



 Sébastien Mathiot
 Rôle : Chargé d'action territoriale
 Téléphone : 06.80.08.75.82
 Mail : sebastien.mathiot@atmosud.org
 [Consulter le site AtmoSud](#)

NOTE TECHNIQUE

MESURES DES OXYDES D'ETHYLENE ET DE PROPYLENE SUR LA ZONE DE FOS EN 2023

Février 2024

SOMMAIRE

1	Contexte.....	2
2	Campagnes de mesure.....	2
3	Valeurs de référence.....	4
4	Conditions météorologiques observées.....	6
5	Résultats de mesure.....	8
6	Conclusion.....	10

Date de parution

Février 2024

Contact

Chargé d'action territoriale : Sébastien Mathiot sebastien.mathiot@atmosud.org

Pilote de projet : Morgan Jacquinot morgan.jacquinot@stmosud.org

Références

AFE-000026 / APC COV 5 / ERT

1 CONTEXTE

Dans un objectif de renforcement de la protection environnementale dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), des arrêtés préfectoraux (AP), prescrits par l'administration, ont ciblé les principales sources industrielles pétrochimiques des Bouches-du-Rhône émettrices de certains Composés Organiques Volatils (COV). Ces COV sont choisis en raison de leurs caractères cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR).

Ces arrêtés préfectoraux « COV CMR » sont entrés en vigueur à partir de l'été 2018 et plusieurs points ont motivé leurs prescriptions :

- la contribution importante de la région aux émissions nationales de ces COV CMR ;
- les résultats de **l'étude Scénarii**¹ dans la zone de l'étang de Berre.

Ces arrêtés concernent les COV CMR dits prioritaires, à savoir ceux de catégorie 1 et des mélanges contenant plus de 1% de COV CMR de catégorie 1. À la suite de leur entrée en vigueur, AtmoSud a élaboré et mis en œuvre avec ses partenaires locaux dont le groupe Environnement Industrie² un plan d'échantillonnage et de mesure mutualisé qui tient compte de l'ensemble des zones potentiellement impactées par les émissions des installations industrielles concernées :

- Dans une première phase initiée en octobre 2019, un plan d'échantillonnage élaboré a ciblé prioritairement le benzène, le 1,2-dichloroéthane et le 1,3-butadiène.
- Lors d'une seconde phase, les composés pris en compte dans la surveillance ont été les oxydes d'éthylène et de propylène, ainsi que le chlorure de vinyle monomère sur, au total, 12 points de mesures répartis sur le pourtour de l'étang de Berre, de mi-octobre à mi-novembre 2020. Une campagne de mesure similaire a été mise en place entre mai et août 2021.
- La surveillance des oxydes d'éthylène et propylène a été reconduite pour cette année 2023, à raison de 8 campagnes d'une semaine chacune de sorte de couvrir 14 % de l'année.

Ce document présente un bilan des résultats obtenus au cours des 8 campagnes de mesures, d'une durée de 1 semaine chacune, réalisées au cours de l'année 2023.

2 CAMPAGNES DE MESURE

2.1 Méthodologie et analyse

Les oxydes d'éthylène (OE) et de propylène (OP) ont été prélevés par pompes actives sur des supports carbonés, récupérés par désorption dans des solvants appropriés et dosés par chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse.

Chaque prélèvement hebdomadaire est constitué de 2 tubes carbonés positionnés en série : l'un constituant le prélèvement, le second la garde, permettant d'évaluer le perçage potentiel pendant la campagne.

Conformément à ce qui est indiqué dans le guide méthodologique pour la surveillance du benzène dans l'air ambiant (LCSQA - version 2014), il convient pour le reportage et le calcul de moyenne de remplacer les valeurs inférieures à la limite de quantification (LQ) par la valeur LQ/2. Par analogie, ce principe est appliqué à l'ensemble des mesures.

¹ <https://www.atmosud.org/article/scenarii-synthese-des-paroles-dacteurs>

² Association interprofessionnelle des industries dans la région, Environnement Industrie (EI) accompagne ses adhérents dans l'application des obligations réglementaires en matière d'environnement et de risque industriel, aux côtés notamment des fédérations professionnelles.

2.2 Plan d'échantillonnage

La sélection des emplacements a notamment pris en compte les différentes substances émises par le site de Lyondell Chimie à Fos-sur-Mer (Tableau 1 et Figure 1).

