Qualité de l'air

Campagnes de mesures

Février 2006

Evaluation de la qualité de l'air dans la zone du Port Autonome de Marseille à Fos-sur-Mer

Association pour la Surveillance de la Qualité de l'Air de la Région de l'Etang de Berre et de l'Ouest des Bouches-du-Rhône
Route de la Vierge - 13 500 Martigues - Tel. 04 42 13 01 20 - Fax. 04 42 13 01 29
Site internet: www.airfobep.org - e-mail : airfobep@airfobep.org
Serveur vocal 04 42 49 35 35 (selon tarification téléphonique en vigueur)

Résumé

Dans le cadre d'une demande conjointe de la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) et du Port Autonome de Marseille (PAM) s'inscrivant dans sa mission d'intérêt général, AIRFOBEP a entrepris une campagne d'évaluation de la qualité de l'air dans la zone du PAM à Fos-sur-Mer entre octobre 2004 et novembre 2005.

Il est important de souligner que les seuils réglementaires de référence utilisés dans cette étude ne s'appliquent pas à l'hygiène et à la santé du travail qui disposent d'un autre référentiel. Par ailleurs, les seuils réglementaires dans l'air ambiant, référentiel pris en compte dans cette étude, concernent l'exposition des populations. La zone industrielle étudiée ici n'est pas une zone habitée.

Différents polluants réglementés ont été mesurés : dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, ozone, particules (particules ayant un diamètre inférieur à 10 et à 2,5 micromètres, respectivement PM10 et PM 2,5), métaux lourds, benzène, hydrocarbures aromatiques polycycliques et composés organiques volatils.

Les mesures ont été effectuées en Base Arrière Darse 1, aux Terminaux Pétrolier, Conteneurs et Minéralier.

Ces mesures ont mis en évidence des dépassements de seuils réglementaires dans l'air ambiant pour les particules (PM10), le benzène, le dioxyde de soufre et l'ozone. Les niveaux de particules sont les plus élevés de la zone de l'étang de Berre.

Au sein de cette zone, c'est le Terminal Pétrolier qui présente les niveaux de particules, de métaux lourds (plomb et arsenic) et de benzène les plus élevés. Les activités industrielles et portuaires situées à proximité sont à l'origine de ce constat.

En 2006, AIRFOBEP poursuivra la surveillance de cette zone :

- Mesure des particules en suspension dans l'air (particules ayant un diamètre inférieur à 2,5 micromètres = PM2,5) en Base arrière Darse 1, (située au centre du PAM),
- Mesure des métaux lourds et de benzène au Terminal Pétrolier.

SOMMAIRE

I CONTEXTE ET OBJECTIFS 4
II PRESENTATION DU PAM 6
II.1 Les zones du PAM 6
II.2 Activité économique 6
III LE DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DANS LE DOMAINE DU PAM A FOS-SUR-MER 7
IV LES EMISSIONS POLLUANTES 9
IV.1 Données de la DRIRE pour les activités industrielles 9
IV.2 Données de l'inventaire ESCOMPTE 9
V LES RESULTATS DES MESURES 11
V.1 Ensemble du domaine PAM 11
V.1.1 Le Benzène (C_6H_6) 11
V.1.2 Le Dioxyde de Soufre (SO_2) 12
V.1.3 Le Dioxyde d'azote (NO_2) 13
V.2 Base Arrière Darse 1 14
V.2.1 SO_2, NO_2, H_2S, O_3, CO et PM10 14
V.2.2 PM2,5 16
V.2.3 Comparaison PM10 et PM2,5 16
V.2.4 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) 17
V.3 Terminal Conteneurs 18
V.3.1 SO_2, NO_2, O_3, CO et PM10 18
V.4 Terminal Pétrolier 20
V.4.1 SO_2, NO_2, O_3, CO et PM10 20
V.4.2 PM2,5 21
V.5 Les trois terminaux 22
V.5.1 Les métaux lourds 22
V.5.2 Les Composés Organiques Volatils (COV) 23
VI CONCLUSIONS 24
VI.1 Résultats 24
VI.1.1 Comparaison aux normes réglementaires « air ambiant » 24
VI.1.2 Comparaison entre les sites de mesures 25
VI.2 Surveillance pérenne dans la zone du PAM à Fos-sur-Mer 25

VII ANNEXES 26
Annexe I : Zone de la ZIF 27
Annexe II : Sources et effets des polluants 28
Annexe III : Résultats des échantillonneurs passifs par série (benzène, SO_2, NO_2) 31
Annexe IV : Résultats de l'analyse des composés organiques volatils 34

