

NOTE

Estimation objective

ZAG de Strasbourg

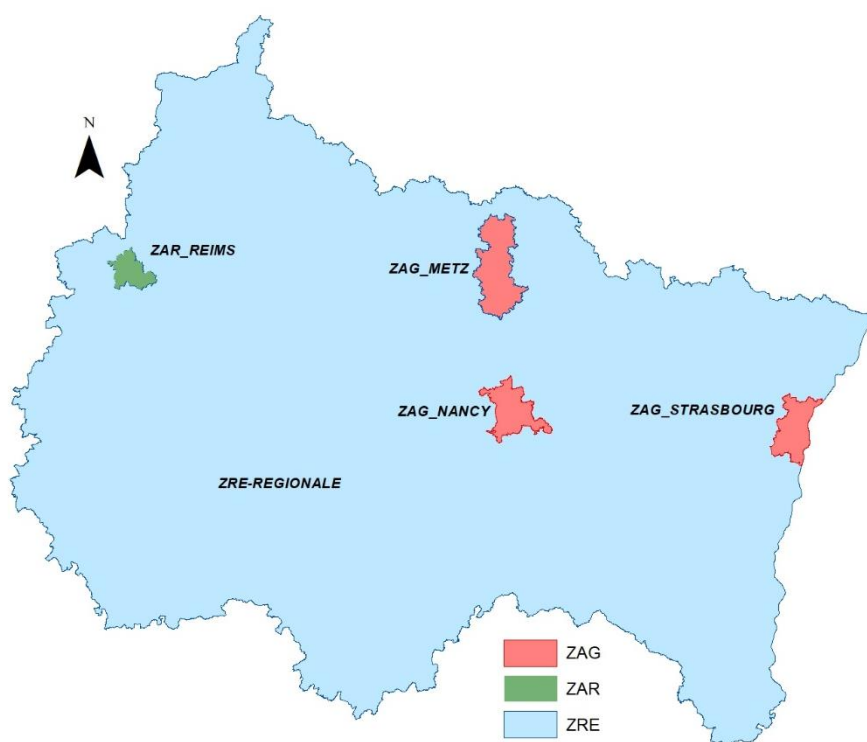
-Bilan 2023-

1. OBJET DE LA NOTE

Chaque Etat Membre de l'Union Européenne doit assurer une surveillance réglementaire minimale de la qualité de l'air pour répondre aux exigences des Directives Européennes. Cette surveillance s'élabore au sein de chaque zone administrative de surveillance (ZAS) définie au niveau national. Elle doit permettre de déterminer les niveaux de concentrations des polluants réglementés au niveau de l'Europe et de se positionner par rapport aux différents seuils réglementaires. En fonction des niveaux observés, la méthode d'évaluation de la qualité d l'air à appliquer pour le suivi de l'évolution des concentrations d'un polluant peut différer (mesures fixes, mesures indicatives, modélisation ou estimation objective).

La région Grand Est est découpée en 5 zones administratives de surveillance : 3 zones agglomérations (ZAG) – 1 zone à risque (ZAR) – 1 zone régionale (ZRE).

L'objectif de la note est de déterminer l'évolution de la situation de la Zone d'Agglomération de Strasbourg concernant le **benzo(a)pyrène**, le **monoxyde de carbone** et le **dioxyde de soufre** par l'utilisation d'une méthode d'estimation objective, autrement dit une méthode formalisée permettant d'estimer l'ordre de grandeur des concentrations en polluants (arrêté du 21 octobre 2010).



2. LE BENZO(A)PYRENE (B(A)P)

2.1. METHODE D'ESTIMATION OBJECTIVE UTILISEE : CONSTRUCTION D'UNE RELATION STATISTIQUE PAR RECONSTITUTION DES DONNEES ET UTILISATION DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS

Conformément au guide LCSQA – Méthode d'estimation objective (2015), il s'agit d'élaborer une relation statistique simple entre les concentrations du polluant d'intérêt et une ou plusieurs variables explicatives.

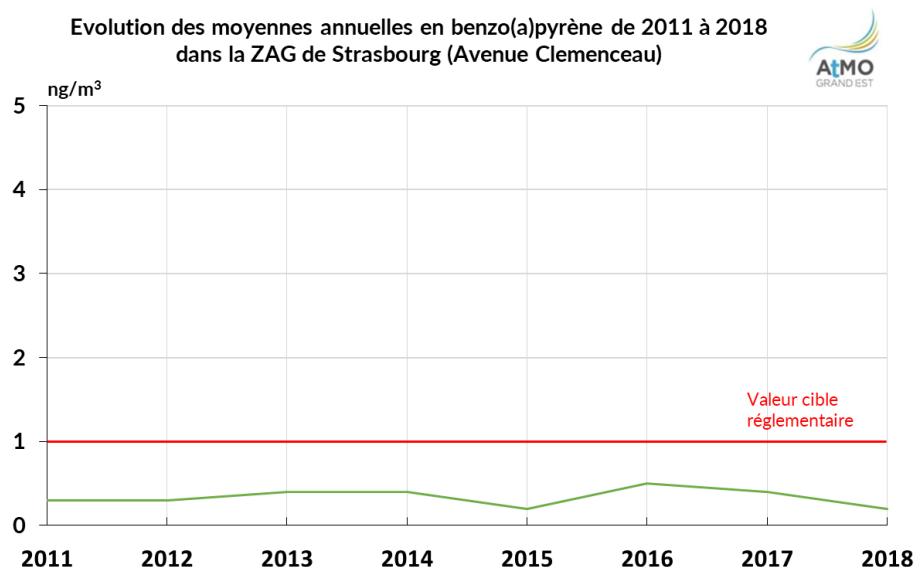
Avec les données disponibles et les corrélations préalablement mises en évidence, l'approche suivante a été choisie :

- Construction d'une relation site par site au moyen d'un historique de données variables dans le temps, établissement de comparaisons en fonction des données d'émissions et déduction d'un ordre de grandeur des concentrations. En un point d'observation où l'estimation objective a remplacé la mesure, les concentrations y sont approchées en considérant les valeurs mesurées dans le passé et l'évolution temporelle des émissions.
 - Pour l'historique des mesures de benzo(a)pyrène, le site de Strasbourg-Clemenceau de la ZAG de Strasbourg a permis d'observer l'évolution des moyennes annuelles de ce composé de 2011 à 2018.
 - Pour les données d'inventaire des émissions de benzo(a)pyrène sur la ZAG de Strasbourg, un historique sur un pas de temps biannuel entre 2010 et 2020 est disponible, ainsi que l'année 2021.

