X			
9		Duppigheim - rue du moulin (proximité du stade de foot)	X			
10		Entzheim - rue de Hangenbieten (cimetière)	X			X
11		Geispolsheim - 9, route de schirmeck	X			
12		Aéroparc N°1 _Entzheim	X	X		
a1	sur la plate-forme de l'aéroport	Parking aéroport Aviation Générale (parking Tourissimo)	X			
a2		pylône à proximité des cuves kérosène	X	X		
a3		Poste de contrôle des Aires (en bas)	X	X		
at2		En bout de piste (effet du panache de pollution lors de la poussée maximale avant décollage)	X			
a4		En zone de dédouanement de l'aéroport	X	X		

Tableau 1 : Sites de mesures des campagnes mises en œuvre en 2023

Cartes des sites de prélèvement

La figure ci-dessous présente la localisation des divers points de mesures.



Figure 1 : Localisation des sites de mesures hors stations fixes d'ATMO Grand Est (site n°2 à Strasbourg Ouest et point n°3 au Neudorf)

Méthode de mesures utilisées dans le cadre de l'étude



Tableau 2 : Mesures par tubes passifs et descriptif





Moyen de mesure	Descriptif												
<p>Tube passif NO₂ et support :</p>  	<p>Le principe de fonctionnement de ce mode de prélèvement est basé sur celui de la diffusion passive de molécules sur un adsorbant adapté au piégeage spécifique du polluant gazeux. La quantité de molécules piégées est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement et est déterminée par analyse des échantillons différée en laboratoire. Ce mode de prélèvement fournit une moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition.</p> <p>Les polluants suivis pour cette étude ainsi que les normes de mesurages mises en œuvre sont les suivants :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Polluants</th> <th>Méthode analytique</th> <th>Norme</th> <th>Laboratoire d'analyse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dioxyde d'azote (NO₂)</td> <td>Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzman</td> <td>NF EN 16 339</td> <td>ATMO Grand Est</td> </tr> <tr> <td>Benzène</td> <td>Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CG-MS)</td> <td>NF EN 14 662-4</td> <td>Syn'AirGIE</td> </tr> </tbody> </table>	Polluants	Méthode analytique	Norme	Laboratoire d'analyse	Dioxyde d'azote (NO ₂)	Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzman	NF EN 16 339	ATMO Grand Est	Benzène	Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CG-MS)	NF EN 14 662-4	Syn'AirGIE
Polluants	Méthode analytique	Norme	Laboratoire d'analyse										
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzman	NF EN 16 339	ATMO Grand Est										
Benzène	Chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse (CG-MS)	NF EN 14 662-4	Syn'AirGIE										
<p>Tube passif benzène et support :</p> 	<p>Après exposition, ils sont collectés et analysés en laboratoire. La concentration en polluants correspond à une valeur moyennée sur la durée d'exposition du tube.</p> <p>Des contrôles qualité sont effectués tout au long de l'étude avec la réalisation de blancs et de triplicats, permettant de s'assurer de la répétabilité des mesures.</p>												

Figure 2 : Tubes passifs et supports



Tableau 3 : Mesures avec un préleveur de particules

Moyen de mesure	Descriptif										
<p>Préleveur particulaire :</p>  <p>Figure 3 : LECKEL</p>	<p>Il permet le prélèvement des particules contenues dans un volume dosé d'air. Les particules sont recueillies sur des filtres. L'air est aspiré à travers une tête de prélèvement spécifique à la fraction recherchée. Les particules de diamètre supérieur à 10 µm ou 2,5 µm sont impactées sur de la graisse de silicone et sont donc éliminées. Les particules restantes suivent le flux d'air pour être collectées sur le filtre. Le changement de filtre est programmable : quinze filtres peuvent se succéder selon la fréquence désirée (idéalement 15 x 1 jour). Un système de contrôle du débit maintient le débit volumique à la valeur définie par l'utilisateur. Le débit de fonctionnement est fixé à 2,3 m³/heure.</p> <table border="1" data-bbox="652 762 2435 943"> <thead> <tr> <th data-bbox="652 762 871 833">Polluants</th> <th data-bbox="871 762 1217 833">Préleveur et méthode analytique</th> <th data-bbox="1217 762 2048 833">Norme</th> <th data-bbox="2048 762 2435 833">Laboratoire d'analyse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="652 833 871 943">PM₁₀ - PM_{2,5}</td> <td data-bbox="871 833 1217 943">LECKEL/gravimétrie</td> <td data-bbox="1217 833 2048 943">NF EN 12341 - Air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP10 ou MP2,5 de matière particulaire en suspension</td> <td data-bbox="2048 833 2435 943">Micropolluants</td> </tr> </tbody> </table> <p>Le laboratoire d'analyse peut ensuite selon le cas procéder à une pesée finale des filtres (gravimétrie – après avoir pesé les filtres avant prélèvement), afin de pouvoir disposer de la teneur en PM dans l'air ou analyser les polluants présents sur ces particules (métaux, HAP...). Il est également possible de faire sur un même filtre une quantification des teneurs en PM (gravimétrie) et une analyse de la composition de ces particules (par exemple des métaux).</p>			Polluants	Préleveur et méthode analytique	Norme	Laboratoire d'analyse	PM ₁₀ - PM _{2,5}	LECKEL/gravimétrie	NF EN 12341 - Air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP10 ou MP2,5 de matière particulaire en suspension	Micropolluants
Polluants	Préleveur et méthode analytique	Norme	Laboratoire d'analyse								
PM ₁₀ - PM _{2,5}	LECKEL/gravimétrie	NF EN 12341 - Air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP10 ou MP2,5 de matière particulaire en suspension	Micropolluants								

Paramètres météorologiques



Les niveaux en polluants peuvent varier fortement sur une courte durée, ces variations étant, en partie, liées aux phénomènes météorologiques qui contrôlent la dispersion des polluants ou au contraire leur accumulation (cf. **annexe n°5**).

Dans le cadre de cette étude, les mesures des paramètres météorologiques proviennent de la station fixe d'ATMO Grand Est localisée à Strasbourg Ouest (5 rue de Madrid 67300 Schiltigheim), positionnée à 12 km (à vol d'oiseau) au Nord-Est de l'aéroport d'Entzheim.

Les paramètres suivants y sont mesurés : direction et vitesse du vent, température extérieure, hauteur d'eau...

Périodes de mesures pour permettre une couverture annuelle > 14%

En raison de la variabilité intra-saisonnière des conditions météorologiques ayant une influence significative sur les niveaux de pollution, la campagne de mesure s'est déroulée sur deux grandes périodes : une phase estivale et une phase hivernale.

Afin de pouvoir calculer des moyennes annuelles, la stratégie d'échantillonnage doit notamment répondre à certains objectifs de qualité définis dans la Directive 2008/50/CE : à savoir une période minimale de mesures sur 14 % de l'année pour des mesures indicatives (ou huit semaines), réparties sur toute l'année pour être représentatives des diverses conditions du climat. Ainsi, quatre périodes de mesures ont été planifiées au cours de l'année 2023. Les dates sont regroupées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Périodes de mesures en 2023

Campagne	Périodes de prélèvements	Nombre de jours
C1	02 au 16 août	14
C2	16 au 30 août	14
C3	15 au 29 novembre	14
C4	29 novembre au 13 décembre	14
	Total :	56 jours

La couverture temporelle des mesures atteint 15 %, respectant ainsi la période minimale requise. Il est à noter que les dates de campagnes ne sont pas réparties uniformément tout au long de l'année, seules les périodes estivales et hivernales ayant fait l'objet de mesures. Cependant, nous comparerons les résultats obtenus sur l'année aux normes nationales annuelles de la qualité de l'air, à titre indicatif.

L'annexe 4 présente les seuils réglementaires en NO₂ actuellement en vigueur.

Limites de l'étude

L'étude est limitée à une investigation concernant **l'un des maillons** du cycle de la pollution de l'air, celui de la qualité de l'air (concentrations atmosphériques de polluants).

Compte tenu des périodes et de la fréquence des mesures, l'étude permet de qualifier les niveaux observés au regard des normes annuelles de qualité de l'air, à titre indicatif.

Des informations relatives aux dépassements de normes horaires ou journalières pour les paramètres mesurés (tubes passifs etc.) ne peuvent être fournies.

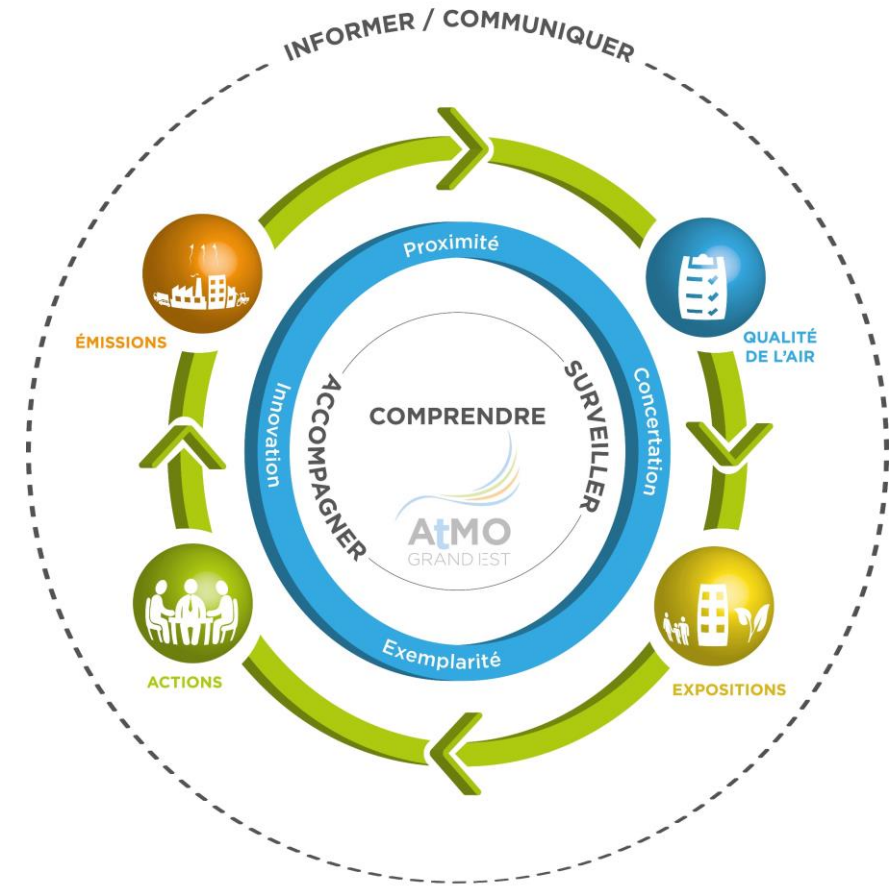


Figure 4 : Cycle de la pollution de l'air

Inventaire des émissions de NOx

La sectorisation des émissions (Invent'Air V2023 – données 2021) est présentée à partir de l'inventaire des émissions atmosphériques de polluants et de gaz à effet de serre d'ATMO GE, en prenant en compte l'Eurométropole de Strasbourg auxquelles les communes concernées par l'étude appartiennent.

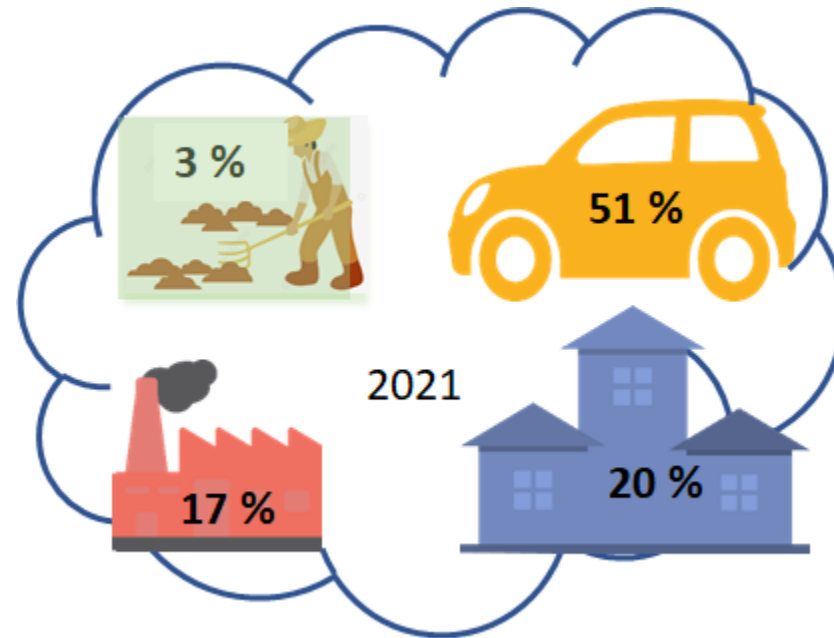


Figure 5 : Sectorisation des émissions en NOx (source : ATMO GE - Invent'AirV2023 - A2021)

Le NOx est majoritairement issu du transport routier (51%), suivi par le secteur du résidentiel-tertiaire (20%), puis le secteur industriel (17%), les autres secteurs représentant chacun moins de 10% des émissions.

Inventaire des émissions de PM₁₀

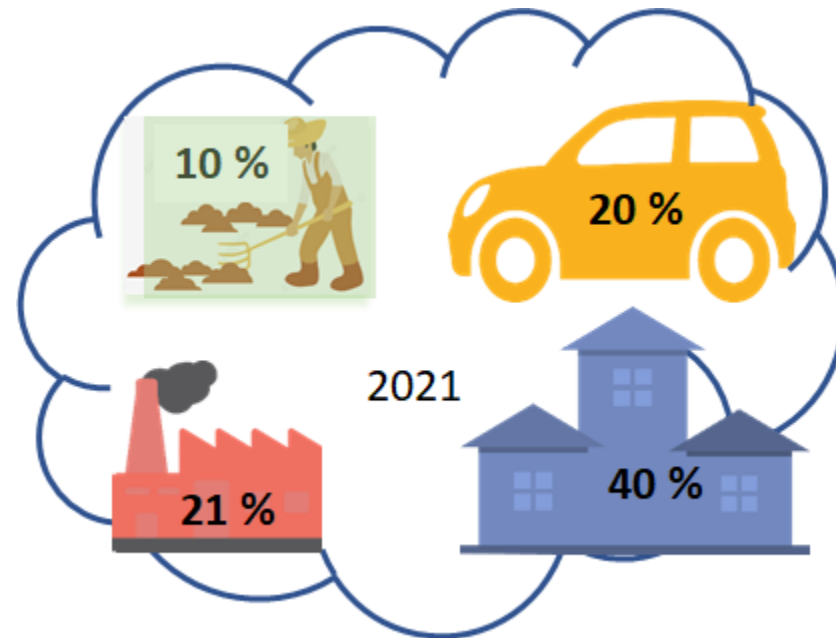


Figure 6 : Sectorisation des émissions en PM₁₀ (source : ATMO GE - Invent'AirV2023 - A2021)

A l'Eurométropole de Strasbourg, les PM₁₀ sont majoritairement issues du secteur résidentiel-tertiaire (40%), suivi par le secteur industriel (21%), du transport routier (20%), et du secteur agricole (10%). Les autres secteurs représentant moins de 10%.

