



4M PROVENCE ROUTE

MESURES DES CONCENTRATIONS EN PM10 AUX ABORDS DE LA CARRIERE DE SAINTE-MARIE A PERNES-LES-FONTAINES (84)

Rapport d'étude – Campagne n°2 hiver 2025

18/06/2025

Date de parution

15/06/2025

Contact

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier sylvain.mercier@atmosud.org

Pilote de projet : Aurélie Stoerker aurelie.stoerker@atmosud.org

Références

AFE-000212 / Rapport-02 / ASL – ASN - ERT

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie les riverains ayant hébergé les appareils de mesure de la qualité de l'air dans l'enceinte de leur propriété.

AUTEURS DU DOCUMENT

Rédacteur du document : Aurélie Stoerkel

Relecteur du document : Alexis Stepanian

Valideur du document : Edwige Révélat

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier

SOMMAIRE

I	Introduction	4
II	Méthodologie	5
II.1	Stratégie d'échantillonnage	5
II.2	Polluants mesurés et période de mesures.....	5
II.3	Météorologie de la zone d'étude.....	6
III	Résultats	8
IV	Conclusion	11

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS.....	16
Annexe 2 – Résultats bruts des pesées	20

I INTRODUCTION

Dans le cadre de l'instruction d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale sur la carrière de Sainte-Marie (84), il a été demandé à 4M Provence Route de faire réaliser une séquence de mesures des concentrations en particules fines PM10 (diamètre < 10 µm) à proximité de la carrière. Celle-ci se situe au Nord-Est de Pernes-les-Fontaines (Figure 1).

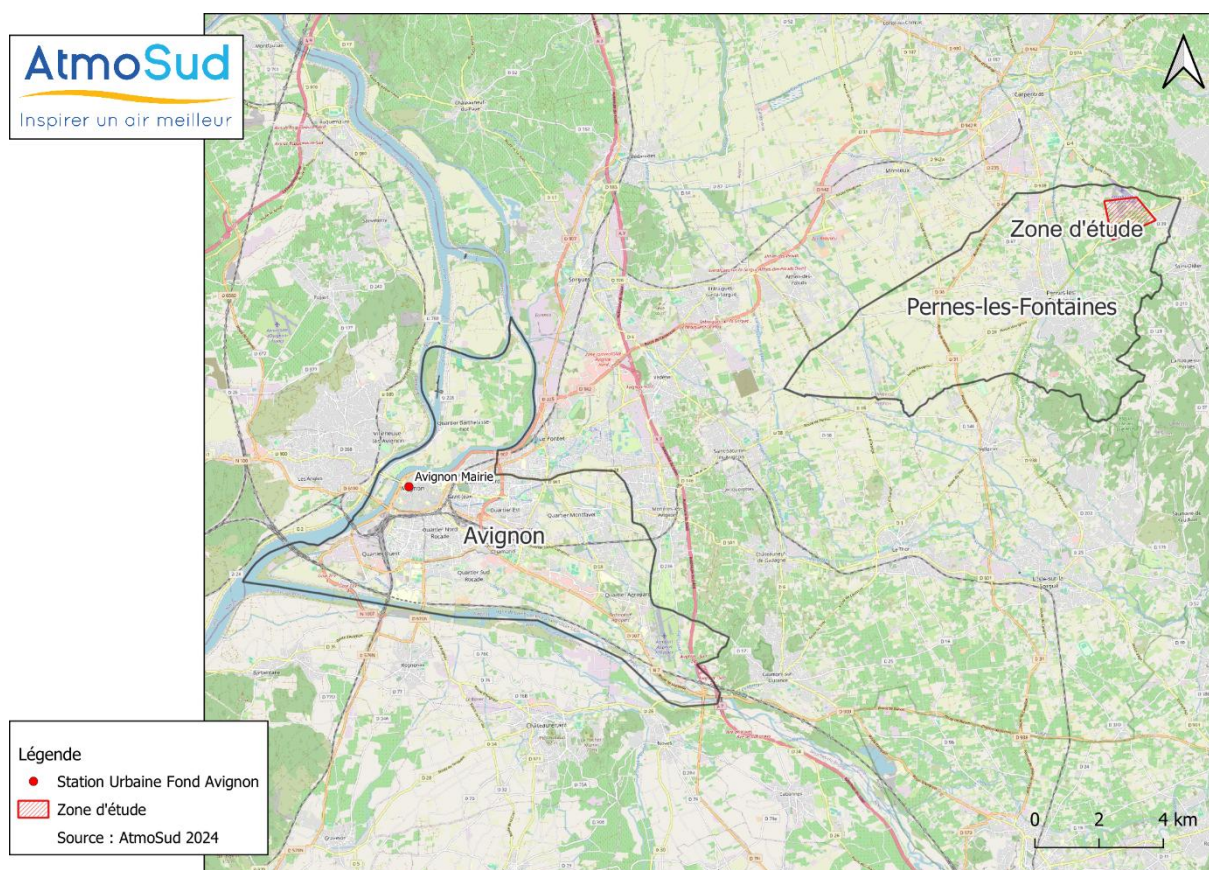


Figure 1 : Zone d'étude de la Carrière Sainte-Marie – commune de Pernes-les-Fontaines (84)

