

STATION DE SURVEILLANCE DE CONTES – AIDE A LA DECISION EN LIEN AVEC LE DEPART DE LAFARGEHOLCIM CEMENTS

Octobre 2024

Date de parution

Octobre 2024

Contact

Chargée d'action territoriale : Maithé Rosier - maithe.rosier@atmosud.org

Pilote de projet : Julien Poulidor – julien.poulidor@atmosud.org

Rédacteur : Julien Poulidor

Références

AFI-000284 / 2024-10 – Station Contes – Rapport-02 / JPR

SOMMAIRE

1	Contexte.....	3
1.1	Une surveillance liée à une activité industrielle locale	3
1.2	Une tendance à la baisse des émissions de polluants atmosphériques	3
2	Bilan des mesures a la station de Contes	4
2.1	Des niveaux de pollution de l'air conformes à la réglementation	4
2.2	Une baisse progressive des niveaux de polluants atmosphériques.....	5
2.2.1	Le dioxyde d'azote (NO ₂)	5
2.2.2	Les particules fines PM10	6
2.3	Synthèse.....	7
3	Evaluation de la surveillance par microcapteur	7
3.1	Méthodologie.....	7
3.2	Résultats.....	8
3.3	Synthèse.....	9
4	Conclusion.....	10
	ANNEXE 1 – Intercomparaison capteur/station	11
	ANNEXE 2 –Construction d'une station virtuelle	12

1 CONTEXTE

1.1 Une surveillance liée à une activité industrielle locale

En décembre 2001, la station de surveillance de la qualité de l'air d'AtmoSud a été mise en service sur la commune de Contes (06) en lien avec la présence de la cimenterie LafargeHolcim Ciments (Figure 1). Par arrêté préfectoral¹, Lafarge se doit de surveiller les niveaux de polluants et, en concertation avec la DREAL PACA, AtmoSud, y a ainsi implanté une station de mesures.

C'est une station de typologie périurbaine avec une influence industrielle, liée à la cimenterie. Les polluants mesurés sont les particules fines (PM10) depuis 2001 et le dioxyde d'azote (NO₂) depuis 2005.

Elle a été installée dans un contexte de vallée favorable à l'accumulation des polluants météorologiques (inversion thermique, brises de vallée), et AtmoSud y a réalisé en 2008 et 2014 des études spécifiques^{2,3}.

La cimenterie LafargeHolcim a arrêté son activité d'exploitation de carrière et de production de ciment fin décembre 2021⁴. La production de ciment a cessé ; des activités de granulats perdurent toutefois sur le site. Cette nouvelle situation rend nécessaire d'évaluer la pertinence de la poursuite des mesures de qualité de l'air sur la zone.

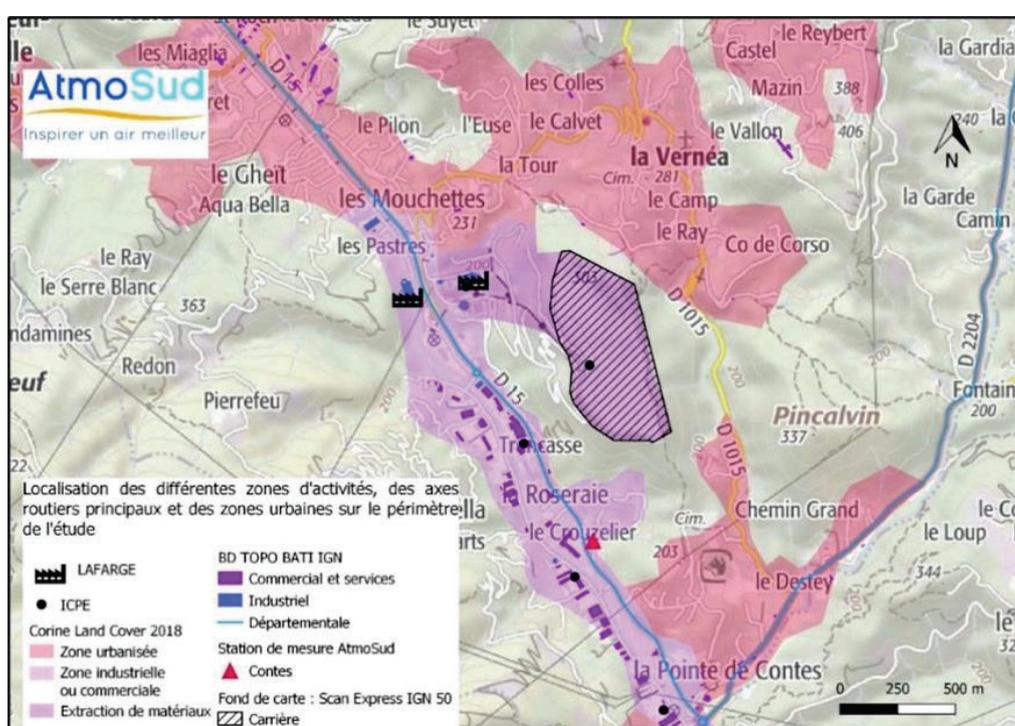


Figure 1 : Localisation des différentes zones d'activités, des axes routiers et des zones urbanisées sur le périmètre de l'étude

1.2 Une tendance à la baisse des émissions de polluants atmosphériques

Les émissions des polluants atmosphériques en PM10 et NO_x sont très largement dominées par l'activité industrielle sur la pollution atmosphérique à l'échelle communale (Figure 2). La baisse de l'activité d'exploitation de carrière et de production de ciment qui est allée jusqu'à l'arrêt total en décembre 2021 se traduit par une diminution importante des émissions de ces polluants.

¹ <https://www.alpes-maritimes.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Installations-classees/Autorisation-environnementale-enregistrement/LAFARGEHOLCIM-CIMENTS-Contes>

² <https://www.atmosud.org/publications/les-vallees-des-paillons-caracterisation-chimique-des-particules-pm10-et-contribution>

³ <https://www.atmosud.org/publications/vallees-des-paillons-evolution-de-la-qualite-de-lair-2007-2013>

⁴ Depuis le 1^{er} janvier 2022, la responsabilité a basculé de LafargeHolcim Ciments vers LafargeHolcim Granulats.