Inventaire des émissions de PM_{2,5}

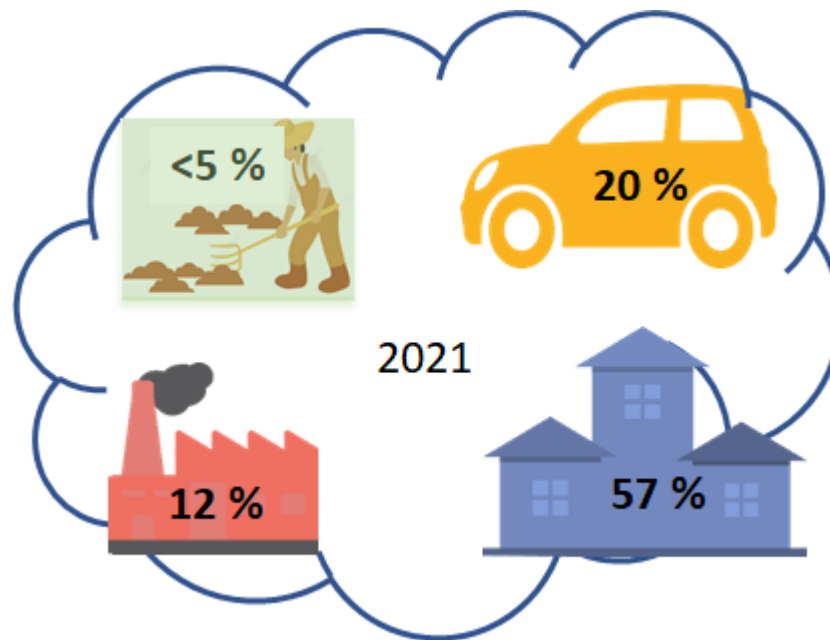


Figure 7 : Sectorisation des émissions en PM_{2,5} (source : ATMO GE - Invent'AirV2023 - A2021)

Les PM_{2,5} sont majoritairement issues du secteur résidentiel-tertiaire (57%), suivi par le secteur du transport routier (20%). Le secteur de l'industrie-traitement des déchets-construction représente 12%.

Inventaire des émissions de benzène

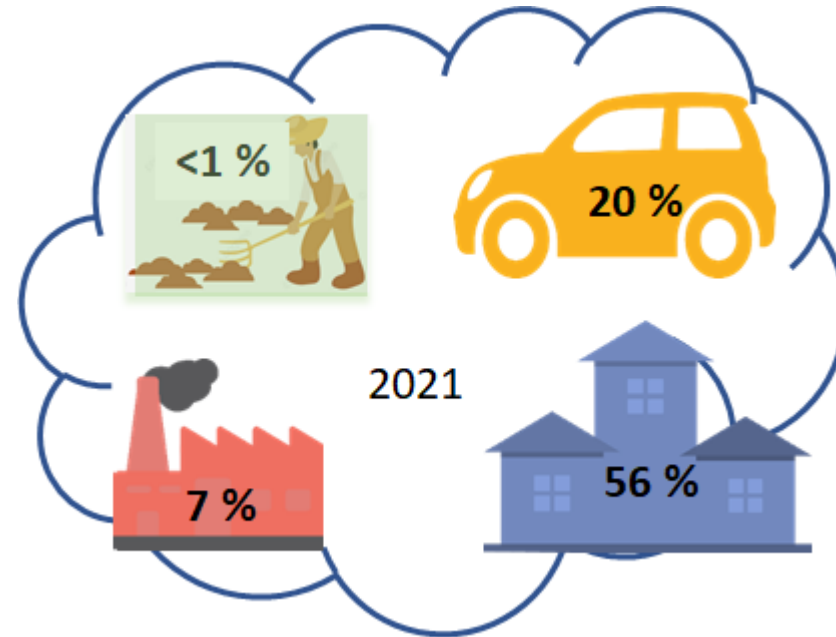


Figure 8 : Sectorisation des émissions en benzène (source : ATMO GE - Invent'AirV2023 - A2021)

Le secteur résidentiel-tertiaire représente la part prépondérante des émissions en benzène (56%), suivi par le transport routier (20%), et le secteur industriel (7%), l'agriculture représentant moins de 1%.

Données météorologiques issues du site fixe de Strasbourg Entzheim

Ces graphiques, élaborés à partir des températures moyennes journalières et du cumul des précipitations journalières relevées à Strasbourg Entzheim (source Météo-France), permettent de visualiser les variations conjointes des deux paramètres lors des campagnes.

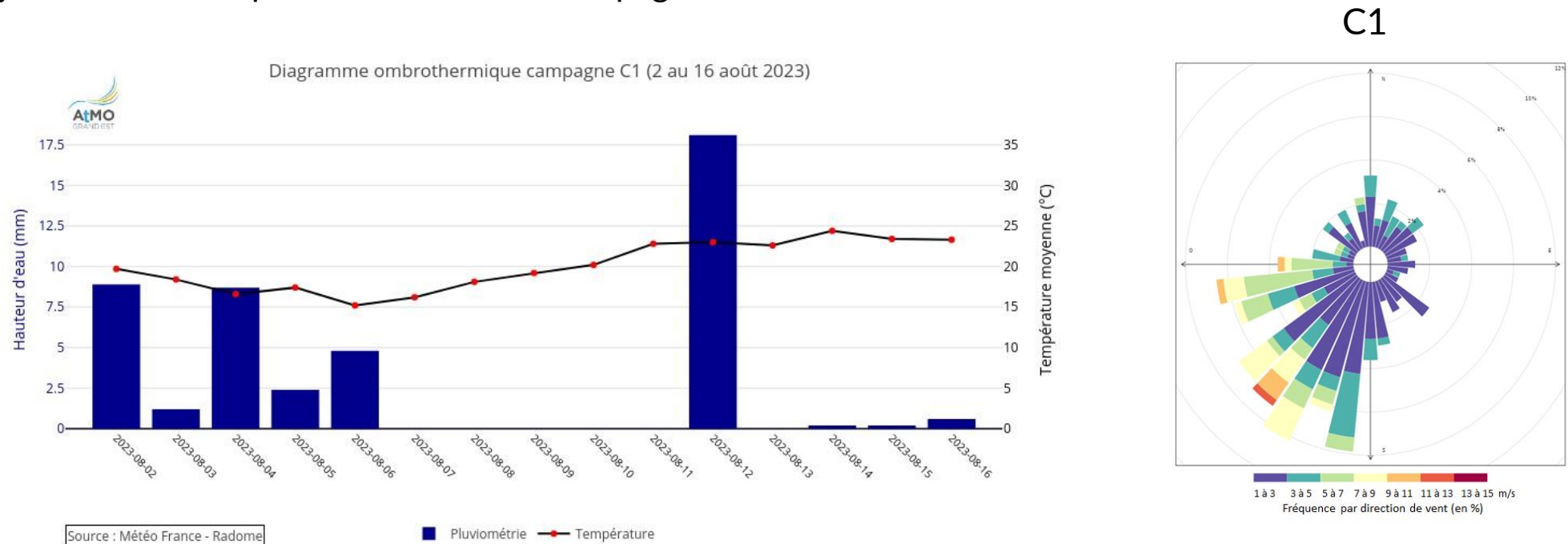


Figure 9 : Diagramme ombrothermique et rose des vents issus de la station météo de Strasbourg Entzheim (source Météo-France) lors de la 1ère campagne de mesures en 2023

Les précipitations, permettant un bon lessivage de l'air, sont relevées sur un total de neuf journées lors de la première période de mesures. Les vents, essentiellement faibles à modérés, proviennent préférentiellement du Sud-Ouest.

Données météorologiques issues du site fixe de Strasbourg Entzheim

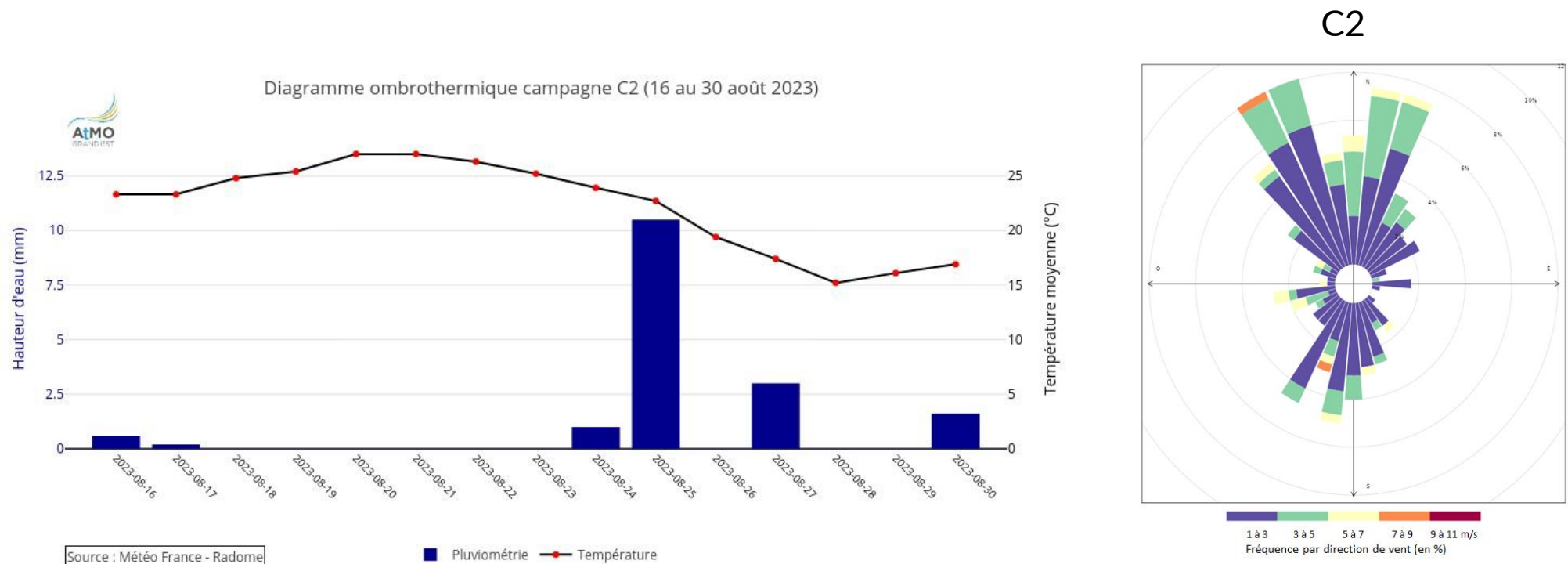


Figure 10 : Diagramme ombrothermique et rose des vents issus de la station météo de Strasbourg Entzheim (source Météo-France) lors de la 2ème campagne de mesures en 2023

Au cours de la seconde période de campagne, des précipitations sont observées sur un total de six jours. Les vents, majoritairement faibles, proviennent de la moitié Nord (près de 65%).

Données météorologiques issues du site fixe de Strasbourg Entzheim

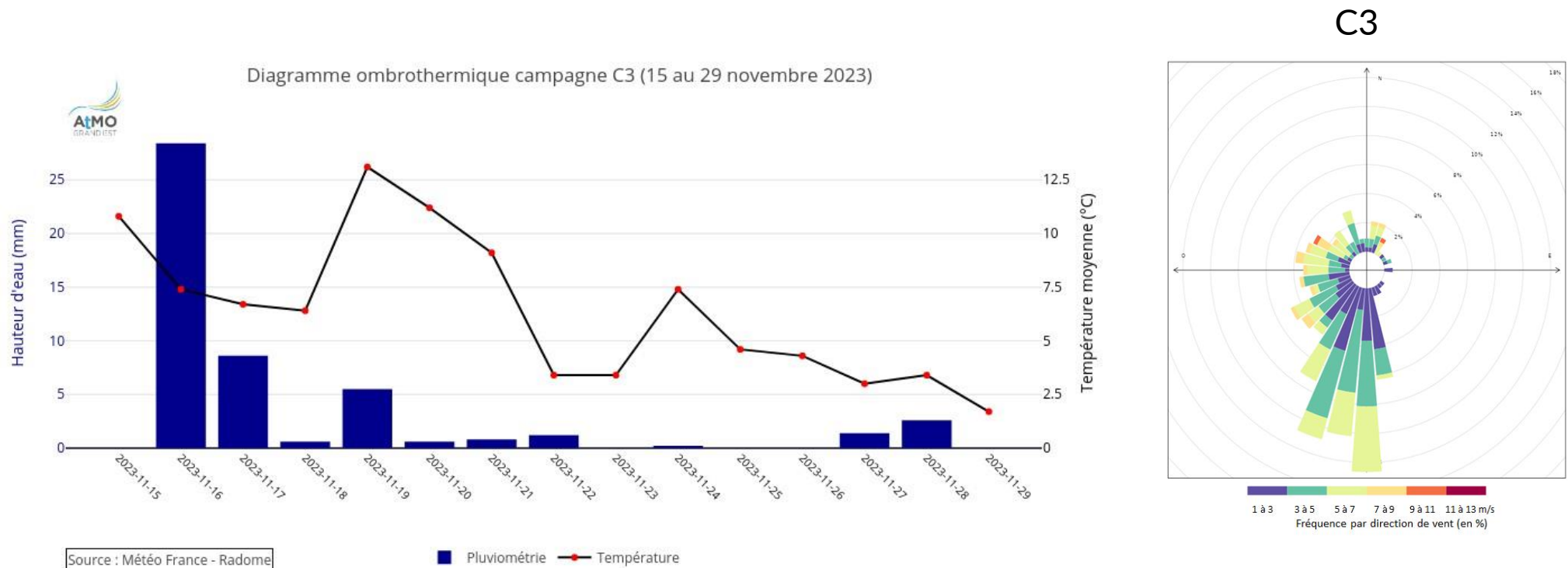


Figure 11 : Diagramme ombrothermique et rose des vents issus de la station météo de Strasbourg Entzheim (source Météo-France) lors de la 3ème campagne de mesures en 2023

Dix jours présentent des précipitations au cours de la troisième campagne, mise en œuvre en période hivernale. Les vents, faibles à modérés, proviennent préférentiellement du Sud (23%).

Données météorologiques issues du site fixe de Strasbourg Entzheim

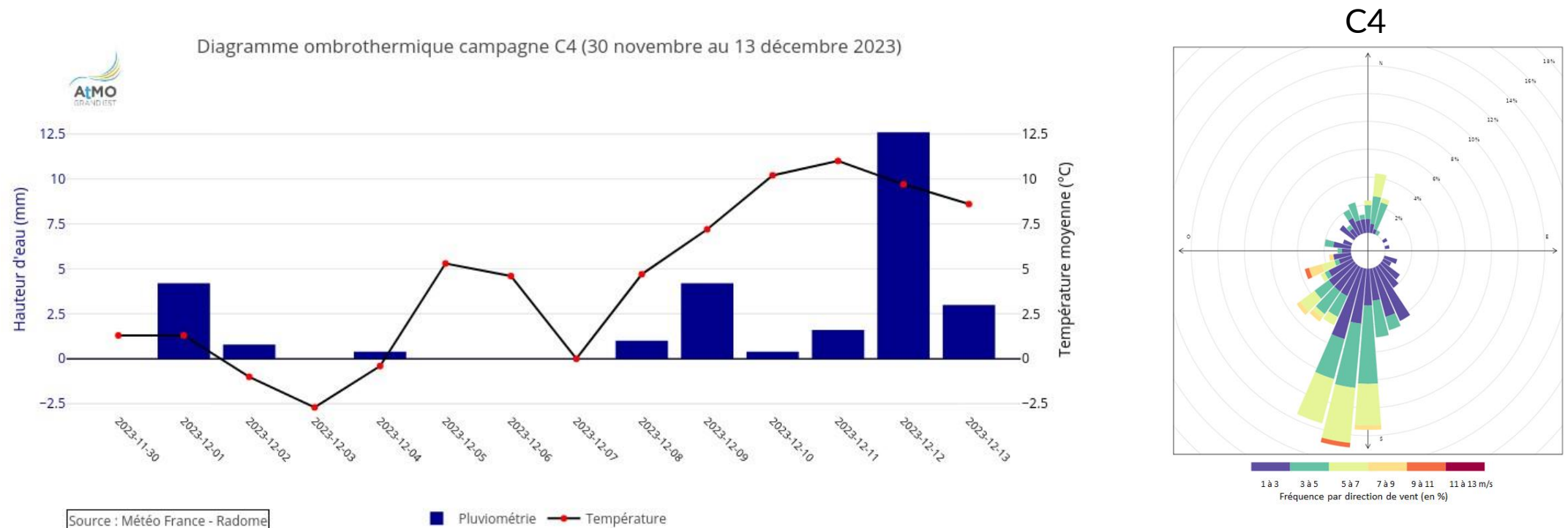


Figure 12 : Diagramme ombrothermique et rose des vents issus de la station météo de Strasbourg Entzheim (source Météo-France) lors de la 4ème campagne de mesures en 2023

Des précipitations sont observées sur un total de neuf journées avec des vents essentiellement faibles à modérés provenant préférentiellement du secteur Sud à hauteur de 25%.