Dans le cadre du projet EMCAIR¹, les analyses granulométriques des poussières sédimentables mesurées dans des carrières en exploitation, ont révélé une large gamme de tailles de particules entre 0.1 µm et 250 µm, avec une dominance des particules grossières. La fraction PM10 est la fraction représentative des émissions de particules fines des carrières. Les PM2.5 (diamètre < 2.5 µm) sont également présentes, mais leur proportion dans la masse totale des dépôts est faible. Les particules grossières n'ont que très peu d'impact sur la santé, contrairement aux PM10 et PM2.5, pouvant pénétrer l'appareil respiratoire.

AtmoSud propose de mettre en place une surveillance par prélèvement sur filtres des PM10, à l'aide de préleveurs actifs automatiques avec un pas de temps 24 heures, en trois points de mesures pour évaluer l'impact de la carrière sur son environnement proche.

Une première campagne de mesures estivale a été réalisée d'août à octobre 2024. Celle-ci a fait l'objet d'un rapport de mesures.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus lors de la seconde campagne de mesures hivernale réalisée en mars-avril 2025.

¹ ADEME ; Programme EMCAIR : Emissions des poussières des carrières dans l'air ; 2018 ; 16 p.
http://programme-emcair.fr/publications/media/EMCAIR_Synthe%CC%80se_ADEME1.pdf

II METHODOLOGIE

II.1 Stratégie d'échantillonnage

Le protocole de mesures et l'accompagnement proposé est conforme au guide de référence sur la mesure de la qualité de l'air aux abords des ICPE (INERIS, 2021)².

Le plan d'échantillonnage est composé (Figure 2) :

- d'un point au centre de la carrière pour une évaluation locale des concentrations émises par le site lui-même ;
- d'un point au niveau d'une zone d'habitation (maison entre 100 et 200 m à l'Est de la carrière) pouvant être impactée par l'activité du site car située sous les vents dominants (Tableau 1)³ ;
- d'un point-témoin, éloigné au Sud-Ouest, et non soumis aux vents dominants.

