

 Sébastien Mathiot
 Rôle : Chargé d'action territoriale
 Téléphone : 04 91 32 38 00
 Mail : sebastien.mathiot@atmosud.org
 [Consulter le site AtmoSud](#)

NOTE TECHNIQUE

CAMPAGNE DE MESURES DES BTEX À FOS-SUR-MER EN 2022

Septembre 2023

SOMMAIRE

1	Introduction	3
2	Campagne de mesures.....	4
2.1	Méthodologie et analyse	4
2.2	Plan d'échantillonnage.....	4
3	Valeurs de référence.....	7
3.1	Définitions.....	7
3.2	Valeurs proposées.....	8
4	Conditions météorologiques observées en 2022.....	9
5	Les résultats en 2022	10
5.1	Les résultats annuels BTEX.....	10
5.2	Evolution des concentrations hebdomadaires des BTEX en 2022	11
5.3	Comparaison aux années précédentes	13
5.4	Analyse des observations des nuisances à Fos-sur-Mer en 2022.....	14
6	Conclusions	17

Date de parution

Septembre 2023

Contact

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

Rédacteur : Aurélie Stoerkerel aurelie.stoerkerel@atmosud.org

Références

ARCELOR / Bilan BTEX 2023 / ASL-ASN-ERT

1 INTRODUCTION

AtmoSud réalise depuis plusieurs années une surveillance des concentrations en BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) au niveau de Fos-sur-Mer, et notamment autour de l'installation d'ARCELORMITTAL, concernant quatre points de mesures à l'aide d'échantillonneurs passifs (SF-1,2,4,5).

Enfin, cette séquence de mesures BTEX 2022 menée à Fos-sur-Mer a également pris en compte des signalements récurrents de nuisances olfactives, en lien avec des odeurs d'hydrocarbures, portés régulièrement à connaissance d'AtmoSud par les habitants de Fos-sur-Mer.

Ce document présente ainsi un bilan de tous les résultats obtenus pour la surveillance des BTEX sur l'année 2022 dans la commune de Fos-sur-Mer.

2 CAMPAGNE DE MESURES

2.1 Méthodologie et analyse

La méthodologie proposée est basée sur une technique qualitative, à l'aide de tubes à diffusion passive Radiello® 145 pour les BTEX (Benzène/Toluène/Ethylbenzène/Xylènes). Les analyses sont réalisées par un laboratoire partenaire, TERA Environnement, par ATD-GC-MS (Thermodesorption / Chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse).

De plus, la station de mesures fixe de Fos / Carabins est équipée d'un analyseur automatique en continu pour les BTEX.

2.2 Plan d'échantillonnage

2.2.1 PLANNING DES CAMPAGNES DE MESURES PONCTUELLES

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des différentes périodes de prélèvement :

Tableau 1 : Calendrier des campagnes d'échantillonnage en 2022

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1 S	1 M	1 M	1 V	1 D	1 M	1 V	1 L	1 J	1 S	1 M	1 J
2 D	2 M	2 M	2 S	2 L	2 J	2 S	2 M	2 V	2 D	2 M	2 V
3 L	3 J	3 J	3 D	3 M	3 V	3 D	3 M	3 S	3 L	3 J	3 S
4 M	4 V	4 V	4 L	4 M	4 S	4 L	4 J	4 D	4 M	4 V	4 D
5 M	5 S	5 S	5 M	5 J	5 D	5 M	5 V	5 L	5 M	5 S	5 L
6 J	6 D	6 D	6 M	6 V	6 L	6 M	6 S	6 M	6 J	6 D	6 M
7 V	7 L	7 L	7 J	7 S	7 M	7 J	7 D	7 M	7 V	7 L	7 M
8 S	8 M	8 M	8 V	8 D	8 M	8 V	8 L	8 J	8 S	8 M	8 J
9 D	9 M	9 M	9 S	9 L	9 J	9 S	9 M	9 V	9 D	9 M	9 V
10 L	10 J	10 J	10 D	10 M	10 V	10 D	10 M	10 S	10 L	10 J	10 S
11 M	11 V	11 V	11 L	11 M	11 S	11 L	11 J	11 D	11 M	11 V	11 D
12 M	12 S	12 S	12 M	12 J	12 D	12 M	12 V	12 L	12 M	12 S	12 L
13 J	13 D	13 D	13 M	13 V	13 L	13 M	13 S	13 M	13 J	13 D	13 M
14 V	14 L	14 L	14 J	14 S	14 M	14 J	14 D	14 M	14 V	14 L	14 M
15 S	15 M	15 M	15 V	15 D	15 M	15 V	15 L	15 J	15 S	15 M	15 J
16 D	16 M	16 M	16 S	16 L	16 J	16 S	16 M	16 V	16 D	16 M	16 V
17 L	17 J	17 J	17 D	17 M	17 V	17 D	17 M	17 S	17 L	17 J	17 S
18 M	18 V	18 V	18 L	18 M	18 S	18 L	18 J	18 D	18 M	18 V	18 D
19 M	19 S	19 S	19 M	19 J	19 D	19 M	19 V	19 L	19 M	19 S	19 L
20 J	20 D	20 D	20 M	20 V	20 L	20 M	20 S	20 M	20 J	20 D	20 M
21 V	21 L	21 L	21 J	21 S	21 M	21 J	21 D	21 M	21 V	21 L	21 M
22 S	22 M	22 M	22 V	22 D	22 M	22 V	22 L	22 J	22 S	22 M	22 J
23 D	23 M	23 M	23 S	23 L	23 J	23 S	23 M	23 V	23 D	23 M	23 V
24 L	24 J	24 J	24 D	24 M	24 V	24 D	24 M	24 S	24 L	24 J	24 S
25 M	25 V	25 V	25 L	25 M	25 S	25 L	25 J	25 D	25 M	25 V	25 D
26 M	26 S	26 S	26 M	26 J	26 D	26 M	26 V	26 L	26 M	26 S	26 L
27 J	27 D	27 D	27 M	27 V	27 L	27 M	27 S	27 M	27 J	27 D	27 M
28 V	28 L	28 L	28 J	28 S	28 M	28 J	28 D	28 M	28 V	28 L	28 M
29 S		29 M	29 V	29 D	29 M	29 V	29 L	29 J	29 S	29 M	29 J
30 D		30 M	30 S	30 L	30 J	30 S	30 M	30 V	30 D	30 M	30 V
31 L		31 J		31 M		31 D	31 M		31 L		31 S

Ainsi, 17 semaines de prélèvement ont été réalisées autour du site d'ARCELORMITTAL.

2.2.2 LOCALISATION ET REPARTITION DES POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE

Les sites retenus sont rappelés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Zones et sites échantillonnés

Zone	Nom des sites	Objectif	Réf	Nombre de mesures hebdomadaires
Fos-sur-Mer (4 sites)	ELENGY 2	Surveillance spécifique autour de la plateforme industrielle	SF-1	17
	Fos / Carabins		SF-2	17
	Entrée ARCELOR		SF-4	17
	Plage de Cavaou		SF-5	17

La figure ci-après localise les différents sites d'échantillonnage présentés dans le tableau précédent.