Données météorologiques issues du site fixe de Strasbourg Ouest

En guise de bilan :

Des **précipitations**, permettant un bon lessivage de l'air, ont été relevées sur un total de trente-quatre journées lors des quatre périodes de mesures, soit 61% du temps. Globalement, en prenant en compte les saisons où les mesures de la qualité de l'air ont été réalisées (été et hiver), le nombre de jours de pluie et le cumul de précipitations ont été les plus importants en période hivernale (fréquentes perturbations et passage de tempêtes, notamment en novembre).

En prenant en compte chacune des périodes de mesures, les jours de pluies sont les plus fréquents lors de la 1^{ère} campagne estivale, et lors des campagnes hivernales C3 et C4.

Quatre jours présentent un cumul de pluie supérieur à 10 mm (les 12 et 25 août, le 16 novembre ainsi que le 12 décembre). Le maximum de précipitations atteint 28,4 mm le 16 novembre.

Les **roses des vents** présentent des disparités : en période estivale les vents sont de secteur préférentiel Sud-Ouest lors de la première période de campagne (56%), puis issus préférentiellement de la moitié Nord lors de la seconde campagne (environ 63%). Lors des deux dernières périodes de mesures réalisées en hiver (C3 et C4), les vents proviennent plutôt du Sud (respectivement 23% et 25%). Ils sont globalement faibles à modérés dans l'ensemble.

Ainsi, les périodes des mesures présentent des conditions météorologiques plutôt contrastées. Une fréquence plutôt élevée de périodes pluvieuses à venteuses lors des mesures favorisent ainsi le lessivage de l'atmosphère et une bonne dispersion de la pollution.

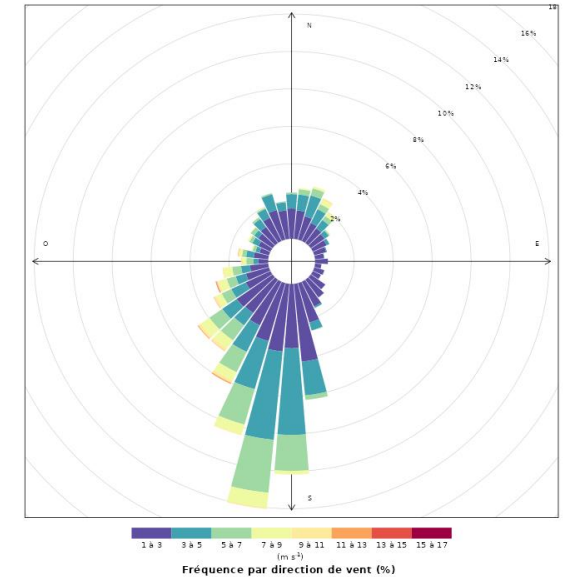
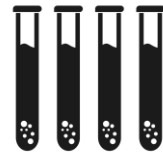


Figure 13 : rose des vents de l'ensemble des quatre périodes de campagnes provenant de la station fixe de Strasbourg Entzheim (source Météo France)

Contrôles qualité

En termes de contrôle qualité, des **triplicats** (plusieurs tubes NO₂ et benzène, placés au même endroit), ont été positionnés sur des sites lors de chaque campagne de mesures : pour le suivi du NO₂, il s'agit des points n°3 (site fixe de Strasbourg-Neudorf) et n°a3 (contrôle des aires à l'aéroport), et pour le benzène le points n°a3. Cette démarche permet d'évaluer la reproductibilité des mesures. L'exploitation des résultats obtenus indique une bonne reproductibilité des résultats.

Par ailleurs, ces sites ont été équipé de **blancs terrain** pour vérifier qu'il n'y a pas eu de contamination des tubes lors de leur pose : il s'agit d'un échantillon qui suit le même cycle qu'un échantillon pour le prélèvement (transport, conservation, analyses), excepté le prélèvement en lui-même. Les résultats des blancs sont satisfaisants (pas de contamination ou d'altération). L'**annexe n°3** présente les résultats.



Préalablement à leur exploitation et leur interprétation, les résultats suivent un **protocole de validations** (source: [lcsqa_guide_validation_des_donnees_mesures_automatiques_janvier_2016_vf.pdf](#)).

Les processus de validations et d'expertise des données, réalisés par des personnes habilitées, se basent sur des procédures normalisées et un jugement d'experts.



Résultats des mesures avec les tubes passifs : le NO₂

Tous les points ont été équipés de tubes passifs NO₂. Les valeurs moyennes annuelles sont calculées à partir des quatre campagnes de mesures. L'annexe n°6 présente les résultats individuellement.

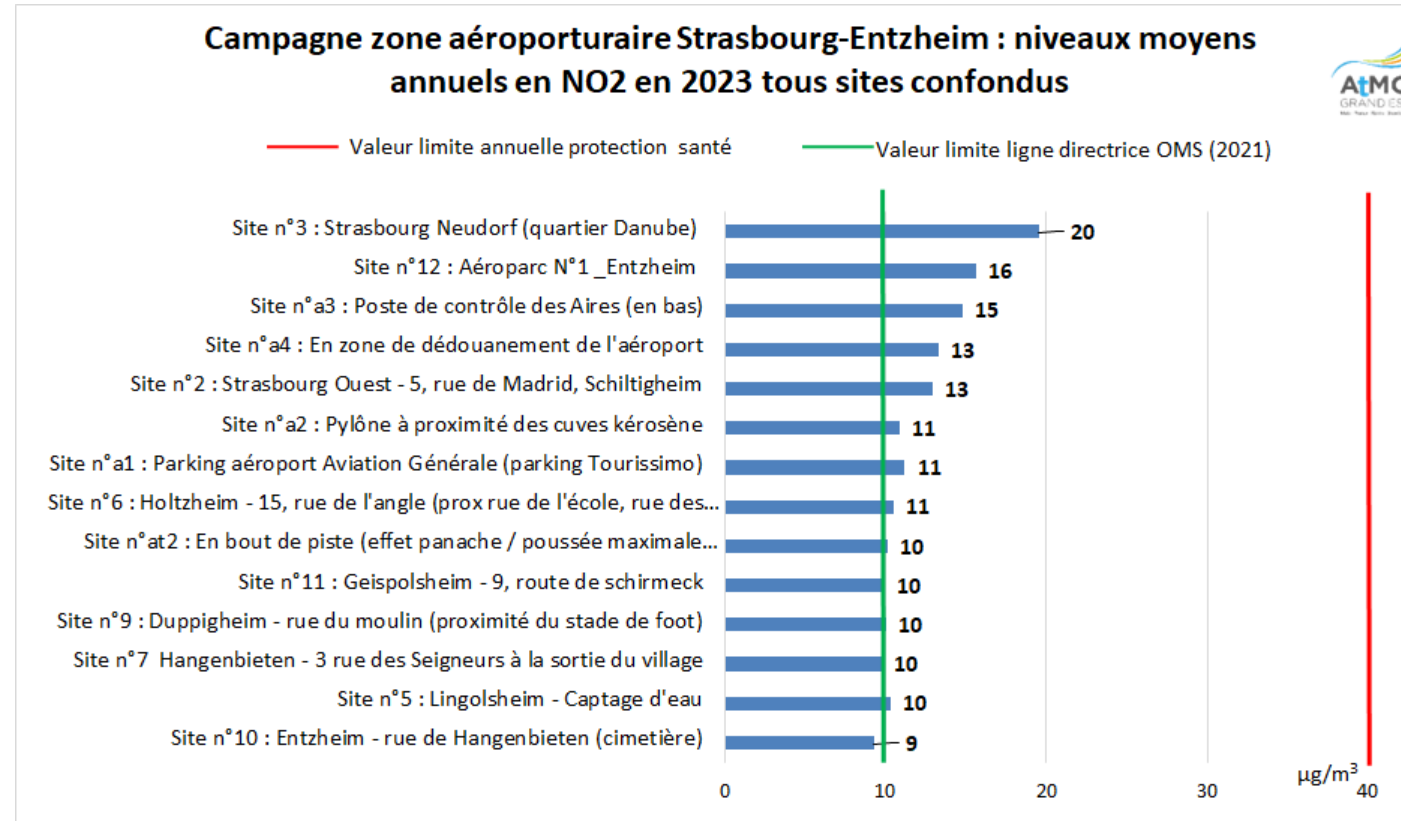


Figure 14 : Valeurs moyennes annuelles 2023 en dioxyde d'azote (µg/m³) sur l'ensemble des sites instrumentés.

Les niveaux moyens annuels s'échelonnent de 9 µg/m³ (site n°10 à Entzheim, rue de Hangenbieten) à 20 µg/m³ (site n°3 à Strasbourg Neudorf, quartier Danube).



Comparaison des niveaux en NO₂ à la réglementation :

Les valeurs moyennes annuelles de l'ensemble des sites instrumentés respectent la valeur limite pour la protection de la santé en NO₂ (40 µg/m³ sur un an).

A titre indicatif, la ligne directrice de l'OMS de 2021 fixée à 10 µg/m³ est respectée sur le site n°10 (cimetière à Entzheim), atteinte sur cinq points (n°5, n°7, n°9, n°11 et n°at2) et dépassé sur les huit autres (n°6, n°a1, n°a2, n°2, n°a4, n°a3, n°12, et n°3).

En prenant en compte chacune des quatre campagnes de mesures (voir ci-après), les teneurs moyennes sont plus élevées en période hivernale qu'en été, à mettre en relation avec une hausse de la production d'énergie (chauffage résidentiel...) en cette période de l'année.

On obtient un rapport de 1,6 que ce soit en prenant en compte la totalité des sites ou les sites localisés uniquement au niveau de la plateforme de l'aéroport.

Remarque : une étude sur la représentativité des mesures a été réalisée, indiquant que les calculs de moyennes en NO₂, d'une part sur l'ensemble des quatre périodes de mesures et d'autre part sur l'année 2023, sont globalement équivalentes.

Résultats des mesures avec les tubes passifs : le NO₂

Les valeurs moyennes des quatre campagnes sont visualisées ci-dessous.

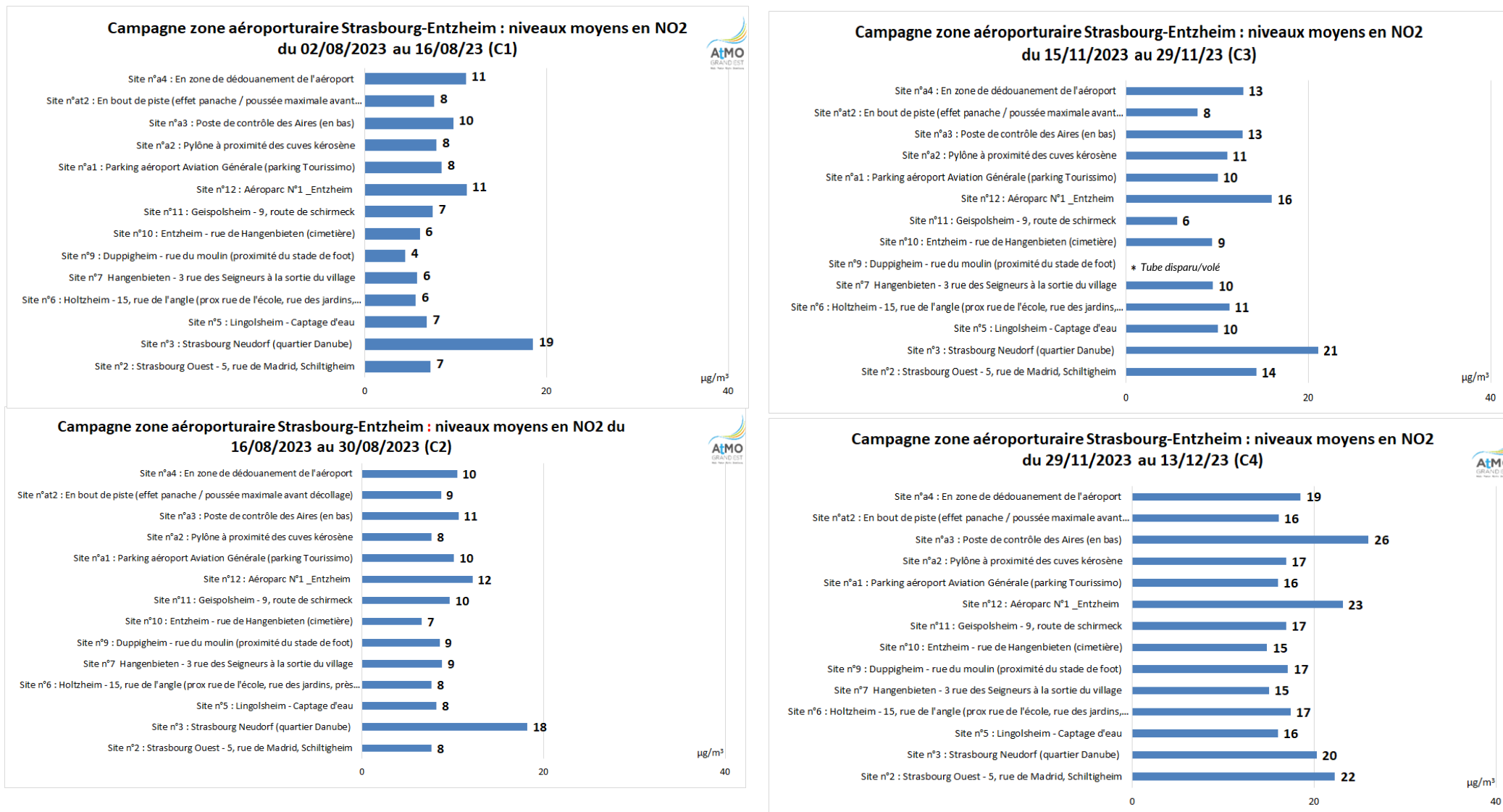


Figure 16 : Valeurs moyennes en dioxyde d'azote (µg/m³) obtenues à chaque période de mesures

Résultats des mesures avec les tubes passifs : le NO₂

Zoom au niveau de la zone aéroportuaire :

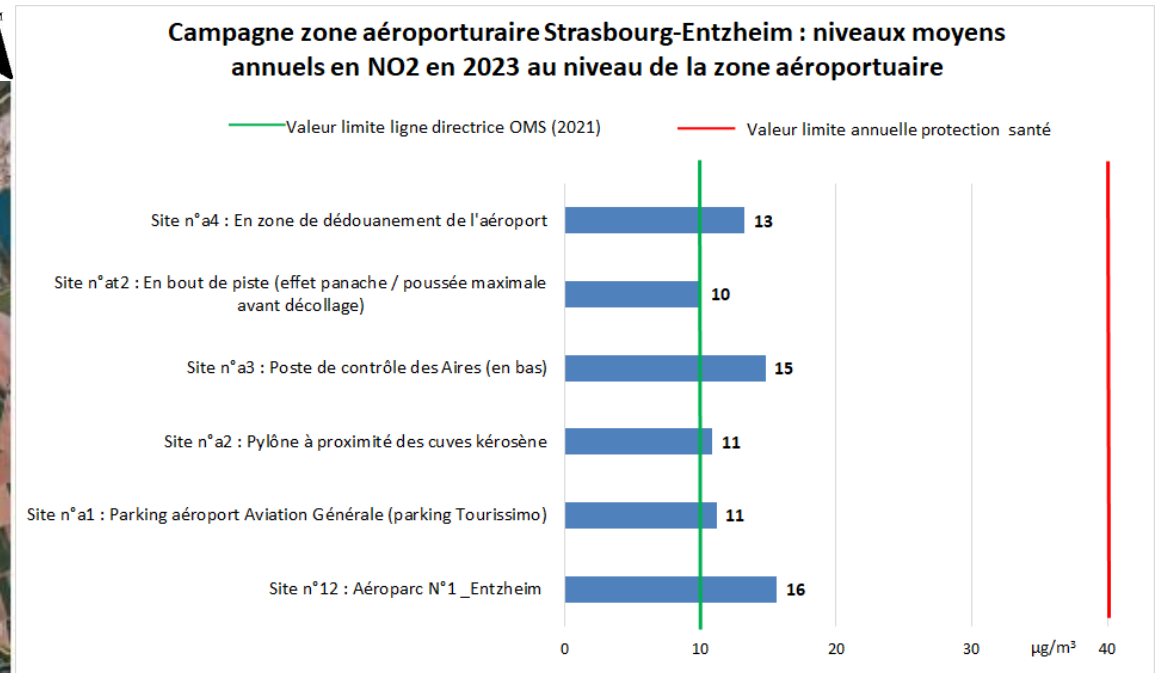


Figure 15 : Valeurs moyennes annuelles 2023 en dioxyde d'azote (µg/m³) au niveau de la zone aéroportuaire.

