

Estimation objective

Année 2024

Auteur : Bénédicte NAVARO

Date : 22/05/2025

Cette note accompagne la transmission des données d'estimation objective 2024 du rapportage.

Récapitulatif des couples « ZAS/polluant » concernés par l'estimation objective et méthode associée

Il s'agit des ZAS dans lesquelles les niveaux de polluants sont inférieurs aux SEI (OLT pour O₃) et sans mesures obligatoires en 2024 :

	CO	SO ₂ santé	SO ₂ végé	C ₆ H ₆	NOx végé	As	Cd	Ni	Pb	BaP	O ₃ végé
ZAG Lyon	E01	E01	NA	E01	NA	E01	E01	E01	E01	E01	MF
ZAG Grenoble	E04	E01	NA	E01	NA	E01	E01	E01	E01	E01	MF
ZAG St-Etienne	E04	E04	NA	E03	NA	E01	E01	E01	E01	E03	MF
ZAG CF	E04	E04	NA	E03	NA	E01	E01	E01	E01	E03	MF
ZAR Vallée Rhône	E04	E04	E03	E03	E03	E03	E03	E03	E03	E03	MF
ZAR Pays Savoie	E04	E04	E03	E03	E03	E03	E03	E03	E03	E01	MF
ZAR Arve	E04	E04	E03	E03	E03	E03	E03	E03	E03	MF	MF
ZAR Tarentaise	E04	E04	E03	E03	E03	E01	E01	E01	E01	MF	MF
ZR	E04	E01	E01	E03	E01	E01	E01	E01	E01	E01	MF

NA : non applicable / MF : surveillance par mesures fixes / MF : non-conformité (manque mesure fixe)

Rappel des méthodes d'estimation disponibles (fichier rapportage) :

Code	Nom	Définition
EO1	Mesures de moindre qualité que la mesure indicative (EO1)	mesures effectuées à des points de prélèvements permanents et dans des conditions de qualité des données moins contraignantes que la mesure indicative qui respectent néanmoins, les recommandations d'échantillonnage spatial et temporel indiquées dans les paragraphes correspondants page 19 du guide
EO2	Mesures discontinues et "reconstitution" statistique des données (EO2)	campagnes de mesures et application des méthodes de reconstruction recommandées dans le guide "Plan d'échantillonnage et reconstitution des données". Voir plus de détails page 39 du guide
EO3	Estimation statistique à partir d'autres mesures (EO3)	Elaboration d'une relation statistique au moyen d'un historique de données ou de mesures réalisées en d'autres sites. Voir plus de détails page 21 du guide
EO4	Utilisation de l'inventaire des émissions (EO4)	établir des comparaisons en fonction des données d'émissions et en déduire un ordre de grandeur des concentrations. Voir plus de détails page 22 du guide

EO5	Campagnes de mesures et interpolation spatiale (EO5)	méthode pouvant être employée dans les zones non couvertes par la mesure fixe ou la modélisation, en particulier dans les petites et moyennes agglomérations. Elle respecte néanmoins, les recommandations d'échantillonnage spatial et temporel, calcul d'incertitude indiquées dans les paragraphes correspondants page 23 du guide
EO6	Modélisation de la dispersion (EO6)	regroupe les méthodes de simulation qui, du fait d'une représentation simplifiée des phénomènes ou d'insuffisances dans les données d'entrée, ne satisfont pas aux exigences de qualité de la modélisation. Voir plus de détails page 24 du guide

Les couples ZAS/polluants qui sont surveillés selon la méthode E01 (en vert) disposent de mesures qui remontent à Géod'air et ne sont donc pas visés par ce document.

Méthodologie appliquée pour l'estimation des moyennes annuelles (*estimation statistique à partir d'autres mesures EO3*)

La moyenne annuelle estimée pour un polluant dans une ZAS non couverte par des mesures est identique quelle que soit la ZAS que l'on veut estimer, car elle est calculée avec toutes les mesures pérennes qui sont maintenues et donc disponibles dans les autres ZAS depuis 2015 :

- Si plusieurs mesures existent dans une ZAS, un choix est effectué pour retenir la mesure pérenne la plus pertinente par ZAS
- Si une ZAS ne dispose que d'une seule mesure pérenne, il reste possible de l'exclure de l'estimation de la moyenne annuelle régionale si ses données sont considérées comme trop spécifiques d'un territoire

Par conséquent, seule l'incertitude est propre à chaque ZAS puisque correspond à l'écart entre la moyenne régionale estimée et les mesures historiques disponibles ou de contrôle (mesure annuelle) dans cette ZAS. Si ces mesures ne sont pas disponibles, des mesures historiques ou de contrôle d'autres ZAS peuvent être utilisées sous certaines conditions (maille avec des émissions similaires, territoires avec des caractéristiques analogues).

Cette méthode a dû être adaptée pour le benzène et les oxydes d'azote ainsi que pour le benzo(a)pyrène car le nombre de mesures pérennes maintenues est très faible et le nombre de ZAS à évaluer est important. Dans le cas du benzène et des oxydes d'azote, toutes les mesures disponibles ont été utilisées incluant les mesures des ZAS à évaluer quand existaient des mesures historiques ou de contrôle. Pour le benzo(a)pyrène, une mesure représentative par ZAS a été utilisé pour le calcul de la moyenne régionale, incluant les ZAS évaluées. Dans les deux cas, seule la mesure la plus récente de chaque ZAS a été exclue du calcul de moyenne annuelle régionale afin de permettre le calcul de son incertitude.

Pour l'estimation des moyennes concernant les valeurs pour la protection de la végétation du NO_x et du SO₂, seules les mesures des sites de typologies rurales ont été prises en compte (en considérant tout de même la typologie rurale proche en l'absence d'autres mesures disponibles).

Enfin, pour l'estimation des AOT40 (annuel et 5 ans) concernant la protection de la végétation (O₃) pour les 2 ZAR en défaut de surveillance, seules les mesures des sites de typologies périurbaines et rurales des autres ZAR et de la ZR ont été prises en compte (combinaison d'un nombre de mesures suffisantes et d'une représentativité des 2 ZAR à évaluer). L'AOT40 5 ans étant déjà une moyenne sur plusieurs années et pour éviter de faire des moyennes de moyennes, l'évaluation s'est restreinte aux statistiques disponibles en 2024.

Métaux Lourds

Arsenic (As)

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI» et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes. Pour autant et grâce à certains projets, des mesures sont maintenues et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux d'arsenic.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAG de Saint-Etienne**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Concernant les mesures sous influence industrielle jusqu'en 2020, la moyenne annuelle maximale relevée dans la région était de 0,87 ng/m³ (ZAR de la Tarentaise). Sur les autres sites, elles varient de 0,44 à 0,72 ng/m³. En 2024 une campagne annuelle de mesures faite à Salaise-sur-Sanne (ZAR Vallée du Rhône) indique une moyenne annuelle de 0,53 ng/m³.

Concernant la proximité automobile, un site régional de référence (Esplanade de la Gare – ZAG de Clermont-Ferrand) a démontré de 2017 à 2022 (fin de la mesure) que la moyenne annuelle a fluctué entre 0,24 et 0,40 ng/m³.

Toutes influences confondues, la moyenne annuelle maximale est de 1,49 ng/m³ (dans la ZAG de St-Etienne en 2016), dont l'origine était un problème de sols pollués. L'année précédente, en 2015, le maximum de la moyenne annuelle régionale était également sur ce site (1,30 ng/m³). Depuis 2019, la moyenne annuelle dans cette ZAG est redescendue à 0,56 ng/m³.

Les autres sites affichent des concentrations maximales de 0,42 ng/m³ sur les 5 dernières années sauf la ZAR de la Vallée de la Tarentaise qui affiche une moyenne annuelle avoisinant 1,0 ng/m³.

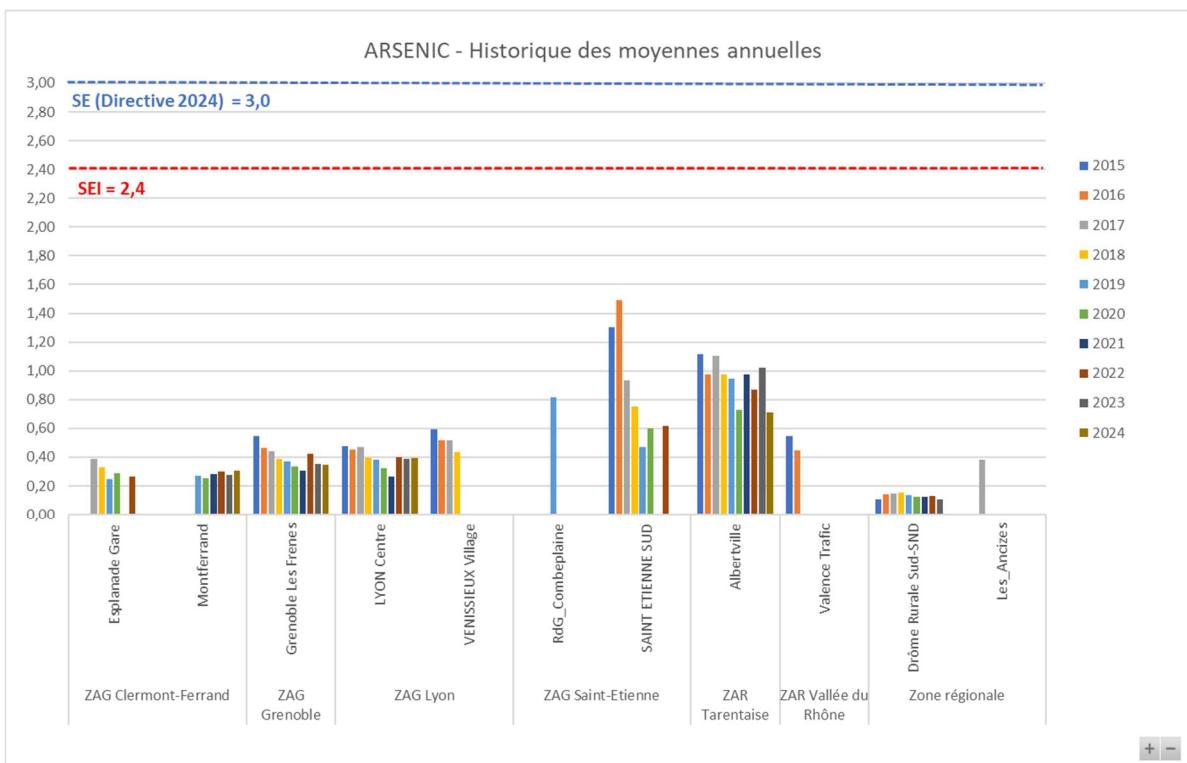


Figure 1 : Historique des mesures d'arsenic en moyenne annuelle

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions d'arsenic :

ZAR Pays de Savoie	Industrie 49 % puis Transport 33 %
ZAR Vallée du Rhône	Industrie 47 % puis Transport 40 %
ZAR Arve	Résidentiel 52 % puis Transport 46 %
ZAG Saint-Etienne	Industriel 53 %

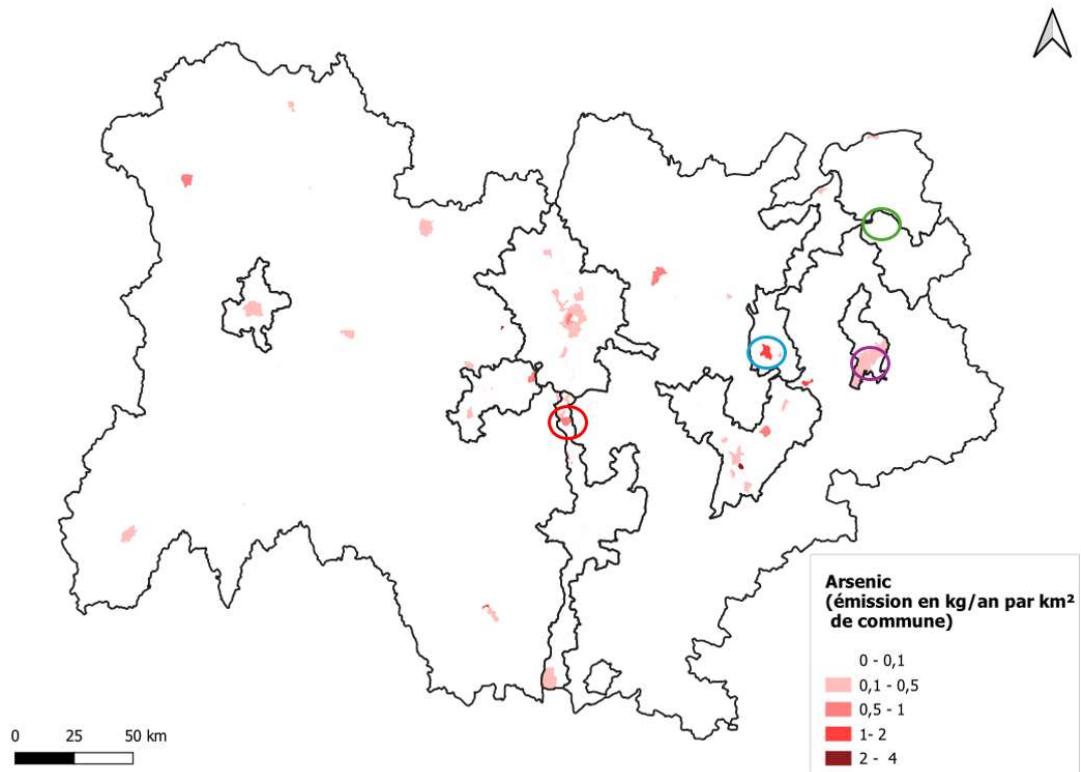


Figure 2 : Emissions 2022 d'ARSENIC par km² et par commune - cadastre multi-sources

Les dernières mesures annuelles de contrôle sont les suivantes (zones encerclées sur Figure 2) :

- 2020 – ZAR des Pays de Savoie, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle bleu)
- 2023 - ZAR de la Vallée de l'Arve, site proche d'une industrie (mais sans émissions remarquables sur le cadastre) et visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle vert)
- 2024 – ZAR de la Vallée du Rhône, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle rouge)
- 2025 (en cours) – ZAR Tarentaise, visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle violet)

Estimation des moyennes annuelles 2024

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes annuelles
Albertville	0,94	1,12	0,14	0,07	1,01
DRS	0,13	0,15	0,02	0,01	0,14
Montferrand	0,28	0,30	0,02	0,02	0,30
Lyon Centre	0,39	0,48	0,06	0,03	0,43
Frenes	0,40	0,55	0,07	0,03	0,43
Toutes mesures confondues	0,44	1,12	0,30	0,07	0,51

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en arsenic dans la région à 0,51 ng/m³**.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne annuelle = 0,51 ng/m³ avec incertitude de 2 %

- Source industrielle maximale recensée : 10,7 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,50 ng/m³ en 2020 (Chambéry Bissy) pour contrôle de la source d'émission susmentionnée = **mesure sur maille maximale disponible**

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée grâce à la mesure annuelle faite en 2020 à Bissy. L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,51 ng.m⁻³ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de 0,01 ng.m⁻³ (0,51 – 0,50) soit 2 %.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = 0,51 ng/m³ avec incertitude de 4 %

- Source industrielle maximale recensée : 11,4 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,53 ng/m³ en 2024 à Salaise-sur-Sanne pour une surveillance industrielle (commune avec émission de sources industrielles maximale dans la ZAR)

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée grâce à une moyenne annuelle réalisée en 2024 à Salaise-sur-Sanne.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,51 ng/m³ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de 0,02 ng/m³ (|0,51– 0,53|) soit 4 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve : moyenne annuelle = 0,51 ng/m³ avec incertitude de 55 %

- Source industrielle maximale recensée : 0,02 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,23 ng/m³ en 2023 (Scionzier) pour vérification des communes les plus émettrices de la ZAR.

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée de l'Arve est calculée grâce à la mesure annuelle réalisée en 2023. L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,51 ng/m³ dans la ZAR de la Vallée de l'Arve possède une incertitude de 0,28 ng/m³ (0,51 – 0,23) soit 55 %.

ZAG de Saint-Etienne : moyenne annuelle = 0,51 ng/m³ avec incertitude de 57 %

- Source industrielle maximale recensée : 11,4 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,53 ng/m³ en 2023 à Saint-Etienne Sud, et moyenne annuelle de 2015 à 2023 de 0,80 ng/m³. Saint-Etienne Sud n'est pas situé dans la maille maximale de la ZAR, mais possède une plage historique plus longue et plus récente que la mesure effectuée dans la maille max en 2019.