En 2019, la contribution de l'industrie dans les émissions de PM10 sur la commune de Contes était de 70 %. Ce secteur ne représente plus que 44 % en 2021.

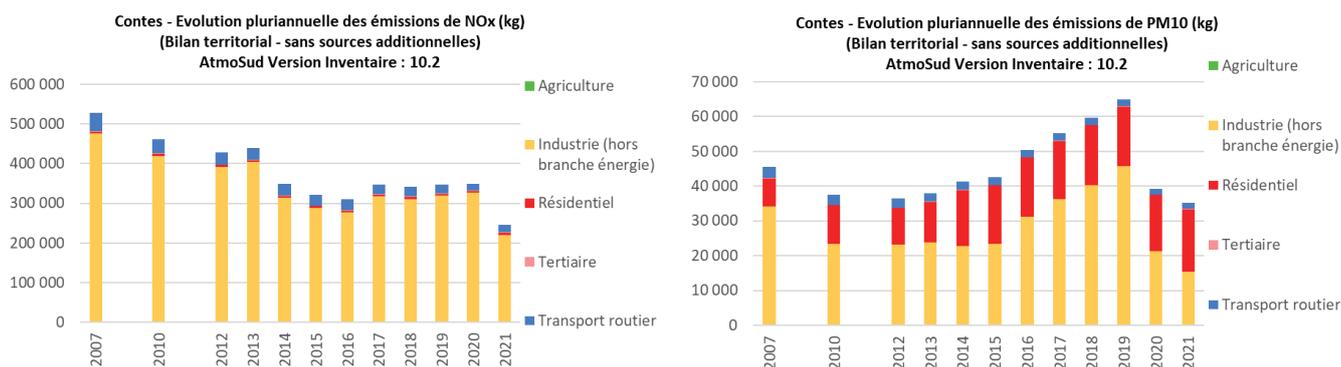


Figure 2 : Evolution des émissions de NOx et PM10 sur la commune de Contes (AtmoSud – Inventaire v10.25)

En raison de l'arrêt de l'activité d'exploitation de carrière et de production de ciment de LafargeHolcim fin 2021, la pertinence du maintien de la station de surveillance AtmoSud de Contes (station péri-urbaine sous influence industrielle) est questionnée au regard des mesures (NO₂, PM10) réalisées depuis 2011.

2 BILAN DES MESURES A LA STATION DE CONTES

2.1 Des niveaux de pollution de l'air conformes à la réglementation

La concentration en NO₂ dans l'air ambiant en 2023 varie entre 11 et 26 µg/m³ sur les stations des Alpes-Maritimes (Figure 3). Celles-ci respectent par ailleurs la valeur limite annuelle (40 µg/m³), mais dépassent en revanche toutes la ligne directrice OMS (10 µg/m³). La station de Contes montre les concentrations en NO₂ les moins élevées, proches de la ligne directrice LD OMS 2021. Les valeurs aux stations de Nice sont logiquement plus élevées au regard de leur contexte urbain et influence trafic, en particulier pour celle de la Promenade des Anglais.

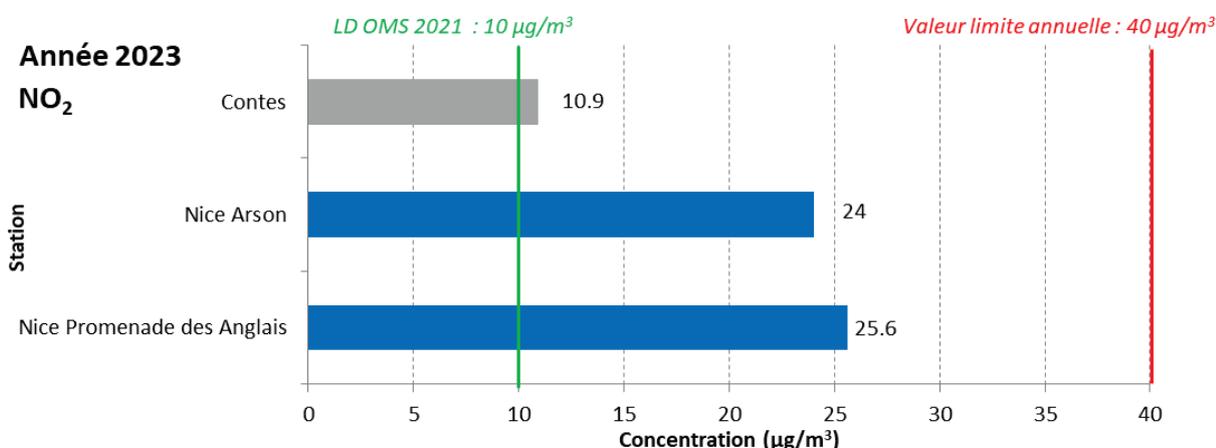


Figure 3 : Concentration moyenne annuelle en NO₂ en 2023

⁵ <https://cigale.atmosud.org/>

La concentration moyenne en PM10 dans l'air ambiant en 2023 varie entre 18 et 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les stations considérées pour cette étude, avec une valeur de 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mesurée à Contes (Figure 4). La station de Nice Promenade des Anglais mesure la concentration la plus importante du fait de sa proximité avec le trafic routier. Les mesures réalisées sur toutes ces stations respectent la valeur limite annuelle réglementaire à ne pas dépasser, mais dépassent toutes la ligne directrice de l'OMS fixée à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