Sur la zone aéroportuaire (sans le site n°10 localisé à Entzheim), les niveaux moyens sont compris entre **10 µg/m³** (site n°at2 en bout de piste) et **16 µg/m³** (point n°12 au niveau de l'aéroparc).

Comparaison des niveaux en NO₂ issus des tubes passifs et des analyseurs automatiques

Les points de mesures n°2 et n°3, équipés de tubes passifs, correspondent à deux stations fixes d'ATMO Grand Est localisées respectivement à Strasbourg Ouest (Schiltigheim) et à Strasbourg Neudorf.

Seul le site fixe de Strasbourg Neudorf est équipé d'un appareil de mesure automatique de NO₂ : la comparaison des résultats obtenus entre les tubes passifs (mesure indicative) et l'analyseur automatique (méthode de référence) montre des résultats globalement satisfaisants, avec un écart absolu majoritairement compris entre 1 et 4 µg/m³, et un écart relatif global (ensemble des quatre périodes de mesures prises en compte) de 10% environ. On obtient une valeur moyenne annuelle de 20 µg/m³ en NO₂ avec les tubes passifs et 19 µg/m³ avec l'analyseur. On considère que ces résultats sont globalement équivalents.

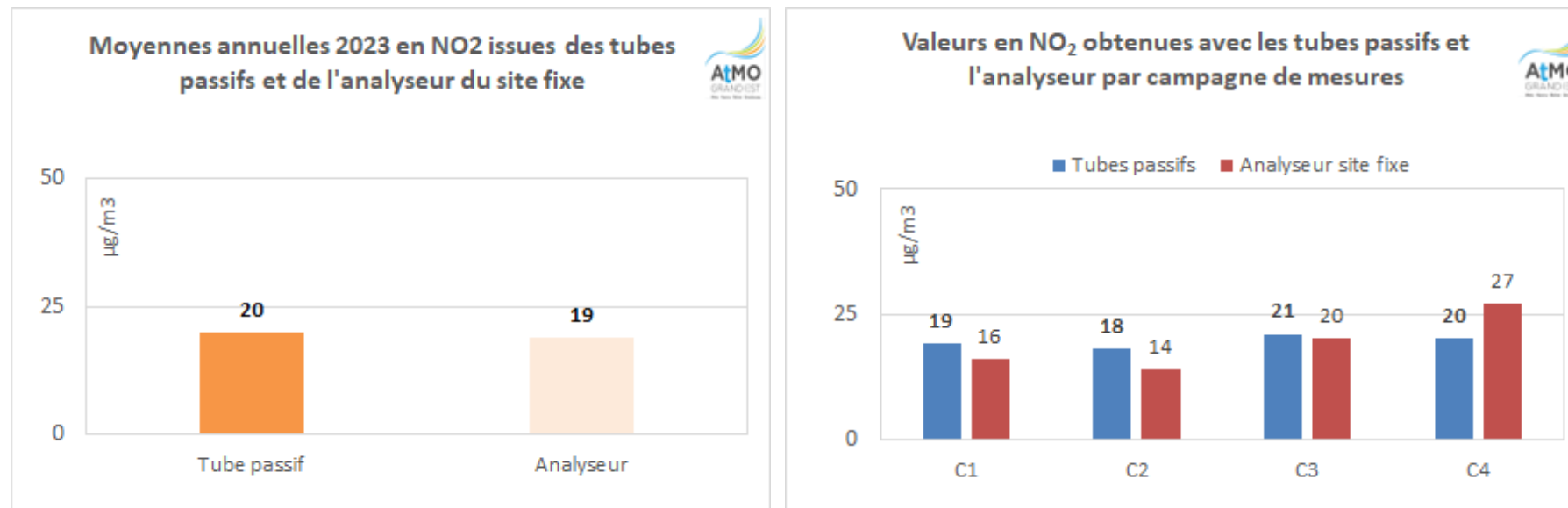


Figure 17 : Concentrations moyennes en NO₂ issues des tubes passifs et de l'analyseur automatique de la station fixe d'ATMO GE localisée à Strasbourg Neudorf

Résultats des mesures en benzène

La figure suivante présente les valeurs moyennes annuelles de l'ensemble des sites instrumentés.

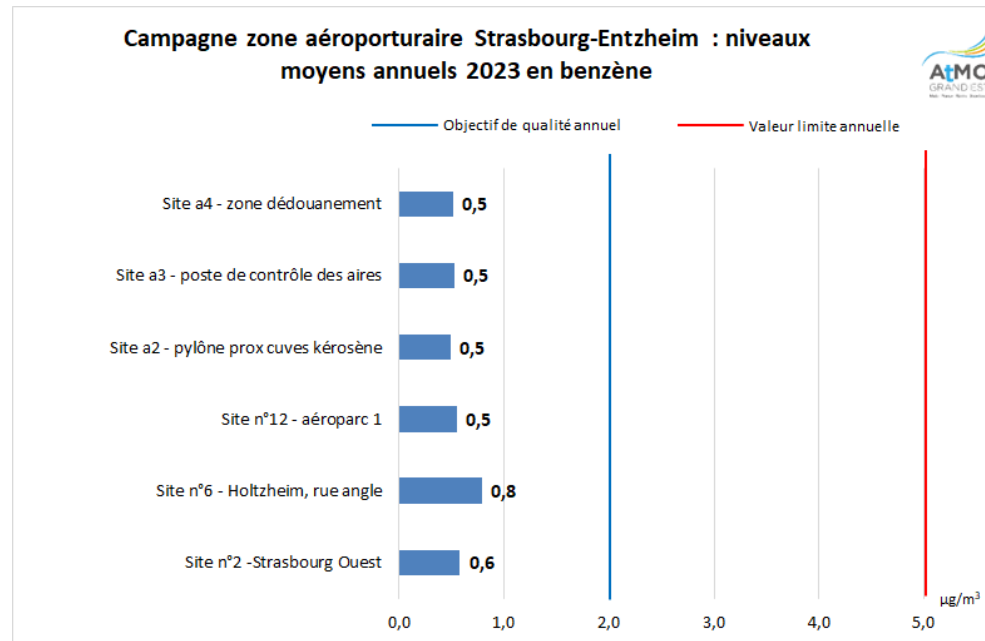


Figure 18 : Valeurs moyennes annuelles 2023 en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur l'ensemble des sites instrumentés

Sur l'ensemble des sites, les niveaux moyens annuels sont compris entre $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectant ainsi la valeur limite annuelle et l'objectif de qualité.

Les teneurs en **benzène** les plus élevées sont relevées sur le site n°6 implanté à proximité du centre sportif à Holtzheim. Les niveaux de concentrations relevés sur les autres sites sont globalement homogènes.

Les valeurs moyennes annuelles des **autres composés, non réglementés** (toluène, éthylbenzène, m+p-xylènes et o-xylène), oscillent entre $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en fonction du composé.

Résultats des mesures en benzène de chaque période de mesures

Nous présentons ci-après les graphiques, uniquement pour le benzène réglementé.

Les tableaux de résultats de l'ensemble des BTEX sont en **annexe n°6**.

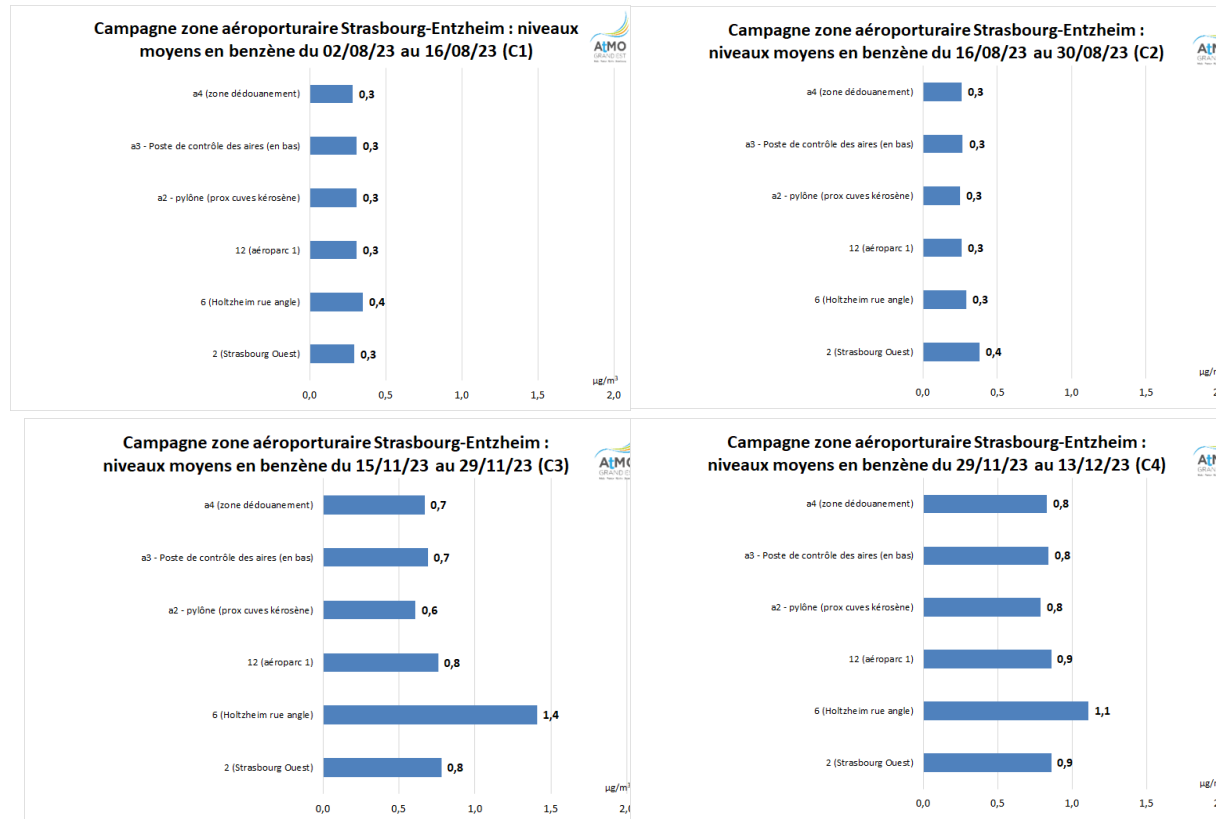


Figure 19 : Valeurs moyennes en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenues à chaque période de mesures

Les niveaux moyens en benzène sont compris entre 0,3 et 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en période estivale, et entre 0,6 et 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en période hivernale.

Résultats des mesures avec les préleveurs : les particules PM₁₀ et PM_{2,5}



Ci-après et pour chaque composé PM, nous commenterons les résultats par période de campagne et au pas de temps journalier, puis nous aborderons l'étude des valeurs moyennes annuelles que nous comparerons à la réglementation.

La figure suivante présente les teneurs moyennes journalières en PM₁₀.

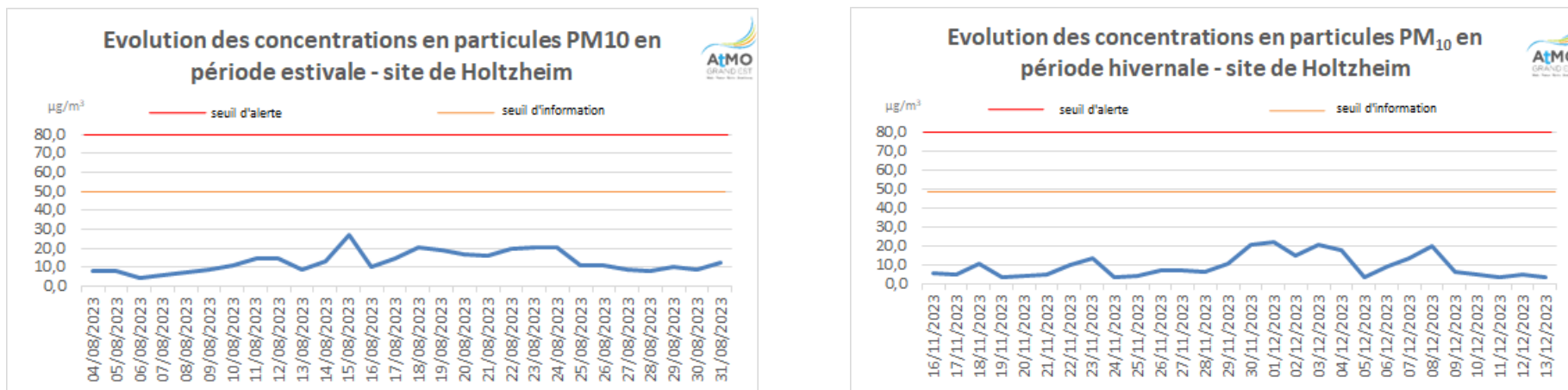


Figure 20 : concentrations journalières en PM₁₀ (µg/m³) sur le site instrumenté à Holtzheim

Pour les PM₁₀ :

On obtient une teneur moyenne de **13 µg/m³ en été** (ensemble des deux périodes de mesures prises en compte) et **10 µg/m³ en hiver**, cette valeur moins élevée étant en lien avec les conditions météorologiques perturbées et très pluvieuses rencontrées en fin d'année (passages de plusieurs perturbations voire de tempêtes), favorisant un bon lessivage de l'air et dispersion des polluants par les vents plus ou moins marqués. Dans le Grand-Est, le cumul de précipitations est excédentaire par rapport aux normales saisonnières (source Météo-France).

Résultats des mesures avec les préleveurs : les particules PM₁₀ et PM_{2,5}

Les maxima journaliers atteignent 27 µg/m³ en été (15 août) et 22 µg/m³ en hiver (1^{er} décembre). En été ils sont du même ordre de grandeur que ceux observés sur les sites fixes de Strasbourg Clémenceau (station urbaine de proximité trafic) et Strasbourg Danube (site urbain de fond). En hiver, ils sont proches de ceux des points fixes urbains de fond de Strasbourg Danube et de Strasbourg Nord (Robertsau). Le seuil d'information et de recommandation ainsi que le seuil d'alerte n'ont été dépassés sur aucun site lors des mesures.

Pour les PM_{2,5} :

Sur le site d'Entzheim, on obtient une concentration moyenne de 7 µg/m³ en été et 11 µg/m³ en hiver. Les maxima journaliers atteignent 11 µg/m³ en été et 24 µg/m³ en hiver.