L'incertitude propre à la ZAG de Saint-Etienne est calculée grâce à une moyenne réalisée de 2015 à 2023 à Saint-Etienne Sud.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,51 ng/m³ dans la ZAG de Saint-Etienne possède une incertitude de 0,29 ng/m³ (|0,51– 0,80|) soit 57 %.

Cadmium (Cd)

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI» et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant et grâce à certains projets, des mesures sont maintenues et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux de cadmium.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAG de Saint-Etienne**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Concernant la proximité automobile, un site régional de référence (Esplanade de la Gare – ZAG Clermont-Ferrand) a démontré de 2017 à 2022 (fin de la mesure) que la moyenne annuelle ne dépassait pas 0,12 ng/m³ avec une moyenne de 0,06 ng/m³.

Avec toutes les mesures de l'observatoire, la moyenne annuelle maximale est de 0,34 ng/m³ (ZAR de la Vallée de la Tarentaise en 2015) et de l'ordre de 0,09 ng/m³ ces 5 dernières années.

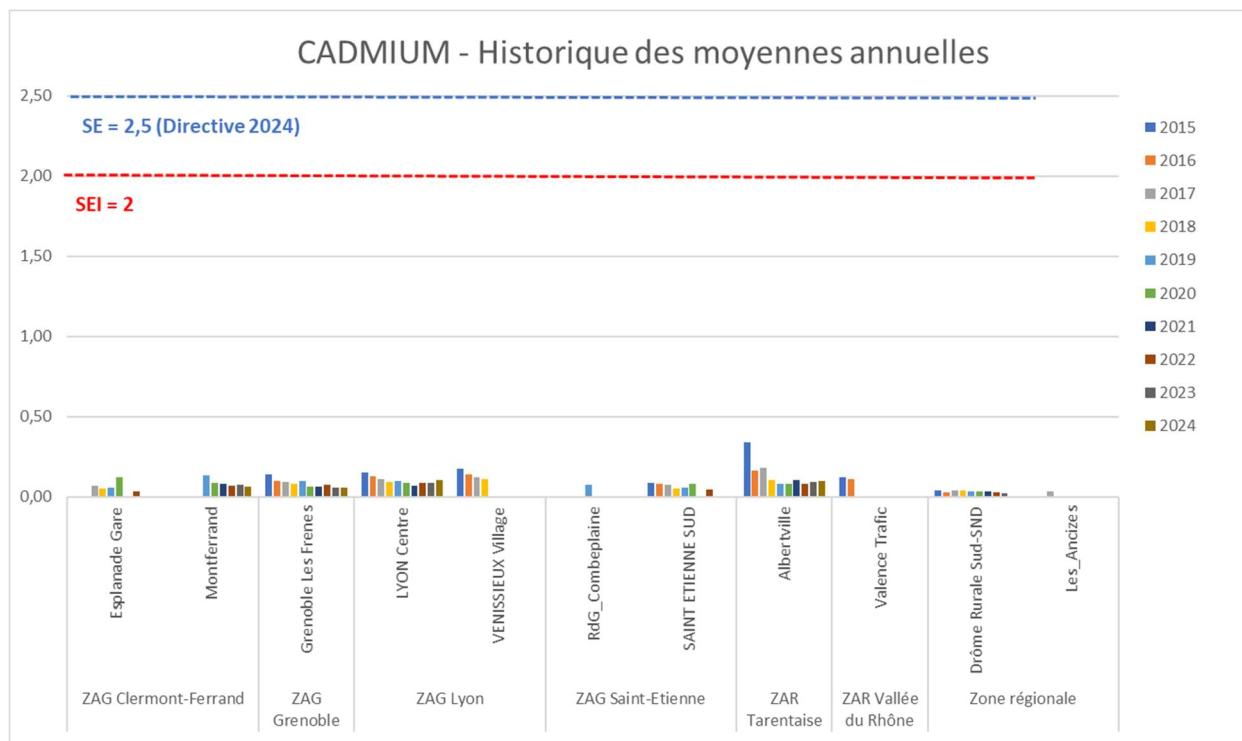


Figure 3 : Historique des mesures de cadmium en moyenne annuelle

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions de cadmium :

ZAR Vallée du Rhône	Transport 92 %
ZAR Pays de Savoie	Transport 94 %
ZAR Arve	Transport 94 %
ZAG Saint-Etienne	Transport 57 % + Industrie 41 %

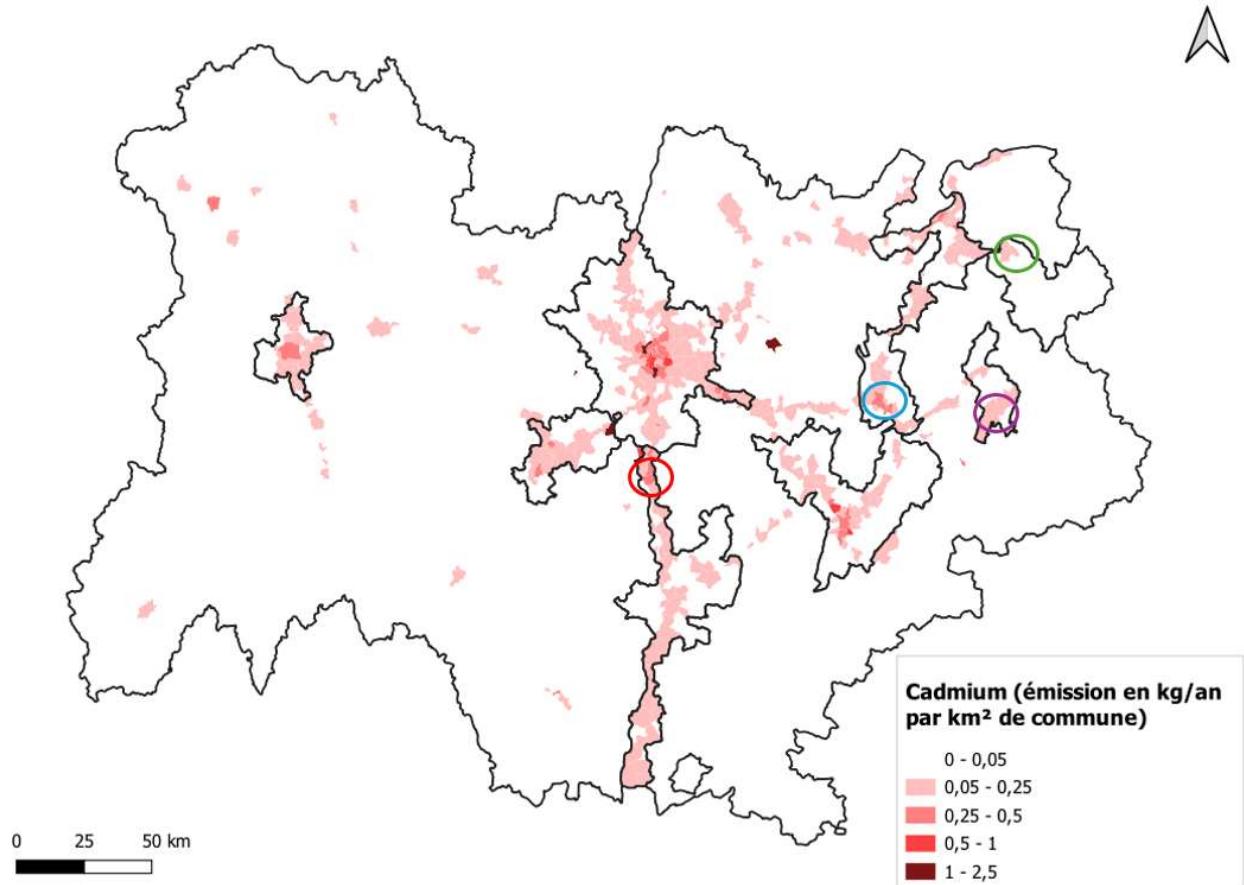


Figure 4 : Emissions 2022 de CADMIUM par km² et par commune - cadastre multi-sources

Les dernières mesures annuelles de contrôle sont les suivantes (zones encerclées sur Figure 4) :

- 2020 – ZAR des Pays de Savoie, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle bleu)
- 2023 - ZAR de la Vallée de l'Arve, site proche d'une industrie (mais sans émissions remarquables sur le cadastre) et visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle vert)
- 2024 – ZAR de la Vallée du Rhône, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle rouge)
- 2025 (en cours) – ZAR Tarentaise, visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle violet)

Estimation des moyennes annuelles 2024

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes annuelles
Albertville	0,13	0,34	0,08	0,05	0,18
DRS	0,03	0,04	0,01	0,00	0,04
Montferrand	0,09	0,13	0,03	0,02	0,11
Lyon Centre	0,10	0,15	0,02	0,01	0,11
Frenes	0,08	0,14	0,03	0,02	0,10
Toutes mesures confondues	0,09	0,34	0,05	0,02	0,10

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en cadmium dans la région à 0,10 ng/m³**.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne annuelle = 0,10 ng/m³ avec incertitude de 30 %

- Source industrielle maximale recensée : 2,0 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,07 ng/m³ en 2020 (Chambéry Bissy) pour contrôle de la source d'émission susmentionnée = **mesure sur maille maximale disponible**

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée grâce à la mesure annuelle faite en 2020 à Bissy. L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,10 ng/m³ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de 0,03 ng/m³ (0,10 – 0,07) soit 30 %.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = 0,10 ng/m³ avec incertitude de 40 %

- Source industrielle maximale recensée : 4,0 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,06 ng/m³ en 2024 à Salaise-sur-Sanne pour une surveillance industrielle (commune avec l'émission, ramenée à sa surface, maximale dans la ZAR)

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée grâce à une moyenne annuelle réalisée en 2024 à Salaise-sur-Sanne.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,10 ng/m³ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de 0,04 ng/m³ (0,10–0,06) soit 40 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve : moyenne annuelle = 0,10 ng/m³ avec incertitude de 60 %

- Source industrielle maximale recensée : 0,2 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,04 ng/m³ en 2023 (Scionzier, proche source industrielle susmentionnée).

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée de l'Arve est calculée grâce à la mesure annuelle réalisée en 2023. L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,10 ng/m³ dans la ZAR de la Vallée de l'Arve possède une incertitude de 0,06 ng/m³ (0,10 – 0,04) soit 60 %.

ZAG de Saint-Etienne : moyenne annuelle = 0,10 ng/m³ avec incertitude de 40 %

- Source industrielle maximale recensée : 21,8 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,05 ng/m³ en 2023 à Saint-Etienne Sud et moyenne annuelle de 2015 à 2023 de 0,06 ng/m³. Saint-Etienne Sud n'est pas situé dans la maille maximale de la ZAR, mais possède une plage historique plus longue et plus récente que la mesure effectuée dans la maille max en 2019.

L'incertitude propre à la ZAG de Saint-Etienne est calculée grâce à une moyenne réalisée de 2015 à 2023 à Saint-Etienne Sud.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,10 ng/m³ dans la ZAG de Saint-Etienne possède une incertitude de 0,04 ng/m³ (0,10 – 0,06) soit 40 %.

Nickel (Ni)

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI» et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant et grâce à certains projets, des mesures sont maintenues et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux de nickel.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAG de Saint-Etienne**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Ce bilan est établi **sans prendre en compte la ZAR de la Vallée de la Tarentaise** qui était la seule ZAS avec obligation de mesure fixe lors du PRSQA précédent (2017-21) et donc avec des niveaux élevés et incompatibles avec la méthode d'estimation objective.

Concernant les mesures sous influence industrielle, les moyennes annuelles les plus élevées sont situées sur le territoire de vigilance des Ancizes (ZR) : les moyennes annuelles fluctuent entre 4,96 et 10,60 ng/m³ de 2017 à 2024. Les autres sites présentent des valeurs comprises entre 1,28 et 3,31 ng/m³.

En 2024, une campagne annuelle de mesures faite à Salaise-sur-Sanne (ZAR Vallée du Rhône) indique une moyenne annuelle de 1,57 ng/m³.

Concernant la proximité automobile, un site régional de référence (Esplanade de la Gare – ZAG Clermont-Ferrand) a démontré de 2017 à 2022 (fin de la mesure) que la moyenne annuelle a fluctué entre 0,91 et 1,28 ng/m³.

Si l'on prend toutes les mesures de l'observatoire, mis à part le territoire de vigilance des Ancizes (en ZR), les moyennes annuelles maximales sont de 4,04 ng/m³ et 3,91 ng/m³ (respectivement à Lyon et Grenoble, en 2022).

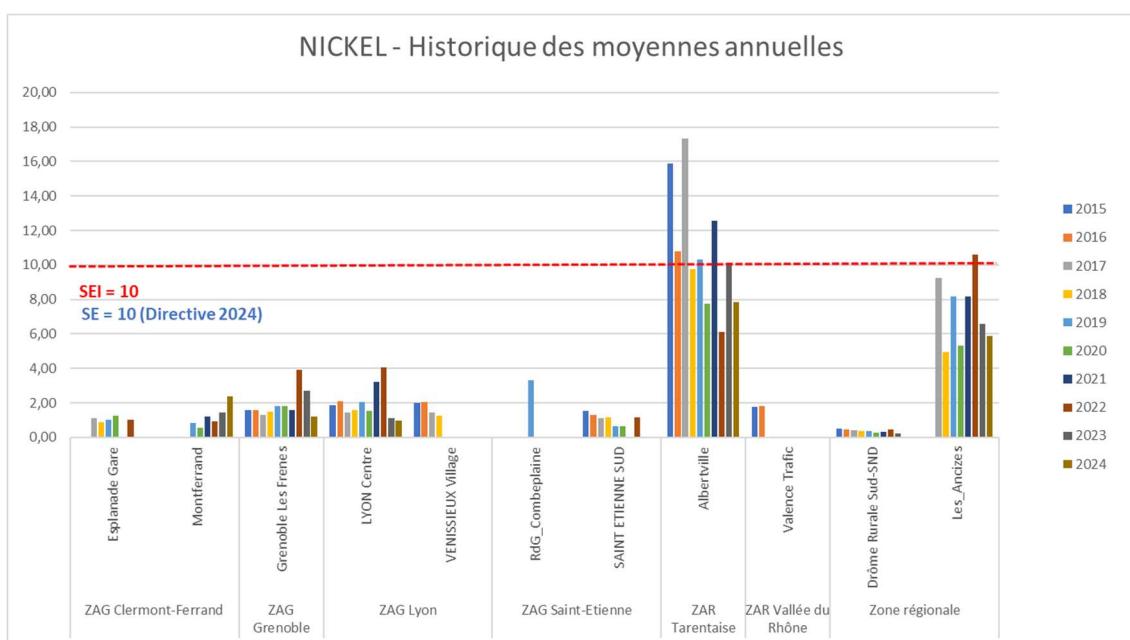


Figure 5 : Historique des mesures de nickel en moyenne annuelle

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émission de nickel :

ZAR Vallée du Rhône	Transport 49 % + Industrie 47 %
ZAR Pays de Savoie	Transport 61 %
ZAR Arve	Transport 64 %
ZAG de Saint-Etienne	Industrie 77 %

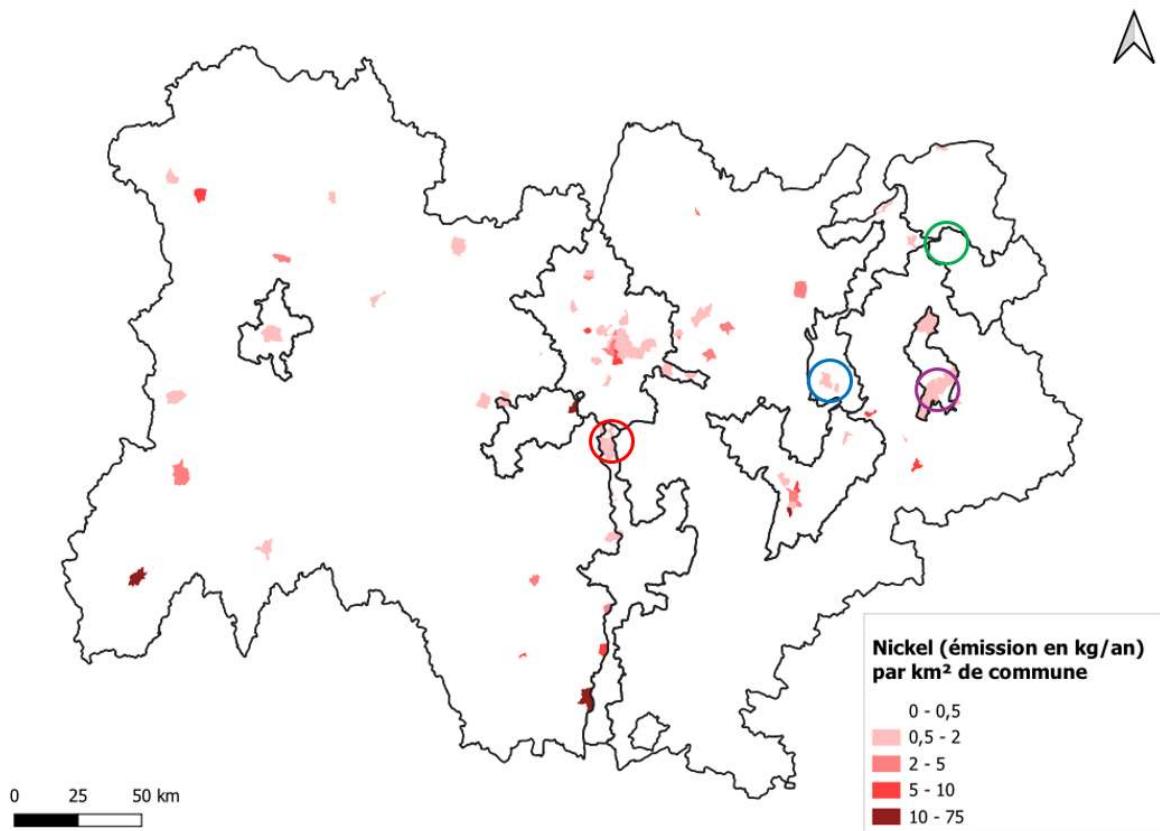


Figure 6 : Emissions 2022 de NICKEL par km² et par commune - cadastre multi-sources