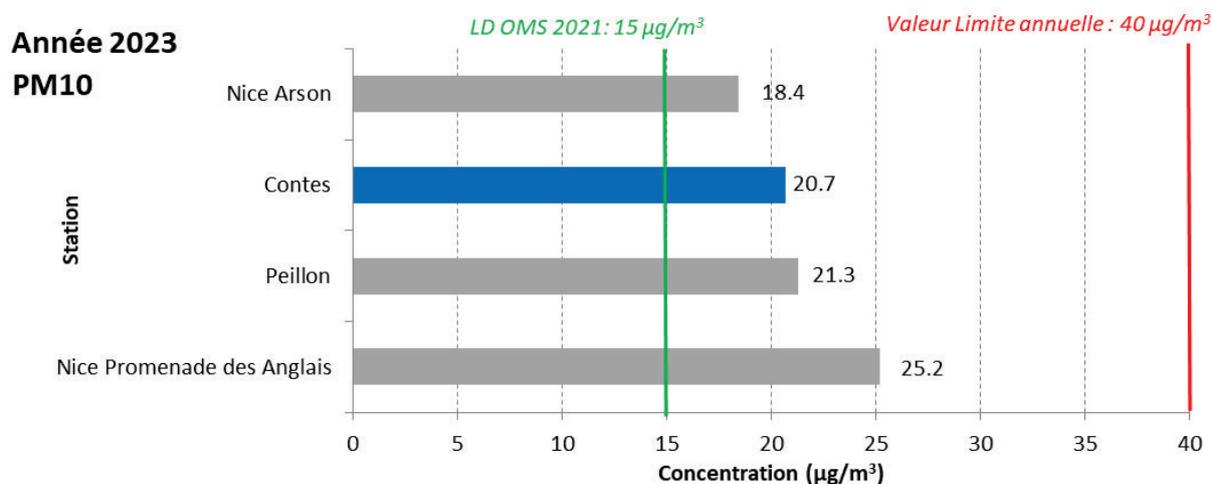


Figure 4 : Concentration moyenne annuelle en PM10 en 2023

Sur les Alpes-Maritimes, aucune station n'a enregistré une concentration journalière supérieure à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ plus de 35 jours, respectant ainsi la valeur limite réglementaire (Figure 5 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La station de Contes respecte la ligne directrice de l'OMS pour les PM10, contrairement à la station de Nice Promenade des Anglais.

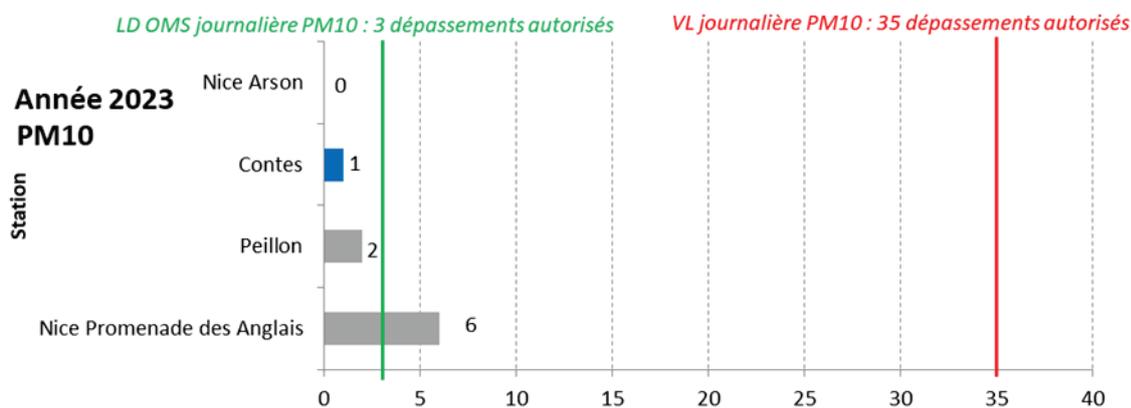


Figure 5 : Nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM10 en 2023

2.2 Une baisse progressive des niveaux de polluants atmosphériques

2.2.1 Le dioxyde d'azote (NO₂)

La Figure 6 montre l'évolution des concentrations en moyenne annuelle pour les stations étudiées depuis 2011. Celles-ci diminuent progressivement. **A Contes, les valeurs sont les moins les moins élevées du département et n'ont jamais dépassé la valeur limite réglementaire.**

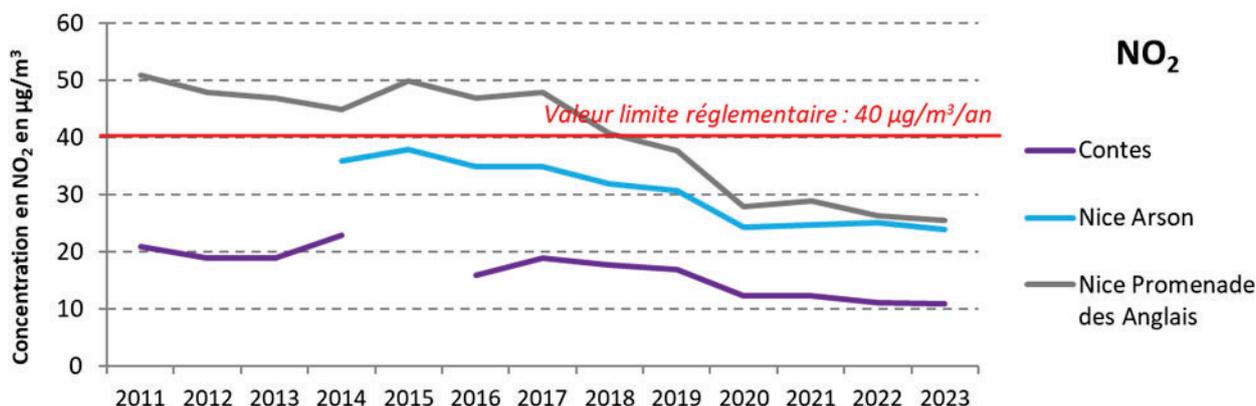


Figure 6 : Evolution des concentrations en NO₂ 2011-2023

Entre 2019 et 2020, les concentrations en NO₂ ont significativement diminué à Contes et plus globalement sur les autres stations proches. Cela traduit donc un phénomène généralisé et qui est attribué à la baisse d'activités liée à la crise sanitaire de la Covid.

En revanche, la fermeture de la cimenterie fin 2021 ne semble pas avoir eu d'incidence particulière sur les concentrations en NO₂. Entre 2020 et 2022, les valeurs restent très proches.