I CONTEXTE ET OBJECTIFS

La zone industrielle et portuaire de Fos-sur-Mer comporte de nombreuses activités économiques à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques. Dans le cadre d'une demande conjointe de la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) et du Port Autonome de Marseille (PAM) s'inscrivant dans sa mission d'intérêt général, AIRFOBEP a entrepris une importante campagne d'évaluation de la qualité de l'air au sein de cette zone. Cette campagne visait principalement à :

- mesurer les niveaux des polluants réglementés dans l'air ambiant,
- situer ces niveaux par rapport aux seuils réglementaires de référence « air ambiant »,
- comparer ces niveaux à ceux mesurés à proximité et dans la région,
- identifier les principales sources d'émissions atmosphériques de la zone et évaluer leur contribution respective aux phénomènes de pollution,
- proposer, le cas échéant, une stratégie permanente de surveillance de la qualité de l'air de cette zone.

Cette zone n'avait fait l'objet auparavant d'aucune mesure. Elle est située entre les communes de Port-Saint-Louis à l'ouest et Fos-sur-Mer à l'est, qui disposent de stations permanentes de surveillance de la qualité de l'air.

La carte ci-dessous présente les stations de mesures du réseau permanent de surveillance d'AIRFOBEP en 2005.

Carte 1 : Réseau de mesures de la qualité de l'air d'AIRFOBEP en 2005.

Les mesures réalisées lors de cette campagne sont comparées aux seuils réglementaires dont les définitions sont données dans le tableau ci-dessous.

SELON LA LOI SUR L'AIR ET L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE	
VALEURS LIMITES	Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.
OBJECTIF DE QUALITE	Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.
SEUILS D'INFORMATION ET DE RECOMMANDATION	Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel la concentration en polluants a des effets limités et transitoires sur la santé de catégories de la population particulièrement sensibles en cas d'exposition de courte durée.
SEUILS D'ALERTE	Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

Tableau 1 : Définition des valeurs réglementaires de référence.

Il est important de souligner que les seuils réglementaires de référence utilisés dans cette étude ne s'appliquent pas à l'hygiène et à la santé du travail qui disposent d'un autre référentiel. Par ailleurs, les seuils réglementaires dans l'air ambiant concernent l'exposition des populations.

II PRESENTATION DU PAM

II.1 Les zones du PAM

Le PAM est constitué de deux zones : les bassins Ouest et les Bassins Est. Les bassins Est correspondent aux premiers bassins situés à Marseille alors que les bassins Ouest regroupent les nouvelles infrastructures portuaires de Port-de-Bouc, Lavéra, Caronte et Fos-sur-Mer. Les infrastructures de Fos-sur-Mer sont insérées dans un vaste complexe industriallo-portuaire (ZIF[1]) qui couvre une superficie de plus de 10 000 ha.

La ZIF (voir carte de la zone en annexe I) est un vaste ensemble qui comprend une gamme complète de terminaux spécialisés et polyvalents ainsi que des zones industrielles affectées à des activités particulières (chimie, sidérurgie,…) ou en cours d'aménagement :

- Le terminal pétrolier de Fos,
- Le terminal minéralier de Fos,
- Le terminal conteneurs de Fos,
- Le terminal polyvalent Brûle tabac,
- Le terminal polyvalent des Tellines,
- Le terminal polyvalent du Gloria,
- La zone de Fos Caban,
- La zone de Fos Tonkin,
- La zone de Fos Feuillane,
- La zone de Fos Ventillon.

II.2 Activité économique

Le Port Autonome de Marseille constitue l'un des nœuds européens les plus importants en termes d'activité industrielle. Il joue un rôle stratégique pour le développement économique de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

Développé à partir des années cinquante, le territoire du PAM comporte de plus de 400 entreprises, représentant aujourd'hui 7 000 emplois directs dans la zone et 15 à 20 000 emplois indirects au sein des secteurs d'activité du pétrole, de la chimie, de la pétrochimie et de la sidérurgie. Ainsi le PAM, grâce à ces bassins de Fos-sur-Mer, est le troisième port mondial pour le transit pétrolier qui représente 70% de son tonnage annuel.

[1] Zone Industrielle de Fos.