Les dernières mesures annuelles de contrôle sont les suivantes (zones encerclées sur Figure 6Figure 5) :

- 2020 – ZAR des Pays de Savoie, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle bleu)
- 2023 - ZAR de la Vallée de l'Arve, site proche d'une industrie (mais sans émissions remarquables sur le cadastre) et visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle vert)
- 2024 – ZAR de la Vallée du Rhône, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle rouge)
- 2025 (en cours) – ZAR Tarentaise, visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle violet)

Estimation des moyennes annuelles 2024

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes annuelles
Albertville	10,84	17,32	3,56	2,20	13,05
DRS	0,37	0,49	0,09	0,06	0,43
Montferrand	1,22	2,37	0,63	0,51	1,73
Lyon Centre	1,99	4,04	0,96	0,59	2,59
Frenes	1,91	3,91	0,81	0,50	2,41
Toutes mesures confondues	1,39	4,04	0,97	0,32	1,71

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en nickel dans la région à 1,71 ng/m³**.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne annuelle = 1,71 ng/m³ avec incertitude de 35 %

- Source industrielle maximale recensée : 6,7 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 1,12 ng/m³ en 2020 (Chambéry Bissy) pour contrôle d'un groupement de sources industrielles (différent de la source indus max) = **mesure sur maille maximale disponible**

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée grâce à la mesure annuelle faite en 2020 à Bissy. L'estimation d'une moyenne annuelle de 1,71 ng/m³ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de 0,59 ng/m³ (1,71 – 1,12) soit 35 %.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = 1,71 ng/m³ avec incertitude de 8 %

- Source industrielle maximale recensée : 21,8 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 1,57 ng/m³ en 2024 à Salaise-sur-Sanne pour une surveillance industrielle (commune avec l'émission, ramenée à sa surface, maximale dans la ZAR)

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée grâce à une moyenne annuelle réalisée en 2024 à Salaise-sur-Sanne.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 1,71 ng/m³ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de 0,14 ng/m³ (1,71-1,57) soit 8 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve : moyenne annuelle = 1,71 ng/m³ avec incertitude de 14 %

- Source industrielle maximale recensée : 1 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 1,47 ng/m³ en 2023 (Scionzier) pour vérification des communes les plus émettrices de la ZAR.

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée de l'Arve est calculée grâce à la mesure annuelle réalisée en 2023. L'estimation d'une moyenne annuelle de 1,71 ng/m³ dans la ZAR de la Vallée de l'Arve possède une incertitude de 0,24 ng/m³ (1,71 – 1,47) soit 14 %.

ZAG de Saint-Etienne : moyenne annuelle = 1,71 ng/m³ avec incertitude de 41 %

- Source industrielle maximale recensée : 143 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,53 ng/m³ en 2023 à Saint-Etienne Sud et moyenne annuelle de 2015 à 2023 de 1,01 ng/m³. Saint-Etienne Sud n'est pas situé dans la maille maximale de la ZAR, mais possède une plage historique plus longue et plus récente que la mesure effectuée dans la maille max en 2019.

L'incertitude propre à la ZAG de Saint-Etienne est calculée grâce à une moyenne réalisée de 2015 à 2023 à Saint-Etienne Sud.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 1,71 ng/m³ dans la ZAG de Saint-Etienne possède une incertitude de 0,70 ng/m³ (1,71 – 1,01) soit 41 %.

Plomb (Pb)

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI» et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant et grâce à certains projets, des mesures sont maintenues et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux de plomb.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAG de Saint-Etienne**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Concernant la proximité automobile, un site régional de référence (Esplanade de la Gare – ZAG Clermont-Ferrand) a démontré de 2017 à 2022 (fin de la mesure) que la moyenne annuelle est restée stable à 0,00240 µg/m³ (de 0,00157 à 0,00432 µg/m³).

Si l'on prend toutes les mesures de l'observatoire y compris le territoire de vigilance des Ancizes (en ZR), la moyenne annuelle maximale est de 0,02 µg/m³ (0,01608 µg/m³ à Albertville – ZAR de la Tarentaise en 2015). Ces dernières années, la moyenne annuelle max est plutôt de l'ordre de 0,01 µg/m³ (0,01413 µg/m³ à Albertville en 2021).

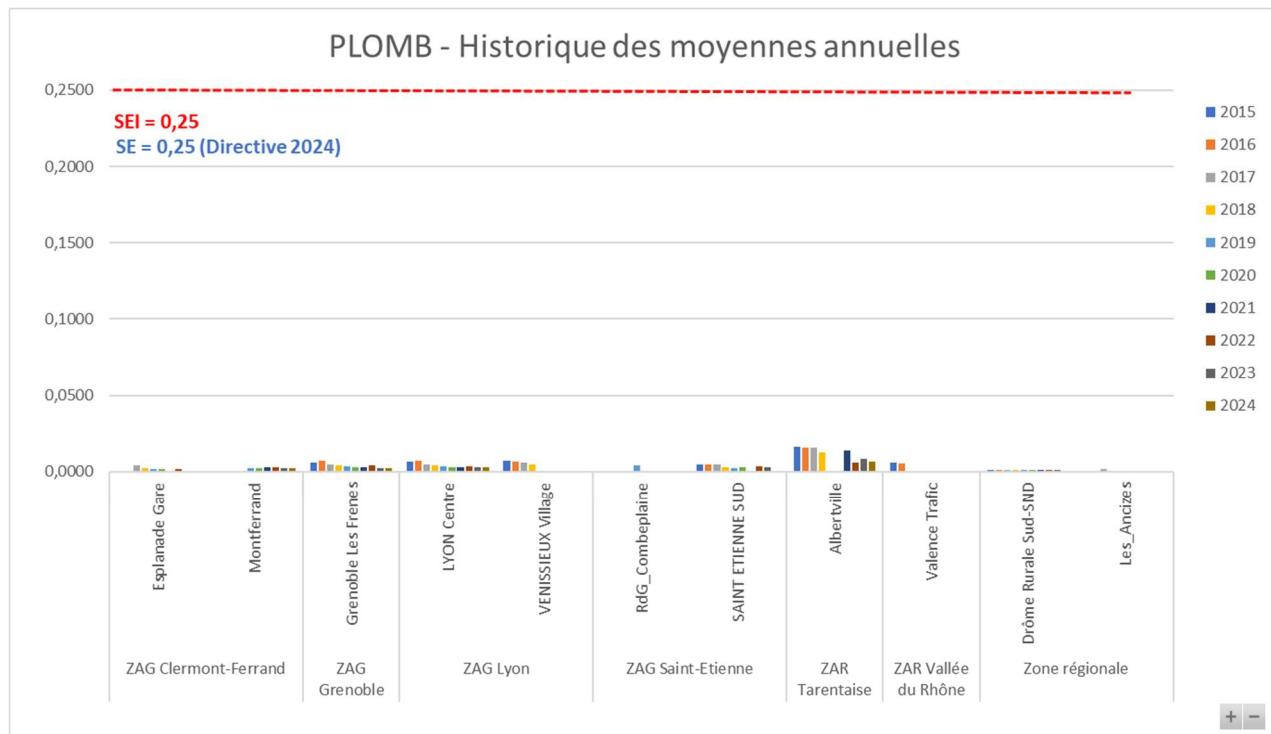


Figure 7 : Historique des mesures de plomb en moyenne annuelle

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions du plomb :

ZAR Vallée du Rhône	Transport 73 %
ZAR Pays de Savoie	Transport 79 %
ZAR Arve	Transport 75 %
ZAG de Saint-Etienne	Transport 63 %

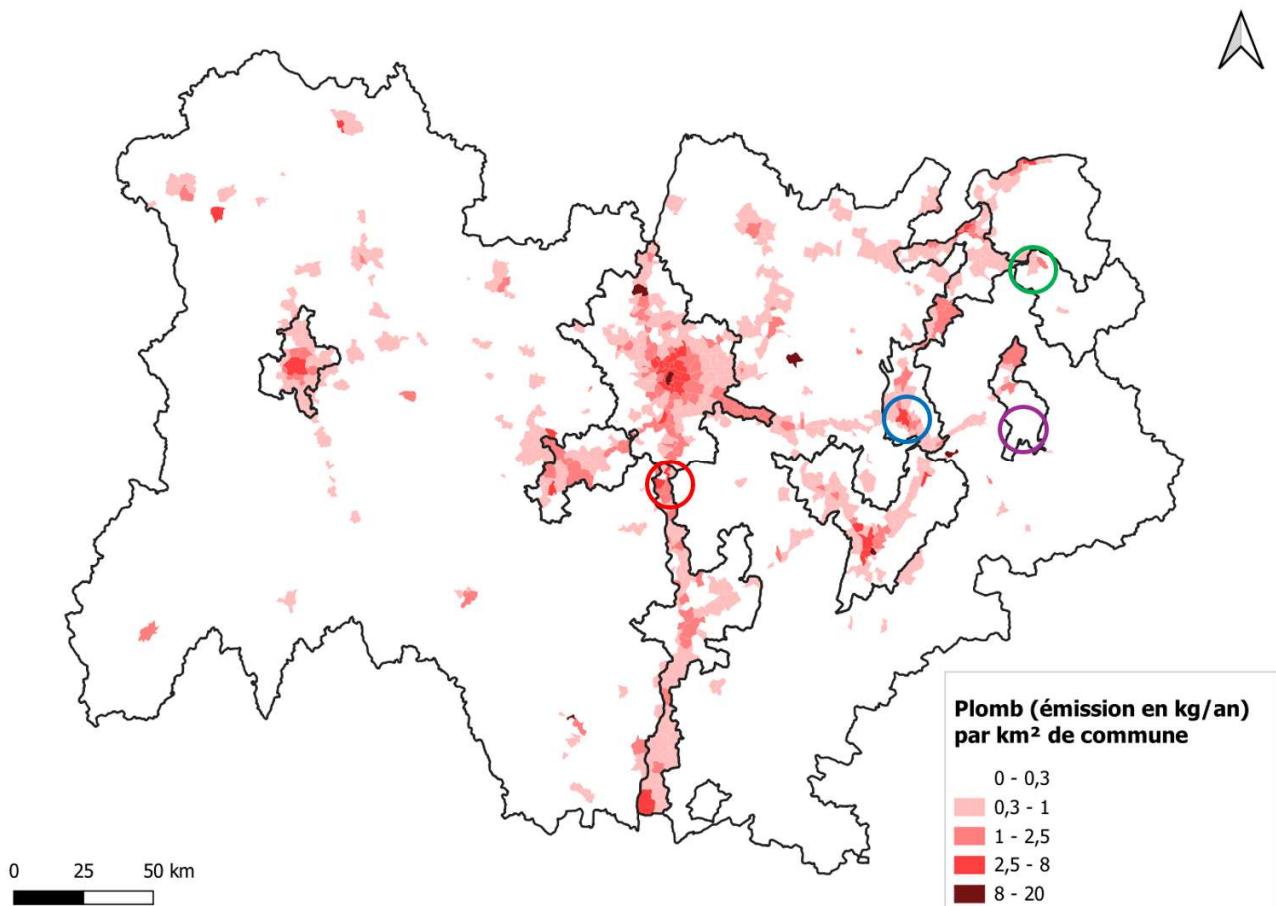


Figure 8 : Emissions 2022 de PLOMB par km² et par commune - cadastre multi-sources

Les dernières mesures annuelles de contrôle sont les suivantes (zones encerclées sur Figure 8Figure 5) :

- 2020 – ZAR des Pays de Savoie, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle bleu)
- 2023 - ZAR de la Vallée de l'Arve, site proche d'une industrie visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle vert)
- 2024 – ZAR de la Vallée du Rhône, site sous influence industrielle visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle rouge)
- 2025 (en cours) – ZAR Tarentaise, visant la commune avec l'émission (ramenée à sa surface) la plus forte (cercle violet)

Estimation des moyennes annuelles 2024

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes
Albertville	0,01105	0,01608	0,00425	0,00263	0,01368
DRS	0,00115	0,00136	0,00020	0,00012	0,00127
Montferrand	0,00250	0,00275	0,00022	0,00018	0,00267
Lyon Centre	0,00414	0,00713	0,00160	0,00099	0,00513
Frenes	0,00410	0,00708	0,00156	0,00097	0,00507
Toutes mesures confondues	0,00477	0,01608	0,00414	0,00120	0,00597

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en plomb dans la région à 0,00597 µg/m³**.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne annuelle = 0,00597 µg/m³ avec incertitude de 61 %

- Source industrielle maximale recensée : 21,5 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,00233 µg/m³ en 2020 (Chambéry Bissy) pour contrôle de la source d'émission susmentionnée = **mesure sur maille maximale disponible**

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée grâce à la mesure annuelle faite en 2020 à Bissy. L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,00597 µg.m⁻³ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de 0,00364 ng.m⁻³ (0,00597 – 0,00233) soit 61 %.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = 0,00597 µg/m³ avec incertitude de 40 %

- Source industrielle maximale recensée : 107,8 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,00357 µg/m³ en 2024 à Salaise-sur-Sanne pour une surveillance industrielle (commune avec l'émission, ramenée à sa surface, maximale dans la ZAR)

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée grâce à une mesure réalisée en 2024 à Salaise-sur-Sanne.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,00597 µg.m⁻³ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de 0,00240 µg.m⁻³ (0,00597-0,00357) soit 40 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve : moyenne annuelle = 0,00597 µg/m³ avec incertitude de 51 %

- Source industrielle maximale recensée : 1,0 kg/an (Passy)
- Dernière mesure effectuée : 0,00292 µg/m³ en 2023 (Scionzier) pour vérification des communes les plus émettrices de la ZAR.

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée de l'Arve est calculée grâce à la mesure annuelle réalisée en 2023. L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,00597 µg/m³ dans la ZAR de la Vallée de l'Arve possède une incertitude de 0,00305 µg/m³ (0,00597 – 0,00292) soit 51 %.

ZAG de Saint-Etienne : moyenne annuelle = 0,00597 µg/m³ avec incertitude de 40 %

- Source industrielle maximale recensée : 24,2 kg/an
- Dernière mesure effectuée : 0,00291 µg/m³ en 2023 à Saint-Etienne Sud et moyenne annuelle de 2015 à 2023 de 0,00360 µg/m³. Saint-Etienne Sud n'est pas sur la maille max (source industrielle) mais dans la commune possédant le plus d'émission de plomb de la ZAG.

L'incertitude propre à la ZAG de Saint-Etienne est calculée grâce à une moyenne réalisée de 2015 à 2023 à Saint-Etienne Sud.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,00597 µg/m³ dans la ZAG de Saint-Etienne possède une incertitude de 0,00237 µg/m³ (0,00597 – 0,00360) soit 40 %.

Benzo(a)Pyrène

ZAS concernées par l'Estimation Objective

A l'exception des ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de Tarentaise, toutes les autres ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI» et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant et grâce à certains projets, des mesures sont maintenues et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux de plomb.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAG de St-Etienne**
- **ZAG de Clermont-Ferrand**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR Pays de Savoie**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Ce bilan est établi **sans prendre en compte les ZAR Vallée de l'Arve et Tarentaise** qui possèdent une obligation de mesure fixe, donc des niveaux élevés et incompatibles avec la méthode d'estimation objective.

