

NOTE

Estimation objective

ZAG de Strasbourg

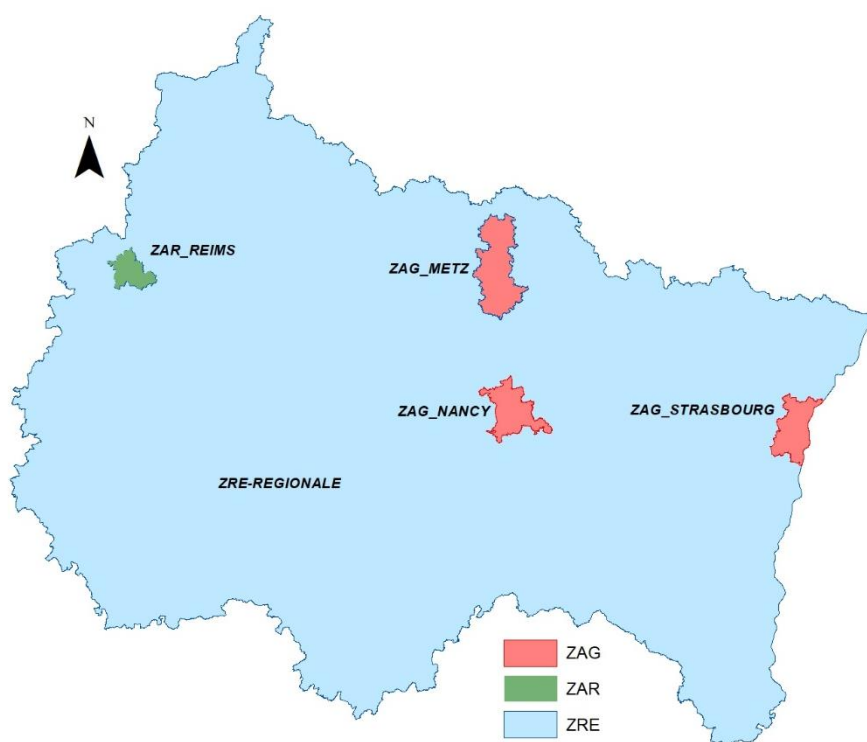
-Bilan 2022-

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.

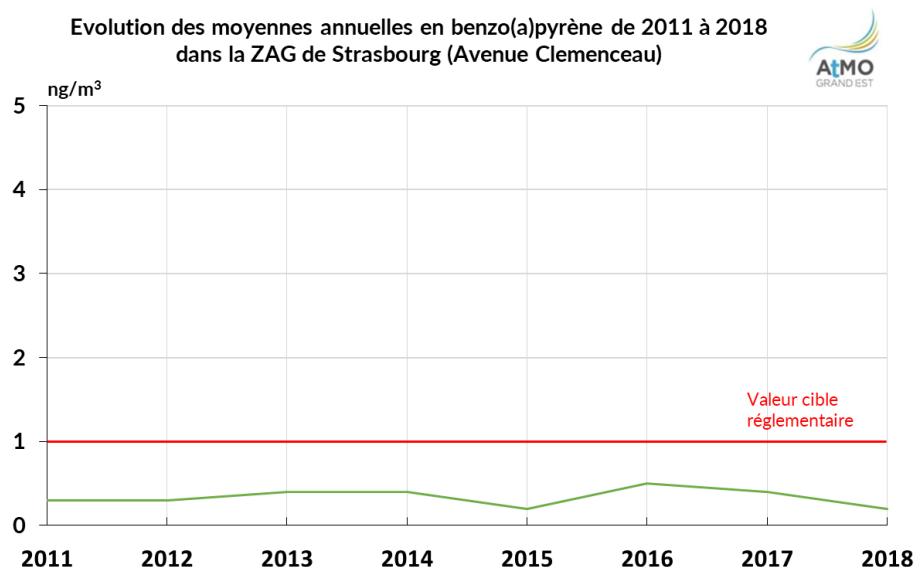
Avec les données disponibles et les corrélations préalablement mises en évidence, l'approche suivante a été choisie :

- 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 2014 puis annuel de 2014 à 2020 est disponible.

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 2022

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.