Tableau 1 : Liste des sites et des substances surveillées

ZONES	Nom des sites de mesure	Localisation (GPS)		Réplicats
		Latitude	Longitude	
Témoin	Salon	43.639002	5.101097	Non
Fos (4 sites)	Fos / Carabins	43.458927	4.934572	Triplet OP Triplet OE
	Fos / Môle Graveleau	43.410524	4.845233	Non
	Port-Saint-Louis-du-Rhône	43.39378	4.801024	Non
	Fos / EVERE	43.420128	4.85596	Non
Total		5 sites	5 sites	

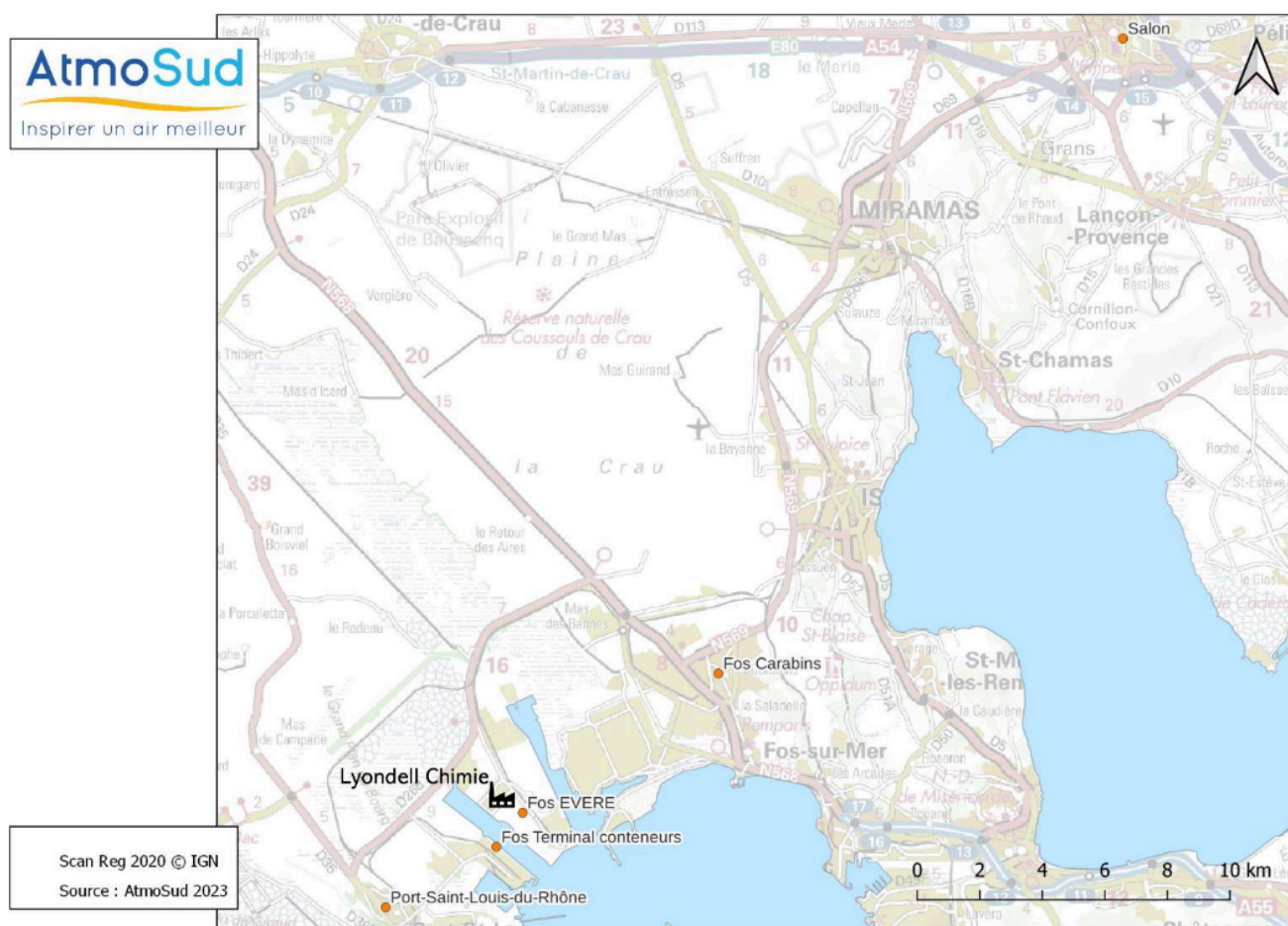


Figure 1 : Implantation des points de mesure sur la ZIP de Fos-sur-Mer

2.3 Planning prévisionnel

Les 8 campagnes de mesure d'une semaine chacune se sont déroulées :