En proximité automobile, la moyenne annuelle depuis quelques années est observée autour de 0,3 ng/m³ et n'a pas dépassé 0,5 ng/m³ (mesuré en 2015 dans la ZAG de Grenoble – Le Rondeau).

Sous influence industrielle, les concentrations ont diminué grâce aux systèmes de réduction mis en place dans le Sud Lyonnais. Dans les dernières années, les moyennes annuelles au niveau de Vénissieux se situent autour de 0,2 ng/m³.

Les niveaux des mesures de fond sont en baisse, en partie expliquée par la diminution du besoin de chauffage en hiver et l'amélioration du parc de chauffages au bois. Les niveaux les plus importants ont été mesurés dans l'agglomération d'Annecy autour de 0,3 ng/m³, suivi de Grenoble et Clermont-Ferrand avec plutôt 0,2 ng/m³. Les niveaux dans les agglomérations de Lyon, St-Etienne et Valence varient autour de 0,1 ng/m³ qui se trouve être la limite supérieure pour les zones rurales, mis-à-part dans les zones montagneuses comme nous l'avons dernièrement observé dans le massif des Bauges en Savoie lors d'une mesure annuelle en 2020.

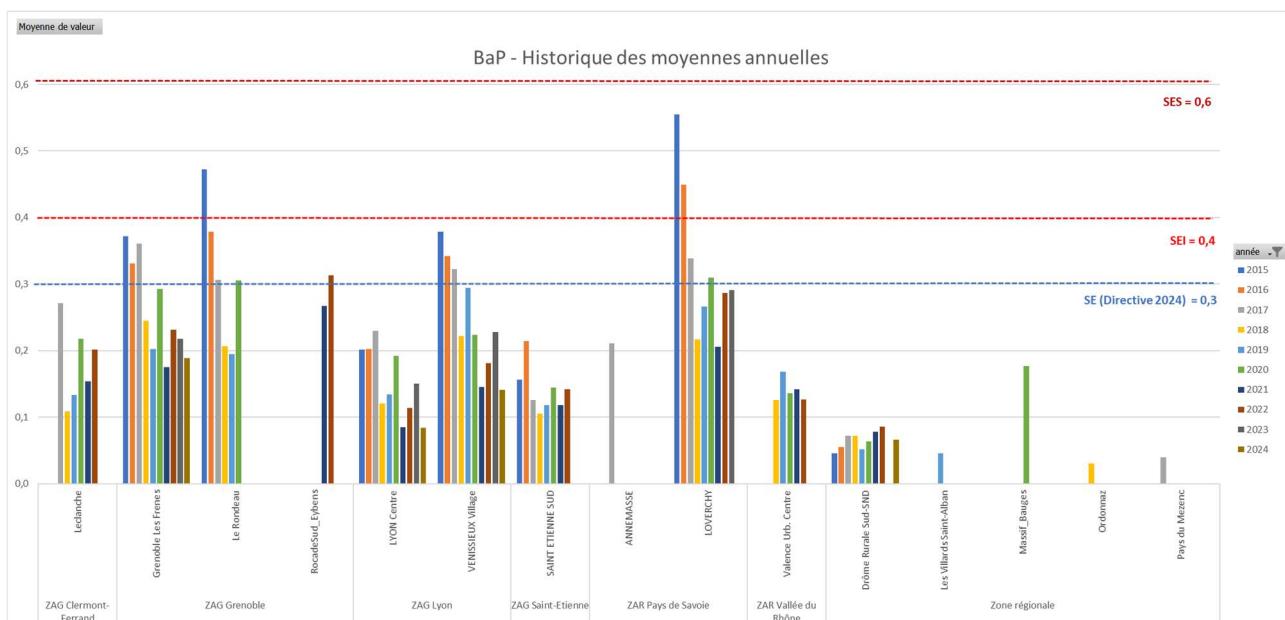


Figure 9 : Historique des mesures de BaP en moyenne annuelle

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions de Benzo(a)Pyrène :

ZAG Saint-Etienne	Résidentiel 84 %
ZAG Clermont-Ferrand	Résidentiel 75 %
ZAR Vallée du Rhône	Résidentiel 62 %
ZAR Pays de Savoie	Résidentiel 72 %

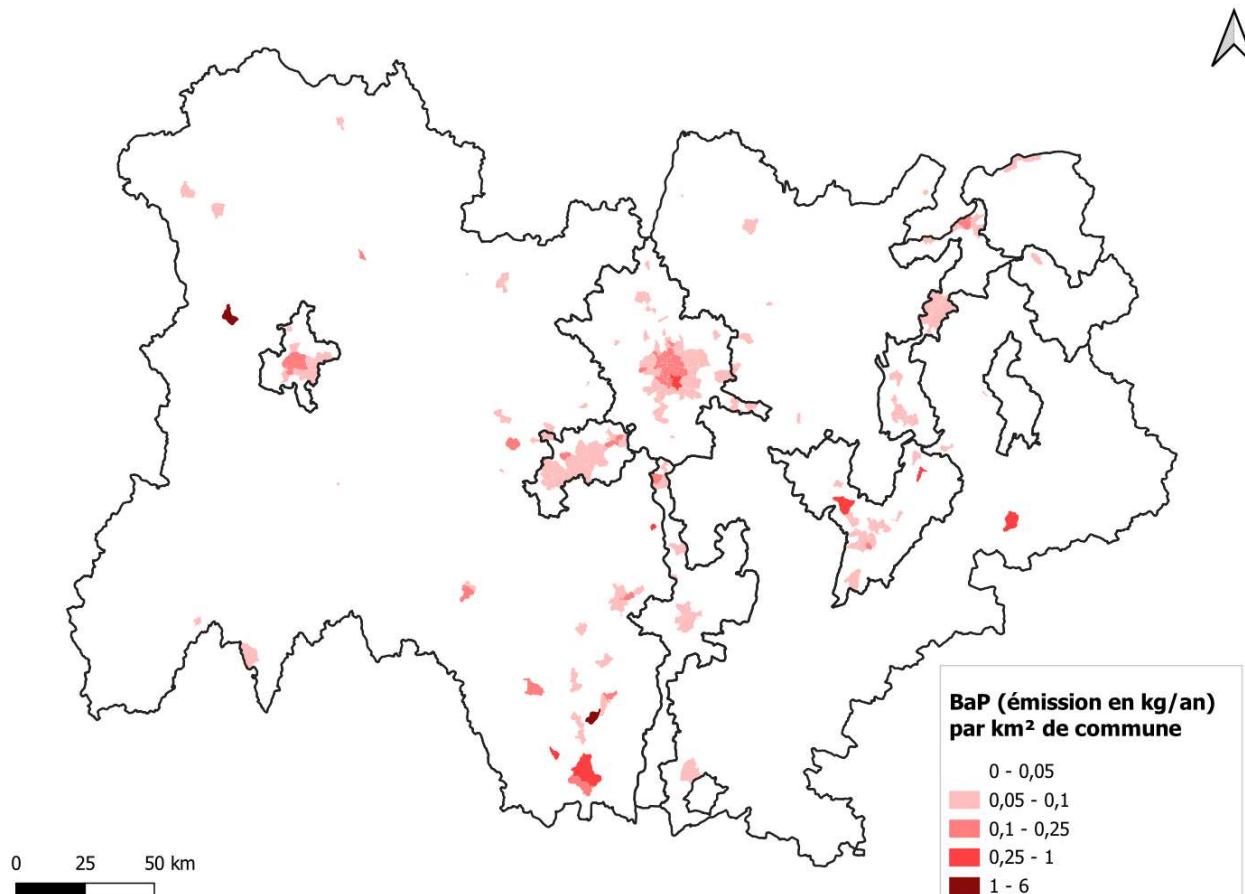


Figure 10 : Emissions 2022 de BENZO(A)PYRENE par km² et par commune - cadastre multi-sources

Toutes les ZAS à évaluer ont bénéficié de mesures pérennes jusqu'à 2022 minimum (la mesure de la ZAR Pays de Savoie s'est terminée fin 2023). Des mesures de contrôle (mesures annuelles) sont programmées pour la future surveillance de ces ZAS.

Estimation des moyennes annuelles 2024

Dans le cas du benzo(a)pyrène, le nombre de ZAS à évaluer par estimation objective (4) est plus élevé que le nombre de ZAS possédant des mesures pérennes (3, hors Arve et Tarentaise). Par conséquent, la méthode d'estimation des moyennes annuelles de benzo(a)pyrène déroge à la méthodologie générale de la manière suivante :

- Estimation de la mesure moyenne avec une mesure représentative de toutes les ZAS de la région depuis 2015 (hors Arve et Tarentaise), excluant la mesure la plus récente des ZAS évaluées par estimation objective qu'elle soit fixe ou annuelle (utilisée pour l'incertitude)
- Estimation de l'intervalle de confiance d'après la dernière mesure effectuée la ZAS évaluée.

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes annuelles
Les Frênes	0,27	0,37	0,07	0,05	0,32
Lyon Centre	0,16	0,23	0,05	0,03	0,19
DRS	0,07	0,09	0,01	0,01	0,07
Leclanché	0,18	0,27	0,06	0,05	0,23
Loverchy	0,33	0,55	0,12	0,08	0,41
SES	0,14	0,21	0,04	0,03	0,17
Valence Urbain Centre	0,14	0,17	0,02	0,01	0,15
Passy	1,26	1,73	0,26	0,17	1,43
La Léchère	0,67	0,86	0,13	0,09	0,75
Toutes mesures confondues	0,19	0,55	0,11	0,03	0,22

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en benzo(a)pyrène dans la région à 0,22 ng/m³**.

ZAG de St-Etienne : moyenne annuelle = 0,22 ng/m³ avec incertitude de 36 %

- Source industrielle maximale recensée : 0,64 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,14 ng/m³ en 2022 à Saint-Etienne Sud et en moyenne de 2015 à 2022. Saint-Etienne Sud n'est pas sur la maille max (source industrielle) mais dans la commune possédant le plus d'émission de BaP de la ZAG.

L'incertitude propre à la ZAG de Saint-Etienne est calculée grâce à une mesure réalisée en 2022 à Saint-Etienne Sud.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,22 ng/m³ dans la ZAG de Saint-Etienne possède une incertitude de 0,08 ng/m³ (0,22– 0,14) soit 36 %.

ZAG de Clermont-Ferrand : moyenne annuelle = 0,22 ng/m³ avec incertitude de 9 %

- Source industrielle maximale recensée : 0,12 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,20 ng/m³ en 2022 à Leclanché et en moyenne 0,18 ng/m³ entre 2017 et 2022.

L'incertitude propre à la ZAG de Clermont-Ferrand est calculée grâce à une mesure réalisée en 2022 à Leclanché.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,22 ng/m³ dans la ZAG de Clermont-Ferrand possède une incertitude de 0,02 ng/m³ (0,22– 0,20) soit 9 %.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = 0,22 ng/m³ avec incertitude de 41 %

- Source industrielle maximale recensée : 2,01 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,13 ng/m³ en 2022 à Valence Urbain Centre et 0,14 ng/m³ en moyenne entre 2018 et 2022.

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée grâce à une mesure réalisée en 2022 à Valence Urbain Centre.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,22 ng/m³ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de 0,09 ng/m³ (0,22– 0,13) soit 41 %.

ZAR Pays de Savoie : moyenne annuelle = 0,22 ng/m³ avec incertitude de 32 %

- Source industrielle maximale recensée : 0,65 kg/an
- Dernières mesures effectuées : 0,29 ng/m³ en 2023 à Loverchy et 0,32 ng/m³ en moyenne entre 2015 et 2023.

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée grâce à une mesure réalisée en 2023 à Loverchy. L'estimation d'une moyenne annuelle de 0,22 ng/m³ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de 0,07 ng/m³ (|0,22– 0,29|) soit 32 %.

Benzène

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI» et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant et grâce à certains projets, des mesures sont maintenues et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux de benzène.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAG de St-Etienne**
- **ZAG de Clermont-Ferrand**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAR de la Vallée de la Tarentaise**
- **ZR**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Le site de Feyzin est particulier puisque sous le vent d'une importante raffinerie, d'où les concentrations atypiques mesurées. Pour autant, elles sont en diminution ces dernières années et se stabilisent autour de $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne sur les 3 dernières années).

En proximité automobile, la moyenne annuelle fluctue en fonction des sites et des années entre $0,6$ et $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis qu'en fond, les niveaux sont de l'ordre de $0,6$ - $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

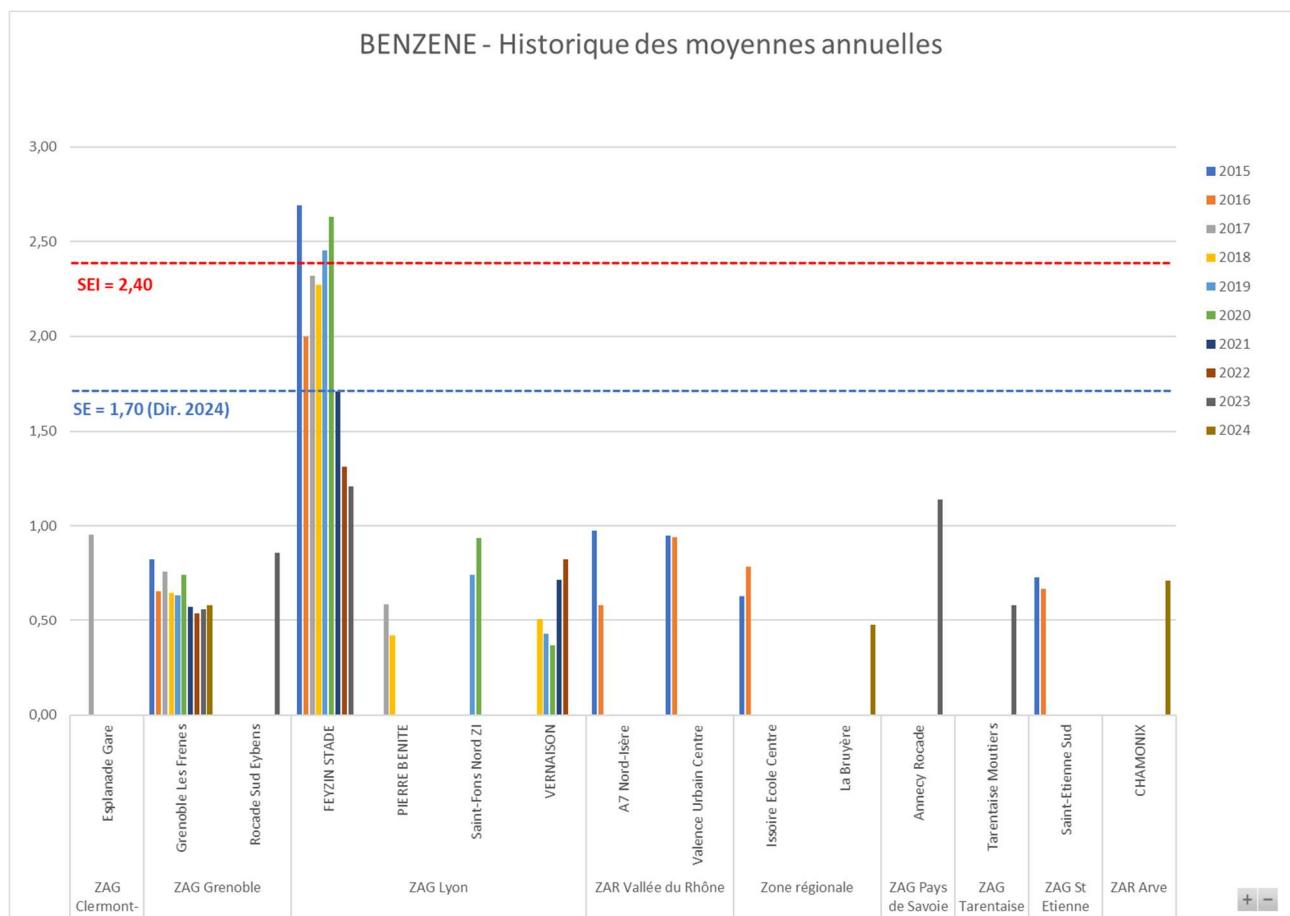


Figure 11 : Historique des mesures de benzène en moyenne annuelle

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions de Benzène :

ZAG Saint-Etienne	Résidentiel 84 %
ZAG Clermont-Ferrand	Résidentiel 76 %
ZAR Vallée du Rhône	Résidentiel 75 %
ZAR Pays de Savoie	Résidentiel 81 %
ZAR Vallée de l'Arve	Résidentiel 78 %
ZAR Vallée de la Tarentaise	Résidentiel 75 %
ZR	Résidentiel 83 %