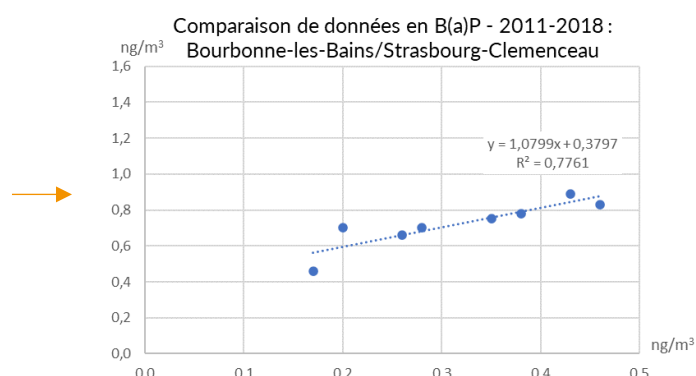


De 2011 à 2018, les moyennes annuelles en benzo(a)pyrène, obtenues sur le site de Strasbourg-Clemenceau, se situent dans l'intervalle 0,2 ng/m³ – 0,5 ng/m³. La valeur cible annuelle de 1 ng/m³ a toujours été respectée et, concernant les seuils d'évaluation, seul le seuil d'évaluation inférieur (0,4 ng/m³)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

Site de mesures	R de la corrélation avec Strasbourg Clemenceau
Plateau meusien	0
Jonville-en-Woëvre	0,26
Bourbonne-les-Bains	0,88
Héming	0,49
Mulhouse 2	0,42
Florange	0,08



Résultats de la matrice de corrélation (R) et résultats de comparaison entre Bourbonne-les-Bains et Strasbourg-Clemenceau (données annuelles)

En 2022, la concentration annuelle moyenne mesurée à Bourbonne-les-Bains est de 0,58 ng/m³, on estime alors par interpolation une concentration de 0,19 ng/m³ sur Strasbourg Clemenceau.

A noter que le projet de révision de la directive européenne sur l'air ambiant prévoit un seuil d'évaluation unique, fixé à 0,12 ng/m³ pour le benzo(a)pyrène. Ainsi, sur la ZAG de Strasbourg, ce seuil serait potentiellement non respecté et l'évaluation ne pourrait plus être poursuivie par estimation objective si cette directive était adoptée.

Le tableau suivant récapitule les moyennes annuelles en BaP 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
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
Strasbourg-Clemenceau	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2
Situation par rapport au seuil d'évaluation	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI	≤SEI
SEI (0,4) – SES (0,6)						
Valeur cible annuelle	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 :

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

A noter que l'historique des données d'inventaires des émissions est recalculé chaque année afin de prendre en compte les évolutions méthodologiques de calcul.

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des émissions en benzo(a)pyrène de la ZAG de Strasbourg depuis 2010 jusqu'à 2020.

Evolution des émissions de benzo(a)pyrène à l'échelle de la ZAG de Strasbourg (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	Evolution 2020/2019	Evolution 2020/2010	Répartition 2020
Agriculture	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5%	18%	1%
Déchets	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	-5%	0%	2%
Branche énergie	1,6	0,2	0,1	0,2	0,9	1,0	1,0	3%	-33%	9%
Industrie	0,7	0,8	1,0	1,2	1,2	1,3	0,9	-27%	29%	8%
Autres transports	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	-32%	-40%	1%
Résidentiel	9,4	7,9	6,4	7,7	6,7	6,8	6,3	-8%	-33%	52%
Tertiaire	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	-1%	-39%	0%
Transport routier	4,2	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	3,3	-20%	-21%	28%
Totaux	16,5	13,6	12,3	14,0	13,6	13,8	12,1	-13%	-27%	100%

Source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2022

Pour la ZAG de Strasbourg, le principal secteur d'émissions de benzo(a)pyrène est le résidentiel avec 52 % des émissions totales en 2020. Le transport routier est le 2^e émetteur de benzo(a)pyrène sur la ZAG de Strasbourg, représentant 28 % des émissions totales en 2020.

L'évolution des émissions en benzo(a)pyrène montre une baisse de 27 % entre 2010 et 2020 et de 13 % entre 2019 et 2020. Pour les deux principaux secteurs d'émissions, le résidentiel et le transport routier, la tendance est également à la baisse : respectivement -33 % et -21 % entre 2010 et 2020, et -8 % et -20 % entre 2019 et 2020.

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 2020.

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	2019	2020	Evolution 2020/2019	Evolution 2020/2010	Répartition 2020
Industrie	0,0006	0,0005	0,0009	0,0007	0,0006	0,0006	0,0004	-39%	-35%	5%
Résidentiel	0,0031	0,0023	0,0026	0,0028	0,0029	0,0032	0,0032	-1%	3%	45%
Tertiaire	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	11%	-54%	2%
Transport routier	0,0063	0,0049	0,0047	0,0045	0,0043	0,0041	0,0033	-19%	-47%	47%
Totaux	0,010	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,007	-12%	-32%	100%

Source : ATMO Grand Est – Invent'Air V2022

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

En 2020, le principal secteur émetteur de benzo(a)pyrène au niveau de l'IRIS de Strasbourg-Clemenceau est le transport routier avec 47 % des émissions totales du secteur, suivi de près par le résidentiel avec 45 % 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.