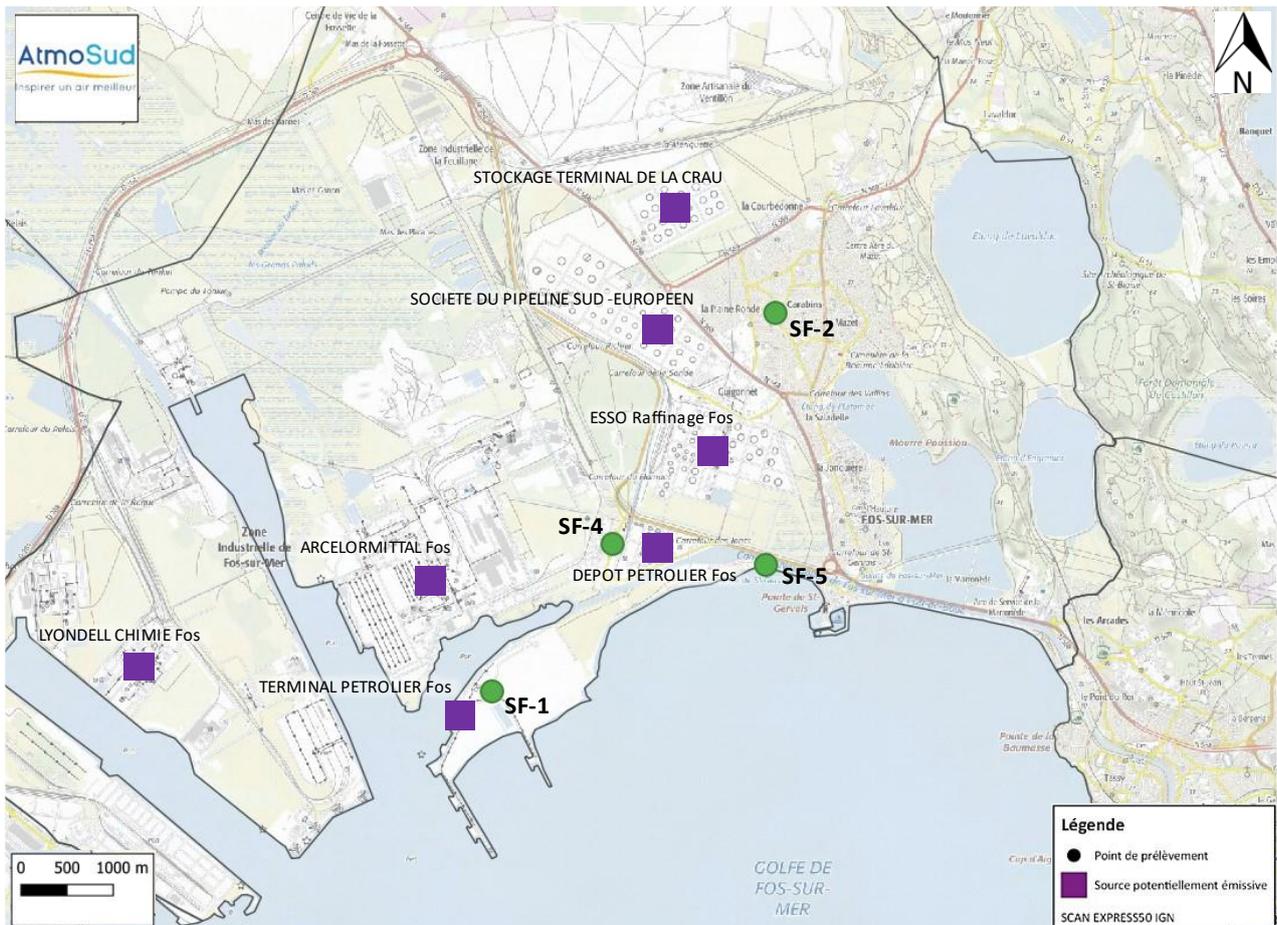


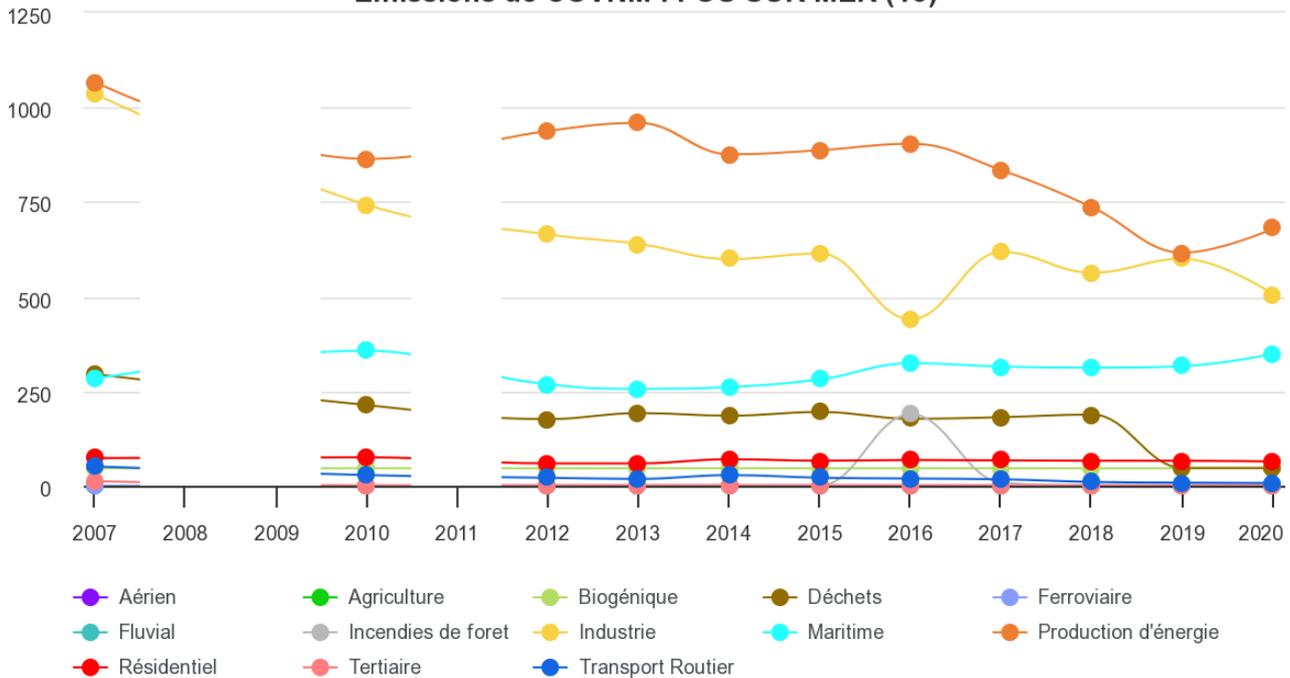
Figure 1 : Localisation des sites d'échantillonnage

2.2.3 PRINCIPALES SOURCES D'EMISSION

Les informations à disposition concernant les émissions atmosphériques potentielles de ces substances font généralement état d'une origine industrielle. L'inventaire des émissions d'AtmoSud des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), à l'échelle des communes concernées, confirme cette information issue de la bibliographie (Figure 2 - les données d'émissions sont issues des déclarations GEREP).