2.2. RESULTATS

2.2.1. Résultats des concentrations de b(a)p mesurées sur la ZAG de Strasbourg de 2011 à 2018 et estimation des moyennes annuelles de 2019 à 2023

Les moyennes annuelles de 2017 et 2018 ont été obtenues à partir de mesures indicatives. Auparavant, les moyennes annuelles ont été obtenues à partir de mesures fixes.



Moyennes annuelles (ng/m ³)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Strasbourg Clemenceau	0,26	0,28	0,38	0,35	0,20	0,46	0,43	0,17

De 2011 à 2018, les moyennes annuelles en benzo(a)pyrène, obtenues sur le site de Strasbourg-Clemenceau, se situent dans l'intervalle 0,2 ng/m³ – 0,5 ng/m³. La valeur cible annuelle de 1 ng/m³ a toujours été respectée et, concernant les seuils d'évaluation, seul le seuil d'évaluation inférieur (0,4 ng/m³) a été dépassé en 2016 avec 0,5 ng/m³.

En 2019 et 2020, l'estimation objective était réalisée en suivant l'évolution de la courbe de tendance des concentrations annuelles de benzo(a)pyrène du site de Strasbourg-Clemenceau entre 2011 et 2018. Cependant, cette méthode ne prenait en compte aucun facteur extérieur à l'historique de données du site et s'avérait ainsi ne pas être optimale pour la construction d'une relation statistique. Les résultats obtenus par estimation objective en 2019 et 2020 ne seront néanmoins pas remis en cause du fait de leur proximité temporelle avec les dernières mesures réalisées.

Depuis 2021, il a été choisi d'estimer la concentration du site de Strasbourg Clemenceau à partir de sa corrélation historique avec un autre site de mesure du Grand Est. Sur les années 2011 à 2018, les concentrations annuelles de Strasbourg Clemenceau ont montré la meilleure corrélation avec les données du site de Bourbonne-les-Bains (site périurbain de fond) avec un R de 0,88. Néanmoins, les concentrations sur le site de Bourbonne sont désormais inférieures à celles du modèle établi sur la corrélation 2011-2018 (en moyenne 0,36 ng/m³ en 2023 à Bourbonne, avec 41 % des mesures inférieures à la limite de quantification de 0,01 ng/m³).

En l'absence d'une corrélation avec un autre site du Grand Est plus adaptée, la méthode d'estimation objective des concentrations à Strasbourg Clemenceau doit être changée. Afin d'estimer plus justement les concentrations de Strasbourg Clemenceau, l'évolution des concentrations des sites de fond du Grand Est, encore en fonctionnement en 2023, sera utilisée.

Le tableau ci-dessous représente l'évolution des concentrations en B(a)P dans les PM₁₀, en moyennes annuelles entre 2017 et 2023, sur les sites du Grand Est disposant de cet historique de mesures.

Moyennes annuelles (ng/m ³)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Evolution 2018-2023	Evolution 2021-2023
Donon : rurale de fond	0,06	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	- 33 %	0 %
Revin : rurale de fond	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03	- 50 %	- 25 %
Bourbonne : périurbaine de fond	0,46	0,55	0,38	0,48	0,58	0,36	- 22 %	- 25 %
Plateau meusien : rurale de fond	0,08	0,06	0,05	0,04	0,05	0,03	- 63 %	- 25 %
Epinal : urbaine de fond				0,22	0,27	0,14		- 36 %
Moyenne							- 42 %	- 22 %

Depuis 2018, dernière année de mesures à Strasbourg Clemenceau, **les concentrations annuelles sont globalement en baisse, avec une moyenne de 42 % de diminution. Une baisse de 22 % en moyenne est également constatée depuis 2021.** Ces pourcentages d'évolution sont toutefois à prendre avec du recul au vu des concentrations très faibles sur les 3 sites ruraux.

En 2018, le site de Strasbourg Clemenceau enregistrait une concentration moyenne de 0,17 ng/m³, située entre la concentration du Plateau Meusien et de Bourbonne. Le site d'Epinal, ayant une typologie équivalente au site de Strasbourg Clemenceau, présente une baisse de concentration de 36 % depuis 2021. On estimera alors que la concentration du site de Strasbourg Clemenceau puisse subir, à minima, la même diminution. **La concentration en B(a)P de Strasbourg Clemenceau en 2023 est ainsi estimée à 0,11 ng/m³, arrondie à 0,1 ng/m³ pour comparaison au SEI.**

Le projet de révision de la directive européenne sur l'air ambiant prévoit un seuil d'évaluation unique, fixé à 0,30 ng/m³ pour le benzo(a)pyrène. La moyenne calculée sur Strasbourg Clemenceau pour 2023 se situerait en dessous de ce seuil.

Le tableau suivant récapitule les moyennes annuelles en B(a)P mesurées ou estimées depuis 2011.

Moyennes annuelles en ng/m ³	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Méthode de mesure	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe	Fixe
Strasbourg-Clemenceau	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,5
Situation par rapport au seuil d'évaluation	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI]SEI ;SES]
SEI (0,4) – SES (0,6)						
Valeur cible annuelle	1	1	1	1	1	1

Moyennes annuelles en ng/m ³	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Méthode de mesure	Indicative	Indicative	Estimation objective par relation statistique	Estimation objective par relation statistique	Estimation objective par relation statistique	Estimation objective par relation statistique	Estimation objective par relation statistique
Strasbourg-Clemenceau	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
Situation par rapport au seuil d'évaluation	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI
SEI (0,4) – SES (0,6)							
Valeur cible annuelle	1	1	1	1	1	1	1

2.2.2. Evolution des émissions de benzo(a)pyrène à l'échelle de la ZAG de Strasbourg

Par souci de simplification de la lecture des tableaux de l'inventaire des émissions, les noms des secteurs affichés ne correspondent pas aux SECTEN (Secteurs économiques et énergie), des abréviations sont utilisées dans l'ensemble de cette note. Le tableau ci-dessous détaille la correspondance des secteurs nommés dans les tableaux avec les SECTEN, valable pour l'ensemble du document.

Les données de l'inventaire des émissions sont mises à jour annuellement, pour l'ensemble des données. Ainsi, des changements ou compléments dans les méthodes de calcul amènent à de potentielles modifications des données à chaque version de l'inventaire. Ceci explique les différences sur les valeurs d'émission avec les rapports des années précédentes. De plus, à partir de cette année 2023, les contours des ZAS ont été mis à jour selon la nouvelle version 2022-2026 (très peu de changements par rapport à la version 2017-2021).