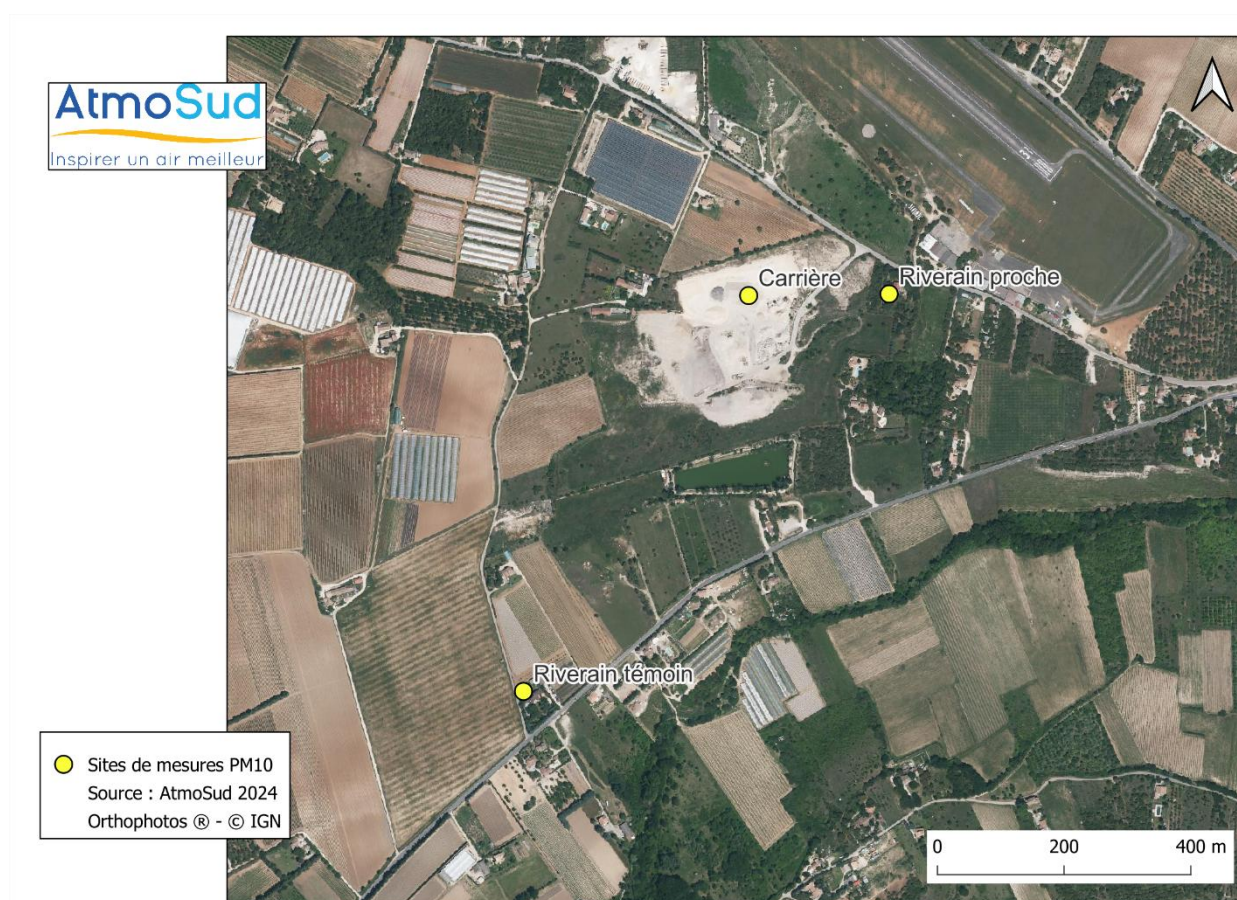


Figure 2 : Localisation des sites de mesures pour l'évaluation de la qualité de l'air autour du site de 4M Provence Route

II.2 Polluants mesurés et période de mesures

Le système de mesure est composé d'un préleveur actif au sein duquel l'échantillon d'air est aspiré et les particules récoltées sur filtres en téflon à une fréquence journalière. Ces derniers sont ensuite envoyés en laboratoire pour pesée et calcul des concentrations.

Les pesées sont effectuées chez AtmoSud dans un laboratoire de gravimétrie, avec température et

² https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Ineris_GuideERS-Juillet2021-A4-%2310Quatro_Web.pdf

³ Ce point de mesure a été légèrement décalé de 150 m au nord par rapport à la 1^{ère} campagne estivale 2024 pour contrainte technique

humidité contrôlées en zone aseptisée, sur une table de pesée en marbre non soumise à d'éventuelles vibrations, et équipé d'une balance haute résolution avec kit anti-statique.

Chaque filtre est pesé à quatre reprises (avant et après prélèvement) avant de déterminer la masse officielle de particules qu'il a retenue.

La période de mesure s'étend du 07/03/2025 au 03/04/2025 (Figure 3).

2025											
Mars						Avril					
1	S					1	M				
2	D					2	M				
3	L					3	J				
4	M					4	V				
5	M					5	S				
6	J					6	D				
7	V					7	L				
8	S					8	M				
9	D					9	M				
10	L					10	J				
11	M					11	V				
12	M					12	S				
13	J					13	D				
14	V					14	L				
15	S					15	M				
16	D					16	M				
17	L					17	J				
18	M					18	V				
19	M					19	S				
20	J					20	D				
21	V					21	L				
22	S					22	M				
23	D					23	M				
24	L					24	J				
25	M					25	V				
26	M					26	S				
27	J					27	D				
28	V					28	L				
29	S					29	M				
30	D					30	M				
31	L										