Evolution sectorielle pluriannuelle (t) (Bilan territorial - sans sources additionnelles) ATMOSUD Version Inventaire: 9.2 Emissions de COVNM : FOS SUR MER (13)



Source : Inventaire des émissions AtmoSud
<https://opendata.atmosud.org/index.php>

Figure 2 : Émissions annuelles en COVNM à Fos-sur-Mer (en tonne)

3 VALEURS DE REFERENCE

3.1 Définitions

3.1.1 VALEURS REGLEMENTAIRES

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 cancérigènes (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.

3.1.2 VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE 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 « Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE – Substances chimiques » (INERIS 2003) et « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (INERIS 2013), et qui repose sur les 4 étapes fondamentales suivantes :

- Identification des dangers,
- Évaluation des relations dose-réponse,
- Évaluation 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 calculée¹,
- 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 Valeurs proposées

Le tableau ci-dessous présente les valeurs retenues pour les différentes substances concernées par cette surveillance :

Tableau 3 : Valeurs de références retenues pour les BTEX

Substance	N° CAS	Type d'exposition	Type de valeur	Type d'effets	Valeur	Organe cible	Organisme
Benzène	71-43-2	Chronique	Valeur limite	-	VL = 5 µg/m ³	-	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
			Objectif de qualité	-	OQ = 2 µg/m ³	-	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air
			VTR	A seuil	VTR = 10 µg/m ³	Effets hématologiques	ANSES (2008)
				Sans seuil	VTR = 2,6.10 ⁻⁵ (µg/m ³) ⁻¹ Pour une exposition de 100 % pendant 30 ans, cela correspond à une concentration de 0,9 µg/m ³	Effets sur le système immunitaire (leucémies)	ANSES (2014)

¹ Conventionnellement :

- 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 accumulatives 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.

Substance	N° CAS	Type d'exposition	Type de valeur	Type d'effets	Valeur	Organe cible	Organisme
Toluène	108-88-3	Chronique	VTR	A seuil	VTR = 19 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Effets neurologiques	ANSES (2017)
				Sans seuil	-	-	-
Ethylbenzène	100-41-4	Chronique	VTR	A seuil	VTR = 1 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Effets ototoxiques	ANSES (2016)
				Sans seuil	VTR = $2,5 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ Pour une exposition de 100 % pendant 30 ans, cela correspond à une concentration de 9,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Effets sur le système rénal	OEHHA (2007))
Xylènes (mélange des isomères)	1330-20-7	Chronique	VTR	A seuil	VTR = 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Effets neurologiques	US EPA (2003) Choix ANSES 2020
				Sans seuil	-	-	-

En considérant un excès de risque à 10^{-5} , pour une exposition de 100 % pendant 30 ans sur une durée de vie de 70 ans, les valeurs sans seuil :

- Du benzène est de 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- De l'éthylbenzène est de 9,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

4 CONDITIONS METEOROLOGIQUES OBSERVEES EN 2022

Les conditions météorologiques rencontrées au cours des 17 périodes de mesure sont bien représentatives :

- De l'intégralité de l'année ;
- Des conditions normales pour les données de vent et de températures, avec cependant une année 2022 plus sèche que la normale saisonnière.

L'ensemble des statistiques météorologiques est fourni en annexe 3.

5 LES RESULTATS EN 2022

5.1 Les résultats annuels BTEX

Les résultats des concentrations moyennes annuelles sont présentés dans le tableau 4 et en représentation cartographique sur la figure 3.

Tableau 4 : Concentrations moyennes annuelles des BTEX par site

Site de mesure	Concentration moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Benzène	Toluène	m,p-Xylènes	Ethylbenzène	O-xylène
SF-1 / Elengy 2	3.51	14.3	8.1	2.2	3.2
SF-2 / Fos Carabins	1.11	1.1	0.7	0.2	0.3
SF-4 / Entrée ARCELOR	2.22	6.8	4.3	1.2	1.8
SF-5 / Plage de Cavaou	1.43	2.5	1.8	0.5	0.8

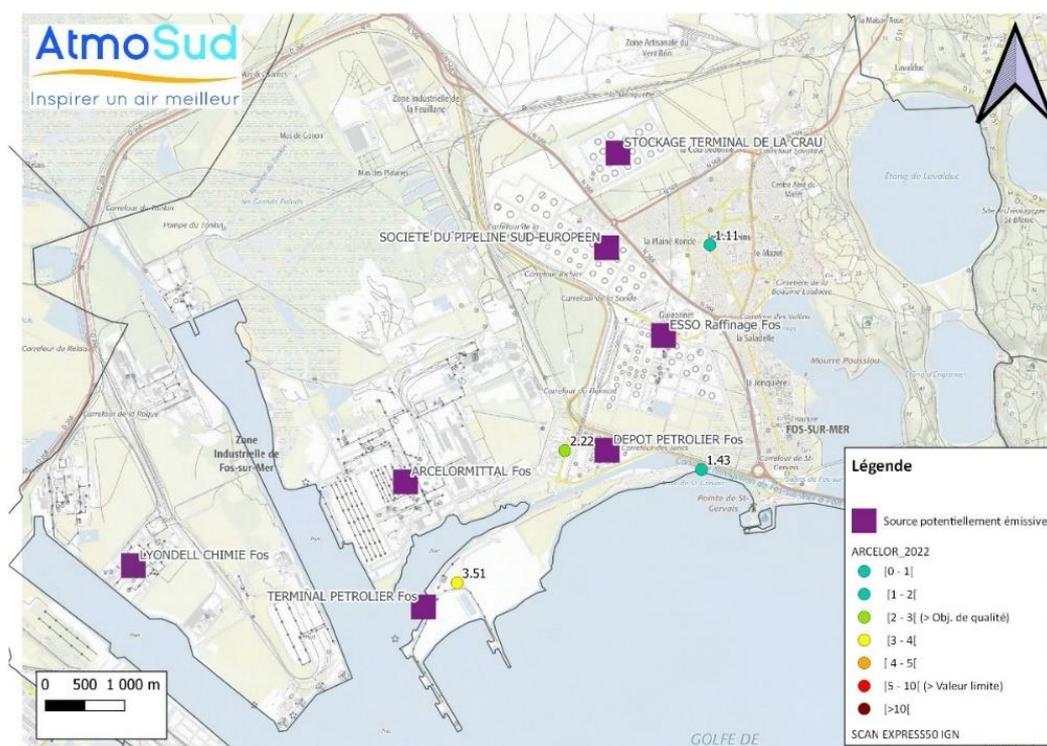


Figure 3 : Représentation géographique des concentrations moyennes estimées en benzène en 2022

Les quatre sites échantillonnés présentent des concentrations moyennes annuelles 2022 en benzène respectant la valeur limite réglementaire (fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$).