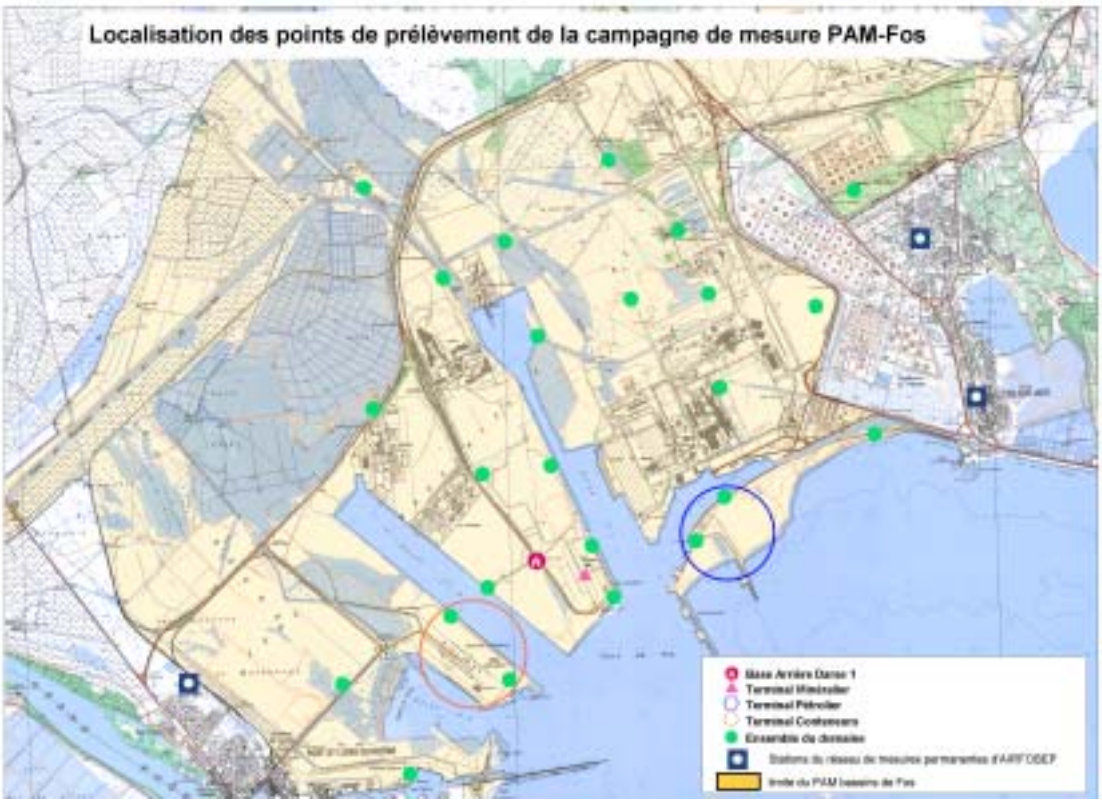
III LE DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DANS LE DOMAINE DU PAM A FOS-SUR-MER

AIRFOBEP a déployé un dispositif permettant de quantifier les niveaux des polluants réglementés dans l'air ambiant en plusieurs points de la zone. Le tableau ci-dessous présente pour chaque site les composés analysés et les périodes de mesures. L'annexe II présente pour chaque polluant mesuré ses sources et ses effets.

SITE (voir carte 2)	PERIODES DES MESURES	POLLUANTS MESURES	PAS DE TEMPS DES MESURES
Base arrière Darse 1	Novembre 2004 à Décembre 2005	SO_2 / O_3 / CO / NO_2 H_2S / PM10	quart-horaires horaires journalières mensuelles annuelles
Base arrière Darse 1	14/04/05 au 12/05/05	PM2,5	quart-horaires horaires journalières mensuelles
Terminal Conteneurs	12/05/05 au 13/06/05	SO_2 / O_3 / CO / NO_2 / PM10	quart-horaires horaires journalières mensuelles
Terminal Pétrolier	13/06/05 au 06/07/05	SO_2 / O_3 / CO / NO_2 / PM10	quart-horaires horaires journalières mensuelles
Terminal Pétrolier	08/07/05 au 18/07/05	PM2,5	quart-horaires horaires journalières
Ensemble du domaine (26 sites de mesure)	5 périodes de 15 jours de prélèvement (de nov. 2004 à sept. 2005)	SO_2 / NO_2 / Benzène	Moyenne 15 jours Estimation des niveaux annuels
Les trois terminaux (Minéralier / Conteneurs / Pétrolier)	5 périodes de 15 jours de prélèvement (de nov. 2004 à sept. 2005)	Métaux Lourds	Moyenne 15 jours Estimation des niveaux annuels
Les trois terminaux (Minéralier / Conteneurs / Pétrolier)	27 et 28/07/2005	COV	3 moyennes de 2h
Base arrière Darse 1	18, 19 et 20/01/2005	HAP	journalières

Tableau 2 : Dispositif de mesure mis en oeuvre au PAM à Fos-sur-Mer.