A noter que la contribution moindre du trafic routier en 2020 est à interpréter avec précaution, en lien avec la situation particulière de pandémie de COVID-19.

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 2020 (-32 %) et entre 2019 et 2020 également (-12 %). Pour le secteur de transport routier, une baisse de 47 % est observée entre 2010 et 2020, et de 19 % entre 2019 et 2020. Néanmoins, le secteur résidentiel voit ses émissions augmenter entre 2010 et 2020 de 3 %, contre une baisse de 1 % entre 2019 et 2020.

2.2.4. Campagnes de mesures ponctuelles

Dans le cadre de son Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'air 2017-2023¹, 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 2022, des campagnes de mesures du benzo(a)pyrène ont été réalisées :

- Evaluation de la qualité de l'air à proximité de la centrale biomasse implantée Port du Rhin à Strasbourg (rapport d'étude SURV-EN-927-1) : Les résultats ont montré sur les deux sites prospectés, en proximité industrielle, que les concentrations moyennes en benzo(a)pyrène étaient de 0,10 et 0,15 ng/m³ sur le mois de mesures (novembre 2022) ;
- Evaluation de la qualité de l'air sur la zone des Deux Rives à Strasbourg (rapport en cours de rédaction) : Les résultats ont montré sur les deux sites urbains prospectés, que les concentrations moyennes étaient de 0,30 et 0,32 ng/m³ sur les périodes de mesures (2 x 15 jours en fin d'année 2022).

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

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 **2022** 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/m ³	Année civile	Fixe/ Indicative	50 %	31 %	O

¹ Action 1 : Gérer et optimiser les outils de la surveillance de la qualité de l'air
Action 2 : Evaluer les inégalités d'exposition

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, donnent 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 0,2 ng/m³ a ainsi été estimée pour cette année 2022, 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 2020 et 2019 à 2020 **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 des deux campagnes de mesures ponctuelles menées par ATMO Grand Est en 2022 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.

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 2018 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
1,8	2,0	1,6	2,4	1,2	1,7	2,1	2,6	1,2

Entre 2010 et 2018, 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 8h) 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 2020.

Evolution des émissions de monoxyde de carbone à l'échelle de la ZAG de Strasbourg (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	Evolution 2020/2019	Evolution 2020/2010	Répartition 2020
Agriculture	41 731	40 674	47 708	45 940	46 126	44 194	45 258	2%	8%	1%
Déchets	7 603	8 050	8 952	3 151	3 782	3 766	3 560	-	-	0%
Branche énergie	332 414	122 952	97 093	157 283	293 276	312 370	298 243	-5%	-10%	7%
Industrie	342 773	353 040	571 196	439 325	478 980	730 224	408 331	-44%	19%	10%
Autres transports	200 927	202 356	164 283	173 337	156 253	168 891	112 108	-34%	-44%	3%
Résidentiel	3 529 979	3 027 038	2 496 314	2 982 173	2 587 765	2 585 161	2 393 869	-7%	-32%	58%
Tertiaire	238 961	190 487	169 100	167 680	144 317	141 663	135 638	-4%	-43%	3%
Transport routier	3 338 348	2 296 490	1 710 430	1 398 672	1 071 975	1 011 001	744 130	-26%	-78%	18%
Totaux	8 032 735	6 241 086	5 265 077	5 367 560	4 782 475	4 997 269	4 141 136	-17%	-48%	100%

Source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2022

Pour la ZAG de Strasbourg, le principal secteur d'émissions de CO est le résidentiel avec 58 % des émissions totales en 2020, suivi par le transport routier et l'industrie, représentant 18 et 10 % des émissions totales sur la même année.

L'évolution des émissions de 2020 par rapport à 2010 montre que les émissions totales en monoxyde de carbone sont en baisse (-48 %), avec notamment une baisse significative entre 2019 et 2020 (-17 %). Ces chiffres sont cependant à traiter avec précaution en 2020, avec notamment une baisse importante du secteur de l'industrie (-44 % par rapport à 2019), qui peut en partie s'expliquer par la réduction d'activité dû à la situation sanitaire de l'année 2020.

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 2020.