Les sites SF-1 (Elengy 2) et SF-4 (Entrée Arcelor) sont ceux pour lesquels la concentration moyenne annuelle en benzène dépasse l'objectif de qualité (fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$).

Les valeurs toxicologiques de référence sans seuil sont dépassées pour les substances pour lesquelles ces VTR existent (benzène et éthylbenzène).

Concernant les autres polluants (toluène, éthylbenzène et xylènes), les concentrations moyennes annuelles restent inférieures aux valeurs toxicologiques de référence à seuil (cf. Annexe 2).

5.2 Evolution des concentrations hebdomadaires des BTEX en 2022

Les graphiques ci-dessous permettent d'observer l'évolution et la répartition des concentrations moyennes hebdomadaires obtenues sur les différents points de mesures et campagnes autour de la plateforme industrielle :



Figure 4 : Concentrations en BTEX sur les différentes campagnes selon les sites échantillonnés

Analyse :

Pour les différents polluants mesurés, les sites SF-1 et SF-4 montrent des dynamiques de concentrations significatives par rapport aux sites SF-2 et SF-5. Ces derniers semblent plus préservés, avec des concentrations hebdomadaires faibles et assez stables.

Les concentrations en benzène sont régulièrement plus importantes sur le site SF-1 Elengy 2. L'activité permanente du port pétrolier de Fos-sur-Mer au sud-ouest constitue la source la plus proche d'émission de benzène (chargement et déchargement de produits pétroliers).

Tous les polluants (excepté le benzène pour SF-1) présentent leurs plus fortes concentrations sur les mêmes semaines quels que soient les sites (surtout visibles pour SF-1 et SF-4 qui sont les plus exposés) :

- Durant la 8^{ème} campagne de mesure, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sur le site SF-1 obtiennent leurs plus fortes teneurs : les conditions de vent durant cette semaine (vent provenant du nord-nord-ouest fréquent et fort, voir Annexe 1), couplées aux émissions locales, ont favorisé le piégeage de la pollution par le capteur qui est placé au sud des sources. Les faibles précipitations ainsi que la hausse des températures au cours de l'été ont pu également jouer un rôle dans l'accumulation de la pollution de ces composés volatils.
- Durant les 4^{ème}, 7^{ème}, 11^{ème} et dernière campagnes de mesures, tous les composés sur le site SF-4 présentent leurs concentrations maximales. Sur ces périodes, les précipitations sont particulièrement faibles et les provenances de vent sont variées (plein nord, plein sud, est, voir Annexe 1). La localisation du site de mesure est centrale par rapport aux différentes sources d'émission potentielle, il peut donc y être soumis selon les différentes configurations de vent rencontrées. Le non-lessivage dû à l'absence de pluie ne fait que renforcer la présence de la pollution de l'air sur le site.

Interprétation :

Ces constats s'expliquent essentiellement :

- par une proximité des sites de mesures par rapport à des sources industrielles émettrices comme l'activité du port pétrolier de Fos, l'usine d'Arcelor, des dépôts pétroliers et la raffinerie Esso (entre 1 et 3,5 km de distance entre les sources potentiellement émettrices et les sites échantillonnés),
- par la fréquence relativement importante des typologies météorologiques de vent qui placent ces sites de mesures sous les rejets de certaines sources émettrices.

5.3 Comparaison aux années précédentes

Depuis 2005, les observations réalisées année après année ont conduit à retenir quatre sites parmi l'ensemble des lieux investigués afin de mener un suivi dans le temps et permettre une observation sur un long pas de temps.

Les informations ci-après concernent ces quatre sites historiques dont un se situe dans le quartier des Carabins et les trois autres plus en proximité de sources industrielles émettrices (Tableau 5, Figure 5).

Tableau 5 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en benzène pour les 4 sites historiques de surveillance

Site de mesure	Concentration moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)								
	2005	2011	2013	2015	2018	2019	2020	2021	2022
SF-1 / Elengy 2	5.4	4.0	3.7	-	4.6	5.0	4.3	3.2	3.5
SF-2 / Fos Carabins	1.0	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9	1.1
SF-4 / Entrée ARCELOR	-	-	-	2.8	1.9	2.1	2.3	1.5	2.2
SF-5 / Plage de Cavaou	2.5	2.0	1.9	1.5	1.4	1.5	1.6	1.4	1.4

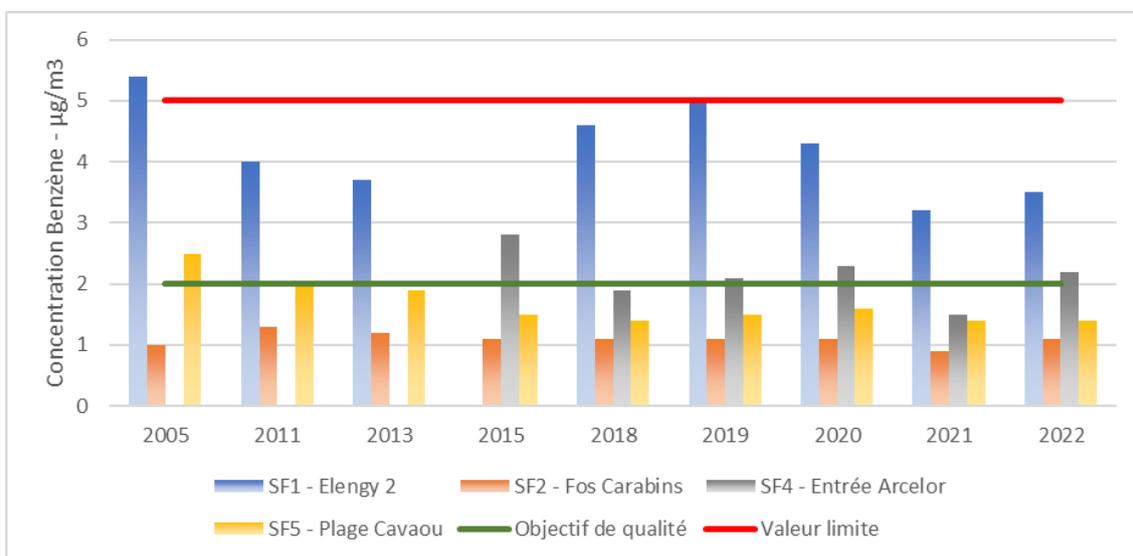


Figure 5 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en benzène sur 4 sites de mesures à Fos-sur-Mer

Globalement, les sites présentant les valeurs les plus élevées sont les plus proches des activités industrielles :

- Le site SF-1 se situe près du terminal pétrolier et non loin d'Arcelor. Ce lieu a toujours présenté les teneurs en benzène les plus importantes parmi tous les sites échantillonnés à Fos-sur-Mer, et ce pour chaque année. Bien qu'une diminution des concentrations moyennes annuelles soit visible depuis le début de la surveillance, les objectifs de qualité ne sont pas respectés.
- Les site SF-5 est un peu plus en retrait des sources, mais reste proche des dépôts pétroliers et situés au sud-est d'Esso raffinerie. Comme pour le site SF-4, les concentrations moyennes ont diminué dans les premières années d'observations et restent relativement stables ces 3 dernières années, et autour de l'objectif de qualité du benzène.
- Le site SF-2 de Fos/Carabins, situé au niveau des populations riveraines de Fos-sur-Mer, présente quasiment une stabilité depuis 2005 avec des niveaux faibles en moyenne annuelle mais aussi sur la dynamique des niveaux hebdomadaires. Ce constat fait écho aux observations réalisées par AtmoSud en continu en ce lieu avec un chromatographe COV. Les données de ce suivi sont en ligne sur le site internet [AtmoSud](#).