Secteur SECTEN	Secteur dans cette note
Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCATF	Agriculture
Déchets	Déchets
Extraction, transformation et distribution d'énergie	Branche Energie
Industrie manufacturière et construction	Industrie
Résidentiel	Résidentiel
Tertiaire, commercial et institutionnel	Tertiaire
Transport routier	Transport routier
Modes de transports autres que routier	Autres transports

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des émissions en benzo(a)pyrène de la ZAG de Strasbourg depuis 2010 jusqu'à 2021.

Evolution des émissions de benzo(a)pyrène à l'échelle de la ZAG de Strasbourg (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	Evolution 2021/2020	Evolution 2021/2010	Répartition 2021
Agriculture	0,04	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0%	65%	0%
Déchets	0,25	0,26	0,29	0,25	0,24	0,25	0,26	2%	2%	2%
Branche énergie	1,56	0,19	0,13	0,20	0,92	1,07	1,20	12%	-23%	8%
Industrie	0,74	0,75	0,96	1,24	1,24	0,96	1,11	16%	50%	8%
Autres transports	0,21	0,19	0,19	0,23	0,16	0,13	0,13	7%	-36%	1%
Résidentiel	9,34	7,87	6,39	7,74	6,87	6,45	7,58	17%	-19%	53%
Tertiaire	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	14%	-16%	0%
Transport routier	4,22	4,31	4,33	4,37	4,26	3,36	3,91	16%	-7%	27%
Totaux	16,4	13,7	12,4	14,1	13,8	12,3	14,3	16%	-13%	100%

Source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2023

Pour la ZAG de Strasbourg, le principal secteur d'émissions de benzo(a)pyrène est le résidentiel avec 53 % des émissions totales en 2021. Le transport routier est le 2^e émetteur de benzo(a)pyrène sur la ZAG de Strasbourg, représentant 27 % des émissions totales en 2021.

L'évolution des émissions en benzo(a)pyrène montre une baisse de 13 % entre 2010 et 2021, concernant tous les secteurs, excepté l'agriculture (+ 65 %), l'industrie (+ 50 %) et les déchets (+ 2 %).

Une hausse de 16 % entre 2020 et 2021, en lien avec la reprise des activités suite à la crise du COVID-19 en 2020 (16 % de hausse dans le transport routier et 17 % de hausse dans le secteur résidentiel).

2.2.3. Evolution des émissions de benzo(a)pyrène à l'échelle de l'IRIS* comprenant le site de Strasbourg-Clemenceau

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des émissions en benzo(a)pyrène de l'IRIS comprenant le site de Strasbourg Clemenceau depuis 2010 jusqu'à 2021.

Evolution des émissions de benzo(a)pyrène à l'échelle de l'IRIS de Strasbourg Clémenceau (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	Evolution 2021/2020	Evolution 2021/2010	Répartition 2021
Industrie	0,0006	0,0005	0,0009	0,0007	0,0006	0,0004	0,0004	11%	-28%	6%
Résidentiel	0,0031	0,0023	0,0026	0,0028	0,0029	0,0032	0,0027	-16%	-13%	38%
Tertiaire	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	8%	-50%	3%
Transport routier	0,0063	0,0049	0,0047	0,0045	0,0043	0,0033	0,0038	15%	-40%	54%
Totaux	0,010	0,008	0,008	0,008	0,008	0,007	0,007	0%	-31%	100%

Source : ATMO Grand Est – Invent'Air V2023

* IRIS : Îlots Regroupés pour l'Information Statistique selon définition INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques)

En 2021, le principal secteur émetteur de benzo(a)pyrène au niveau de l'IRIS de Strasbourg-Clemenceau est le transport routier avec 54 % des émissions totales du secteur, suivi par le résidentiel avec 38 % des émissions totales. La répartition sectorielle des émissions au sein de l'IRIS de Strasbourg-Clemenceau diffère de l'ensemble de la ZAG, en effet Strasbourg-Clemenceau se situe sous influence trafic alors que le résidentiel est prépondérant au niveau de la ZAG.

En termes d'évolution, les émissions totales en benzo(a)pyrène sur l'IRIS qui comprend le site de mesures de Strasbourg Clemenceau sont en baisse entre 2010 et 2021 (-31 %), baisse concernant tous les secteurs.

Les émissions sont restées néanmoins stables entre 2020 et 2021. Tous les secteurs ont vu leurs émissions augmenter en raison de la reprise d'activité suite à la crise du COVID-19, à l'exception du résidentiel.

2.2.4. Campagnes de mesures ponctuelles

Dans le cadre de son projet associatif Cap 2030¹, ATMO Grand Est peut être amené à réaliser des campagnes de mesures en air ambiant au sein de la ZAG de Strasbourg. Pour cette année 2023, une campagne de mesures du benzo(a)pyrène dans les PM10 a été réalisée.

Il s'agit de l'évaluation de la qualité de l'air sur la zone des Deux Rives à Strasbourg (SURV-EN-990) :

Sur les deux sites urbains étudiés pour le B(a)P en 2023 (sur 2 périodes de 14 jours au printemps et en été), les concentrations moyennes étaient de 0,05 ng/m³.

Ces résultats de mesures en zone urbaine de fond confortent le fait que les concentrations en benzo(a)pyrène sur la ZAG de Strasbourg sont inférieures au SEI de 0,4 ng/m³.

¹ Axe 1 : Affirmer notre rôle de référent technique – Répondre aux besoins d'observation

2.2.5. Incertitudes de mesures

Les modes opératoires de calculs des incertitudes se basent sur une révision annuelle qui intègre les données de l'année n-1 et prend en compte les valeurs maximales rencontrées pour les différentes composantes de l'incertitude.

Les données utilisées pour le calcul d'incertitudes prennent en compte la totalité des préleveurs HAP utilisés par ATMO Grand Est permettant ainsi de couvrir la totalité du parc sur la totalité des sites de mesures du réseau.