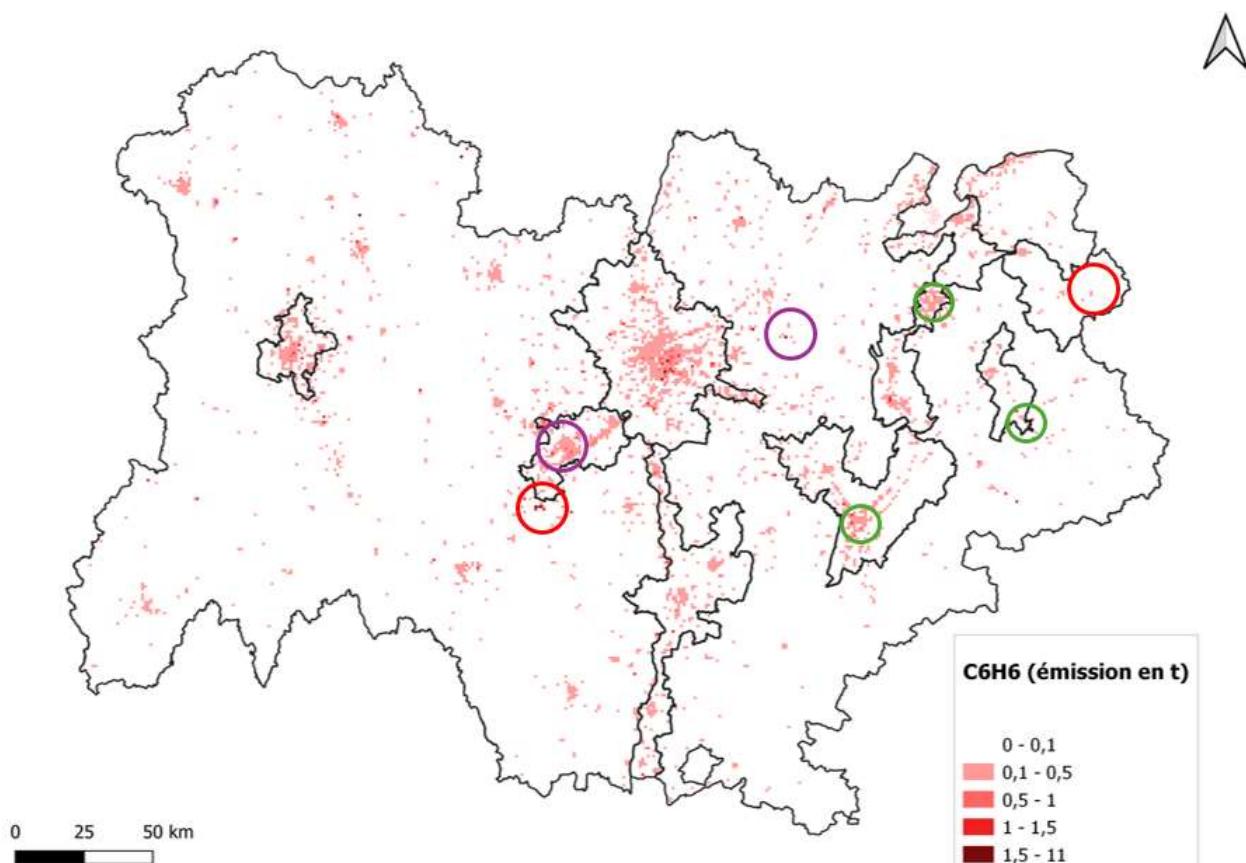


Figure 12 : Emissions 2021 de BENZENE - cadastre multi-sources

Les dernières mesures annuelles de contrôle sont les suivantes (encerclées sur Figure 12) :

- 2023 - ZAG de Grenoble, ZAR des Pays de Savoie (Annecy) et ZAR de la Vallée de la Tarentaise (Moûtiers) avec des sites trafic (cercles verts)
- 2024 – ZAR de la Vallée de l'Arve (Chamonix, site de fond) et ZR (Sainte-Sigolène en Haute-Loire) avec un site sous influence industrielle (cercles rouges)
- 2025 – ZAG de Saint-Etienne (St-Etienne Bd Urbain) et ZR (Bouvesse Quirieu) avec un site sous influence industrielle (cercles violettes)

Estimation des moyennes annuelles 2024

Dans le cas du benzène, le nombre de ZAS à évaluer par estimation objective (7) est plus élevé que le nombre de ZAS possédant des mesures pérennes (2) : seules les ZAG de Lyon et de Grenoble possèdent des mesures fixes avec une série temporelle de mesures conséquente. Or, parmi les mesures disponibles, la moitié d'entre elles sont sous influence industrielle dont Feyzin qui arrive en deuxième place des moyennes annuelles nationales de benzène les plus élevées depuis 2020 (après Serémange-Erzange dans la ZAG de Metz).

Par conséquent, la méthode d'estimation des moyennes annuelles de benzène déroge à la méthodologie générale de la manière suivante :

- Estimation de la mesure moyenne avec la totalité des mesures de la région depuis 2015, excluant la mesure la plus récente des ZAS évaluées par estimation objective qu'elle soit fixe ou annuelle (utilisée pour l'incertitude)
- Estimation de l'intervalle de confiance :
 - d'après la dernière mesure effectuée dans chacune des ZAS. Dans le cas de la ZAR de la Vallée du Rhône, les mesures les plus récentes sont en 2016 à Valence Urbain Centre et A7 Nord Isère : une moyenne de l'année 2016 est calculée pour cette ZAS
 - d'après la mesure d'une ZAS équivalente en émission si elle existe

L'estimation de la moyenne annuelle est donc maximisée puisque calculée sur la base de la totalité des mesures en incluant Feyzin Stade, anomalie régionale (sans créer de biais de calcul trop important) et en utilisant des mesures relativement anciennes (tout de même postérieures à 2015), avec des niveaux de benzène généralement plus élevés qu'actuellement.

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes annuelles
A7 Nord-Isère	0,98	0,98	--	0,00	0,98
VUC (tubes)	0,95	0,95	--	0,00	0,95
Esplanade Gare	1 seule mesure --> utilisée pour le calcul de l'incertitude				
SES (tubes)	0,73	0,73	--		0,73
FEYZIN STADE	2,01	2,69	0,55	0,34	2,35
Grenoble Les Frenes	0,66	0,83	0,10	0,06	0,72
RSE	0,93	0,93	--	0,00	0,93
PIERRE BENITE	0,50	0,59	0,12	0,17	0,67
Saint-Fons Nord ZI	0,84	0,94	0,14	0,19	1,03
VERNAISON	0,60	0,82	0,17	0,13	0,73
Tarentaise Moutiers	1 seule mesure --> utilisée pour le calcul de l'incertitude				
Annecy Rocade	1 seule mesure --> utilisée pour le calcul de l'incertitude				
Issoire Ecole Centre	0,71	0,79	0,11	0,15	0,86
Toutes mesures confondues	1,03	2,69	0,66	0,21	1,25

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en benzène dans la région à 1,25 µg/m³**.

ZAG de St-Etienne : moyenne annuelle = 1,25 µg/m³ avec incertitude de 40 %

- Source industrielle maximale recensée : 0,9 t/an
- Dernière mesure effectuée : 0,75 µg/m³ en 2016 (Saint-Etienne Sud).

L'incertitude propre à la ZAG de Saint-Etienne est calculée grâce à la mesure la plus récente, réalisée en 2016 à Saint-Etienne Sud.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 1,25 µg/m³ dans la ZAG de Saint-Etienne possède une incertitude de 0,50 µg/m³ (1,25– 0,75) soit 40 %.

ZAG de Clermont-Ferrand : moyenne annuelle = 1,25 µg/m³ avec incertitude de 24 %

- Source industrielle maximale recensée : 1,0 t/an
- Dernière mesure effectuée : 0,95 µg/m³ en 2017 (Esplanade de la Gare)

L'incertitude propre à la ZAG de Clermont-Ferrand est calculée grâce à la mesure annuelles faite en 2017 à Esplanade de la Gare.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAG de Clermont-Ferrand possède une incertitude de $0,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1,25 - 0,95$) soit 24 %.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 39 %

- Source industrielle maximale recensée : 1,1 t/an
- Dernières mesures effectuées : $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2016 (moyenne Valence Urbain Centre et A7 Nord Isère)

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée grâce aux mesures les plus récentes de la ZAS (réalisées en 2016 à Valence Urbain Centre et A7 Nord Isère).

L'estimation d'une moyenne annuelle de $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de $0,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1,25 - 0,76$) soit 39 %.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne annuelle = $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 10 %

- Source industrielle maximale recensée : 1,0 t/an
- Dernière mesure effectuée : $1,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2023 (Annecy Rocade)

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée grâce à la mesure annuelle faite en 2023 à Annecy Rocade (site trafic).

L'estimation d'une moyenne annuelle de $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de $0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1,25 - 1,13$) soit 10 %.

ZAR de la Vallée de la Tarentaise : moyenne annuelle = $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 54 %

- Source industrielle maximale recensée : 1,0 t/an
- Dernière mesure effectuée : $0,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2023 (Tarentaise Moûtiers)

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée de la Tarentaise est calculée grâce à la mesure annuelle faite en 2023 à Moûtiers (site trafic).

L'estimation d'une moyenne annuelle de $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR de la Vallée de la Tarentaise possède une incertitude de $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1,25 - 0,58$) soit 54 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve : moyenne annuelle = $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 43 %

- Source industrielle maximale recensée : 0,3 t/an
- Dernière mesure effectuée : $0,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2024 (Chamonix)

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée de l'Arve est calculée avec la mesure faite en 2024 à Chamonix.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR de la Vallée de l'Arve possède une incertitude de $0,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1,25 - 0,71$) soit 43 %.

Zone Régionale : moyenne annuelle = $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 62 %

- Source industrielle maximale recensée : 10,5 t/an
- Dernière mesure effectuée : $0,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2024 (site La Bruyère à Sainte-Sigolène)

L'incertitude propre à la ZR est calculée avec la mesure faite en 2024 à La Bruyère.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZR possède une incertitude de $0,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($1,25 - 0,47$) soit 62 %.

Monoxyde de Carbone

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI » et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant, une mesure sous influence trafic est maintenue dans la ZAG de Lyon et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux de monoxyde de carbone.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAG de Grenoble**
- **ZAG de St-Etienne**
- **ZAG de Clermont-Ferrand**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAR de la Vallée de la Tarentaise**
- **ZR**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2000

Toutes nos mesures de CO en proximité trafic le long des axes les plus importants de la région ont montré des max 8h au plus de 7 mg/m³ (2 valeurs à 7 en 2000 et 2002 et 2 valeurs à 6 en 2001 et 2003, les autres en dessous de 5). Depuis 2010, le max 8h n'excède pas 2 mg/m³.

Deux mesures annuelles de contrôle ont eu lieu en 2023 dans 2 sites sous influence trafic : Esplanade Gare (ZAG de Clermont-Ferrand) et Rocade Sud Eybens (ZAG de Grenoble). Le max 8h mesuré a été de 1 mg/m³ sur les 2 sites.

Deux mesures annuelles de contrôle ont eu lieu en 2024 dans un site sous influence trafic (Annecy Rocade - ZAR Pays de Savoie) et un site sous influence fond (Romans-sur-Isère - ZAR Vallée du Rhône). Le max 8h mesuré a été de 1 mg/m³ sur les 2 sites.

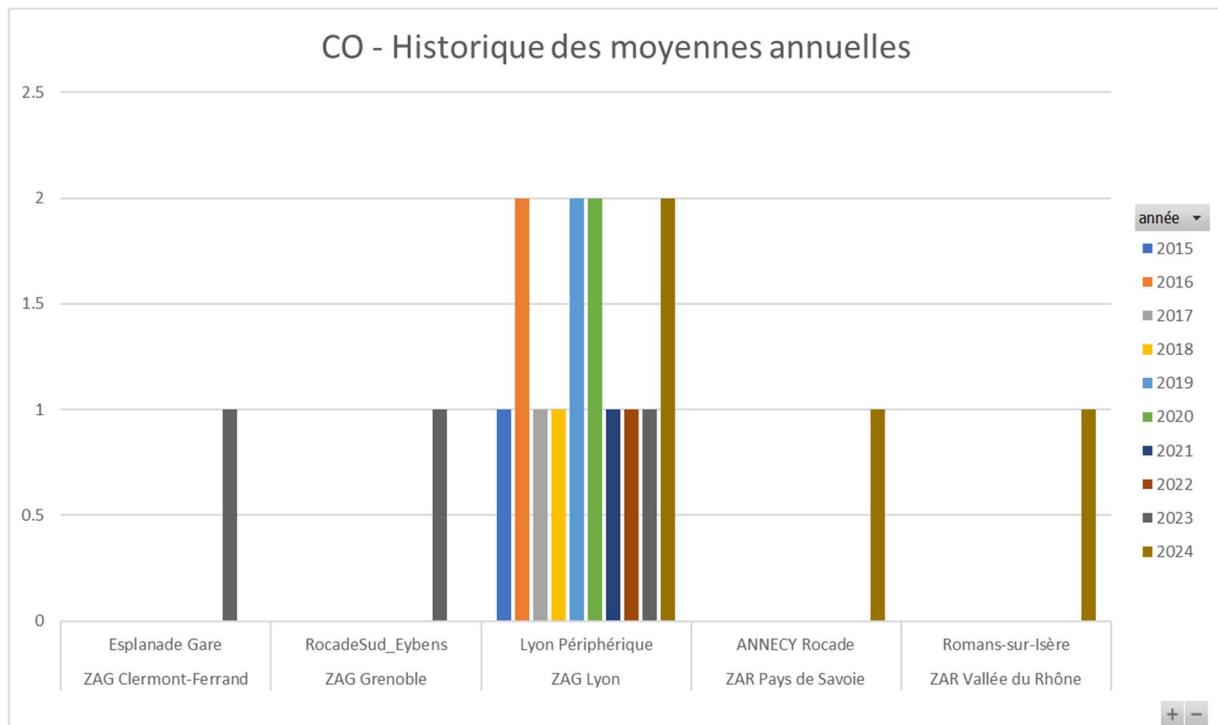


Figure 13 : Historique des mesures de monoxyde de carbone en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions de monoxyde de carbone :

ZAG Grenoble	Résidentiel 69 %
ZAG Saint-Etienne	Résidentiel 82 %
ZAG Clermont-Ferrand	Résidentiel 79 %
ZAR Vallée du Rhône	Résidentiel 71 %
ZAR Pays de Savoie	Résidentiel 76 %
ZAR Vallée de l'Arve	Résidentiel 61 %
ZAR Vallée de la Tarentaise	Industrie 51 % puis résidentiel 43 %
ZR	Résidentiel 69 %

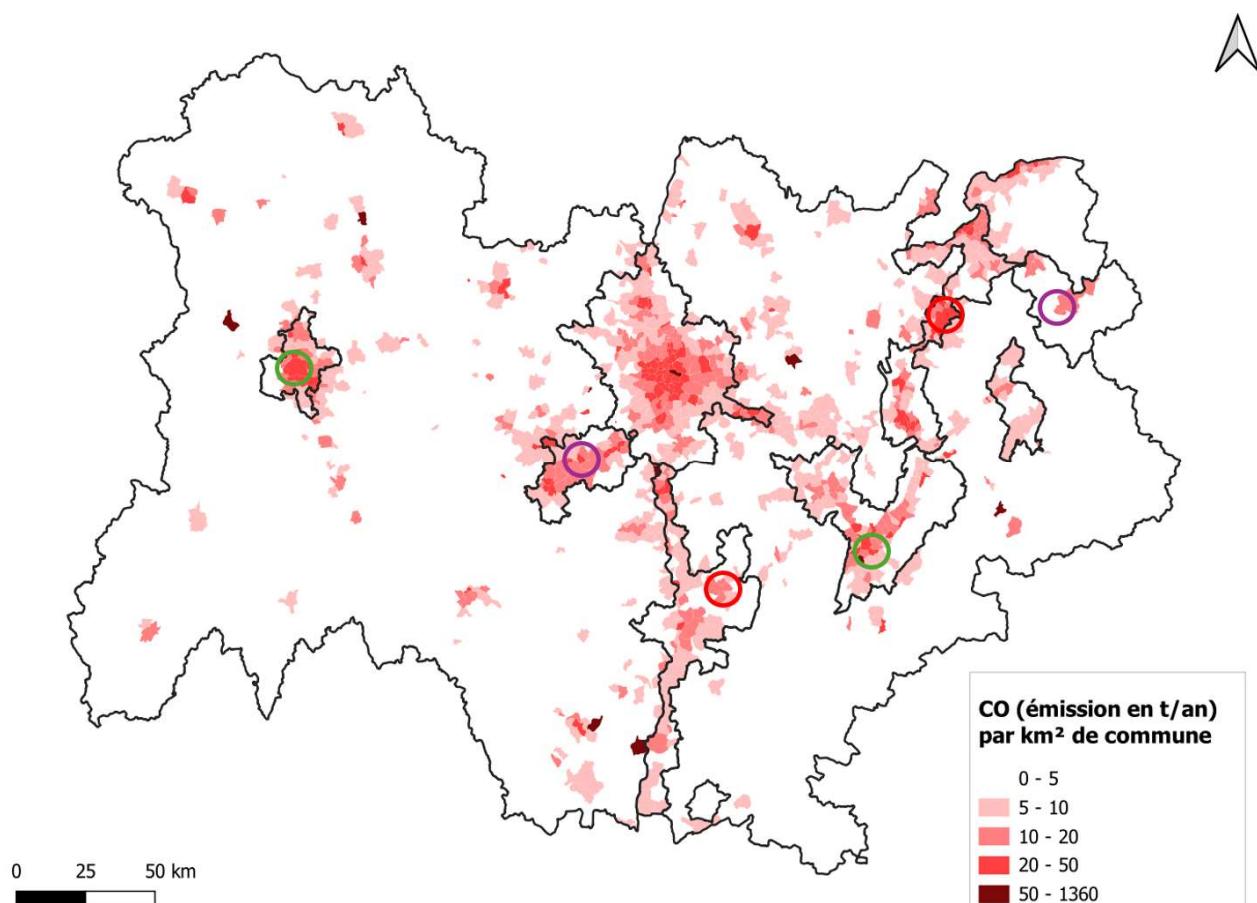


Figure 14 : Emissions 2022 de MONOXYDE DE CARBONE par km² et par commune - cadastre multi-sources

Sur les 8 ZAS visées par l'estimation objective, une particularité d'émissions existe uniquement sur la ZAR de Tarentaise qui compte une part plus importante d'émissions industrielles. Les 7 autres ZAS ont des émissions issues majoritairement du secteur résidentiel à l'instar de la ZAG de Lyon qui bénéficie du maintien d'une mesure.