Au regard des émissions de NO_x, qui elles n'ont pas diminué de manière significative entre 2019 et 2020, celles issues de la cimenterie LafargeHolcim n'ont vraisemblablement pas un impact significatif sur les concentrations en NO₂. En effet, les rejets de NO_x de Lafarge sont canalisés dans les cheminées, ce qui permet une bonne dispersion de ce polluant dans l'air ambiant. L'évolution des concentrations en NO₂ sur le site correspond plutôt à une tendance à la baisse, mesurée également sur les sites impactés par le trafic routier, qui traduit probablement l'évolution du parc roulant et la réduction des concentrations en NO₂ associée.

A noter également qu'entre 2011 et 2023, il n'y a pas eu de dépassement de la valeur limite horaire (200 µg/m³/1h pour le NO₂), pour l'ensemble des stations AtmoSud dans les Alpes-Maritimes.

2.2.2 Les particules fines PM10

La Figure 7 montre la diminution des concentrations en PM10 sur les stations étudiées depuis 2011. Les concentrations les plus élevées apparaissent sur le site de Nice Promenade des Anglais, sous influence du trafic routier.

La station de Contes est dans une situation intermédiaire par rapport à Nice Arson (urbain/fond) et Nice Promenade des Anglais (urbain/trafic).

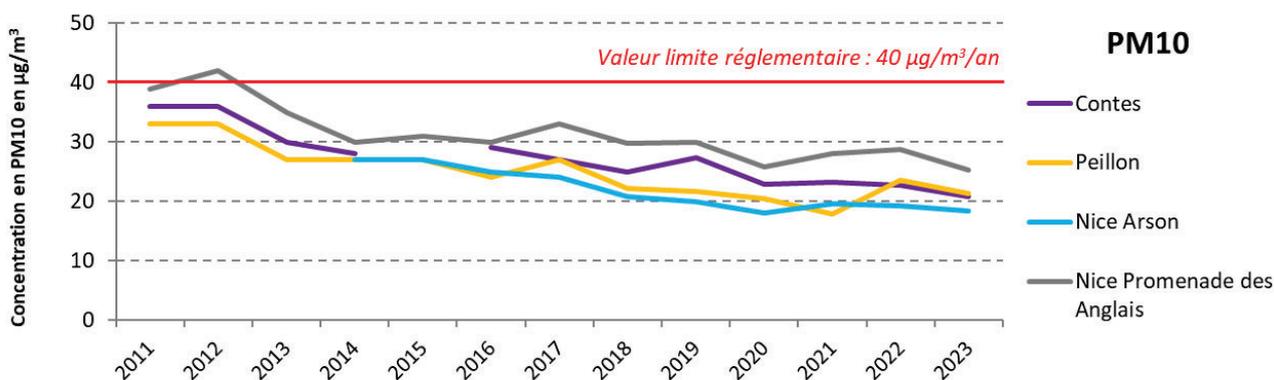


Figure 7 : Evolution des concentrations en PM10 2011-2023

Entre 2019 et 2020, la baisse d'activités liée à la crise de la Covid a eu un impact positif sur les concentrations de PM10 qui ont significativement diminué sur l'ensemble des sites de mesures.

Le nombre de jours avec une moyenne sur 24 heures supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est également en baisse significative depuis 2011 pour l'ensemble des sites dont Contes. Aucun dépassement de la valeur limite (35 jours de dépassement par an) n'est enregistré depuis 2013 (Figure 8). Globalement, depuis 2018, la station de Contes enregistre une valeur journalière supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre 1 à 7 journées par an.

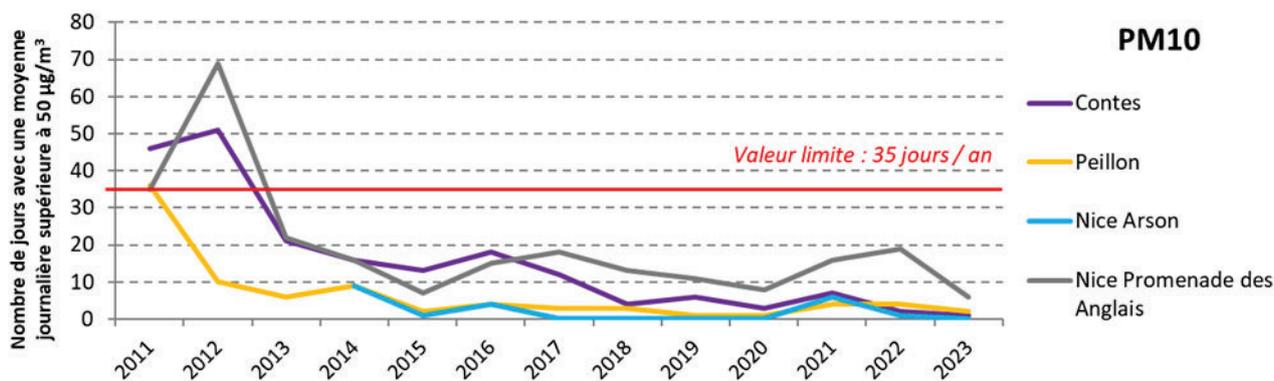


Figure 8 : Evolution du nombre de jours ayant mesuré une moyenne supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10

2.3 Synthèse

L'analyse des mesures montre que les niveaux de pollution ont baissé progressivement et sont inférieurs aux seuils réglementaires depuis plusieurs années.

Les concentrations en NO_2 restent stables depuis 2020 et se rapprochent de la ligne directrice de l'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$).

Les concentrations en PM10 sont en baisse depuis 2011 sur Contes, et sur l'ensemble des stations des Alpes-Maritimes, pour atteindre environ $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

L'arrêt de l'activité d'exploitation de la carrière et la production de ciment fin 2021 ne semble pas avoir eu d'incidence particulière sur les concentrations en NO_2 . Entre 2020 et 2022, les valeurs restent très proches.

L'exploitation de la carrière, qui constituait une source majeure d'émissions de particules (liées notamment au remblaiement, au stockage et au déplacement des matériaux), a cessé. Toutefois, cela n'a eu qu'un faible impact sur les concentrations annuelles moyennes. Néanmoins, une amélioration sur le nombre de jours avec une moyenne sur 24 heures supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est visible entre 2021 et les années suivantes.