La fourniture des incertitudes de mesure de **2023** se base sur l'expression des résultats et la déclaration de conformité aux objectifs de qualité :

Polluant	Type de mesure	Outil de calcul	Objectif de qualité				Calcul ATMO GE		
			Valeur ou seuil concerné		Période de calcul de la moyenne	Méthode d'évaluation	Incertitude à respecter	Incertitude calculée	Conformité (O/N)
B(a)P	Manuelle	Grille LCSQA	Valeur cible	1 ng/m³	Année civile	Fixe/ Indicative	50 %	31 %	O

2.3. CONCLUSION / PERSPECTIVES

Les résultats des mesures de benzo(a)pyrène effectuées de 2011 à 2018, sur le site urbain sous influence trafic de Strasbourg-Clemenceau, présentent une moyenne de 0,3 ng/m³ sur la période avec une tendance à la stabilité sur la période surveillée.

Il a été choisi d'estimer la concentration annuelle du site de Strasbourg Clemenceau en utilisant la corrélation existante entre ses mesures et celles de Bourbonne-les-Bains sur les années 2011 à 2018. **Une concentration moyenne annuelle de 0,1 ng/m³ a ainsi été estimée pour cette année 2023, inférieure au seuil d'évaluation inférieur de 0,4 ng/m³.**

En parallèle, les données de l'inventaire des émissions sur la période 2010 à 2021 **ont montré une baisse des émissions totales en benzo(a)pyrène sur la ZAS de Strasbourg et l'IRIS comportant le site de Strasbourg-Clemenceau.**

Également, les résultats de la campagne de mesures ponctuelle menée par ATMO Grand Est en 2023 sur la ZAG de Strasbourg confortent le fait que les concentrations en benzo(a)pyrène sont en-deçà du seuil d'évaluation inférieur au sein de la zone.

Avec ces résultats, le choix de poursuivre l'évaluation du benzo(a)pyrène par une méthode d'estimation objective pour la ZAG de Strasbourg se justifie.

Le projet de révision de la directive européenne sur l'air ambiant propose un seuil d'évaluation unique, fixé à 0,30 ng/m³ pour le benzo(a)pyrène en moyenne annuelle. Avec les résultats mentionnés plus haut, l'estimation objective des concentrations en benzo(a)pyrène sur la ZAG de Reims pourra être poursuivie.

3. LE MONOXYDE DE CARBONE (CO)

3.1. METHODE D'ESTIMATION OBJECTIVE UTILISEE : L'INVENTAIRE DES EMISSIONS

Cette méthode consiste à établir des comparaisons en fonction des données d'émissions et à en déduire un ordre de grandeur des concentrations.

Pour une plus juste appréciation des niveaux de pollution il est recommandé conformément au guide LCSQA - Méthode d'estimation objective (2015) -, de combiner deux approches (comparaison dans le temps et comparaison dans l'espace). En un point d'observation où l'estimation objective a remplacé la mesure, les concentrations y sont approchées :

- En considérant les valeurs mesurées dans le passé et l'évolution temporelle des émissions ;
- En considérant les valeurs mesurées en un site en fonctionnement (mesure fixe) et les différences d'émissions entre les deux sites.

Afin de prendre en compte plusieurs échelles d'influence, les émissions sont cumulées dans différents rayons autour des points (par exemple de 500 m à 10 km).

Cette analyse suppose une mise à jour régulière de l'inventaire des émissions. Dans la comparaison entre les sites, elle tiendra également compte de la configuration géographique et des conditions de dispersion.

3.2. RESULTATS

3.2.1. Evolution des concentrations de CO mesurées sur la ZAG de Strasbourg

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des maxima des moyennes 8 h glissantes en monoxyde de carbone de 2010 à 2019 sur le site de Strasbourg Clemenceau, en situation de fond urbain sous influence des émissions du trafic.

Résultats des maxima des moyennes 8 h glissantes en monoxyde de carbone sur le site de Strasbourg (station Clemenceau) en situation urbaine sous influence trafic									
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1,8	2,0	1,6	2,4	1,2	1,7	2,1	2,6	1,2	1,8*

*Mesures indicatives (mesures continues de janvier à juillet 2019)

Entre 2010 et 2019, période de suivi des concentrations de CO sur l'agglomération de Strasbourg, les maxima des moyennes glissantes 8 h de chaque année ont toujours été nettement en-dessous du seuil d'évaluation inférieur de 5 mg/m³ pour le CO. **Aucun dépassement de la valeur limite de 10 mg/m³ (maximum des moyennes glissantes 8 h) n'a donc été observé entre 2010 et 2018.**

3.2.2. Evolution des émissions de CO à l'échelle de la ZAG de Strasbourg et de l'IRIS du site de mesures du CO de la ZAG de Strasbourg

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des émissions en monoxyde de carbone de la ZAG de Strasbourg depuis 2010 jusqu'à 2021.

Evolution des émissions de monoxyde de carbone à l'échelle de la ZAG de Strasbourg (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	Evolution 2021/2020	Evolution 2021/2010	Répartition 2021
Agriculture	37 312	39 855	48 333	46 790	49 697	47 093	48 045	2%	29%	1%
Déchets	7 603	8 050	8 952	3 151	3 782	3 560	3 663	-	-	0%
Branche énergie	332 414	122 952	97 093	157 283	293 283	299 634	347 898	16%	5%	7%
Industrie	400 676	402 453	617 169	539 349	536 096	440 411	458 368	4%	14%	9%
Autres transports	196 465	198 562	163 718	176 468	152 931	107 929	115 794	7%	-41%	2%
Résidentiel	3 579 094	3 071 559	2 536 485	3 031 269	2 637 665	2 449 219	2 856 764	17%	-20%	57%
Tertiaire	238 752	190 426	169 345	167 734	146 561	137 792	160 386	16%	-33%	3%
Transport routier	4 283 336	2 653 888	1 900 747	1 639 561	1 273 431	868 123	999 220	15%	-77%	20%
Totaux	9 075 652	6 687 744	5 541 841	5 761 604	5 093 446	4 353 761	4 990 137	15%	-45%	100%

Source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2023

Pour la ZAG de Strasbourg, le principal secteur d'émissions de CO est le résidentiel avec 57 % des émissions totales en 2021, suivi par le transport routier et l'industrie, représentant 20 et 9 % des émissions totales sur la même année.

L'évolution des émissions de 2021 par rapport à 2010 montre que les émissions totales en monoxyde de carbone sont en baisse (- 45 %), notamment dû à une baisse de la part du transport routier (- 77 %). La part de l'agriculture, de l'industrie et de l'énergie a néanmoins augmenté depuis 2010 (de 29 %, 14 % et 5 % respectivement).

Entre 2020 et 2021, les émissions totales augmentent de 15 %, ce qui peut être attribué notamment à la reprise de l'activité suite à la crise sanitaire du COVID-19 de l'année 2020.