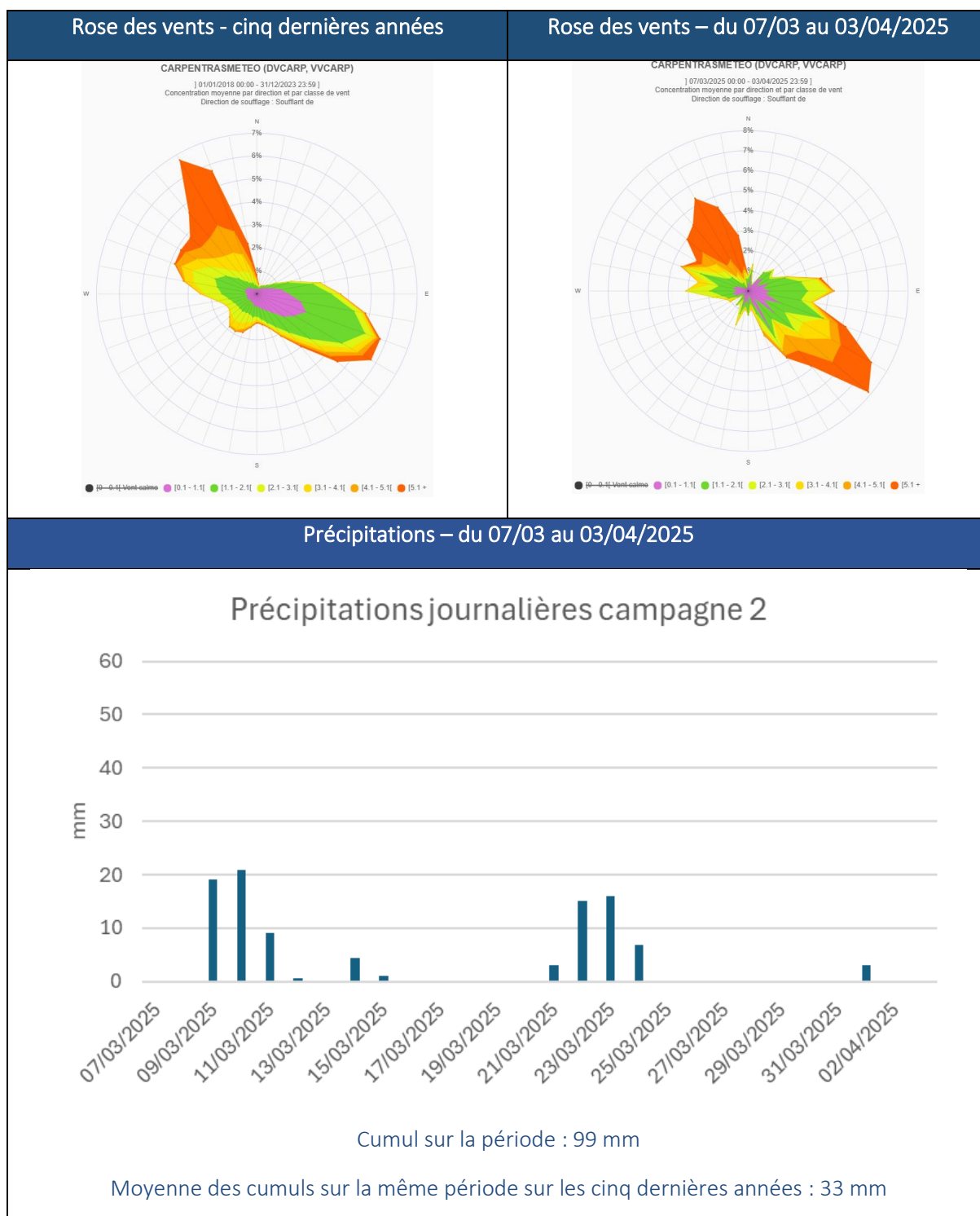
Site 1 : carrière
 Site 2 : riverain proche
 Site 3 : riverain témoin

Figure 3 : Calendrier des prélèvements journaliers sur les trois sites de mesures

II.3 Météorologie de la zone d'étude

Le Tableau 1 présente les roses des vents et précipitations du secteur sur les cinq dernières années, ainsi que durant la période de mesures.

Tableau 1 : Roses des vents sur les cinq dernières années (gauche) et durant la période de mesures (droite) à Carpentras, et précipitations à Carpentras (en-bas)



Les conditions de vent pendant la période de campagne correspondent à celles généralement rencontrées sur la zone avec un vent fort principalement de secteur nord-ouest (mistral) et des vents plus faibles du secteur sud-est.

Les précipitations cumulées pendant la période ont été assez importantes, à savoir 99 mm (contre 33 mm en moyenne sur la même période pour les cinq années antérieures). Elles ont eu lieu sur 11 jours, essentiellement concentrées sur deux périodes en mars. Cela a pu impacter les mesures,

entraînant un lessivage de la pollution atmosphérique.

La campagne a donc été réalisée dans des conditions optimales de vent pour évaluer l'impact potentiel de la carrière sur son environnement.

Cette période hivernale à printanière a cependant été un peu plus pluvieuse qu'à l'accoutumée, pouvant entraîner une légère sous-estimation des concentrations en PM10.

III RESULTATS

► Evolution temporelle et statistiques principales

La Figure 4 présente l'évolution temporelle des concentrations journalières sur les sites de mesures durant la campagne.

Aucune concentration journalière ne dépasse le seuil réglementaire en vigueur, à savoir 50 µg/m³.

Globalement, les concentrations des 3 sites de prélèvement suivent la tendance de la station automatique de fond urbain d'Avignon. Les conditions météorologiques influencent directement les concentrations. Celles-ci sont minimales lorsque les précipitations sont les plus importantes, à savoir du 9 mars au soir au 11 mars, et du 22 au 25 mars.