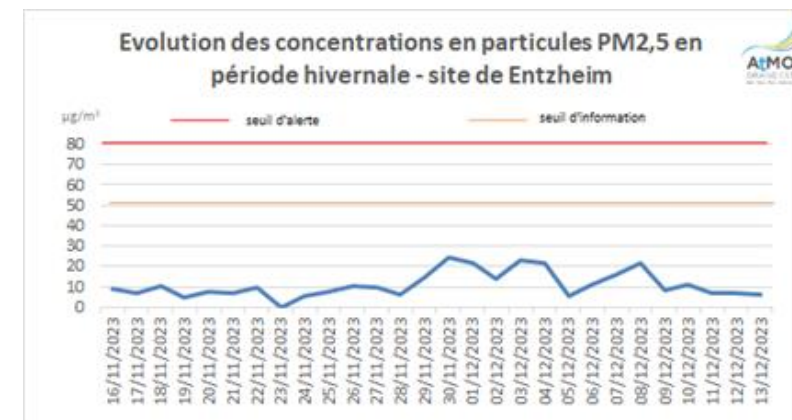
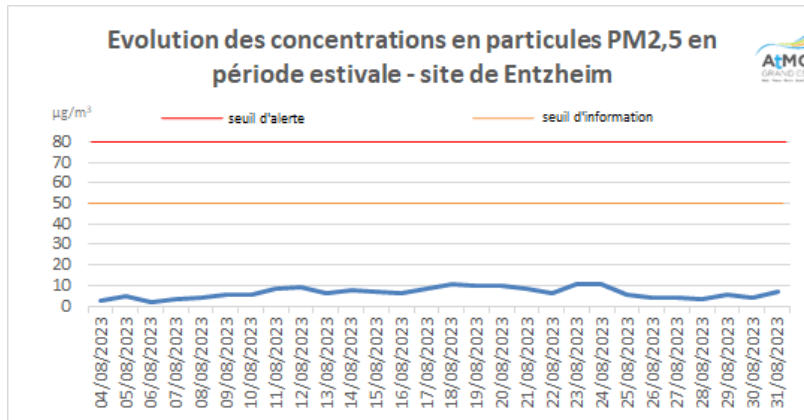


Figure 21 : concentrations journalières en PM_{2,5} (µg/m³) sur le site instrumenté à Entzheim

Concernant les mesures indicatives⁶, la Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21/05/2008 définit un certain nombre d'exigences sur la période minimale à couvrir par des mesures.

⁶ : d'après l'arrêté du 19/04/2017 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant, une mesure indicative est effectuée à un endroit fixe, soit en continu, soit par échantillonnage aléatoire réparti uniformément sur l'année, afin de déterminer les niveaux de concentration d'un polluant selon des objectifs de qualité des données moins stricts que ceux requis pour la mesure fixe et définis.

Résultats des mesures en PM₁₀ et PM_{2,5} : comparaison à la réglementation

La période minimale pour la mesure indicative des particules PM₁₀ et PM_{2,5} doit représenter au minimum 14 % de l'année, ce qui est respecté dans le cadre de cette étude. Ainsi, il nous est possible de calculer des moyennes annuelles pour les comparer aux normes annuelles actuellement en vigueur.

Remarque : une étude sur la représentativité des mesures a été réalisée, indiquant que les calculs de moyennes en PM₁₀ et PM_{2,5} d'une part sur l'ensemble des quatre périodes de mesures et d'autre part sur l'année 2023, sont globalement équivalentes pour les PM_{2,5}, mais divergent de 17% pour les PM₁₀.

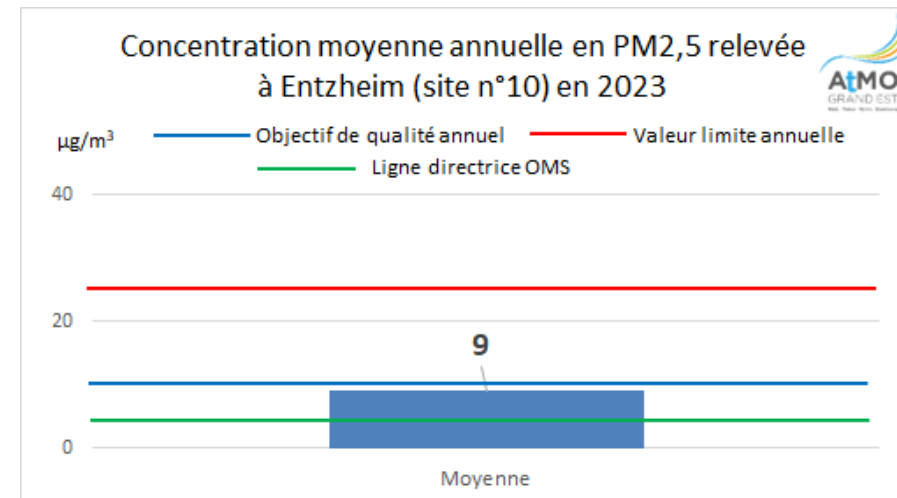
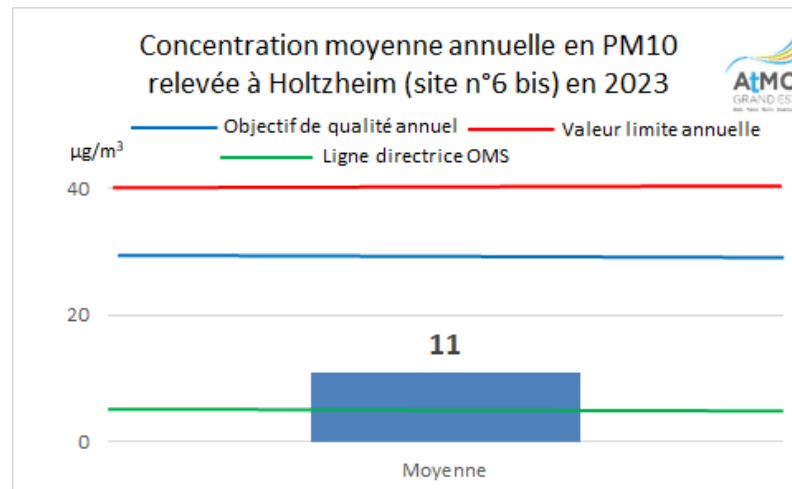


Figure 22 : valeur moyenne annuelle corrigée en PM₁₀ et moyenne annuelle en PM_{2,5} (µg/m³) sur les deux sites instrumentés

Les valeurs moyennes annuelles en particules PM₁₀ à Holtzheim (11 µg/m³) et PM_{2,5} à Entzheim (9 µg/m³) respectent les seuils réglementaires fixés à l'échelle annuelle.

A titre indicatif, le site de Holtzheim se positionne en dessous de la ligne directrice de l'OMS (fixée à 15 µg/m³ en PM₁₀) tandis que le site de Entzheim la dépasse légèrement (ligne directrice = 5 µg/m³ en PM_{2,5}).

Comparaison des résultats obtenus en 2023 par rapport aux précédentes campagnes

En fonction des données disponibles, une comparaison des résultats obtenus en 2023 en NO_2 , benzène, PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ dans et autour de l'aéroport d'Entzheim indique les tendances suivantes.

NO_2

Les concentrations moyennes baissent depuis le début des mesures sur le secteur d'étude. Entre 2019 et 2023, elles diminuent sur la totalité des sites instrumentés (de -17% à Strasbourg Est à -53% à Lingolsheim). Au niveau de la zone aéroportuaire, cette diminution est comprise entre -26% et -43%.

L'évolution des niveaux de concentrations en NO_2 au niveau de l'aéroport Strasbourg-Entzheim est conforme à la tendance observée sur le réseau de mesures permanent du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, à savoir une baisse perceptible des teneurs annuelles en dioxyde d'azote.

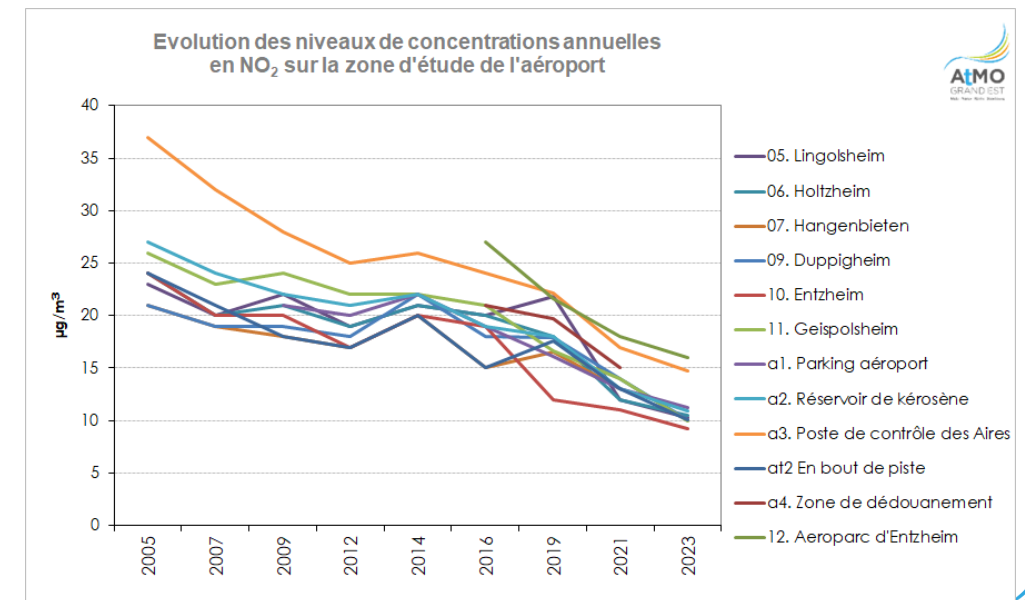
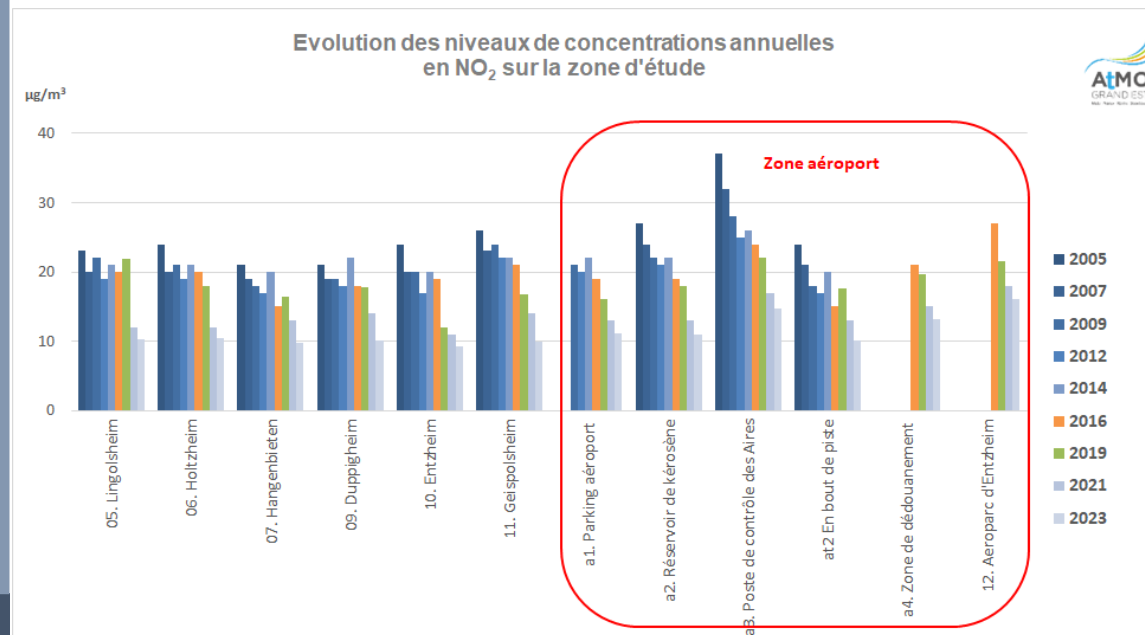


Figure 23 : évolution des moyennes annuelles en NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone d'étude

Comparaison des résultats obtenus en 2023 par rapport aux précédentes campagnes

Benzène

Entre 2005 et 2023, les niveaux de concentrations en benzène relevés sur la zone d'étude baissent sur l'ensemble des sites instrumentés. Ce constat est cohérent avec les teneurs relevées sur le réseau de mesures différées d'ATMO GE qui affiche ces mêmes tendances depuis quelques années.

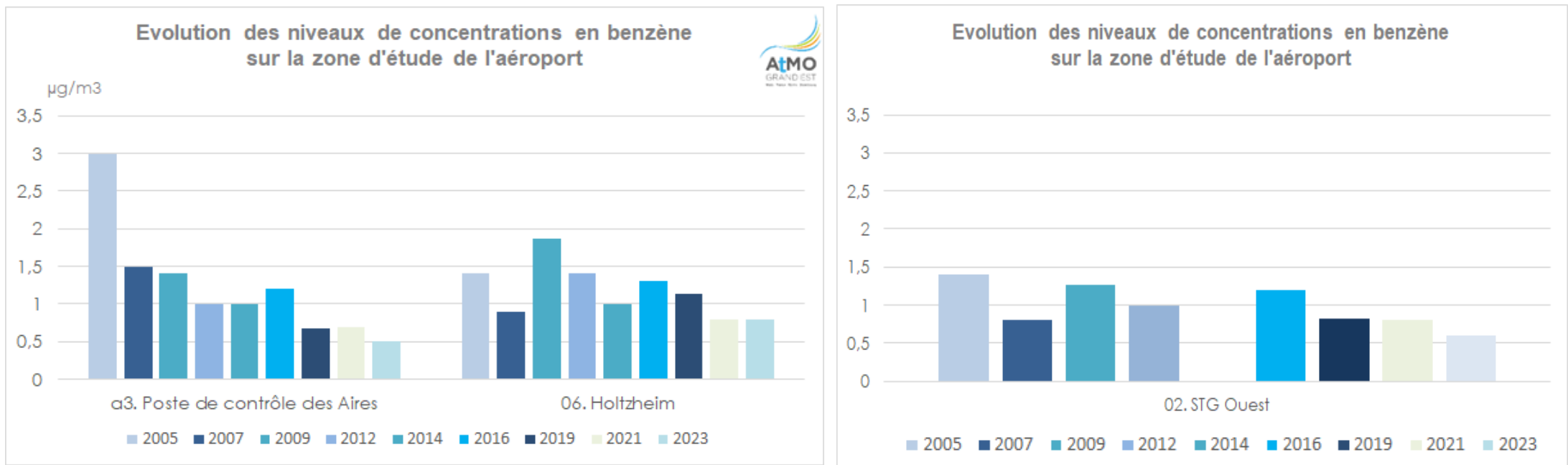


Figure 24 : évolution des moyennes annuelles en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone d'étude

Comparaison des résultats obtenus en 2023 par rapport aux précédentes campagnes

Toluène, Ethylbenzène, xylènes

Entre 2005 et 2023, les niveaux de concentrations en toluène, éthylbenzène et xylènes relevés sur la zone d'étude sont en nette baisse.

Depuis 2019, ils sont relativement stables, voire en baisse pour le toluène et les xylènes.