3.2.3. Evolution des émissions de CO à l'échelle de l'IRIS comprenant le site de mesure de Strasbourg Clemenceau

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des émissions en monoxyde de carbone à l'échelle de l'IRIS comprenant le site de mesures de Strasbourg Clemenceau depuis 2010 jusqu'à 2021.

Evolution des émissions de monoxyde de carbone à l'échelle de l'IRIS de Strasbourg Clémenceau (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	Evolution 2021/2020	Evolution 2021/2010	Répartition 2021
Industrie	364	300	461	384	312	207	232	12%	-36%	6%
Résidentiel	1 366	1 161	1 002	1 231	973	897	996	11%	-27%	26%
Tertiaire	2 236	1 668	1 311	1 257	1 162	1 166	1 316	13%	-41%	34%
Transport routier	8 730	3 989	2 689	2 232	1 680	1 109	1 293	17%	-85%	34%
Totaux	12 696	7 119	5 463	5 104	4 127	3 378	3 838	14%	-70%	100%

Source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2023

Les principaux secteurs émetteurs de CO au niveau de l'IRIS de Strasbourg Clemenceau sont le secteur tertiaire et le transport routier avec chacun 34 % des émissions totales en 2021. Le résidentiel est aussi un contributeur majoritaire (26 % des émissions en 2021).

En termes d'évolution, les émissions totales en CO sur l'IRIS qui comprend le site de mesures de Strasbourg Clemenceau sont en baisse entre 2010 et 2021 de 70 %, sur l'ensemble des secteurs.

Entre 2020 et 2021, les émissions totales augmentent de 14 %, ce qui peut être attribué notamment à la reprise d'activité suite à la crise sanitaire du COVID-19.

3.2.4. Comparaison aux données horaires sur le Grand Est

Afin de compléter les résultats de l'inventaire des émissions, qui renseigne sur l'évolution de l'exposition à long terme, une comparaison au seuil d'évaluation inférieur (SEI) est réalisée à l'aide du point de suivi régional du monoxyde de carbone en Grand Est : la station urbaine de trafic de Mulhouse Briand.

A partir de l'année 2023, une mesure de monoxyde de carbone est présente à la station rurale nationale de fond (intégrant le dispositif MERA) de Donon, située en altitude dans le massif vosgien. Si le point de suivi régional de Mulhouse Briand est représentatif des concentrations en monoxyde de carbone parmi les plus élevées du Grand Est, le point de mesure au Donon est à l'image des niveaux les plus faibles, loin de toute influence directe des activités humaines.

Il s'agit ainsi de comparer l'évolution du nombre de jours de dépassements du maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures. Pour le SEI, ce seuil est fixé à 5 mg/m³.

Résultats des maxima des moyennes 8 h glissantes en monoxyde de carbone (en mg/m ³) sur les sites du Grand Est									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Strasbourg Clemenceau	1,7	2,1	2,6	1,2	1,8*	-	-	-	-
Mulhouse Briand	1,3	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,2	1,6	1,2
Donon	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3**

*Mesures indicatives : 54 % de données valides en 2019, mesures continues de janvier à juillet 2019

**Mesures indicatives : 62 % de données valides en 2023, comprenant la période du maxima annuel mesuré à Mulhouse Briand

Les résultats obtenus entre 2015 et 2019 à Strasbourg Clemenceau sont légèrement supérieurs à ceux obtenus sur le site de Mulhouse Briand (excepté en 2018), qui est aussi un site urbain de trafic. Entre 2015 et 2022, le maximum de la moyenne sur 8 h glissantes à Mulhouse Briand est compris entre 1 et 2 mg/m³. **Il est donc possible d'estimer, au vu de la baisse des émissions entre 2014 et 2021 des émissions de monoxyde de carbone, que les concentrations à Strasbourg Clemenceau ne dépassent pas les 3 mg/m³ de 2019 à 2023.** Ces résultats sont bien inférieurs au SEI, fixé à 5 mg/m³.

Le projet de révision de la directive européenne sur la surveillance de l'air ambiant prévoit un seuil d'évaluation unique, fixé à 4 mg/m³ pour la moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. Pour la station de Strasbourg Clemenceau, ce seuil n'a pas été dépassé entre 2015 et 2019 (non dépassé sur la moyenne 8 h glissantes, donc aucun dépassement possible sur 24 heures). Il n'est pas dépassé non plus jusqu'en 2023 sur la station de mesures de Mulhouse Briand. Il est donc possible d'affirmer que la surveillance par estimation objective serait toujours adaptée avec ce nouveau seuil d'évaluation.

3.2.5. Incertitudes de mesures

Les modes opératoires de calculs des incertitudes se basent sur une révision annuelle qui intègre les données de l'année n-1 et qui prend en compte les valeurs maximales rencontrées pour les différentes composantes de l'incertitude.

Les données utilisées pour le calcul d'incertitudes prennent en compte la totalité des analyseurs de CO utilisés par ATMO Grand Est permettant ainsi de couvrir la totalité du parc sur la totalité des sites de mesures du réseau.

La fourniture des incertitudes de mesure de **2023** se base sur l'expression des résultats et la déclaration de conformité aux objectifs de qualité :

Polluant	Type de mesure	Outil de calcul	Objectif de qualité				Calcul ATMO GE		
			Valeur ou seuil concerné		Période de calcul de la moyenne	Méthode d'évaluation	Incertitude à respecter	Incertitude calculée	Conformité (O/N)
CO	Automatique	Grille LCSQA	Valeur limite	10 mg/m³	Max. journalier mov glissante 8 h	Fixe	15 %	12 %	O

3.3. CONCLUSION / PERSPECTIVES

L'évolution des **émissions de monoxyde de carbone sur la ZAG de Strasbourg entre 2010 et 2021 met en évidence une baisse des émissions totales**. En parallèle sur la période 2010 à 2019, les résultats des concentrations de CO observées sur le site de mesures de Strasbourg Clemenceau se situent entre 1,2 et 2,6 mg/m³ (maxima des moyennes glissantes 8 h) et **sont largement inférieurs au seuil d'évaluation inférieur** du CO qui détermine, par son dépassement, la mise en place de mesures fixes ou indicatives.

Depuis 2020, l'estimation objective conduit donc à maintenir le même régime de surveillance pour le CO sur l'agglomération de Strasbourg.

