



**CAMPAGNE QUINQUENNALE D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR**  
**Revue des régimes de surveillance de la ZAS d'Avignon et cartographie NO<sub>2</sub>**

22/09/2023

**Date de parution**

Septembre 2023

**Contact**

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier

Pilote de projet : Yann Channac Mongredien

**Références**

AFI-000079 / Carto84\_2022-01 / YCM-SMR-ERT

## Résumé

### ▶ Une campagne intégrée dans le dispositif de surveillance d'AtmoSud

Tous les 5 ans au minimum, AtmoSud doit vérifier la conformité réglementaire de chaque Zone Administrative de Surveillance de la région pour les polluants dont la mesure en continue n'est pas requise. Ainsi des campagnes de mesures sont organisées chaque année sur les différents territoires de la région, à tour de rôles. Ces campagnes ont également comme objectif de participer au processus d'amélioration continue des cartographies à fine échelle, en allant mesurer les concentrations de NO<sub>2</sub> et/ou de particules fines dans les endroits où des observations sur le terrain sont les plus nécessaires. En 2022, AtmoSud a ainsi mené une campagne de mesures par tubes passifs en 63 points répartis sur le territoire de la ZAS d'Avignon.

### ▶ Une conformité réglementaire confirmée pour la surveillance de 8 polluants

Les résultats de mesures de cette campagne confirment que les concentrations de benzène, dioxyde de soufre, benzo(a)pyrène, arsenic, cadmium, nickel et plomb restent suffisamment faibles sur la zone d'Avignon pour ne pas nécessiter une surveillance permanente.

Un prochain point de contrôle doit avoir lieu d'ici 5 ans, qui devra tenir compte des nouvelles exigences réglementaires européennes à venir.

### ▶ De nouvelles données pour améliorer la carte annuelle de NO<sub>2</sub>

Les mesures réalisées permettent de préciser la variabilité spatiale du NO<sub>2</sub> sur l'agglomération d'Avignon, notamment dans les zones dont l'urbanisme est en pleine mutation.

Ces nouvelles données vont être utilisées pour améliorer la justesse des futures cartes annuelles à fine échelle, et par conséquent, pour améliorer la précision des calculs d'exposition des populations.

## **REMERCIEMENTS**

AtmoSud remercie les acteurs locaux pour leur collaboration sur la stratégie d'échantillonnage, notamment concernant le partage des évolutions récentes d'aménagements locaux et les retours d'utilisation des cartographiques de qualité de l'air d'AtmoSud.

## **PARTENAIRES**

Communauté d'Agglomération du Grand Avignon  
Ville d'Avignon

## **AUTEURS DU DOCUMENT**

Rédaction : Yann Channac – AtmoSud  
Vérification : Alexis Stepanian – AtmoSud  
Validation : Edwige Révélat - AtmoSud

## SOMMAIRE

I	Contexte .....	5
II	Zone Administrative de Surveillance ZAS d'Avignon.....	6
III	Un plan d'échantillonnage à l'échelle de la ZAG Avignon.....	7
IV	Résultats de mesures .....	8
IV.1	Méthodologie d'estimations des moyennes annuelles .....	8
IV.2	NO <sub>2</sub> .....	9
IV.3	BTEX.....	13
IV.4	SO <sub>2</sub> .....	14
IV.5	HAP .....	14
IV.6	Métaux.....	14
V	Conclusion .....	17

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS.....	21
--	----

## I CONTEXTE

L'arrêté du 16 avril 2021<sup>1</sup> pose le cadre du dispositif de surveillance de la qualité de l'air ambiant en France. Il précise notamment la stratégie et les moyens à mettre en œuvre pour surveiller efficacement la qualité l'air dans des zones prédéfinies et homogènes en termes de pollution appelées Zones Administratives de Surveillance (ZAS).

La stratégie d'évaluation de la qualité de l'air définie sur chaque ZAS, aussi appelée Régime de surveillance, est établie en fonction des niveaux de concentrations de polluants attendus dans la ZAS en question. Ces niveaux sont déterminés, pour chacun des polluants réglementés dans l'air ambiant, lors d'une première évaluation préliminaire, puis revus régulièrement.

AtmoSud revoit périodiquement les niveaux dans les ZAS de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur lors de campagnes de mesures des polluants par tubes passifs qui se déroulent tous les 5 ans pour assurer une rotation régulière sur l'ensemble des ZAS. En fonction des résultats de ces campagnes quinquennales, AtmoSud modifie si besoin le régime de surveillance dans la ZAS concernée.

En 2022, la campagne quinquennale a concerné le département du **Vaucluse et la partie gardoise du Grand Avignon**, avec deux objectifs :

- Revoir les régimes de surveillance de la ZAS : zone à risques – agglomération (ZAG) d'Avignon ;
- Améliorer la partie vaclusienne / Grand Avignon de la cartographie régionale de la qualité de l'air haute résolution (25m).