Evolution des émissions de monoxyde de carbone à l'échelle de l'IRIS de Strasbourg Clemenceau (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	Evolution 2020/2019	Evolution 2020/2010	Répartition 2020
Industrie	363	299	461	383	311	325	207	-36%	-43%	7%
Résidentiel	1 368	1 161	1 004	1 234	975	960	902	-6%	-34%	29%
Tertiaire	2 218	1 656	1 303	1 249	1 150	1 117	1 152	3%	-48%	37%
Transport routier	6 802	3 336	2 318	1 807	1 342	1 225	892	-27%	-87%	28%
Totaux	10 752	6 452	5 085	4 673	3 779	3 627	3 153	-13%	-71%	100%

Source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2022

Le principal secteur émetteur de CO au niveau de l'IRIS de Strasbourg Clemenceau est le secteur tertiaire avec 37 % des émissions totales en 2020. Le résidentiel et le transport routier sont les autres contributeurs majoritaires (respectivement 29 % et 28 % des émissions en 2020).

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 2020 de 71 %. Cette baisse est aussi observée entre 2019 et 2020, avec notamment une baisse importante dans le secteur de l'industrie, et du transport routier. A nouveau, ces données sont à exploiter avec précaution au vu de l'impact possible de la pandémie de Covid-19.

3.2.3. Campagnes de mesures ponctuelles

Dans le cadre de son Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'air 2017-2023, 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 2022, la campagne de mesures du monoxyde de carbone suivante a été réalisée : Evaluation de la qualité de l'air à proximité de la centrale biomasse implantée Port du Rhin à Strasbourg (rapport d'étude SURV-EN-927-1).

Les résultats ont montré sur les deux sites prospectés, en proximité industrielle, que les concentrations journalières en CO étaient inférieures à 1 mg/m³ sur le mois de mesures (novembre 2022).

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.

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
Strasbourg Clemenceau	1,7	2,1	2,6	1,2	-	-	-	-
Mulhouse Briand	1,3	1,6	1,7	1,3	1,4	1,5	1,2	1,6

**Résultat obtenu à partir de mesures indicatives.*

Les résultats obtenus entre 2015 et 2018 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 2020 émissions de monoxyde de carbone, que les concentrations à Strasbourg Clemenceau ne dépassent pas les 3 mg/m³.** 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 2018 (non dépassé sur la moyenne 8 h glissantes, donc aucun dépassement possible sur 24 heures). Il n'est pas dépassé non plus jusqu'en 2022 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 **2022** 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 moy glissante 8 h	Fixe	15 %	13 %	O

3.3. CONCLUSION / PERSPECTIVES

L'évolution des **émissions de monoxyde de carbone sur la ZAG de Strasbourg entre 2010 et 2020 met en évidence une baisse des émissions totales**. En parallèle sur la période 2010 à 2018, 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.

Par ailleurs, les résultats de la campagne à proximité de la centrale biomasse sur le port du Rhin (CO < 1 mg/m³) confortent le fait que les concentrations annuelles de CO sur la ZAG de Strasbourg sont largement inférieures au seuil d'évaluation inférieur du polluant.

Depuis 2019, 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.

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 2014 puis annuel de 2014 à 2020 est disponible.

4.2. RESULTATS

4.2.1. Résultats des concentrations de SO₂ mesurées sur la ZAG de Strasbourg de 2010 à 2020 et estimation de la moyenne annuelle en 2022

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 2022.

	Concentrations moyennes annuelles en SO ₂ (µg/m ³)												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
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
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
OPE Houdelaincourt			1,6	2,4	2,2	2,9	1,7	2,5	1,9	1*	1,3	0,7	1,0
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

* 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 2022. **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 2022, **les moyennes annuelles sont toutes inférieures ou égales à 1,3 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 2022. 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 2022 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 2022.** 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. Evolution des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de la ZAG de Strasbourg

Evolution des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de la ZAG de Strasbourg (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	Evolution 2020/2019	Evolution 2020/2010	Répartition 2020
Agriculture	2 404	102	299	338	294	305	277	-9%	-88%	0%
Déchets	417	2 765	1 975	3 059	7 449	5 569	6 663	20%	1500%	4%
Branche énergie	1 772 192	58 347	20 497	7 622	5 694	16 213	38 109	135%	-98%	22%
Industrie	68 887	41 541	190 055	71 526	46 413	22 689	17 421	-23%	-75%	10%
Autres transports	10 276	3 914	3 766	3 527	5 698	3 715	1 478	-60%	-86%	1%
Résidentiel	106 030	85 646	61 189	60 362	46 803	43 006	43 535	1%	-59%	25%
Tertiaire	119 750	93 101	78 936	76 563	65 718	61 014	62 032	2%	-48%	36%
Transport routier	4 168	4 080	4 047	4 098	4 014	4 113	3 442	-16%	-17%	2%
Totaux	2 084 123	289 496	360 764	227 093	182 082	156 624	172 957	10%	-92%	100%