Après l'arrêt de l'exploitation, le remblaiement de la carrière est prévu et l'activité de stockage de granulats est maintenu, avec un impact possible sur les concentrations des émissions de particules PM10, particulièrement en période de temps sec, favorable à un re-envol.

3 EVALUATION DE LA SURVEILLANCE PAR MICROCAPTEUR

Afin d'évaluer la pertinence d'une surveillance de la pollution particulaire (PM10) à l'aide d'un microcapteur à la place d'une station de référence, un microcapteur PM10 (Nexelec) a été installé à la station AtmoSud de Contes le 3 janvier 2024.

3.1 Méthodologie

Une intercomparaison des valeurs horaires entre le capteur et l'analyseur de référence (TEOM1405-F) a permis d'établir une équation de correction pour ajuster les valeurs et ainsi construire un modèle mathématique de correction (cf. Annexe 1). La série de données pour réaliser l'ajustement est d'une durée de 6 mois (de janvier à fin juin 2024), incluant une période hivernale et estivale. La performance du modèle est évaluée à partir de l'erreur quadratique moyenne (Root Mean Square Error, RMSE) qui quantifie l'écart moyen entre les valeurs observées (au

niveau de l'analyseur de référence) et les valeurs prédites (par le microcapteur).

A partir des valeurs horaires corrigées, les données sont agrégées en valeurs journalières pour pouvoir être comparées à la Valeur Limite journalière PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.2 Résultats

La comparaison entre les valeurs journalières calculées au niveau du capteur et celle mesurées à la station de référence est présentée sur la Figure 9. Jusqu'à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les concentrations capteurs/station sont bien corrélées, mais au-delà, le modèle dérive avec une forte sous-estimation des valeurs hautes.

Le RMSE égal à 5.2, indique un écart moyen de $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre le microcapteur et les mesures de la station.

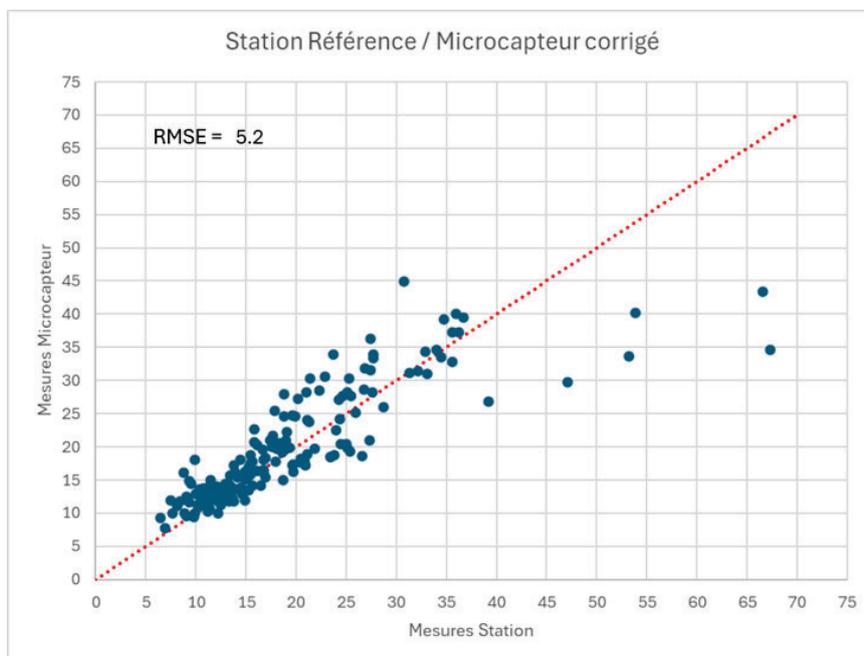


Figure 9 : Comparaison des valeurs mesurées par la station de référence et le microcapteur en valeurs corrigées (valeurs moyennes journalières)

La Figure 10 met en parallèle la temporalité des données corrigées du microcapteur et celles de l'analyseur de référence. Les pics de valeurs les plus hautes sont largement sous-estimés par le microcapteur, notamment pour les dépassements de la valeur limite journalière pour les PM10 de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les journées de dépassement du 30 mars et du 20 juin ont été marquées par des épisodes de poussières désertiques ayant affectés l'ensemble de la région Sud. Dans ces conditions, la nature des particules varie considérablement par rapport aux conditions habituelles (industrie, chauffage, ...), ce qui perturbe le signal du microcapteur dans cette gamme de fortes valeurs.

Le dépassement du 24 janvier n'a pas été identifié comme étant dû un épisode de poussières désertiques. En effet, seule la station de Contes a enregistré un dépassement de la valeur limite journalière sur le département des Alpes-Maritimes, non pris en compte par ce microcapteur.