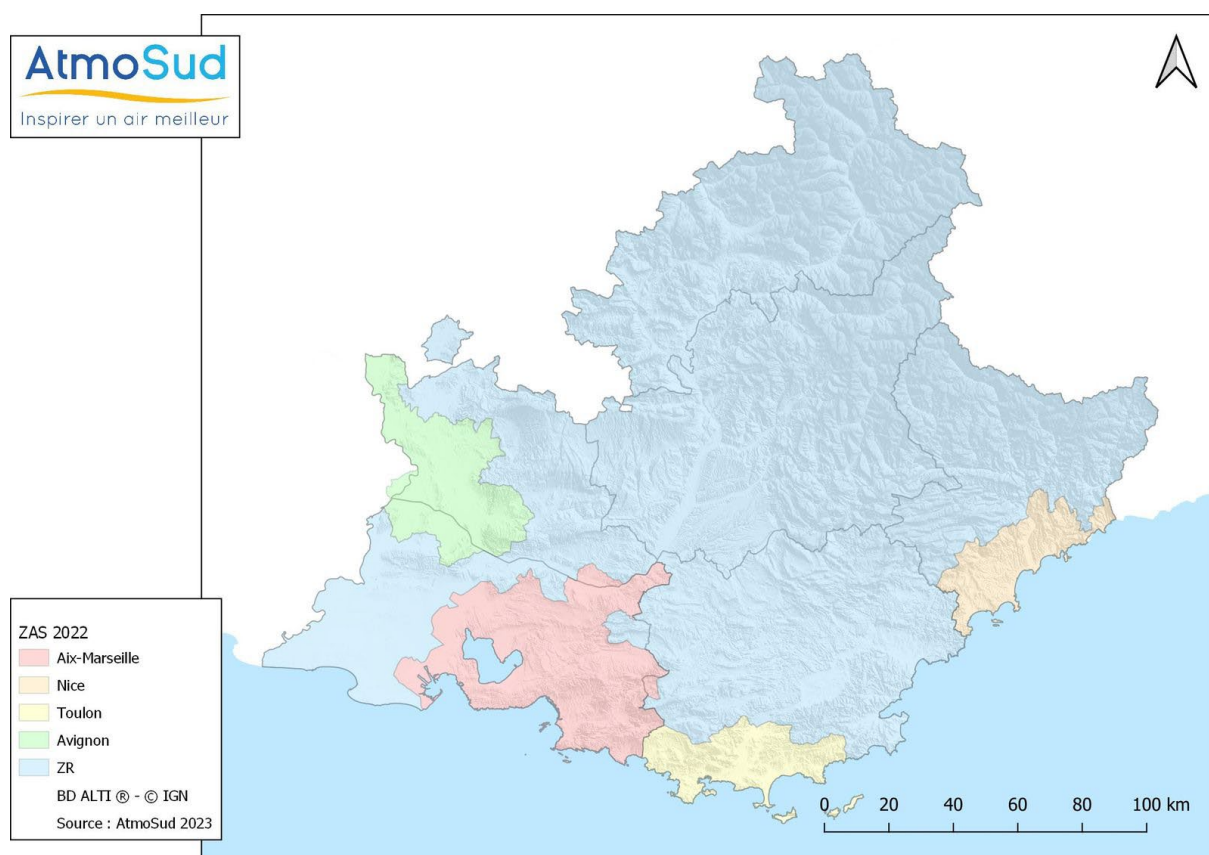


Figure 1 : ZAS de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur définies par AtmoSud

<sup>1</sup> [Arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant](#)

## II ZONE ADMINISTRATIVE DE SURVEILLANCE ZAS D'AVIGNON

Depuis le 9 mars 2022, un nouveau zonage national est mis en place<sup>2</sup>. Les zones administratives de surveillance sont classées en trois catégories :

- Zone à risques – agglomération (ZAG) qui comporte une agglomération de plus de 250 000 habitants, telle que définie par l'arrêté prévu à l'article L. 222-4 du code de l'environnement, ou ayant une densité d'habitants au kilomètre carré supérieure à un seuil établi par le ministère chargé de l'environnement ;
- Zone à risques – hors agglomération (ZAR) qui ne répond pas aux critères des ZAG et dans lesquelles les normes de qualité de l'air mentionnées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement ne sont pas respectées ou risquent de ne pas l'être ;
- Zone régionale (ZR) qui s'étend sur le reste du territoire de la région.

Avec 497 850 habitants (population légale 2019), la ZAS d'Avignon est classée en :

**Zone à risques – agglomération (ZAG).**

La ZAG d'Avignon s'étend sur 1 614 km<sup>2</sup> et englobe les communes suivantes (selon l'arrêté du 9/3/22) : Althen-des-Paluds, Angles (Les), Aubignan, Avignon, Barbentane, Beaumes-de-Venise, Beaumettes, Bollène, Bédarrides, Cabannes, Cabrières-d'Avignon, Caderousse, Caromb, Carpentras, Caumont-sur-Durance, Cavaillon, Cheval-Blanc, Châteauneuf-de-Gadagne, Châteauneuf-du-Pape, Châteaurenard, Courthézon, Entraigues-sur-la-Sorgue, Eygalières, Eyragues, Fontaine-de-Vaucluse, Gordes, Goult, Graveson, Isle-sur-la-Sorgue (L'), Jonquerettes, Jonquières, Lagnes, Lamotte-du-Rhône, Lapalud, Loriol-du-Comtat, Maillane, Maubec, Mazan, Modène, Mollégès, Mondragon, Monteux, Morières-lès-Avignon, Mornas, Ménerbes, Noves, Oppède, Orange, Orgon, Pernes-les-Fontaines, Piolenc, Plan-d'Orgon, Pontet (Le), Robion, Rognonas, Saint-Andiol, Saint-Didier, Saint-Pantaléon, Saint-Saturnin-lès-Avignon, Sarriens, Saumane-de-Vaucluse, Sorgues, Taillades, Thor (Le), Vedène, Velleron, Verquières, Villeneuve-lès-Avignon.

Pour définir le régime et dimensionner la surveillance dans la ZAS d'Avignon, les niveaux de polluants réglementés sont comparés aux Seuils d'évaluation inférieurs (SEI) et supérieurs (SES). Elaborée sur la base des précédentes évaluations des niveaux de polluants dans la ZAS, la surveillance mise en place est présentée dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Surveillance actuelle de la qualité de l'air dans la ZAS d'Avignon  
Niveaux de concentration – Régime de surveillance – Equipements de mesure

Polluants règlementés	Situation par rapport aux seuils d'évaluation	Régime de surveillance	Nombre de points fixes Exigés/mis en œuvre
Particules PM <sub>2,5</sub> / PM <sub>10</sub>	Niveaux >SES	Mesure Fixe et modélisation	3 / 5
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Niveaux >SEI	Mesure Fixe et modélisation	1 / 3
Anhydride sulfureux (SO <sub>2</sub> )	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Benzène (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Monoxyde de carbone (CO)	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Plomb (Pb)	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Arsenic (As)	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Cadmium (Cd)	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Nickel (Ni)	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Benzo(a)pyrène	Niveaux <SEI	Estimation objective	-
Ozone (O <sub>3</sub> )	Niveaux >SES	Mesure Fixe et modélisation	1 / 2

<sup>2</sup> Arrêté du 9 mars 2022 relatif au découpage des régions en zones administratives de surveillance de la qualité de l'air ambiant

### III UN PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE A L'ECHELLE DE LA ZAG AVIGNON

Plusieurs objectifs sont suivis dans le cadre de ce plan d'échantillonnage :