5.4 Analyse des observations des nuisances à Fos-sur-Mer en 2022

AtmoSud met à disposition l'outil de signalement des nuisances « SignalAir » pour permettre aux utilisateurs de remonter une gêne olfactive, sonore ou autre. Au cours de l'année 2022, 61 nuisances olfactives ont été enregistrées sur cet outil sur la commune de Fos-sur-Mer, sur 41 jours distincts (Figures 6 et 7). Le graphique ci-dessous permet de représenter les jours où ces nuisances ont été identifiées et de mettre en correspondance les périodes de mesures des BTEX par échantillonnage passif (Figure 6).

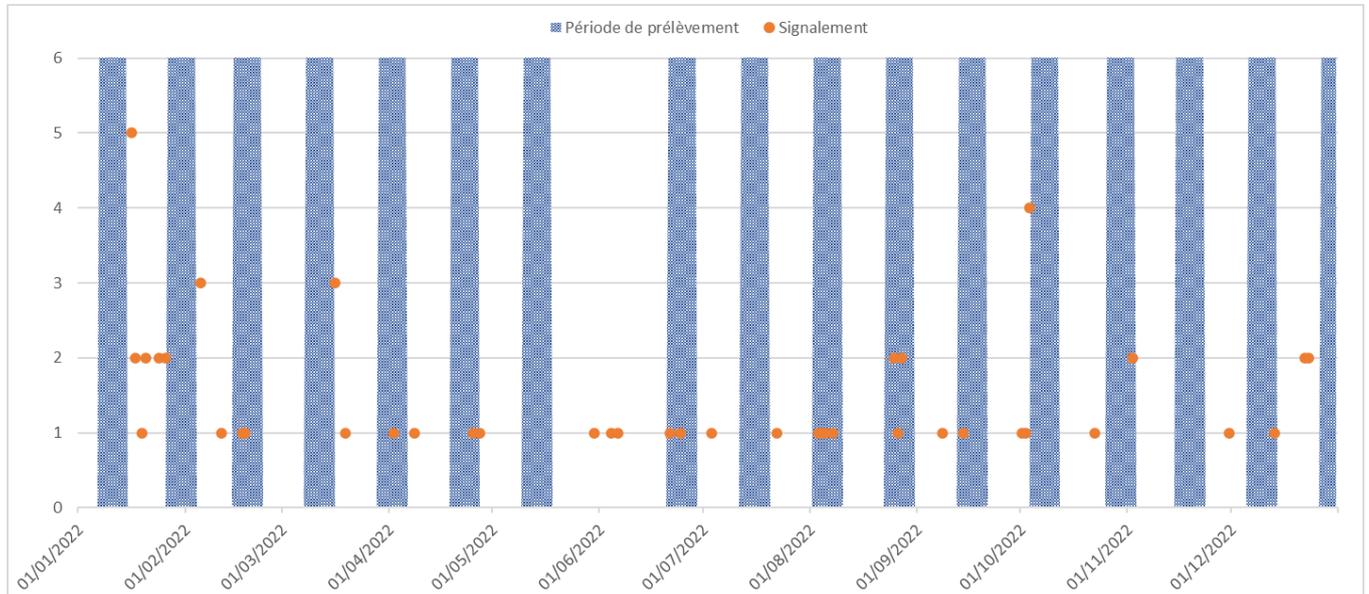


Figure 6 : Périodes de mesures BTEX et signalements de nuisances olfactives à Fos-sur-Mer en 2022

Sur les 41 jours où un ou plusieurs signalements ont été réalisés, 16 sont inclus dans une des périodes de mesures.

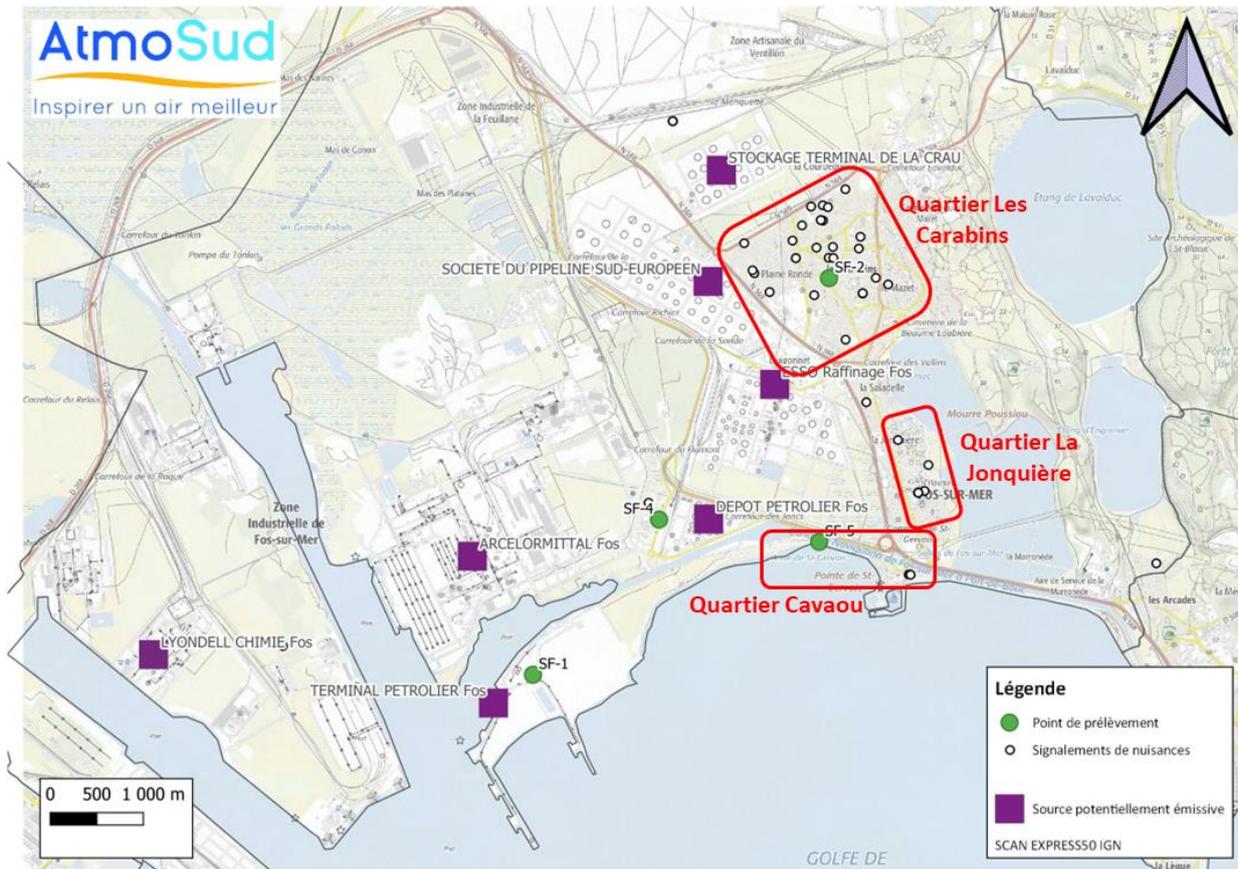


Figure 7 : Localisation des signalements des nuisances et mesures en 2022

Les signalements sont globalement localisés sur trois secteurs à savoir le quartier des **Carabins** et alentours (Plaine ronde, le Mazet et la Mériquette) au nord de la commune, le quartier de **Fos / Hauture – La Jonquière** plus au sud, et le quartier **Cavaou-Pointe St Gervais** au sud (Figure 7 et Figure 8).