Source : ATMO Grand Est – Invent'Air V2022

Pour la ZAG de Strasbourg, le principal secteur d'émissions de dioxyde de soufre est le secteur tertiaire avec 36 % des émissions totales en 2020, suivi par le secteur du résidentiel et la branche énergie représentant respectivement 25 et 22 % des émissions totales.

L'évolution des émissions de 2020 par rapport à 2010 montre que les émissions totales en dioxyde de soufre ont fortement diminué, avec 92 % de baisse sur la période. Depuis 2018, la tendance semble à la stagnation. Ainsi, entre 2019 et 2020, les émissions totales de dioxyde de soufre sur la ZAG de Strasbourg ont augmenté de 10 %.

4.2.3. Evolution des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de l'IRIS comprenant le site de mesure de Strasbourg Clemenceau

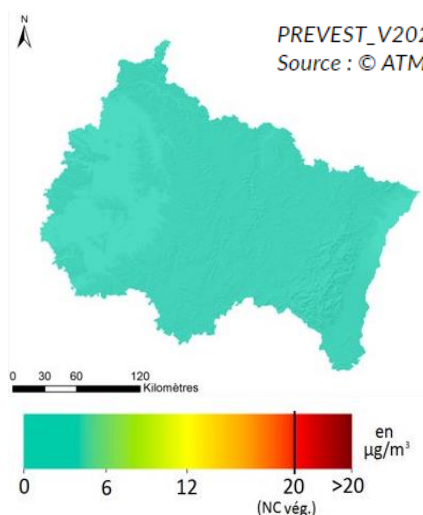
Evolution des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de l'IRIS de Strasbourg Clémenceau (en kg/an)										
Secteurs	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	Evolution 2020/2019	Evolution 2020/2010	Répartition 2020
Agriculture	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8%	-99%	0%
Industrie	39	9	5	6	4	4	3	-15%	-91%	1%
Résidentiel	442	196	248	198	142	126	130	3%	-71%	21%
Tertiaire	1 052	800	598	525	460	432	484	12%	-54%	78%
Transport routier	5	4	4	4	4	3	3	-15%	-46%	0%
Totaux	1 539	1 009	855	734	609	566	620	10%	-60%	100%

Source : ATMO Grand Est – Invent'Air V2022

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 2010-2020, les émissions totales ont diminué de 60 %. Elles étaient en diminution de 2020 à 2016, et depuis, la tendance est à la stagnation : les émissions totales ont ainsi augmenté de 10 % entre 2019 et 2020.

4.2.4. 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 2022, aucun habitant de la ZAG de Strasbourg n'est exposé à des dépassements. La carte ci-dessous représente les moyennes hivernales modélisées en 2022 sur l'ensemble du Grand Est. Comme pour la moyenne annuelle, son niveau critique s'élève à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (pour la protection de la végétation).



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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . 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 2022 en-dessous du seuil d'évaluation inférieur.

4.2.5. Résultats des mesures de SO₂ sur la ZAG de Strasbourg de 2010 à 2019 et estimation des maxima journaliers en 2022

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 2022.

	Percentiles 99,2 annuels en SO ₂ (µg/m ³)												2022
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Strasbourg Clemenceau	11		8	5	4	3	2	2	4				
Nancy - Centre (Charles III)				9	5	5	3	3	3	3	3	3	5
Plaine de Woëvre (Jonville)	7	8	10	12	6	5	5	5	6	5	3	3	2
OPE Houdelaincourt			14	10	9	5	4	6	5	2	2	2	3
Reims Jean d'Aulan	7	5	5	4	8	4	4	4	4	6	5	4	4

Depuis 2010, 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.

4.2.6. 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 **2022** 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	Incertainde à respecter	Incertainde calculée	Conformité (O/N)
SO ₂	Automatique	Grille LCSQA	Valeur limite	10 mg/m ³	Max. journalier moy glissante 8 h	Fixe	15 %	14 %	○

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 2022 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.**

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.

5. SYNTHÈSE

Polluants	Calcul ATMO GE	Besoin de surveillance	Modalité de surveillance 2022
Benzo(a)pyrène	0,2 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