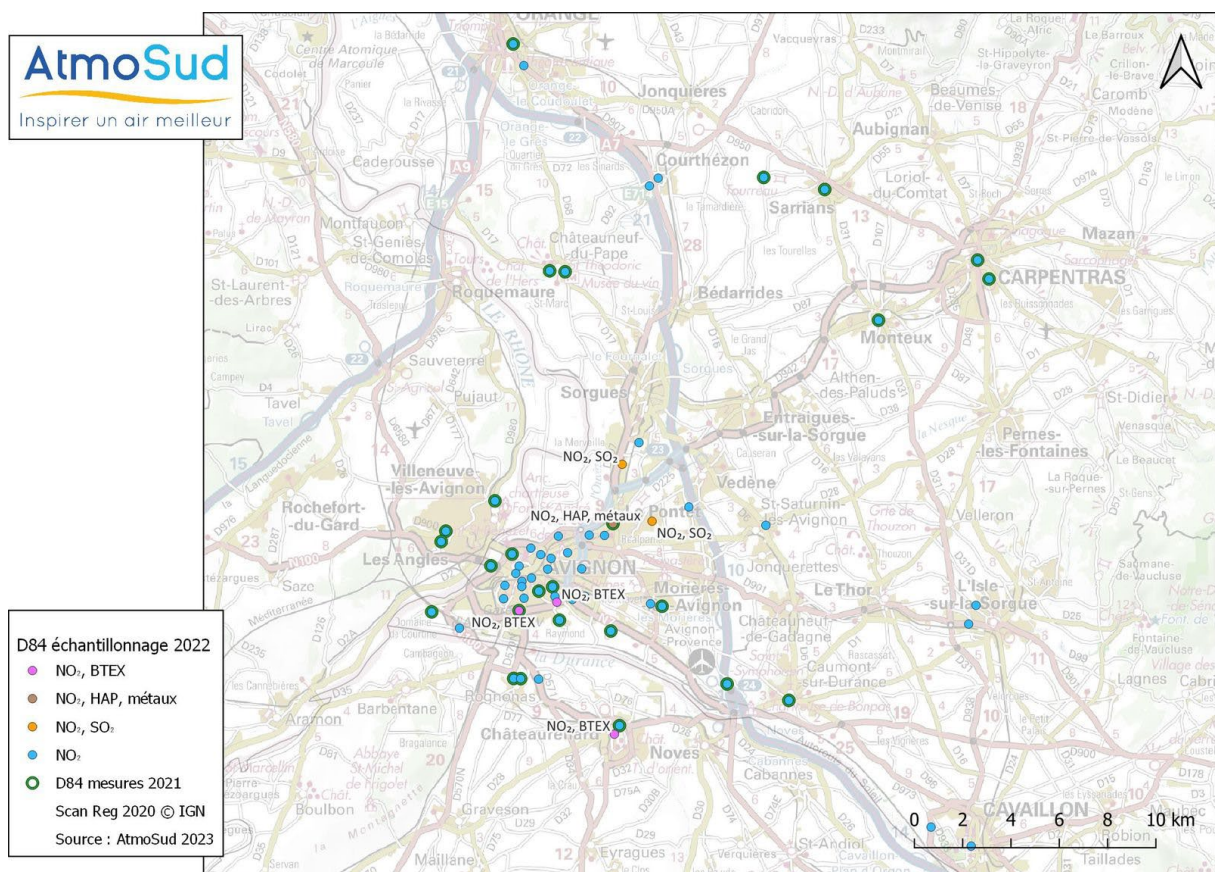
- Mesurer sur les sites avec les concentrations présumées les plus élevées et/ou représentatives de la plus forte densité de la population (selon les critères réglementaire) ;
- Mesurer sur les zones où la cartographie moyenne annuelle possède une incertitude la plus forte, soit par manque de mesures récentes, soit à cause d'un changement d'activités sur la zone depuis les dernières mesures (modification d'urbanisme...).

#### Zoom spécifique dans la zone « Plan Faubourg » d'Avignon et dans la partie Gardoise du Grand Avignon

Le Grand Avignon étant adhérent/partenaire d'AtmoSud (et la Ville d'Avignon également par filiation), des points de mesures ont été placés pour répondre aux enjeux spécifiques de ces territoires :

Dans la partie Gardoise du Grand Avignon pour améliorer les connaissances sur la qualité de l'air locale et atteindre le même niveau de représentativité de la modélisation que sur le reste du territoire du Grand Avignon

Dans la zone « Plan Faubourg » au Sud de la ville d'Avignon pour mieux caractériser la qualité de l'air en lien avec les évolutions récentes du plan de circulation dans la zone





Les mesures ont eu lieu du 1<sup>er</sup> au 29 juin et du 23 novembre au 21 décembre 2022 (Figure 2 ci-dessus). Durant ces périodes, des tubes à diffusion ont été déployés sur :

- 63 sites pour le NO<sub>2</sub> ;
- 3 sites pour les BTEX, dont le benzène (station Avignon / Charles de Gaulle, Avignon - Boulevard St Roch et Châteaurenard - avenue de la Libération) ;
- 2 sites pour le SO<sub>2</sub> (Le Pontet - rue des Tonneliers et Vedène - chemin de la Banastière).

Des prélèvements par filtres ont également été effectués sur le site permanent Le Pontet, pour la mesure en laboratoire des :

- Métaux, dont l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb ;
- HAP, dont le benzo(a)pyrène.

## **IV RESULTATS DE MESURES**

### **IV.1 Méthodologie d'estimations des moyennes annuelles**

Les valeurs de référence sont généralement exprimées en valeur annuelle (moyenne, nombre de dépassements...).

Les données de cette campagne 2022 sont issues de prélèvements plus courts : 2 mois pour les tubes à diffusion, et des filtres régulièrement répartis sur l'année pour les métaux et HAP.

Les valeurs annuelles sont estimées à partir de ces mesures de trois manières différentes en fonction des enjeux, des exigences réglementaires et des méthodes de prélèvements.

#### ***IV.1.1 NO<sub>2</sub> – recherche de la variabilité spatiale***

Des mesures continues de NO<sub>2</sub> sont déjà présentes sur le territoire. La plus-value des mesures NO<sub>2</sub> de cette campagne est donc plus sur la variabilité spatiale des concentrations que sur l'estimation des niveaux maximums. Les concentrations de NO<sub>2</sub> attendues sont proches des valeurs réglementaires, ce qui implique une exigence de précision des concentrations estimées la plus élevée possible.

Les données brutes issues des tubes à diffusion passive sont corrigées de deux manières successives :

- par comparaison entre les mesures tubes et les mesures fixes sur les sites de mesures permanents ;
- par comparaison entre les mesures fixes durant la campagne et les mesures fixes annuelles.

Ainsi, les moyennes annuelles estimées à partir des deux mois de mesures comparables avec les moyennes annuelles issues des mesures fixes au regard des valeurs de référence, dans la limite de l'incertitude associée aux mesures indicatives (30%, contre 10% pour les mesures fixes).

#### ***IV.1.2 BTEX, SO<sub>2</sub> – recherche de la conformité réglementaire (tubes)***

Les concentrations attendues pour ces polluants sont a priori faibles et plus basses que leurs seuils d'évaluation inférieurs. Par ailleurs, il n'y a pas de mesure permanente de ces polluants sur cette zone. La méthodologie utilisée dans ce cas pour l'estimation de la moyenne annuelle est une simple moyenne des mesures réalisées en hiver et en été.

#### ***IV.1.3 Métaux, HAP – recherche de la conformité réglementaire (filtres)***

Le nombre de points et les méthodes de prélèvements et de mesures pour ces polluants sont les mêmes que pour les sites permanents :

- 16% de l'année pour les HAP, correspondant à une mesure indicative ;
- 52% de l'année pour les métaux, correspondant à une mesure fixe.

Ainsi, la moyenne annuelle est calculée par simple moyennes des mesures individuelles, comme pour les sites permanents.



## IV.2 NO<sub>2</sub>

Les concentrations moyennes estimées pour l'année 2022 à partir des mesures par tubes sont comprises entre 6 et 32 µg/m<sup>3</sup>, avec une moyenne de 17 µg/m<sup>3</sup> (Figure 3).

La valeur limite actuelle (40 µg/m<sup>3</sup>) est respectée partout, mais la future valeur limite 2030<sup>3</sup> (20 µg/m<sup>3</sup>) est dépassé sur 14 des 63 sites de mesures. L'objectif qualité de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>) est dépassé sur 59 des 63 sites. Le seuil d'évaluation supérieur (32 µg/m<sup>3</sup>) est égalé, mais pas dépassé.