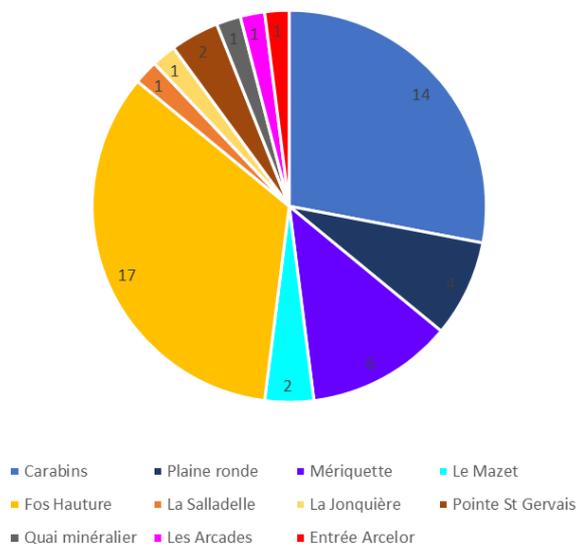


Figure 8 : Localisation et nombre de signalements de nuisances sur la commune de Fos-sur-Mer en 2022

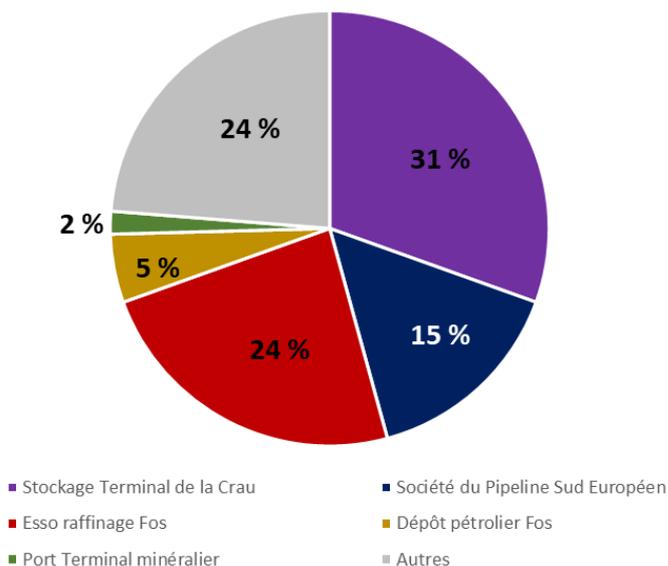


Figure 9 : Répartition des différentes sources industrielles ayant pu impacter les habitants plaignants en 2022

Après consultation de l'orientation des vents, de la localisation des plaintes, de leur caractérisation (type d'odeur) et de la localisation des grosses plateformes industrielles, il apparaît que :

- La plupart des plaintes du secteur des Carabins ciblent le stockage terminal de la Crau, et plus occasionnellement Esso raffinage Fos (type d'odeur d'hydrocarbures et chimique) ; la Société du Pipeline Sud Européen peut également impacter le quartier.
- Les plaintes du quartier de Fos Hauture-La Jonquière peuvent être sujettes aux nuisances émises par Esso raffinage Fos et la Société du Pipeline Sud Européen (hydrocarbures, chimique), mais également par d'autres sources non identifiées concernant les odeurs de gaz soufré / œuf pourri.
- Les quelques plaintes d'odeurs recensées à la plage du Cavaou de type hydrocarbures et gaz soufré / œuf pourri peuvent respectivement cibler le dépôt pétrolier de Fos, les étangs et le canal à proximité.

Des odeurs de gaz soufré / œuf pourri sont notées à plusieurs reprises sur l'année et réparties sur différents secteurs pouvant potentiellement provenir de stations d'épuration ou zones avec bassins d'eaux stagnantes nécessaires au fonctionnement des industries, ou étangs naturels environnants. Ces odeurs ne sont pas typiques d'une pollution atmosphérique par des COV.

Une seule plainte a été recensée du côté du terminal minéralier faisant référence à des odeurs de brûlé. La source n'est cependant pas identifiable (Figure 9).

Cas particuliers :

- Le 16/01, plusieurs signalements dans le quartier des Carabins ont été recensés avec des descriptions d'odeurs d'hydrocarbures et d'essence. L'orientation Nord/Nord-Ouest du vent ainsi que la présence de COV mesurés par la station de qualité de l'air de Fos/Carabins confirment une émission d'un industriel proche au Nord-Ouest (probablement le stockage terminal de la Crau).
- Le 03/07, une plainte a été signalée au quartier des Carabins décrivant une odeur d'œuf pourri. La station de qualité de l'air de Fos / Carabins a mesuré une concentration forte en dioxyde de soufre SO₂ l'après-midi de 13h à 18h, avec une pointe à 449 µg/m³, Esso raffinage Fos en est probablement la source.

- Le 07/08, une plainte du côté du quartier du Mazet a été relevée décrivant une odeur d'hydrocarbures. La station de qualité de l'air de Fos/Carabins située non loin a mesuré du SO₂ à 252 µg/m³ à 8h. Le vent étant faible et diffus, il est difficile d'en déterminer la source.
- Le 13/12, un signalement dans la zone du Cavaou a été noté. Cette même semaine la concentration à la plage de Cavaou (SF-5) est de 2,4 µg/m³. La proximité des deux sites (de mesure et de signalement) et la météo très stable présagent d'une source de gêne industrielle similaire et plutôt locale.

La plupart des signalements est répartie sur deux secteurs à savoir Fos / Carabins et Fos / Haute-La Jonquière.

6 CONCLUSIONS

► Contexte

Dans le cadre de la surveillance des concentrations en BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) au niveau de Fos-sur-Mer, AtmoSud a mis en place une campagne de mesures sur l'année 2022. Cette séquence d'observation s'inscrit dans la poursuite d'une surveillance engagée en ce territoire depuis plusieurs années et notamment non loin de la zone industrialo-portuaire.

► Conditions météorologiques

L'analyse météorologique montre que ces conditions sont représentatives de l'année pendant les dix-sept périodes d'une semaine échantillonnées, avec un régime de brises thermiques alternées typique des bordures littorales.