- du 10 au 25 mai 2023,
- du 3 au 17 juillet 2023,
- du 5 au 19 octobre 2023,
- du 4 au 19 décembre 2023.

3 VALEURS DE REFERENCE

3.1 Définitions

► Valeurs réglementaires

Les effets sont très divers selon les composés organiques, allant de la simple gêne olfactive à une irritation oculaire et respiratoire (aldéhydes), ou encore à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérogènes (tel le benzène).

La réglementation française prévoit plusieurs notions, dont :

- Valeur Limite pour la protection de la santé (VL) : niveau de concentration à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques, afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- Objectif de qualité (OQ) : niveau de concentration à atteindre à long terme et à maintenir, 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 dans son ensemble.

► Valeurs toxicologiques de référence et indicateurs de risque

Afin de déterminer si un risque peut être attribué à une exposition aux concentrations mesurées dans l'air ambiant à une substance, une évaluation quantitative du risque sanitaire peut être réalisée. Son principe est décrit notamment dans les documents « Evaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE – Substances chimiques » (INERIS 2003) et « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (INERIS 2013), et qui repose sur les 4 étapes fondamentales suivantes :

- Identification des dangers,
- Evaluation des relations dose-réponse,
- Evaluation de l'exposition,
- Caractérisation du risque.

Cette évaluation ne peut se mener d'un point de vue quantitatif que s'il existe des **Valeurs Toxicologiques de Référence** (VTR) éditées par des organismes internationalement reconnus et adaptées à la problématique. Cette VTR est un **repère toxicologique** qui permet de quantifier un risque pour la santé humaine, en exprimant la relation dose-réponse, c'est-à-dire la relation quantitative entre :

- * Un niveau d'exposition (« dose ») à un agent dangereux,
- * L'incidence observée (« réponse ») d'un effet indésirable donné.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires aboutit au calcul d'**indicateurs de risque** exprimant quantitativement les risques potentiels encourus par les populations du fait de la contamination des milieux d'exposition :

- * Quotient de Danger (QD) pour les effets à seuil,
- * Excès de Risque Individuels (ERI) pour les effets sans seuil.

Les équations de calcul de ces indicateurs de risque sont proposées ci-dessous :

Quotient de Danger	Excès de Risque Individuel
$QD = \frac{CI}{VTR}$	$ERI = \sum_i \frac{CI_i \times T_i}{T_m} \times ERU$

Avec :

- Ci : Concentration en polluant dans l'air inhalé (moyenne obtenue lors des différentes campagnes de mesures),
- VTR : Valeur Toxicologique de Référence à seuil pour la voie (inhalation) et la durée d'exposition (chronique) correspondant au scénario considéré,
- ERU = Excès de Risque Unitaire, pour la voie d'exposition (inhalation) correspondant au scénario considéré,
- Ti = Durée de la période d'exposition (en années) sur laquelle l'exposition CI est calculée³,
- Tm = Durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (en années).

Pour apprécier les résultats de la caractérisation des risques, les indicateurs de risque sont habituellement comparés, pour distinguer les risques jugés « préoccupants » :

- à la valeur repère de 1 pour les QD,
- à la valeur repère de 10^{-5} pour les ERI.

3.2 Cas de l'oxyde d'éthylène

► Valeurs réglementaires

Il n'existe pas de valeur réglementaire pour l'oxyde d'éthylène dans l'air ambiant.