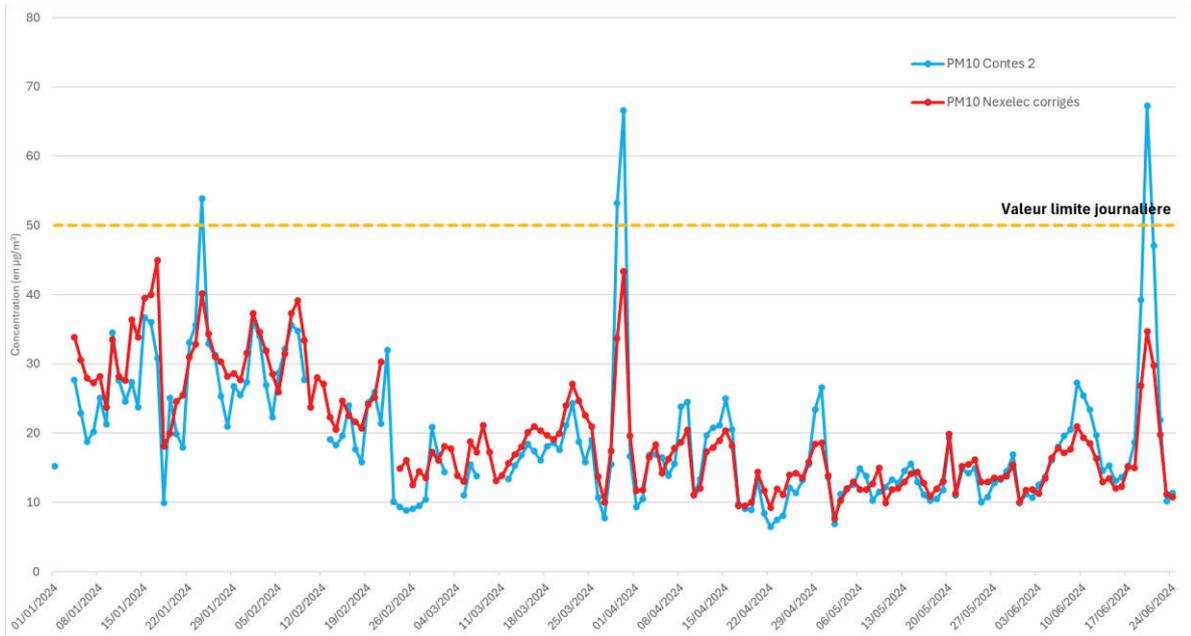


Figure 10 : Historique des concentrations journalières en PM10 mesurées à la station de référence de Contes et en comparaison avec les mesures du microcapteur (valeurs corrigées).

3.3 Synthèse

Sur l'ensemble de la période échantillonnée, la valeur moyenne mesurée par l'analyseur de référence ($19.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est équivalente à celle mesurée par le microcapteur ($19.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sur la dynamique journalière, les données du microcapteur sont bien corrélées avec celles de la mesure de référence, surtout pour les valeurs basses. Toutefois, le microcapteur a tendance à sous-estimer les valeurs hautes, comme cela a été le cas sur les journées où l'analyseur de référence a enregistré des dépassements de la valeur limite journalière des PM10, liés à des épisodes sahariens.

Malgré cela, l'utilisation d'un microcapteur, associé à un protocole de correction, pour assurer une surveillance sur la zone s'avère appropriée.

4 CONCLUSION

En raison de l'arrêt de l'activité d'exploitation de carrière et de production de ciment de LafargeHolcim fin 2021, la pertinence du maintien de la station de surveillance AtmoSud de Contes (station péri-urbaine sous influence industrielle) est questionnée au regard des mesures (NO₂, PM10) réalisées depuis 2011.

L'analyse des mesures montre que les niveaux de pollution ont baissé progressivement et sont inférieurs aux seuils réglementaires depuis plusieurs années.

- **Un impact de l'activité industrielle limité, une pollution particulaire en baisse mais qui peut montrer des hausses ponctuelles**

L'arrêt de l'activité d'exploitation de la carrière et la production de ciment fin 2021 ne semble pas avoir eu d'incidence particulière sur les concentrations en NO₂. Entre 2020 et 2022, les valeurs restent très proches.

L'exploitation de la carrière, qui constituait une source majeure d'émissions de particules (liées notamment au remblaiement, au stockage et au déplacement des matériaux), a cessé. Toutefois, cela n'a eu qu'un faible impact sur les concentrations annuelles moyennes. Néanmoins, une amélioration sur le nombre de jours avec une moyenne sur 24 heures supérieure à 50 µg/m³ est visible entre 2021 et les années suivantes.

Après l'arrêt de ces activités, le remblaiement de la carrière est prévu, ce qui pourrait également influencer les concentrations mesurées en PM10. Cela pourrait entraîner une augmentation des émissions de particules, particulièrement en période de temps sec.

- **Recommandations de surveillance**

Il est recommandé de **cesser la surveillance des NOx**, dont les niveaux sont en baisse constante, **tout en maintenant celle des particules fines (PM10)**, afin d'évaluer notamment l'impact de l'évolution de l'activité industrielle. La connaissance des concentrations dans les vallées du moyen pays constitue également aujourd'hui un enjeu au regard des nouvelles lignes directrices de l'OMS.

- **Redimensionnement du dispositif de surveillance des PM10**

Un redimensionnement du dispositif de surveillance des PM10 est nécessaire, car l'équipement actuel arrive en fin de vie. Un microcapteur a donc été installé sur le premier semestre 2024 pour une longue intercomparaison avec l'analyseur de référence de la station de Contes.

Les données journalières corrigées du microcapteur sont bien corrélées avec celles de la mesure de référence pour les valeurs basses (< 30 µg/m³). Au-delà, le microcapteur se révèle insuffisant pour détecter certains dépassements de seuil, en particulier ceux du premier semestre 2024 qui ont été causés majoritairement par des épisodes sahariens qui ont affecté une grande partie de la région.

Malgré cela, l'utilisation d'un microcapteur pour assurer une surveillance sur la zone s'avère appropriée et suffisante.

ANNEXE 1 – INTERCOMPARAISON CAPTEUR/STATION

Le microcapteur sous-estime les valeurs mesurées à la station de référence (Figure 11).