Sur les 26 points de mesures déjà échantillonnés sur les campagnes précédentes, les niveaux estimés pour 2022 sont en moyenne légèrement supérieurs à l'estimation 2021 (Tableau 2 et Figure 7). Ceci est cohérent avec l'augmentation observée sur les sites permanents de la région, avec une hausse imputable pour partie à la variabilité météorologique d'une année sur l'autre, et pour partie également à la reprise d'activité post-COVID.

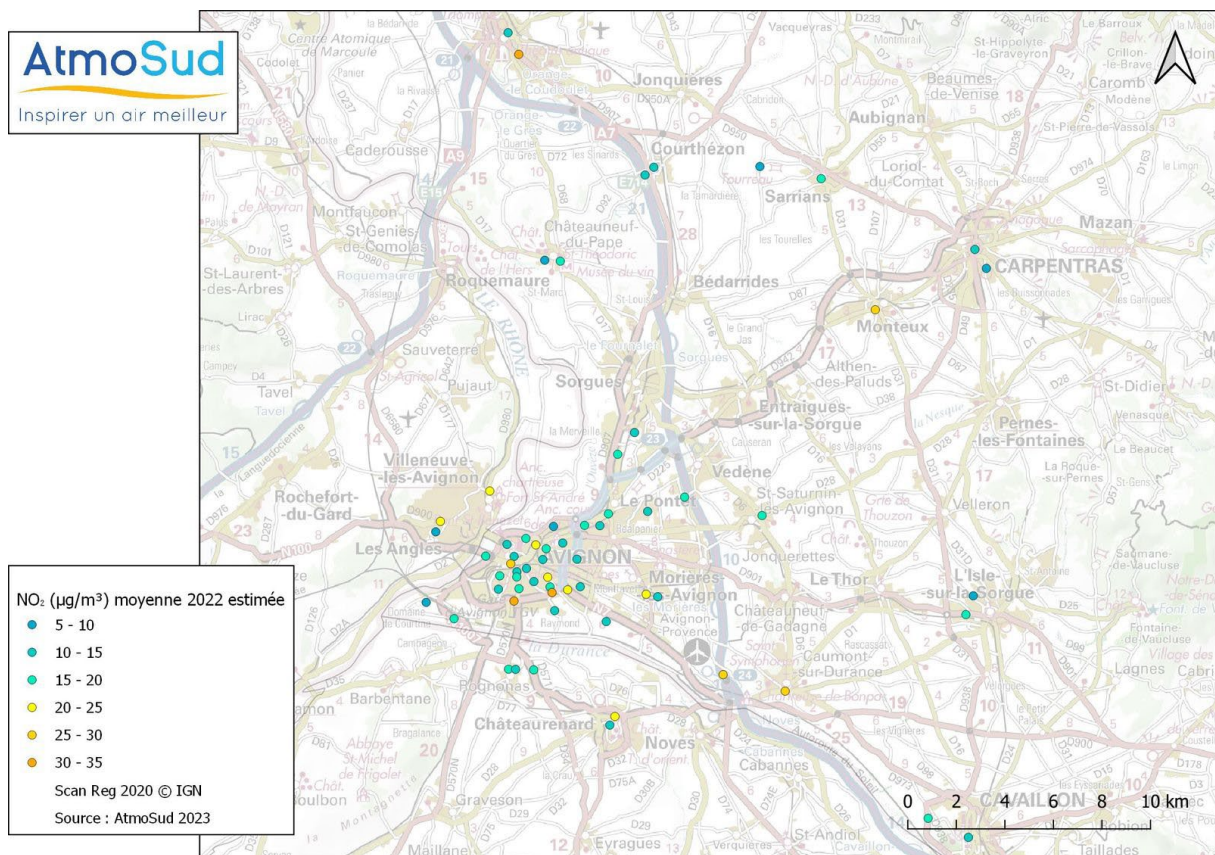


Figure 3 : Emplacements des mesures NO<sub>2</sub> et estimation des moyennes annuelles 2022

<sup>3</sup> Seuil proposé dans la version d'octobre 2022 de la directive proposée par la commission européenne : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/HIS/?uri=CELEX:52022PC0542&qid=1675348402419>

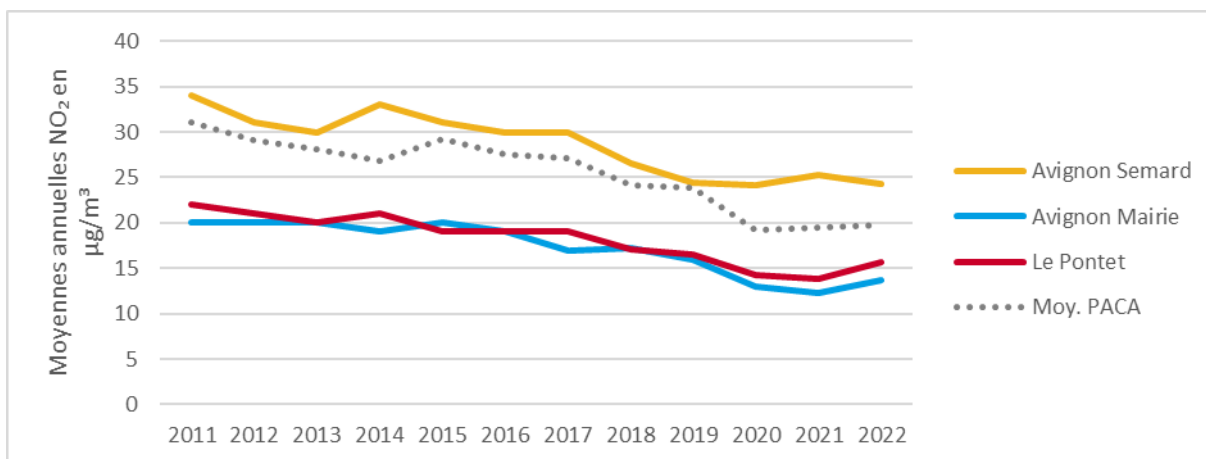


Figure 4 : Tendence d'évolution des concentrations de NO<sub>2</sub> sur les sites permanents d'Avignon et moyenne régionale

En revanche, les concentrations estimées sont inférieures aux concentrations 2021 modélisées dans le cadre de la cartographie fine échelle, notamment dans le centre d'Avignon et la zone Plan Faubourg (Figure 5 et Figure 7). Cet écart s'explique probablement par une baisse des niveaux plus rapide localement que la tendance régionale, en lien avec les modifications d'urbanisme en cours sur l'agglomération (tramway, changement du plan de circulation...). Cet écart souligne la nécessité de mettre à jour régulièrement les modélisations sur les zones qui font l'objet de modifications significatives de leurs sources d'émissions.

La cartographie 2022 réalisée en 2023 a pu prendre en compte des résultats de mesure, et se rapproche davantage de la réalité de terrain (Figure 6). Les calculs qui découlent de ces cartes, comme l'exposition des populations, seront également plus juste.

Les concentrations de NO<sub>2</sub> baissent plus rapidement à Avignon que la moyenne régionale, en 2022 par rapport aux campagnes de mesures précédentes.