► Valeurs toxicologiques de référence

Le Tableau 2 liste les différentes VTR existantes et retenues dans le cadre de cette substance pour le risque chronique :

Tableau 2 : Valeurs toxicologiques de références retenues pour une exposition par inhalation à l'oxyde d'éthylène

Substance	N° CAS	Type d'exposition	Type d'effets	VTR	Organe cible	Durée d'exposition	Organisme
Oxyde d'éthylène	75-21-8	Chronique	A seuil	REL = 30 µg/m³	Effets neurotoxiques	1 an et plus	OEHHA (2001)
			Sans seuil	ERUi = 3,0.10 ⁻³ (µg/m³) ⁻¹ Pour un excès de risque à 10 ⁻⁵ : Pour une exposition de 100 % pendant 30 ans, cela correspond à une concentration de 0,008 µg/m³	Effets sur le système immunitaire (leucémies)	1 an et plus	US EPA (2016)

³ Par convention :

- La valeur de Ti retenue correspond donc, en théorie, au temps que va passer un riverain au niveau d'une zone considérée comme son domicile et où la concentration déterminée va être jugée représentative et constante sur une longue période. Une durée d'exposition de 30 ans est généralement admise pour un adulte, qui correspond approximativement au percentile 90 de la durée de résidence. Le choix de la période d'exposition est particulièrement significatif pour les substances accumulatrices et cancérigènes.
- La valeur de Tm retenue correspond donc, en théorie, à la durée de vie générale d'une cible, conventionnellement prise à 70 ans à l'heure actuelle.

3.3 Cas de l'oxyde de propylène

► Valeurs réglementaires

Il n'existe pas de valeur réglementaire pour l'oxyde de propylène dans l'air ambiant.

► Valeurs toxicologiques de référence

Le Tableau 3 liste les différentes VTR existantes et retenues dans le cadre de cette substance pour le risque chronique :

Tableau 3 : Valeurs toxicologiques de références retenues pour une exposition par inhalation à l'oxyde de propylène

Substance	N° CAS	Type d'exposition	Type d'effets	VTR	Organe cible	Durée d'exposition	Organisme
Oxyde de propylène	75-56-9	Chronique	A seuil	RfC = 30 µg/m³	Effets sur le système respiratoire	1 an et plus	US EPA (1990)
			Sans seuil	ERU _i = 3,7.10 ⁻⁶ (µg/m³) ⁻¹ <u>Pour un excès de risque à 10⁻⁵ : Pour une exposition de 100 % pendant 30 ans, cela correspond à une concentration de 6,3 µg/m³</u>	Effets sur le système respiratoire	1 an et plus	US EPA (1990)

4 CONDITIONS METEOROLOGIQUES OBSERVEES

La Figure 2 rassemble les roses des vents mesurées à la station Météo-France d'Istres pour chacune des campagnes.