► Résultats

Cette campagne a mis en évidence les points suivants :

- Concernant le benzène
 - Aucun site ne dépasse la valeur limite annuelle de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en benzène, et seuls les sites SF-1 (Elengy 2) et SF-4 (entrée Arcelor) présentent un dépassement de l'objectif de qualité annuel de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - La Valeur toxicologie de référence (VTR) sans seuil est dépassée (pour un risque à 10^{-5}).
- Pour les autres polluants (toluène, éthylbenzène et xylènes), les concentrations moyennes annuelles sont bien inférieures aux valeurs toxicologiques de référence à seuil.
- Pour l'éthylbenzène, la VTR sans seuil est dépassée pour un excès de risque à 10^{-5} .
- Les sites SF-1 (Elengy 2) et SF-4 (entrée Arcelor) présentent les concentrations les plus importantes, et ce pour tous les polluants. Ces sites sont les plus proches des émetteurs industriels et sont fréquemment soumis à leurs retombées polluantes.
- Le benzène est présent quasi-systématiquement sur le site SF-1 (Elengy 2). Les différentes provenances de vent et la localisation du site de mesure le placent sous l'influence de plusieurs industries alentours, surtout au niveau du terminal pétrolier de Fos, le dépôt pétrolier de Fos et la plateforme industrielle d'Arcelor qui sont les plus proches. Les dynamiques des concentrations du benzène et des autres composés ne sont d'ailleurs pas identiques sur ce point de prélèvement.
- Nous retiendrons également pour les points de mesures présentant un certain historique qu'ils ne font pas apparaître de diminution notable des concentrations moyennes annuelles estimées sur les 10 dernières années de surveillance.

Concernant les signalements, ils sont essentiellement recensés sur les quartiers des Carabins et Fos / Haute-La Jonquière, en lien avec l'activité industrielle pour la grande majorité.

La zone de Fos / Haute-La Jonquière n'a pas fait l'objet d'un suivi de surveillance des BTEX en 2022. Des relevés ont été faits par le passé, notamment en 2008 et en 2013, près de ce quartier. Ceux-ci montraient des niveaux moyens et maximum proches de ceux observés sur Fos / Carabins. À la suite de ces investigations, il a été retenu de poursuivre les relevés sur les 4 points actuels : SF-1, SF-4, Fos / Carabins et Fos / Cavaou.

En fonction des résultats de la campagne annuelle 2023, une nouvelle investigation sur Fos / Haute pourrait toutefois être menée en 2024.

ANNEXES

Annexe 1 : Concentrations moyennes en benzène par campagne et par point d'échantillonnage

Annexe 2 : Définition des valeurs de référence

Annexe 3 : Statistiques météorologiques de l'année 2022

Annexe 4 : Roses des vents à la station Météo France d'Istres durant chaque campagne de mesure

ANNEXE 1

Concentrations moyennes en benzène par campagne et par point d'échantillonnage

Campagne	Fos Elengy 2 SF-1	Fos Carabins SF-2	Entrée Arcelor SF-4	Plage de Cavaou SF-5
Campagne C1	-	4.32	1.30	2.97
Campagne C2	6.63	0.91	0.62	1.41
Campagne C3	3.45	0.86	1.93	2.24
Campagne C4	1.16	0.89	2.66	0.96
Campagne C5	4.51	1.32	1.77	_ ¹
Campagne C6	1.15	1.50	2.81	_ ¹
Campagne C7	2.28	0.79	4.81	0.58
Campagne C8	3.33	0.59	1.36	0.71
Campagne C9	4.55	0.93	1.34	1.05
Campagne C10	_ ²	_ ²	_ ²	_ ²
Campagne C11	2.71	1.00	3.67	_ ¹
Campagne C12	4.55	0.63	1.04	1.41
Campagne C13	2.42	0.53	2.19	0.67
Campagne C14	3.25	1.21	2.72	1.32
Campagne C15	5.67	1.06	2.78	1.93
Campagne C16	5.01	0.34	0.50	2.36
Campagne C17	1.93	0.93	4.04	0.98
Moyenne	3.51	1.11	2.22	1.43

_¹ : prélèvement perdu

_² : Blanc de site non valide en benzène suite à l'analyse laboratoire

ANNEXE 2

DEFINITION DES VALEURS DE REFERENCE

VALEURS REGLEMENTAIRES

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 REFERENCE 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 « Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE – Substances chimiques » (INERIS 2003) et « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (INERIS 2013), et qui repose sur les 4 étapes fondamentales suivantes :

- Identification des dangers,
- Évaluation des relations dose-réponse,
- Évaluation 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 calculée²,
- 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.

Valeurs toxicologiques de référence retenues pour les BTEX

Substance	N° CAS	Type d'exposition	Type de valeur	Type d'effets	Valeur	Organe cible	Organisme
Benzène	71-43-2	Chronique	VTR	A seuil	VTR = 10 µg/m ³	Effets hématologiques	ANSES (2008)
				Sans seuil	VTR = 2,6.10 ⁻⁵ (µg/m ³) ⁻¹	Effets sur le système immunitaire (leucémies)	ANSES (2014)
Toluène	108-88-3	Chronique	VTR	A seuil	VTR = 19 000 µg/m ³	Effets neurologiques	ANSES (2017)
				Sans seuil	-	-	-
Ethylbenzène	100-41-4	Chronique	VTR	A seuil	VTR = 1 500 µg/m ³	Effets ototoxiques	ANSES (2016)
				Sans seuil	VTR = 2,5.10 ⁻⁶ (µg/m ³) ⁻¹	Effets sur le système rénal	OEHTA (2007))
Xylènes (mélange des isomères)	1330-20-7	Chronique	VTR	A seuil	VTR = 100 µg/m ³	Effets neurologiques	US EPA (2003) Choix ANSES 2020
				Sans seuil	-	-	-

² Conventionnellement :

- 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.