SO_2 : Dioxyde de soufre.
O_3 : Ozone.
CO : Monoxyde de carbone.
NO_2 : Dioxyde d'azote.
H_2S : Hydrogène sulfuré.
PM10 : Particules de diamètre inférieur à 10 µm.
PM2,5 : Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm.
COV : Composés organiques volatils.
HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques.



Carte 2 : Localisation du dispositif de mesures dans le domaine du PAM.

Les photos ci-dessous présentent les sites de mesures dans la zone du PAM.

Base Arrière Darse 1

Terminal Conteneurs

Terminal Pétrolier

Terminal Minéralier

IV LES EMISSIONS POLLUANTES

IV.1 Données de la DRIRE pour les activités industrielles

Le tableau ci-dessous présente les émissions dans l'air (inventaire de 2003) des principales industries situées dans, ou à proximité de la zone.

		SO_x (T/an)	NO_x (T/an)	COV (T/an)
BP	Lavéra	11 800	1 241	41,3
SOLLAC	**PAM Fos-sur-Mer**	10 126	7 919	
TOTAL	La Mède	9 656	1 613	
SPM	Berre	8 835	2 369	
SPM Raffinerie	Berre	7 085		6
ESSO	**PAM Fos-sur-Mer**	6 633	992	6,6
Naphtachimie	Lavéra	3 863		
Cabot France	Berre	2 144	503	
EDF Ponteau	Proche Lavéra	2 081	753	
Lafarge Aluminates	Entre Port-de-Bouc et Fos	714	295	

Tableau 3 : Emissions en tonnes/an (Source : Etat de l'environnement Industriel – DRIRE, Provence Alpes Côte d'Azur, Edition 2004).

IV.2 Données de l'inventaire ESCOMPTE

L'analyse des émissions de polluants atmosphériques issues de la ZIF a été réalisé à partir des données du cadastre ESCOMPTE (Expérience sur Site pour Contraindre les Modèles de Pollution atmosphérique et de Transport d'Emissions). Dans le cadre du programme ESCOMPTE, un inventaire et un cadastre des émissions ont été réalisés pour l'année 1999. Le domaine définit pour l'inventaire Escompte correspond à un carré de 140 km de côté s'étendant d'Arles à Toulon et d'Avignon au tombolo de Gians (voir carte 3). Il a été réalisé à partir d'un maillage formé de carré de 1 km de côté. Ainsi, il n'est pas possible de suivre exactement les contours de la ZIF. Cette analyse prend en compte à la fois les émissions des activités terrestres de la ZIF mais aussi les émissions dues aux activités maritimes dans le golfe de Fos dans la limite de la zone du PAM.

La carte ci-dessus présente le domaine terrestre et maritime sur lequel ont été analysées les données du cadastre ESCOMPTE. Les surfaces étudiées correspondent à l'ensemble des mailles dont au moins 50 % de leur superficie est comprise dans le périmètre de ces structures.

Carte 3 : Zone d'analyse des données du cadastre ESCOMPTE.

Les données sont données à titre indicatif dans la mesure où aucune estimation des incertitudes n'est disponible.

	Emissions totales	Emissions maritimes (%)	Emissions terrestres (%)	Pourcentage des émissions terrestres par rapport aux émissions de l'arrondis-sement d'IStres	Pourcentage des émissions terrestres par rapport aux émissions du département
Métaux (kg/an) pour l'année 1999					
Arsenic (As)	100	45	55	23 %	6 %
Cadmium (Cd)	75	47	53		
Chrome (Cr)	657	8	92		
Mercure (Hg)	117	21	79		
Nickel (Ni)	357	22	78		
Plomb (Pb)	291	58	42		
Somme des métaux lourds (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb)	1597	25	75	23 %	6 %
Autres polluants (tonnes/an) pour l'année 1999					
Benzène	56	64	36	4 %	1 %
NO_2	1 466	63	37	21 %	6 %
CO	210 948	83	17	16 %	10 %
SO_2	47 443	68	32	19 %	15 %
Particules fines	9 169	67	33	25 %	13 %
COV	6 108	83	17	7 %	2 %

Tableau 4 : Emissions de polluants dans la zone du PAM à Fos-sur-Mer pour l'année 1999.

Les émissions en dioxyde de soufre de la ZIF représentent 15% des émissions du département des Bouches-du-Rhône, 13% des émissions en particules et 16% des émissions de dioxyde d'azote.

➔ Les données d'émissions de la DRIRE et du cadastre ESCOMPTE ne peuvent pas être comparées car elles :

- concernent des périodes différentes,
- ont été calculées avec des méthodes différentes.