Le choix de poursuivre l'évaluation du CO par une méthode d'estimation objective, en prenant en compte les données de l'inventaire des émissions, se justifie sur la zone d'agglomération pour les années à venir.

Le projet de révision de la directive européenne, évoqué précédemment, prévoit un seuil d'évaluation fixé à 4 mg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours dans l'année. Sachant que ce seuil n'a pas été dépassé en moyenne glissante sur 8 heures lors de la période de mesure (2010-2013), il n'a pas pu être dépassé en moyenne journalière. Cet élément, couplé à la baisse des émissions permettent d'estimer que la moyenne journalière ne dépasse jamais 4 mg/m³ sur la ZAG de Strasbourg, ce qui permettrait de conserver l'évaluation du CO par estimation objective après intégration de ce projet de révision.

4. LE DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

4.1. METHODE D'ESTIMATION OBJECTIVE UTILISEE : CONSTRUCTION D'UNE RELATION STATISTIQUE AVEC UTILISATION DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS ET DES DONNEES DE MODELISATION

Conformément au guide LCSQA – Méthode d'estimation objective (2015), il s'agit d'élaborer une relation statistique simple entre les concentrations du polluant d'intérêt et une ou plusieurs variables explicatives.

Avec les données disponibles des sites de mesures de l'ensemble du Grand Est, l'approche suivante a été choisie :

- Construction d'une relation site par site au moyen d'un historique de données variables dans le temps, établissement de comparaisons en fonction des données d'émissions et de modélisation et déduction d'un ordre de grandeur des concentrations. En un point d'observation où l'estimation objective a remplacé la mesure, les concentrations y sont approchées en considérant les valeurs mesurées dans le passé et l'évolution temporelle des émissions.

Pour l'historique des mesures de dioxyde de soufre, le site de Strasbourg Clemenceau de la ZAG de Strasbourg a permis d'observer l'évolution des moyennes annuelles de ce composé de 2010 à 2020.

Pour les données d'inventaires des émissions de dioxyde de soufre sur la ZAG de Strasbourg, un historique sur un pas de temps biannuel entre 2010 et 2020 est disponible, ainsi que l'année 2021.

4.2. RESULTATS

4.2.1. Résultats des concentrations de SO₂ mesurées sur la ZAG de Strasbourg de 2010 à 2021 et estimation de la moyenne annuelle en 2023

Le dioxyde de soufre a été mesuré sur la station Strasbourg Clemenceau d'influence trafic de la ZAG de Strasbourg de 2010 à 2019. Suite à l'arrêt des mesures en 2020, la concentration moyenne annuelle en dioxyde de soufre en 2020 a été estimée à l'aide de mesures de moindre qualité que la mesure indicative, par le biais d'une campagne exceptionnelle de surveillance industrielle.

A défaut de données provenant d'une station de fond de la ZAG de Strasbourg, l'historique des concentrations moyennes annuelles du site de Strasbourg Clemenceau d'influence trafic est employé pour réaliser l'estimation objective à partir de l'année 2021.

Des courbes de tendance ont été réalisées entre Strasbourg Clemenceau et les sites de mesures actuellement en fonctionnement, en se basant sur les moyennes mensuelles. Aucune corrélation satisfaisante n'a été obtenue. Ceci peut s'expliquer par les valeurs mesurées très faibles, comprises dans l'intervalle de la limite de détection. Les limites techniques des appareils ne permettent ainsi pas, avec de si faibles concentrations mesurées, d'obtenir une corrélation fiable.

Le tableau ci-dessous représente l'évolution des concentrations sur le site de Strasbourg Clemenceau, ainsi que sur les autres sites de fond urbain du Grand Est mesurant encore le dioxyde de soufre en 2023.

	Concentrations moyennes annuelles en SO ₂ (µg/m ³)													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Strasbourg Clemenceau	2,0		1*	1,2	0,8	0,7	0,7	0,1	1,4	1*				
Nancy-Centre (Charles III)				1,8	1,1	1,3	0,8	0,7	0,6	0,5	0,9	1,1	0,8	1,0
Plaine de Woëvre (Jonville)	0,6	0,6	2,6	2,8	2,2	1,7	2,4	3,4	2,9	2,1	1,1	1,4	0,4	1,1
OPE Houdelaincourt			1,6	2,4	2,2	2,9	1,7	2,5	1,9	1*	1,3	0,7	1,0	0,6
Reims Jean d'Aulan	0,7	0,5	0,4	0,4	1,2	1,2	1,0	0,8	1,0	0,5	0,2	1,2	1,3	-0,1

* Mesures indicatives

L'observation des moyennes annuelles sur les sites représentés dans le tableau ci-dessus permet d'établir différentes conclusions.

Sur la station de Strasbourg Clemenceau, ainsi que sur toutes les stations de fond du Grand Est, les concentrations sont comprises entre 0 et 3,4 µg/m³ entre 2010 et 2023. **Le site de Strasbourg Clemenceau a enregistré depuis 2010 des concentrations au maximum quatre fois plus faibles que le seuil d'évaluation inférieur**, fixé à 8 µg/m³ en moyenne annuelle. En 2023, **les moyennes annuelles sont toutes inférieures ou égales à 1,1 µg/m³ sur tous les sites de fond du Grand Est.**

L'estimation est alors réalisée à l'aide de l'évolution des concentrations sur le Grand Est jusqu'en 2023. Au vu des moyennes annuelles obtenues en 2018 et 2019 à Strasbourg Clemenceau (égales à 1 µg/m³) et de la stabilisation des niveaux sur les autres stations de fond du Grand Est en 2023 autour de 1 µg/m³, **la moyenne annuelle en SO₂ en situation de fond à Strasbourg peut être estimée à 1 µg/m³ pour l'année 2023.** Cette valeur se situe bien en-dessous du seuil d'évaluation inférieur, fixé à 8 µg/m³ pour la protection de la végétation et justifie l'évaluation du dioxyde de soufre par estimation objective sur la ZAG de Strasbourg.

4.2.2. Résultats des mesures de SO₂ sur la ZAG de Strasbourg de 2010 à 2019 et estimation des maxima journaliers en 2023

Dans le cadre de l'évaluation des seuils proposés dans le projet de révision de la directive européenne, l'analyse des concentrations de SO₂ est aussi réalisée sur les maxima journaliers. En effet, le seuil d'évaluation unique pour le dioxyde de soufre est fixé à 40 µg/m³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an. Ceci signifie que le percentile 99,2 doit être inférieur à 40 µg/m³.