Les dernières mesures annuelles de contrôle sont les suivantes (encerclées sur Figure 14) :

- 2023 : ZAG de Grenoble et ZAG de Clermont-Ferrand avec des sites trafic (cercles verts)
- 2024 : ZAR Vallée du Rhône (Romans-sur-Isère, site de fond) et ZAR des Pays de Savoie (Annecy Rocade, site trafic) (cercles rouges)
- 2025 (en cours) : ZAG de Saint-Etienne avec un site urbain trafic (St Etienne Bd urbain) et ZAR Vallée de l'Arve avec un site péri-urbain de fond (Sallanches Régie) (cercles violettes)

Pour toutes les ZAS, les émissions résidentielles de monoxyde de carbone sont issues à 77-87 % du chauffage au bois, puis à environ 15 % par les engins thermiques personnels (tondeuses, tronçonneuses...). Ces émissions sont diffuses et doivent donc être surveillées via des mesures implantées sur des sites de fond.

Cependant, même si la part du secteur des transports dans les émissions globales d'une ZAS est faible (maximum 20 % dans la ZAR de la Vallée du Rhône), les concentrations mesurées en proximité routière sont maximales car elles cumulent les émissions moyennes du territoire et les émissions de proximité. Ainsi, les concentrations mesurées sous influence trafic sont aussi importantes, voire supérieures aux concentrations mesurées sur des sites de fond, et la surveillance du monoxyde de carbone est par conséquent, encore majoritairement effectuée sur des sites sous influence trafic. Tout de même, des sites annuels de contrôle, d'abord de fond puis des sites sous influence industrielle, sont prévus dans les prochaines années pour compléter la surveillance.

Analyse du cadastre du CO sur l'ensemble du territoire de chaque ZAS :

Emissions de CO (Hors grandes sources industrielles)	Maille kilométrique max (en t/an)	Moyenne des mailles kilométriques (en t/an)	Médiane des mailles kilométriques (en t/an)
ZAG Lyon	157	9	4
ZAG Clermont-Ferrand	85	11	5
ZAG St-Etienne	88	10	3
ZAR Pays de Savoie	65	8	4
ZAG Grenoble	64	6	2
ZAR Vallée du Rhône	63	6	2
ZAR Vallée de l'Arve	55	3	0
ZAR Vallée de la Tarentaise	36	3	0
ZR	237	2	1

Les ZAG de Clermont-Ferrand et Saint-Etienne sont en moyenne les plus émissives en CO, mais la ZAG de Lyon compte un plus grand nombre de mailles très émissives (tableau ci-dessous).

Emissions de CO (Hors grandes sources industrielles)	Moyenne des 10 mailles max	Médiane des 10 mailles max
ZAG Lyon	88	78
ZAG Clermont-Ferrand	69	66
ZAG de St-Etienne	39	46
ZAR Vallée du Rhône	55	53
ZAG Grenoble	56	54
ZAR Vallée de la Tarentaise	31	31
ZAR Vallée de l'Arve	42	40
ZAR Pays-de-Savoie	59	59
ZR	127	97

La mesure de CO maintenue sur le site de « Lyon périphérique » est située à l'intersection de 2 mailles kilométriques dont la moyenne des émissions de CO est de l'ordre de 67 t/an. De plus ces mailles touchent potentiellement plus d'habitants avec plus de 100.000 personnes à Lyon contre 50.000 pour Clermont-Ferrand et St-Etienne.

Il est à noter que les fortes valeurs d'émission de CO dans la ZR sont principalement liées à des feux de forêt.

Estimation des dépassements en 2024

Pour le monoxyde de carbone, la statistique réglementaire demandée dans le cadre du rapportage est le **nombre de jours où la moyenne maximale journalière sur 8h a dépassé 10 mg/m³**.

Par conséquent, pour ce composé, nous n'appliquons pas la méthodologie pour l'évaluation de la moyenne annuelle et nous nous servons de l'inventaire des émissions (méthode E04) : il montre que la zone de Lyon est

la plus touchée par les émissions de CO alors que le max 8h ne dépasse pas 1 mg/m³ sur toutes les mesures depuis 3 ans (et 2 mg/m³ depuis 10 ans).

Compte tenu des max 8h qui restent invariablement à 1 mg/m³ ces dernières années quels que soient les sites, un **dépassement de la valeur 8h de 10 mg/m³ est donc impossible** (aucune incertitude associée).

Oxydes d'Azote : NO_x végétation

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Rappel : la surveillance des NO_x pour la protection de la végétation ne concerne pas les ZAG

Toutes les ZAR et la ZR d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI » et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant, une mesure est maintenue dans la ZR pour le programme MERA (site de Drôme Rurale Sud) ainsi que 2 autres, en Isère (Plateaux de Bonnevaux) et dans l'Allier (Paray-le-Frésil). Les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux d'oxydes d'azote.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sur des sites de typologie rurale régionale ou rurale nationale sont :

- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAR de la Tarentaise**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Les mesures depuis 2015 montrent une moyenne annuelle maximum de 8 µg/m³. Une mesure de typologie rurale a été effective dans la ZAG de Grenoble de 2000 à 2013 (Charavines) : entre 2010 et 2013, dernières années de mesures, la moyenne annuelle en NO_x n'a jamais dépassée 14 µg/m³.

Pour autant, ces dernières années, les niveaux de NO_x en zones rurales sont faibles et stagnent en dessous de 5 µg/m³.

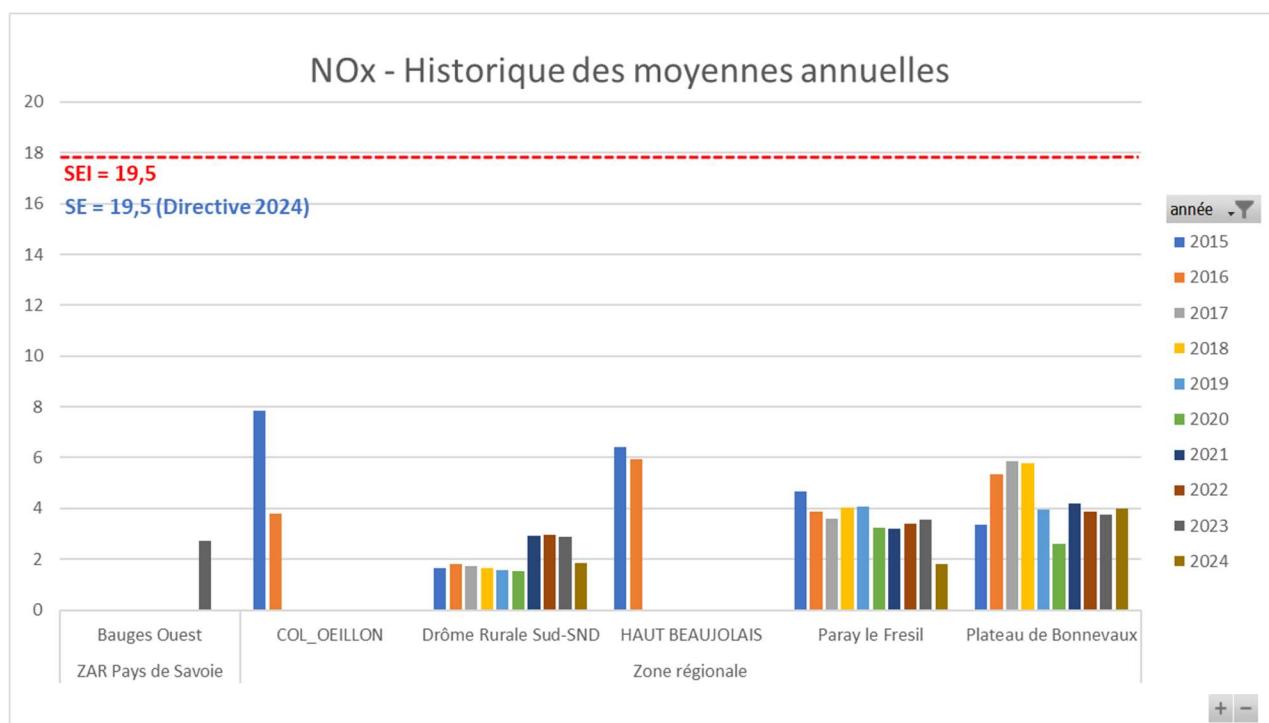


Figure 15 : Historique des mesures de NOX en moyenne annuelle

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions de NOx :

ZAR Vallée du Rhône	Transport 66 %
ZAR Pays de Savoie	Transport 68 %
ZAR Vallée de l'Arve	Transport 51 %
ZAR Vallée de la Tarentaise	Transport 56 %

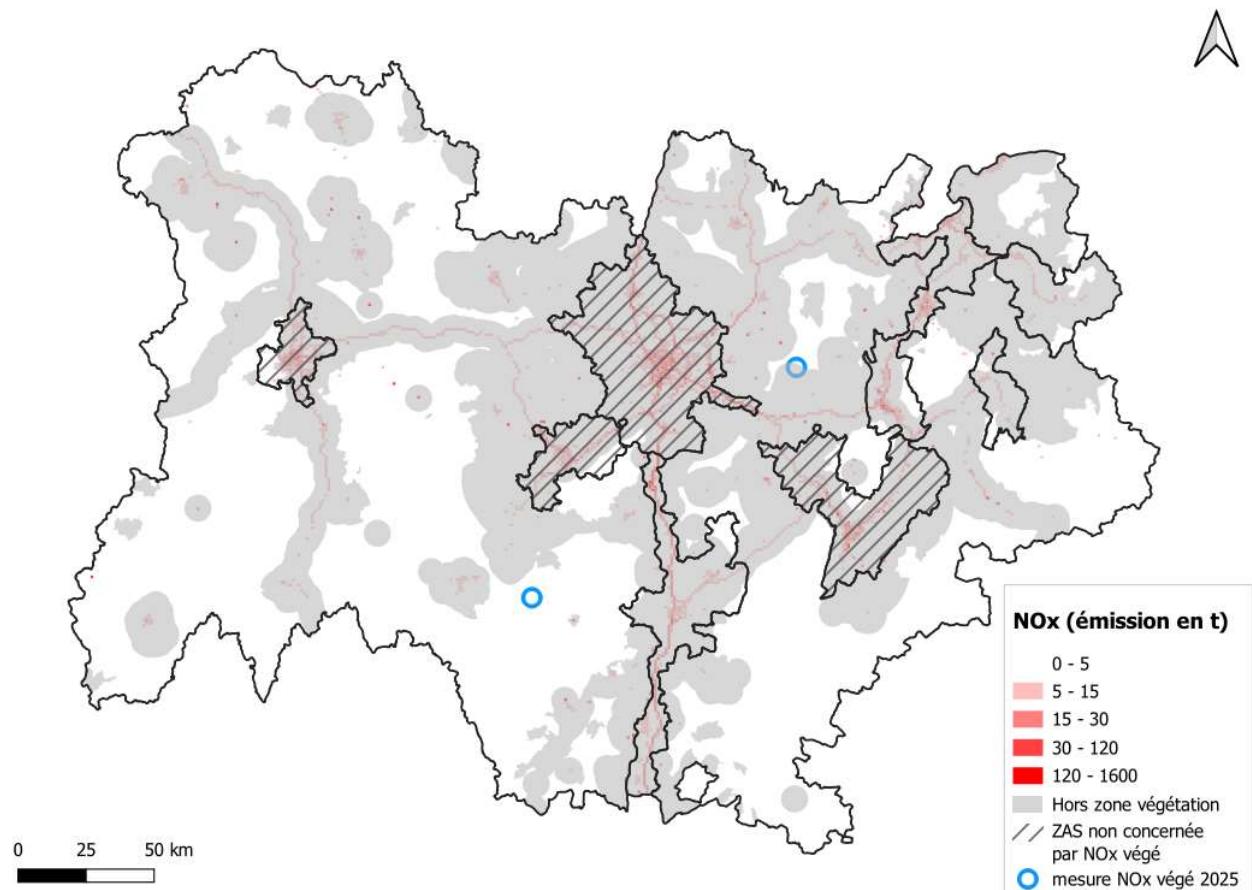


Figure 16 : Emissions 2022 d'OXYDES D'AZOTE - cadastre multi-sources

ZAS	Surface ZAS (en km ²)	Surface zone végétation (NOx et SO2) (en km ²)	Part zone végétation dans la ZAS (en %)
ZAR Vallée de l'Arve	996,07	123,02	12,35
ZAR Vallée du Rhône	1 807,94	152,79	8,45
ZAR Pays de Savoie	1 288,02	99,00	7,69
ZAR Vallée de la Tarentaise	436,46	62,37	14,29
ZR	60 355,79	32 096,94	53,18

Pour les 4 ZAR, la surface de la zone dans laquelle s'applique le niveau critique de protection de la végétation est très faible. En revanche, elle représente plus de la moitié de la ZR, ce qui explique que les mesures pérennes y soient maintenues.

Le tableau ci-dessous permet de caractériser les émissions de NO_x dans l'environnement des points de mesure :

ZAS	Site	Emission dans la maille (en t/an)	Emission dans un rayon de 1 km (en t/an)
ZR	Drôme Rurale Sud-SND	0.5	2.1
ZR	Paray le Fresil	0.3	3.0
ZR	Plateau de Bonnevaux	1.2	5.0
ZR (hors zone végétation)	Haut Beaujolais	0.1	1.2
ZR	Col de l'Oeillon	0.1	0.4
ZAR des Pays de Savoie	Bauges Ouest	0.7	3.2

Estimation des moyennes annuelles 2024

Dans le cas des oxydes d'azote (et à l'instar du benzène), le nombre de ZAS à évaluer par estimation objective (4) est plus élevé que le nombre de ZAS possédant des mesures pérennes (1) : seule la ZR possède des mesures fixes avec une série temporelle de mesures conséquente.