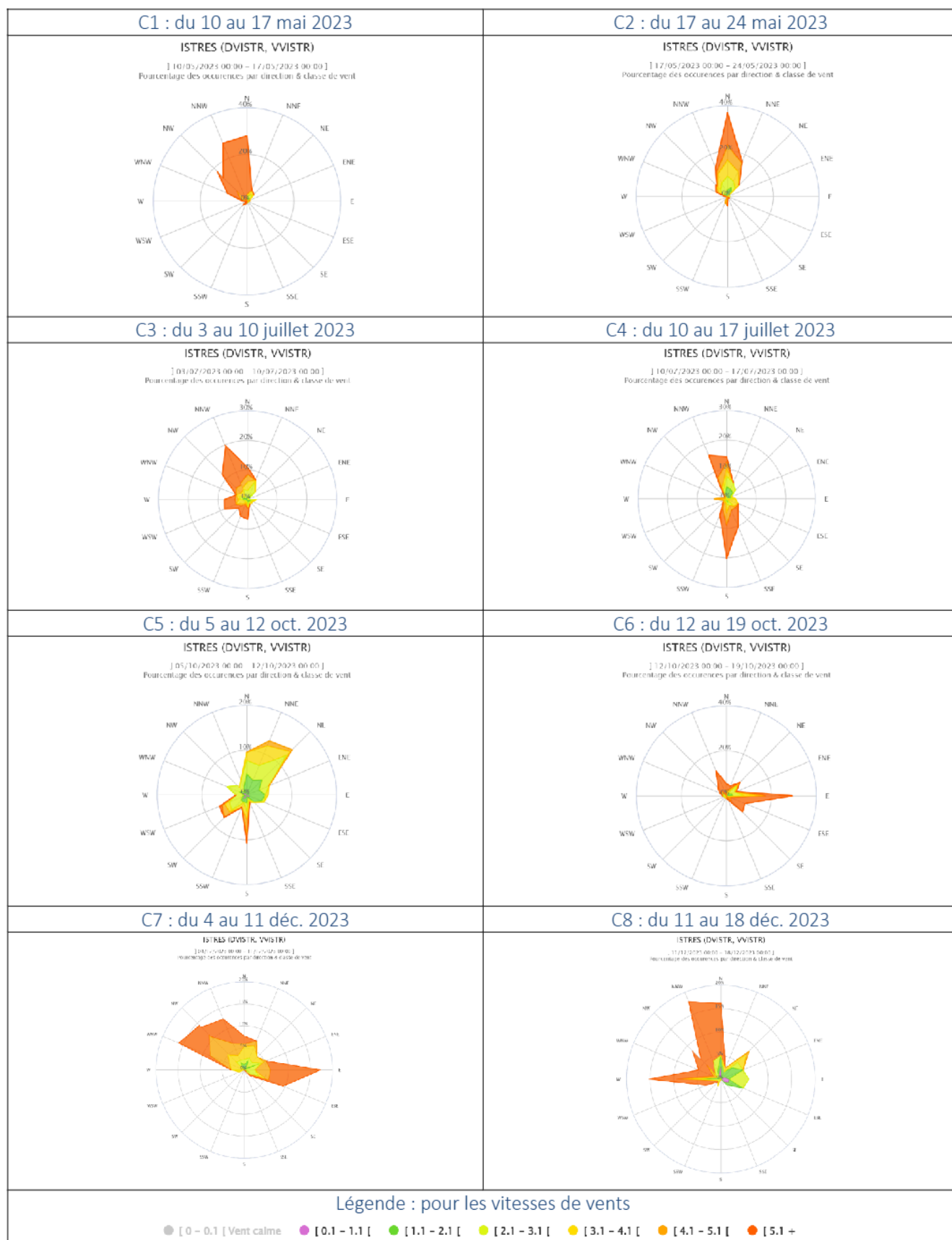


Figure 2 : Roses des vents pendant les 8 périodes de mesure en 2023 (données Météo-France – Station Istres)

5 RESULTATS DE MESURE

Pour tous les supports analysés, il n'y a eu aucun perçage, tous les échantillons disponibles sont validés.

Conformément à ce qui est indiqué dans le guide méthodologique pour la surveillance du benzène dans l'air ambiant (LCSQA - version 2014), il convient pour le reportage et le calcul de moyenne de remplacer les valeurs inférieures à la limite de quantification (LQ) par la valeur LQ/2. Par analogie, ce principe est appliqué à l'ensemble des mesures.

5.1 Oxyde d'éthylène

Tous les prélèvements mesurés indiquent une concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire (0,81 µg/m³).

Tableau 4 : Relevés des concentrations en oxyde d'éthylène par campagne

Campagnes	Salon-de-Provence	Fos / carabins	Fos / Môle Graveleau	Port-Saint-Louis-du-Rhône	Fos / EVERE
Concentration en µg/m³	STS	SF-2	SF-3	SF-6	SF-7
C1 : Du 10 au 17 mai 2023	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,4 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)
C2 : Du 17 au 24 mai 2023	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)
C3 : Du 3 au 10 juillet 2023	0,4 (LQ/2)	0,4 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,4 (LQ/2)	0,4 (LQ/2)
C4 : Du 10 au 17 juillet 2023	0,42 (LQ/2)	0,4 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)
C5 : du 5 au 12 oct. 2023	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)
C6 : du 12 au 19 oct. 2023	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)
C7 : du 4 au 11 déc. 2023	0,4 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)
C7 : du 11 au 18 déc. 2023	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,41 (LQ/2)	0,4 (LQ/2)	0,4 (LQ/2)

Suivi des campagnes :

- Campagne C1 : Rien à signaler (RAS)
- Campagne C2 : le triplet à Fos/carabins n'a donné qu'un seul résultat, les deux autres ont rencontré un dysfonctionnement au niveau de la pompe.
- Campagne C3 : RAS
- Campagne C4 : RAS
- Campagne C5 : RAS
- Campagne C6 : RAS
- Campagne C7 : RAS
- Campagne C8 : RAS

Comparaison aux valeurs de référence :

- Effet à seuil : la limite de quantification est inférieure à la valeur d'effet à seuil.
Tous les échantillons réalisés présentent une concentration inférieure à la limite de quantification. De ce fait, la valeur toxicologique de référence est respectée sur l'ensemble des échantillons pour les 8 campagnes instrumentées.
- Effet sans seuil : Comme les années précédentes, la limite de quantification ne permet pas de comparer les concentrations aux valeurs sans seuil potentielles (cf page 6) pour un excès de risque à 10^{-5} .