Les mesures de la campagne de 2022 ont été utilisées pour améliorer la cartographie modélisée 2022, ainsi que les calculs d'exposition des populations.

Tableau 2 : Concentrations annuelles NO<sub>2</sub> estimées (en µg/m<sup>3</sup>)

Site	Coordonnée X (L93)	Coordonnée Y (L93)	Estimation 2022 (à partir des deux mois de mesures)	Estimation 2021 (à partir des campagnes précédentes)	Modélisation 2021
1	841504	6316006	7	9	9
2	864044	6316279	7		11
3	864111	6330551	12	14	14
4	864582	6329770	8	9	10
5	848922	6315216	11	10	11
6	845125	6317901	14		36
7	844987	6317598	30		36
8	845611	6318643	17		20
9	845242	6317267	14		21
10	845328	6316573	18		27
11	847852	6316651	13		18
12	848660	6319167	13		16
13	844482	6316552	15		17
14	847716	6317786	13		16
15	846307	6317774	13		15
16	846608	6316645	16		15
17	846749	6319138	9		15
18	849394	6322109	18		20
19	852152	6320344	19		23
20	850088	6323005	12		15
21	850628	6319755	13		15
22	848029	6319180	20		39
23	847332	6316525	23		40
24	844535	6317100	18		25
25	845635	6317405	15		23
26	846447	6318218	19		29
27	849070	6310950	14		16
28	849281	6311305	25	19	20
29	850523	6333619	15		21
30	850882	6333939	11		15
31	842654	6315333	18		23
32	845933	6313227	16		27
33	862183	6307109	17		25
34	856294	6312349	27	17	22
35	846020	6318375	25		31
36	845319	6338591	31		44
37	855341	6319586	19		24
38	853737	6313029	29	26	34
39	860007	6328067	26	20	21
40	846688	6316410	32		32
41	845122	6316060	32	27	35
42	847030	6330068	17	15	16
43	844878	6339484	11	6	6
44	863738	6315503	16		23
45	863844	6306325	11		10
46	844899	6313254	16	14	16
47	845186	6313247	11	11	11
48	857778	6333469	17	17	21
49	855253	6333968	6	8	8
50	846389	6330107	10	7	7
51	841898	6318914	8	9	10
52	842090	6319344	23	19	36
53	846511	6317043	24	25	28
54	844835	6318396	14	12	12
55	849012	6319657	16	14	13
56	843956	6317913	20	20	10
57	846795	6315665	12	12	13
58	851044	6316240	11	11	11
59	850566	6316341	22		17
60	844124	6320597	21	15	16
61	847131	6318453	15		15
62	845236	6317054	17		32
63	845941	6316865	14	14	14



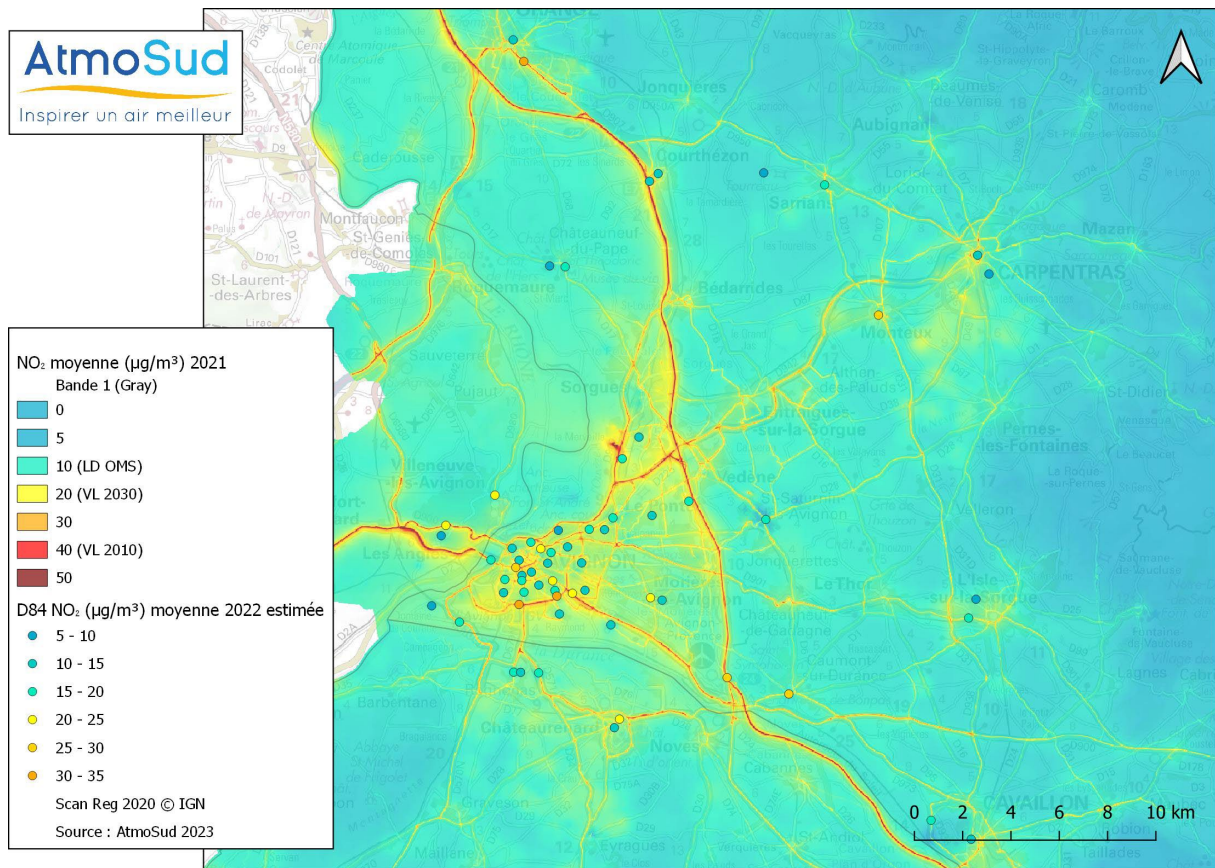


Figure 5 : Comparaison des concentrations de NO<sub>2</sub> modélisées sur 2021 et estimées sur 2022 à partir des mesures