Par conséquent, la méthode d'estimation des moyennes annuelles d'oxydes d'azote déroge à la méthodologie générale de la manière suivante :

- Estimation de la mesure moyenne avec la totalité des mesures de typologie rurale de la région depuis 2015 excluant la mesure la plus récente d'une ZAS évaluée par EO, qu'elle soit fixe ou annuelle.
- Estimation de l'intervalle de confiance :
 - d'après la dernière mesure rurale effectuée dans chacune des ZAS
 - d'après les mesures d'une ZAS équivalente en émission si elle existe

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes annuelles
Paray le Fresil	3,54	4,67	0,76	0,47	4,01
Plateau de Bonnevaux	4,30	5,84	1,13	0,74	5,04
Drôme Rurale Sud-SND	2,05	2,97	0,61	0,38	2,43
HAUT BEAUJOLAIS	6,17	6,42	0,34	0,48	6,65
COL_OEILLON	5,82	7,85	2,87	3,97	9,79
Toutes mesures confondues	3,60	7,85	1,57	0,53	4,13

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en NOx dans la région à 4,13 µg/m³**.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = 4,13 µg/m³ avec incertitude de 3 %

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée avec d'un site rural proche géographiquement, équivalent en émissions et possédant des mesures récentes, à savoir Plateau de Bonnevaux, dont la moyenne annuelle en 2024 est de 3,99 µg/m³.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 4,13 µg/m³ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de 0,14 µg/m³ (4,13– 3,99) soit 3 %.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne annuelle = 4,13 µg/m³ avec incertitude de 35 %

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée avec le site annuel 2023 « Bauges Ouest », dont la moyenne annuelle est de 2,71 µg/m³.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $4,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de $1,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($4,13 - 2,71$) soit 35 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise : moyenne annuelle = $4,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 35 %

L'incertitude propre aux ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise est calculée avec le site annuel 2023 « Bauges Ouest » (ZAR des Pays de Savoie) qui est représentatif des territoires ruraux des 2 ZAR, et dont la moyenne annuelle est de $2,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $4,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise possède une incertitude de $1,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($4,13 - 2,71$) soit 35 %.

Dioxyde de Soufre : SO₂ santé

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI » et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Pour autant et grâce à certains projets, des mesures sont maintenues et les résultats sont donc disponibles pour l'évaluation des niveaux de dioxyde de soufre.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sont :

- **ZAG de St-Etienne**
- **ZAG de Clermont-Ferrand**
- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAR de la Vallée de la Tarentaise**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015

Depuis 2015, sur l'ensemble du réseau, dont des sites sous influence industrielle, seulement 1 site industriel (ZR / territoire de Vienne en Isère) a eu des **dépassements de la valeur horaire et/ou journalière**, récapitulés dans le tableau ci-dessous.

ROCHES DE CONDRIEU	Valeur horaire 350 µg/m ³	Valeur horaire 500 µg/m ³	Valeur journalière 125 µg/m ³
2018, 2019, 2020, 2021,2022	2	0	0
2023	3	0	0
2024	9	2 (<i>4h consécutives le 17/11/2024</i>)	1 jour

Sur l'ensemble des sites, le percentile 99,2 jour maximal a été de 81 µg/m³ en 2021 sur le site sous influence industrielle de la vallée de la Maurienne (ZR). En 2024, la valeur maximale du percentile 99,2 jour est de 36 µg/m³.

Analyse du cadastre des émissions

Principaux secteurs d'émissions de dioxyde de soufre :

ZAG Saint-Etienne	Industrie 45 % et Résidentiel 38 %
ZAG Clermont-Ferrand	Industrie 48 % et Résidentiel 30 %
ZAR Vallée du Rhône	Industrie 91 %
ZAR Pays de Savoie	Industrie 63 % puis Résidentiel 25 %
ZAR Vallée de l'Arve	Industrie 52 % puis Résidentiel 35 %
ZAR Vallée de la Tarentaise	Industrie 83 %

Suivant les territoires, les sources majoritaires de dioxyde de soufre sont plus ou moins en lien avec la présence d'industries.

Le tableau ci-dessous met en lien les sources d'émissions de SO₂ avec la surveillance qui s'y rapporte :

ZAS	Sources et Maille max / industrie	Dernière mesure – Année
ZAG Saint-Etienne	Multi-sources	St-Etienne Sud – 2016 – 0h / 0j
ZAG Clermont-Ferrand	Multi-sources	Esplanade Gare – 2012 – 0h / 0j
ZAR Vallée du Rhône	Industrie → 417 t/an (Roussillon)	Roussillon – 2012 – 0h / 0j A7 Nord-Isère – 2012 – 0h / 0j
ZAR Pays de Savoie	Multi-sources → 86 t/an	X (trop ancien)
ZAR Vallée de l'Arve	Multi-sources → 23 t/an (Passy)	Passy – 2012 – 0h / 0j
ZAR Vallée de la Tarentaise	Industrie → 35 t/an (Ugine) et 25 t/an (La Léchère)	Aigueblanche – 2023 – 0h / 0j

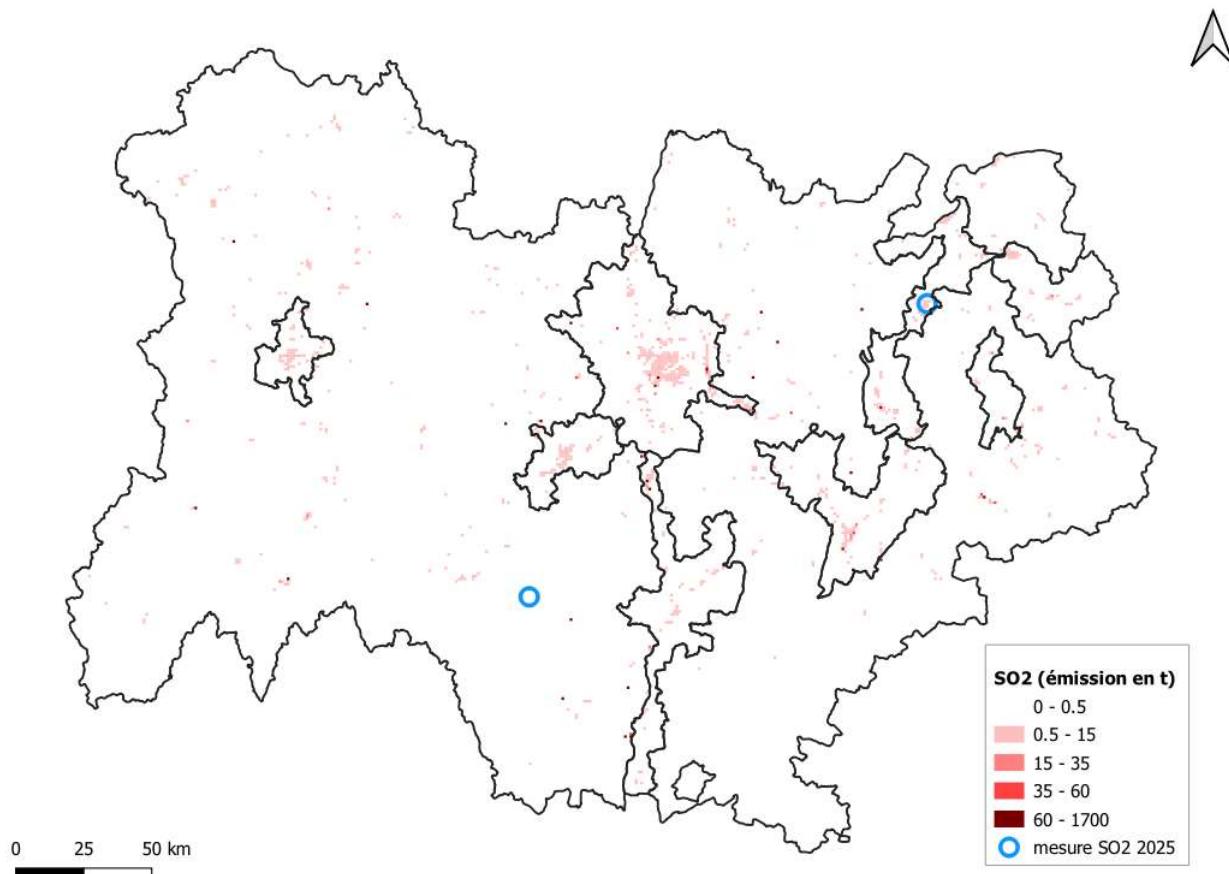


Figure 17 : Emissions 2022 de DIOXYDE DE SOUFRE - cadastre multi-sources

Estimation des dépassements en 2024

Pour le dioxyde de soufre, les statistiques réglementaires demandées dans le cadre du rapportage sont :

- le **nombre de dépassement horaire des 350 µg/m³**
- le **nombre de fois où la moyenne horaire sur 3 heures consécutives a dépassé 500µg/m³**
- le **nombre de jours de dépassement des 125 µg/m³**

Les dépassements réglementaires de SO₂ sont causés par des incidents industriels, et le site de Roches de Condrieu est le seul site présentant des complications liées au SO₂ (redémarrage d'unités avec complications). Par conséquent, pour ce composé, nous n'appliquons pas la méthodologie pour l'évaluation de la moyenne annuelle et nous nous servons de l'inventaire des émissions (méthode E04).

En 2024	Moyenne journalière maximale (en µg/m ³)	Moyenne horaire maximale (en µg/m ³)	Distance Grande Source Ponctuelle (en m)	Emission Grande Source Ponctuelle (en t/an)
Site industriel Feyzin stade (ZAG Lyon)	92	271	840	1398
Site industriel Saint Bauzile (ZR)	15	161	280	627
Vernaison (ZAG Lyon)	31	103	1100	21
Roches de Condrieu	238	1989	1100	249

Compte tenu des sources d'émissions et des mesures historiques et actives, que ce soit en fond ou sous influence industrielle, un **dépassement des valeurs horaires de 350 et 500 µg/m³ et de la valeur journalière de 125 µg/m³ dans les ZAS à évaluer est improbable.**

Afin de lever les doutes subsistants sur un potentiel transport impactant de SO₂ lors de l'incident industriel de Roches de Condrieu, une modélisation de dispersion du polluant a été réalisée.

L'incident responsable des dépassements réglementaires en SO₂ (moyenne horaire > 500 µg.m⁻³ et moyenne journalière > 125 µg.m⁻³) a eu lieu le 17 novembre 2024 de 10h à 14h.

Une modélisation de la dispersion atmosphérique (Figure 18) indique que la ZAR de la Vallée du Rhône, mitoyenne de la zone d'incident et évaluée par estimation objective, a pu être touchée à hauteur d'un certain facteur selon les heures de la journée.

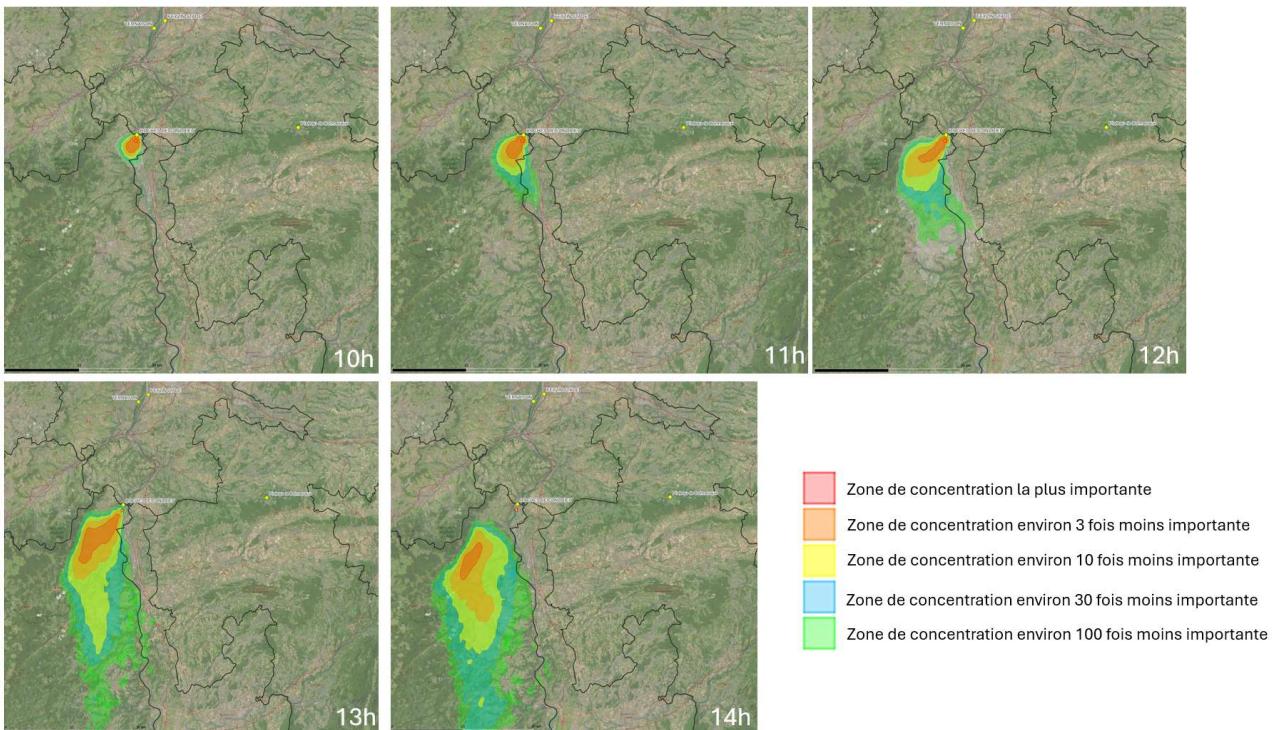


Figure 18 : Modélisation de la dispersion atmosphérique de l'incident industriel du 17/11/2024

L'application du facteur de réduction pour la détermination d'une concentration de SO₂ en ZAR de la Vallée du Rhône est résumée dans le tableau suivant.

	Concentration horaire mesurée en zone max ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Facteur de réduction	Concentration potentielle en ZAR Vallée du Rhône
10h	588	100	59
11h	1423	10 à 100	14 à 142
12h	1989	30 à 100	20 à 66
13h	973	100	10
14h	496	100	5

Ainsi la modélisation de la dispersion conforte le caractère improbable d'un dépassement dans les ZAS évaluées par estimation objective via la méthode EO4, présentée dans ce rapport.

Le Dioxyde de Soufre : SO₂ végétation

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Rappel : la surveillance du SO₂ végétation ne concerne pas les ZAG.

Toutes les ZAR et la ZR d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « <SEI » et n'ont donc pas l'obligation d'être pourvues de mesures fixes.

Les ZAS concernées par la surveillance par estimation objective et n'ayant pas de mesures pérennes sur des sites de typologie rurale régionale ou rurale nationale sont :

- **ZAR de la Vallée du Rhône**
- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée de l'Arve**
- **ZAR de la Vallée de la Tarentaise**
- **ZR**

Niveaux rencontrés dans la surveillance depuis 2015 :

Depuis 2015, sur Saint-Germain-sur-Rhône, seul site rural hors influence industrielle (mais de typologie « rurale proche » et localisé dans la ZR), la moyenne annuelle ainsi que la moyenne hivernale varient entre 0 et 1 µg/m³. En 2024, la moyenne annuelle est de 1 µg/m³, la moyenne hivernale est de 0 µg/m³.

Depuis 2015, pour Saint-Bauzile, site rural proche sous influence industrielle, les moyennes maximales annuelles et hivernales sont de 5 µg/m³ (respectivement en 2015 et 2020). En 2024, la moyenne annuelle est de 3 µg/m³ et la moyenne hivernale est de 2 µg/m³.

Estimation des moyennes annuelles 2024

Toutes les ZAS (hors ZAG) sont à évaluer par estimation objective. Seule la ZR possède une mesure fixe avec une série temporelle de mesures conséquente mais elle a une typologie « rurale proche ».

Par conséquent, la méthode d'estimation des moyennes annuelles de dioxyde de soufre (végétation) déroge à la méthodologie générale de la manière suivante :

- Estimation de la mesure moyenne avec la totalité des mesures de typologie rurale de la région depuis 2015 excluant la mesure la plus récente d'une ZAS évaluée par EO, qu'elle soit fixe ou annuelle.
- Estimation de l'intervalle de confiance :
 - d'après la dernière mesure rurale effectuée dans chacune des ZAS
 - d'après la mesure rurale 2024 maximale de la région ou représentative de la ZAS si aucune mesure n'est disponible dans cette ZAS

	Moyenne des moyennes annuelles	Moyenne annuelle maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes annuelles
St Germain/Rhône	0,18	0,91	0,83	0,54	0,71
Saint Bauzile CECA	4,05	5,31	0,84	0,55	4,60
Tous sites confondus	2,11	5,31	2,15	0,99	3,11

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne annuelle, on estime une **moyenne annuelle 2024 en SO₂ (végétation) dans la région à 3,11 µg/m³**.

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne annuelle = $3,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 17 %

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée avec le site rural le plus fort de la région (dans la ZR), à savoir Saint-Bauzile dont la moyenne annuelle en 2024 est de $2,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $3,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de $0,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($3,11 - 2,57$) soit 17 %.