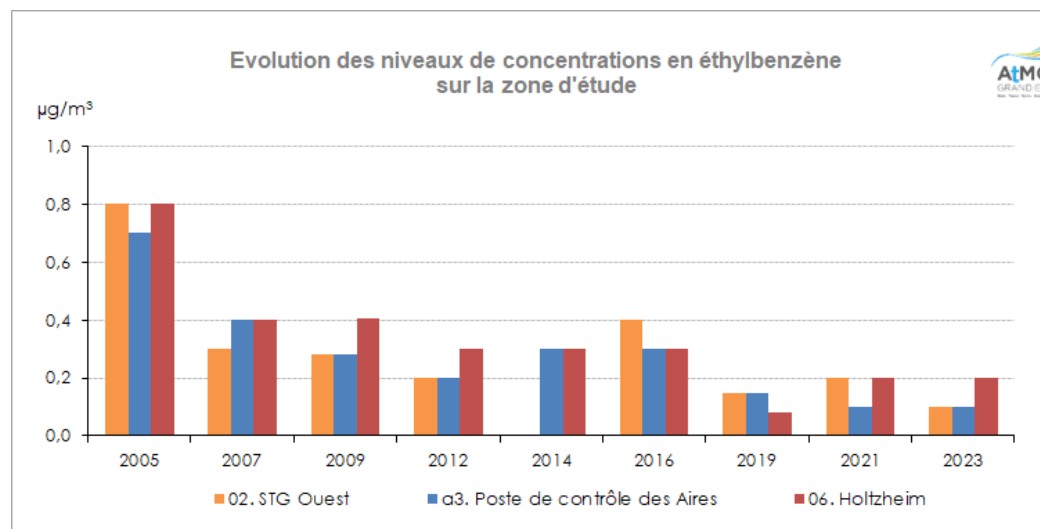
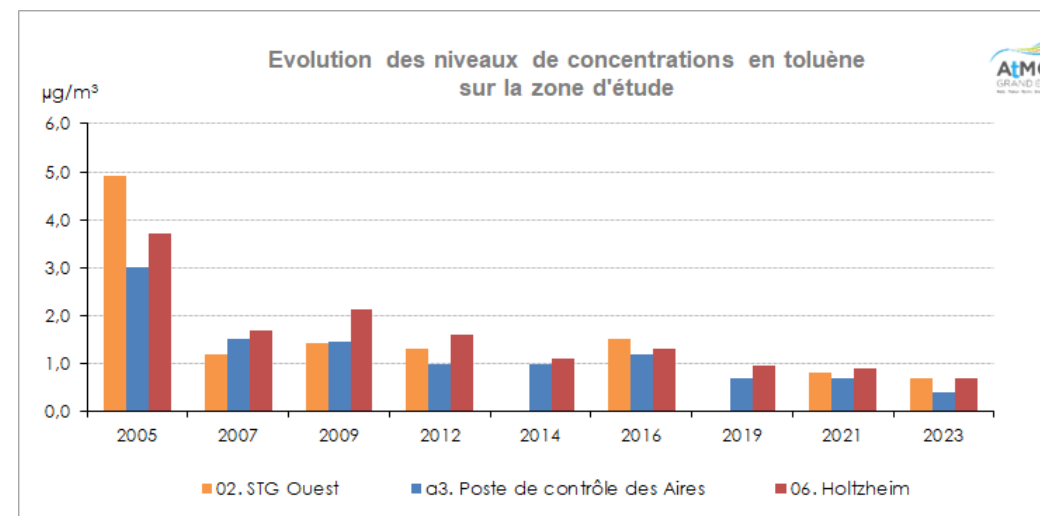
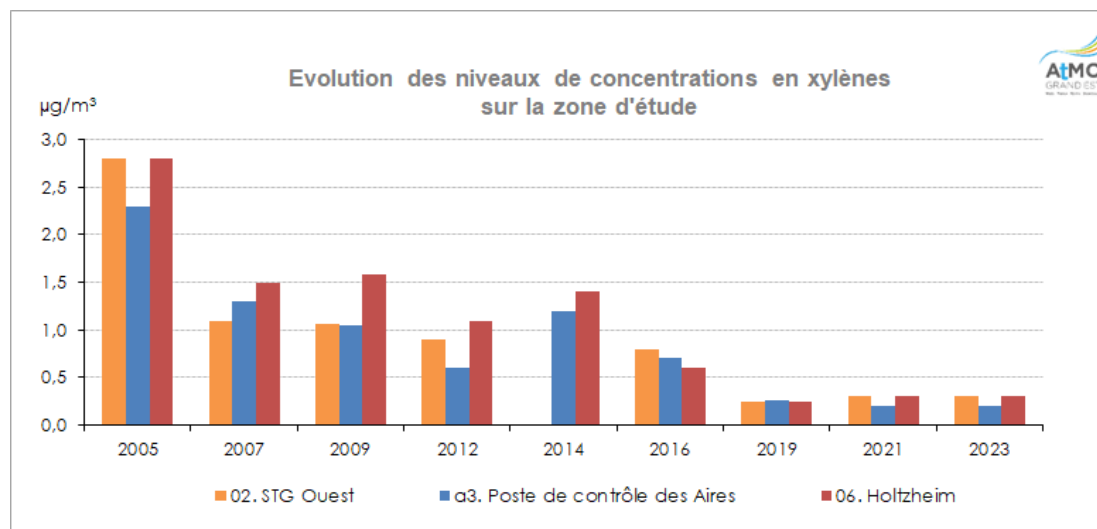


Figure 25 : évolution des moyennes annuelles en toluène, éthylbenzène et xylènes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la zone d'étude

Comparaison des résultats obtenus en 2023 par rapport aux précédentes campagnes

PM₁₀ et PM_{2,5}

En PM₁₀ à Holtzheim, les niveaux de concentrations annuels en particules PM₁₀ baissent (-39% par rapport à 2016).

En PM_{2,5} à Entzheim, les niveaux diminuent également (près de -31% par rapport à 2019 et près de -20% par rapport à 2016). En 2023, l'objectif de qualité est respecté pour la seconde fois consécutive.

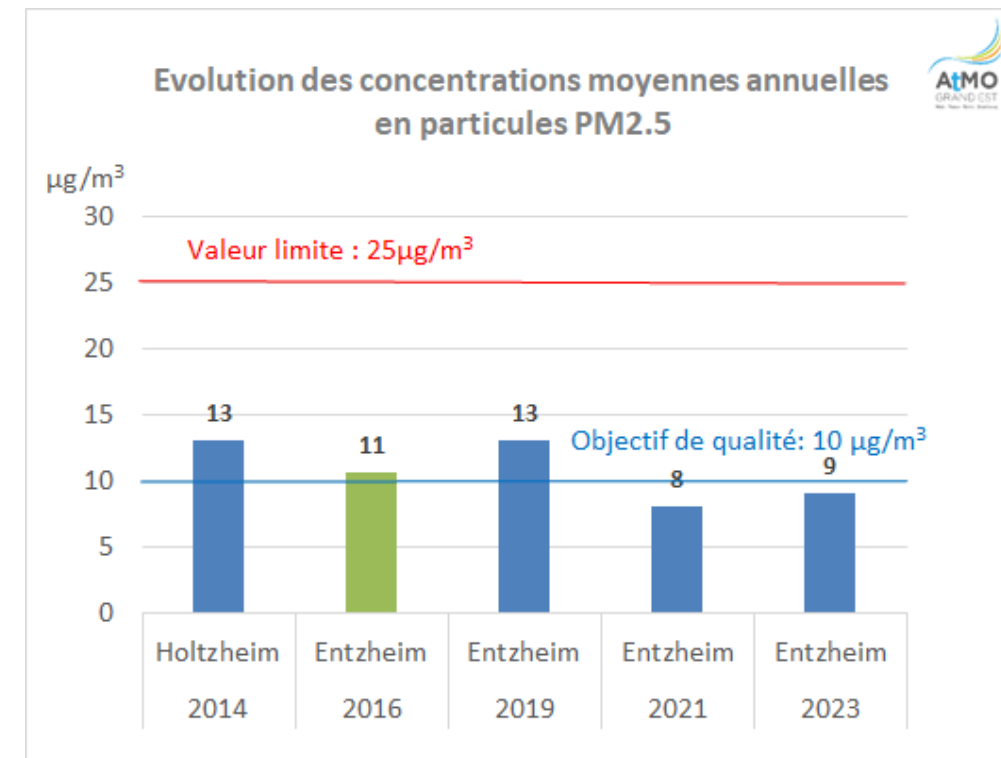
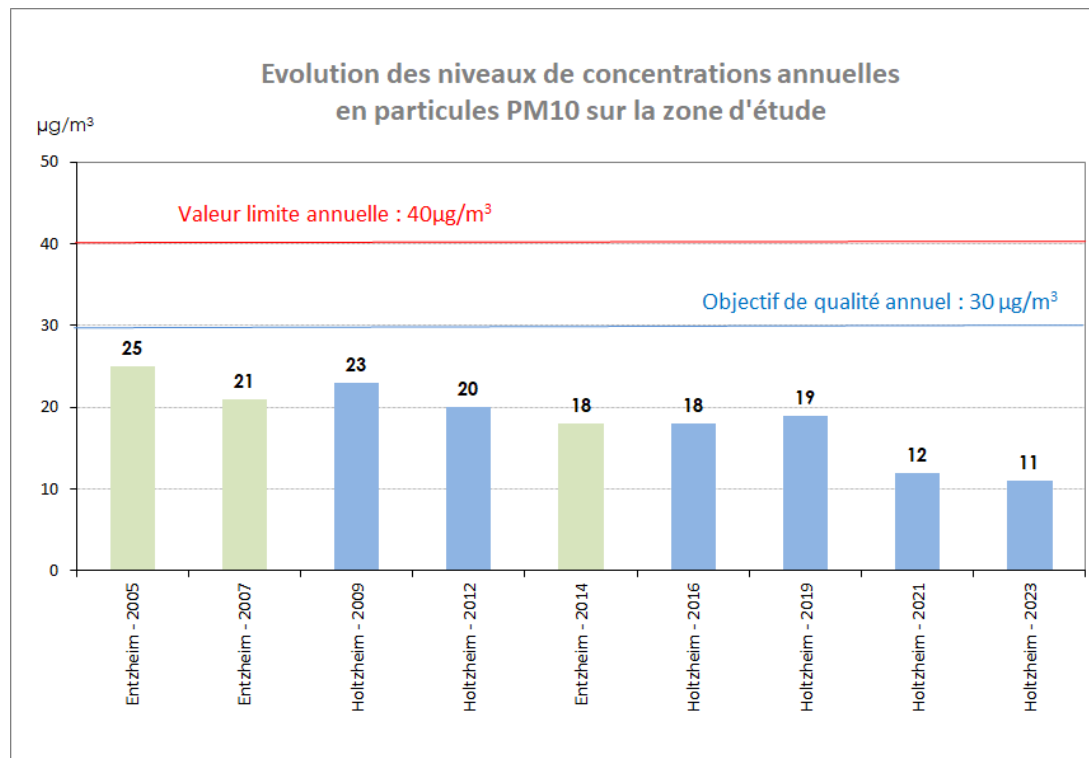


Figure 26 : évolution des moyennes annuelles en PM₁₀ et PM_{2,5} (µg/m³) sur la zone d'étude

Synthèse



Ce rapport présente une synthèse des résultats de la campagne de mesures de qualité de l'air réalisée en 2023 sur le site de l'aéroport de Strasbourg-Entzheim et dans les villages limitrophes. Pour des raisons de représentativités des polluants mesurés, la campagne d'étude a été scindée en 2 périodes distinctes :

- Une période estivale du 2 août au 30 août,
- Une période hivernale du 15 novembre au 13 décembre.

Le dispositif mis en œuvre a utilisé des tubes passifs (TP) pour le suivi du dioxyde d'azote (NO_2) et des BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes), et des préleveurs séquentiels pour la mesure des particules en suspension PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$.

Sur la zone d'étude, quinze sites ont été instrumentés en tubes passifs pour la mesure du dioxyde d'azote dont cinq sur la plateforme aéroportuaire, et six sites pour la mesure des BTEX dont deux dans les villages environnants. Deux préleveurs de particules ont été installés dans les villages limitrophes, un site sur la commune d'Entzheim pour la mesure des $\text{PM}_{2,5}$ et le second sur la commune d'Holtzheim pour la mesure des PM_{10} .



Dioxyde d'azote :

Les concentrations moyennes annuelles sont comprises entre **9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (site n°10 à Entzheim, rue de Hangenbieten) et **20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en 2023 (site n°3 à Strasbourg Neudorf, quartier Danube), tous sites confondus. Sur la zone aéroportuaire, elles oscillent entre **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (site n°at2 en bout de piste) et **16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (point n°12 au niveau de l'aéroparc).

Au regard des normes de qualité de l'air, les niveaux de concentrations relevés sur les sites de la zone d'étude de l'aéroport sont tous inférieurs à la valeur limite annuelle (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A titre indicatif, la ligne directrice de l'OMS de 2021 fixée à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est respectée sur le site n°10 (cimetière à Entzheim), atteinte sur cinq points (n°5, n°7, n°9, n°11 et n°at2) et dépassé sur les huit autres (n°6, n°a1, n°a2, n°2, n°a4, n°a3, n°12, et n°3).

Par rapport aux campagnes précédentes, les concentrations moyennes sont en baisse depuis le début des mesures sur le secteur d'étude. Entre 2019 et 2023, elles diminuent sur la totalité des sites instrumentés (de -17% à Strasbourg Est à -53% à Lingolsheim). Au niveau de la zone aéroportuaire, cette diminution est comprise entre -26% et -43%.

L'évolution des concentrations en NO_2 au niveau de l'aéroport Strasbourg-Entzheim est conforme à la tendance observée sur le réseau de mesures permanent du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, à savoir une baisse perceptible des teneurs annuelles de ce composé.



BTEX :

Les teneurs moyennes annuelles 2023 en benzène (seul polluant réglementé) sont comprises entre **0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et **0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** tous sites confondus. Sur la zone aéroportuaire, elles sont homogènes, avec **0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** sur chaque site.

Au regard des normes de qualité de l'air, les niveaux de concentrations relevés sur les sites de la zone d'étude de l'aéroport sont tous inférieurs aux valeurs seuils correspondant à l'objectif de qualité (2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un an) et à la valeur limite annuelle (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Par rapport aux campagnes précédentes, les valeurs moyennes annuelles en benzène relevées sur la zone d'étude sont en baisse sur l'ensemble des sites instrumentés. Ce constat est cohérent avec les teneurs relevées sur le réseau de mesures différées d'ATMO GE qui affiche ces mêmes tendances depuis quelques années.

Les valeurs moyennes annuelles des autres composés, non réglementés (toluène, éthylbenzène, m+pxylènes et o-xylène), oscillent entre 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fonction du composé.



PM₁₀ :

A Holtzheim, la valeur moyenne annuelle atteint 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectant ainsi les seuils réglementaires fixés à l'échelle annuelle (objectif de qualité fixé à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et valeur limite de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Par ailleurs, elle respecte la ligne directrice annuelle de l'OMS fixée à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM₁₀.

Par rapport aux précédentes campagnes, les niveaux de concentrations annuels en particules PM₁₀ sont en baisse (-45% par rapport à 2012).

Depuis le début des mesures, les seuils réglementaires sont respectés.

Le seuil d'information et de recommandation ainsi que le seuil d'alerte n'ont pas été dépassés durant les périodes de mesures.

PM_{2,5} :

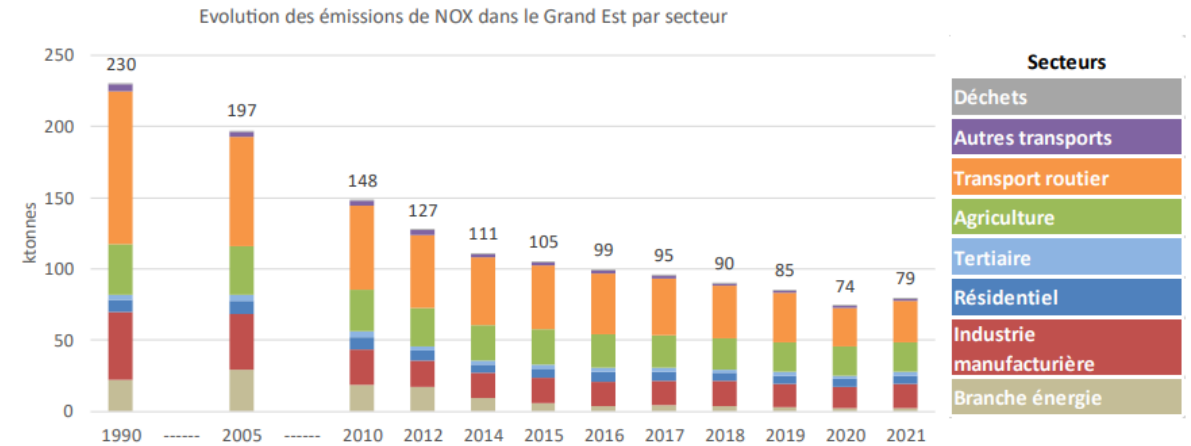
A Entzheim, la valeur moyenne annuelle en 2023 atteint 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, les seuils réglementaires fixés à l'échelle annuelle étant par conséquent respectés (objectif de qualité fixé à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et valeur limite de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Elle dépasse par contre, à titre indicatif, la ligne directrice annuelle de l'OMS fixée à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM_{2,5}.