5.2 Oxyde de propylène

Tous les prélèvements mesurés indiquent une concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire (1,52 µg/m³) sauf le site de Fos/Terminal avec une mesure à 2.94 µg/m³ sur un échantillon du mois de mai.

Tableau 5 : Concentrations en oxyde de propylène sur les deux campagnes selon les sites échantillonnés

Campagnes	Salon-de-Provence	Fos / carabins	Fos / Môle Graveleau	Port-Saint-Louis-de-Rhône	Fos / EVERE
Concentration en µg/m³	STS	SF-2	SF-3	SF-6	SF-7
C1 : Du 10 au 17 mai 2023	pas de mesure	pas de mesure	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)
C2 : Du 17 au 24 mai 2023	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	2.94	0,76 (LQ/2)	pas de mesure
C3 : Du 3 au 10 juillet 2023	0,76 (LQ/2)	0,75 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,75 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)
C4 : Du 10 au 17 juillet 2023	0,78 (LQ/2)	0,75 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	pas de mesure
C5 : du 5 au 12 oct. 2023	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	Pas de mesure	0,76 (LQ/2)
C6 : du 12 au 19 oct. 2023	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)
C7 : du 4 au 11 déc. 2023	0,76 (LQ/2)	0,77 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)
C8 : du 11 au 18 déc. 2023	0,76 (LQ/2)	0,78 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)	0,76 (LQ/2)

Suivi des campagnes :

- Campagne C1 : les échantillons de Salon-de-Provence et Fos/Carabins ont été détériorés à la suite de fortes pluies (tubes inondés après leur chute due au vent pendant les averses) ;
- Campagne C2 :
 - L'échantillon de Fos/EVERE a été détérioré à la suite de fortes pluies (tube inondé lors de sa chute due au vent).
 - Un des trois échantillons à Fos/carabins a rencontré un dysfonctionnement au niveau de la pompe et n'a pu être analysé.
- Campagne C3 : RAS
- Campagne C4 : l'échantillon d'EVERE a été retrouvé détérioré hors de leur protection et n'a pas été analysé.
- Campagne C5 : l'échantillon de Port-Saint-Louis-du-Rhône a été retrouvé détérioré hors de leur protection et n'a pas été analysé.
- Campagne C6 : RAS
- Campagne C7 : RAS
- Campagne C8 : RAS

Comparaison aux valeurs de référence :

- Effet à seuil : la limite de quantification est inférieure à la valeur d'effet à seuil.
Tous les échantillons réalisés présentent une concentration inférieure à la limite de quantification. De ce fait, la valeur toxicologique de référence est respectée sur l'ensemble des échantillons pour les 8 campagnes instrumentées.
- Effet sans seuil : la limite de quantification permet de comparer les concentrations obtenues au cours des 8 campagnes à la valeur d'effet à seuil.
Pour un scénario d'exposition « habitant vie entière adulte », tous les échantillons réalisés présentent une concentration inférieure à la VTR (Pour un excès de risque à 10^{-5} : pour une exposition de 100 % pendant 30 ans pour une vie entière de 70 ans, cela correspond à une concentration de 6,3 µg/m³).

6 CONCLUSION

► Contexte

Dans un objectif de renforcement de la protection environnementale dans la région Sud / Provence-Alpes-Côte d'Azur, des arrêtés préfectoraux (AP), prescrits par l'administration, ont ciblé les principales sources industrielles pétrochimiques des Bouches-du-Rhône émettrices de certains Composés Organiques Volatils (COV) en raison de leurs caractères cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR). Ces AP COV CMR sont entrés en vigueur à partir de l'été 2018.