ANNEXE 3

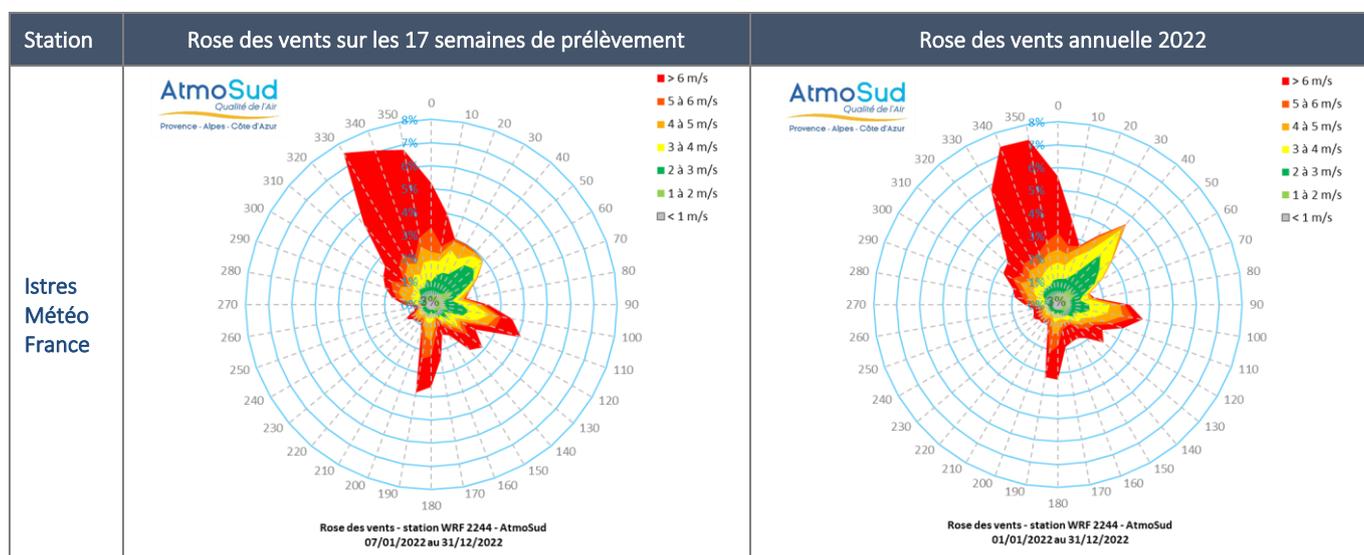
STATISTIQUES METEOROLOGIQUES DE L'ANNEE 2022

ROSES DES VENTS

Les figures ci-dessous présentent les roses des vents calculées sur l'année 2022, avec deux types de données :

- Dans la colonne « Rose des vents sur les 17 semaines de prélèvement » : seulement les données météorologiques mesurées lors des 17 campagnes de mesures.
- Dans la colonne « rose des vents annuelle » : toutes les données météorologiques disponibles sur l'année 2022.

La graduation des couleurs présente la vitesse de vent en m/s, l'échelle radiale présente la fréquence de présence en pourcentage (%) et l'échelle circulaire en degrés présente la provenance des vents par rapport à la station de mesure, située au centre de la rose. Les données météorologiques utilisées sont celles issues de la station Météo France d'Istres.



Ainsi, les vents recensés dans la zone de Fos-sur-Mer sur la période complète de la campagne de mesure ont été principalement des vents modérés à forts de secteur nord-nord-Ouest, des vents plus faibles de secteur nord-est, ainsi que des vents forts un peu moins fréquents de provenance Est-Sud-Est.

L'analyse des roses des vents montre que les conditions météorologiques pendant la série de 17 prélèvements hebdomadaires sont représentatives de l'année 2022.

TEMPERATURES

Les données de la station Météo France d'Istres sont prises comme référence pour la zone de Fos-sur-Mer. Les températures moyennes par campagne de mesure hebdomadaires sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Températures autour de Fos-sur-Mer (Station Météo France d'Istres)

Campagnes	Période	Températures (°C)	
		Istres 2022	Istres Normales 1981-2010
C1	Janvier	5.4	7.0
C2	Janvier – février	8.7	-
C3	Février	11.0	7.8
C4	Mars	11.3	10.7
C5	Mars-avril	9.2	-
C6	Avril	14.6	13.3
C7	Mai	20.4	17.4
C8	Juin	25.5	21.5
C9	Juillet	28.1	24.6
C10	Août	28.0	26.3
C11		26.3	
C12	Septembre	21.2	20.3
C13	Octobre	18.8	16.3
C14	Octobre – novembre	19.1	-
C15	Novembre	11.8	10.8
C16	Décembre	5.6	7.7
C17	Décembre - janvier	11.8	-
Moyennes C1-C17		16.3	-
Moyenne annuelle		17.1	15.3

L'analyse des températures montre que les conditions observées pendant les 17 prélèvements hebdomadaires sont représentatives de celles généralement observées sur la station météo France d'Istres, elle-même représentative de la zone de prélèvement.

PRECIPITATIONS CUMULEES

Les données de la station Météo France d'Istres sont prises comme référence pour la zone de Fos-sur-Mer. Les pluviométries moyennes par campagne de mesure hebdomadaires sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Précipitations relevées autour de l'étang de Berre (Station Météo France d'Istres)

Campagnes	Période	Précipitations (mm)	
		Istres Relevés 2022	Istres Normales 1981 2010
C1	Janvier	0	53.9
C2	Janvier - février	0	-
C3	Février	1	36.2
C4	Mars	8.2	33.9
C5	Mars - avril	2	-
C6	Avril	25	53.1
C7	Mai	0	42.2
C8	Juin	10.1	25.7
C9	Juillet	0	10.2
C10	Août	0.6	26.5
C11		0	
C12	Septembre	2	76.8
C13	Octobre	1.4	84.8
C14	Octobre - novembre	1.2	-
C15	Novembre	21.9	60.2
C16	Décembre	24.2	50.8
C17	Décembre - janvier	0	-
Somme C1-C17		97.6	-
		Soit 0.8 mm/jour	
Somme annuelle		304.1	554.3
		Soit 0.8 mm / jour	Soit 1.5 mm /jour

L'analyse des hauteurs de précipitations montre que les conditions observées pendant les 17 prélèvements hebdomadaires sont cohérentes avec celles représentatives de l'année 2022.

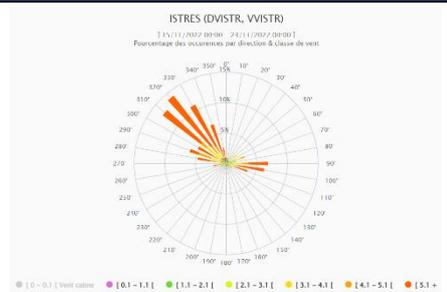
L'année 2022 a été plus sèche que ce qui peut être généralement observé (0.8 mm/jour pour 1.5 mm/jour sur la normale saisonnière 1981-2010).

ANNEXE 4

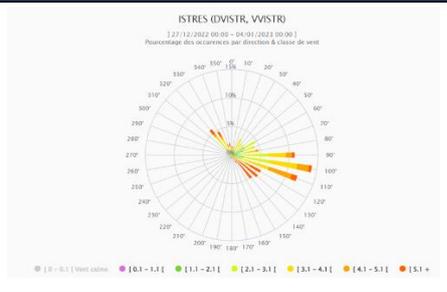
ROSES DES VENTS A LA STATION METEO FRANCE D'ISTRES DURANT CHAQUE CAMPAGNE DE MESURE

Rose des vents période Campagne C1	Rose des vents période Campagne C2	Rose des vents période Campagne C3
Rose des vents période Campagne C4	Rose des vents période Campagne C5	Rose des vents période Campagne C6
Rose des vents période Campagne C7	Rose des vents période Campagne C8	Rose des vents période Campagne C9
Rose des vents période Campagne C10	Rose des vents période Campagne C11	Rose des vents période Campagne C12
Rose des vents période Campagne C13	Rose des vents période Campagne C14	Rose des vents période Campagne C15

Rose des vents période Campagne C16



Rose des vents période Campagne C17





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.

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

Suivez-nous sur