Le tableau ci-dessous représente l'évolution des percentiles 99,2 sur les sites de fond de la ZAG de Strasbourg, ainsi que sur les autres sites de fond urbain du Grand Est mesurant encore le dioxyde de soufre en 2023.

	Percentiles 99,2 en SO ₂ (en moyenne journalière) (µg/m ³)									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
St-Julien-lès-Metz	8	6	4	4	3					
Metz - Est (Borny)	9	9	4	6	4					
Thionville - Centre	8	5	3	1	2					
Nancy - Centre (Charles III)	5	5	3	3	3	3	3	3	5	3
Plaine de Woëvre (Jonville)	6	5	5	5	6	5	3	3	2	3
OPE Houdelaincourt	9	5	4	6	5	2	2	2	3	1
Reims Jean d'Aulan	8	4	4	4	4	6	5	4	4	3

Sur les dix dernières années, aucun des sites de mesures ne dépasse la valeur de 40 µg/m³ pour le percentile 99,2, ni ne s'en approche. Depuis 2019, le maximum mesuré est de 6 µg/m³ en fond urbain. Depuis 2019, c'est en moyenne entre 2 et 5 µg/m³ que se stabilise ce critère. Il est donc possible d'affirmer que le seuil de 40 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an, n'est jamais dépassé sur la ZAG de Strasbourg. Il serait donc possible de poursuivre la surveillance du dioxyde de soufre par estimation objective sur la ZAG de Strasbourg, si ce critère est intégré comme seuil d'évaluation unique.

4.2.3. Evolution des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de la ZAG de Strasbourg

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des émissions en monoxyde de carbone à l'échelle de la ZAG de Strasbourg depuis 2010 jusqu'à 2021.

Evolution des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de la ZAG de Strasbourg (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	Evolution 2021/2020	Evolution 2021/2010	Répartition 2021
Agriculture	1 868	100	299	337	296	279	342	23%	-82%	0%
Déchets	417	2 765	1 975	3 059	7 449	6 663	6 116	-8%	1368%	3%
Branche énergie	1 772 192	58 347	20 497	7 622	5 675	24 150	25 391	5%	-99%	12%
Industrie	218 839	171 939	214 057	91 484	85 475	47 864	51 793	8%	-76%	25%
Autres transports	10 268	3 914	3 766	3 527	5 697	1 480	1 738	17%	-83%	1%
Résidentiel	107 175	86 601	62 011	61 285	47 608	44 550	49 350	11%	-54%	24%
Tertiaire	119 383	92 878	79 117	76 519	65 785	62 010	68 182	10%	-43%	33%
Transport routier	1 489	1 438	1 431	1 457	1 449	1 260	1 555	23%	4%	1%
Totaux	2 231 630	417 982	383 153	245 290	219 434	188 256	204 469	9%	-91%	100%

Source : ATMO Grand Est – Invent'Air V2023

Pour la ZAG de Strasbourg, le principal secteur d'émissions de dioxyde de soufre est le secteur tertiaire avec 33 % des émissions totales en 2021, suivi par le secteur de l'industrie et du résidentiel, représentant respectivement 25 % et 24 % des émissions totales.

L'évolution des émissions de 2021 par rapport à 2010 montre que les émissions totales en dioxyde de soufre ont fortement diminué, avec 91 % de baisse sur la période. Tous les secteurs, à l'exception de celui des déchets (lié à une baisse particulière de l'activité d'un incinérateur de la zone en 2010) produisent de moins en moins d'émissions.

Entre 2020 et 2021, les émissions totales de dioxyde de soufre sur la ZAG de Strasbourg ont augmenté de 9 %, cette hausse peut être attribuée à la reprise d'activité suite à la crise sanitaire du COVID-19.

4.2.4. Evolution des émissions de SO₂ à l'échelle de l'IRIS comprenant le site de mesure de Strasbourg Clemenceau

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des émissions en monoxyde de carbone à l'échelle de l'IRIS comprenant le site de mesures de Strasbourg Clemenceau depuis 2010 jusqu'à 2021.

Evolution des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de l'IRIS de Strasbourg Clémenceau (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2021	Evolution 2021/2020	Evolution 2021/2010	Répartition 2021
Industrie	39	9	5	6	4	3	4	20%	-90%	1%
Résidentiel	442	196	248	198	142	129	141	9%	-68%	21%
Tertiaire	1 058	804	601	528	464	487	523	7%	-51%	78%
Transport routier	2,1	1,5	1,5	1,4	1,4	1,2	1,4	18%	-32%	0%
Totaux	1 541	1 011	856	734	611	621	669	8%	-57%	100%

Source : ATMO Grand Est – Invent'Air V2023

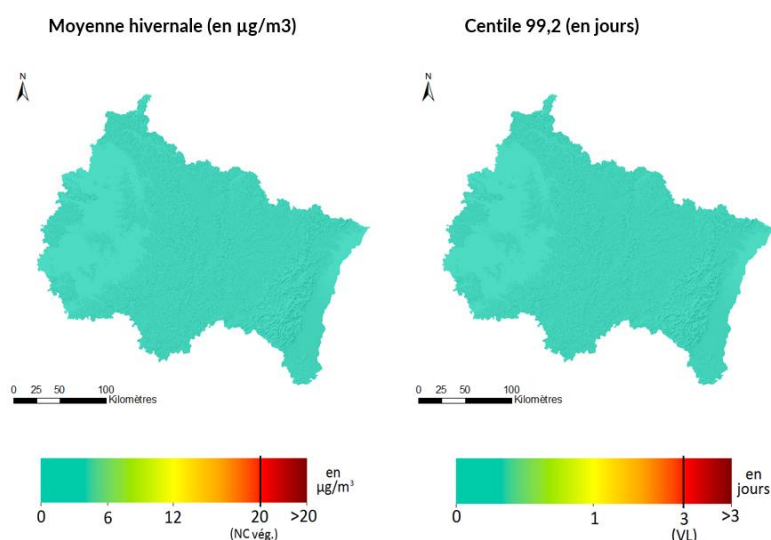
Au niveau de l'IRIS de Strasbourg Clemenceau, le principal secteur d'émissions de dioxyde de soufre est le secteur tertiaire suivi par le résidentiel, représentant respectivement 78 et 21 % des émissions totales.

Sur la période 2010-2021, les émissions totales ont diminué de 57 %, tous secteurs confondus.