Les 3 sites de prélèvement mesurent également les mêmes teneurs entre eux sur la période de campagne, excepté sur quelques jours isolés :

- Les 7 et 9 mars, les concentrations à la carrière sont les plus élevées, atteignant respectivement 39.3 et 34.9 µg/m³. Les vents sont extrêmement faibles le 07 mars, les teneurs relevées s'expliquent très certainement par une activité de la carrière ce jour-là. Le dimanche 09 mars, le vent de sud-est s'intensifie et a pu remettre en suspension des particules de carrière, mais sans lien avec l'activité du site fermé ce jour-là.
- Du 28 au 31 mars, les concentrations à la carrière sont légèrement plus élevées que sur les 2 autres sites de mesures, même si le phénomène est plus modéré que celui du 07 au 08 mars. Les conditions météorologiques perturbées avec un vent de nord-ouest et des vitesses moyennes comprises entre 6 et 12 m/s contribuent à la remise en suspension des particules très localement sur le site de la carrière, sans impact visible sur les sites alentours.

► Statistiques principales

Le Tableau 2 ci-dessous récapitule les indicateurs calculés (moyenne, maximum et percentile 90) à partir des concentrations journalières sur les sites de mesures durant la campagne.

Tableau 2 : Résultats statistiques des concentrations en PM10 sur les sites de mesures

Site de mesure	Moyenne - µg/m ³	Maximum - µg/m ³	Percentile 90 - µg/m ³
Carrière	13.7	39.4 – le 07/03	24.7
Riverain proche	10.1	23.5 – le 07/03	16.6
Riverain témoin	10.5	20.5 – le 20/03	17.7
Station AtmoSud Avignon centre	13.0	50.7 – le 21/03	21.0

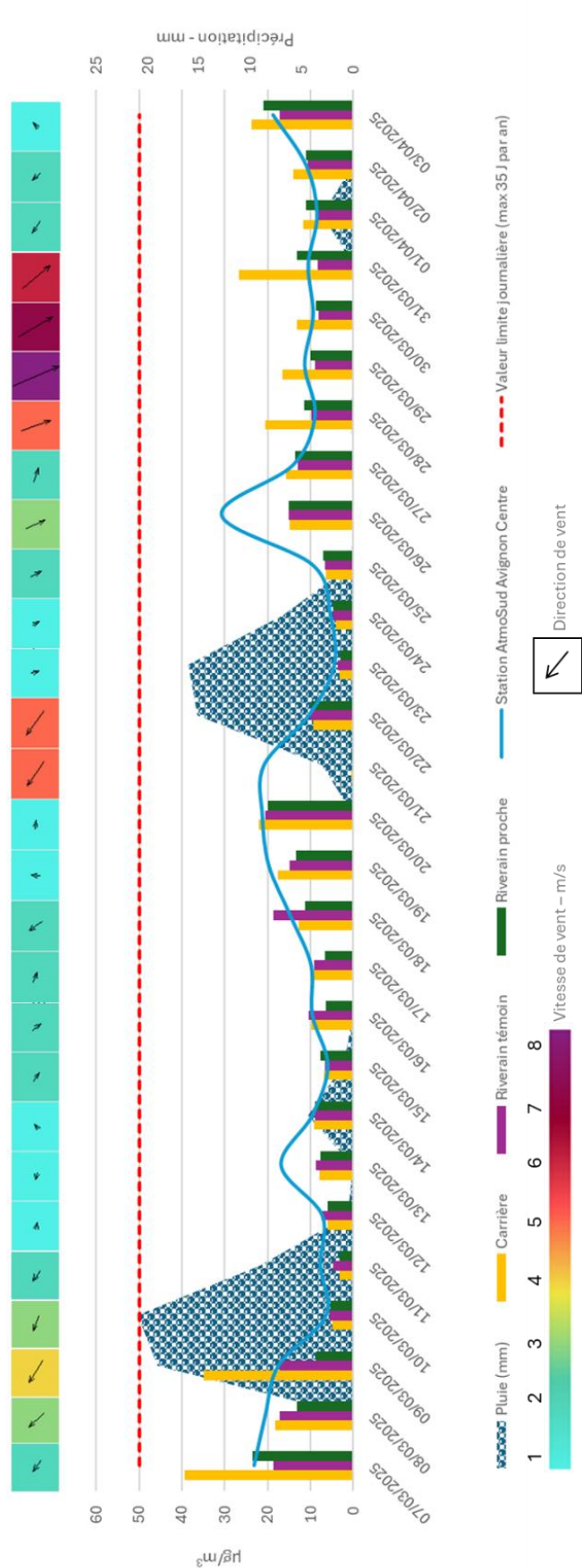


Figure 4 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM10 sur les sites de mesures et à la station de référence AtmoSud durant la campagne. Les résultats des pesées sur filtre, sur l'ensemble des sites échantillonnés, sont rassemblés dans l'Annexe 2.