Par rapport aux précédentes campagnes, les niveaux relevés baissent : près de -31% par rapport à 2019 et près de -20% par rapport à 2016. En 2023, l'objectif de qualité est respecté pour la seconde année consécutive.

Monoxyde et dioxyde d'azote NO₂

Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO₂ sont émis lors de processus de combustion. Le NO₂ est issu de l'oxydation du NO.

En région Grand Est : Les principales sources d'émission d'oxydes d'azote dans l'air ambiant (source :https://observatoire.atmo-grandest.eu/wp-content/uploads/publications/Resultats_inv_v2023.pdf) sont les transports routiers (38%), l'agriculture (26%) et le secteur de l'industrie manufacturière et construction (21%). Le secteur résidentiel représente 11%.



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Environnement : Il participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique. Suivant les conditions météorologiques, le NO₂ se transforme en acide nitrique (HNO₃), et peut être neutralisé par l'ammoniac pour former du nitrate d'ammonium, polluant inorganique secondaire semi-volatil, principal contributeur aux épisodes printaniers de pollution particulaire en Europe.

Santé : NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Benzène (C₆H₆) et COV non méthaniques

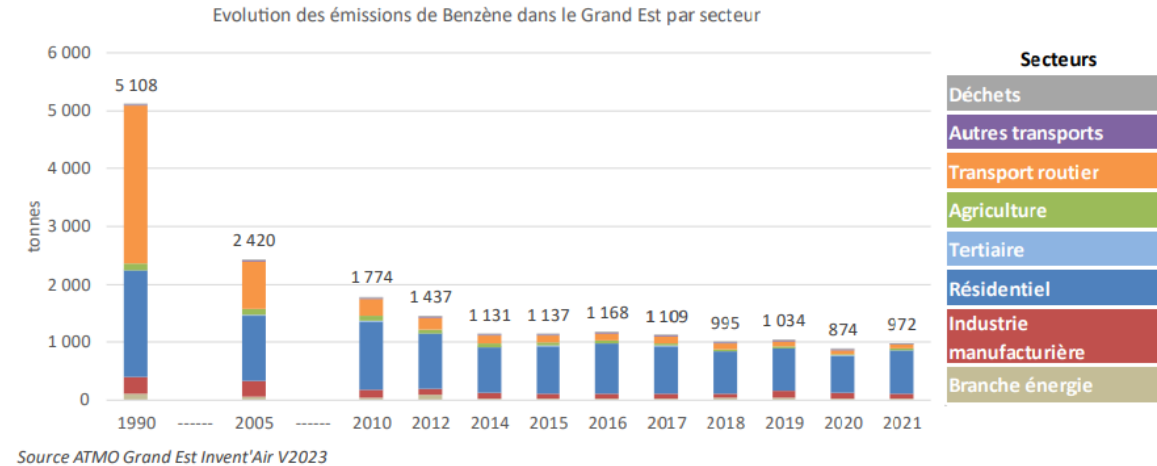
Les composés organiques volatils (COV) regroupent d'une part les Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM), composés organiques principalement volatils tels que le benzène, le toluène, les xylènes etc., et d'autre part certains Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sous forme gazeuse comme le benzo(a)pyrène, les aldéhydes, etc.

Les COV entrent dans la composition des carburants et de produits courants (peintures, encres, colles, détachants, cosmétiques, solvants etc. pour des usages ménagers, professionnels ou industriels). Leur présence dans l'air intérieur peut être aussi importante. Les COV sont également émis par le milieu naturel (végétation méditerranéenne, forêts) et certaines aires cultivées.

En région Grand Est : le benzène provient essentiellement du secteur résidentiel (77%) du fait de la combustion du bois, et du secteur de l'industrie manufacturière et construction (10%). Les transports représentent moins de 10%.

Environnement : Les COV réagissent avec les oxydes d'azote, sous l'effet du rayonnement solaire, pour favoriser l'accumulation de l'ozone troposphérique (pollution photochimique). Cet ozone que nous respirons est nocif pour notre santé (difficultés respiratoires, irritations oculaires, etc.). De plus, les COV sont aussi des gaz à effet de serre indirect

Santé : Les effets des COV sont multiples. Ils peuvent causer différents troubles soit par inhalation, soit par contact avec la peau (aldéhydes par exemple). Ils peuvent aussi entraîner des troubles cardiaques, digestifs, rénaux et nerveux. Enfin, certains COV comme le benzène, sont cancérogènes, tératogènes ou mutagènes.



Particules

Elles ont des origines naturelles (volcans, érosion, pollens, sels de mer...) et anthropiques (incinération, combustion, activités agricoles, chantiers...). Les particules PM_{10} constituent un complexe de substances organiques ou minérales et peuvent véhiculer d'autres polluants. La taille des particules varie, allant de quelques nanomètres à plusieurs dizaines de micromètres. Les PM_x représentent les particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à x microns (μm).

En région Grand Est : les PM_{10} proviennent principalement de l'agriculture (44 %) et du secteur résidentiel (34%), tandis que pour les $PM_{2,5}$ le secteur résidentiel est prépondérant (61%), suivi par le secteur agricole (19%).

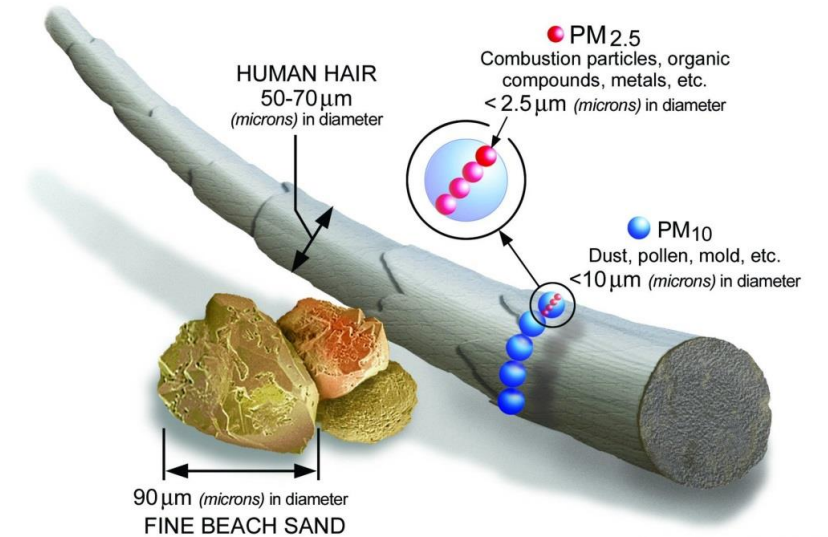


Image courtesy of the U.S. EPA

Environnement : Les PM pénètrent profondément dans les voies respiratoires jusqu'aux bronchioles et aux alvéoles. Même à des concentrations très basses, les particules les plus fines peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Elles sont liées aux hospitalisations et décès pour causes respiratoires et cardio-vasculaires.

Les particules en suspension sont classées comme agent cancérogène pour l'homme (groupe 1) par le Centre International de Recherche sur le Cancer depuis 2013.

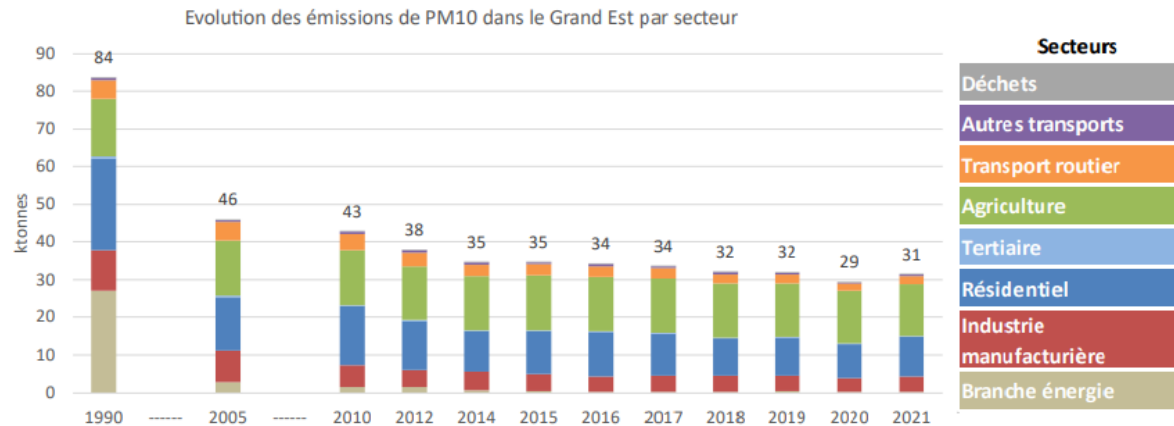
Santé : Elles réduisent la visibilité, et peuvent influencer le climat en absorbant et en diffusant la lumière. A l'échelle globale, les particules ont un forçage radiatif négatif, c'est-à-dire refroidissant l'atmosphère terrestre, mais de nettes différences sont observées suivant leur composition chimique ou à des échelles plus fines.

Elles salissent et contribuent à la dégradation physique et chimique des matériaux, bâtiments et monuments.

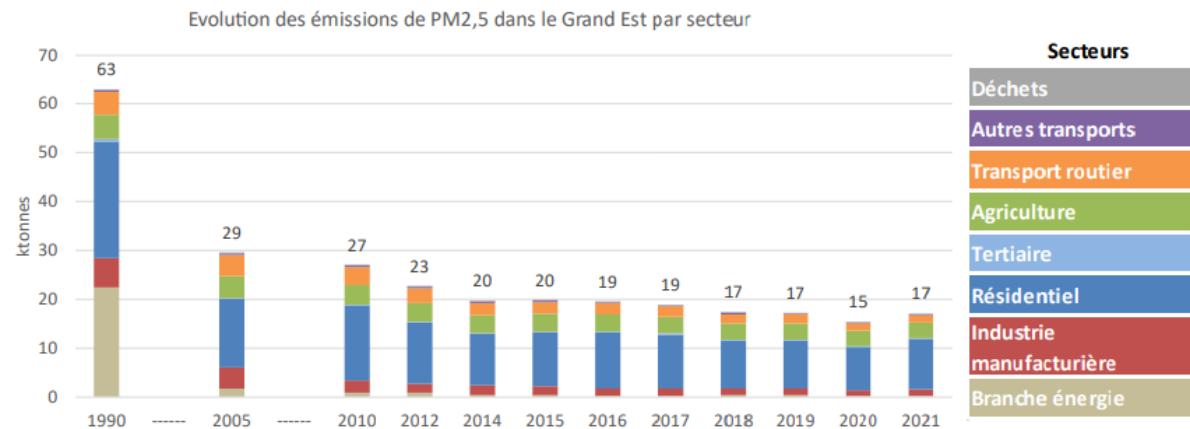
Dans des situations extrêmes de pollution aux particules, elles peuvent s'accumuler sur les feuilles des végétaux et entraver la photosynthèse.

Annexe 1 : Caractérisation, origine et effets des polluants mesurés

Particules PM



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023



Source ATMO Grand Est Invent'Air V2023

Annexe 2 : Photos des sites de mesures

Site n°2 : Schiltigheim, 5 rue de Madrid
(station fixe)



Site n°3 : Strasbourg Neudorf, écoquartier Danube (station fixe)



Site n°5 : Lingolsheim, captage d'eau



Site n°6 : Holtzheim, 15 rue de l'angle
(prox rue de l'école, rue des jardins, près du centre sportif)



Site n°6 bis : Holtzheim, rue du foyer



Site n°7 : Hangenbieten, 3 rue des Seigneurs (sortie village)



Annexe 2 : Photos des sites de mesures

Site n°9 : Duppigheim, rue du moulin
(proximité stade de foot)



Site n°10 : Entzheim, rue de
Hangenbieten (cimetière)



Site n°11 : Geispolsheim, 9 route de
Schirmeck



Site n°12 : Entzheim, Aéroparc n°1



Site n°a1 : parking aéroport aviation
générale (parking Tourissimo)
Plateforme aéroport



Site n°a2 : Entzheim, pylône à proximité
des cuves de kérosène
Plateforme aéroport



Annexe 2 : Photos des sites de mesures

Site n°a3 : Entzheim, poste de contrôle des Aires (en bas)
Plateforme aéroport



Site n°at2 : en bout de piste (effet panache de pollution lors de la poussée maximale avant décollage)
Plateforme aéroport



Site n°a4 : en zone de dédouanement de l'aéroport
Plateforme aéroport





Afin de comparer les données et leur cohérence entre analyseur automatique et tubes passifs, des tubes passifs ont été déployés en parallèle sur la station fixe de Strasbourg Ouest (5 rue de Madrid à Schiltigheim : site n°2), et Strasbourg Neudorf (écoquartier Danube : site n°3).

De plus, des **blancs terrain** (tubes non exposés mais laissés protégés sur le site) en NO₂ et benzène ont été mis en place sur le site fixe de Strasbourg Neudorf (écoquartier Danube : site n°3) ainsi que sur la plateforme de l'aéroport (point de mesure n°a3, au niveau du poste de contrôle des Aires). Ils ont été analysés ensuite, pour déceler d'éventuelles sources de contamination des échantillons.

Réf échantillon	Date et heure début prélèvement	Date et heure fin prélèvement	NO ₂ (ng/tube)	NO ₂ (µg/m ³)
P1Ez3BT	02/08/2023 14:00	16/08/2023 13:00	13,5	0,73
P1Eza3BT	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	13,5	0,73
P2Ez3BT	16/08/2023 13:00	30/08/2023 14:40	13,5	0,72
P2Eza3BT	16/08/2023 08:10	30/08/2023 10:05	13,5	0,72
P3Ez3BT	15/11/2023 13:00	29/11/2023 14:30	13,0	0,63
P3Eza3BT	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	65	3,33
P4Ez3BT	29/11/2023 14:30	13/12/2023 09:05	13,0	0,64
P4Eza3BT	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	36	1,79

Réf échantillon	Date et heure début prélèvement	Date et heure fin prélèvement	Benzène (ng/tube)	Benzène (µg/m ³)
AGE_0774S	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	12,5	0,03
AGE_P537O	16/08/2023 08:10	30/08/2023 10:05	12,5	0,03
AGE_P662M	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	12,5	0,02
AGE_P151O	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	12,5	0,02

Annexe n°3 : Assurance qualité (suite)

Des **triplicats** placés sur les mêmes sites que précédemment indiquent une bonne reproductibilité des mesures.