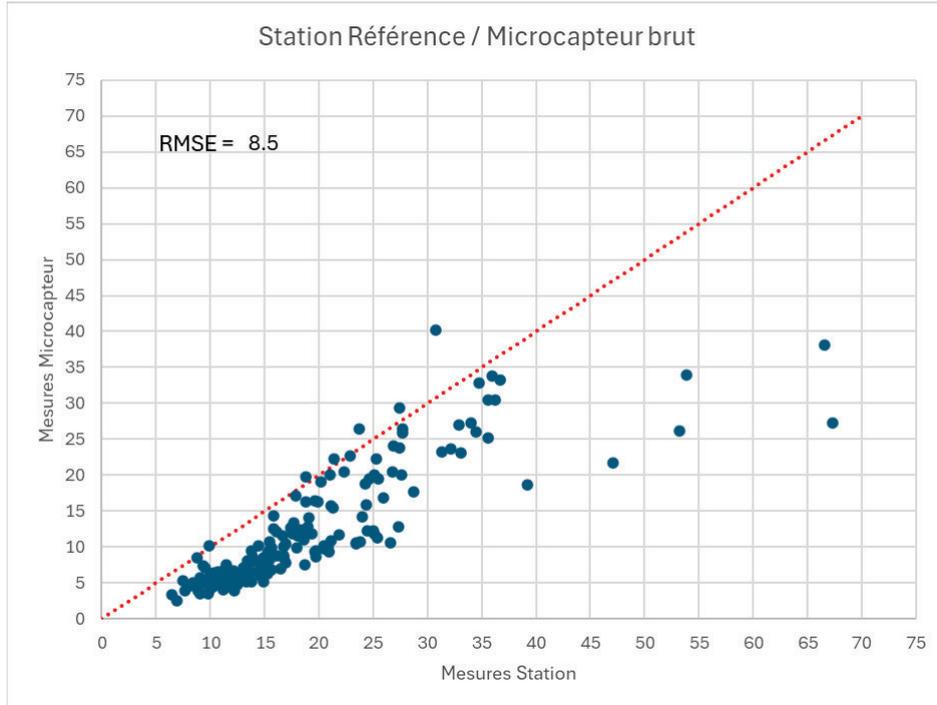


Figure 11 : Comparaison des valeurs mesurées par la station de référence et le microcapteur en valeurs brutes (journalières)

Le RMSE est égal à 8.5, cela signifiant qu'en moyenne, les prévisions du modèle, ici le microcapteur, s'écartent de 8.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport aux mesures de la station.

La comparaison des mesures de référence avec le microcapteur en valeurs brutes a abouti à une équation de correction :

$$\text{Valeur corrigée} = 3.27466176 * \text{valeur brute}^{0.7} + 1.48916037$$

ANNEXE 2 –CONSTRUCTION D’UNE STATION VIRTUELLE

Méthodologie

Une station virtuelle est un modèle mathématique construit par des corrélations existantes entre les stations de mesure lorsque l’historique de données sur un point est suffisant.

La station de mesures de Peillon est située à seulement 3 km à l’Est de la station de Contes et présente des caractéristiques d’implantation similaire, en fond de vallée.

La Figure 12 illustre la répartition des mesures de la station de Contes par rapport à celle de Peillon. Le coefficient de corrélation entre ces 2 stations est de 0.85. Globalement, les mesures des 2 stations sont équivalentes, et en particulier pour les concentrations élevées qui sont relativement bien prises en compte.

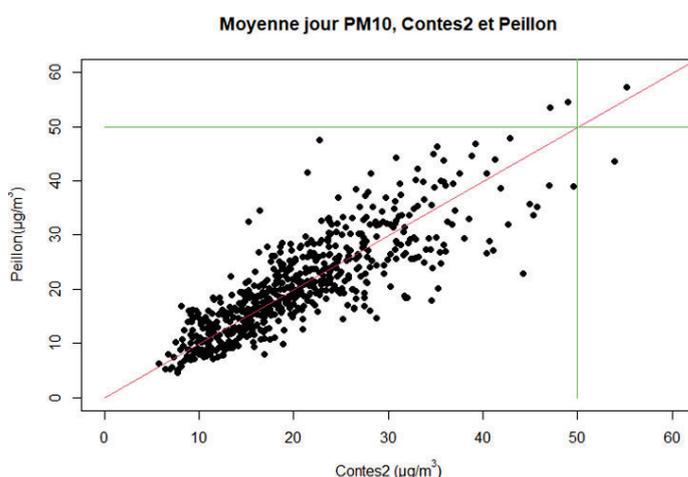


Figure 12 : Représentation des valeurs moyennes journalières de Contes et Peillon

La mise en place de cette station virtuelle à Contes tenant compte des mesures à Peillon a permis d’aboutir à l’équation suivante :

$$\text{Valeur station virtuelle Contes} = \text{Valeur Peillon} * 0.7441 + 5.1134$$

Résultats

Le RMSE de ce modèle est de 4.7 sur la période allant du 01/01/2022 au 31/08/2024 (Tableau 1). Les valeurs basses ont tendance à être surestimées. Toutefois, les valeurs hautes sont relativement bien prises en compte (Figure 13).

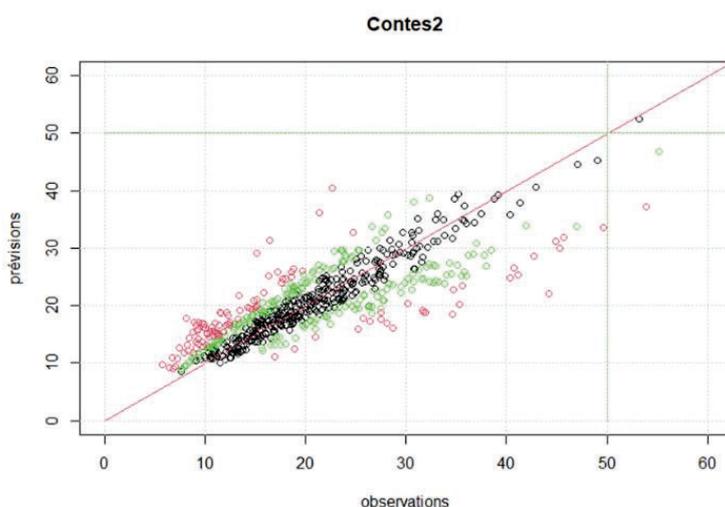


Figure 13 : Observations en fonction des prévisions faites par le modèle en validation croisée (10 sous échantillons). En vert les estimations pour lesquelles l’erreur est entre 15% et 30%, en rouge les estimations pour lesquelles l’erreur est supérieure à 30%.

Tableau 1 : % des estimations entre 15% et 30% d'erreur et supérieur à 30% (l'erreur en % est calculée en rapport aux observations)

	15%<Err<30%	Err>30%	RMSE
Tout	30%	17%	4.7
>50 µg/m ³	0%	0%	

Résultats de la station virtuelle sur la période du 3 janvier au 24 juin 2024

Sur la période de mesure du microcapteur, entre le 3 janvier et le 24 juin 2024, le RMSE descend même à 3.9 (Figure 14 et Figure 15). Les valeurs dépassant les 50 µg/m³ (VL journalière) sont bien prises en compte.