Les concentrations moyennes retrouvées sur les sites des 2 riverains (proche et témoin) sont similaires avec respectivement 10.1 et 10.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, alors que la valeur moyenne la plus élevée (13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est mesurée au niveau de la carrière.

Durant la campagne de mesure, aucun site n'a été soumis à une concentration journalière en PM10 supérieure à la valeur limite fixée à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil à ne pas dépasser plus de 35 jours par an).

Les concentrations maximales journalières sont enregistrées le 07 mars pour les sites du riverain proche et de la carrière. L'activité de la carrière a eu une influence sur le riverain en proximité, les vents étant extrêmement faibles ce jour-là. La concentration la plus élevée sur le site témoin a été relevée le 20 mars. Ce site reflète les tendances de fond en particules de la zone, une élévation du niveau de fond global est observée ce jour-là sur les 3 sites de mesures et sur le site de la station de fond Avignon Centre.

Les valeurs moyennes de concentrations pour les sites des riverains restent inférieures à celles mesurées en Avignon Centre, station de référence d'AtmoSud la plus proche.

La concentration moyenne sur le site en carrière est quant à elle équivalente à celle de la station Avignon Centre.

IV CONCLUSION

Dans le cadre de l'instruction d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, 4M Provence Route est chargée de réaliser une séquence de mesures des concentrations PM10 en air ambiant, à proximité de la carrière de Sainte-Marie, située au nord-est de Pernes-les-Fontaines. En effet, l'activité d'une carrière génère la production et la remise en suspension de particules grossières (diamètre supérieur à 10 μm) et de particules plus fines (PM10) d'intérêt sanitaire .

AtmoSud a donc mis en place des mesures de PM10 quotidiennes réparties sur trois sites de mesures stratégiques :

- un directement en carrière ;
- un site proche de la carrière chez un riverain potentiellement exposé ;
- et un site témoin chez un second riverain.

Une première campagne de mesures estivale a été réalisée d'août à octobre 2024. Ces mesures avaient mis en évidence d'une part que les concentrations obtenues sur les trois sites suivaient la tendance des mesures de fond de la zone, et d'autre part que le mistral pouvait occasionnellement entraîner une hausse des teneurs en carrière mais dispersait ensuite les particules dès éloignement de la source.

Cette seconde campagne de mesures hivernale s'est déroulée pendant un mois du 07 mars au 03 avril 2025 et apporte les principales informations suivantes :

- Aucune concentration journalière mesurée sur les sites n'est supérieure au seuil réglementaire de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Les concentrations en PM10 journalières les plus importantes sont relevées ponctuellement sur le site de la carrière. L'activité du site et le vent fort du nord-ouest (mistral) sont les deux facteurs responsables de la remise en suspension locale des particules ;
- L'impact de la carrière sur le site du riverain proche n'est que très peu visible durant cette campagne de mesures. Ce site est majoritairement soumis aux concentrations de fond général de la zone ;
- Les concentrations journalières des trois sites sont globalement similaires entre elles (moyenne de 13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en carrière, 10.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ chez le riverain proche et 10.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ chez le riverain témoin), et synchrones avec les concentrations de fond relevées par la station de référence d'AtmoSud en Avignon (moyenne de 13.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La campagne de mesures s'est déroulée en fin d'hiver 2025, et aucun dépassement de la valeur limite journalière (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est constaté sur aucun des sites.

Le mistral peut occasionnellement provoquer un réenvol des particules mais uniquement sur la zone de la carrière. Les particules peuvent retomber sur les zones environnantes, principalement lorsqu'elles sont remises en suspension au sol et en conditions de vent faible à nul.

Les deux campagnes réalisées en été 2024 et en hiver 2025 confirment que l'activité de la carrière a un impact sur les concentrations en PM10 limité au périmètre d'exploitation et n'affecte pas significativement les habitations avoisinantes.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Air Pays de la Loire** ; *EMCAIR émissions des carrières dans l'air, rapport d'études* ; 2018 ; 54 p. Disponible à partir de l'URL : <https://www.airpl.org/sites/default/files/2021-11/airpl---rapport-EMCAIR-%5B2018%5D---f1.pdf>
- [2] **ADEME** ; *EMCAIR émissions des carrières dans l'air, rapport d'études* ; 2018 ; 16 p. Disponible à partir de l'URL : http://programme-emcair.fr/publications/media/EMCAIR_Synthe%CC%80se_ADEME1.pdf
- [3] **AirBreizh** ; *Evaluation de la qualité de l'air sur le site et à proximité d'une carrière* ; 2018 ; 61 p. Disponible à partir de l'URL : https://www.airbreizh.asso.fr/voy_content/uploads/2018/05/air-breizh_rapport-emcair-v0_060218.pdf

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 (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). 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/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1^{er} 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 Agréées 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/m³ : milligramme par mètre cube d’air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d’air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d’air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : 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 / NO₂ : Monoxyde d’azote / Dioxyde d’azote

NO_x : Oxydes d’azote

O₃ : 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

SO₂ : 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 km².