► Méthode

Le choix des moyens de mesures, des méthodes d'analyse, des lieux et de la fréquence des prélèvements a été précédemment établi et poursuivi lors de ces campagnes de prélèvements : pour les oxydes d'éthylène et de propylène, les mesures ont été ainsi réalisées à l'aide de **prélèvements actifs** (pompe + support adapté).

En 2023, la campagne de prélèvements pour les deux polluants s'est déroulée sur 8 périodes de 7 jours également réparties sur l'année. L'analyse des conditions météorologiques montre que, concernant les vents, les plus importants et fréquents provenaient essentiellement des secteurs Nord-Ouest et Sud / Sud-Ouest, ce qui aurait pu favoriser la détection des polluants sur certains sites échantillonnés.

► Résultats

Aucun prélèvement d'oxyde d'éthylène ne présente une concentration supérieure aux limites de quantification du laboratoire, à savoir $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et ce pour tous les points de mesures, dont ceux qui étaient majoritairement sous les vents des plateformes industrielles au regard de la météorologie observée durant ces huit semaines.

Concernant l'oxyde de propylène, les prélèvements ne présentent pas de concentration supérieure aux limites de quantification du laboratoire, à savoir $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à l'exception d'un prélèvement sur le site de Fos/Terminal avec une mesure à $2,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur un échantillon réalisé du 17 au 24 mai. Au cours de cette semaine de campagne, le vent de nord plaçait le site de Fos / Terminal sous les vents de la plateforme industrielle de Lyondell Chimie (Figure 3).

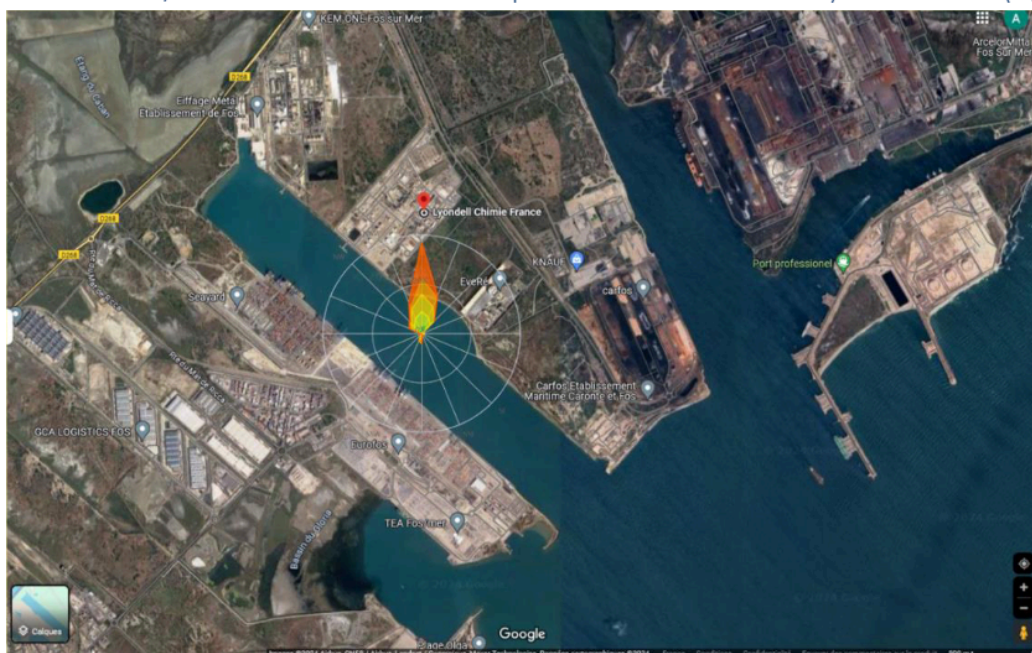


Figure 3 : Superposition de la rose des vents du 17 au 24 mai 2023 sur fond de carte GoogleEarth ©

Les résultats observés en 2023 sont comparables, à l'exception de ce seul prélèvement, à ceux obtenus lors des campagnes de mesures menées en 2020, 2021 et 2022 où aucun prélèvement ne présentait une concentration supérieure aux limites de quantification.

En 2024, une campagne de mesure sur huit semaines réparties sur l'année sera reconduite avec les mêmes méthodes de mesure.



www.atmosud.org

AtmoSud
Inspirer un air meilleur

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 Nîmes

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

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