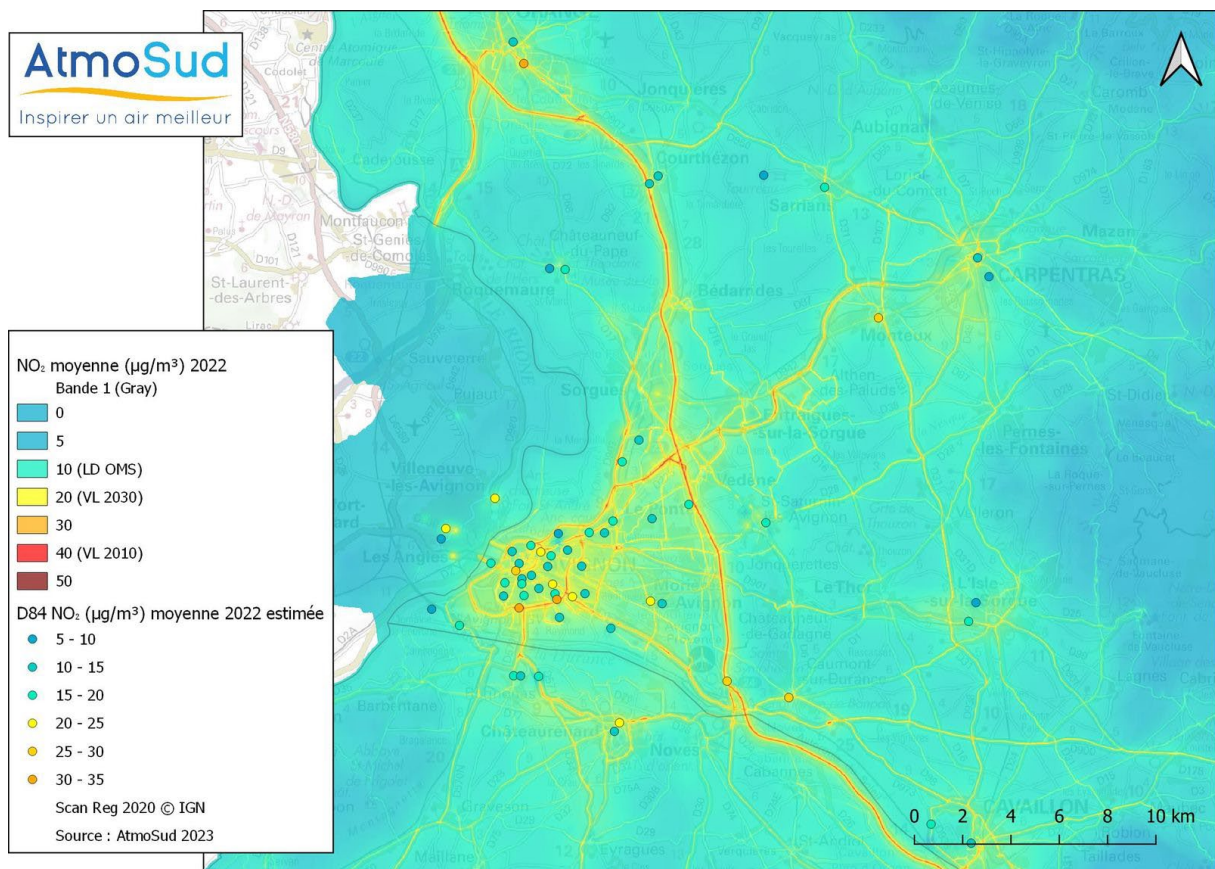


Figure 6 : Comparaison des concentrations de NO<sub>2</sub> estimées sur 2022 à partir des mesures et modélisées sur 2022 en assimilant les données de mesures (le Gard est encore en cours de recalcul)



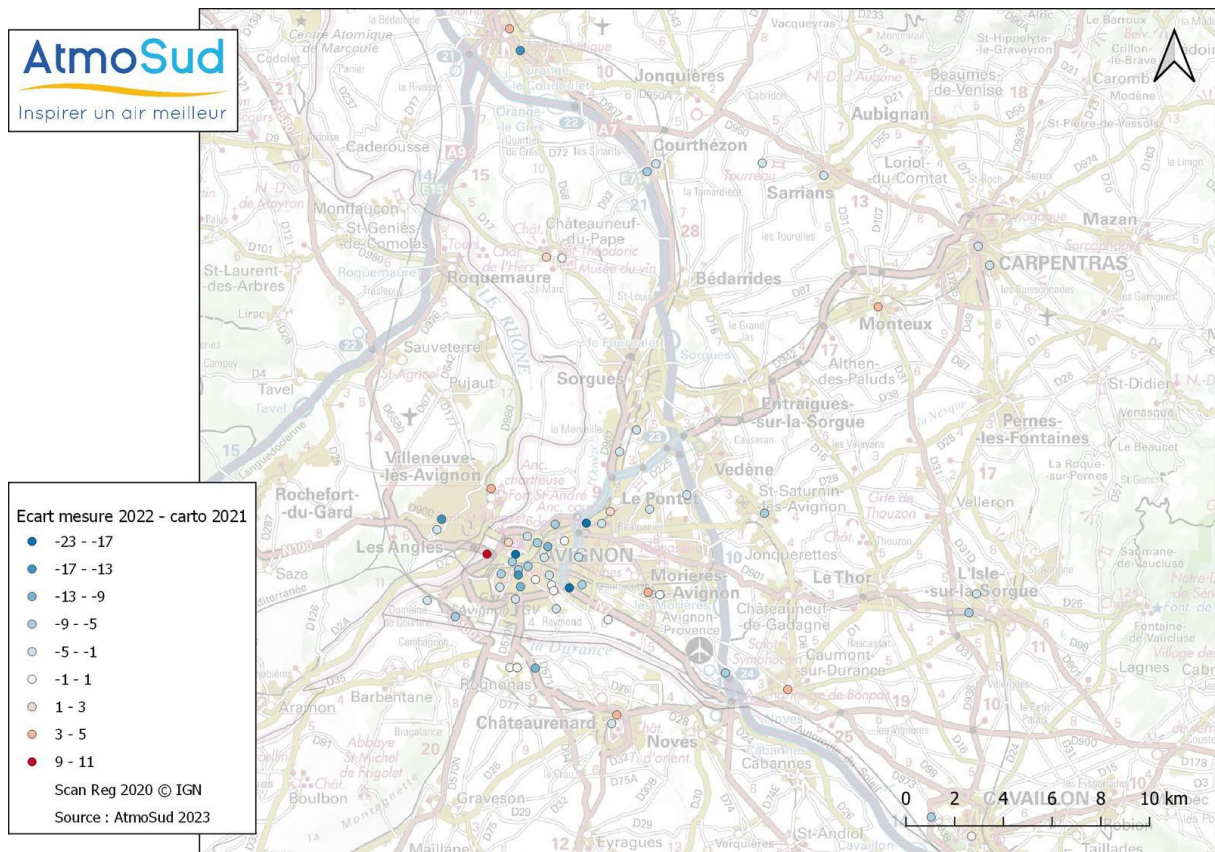


Figure 7 : Différence des concentrations de NO<sub>2</sub> estimées pour 2022 et modélisées sur 2021

### IV.3 BTEX

Les concentrations de BTEX mesurées durant la campagne sont faibles et inférieures aux valeurs de référence pour le benzène (Tableau 3). Les concentrations continuent à baisser progressivement depuis le début des mesures (1.3-1.9 µg/m<sup>3</sup> en 2004, 1.0-1.1 µg/m<sup>3</sup> en 2013, 0.8 µg/m<sup>3</sup> en 2022).