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
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole) notamment pour le chauffage domestique, 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, feu de déchets verts). Certaines particules ultrafines sont également produites par des mécanismes secondaires de transformation d'autres polluants directement dans l'air ambiant (notamment pendant la formation d'ozone).
NO_x Oxydes d'azote	Les NO _x sont produit par toutes les combustions à haute température. Les sources principales sont les véhicules routiers, le transport maritime et les installations de combustion industrielles.
O₃ Ozone	L'ozone (O ₃) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé principalement à partir des NO _x et des COV, sous l'effet du rayonnement solaire (UV) et de la chaleur.
SO₂ Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO ₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	La majorité des COV proviennent de l'activité naturelle des végétaux. Cependant, la plupart des COV toxiques sont émis par les activités humaines. Les principales sources anthropiques de COV sont les activités domestiques / résidentielles comme le chauffage, l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, colles, solvants, peintures, moquettes, rideaux, désinfectants, produits d'entretien... D'autres COV proviennent de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants), ou de sources mobiles (transport routier).
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique, notamment pour le chauffage domestique. 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.
CO Monoxyde de carbone	Le CO est issu de combustions incomplètes, en manque d'oxygène (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). Il est principalement produit par les activités de chauffage domestique, mais également par l'industrie, les incendies et le transport routier.

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.

Les effets spécifiques des polluants sur la santé sont étudiés notamment par Santé Publique France⁴, l'Agence Européenne pour l'Environnement⁵ et l'Organisation Mondiale de la Santé⁶.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
Particules en suspension	Maladies cardiaques ischémiques Hypertension artérielle Infarctus du Myocarde Accident vasculaire cérébral (AVC) Cancer du poumon Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) Asthme chez l'enfant Diabète mellitus (type 2)	Effets de salissures sur les bâtiments. Altération de la photosynthèse.
NO ₂ Dioxyde d'azote	Asthme chez l'adulte et l'enfant Pneumopathies et autres infections des voies respiratoires (ALRI) Diabète mellitus (type 2) Infarctus du Myocarde	Pluies acides. Précurseur de la formation d'ozone. Déséquilibre les sols sur le plan nutritif (apport de nitrates).
O ₃ Ozone	Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO)	Effet de serre. Oxydation des membranes, nécroses des feuilles. Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux Réduction des rendements agricoles. Dégradation de certains matériaux.
SO ₂ Dioxyde de soufre	Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive (BPCO) Asthme chez l'adulte et l'enfant	Pluies acides. Dégradation de certains matériaux. Dégradation des sols.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Précurseur de la formation d'ozone.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		Peu dégradables Déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	Toxicité par bioaccumulation Effets cancérigènes	Contamination des sols et des eaux
CO Monoxyde de carbone	Remplace l'oxygène dans le sang, conduisant à une baisse de l'oxygénation des organes. Provoque des maux de tête Létal à concentration élevée	Formation de l'ozone Effet de serre

⁴ <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air>

⁵ <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution-2024>

⁶ [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Réglementation européenne / française

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :
La directive 2024/2881/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,
L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

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	Durée d'exposition
O ₃ Ozone	Seuil d'information- recommandations	180 µg/m³	Heure
	Seuil d'alerte	240 µg/m³	Heure
	Valeur cible (santé humaine) actuelle	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Valeur cible (santé humaine) 2030	120 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 18 j / an)
	Objectif à long terme(santé humaine)	100 µg/m³	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 3 j / an)
	Valeur cible (végétation)	18 000 µg/m³	AOT40 mai - juillet ⁷
	Objectif à long terme(végétation)	6 000 µg/m³	AOT40 mai - juillet ⁷
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50 µg/m³	Jour
	Seuil d'alerte	80 µg/m³	Jour
	Valeurs limites actuelles	50 µg/m³	Jour (maximum 35 j / an)
		40 µg/m³	Année
	Valeurs limites 2030	45 µg/m³	Jour (maximum 18 j / an)
		20 µg/m³	Année
Objectif de qualité	30 µg/m³	Année	
PM2.5 Particules	Seuil d'information- recommandations	50 µg/m³	Jour
	Seuil d'alerte	50 µg/m³	3 jours consécutifs
	Valeur limite actuelle	25 µg/m³	Année
	Valeurs limites 2030	25 µg/m³	Jour (maximum 18 j / an)
		10 µg/m³	Année
NO ₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	150 µg/m³	Heure
	Seuil d'alerte	200 µg/m³	3 heures consécutives
	Valeurs limites actuelles	200 µg/m³	Heure (maximum 18h / an)
		40 µg/m³	Année
	Valeurs limites 2030	200 µg/m³	Heure (maximum 3h / an)
		50 µg/m³	Jour (maximum 18 j / an)
		20 µg/m³	Année
SO ₂ Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	275 µg/m³	Heure
	Seuil d'alerte	350 µg/m³	3 heures consécutives
	Valeurs limites actuelles	350 µg/m³	Heure (maximum 24h / an)
		125 µg/m³	Jour (maximum 3 j / an)
	Valeurs limites 2030	350 µg/m³	Heure (maximum 3h / an)
		50 µg/m³	Jour (maximum 18 j / an)
		20 µg/m³	Année
	Niveau critique (végétation)	20 µg/m³	Année et hiver