Réf échantillon	Type échantillon	Date et heure début prélèvement	Date et heure fin prélèvement	NO2 (µg/m3 à 20°C)	Ecart type	Moyenne	Coeff de variation	Coeff de variation en %
P1Ez3ech	échantillon	02/08/2023 14:00	16/08/2023 13:00	17,54				
P1Ez3dou	doublon	02/08/2023 14:00	16/08/2023 13:00	20,88	2,1	18,5	0,11197	11,20%
P1Ez3trip	tréplicat	02/08/2023 14:00	16/08/2023 13:00	17,09				
P1Eza3ech	échantillon	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	9,95				
P1Eza3dou	doublon	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	10,21	0,6	9,7	0,06278	6,28%
P1Eza3trip	tréplicat	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	9,04				
P2Ez3ech	échantillon	16/08/2023 13:00	30/08/2023 14:40	14,61				
P2Ez3dou	doublon	16/08/2023 13:00	30/08/2023 14:40	24,89	nd	18,2	nd	nd
P2Ez3trip	tréplicat	16/08/2023 13:00	30/08/2023 14:40	15,07				
P2Eza3ech	échantillon	16/08/2023 08:10	30/08/2023 10:05	10,60				
P2Eza3dou	doublon	16/08/2023 08:10	30/08/2023 10:05	11,10	0,5	10,6	0,04664	4,66%
P2Eza3trip	tréplicat	16/08/2023 08:10	30/08/2023 10:05	10,11				
P3Ez3ech	échantillon	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	12,39				
P3Ez3dou	doublon	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	12,34	0,7	12,8	0,05445	5,45%
P3Ez3trip	tréplicat	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	13,57				
P3Ez3ech	échantillon	15/11/2023 13:00	29/11/2023 14:30	20,99				
P3Ez3dou	doublon	15/11/2023 13:00	29/11/2023 14:30	19,73	1,4	21,1	0,06679	6,68%
P3Ez3trip	tréplicat	15/11/2023 13:00	29/11/2023 14:30	22,55				
P4Ez3ech	échantillon	29/11/2023 14:30	13/12/2023 09:05	20,35				
P4Ez3dou	doublon	29/11/2023 14:30	13/12/2023 09:05	20,19	2,6	18,7	0,14099	14,10%
P4Ez3trip	tréplicat	29/11/2023 14:30	13/12/2023 09:05	15,69				
P4Eza3ech	échantillon	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	26,37				
P4Eza3dou	doublon	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	25,62	3,2	24,2	0,13126	13,13%
P4Eza3trip	tréplicat	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	20,54				

Réf échantillon	Date et heure début prélèvement	Date et heure fin prélèvement	Benzène (µg/m3 à 20°C)	Ecart type	Moyenne	Coeff de variation	Coeff de variation en %
<i>Texte + nombre</i>	<i>Date (jj/mm/aaaa 00:00)</i>	<i>Date (jj/mm/aaaa 00:00)</i>	<i>nombre</i>	<i>nombre</i>		<i>nombre</i>	
AGE_I320N	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	0,3				
AGE_I313M	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	0,33	0,02	0,31	0,067880413	6,79%
AGE_859JC	02/08/2023 08:30	16/08/2023 08:10	0,29				
AGE_P546O	16/08/2023 08:20	30/08/2023 10:15	0,26				
AGE_707ZI	16/08/2023 08:10	30/08/2023 10:05	0,28	0,01	0,27	0,04330127	4,33%
AGE_P538O	16/08/2023 08:10	30/08/2023 10:05	0,26				
AGE_D901Q	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	0,70				
AGE_D932Q	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	0,65	0,04	0,69	0,052254366	5,23%
AGE_P742L	15/11/2023 13:45	29/11/2023 10:00	0,72				
AGE_D893Q	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	0,84				
AGE_P260O	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	0,85	0,01	0,84	0,006846051	0,68%
AGE_P548O	29/11/2023 10:00	13/12/2023 13:50	0,84				

Annexe 4 : La réglementation indique les seuils à ne pas dépasser



Les seuils, établis pour la protection de la santé, sont à comparer avec les concentrations moyennes (horaires, journalières ou annuelles selon les cas) mesurées pour chaque polluant.

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité (moyennes annuelles)	Valeur cibles (moyennes annuelles)	Seuil information / recommandations	Seuils d'alerte	Niveaux critiques
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Moyenne annuelle : 40 µg/m ³ Moyenne horaire : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser + de 18 heures/an	40 µg/m ³	/	Moyenne horaire : 200 µg/m ³	En moyenne horaire : • 400 µg/m ³ dépassé sur 3 heures consécutives • 200 µg/m ³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	/
Particules de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM ₁₀)	Moyenne annuelle : 40 µg/m ³ Moyenne journalière : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser + de 35 jours/an	30 µg/m ³	/	Moyenne journalière : 50 µg/m ³	En moyenne journalière : 80 µg/m ³	/
Particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM _{2,5})	25 µg/m ³	10 µg/m ³	20 µg/m ³	/	/	/
Benzène	5 µg/m ³	2 µg/m ³	/	/	/	/

Annexe 4 : Lignes directrices de l'OMS



Le 22 septembre 2021, l'OMS a dévoilé de nouvelles lignes directrices plus contraignantes, mises à jour ci-dessous.



Polluant	Valeur de référence	Période de calcul de la moyenne
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10 µg/m ³ 25 µg/m ³ 200 µg/m ³	Annuelle Journalière ; 3 à 4j de dépassement/an) Horaire ; ne pas dépasser sur un an
Particules (PM ₁₀)	15 µg/m ³ 45 µg/m ³	Annuelle Journalière ; 3 à 4j de dépassement/an
Particules (PM _{2,5})	5 µg/m ³ 15 µg/m ³	Annuelle Journalière ; 3 à 4j de dépassement/an

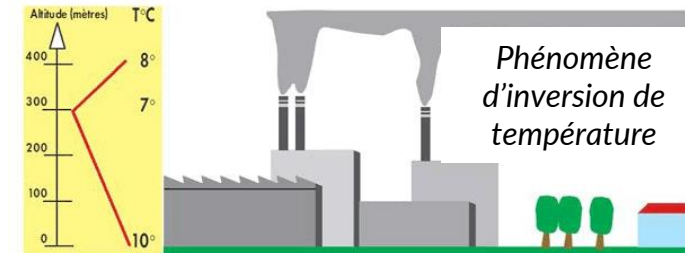
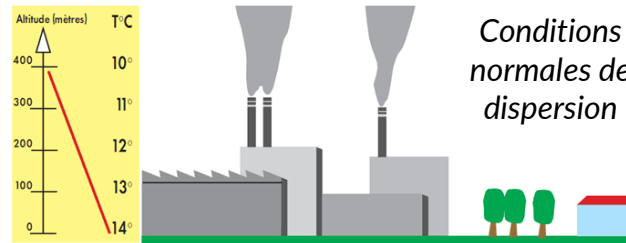
Annexe 5 : Rôle de certains paramètres météorologiques sur la qualité de l'air

Paramètres

Rôles des conditions météorologiques dans la formation et dispersion des polluants de l'air

La température agit sur la chimie et les émissions des polluants : le froid diminue la volatilité de certains gaz, peut favoriser la stagnation des gaz issus des rejets d'échappement des véhicules, des installations de chauffage (dispersion limitée) etc... Les températures froides jouent sur l'augmentation des émissions liées au chauffage, tandis que les fortes températures favorisent les transformations photochimiques des polluants.

Température



Précipitations



Lors de précipitations, les gouttes de pluies captent les polluants gazeux et particulaires, favorisant ainsi le lessivage des masses d'air et une dilution des polluants dans l'air.

Direction et vitesse du vent



Le vent est un paramètre météorologique essentiel et contrôle la dispersion des polluants. Il intervient tant par sa direction pour orienter les panaches de pollution, que par sa vitesse pour diluer et entrainer les émissions de polluants. Une absence de vent contribuera à l'accumulation de polluants près des sources et inversement.

Annexe 6 : Tableaux de résultats 2023 en NO₂ en µg/m³

N° site 2023	Adresse sites	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moy global
2	Site n°2 : Strasbourg Ouest - 5, rue de Madrid, Schiltigheim	7	8	14	22	13
3	Site n°3 : Strasbourg Neudorf (quartier Danube)	19	18	21	20	20
5	Site n°5 : Lingolsheim - Captage d'eau	7	8	10	16	10
6	Site n°6 : Holtzheim - 15, rue de l'angle (prox rue de l'école, rue des jardins, près du centre sportif)	6	8	11	17	11
7	Site n°7 Hangenbieten - 3 rue des Seigneurs à la sortie du village	6	9	10	15	10
9	Site n°9 : Duppigheim - rue du moulin (proximité du stade de foot)	4	9		17	10
10	Site n°10 : Entzheim - rue de Hangenbieten (cimetière)	6	7	9	15	9
11	Site n°11 : Geispolsheim - 9, route de schirmeck	7	10	6	17	10
12	Site n°12 : Aéroparc N°1 _Entzheim	11	12	16	23	16
a1 - Parking aéroport Aviation G ^{ale}	Site n°a1 : Parking aéroport Aviation Générale (parking Tourissimo)	8	10	10	16	11
a2 - pylône (prox cuves kérosène)	Site n°a2 : Pylône à proximité des cuves kérosène	8	8	11	17	11
a3 - Poste de contrôle des Aires (en bas)	Site n°a3 : Poste de contrôle des Aires (en bas)	10	11	13	26	15
at2	Site n°at2 : En bout de piste (effet panache / poussée maximale avant décollage)	8	9	8	16	10
a4	Site n°a4 : En zone de dédouanement de l'aéroport	11	10	13	19	13

Annexe 6 : Tableaux de résultats 2023 en BTEX en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Résultats des mesures effectuées en **BENZENE** par tubes passifs

N° site 2023	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moyenne
2 (Strasbourg Ouest)	0,3	0,4	0,8	0,9	0,6
6 (Holtzheim rue angle)	0,4	0,3	1,4	1,1	0,8
12 (aéroparc 1)	0,3	0,3	0,8	0,9	0,5
a2 - pylône (prox cuves kérosène)	0,3	0,3	0,6	0,8	0,5
a3 - Poste de contrôle des aires (en bas)	0,3	0,3	0,7	0,8	0,5
a4 (zone dédouanement)	0,3	0,3	0,7	0,8	0,5

Résultats des mesures effectuées en **TOLUENE** par tubes passifs

N° site 2023	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moyenne
2 (Strasbourg Ouest)	0,5	1,0	0,6	0,7	0,7
6 (Holtzheim rue angle)	0,9	0,5	0,7	0,9	0,7
12 (aéroparc 1)	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5
a2 - pylône (prox cuves kérosène)	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4
a3 - Poste de contrôle des aires (en bas)	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4
a4 (zone dédouanement)	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5

Résultats des mesures effectuées en **ETHYL BENZENE** par tubes passifs

N° site 2023	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moyenne
2 (Strasbourg Ouest)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
6 (Holtzheim rue angle)	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
12 (aéroparc 1)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
a2 - pylône (prox cuves kérosène)	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
a3 - Poste de contrôle des aires (en bas)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
a4 (zone dédouanement)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Résultats des mesures effectuées en m+p **XYLENE** par tubes passifs

N° site 2023	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moyenne
2 (Strasbourg Ouest)	0,4	0,5	0,3	0,2	0,4
6 (Holtzheim rue angle)	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4
12 (aéroparc 1)	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
a2 - pylône (prox cuves kérosène)	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2
a3 - Poste de contrôle des aires (en bas)	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
a4 (zone dédouanement)	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

Résultats des mesures effectuées en **O-XYLENE** par tubes passifs

N° site 2023	Moy C1	Moy C2	Moy C3	Moy C4	Moyenne
2 (Strasbourg Ouest)	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
6 (Holtzheim rue angle)	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
12 (aéroparc 1)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
a2 - pylône (prox cuves kérosène)	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
a3 - Poste de contrôle des aires (en bas)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
a4 (zone dédouanement)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

C1	Du 02/08/23 au 16/08/23
C2	Du 16/08/23 au 30/08/23
C3	Du 15/11/23 au 29/11/23
C4	Du 29/11/23 au 13/12/23

Annexe 6 : Tableaux de résultats 2023 en PM₁₀ et PM_{2,5} en µg/m³

Pesée PM10 (Holtzheim):

N° site 2023	Type	Moy C1	Moy C2	Moyenne
6 bis (Holtzheim)	échantillon	12,9	9,6	11,24

C1 : du 04/08/2023 au 01/09/2023

C2 : du 16/11/2023 au 14/12/2023

Pesée PM2,5 (Entzheim) :

N° site 2021	Type	Moy C1	Moy C2	Moyenne
10 (Entzheim, rue de Hangenbieten - cimetière)	échantillon	6,6	11,4	8,98

C1 : du 04/08/2023 au 01/09/2023

C2 : du 16/11/2023 au 14/12/2023

Annexe 7 : Historique des campagnes de mesures

Caractérisation de la qualité de l'air dans la zone de l'Aéroport de Strasbourg Entzheim :

2000-2001 :

- Campagne de mesure estivale (28/06/2000 au 16/07/2000), campagne de mesure hivernale (12/01/2001 au 01/02/2001) - Publication Juillet 2001 - ASPA01073101-ID
- Campagne de mesure réalisée à l'aide de tubes passifs entre le 16 janvier et le 30 janvier 2001 - Publication Juillet 2001 - ASPA01071802-ID

2002-2003 :

- Campagne de mesure déroulée entre le 27 août et le 10 septembre 2002 - Publication Février 2003 - ASPA03031301-ID
- Campagne de mesure déroulée entre le 18 février et le 4 mars 2003 - Publication Juill. 2003 - ASPA03071603-ID

2004-2005 :

- Campagne de mesure déroulée entre le 13 et le 27 juillet 2004 - Publication Octobre 2004 - ASPA04100701-ID
- Campagne de mesure printanière déroulée entre le 27 avril et le 22 juin 2005 et automnale du 22/09/2005 au 18/11/2005 - Publication Mars 2006 - ASPA06032301-ID

2006 :

- Campagne de mesure printanière réalisée entre le 5 avril et le 31 mai 2006, associée à une campagne de mesure automnale qui s'est déroulée du 15/09/2006 au 10/11/2006 - Publication Février 2007 - ASPA07020801-ID

2007

Campagne de mesure printanière réalisée entre le 10 mai et le 15 juillet 2007, associée à une campagne de mesure automnale qui s'est déroulée du 25/09/2007 au 20/11/2007 - Publication Mars 2008 - ASPA08021512-ID

Annexe 7 : Historique des campagnes de mesures

2009-2010

Campagne de mesure estivale déroulée entre le 28 juillet et le 25 août 2009 et hivernale du 26/01/2010 au 23/02/2010 - Publication Juillet 2010 - ASPA10062901-ID

2012

Campagne de mesure hivernale qui s'est déroulée entre le 26/01/2012 et le 23/02/2012 et estivale du 09/08/2012 au 19/09/2012 - Publication Janvier 2013 - ASPA12122803-ID

2013-2014

Campagne de mesure hivernale qui s'est déroulée du 20/12/2013 au 17/01/2017 plus du 18/11/2014 au 16/12/2014 et campagne estivale du 30/07/2017 au 27/08/2014 Publication Février 2015 - ASPA15030302-ID

2016-2017

Evaluation de la qualité de l'air sur la plateforme de l'aéroport Strasbourg-Entzheim et des communes limitrophes. Phase hivernale du 15/11/2016 au 13/12/2016 et phase estivale du 30/05/2017 au 27/06/2017 - Publication décembre 2017 - ATMO GE réf rapport : SURV-EN-076

2019

Evaluation de la qualité de l'air sur la plateforme de l'aéroport Strasbourg-Entzheim et des communes limitrophes. Phase hivernale du 15/01/2019 au 11/02/2019 et phase estivale du 13/06/2019 au 10/07/2019 - Publication novembre 2019 - ATMO GE réf rapport : SURV-EN-314

2021

Caractérisation de la qualité de l'air ambiant au niveau de la zone aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim en 2021. Phase estivale du 20/05/2021 au 17/06/2021 et phase hivernale du 05/11/2021 au 03/02/2021- Publication mai 2022 - ATMO GE réf rapport : SURV-EN-687 indice 2 (annule et remplace l'indice 1).



AtMO

GRAND EST

Metz - Nancy - Reims - Strasbourg

Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise - 5 rue de Madrid - 67300 Schiltigheim

Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67 - contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 - APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air