Tableau 3 : Concentrations moyennes de BTEX mesurées durant la campagne 2022

En µg/m <sup>3</sup>	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	O-xylène	M,P-xylènes
Avignon – Station CDG	0.72	1.18	0.22	0.31	0.84
Avignon – Bd St Roch	0.85	1.40	0.26	0.36	0.80
Chateaufrenard – Av de la Libération	0.76	1.84	0.37	0.52	1.24
<i>Valeur limite annuelle</i>	5				
<i>Future valeur limite 2030</i>	3.4				
<i>Objectif de qualité annuel</i>	2				
<i>Seuil d'évaluation inférieur</i>	2				

Les concentrations de BTEX restent inférieures aux seuils justifiant une surveillance permanente.

#### IV.4 SO<sub>2</sub>

Les concentrations de SO<sub>2</sub> mesurées durant la campagne sont systématiquement inférieures à la limite de détection de la méthode de mesure (0.5 µg/m<sup>3</sup>), et largement inférieures aux valeurs de référence pour ce polluant (Tableau 4). Le seuil d'évaluation inférieur, au-dessus duquel la mesure continue est obligatoire, est de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 fois par an.

Tableau 4 : Concentrations moyennes de SO<sub>2</sub> mesurées durant la campagne 2022

En µg/m <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub>
Le Pontet – rue des Tonneliers	0.21
Vedène – chemin de la Banastière	0.21
<i>Future valeur limite 2030</i>	20
<i>Seuil d'évaluation inférieur</i>	50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne journalière, max 3/an

Les concentrations de SO<sub>2</sub> restent inférieures aux seuils justifiant une surveillance permanente.

#### IV.5 HAP

Les concentrations de benzo(a)pyrène sont largement inférieures à la Valeur Cible annuelle (Tableau 5). Les concentrations des autres HAP sont basses également, proches des niveaux mesurés sur les sites permanents avec des niveaux de B(a)P similaires.

Le seuil d'évaluation inférieur, au-dessus duquel la mesure continue est obligatoire, est de 0.4 ng/m<sup>3</sup> de BaP en moyenne annuelle.

Tableau 5 : Concentrations moyennes de HAP mesurées durant la campagne 2022 sur la station Le Pontet

Polluant (en ng/m <sup>3</sup> )	Moyenne	Max. journalier	Valeur cible	Seuil d'évaluation inférieur
Benzo(a)pyrene	0.24	2.37	1	0.4
Benzo(a)anthracene	0.15	1.78		
Dibenzo(ah)Anthracene	0.02	0.20		
Benzo(b)fluoranthene	0.30	2.52		
Benzo(j)fluoranthene	0.18	1.21		
Benzo(k)fluoranthene	0.14	1.22		
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0.24	1.77		
Chrysene	0.21	2.30		
Benzo(ghi)Perylene	0.24	1.82		
Benzo(e)pyrene	0.21	1.36		

Les concentrations de HAP restent inférieures aux seuils justifiant une surveillance permanente.

#### IV.6 Métaux

Les concentrations de métaux sont largement inférieures à leurs valeurs de référence respectives (

Tableau 6).

Les concentrations de métaux restent inférieures aux seuils justifiant une surveillance permanente.



Tableau 6 : Concentrations moyennes de métaux mesurées durant la campagne 2022 sur la station Le Pontet

Polluant (en ng/m <sup>3</sup> )	Moyenne	Max. journalier	Valeur cible/limite	Seuil d'évaluation inférieur
Arsenic	0.44	1.04	6 (cible)	2.4
Cadmium	0.13	1.13	5 (cible)	2
Nickel	0.77	2.12	20 (cible)	10
Plomb (µg/m <sup>3</sup> )	0.00	0.01	0.5 (limite)	0.25
Aluminium	248.55	789.68		
Antimoine	1.45	3.18		
Argent	0.06	0.36		
Baryum	7.14	20.96		
Béryllium	0.02	0.04		
Bore	30.39	103.08		
Calcium	395.56	1560.00		
Cérium	0.34	1.10		
Césium	0.08	0.32		
Chrome	3.51	12.05		
Cobalt	0.10	0.29		
Cuivre	9.63	23.31		
Etain	2.01	5.85		
Fer	345.63	870.66		
Gallium	0.24	0.91		
Lanthane	0.22	0.54		
Lithium	0.23	0.64		
Magnésium	125.18	298.68		
Manganèse	5.82	14.97		
Mercure	0.01	0.03		
Molybdène	0.40	0.82		
Palladium	0.10	0.49		
Platine	0.01	0.01		
Potassium (µg/m <sup>3</sup> )	0.20	0.48		
Rubidium	0.73	2.12		
Scandium	0.53	2.06		
Sélénium	0.45	0.89		
Sodium	597.21	2194.37		
Strontium	3.07	5.90		
Tellure	0.12	0.51		
Thallium	0.13	0.14		
Titane	8.52	27.80		
Uranium	0.14	0.76		
Vanadium	0.79	2.72		
Zinc	15.11	34.55		
Zirconium	5.19	31.30		

## V CONCLUSION

Cette campagne avait un double objectif :

- Premièrement, vérifier la conformité réglementaire des concentrations de polluants dont les niveaux sont trop faibles pour nécessiter une surveillance permanente ;
- Deuxièmement, documenter les concentrations de NO<sub>2</sub> dans les zones où la cartographie fine échelle de ce polluant est marquée par les plus fortes incertitudes.

Les mesures ont eu lieu en 2022 durant les saisons chaudes (juin) et froides (décembre) afin d'être représentatives d'une année complète. 63 points de mesure ont été échantillonnés pour le NO<sub>2</sub>, et entre 1 et 3 points pour les autres polluants (SO<sub>2</sub>, benzène, métaux et HAP).

Les concentrations moyennes estimées à partir des mesures de cette campagne permettent de montrer que **les niveaux de NO<sub>2</sub> baissent plus rapidement que la moyenne régionale** sur de nombreux points de l'agglomération d'Avignon. Les concentrations de NO<sub>2</sub> sur la zone du Plan Faubourg, notamment ont baissé plus rapidement en 2022 que le tendancier calculé à partir des campagnes précédentes. Ces données ont été utilisées afin **d'améliorer la cartographie fine échelle de 2022**, ainsi que les calculs d'exposition des populations au NO<sub>2</sub> qui en découlent.

Concernant les polluants dont les concentrations étaient déjà inférieures au seuil à partir duquel la mesure permanente est obligatoire (**BTEX, SO<sub>2</sub>, BaP, métaux**), les niveaux restent bas et sont stables ou en baisse. **Le dispositif de surveillance n'a pas besoin d'être renforcé pour ces paramètres.**

Une nouvelle campagne de mesure devra être programmée d'ici 5 ans afin de faire un nouveau point de contrôle sur l'agglomération. Elle permettra notamment d'anticiper les futures exigences pour 2030 qui pourraient apparaître avec la nouvelle directive européenne sur la qualité de l'air en cours de discussion.