⁷ AOT40 : somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 parties par milliard) et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée, en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 h 00 et 20 h 00 (heure de l'Europe centrale).

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires	Durée d'exposition
C ₆ H ₆ Benzène	Valeur limite actuelle	5 µg/m ³	Année
	Valeur limite 2030	3.4 µg/m ³	Année
	Objectif de qualité	2 µg/m ³	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 mg/m ³	8 heures
	Valeur limite 2030	4 mg/m ³	Jour (maximum 18 j / an)
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible (valeur limite 2030)	1.0 ng/m ³	Année
As Arsenic	Valeur cible (valeur limite 2030)	6.0 ng/m ³	Année
Cd Cadmium	Valeur cible (valeur limite 2030)	5.0 ng/m ³	Année
Ni Nickel	Valeur cible (valeur limite 2030)	20 ng/m ³	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5 µg/m ³	Année
	Objectif de qualité	0,25 µg/m ³	Année

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

Les valeurs recommandées par l'OMS (2021) 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	Durée moyenne d'exposition
O ₃ Ozone	Impact sur la fonction respiratoire	100 µg/m ³ 60 µg/m ³	8 heures, P99 (maximum 3 j / an) Pic saisonnier ⁸
PM10 Particules	Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	45 µg/m ³ 15 µg/m ³	Jour, P99 (maximum 3 j / an) Annuel
PM2.5 Particules		15 µg/m ³ 5 µg/m ³	Jour, P99 (maximum 3 j / an) Annuel
NO ₂ Dioxyde d'azote		200 µg/m ³ 25 µg/m ³ 10 µg/m ³	Heure Jour, P99 (maximum 3 j / an) Annuel
SO ₂ Dioxyde de soufre	Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	500 µg/m ³ 40 µg/m ³	10 minutes Jour, P99 (maximum 3 j / an)
Pb Plomb	Niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5 µg/m ³	1 an
Cd Cadmium	Impact sur la fonction rénale	5 ng/m ³	1 an
CO Monoxyde de carbone	Niveau critique de CO Hb < 2,5 % Hb : hémoglobine	4 mg/m ³	Jour, P99 (maximum 3 j / an)

⁸ Pic saisonnier : moyenne des maximums journaliers des moyennes sur 8h, sur les six mois consécutifs avec les moyennes les plus élevées.

ANNEXE 2 – RESULTATS BRUTS DES PESEES

Date jour de prélèvement	Riverain proche ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Carrière ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Riverain témoin ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
07/03/2025	23.5	39.4	18.7
08/03/2025	13.2	18.3	17.3
09/03/2025	8.8	34.9	17.1
10/03/2025	5.4	4.8	5.6
11/03/2025	3.3	3.3	4.8
12/03/2025	6.1	6.0	7.4
13/03/2025	7.8	7.9	8.8
14/03/2025	9.0	9.1	9.0
15/03/2025	7.7	6.8	6.7
16/03/2025	6.5	9.7	10.5
17/03/2025	6.5	10.0	9.2
18/03/2025	11.3	12.8	18.7
19/03/2025	13.4	17.6	15.0
20/03/2025	19.9	22.0	20.5
21/03/2025	0.4	0.5	0.3
22/03/2025	9.8	9.3	9.9
23/03/2025	3.0	3.3	3.6
24/03/2025	4.6	4.1	4.8
25/03/2025	7.1	6.5	6.6
26/03/2025	15.1	14.9	15.2
27/03/2025	13.5	15.6	12.9
28/03/2025	11.4	20.5	9.7
29/03/2025	10.0	16.6	9.0
30/03/2025	8.8	13.1	8.2
31/03/2025	13.2	26.8	8.3
01/04/2025	11.0	11.7	8.4
02/04/2025	11.1	14.0	10.6
03/04/2025	21.0	23.8	17.1

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.

Siège social

146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »
13006 Marseille

Site de Martigues

06 Route de la Vierge
13500 Martigues

Site de Nice

37bis avenue Henri Matisse
06200 Nice



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



04 91 31 38 00



contact.air@atmosud.org

AtmoSud

Inspirer un air meilleur

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