Les émissions totales de l'IRIS ont augmenté de 8 % entre 2020 et 2021, cette hausse pouvant en partie être attribuée à la reprise de l'activité suite à la crise sanitaire de 2020.

4.2.5. Données de modélisation

PREV'EST est l'outil de modélisation à l'échelle kilométrique développé par ATMO Grand Est qui permet, notamment, d'évaluer la population régionale potentiellement exposée à des dépassements de seuils réglementaires. **Pour le dioxyde de soufre en 2023, aucun habitant de la ZAG de Strasbourg n'est exposé à des dépassements.** Les cartes ci-dessous représentent la moyenne hivernale modélisée en 2023 sur l'ensemble du Grand Est, dont le niveau critique s'élève à 20 µg/m³ (pour la protection de la végétation), ainsi que les centiles 99,2, sur la carte de droite.



PREVEST_V2024a_A2023
Source : © ATMO GRAND EST 2024

Les concentrations modélisées sont homogènes sur l'ensemble du Grand Est (à l'exception de légères disparités en Champagne-Ardenne) et se situent bien en-dessous du seuil d'évaluation inférieur de 8 µg/m³ pour la moyenne hivernale. Le nombre de jours de dépassement du centile 99,2 est de 0 sur l'ensemble du Grand Est.

Ces résultats issus de PREV'EST confortent les calculs des paragraphes précédents, confirmant que les moyennes annuelles sur la ZAG de Strasbourg se situent bien en 2023 en-dessous du seuil d'évaluation inférieur, et du seuil d'évaluation prévu dans la nouvelle directive.

4.2.6. Campagnes de mesures ponctuelles

Dans le cadre de son projet associatif Cap 2030, ATMO Grand Est peut être amené à réaliser des campagnes de mesures en air ambiant au sein de la ZAG de Strasbourg. Pour cette année 2023, deux campagnes de mesures du dioxyde de soufre ont été réalisées :

- Evaluation de la qualité de l'air à proximité de l'UVE SENERVAL (rapports d'étude SURV-EN-998 et SURV-EN-1036) :
Des mesures ont été réalisées sur un site urbain de fond, un site périurbain de fond, ainsi que deux sites en proximité industrielle. Sur ces sites, les concentrations moyennes en 2023 vont de 0,2 µg/m³ à 0,3 µg/m³ (moyenne réalisée sur les 14 jours de mesures en avril et les 14 jours de mesures en juin)
- Evaluation de la qualité de l'air au niveau de la zone des Deux Rives à Strasbourg (rapport d'étude SURV-EN-990) :
Des mesures ont été réalisées sur un site urbain. Sur ce site, la concentration moyenne en 2023 est de 0,0 µg/m³ (calculé sur 2 périodes de 14 jours au printemps et en été).

Les résultats ont ainsi montré sur les sites prospectés, que les concentrations moyennes annuelles en 2023 en SO₂ étaient inférieures ou égales à 1 µg/m³. L'étude de la zone des Deux Rives à Strasbourg par analyseur automatique montre également des concentrations journalières largement inférieures au SEI.

4.2.7. Incertitudes de mesures

Les modes opératoires de calculs des incertitudes se basent sur une révision annuelle qui intègre les données de l'année n-1 et qui prend en compte les valeurs maximales rencontrées pour les différentes composantes de l'incertitude.

Les données utilisées pour le calcul d'incertitudes prennent en compte la totalité des analyseurs SO₂ utilisés par ATMO Grand Est permettant ainsi de couvrir la totalité du parc sur la totalité des sites de mesures du réseau.

La fourniture des incertitudes de mesure de **2023** se base sur l'expression des résultats et la déclaration de conformité aux objectifs de qualité :

Polluant	Type de mesure	Outil de calcul	Objectif de qualité				Calcul ATMO GE		
			Valeur ou seuil concerné		Période de calcul de la moyenne	Méthode d'évaluation	Incertitude à respecter	Incertitude calculée	Conformité (O/N)
SO ₂	Automatique	Grille LCSQA	Valeur limite	10 mg/m ³	Max. journalier mov glissante 8 h	Fixe	15 %	14 %	O

4.3. CONCLUSION / PERSPECTIVES

Les résultats des mesures effectuées de 2010 à 2019, sur le site urbain d'influence trafic de Strasbourg-Clemenceau, donnent une moyenne annuelle comprise entre 0 et 2 µg/m³ sur l'ensemble de la période, avec une tendance à la baisse puis à la stabilisation pour les dernières années. **La stabilisation des émissions depuis 2018, couplée à cette stabilisation des concentrations, laisse suggérer que la moyenne annuelle de 2023 atteindrait, au maximum, 1 µg/m³ sur le site de Strasbourg Clemenceau.**

Les données de modélisation de la plateforme PREV'EST montrent une répartition homogène des concentrations sur l'ensemble de la ZAG de Strasbourg, **avec des moyennes annuelles comprises entre 0 et 5 µg/m³ tout au plus.**

Par ailleurs, les résultats des campagnes réalisées sur la ZAG de Strasbourg (étude l'UVE SENERVAL et de la Zone des Deux Rives à Strasbourg) confortent le fait que les concentrations annuelles de SO₂ sur la ZAG de Strasbourg sont inférieures à 1 µg/m³.

Avec ces résultats, le choix de poursuivre l'évaluation du dioxyde de soufre par une méthode d'estimation objective pour la ZAG de Strasbourg se justifie.

Le projet de révision de la directive européenne, évoqué précédemment, prévoit un unique seuil fixé à 40 µg/m³ en moyenne journalière, cette concentration n'ayant jamais été dépassée par Strasbourg Clémenceau depuis 2000, il est peu probable qu'elle soit dépassée à l'avenir au vu des concentrations journalières actuelles. Lorsque la directive sera appliquée, l'estimation objective pourra être poursuivie pour le SO₂ à la ZAG de Strasbourg.

5. SYNTHÈSE

Polluants	Moyenne annuelle 2023	Besoin de surveillance	Modalité de surveillance 2024
Benzo(a)pyrène	0,1 ng/m ³	Estimation objective	Estimation objective (construction d'une relation statistique)
Monoxyde de carbone	< 5 mg/m ³	Estimation objective	Estimation objective (inventaire des émissions)
Dioxyde de soufre	< 1 µg/m ³	Estimation objective	Estimation objective (construction d'une relation statistique)



Metz – Nancy – Reims – Strasbourg

Air • Climat • Energie • Santé

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

Tél : 03 69 24 73 73 – contact@atmo-grandest.eu

Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air