ZR : moyenne annuelle = $3,11 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ avec incertitude de 34 %

L'incertitude propre à la ZR est calculée avec la mesure la plus récente de la zone, à savoir Plateau de Bonnevaux dont la moyenne annuelle en 2024 est de $2,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $3,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZR possède une incertitude de 1,07 ($3,11 - 2,04$) soit 34 %.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne annuelle = $3,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 94 %

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée avec le site rural régional annuel « Bauges ouest » dont la moyenne annuelle en 2023 est de $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $3,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de $2,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($3,11 - 0,18$) soit 94 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise : moyenne annuelle = $3,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 94 %

L'incertitude propre aux ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise est calculée avec le site rural régional annuel « Bauges ouest » (ZAR des Pays de Savoie) qui est représentative de leurs territoires ruraux et dont la moyenne annuelle en 2023 est de $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'estimation d'une moyenne annuelle de $3,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise possède une incertitude de $2,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($3,11 - 0,18$) soit 94 %.

Remarque : les incertitudes dépassent l'objectif de qualité de 75% mais les valeurs étant très faibles, les pourcentages ont une signification relative. Elles sont aussi la résultante de l'estimation d'une moyenne annuelle avec 2 sites ruraux proches, typologie non valide pour la surveillance concernant la protection de la végétation, car influencés par des sources (surtout le site de St-Bauzile sous influence directe d'une industrie). Les moyennes annuelles estimées sont donc maximisées.

Estimation des moyennes hivernales 2024

Nous utilisons la même méthode que pour les moyennes annuelles.

	Moyenne des moyennes hivernales	Moyenne hivernale maximale	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des moyennes hivernales
St Germain/Rhône	0,05	0,80	0,77	0,48	0,53
Saint Bauzile CECA	3,80	4,40	0,62	0,46	4,26
Tous sites confondus	1,59	4,40	2,02	0,96	2,56

Toutes mesures confondues, en appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne hivernale, on estime une **moyenne hivernale 2024 en SO₂ (végétation) dans la région à $2,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$** .

ZAR de la Vallée du Rhône : moyenne hiver = $2,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 72 %

L'incertitude propre à la ZAR de la Vallée du Rhône est calculée avec le site rural le plus fort de la région (dans la ZR), à savoir Saint-Bauzile dont la moyenne hivernale en 2023 est de $4,40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'estimation d'une moyenne hivernale de $2,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans la ZAR de la Vallée du Rhône possède une incertitude de $1,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($4,40 - 2,56$) soit 72 %.

ZR : moyenne hiver = $2,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avec incertitude de 45 %

L'incertitude propre à la ZR est calculée avec la mesure la plus récente de la zone, à savoir Plateau de Bonnevaux dont la moyenne hiver en 2024 est de 1,40 µg/m³.

L'estimation d'une moyenne annuelle de 2,56 µg/m³ dans la ZR possède une incertitude de 1,16 (2,56 – 1,40) soit 45 %.

ZAR des Pays de Savoie : moyenne hiver = 2,56 µg/m³ avec incertitude de 92%

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée avec le site rural régional annuel « Bauges ouest » dont la moyenne hivernale en 2023 est de 0,20 µg/m³.

L'estimation d'une moyenne hivernale de 2,56 µg/m³ dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de 2,36 µg/m³ (2,56– 0,20) soit 92 %.

ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise : moyenne hiver = 2,56 µg/m³ avec incertitude de 92%

L'incertitude propre aux ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise est calculée avec le site rural régional annuel « Bauges ouest » (ZAR des Pays de Savoie) qui est représentative de leurs territoires ruraux et dont la moyenne hivernale en 2023 est de 0,20 µg/m³.

L'estimation d'une moyenne hivernale de 2,56 µg/m³ dans la ZAR de la Vallée de l'Arve et de la Vallée de la Tarentaise possède une incertitude de 2,36 µg/m³ (2,56– 0,20) soit 92 %.

Remarque : les incertitudes dépassent l'objectif de qualité de 75% mais les valeurs étant très faibles, les pourcentages ont une signification relative. Elles sont aussi la résultante de l'estimation d'une moyenne hivernale avec 2 sites ruraux proches, typologie non valide pour la surveillance concernant la protection de la végétation car influencés par des sources (surtout le site de St-Bauzile sous influence directe d'une industrie). Les moyennes hivernales estimées sont donc maximalisées.

L'Ozone : O₃ végétation

ZAS concernées par l'Estimation Objective

Toutes les ZAS d'Auvergne-Rhône-Alpes sont classées « >OLT » et ont donc l'obligation d'être pourvues de mesures fixes avec une typologie périurbaine ou rurale.

Or, certaines ZAS ne sont pourvues que de mesures d'ozone installées dans des sites de typologie urbaine et pour lesquelles la surveillance n'est donc pas conforme en ce qui concerne la protection de la végétation. Par défaut, la surveillance est donc effectuée par estimation objective. Il s'agit de :

- **ZAR des Pays de Savoie**
- **ZAR de la Vallée de la Tarentaise**

Estimation des AOT40 annuels 2024

La méthode d'estimation des AOT40 d'ozone (végétation) déroge à la méthodologie générale de la manière suivante :

- Estimation de la mesure moyenne AOT40 avec la totalité des mesures de typologie rurale et périurbaine des ZAR et ZR depuis 2015 excluant la mesure la plus forte de la région et la mesure la plus récente d'une ZAS évaluée par EO, qu'elle soit fixe ou annuelle.
- Estimation de l'intervalle de confiance :
 - d'après la dernière mesure rurale / périurbaine effectuée dans la ZAS
 - d'après la mesure rurale / périurbaine maximale des ZAR / ZR si aucune mesure n'est disponible dans la ZAS à évaluer.

	Moyenne des AOT40	AOT40 maximal	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des AOT40
Tous sites PU et R confondus dans ZAR + ZR (hors max)	16 577	30 807	6 740	912	17 489

En appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne des AOT40, on estime un **AOT40 en 2024 à 17 489 µg.m^{-3.h}.**

ZAR des Pays de Savoie AOT40 = 17 489 µg.m^{-3.h} avec incertitude de 55 %.

L'incertitude propre à la ZAR des Pays de Savoie est calculée avec une mesure annuelle 2024 située à Argonay (périurbain), dont l'AOT40 est de 7 911 µg.m^{-3.h} en 2024.

L'estimation d'un AOT40 annuel de 17 489 µg.m^{-3.h} dans la ZAR des Pays de Savoie possède une incertitude de 9 578 µg.m^{-3.h} (17 489 – 7 911) soit 55 %.

ZAR de la Vallée de la Tarentaise AOT40 = 17 489 µg/m^{3.h} avec incertitude de 82 %.

L'incertitude propre à la ZAR de la Tarentaise est calculée avec le site rural / périurbain le plus fort de la région, à savoir Sablons (ZAR de la Vallée du Rhône), dont l'AOT40 est maximal en 2015 avec 31 762 µg.m^{-3.h}.

L'estimation d'un AOT40 annuel de 17 489 µg.m^{-3.h} dans la ZAR de la Tarentaise possède une incertitude de 14 273 µg.m^{-3.h} (31 762– 17 489) soit 82 %.

Estimation des AOT40 réglementaires 2024 (sur 5 ans)

La méthode d'estimation des AOT40 (5 ans) d'ozone (végétation) déroge à la méthodologie générale de la manière suivante :

- Estimation de la mesure moyenne AOT40 (5 ans) avec la totalité des mesures de typologie rurale et périurbaine des ZAR et ZR, uniquement en 2024, excluant la mesure la plus forte de la région
- Estimation de l'intervalle de confiance :
 - d'après la mesure rurale / périurbaine maximale des ZAR / ZR (aucune mesure valide n'est disponible dans les ZAS à évaluer).

	Moyenne des AOT40 5 ans	AOT40 5 ans maximal	Ecart type standard	Intervalle de confiance (95 %)	Application de l'intervalle à la moyenne des AOT40 5 ans
Tous sites PU et R confondus dans ZAR + ZR (hors max)	13 063	17 757	3 266	2 024	15 087

En appliquant l'intervalle de confiance à la moyenne des AOT40 5 ans, on estime un **AOT40 5 ans en 2024 à 15 087 $\mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$.**

ZAR des Pays de Savoie et ZAR de la Vallée de la Tarentaise : AOT40 – 5 ans = 15 087 $\mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$ avec incertitude de 21 %

Il n'est pas possible de calculer une incertitude propre aux ZAR des Pays de Savoie et de la Vallée de la Tarentaise car aucune mesure d' O_3 de typologie périurbaine ou rurale valide n'est disponible. En effet, les mesures annuelles disponibles dans la ZAR des Pays de Savoie (Bauges en 2023 et Argonay en 2024) ne sont pas valides pour un calcul AOT 5 ans (1/5 an valide seulement). Par conséquent, nous calculons une incertitude unique avec la mesure de Sablons (ZAR de la Vallée du Rhône) dont l'AOT40 5 ans est maximum en 2024 avec 18 255 $\mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$.

L'estimation de l'AOT40 5 ans dans les 2 ZAR non-conformes possède une incertitude de 3 168 $\mu\text{g/m}^3.\text{h}$ ($|15 087 - 18 255|$) soit 21 %.

Eléments complémentaires

ZAR des Pays de Savoie

Afin de résoudre la non-conformité dans la **ZAR des Pays de Savoie**, un site de typologie rurale régionale a été prioritairement recherché courant 2022 afin de pouvoir, à terme, disposer également de mesures de NO_x et de SO₂ pour l'évaluation des niveaux pour la protection de la végétation.

On peut observer sur la [Figure 19](#) que la « zone rurale » (en vert), rassemblant les critères d'implantation pour la définition d'un site de typologie rurale régionale, est très limitée dans cette ZAR ; elle est localisée autour de l'agglomération de Chambéry, dans les massifs montagneux environnants (Bauges à l'Est et Chartreuse au Sud). **Une mesure d'étude a donc été effectuée sur l'année 2023 avec le site « Bauges Ouest ».**

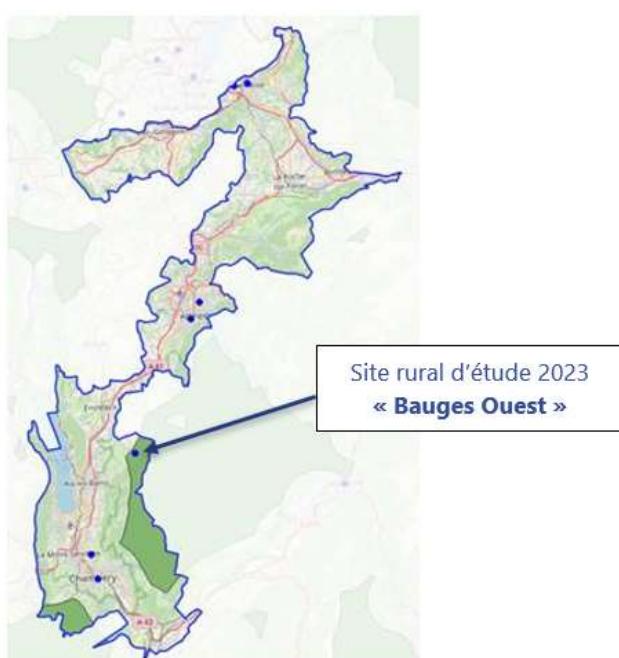


Figure 19 : Localisation du site d'étude 2023 Bauges Ouest

La période estivale 2023 a plutôt été propice à la formation de l'ozone même si les niveaux sont inférieurs à 2022, mais les résultats concernant ce site ont été décevants :

Site	Bauges Ouest	Chambéry-Pasteur	Chambéry-le-Haut	Annecy-Loverchy	Annecy-Novel	Grésivaudan PU	Grenoble PU Sud	Casset
Typologie	Rurale régionale	Urbaine (centre-ville)	Urbaine (hors centre-ville)	Urbaine	Urbaine	Péri-urbaine	Péri-urbaine	Rurale nationale
AOT40 2023	11 663	14 648	17 065	11 776	16 283	19 559	12 747	23 967
Moyenne annuelle	63	47	60	43	52	45	51	91
Jours avec moy. 8h > 120	10	12	22	7	11	28	12	19
Heure max	147	152	157	139	143	170	171	169

La moyenne annuelle assez élevée de « Bauges Ouest » met en évidence un comportement de site rural (valeurs plus fortes que pour les sites urbain/périurbain). Pour autant, les autres statistiques ont des résultats faibles par rapport à l'attendu, surtout l'AOT40. Un AOT40 de site rural régional ne devrait pas être dans les mêmes ordres de grandeurs qu'un site urbain comme Annecy Loverchy.

L'idée d'un site de typologie rurale régionale a été abandonnée et le site d'étude 2024 (Argonay) a été choisi avec une typologie périurbaine, dans une zone présentant des valeurs d'AOT40 élevée selon la modélisation annuelle 2023.

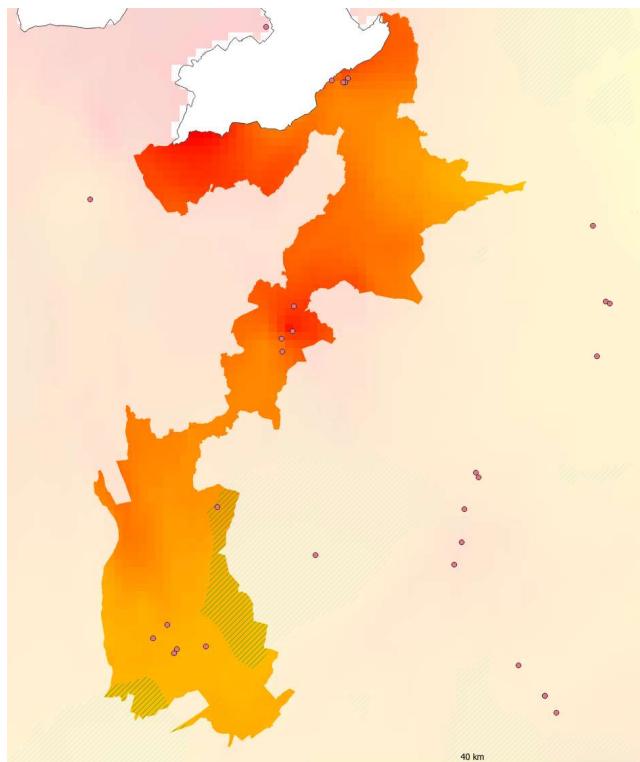


Figure 20 : Localisation du site d'étude 2024 « Argonay » et AOT40 (moyenne 5 ans)

La période estivale 2024 n'a pas été propice à la formation d'ozone et les statistiques d'un site MERA (rural national) comme le Casset en témoignent avec notamment un AOT40 qui a presque été divisé par 2 par rapport à l'année précédent et reste sous la valeur cible 18 000.

Site	Argonay	Chambéry-Pasteur	Chambéry-le-Haut	Annecy-Loverchy	Annecy-Novel	Grésivaudan PU	Grenoble PU Sud	Casset
Typologie	Péri-urbaine	Urbaine (centre-ville)	Urbaine (hors centre-ville)	Urbaine	Urbaine	Péri-urbaine	Péri-urbaine	Rurale nationale
AOT40 2024	7911	4429	--	5588	9711	--	3247	13597
Moyenne annuelle	51	43	--	40	51	--	42	87
Jours avec moy. 8h > 120	4	0	--	3	6	--	0	10
Heure max	133	131	--	130	140	--	135	144

Les statistiques du site d'étude 2024 sont en-dessous de celles d'un site de typologie urbaine comme Novel, ce qui est contraire à l'attendu. Au vu de ces résultats décevants, notamment liés aux conditions météorologiques particulières à l'année 2024, la mesure d' O_3 reste en place en 2025.

ZAR de la Vallée de la Tarentaise

En ce qui concerne la non-conformité liée à l'ozone dans la **ZAR de la Vallée de la Tarentaise**, la zone « rurale » (en vert) est également limitée géographiquement.



Figure 21 : Localisation du site d'étude 2023 O3 en Tarentaise (Aigueblanche) et AOT40 2023 (moyenne 5 ans)

Les valeurs les plus importantes d'AOT40 5 ans se trouvent autour d'Albertville. Dans cette unité urbaine d'un peu plus de 40.000 habitants, la différence de concentrations d'ozone entre un site de typologie urbaine et un autre de typologie périurbaine est rarement significative.

Dans le cadre du déplacement du site de « La Léchère » (pour pallier la non-conformité de typologie pour la mesure de BaP), un site périurbain a été créé à Aigueblanche en 2025. Il accueillera, à terme, une mesure d' O_3 . Cependant, le nouveau zonage (zonage 2027), voit la fusion de la ZAR de la Tarentaise avec la ZR, faisant disparaître *de facto* la non-conformité d'ozone.