## GLOSSAIRE

### Définitions

**Lignes directrices OMS :** Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

**Maximum journalier de la moyenne sur huit heures :** Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

**Pollution de fond et niveaux moyens :** La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

**Pollution de pointe :** La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

**Procédures préfectorales :** Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

**Seuil d'alerte à la population :** Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

**Seuil d'information-recommandations à la population :** Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

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

**Valeur cible :** Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

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

**Couche limite :** Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

**Particules d'origine secondaires :** Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les oxydes d'azote (NOx et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

**AOT 40 :** Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m<sup>3</sup> (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m<sup>3</sup> pour la période du 1<sup>er</sup> mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

**Percentile 99,8 (P 99,8) :** Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

## Sigles

**AASQA** : Association Agréés de Surveillance de la Qualité de l'Air

**ADEME** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

**ANTS** : Association Nationale des Techniques Sanitaires

**ARS** : Agence Régionale de Santé

**CSA** : Carte Stratégique Air

**CERC** : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

**DRAAF** : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

**DREAL** : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**EPCI** : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

**EQAIR** : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

**IARC** : International Agency for Research on Cancer

**ISA** : Indice Synthétique Air

**LCSQA** : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR** : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

**PCAET** : Plan climat air énergie territorial

**PDU** : Plan de Déplacements Urbains

**PLU** : Plan local d'Urbanisme

**PPA** : Plan de Protection de l'Atmosphère

**PRSA** : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

**SCoT** : Schéma de Cohérence Territoriale

**ZAS** : Zone Administrative de Surveillance

## Unité de mesures

**mg/m<sup>3</sup>** : milligramme par mètre cube d'air  
(1 mg = 10<sup>-3</sup> g = 0,001 g)

**µg/m<sup>3</sup>** : microgramme par mètre cube d'air  
(1 µg = 10<sup>-6</sup> g = 0,000001 g)

**ng/m<sup>3</sup>** : nanogramme par mètre cube d'air  
(1 ng = 10<sup>-9</sup> g = 0,000000001 g)

**TU** : Temps Universel

## Polluants

**As** : Arsenic

**B(a)P** : Benzo(a)Pyrène

**BTEX** : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

**C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>** : Benzène

**Cd** : Cadmium

**CO** : Monoxyde de carbone

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**COV** : Composés Organiques Volatils

**COVNM** : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

**HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

**ML** : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

**Ni** : Nickel

**NO / NO<sub>2</sub>** : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

**NOx** : Oxydes d'azote

**O<sub>3</sub>** : Ozone

**Pb** : Plomb

**PM non volatile** : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

**PM volatile** : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

**PM 10** : Particules d'un diamètre < 10 µm

**PM 2.5** : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

**SO<sub>2</sub>** : Dioxyde de soufre

### Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

#### Environnement d'implantation

- Implantation urbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- Implantation périurbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- Implantation rurale : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

#### Influence des sources

- Influence industrielle : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence trafic : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence de fond : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km<sup>2</sup>.

## ANNEXE 1 – SOURCES DE POLLUTION, EFFETS SUR LA SANTE, REGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS OMS

### Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
<b>O<sub>3</sub></b> <b>Ozone</b>	L'ozone (O <sub>3</sub> ) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé à partir des NO <sub>x</sub> et des COV.
<b>Particules en suspension (PM)</b>	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
<b>NO<sub>x</sub></b> <b>Oxydes d'azote</b>	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
<b>SO<sub>2</sub></b> <b>Dioxyde de soufre</b>	Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
<b>COV dont le benzène</b> <b>Composés organiques volatils</b>	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants... D'autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
<b>HAP</b> <b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s'effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
<b>CO</b> <b>Monoxyde de carbone</b>	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

## Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O <sub>3</sub> <b>Ozone</b>	Irritation des yeux Diminution de la fonction respiratoire	Agression des végétaux Dégradation de certains matériaux Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
<b>Particules en suspension</b>	Irritation des voies respiratoires Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires	Effets de salissures sur les bâtiments Altération de la photosynthèse
NO <sub>x</sub> <b>Oxydes d'azote</b>		Pluies acides Précurseur de la formation d'ozone Effet de serre Déséquilibre les sols sur le plan nutritif
SO <sub>2</sub> <b>Dioxyde de soufre</b>		Pluies acides Dégradation de certains matériaux Dégradation des sols
COV dont le benzène <b>Composés organiques volatils</b>	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Formation de l'ozone
HAP <b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>		Peu dégradables Déplacement sur de longues distances
<b>Métaux lourds</b>	Toxicité par bioaccumulation Effets cancérigènes	Contamination des sols et des eaux
CO <b>Monoxyde de carbone</b>	Prend la place de l'oxygène Provoque des maux de tête Létal à concentration élevée	Formation de l'ozone Effet de serre



## Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,

La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,

L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Durée d'exposition
O <sub>3</sub> Ozone	Seuil d'information- recommandations	180	Heure
	Seuil d'alerte	240	Heure
	Valeur cible		Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120	8 heures
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50	Jour
	Seuil d'alerte	80	Jour
	Valeurs limites	50	Jour (maximum 35 j / an)
		40	Année
Objectif de qualité	30	Année	
PM2.5 Particules	Valeur limite	25	Année
	Valeurs cibles	20	Année
	Objectif de qualité	10	Année
NO <sub>2</sub> Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	Année
SO <sub>2</sub> Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300	Heure
	Seuil d'alerte	500	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350	Heure (maximum 24h / an)
		125	Jour (maximum 3 j / an)
Objectif de qualité	50	Année	
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5	Année
	Objectif de qualité	0,25	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 000	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	0,001	Année
As Arsenic	Valeur cible	0,006	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	0,005	Année
Ni Nickel	Valeur cible	0,02	Année

### Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur recommandée par l'OMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Durée moyenne d'exposition
O <sub>3</sub> <b>Ozone</b>	Impact sur la fonction respiratoire	100	8 heures
PM10 <b>Particules</b>	Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50	24 heures
PM2.5 <b>Particules</b>		20	1 an
NO <sub>2</sub> <b>Dioxyde d'azote</b>	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	25	24 heures
		10	1 an
NO <sub>2</sub> <b>Dioxyde d'azote</b>	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200	1 heure
		40	1 an
SO <sub>2</sub> <b>Dioxyde de soufre</b>	Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	500	10 minutes
	Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	20	24 heures
Pb <b>Plomb</b>	Niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5	1 an
Cd <b>Cadmium</b>	Impact sur la fonction rénale	0,005	1 an
CO <b>Monoxyde de carbone</b>	Niveau critique de CO Hb < 2,5 % Hb : hémoglobine	100 000	15 minutes

## AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



### Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

### Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances\*

### Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

### Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.



[www.atmosud.org](http://www.atmosud.org)

#### A propos d'AtmoSud

##### Siège social

146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »  
13294 Marseille Cedex  
Tel. 04 91 32 38 00  
Fax 04 91 32 38 29  
[Contact.air@atmosud.org](mailto:Contact.air@atmosud.org)

##### Etablissement de Martigues

06Route de la Vierge  
13500 Martigues  
Tel. 04 42 13 01 20  
Fax 04 42 13 01 29

##### Etablissement de Nive

37 bis avenue Henri Matisse  
06200 Nice  
Tel. 04 93 18 88 00

SIRET : 324 465 632 00044 – APE – NAF : 7120B – TVA intracommunautaire : FR 65 324 465 632

**AtmoSud**  
Inspirer un air meilleur