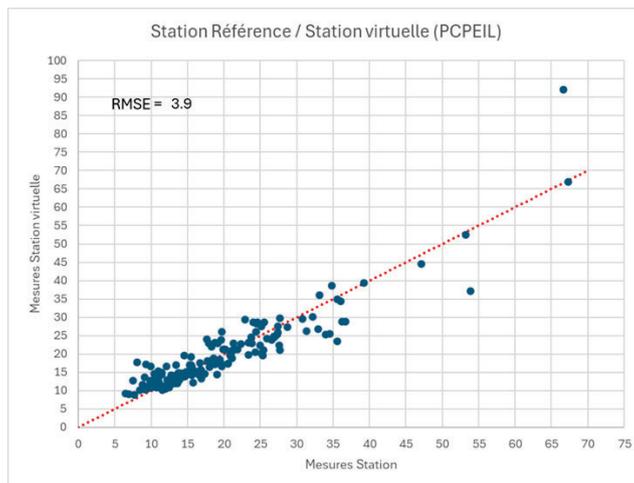


Figure 14 : Comparaison des valeurs mesurées par la station de référence et des valeurs prédites par la station virtuelle

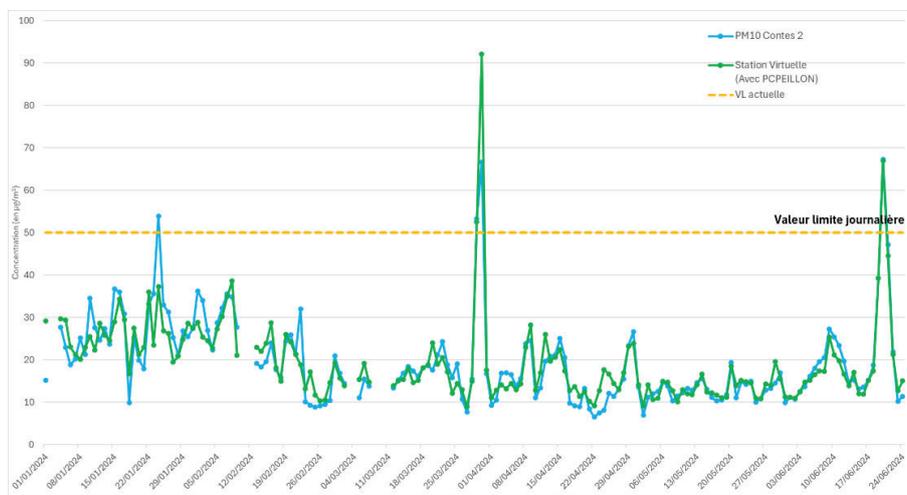


Figure 15 : Historique des concentrations journalières en PM10 mesurées à la station de référence de Contes et en comparaison avec les mesures prédites par la station virtuelle

Au regard de l'historique des valeurs journalières entre le 3 janvier et le 24 juin 2024, la station virtuelle de Contes, prenant en compte les concentrations mesurées à Peillon sur lesquelles sont appliquées une équation de correction, suit relativement bien la dynamique locale à Contes.

Les dépassements des 50 µg/m³ sont pris en compte, bien que surestimés sur la journée du 30 mars.

Comparaison Mesures référence / Microcapteur corrigé / Station virtuelle

Sur les mesures de PM10, la station virtuelle montre des performances meilleures par rapport aux mesures du microcapteur (Figure 16 et Tableau 2).

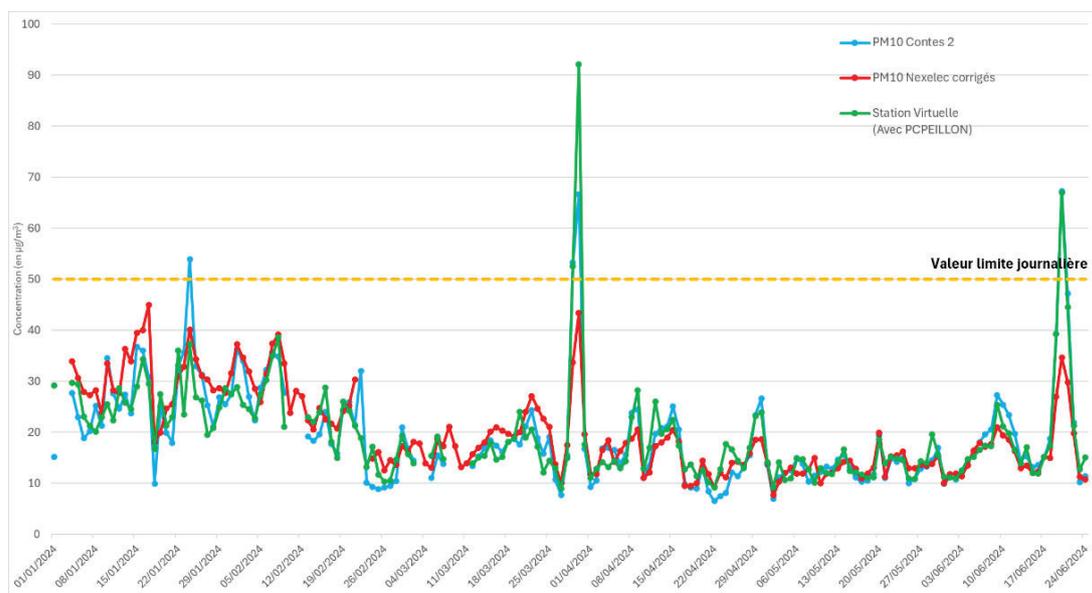


Figure 16 : Historique des concentrations journalières en PM10 mesurées à la station de référence de Contes et en comparaison avec les mesures prédites par la station virtuelle et les mesures corrigées du microcapteur

Tableau 2 : RMSE selon la méthode utilisée

	RMSE 1 Station réf / Microcapteur corrigé	RMSE 2 Station réf / Station virtuelle	Différence performance RMSE 1 / RMSE 2
Période du 05/01 au 24/06/2024	5.2	3.9	25%

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

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

AtmoSud
Inspirer un air meilleur

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