V LES RESULTATS DES MESURES

V.1 Ensemble du domaine PAM

Les niveaux de fond (concentration moyennée sur une année) pour le benzène, le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote ont été estimés à partir de prélèvements d'air effectués par des échantillonneurs passifs (5 prélèvements de 15 jours répartis entre novembre 2004 et septembre 2005). La concentration en polluant de chacun de ces échantillons a été mesurée par un laboratoire indépendant puis moyennée pour estimer la concentration annuelle de chaque polluant.

Les résultats obtenus pour chaque polluant à partir des 5 séries de prélèvements sont présentés en annexe III.

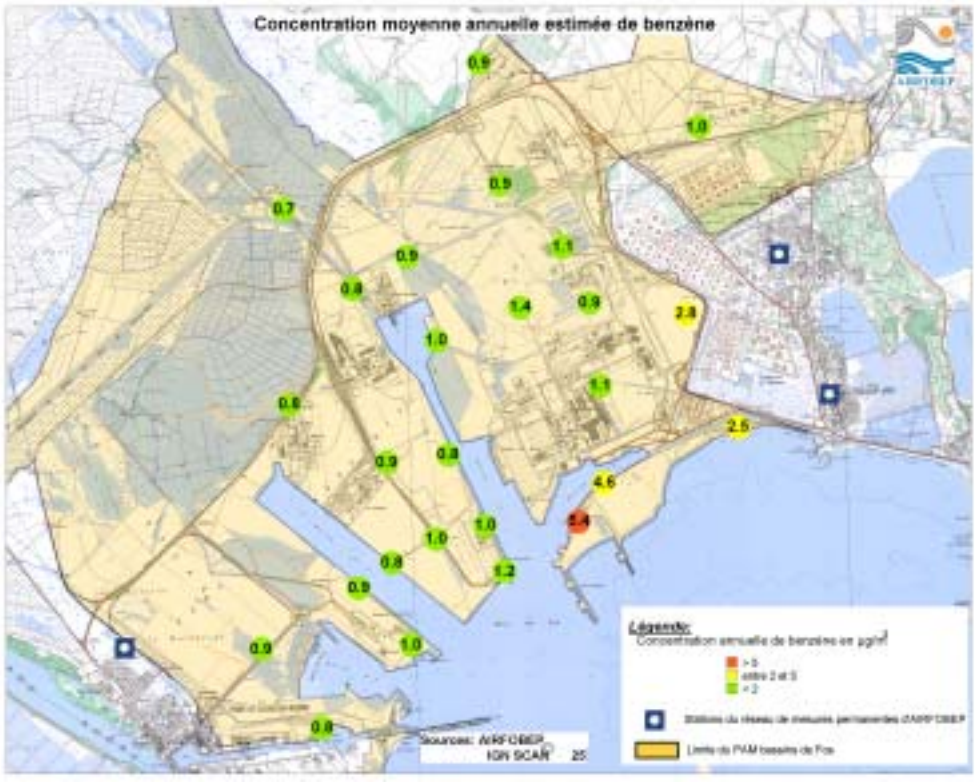
V.1.1 Le Benzène (C_6H_6)

Valeurs réglementaires pour le benzène :

	Concentration moyenne annuelle ($\mu g/m^3$)
Valeur limite 2005*	10
Valeur limite 2010*	5
Objectif de qualité	2

* pour la protection de la santé des populations

La carte ci-dessous présente les concentrations annuelles de benzène dans le PAM à Fos-sur-Mer.



Carte 4 : Concentrations annuelles de benzène de novembre 2004 à septembre 2005 dans la zone du PAM (en microgramme par mètre cube d'air).

La majorité des sites de mesures (22 sur 26, en vert) ont des concentrations de benzène qui respectent l'objectif de qualité de l'air. Ces concentrations sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans les zones rurales de la région de l'étang de Berre et sont inférieures à celles mesurées dans les centres villes d'Arles, Salon, Martigues, Marignane et Rognac.

Quatre sites présentent des concentrations qui ne respectent pas l'objectif de qualité de l'air dont un qui dépasse la valeur limite pour la protection de la santé humaine applicable en 2010.

Les deux sites de mesures avec les plus fortes concentrations sont situés au niveau du Terminal Pétrolier, à proximité de la « station de déballastage » (5,4 µg/m^3) et du « poste à caboteur » (4,6 µg/m^3).

Les deux autres sites de mesures ne respectant pas l'objectif de qualité de l'air sont ceux situés au plus près des dépôts pétroliers de Fos et de la raffinerie EXXON.

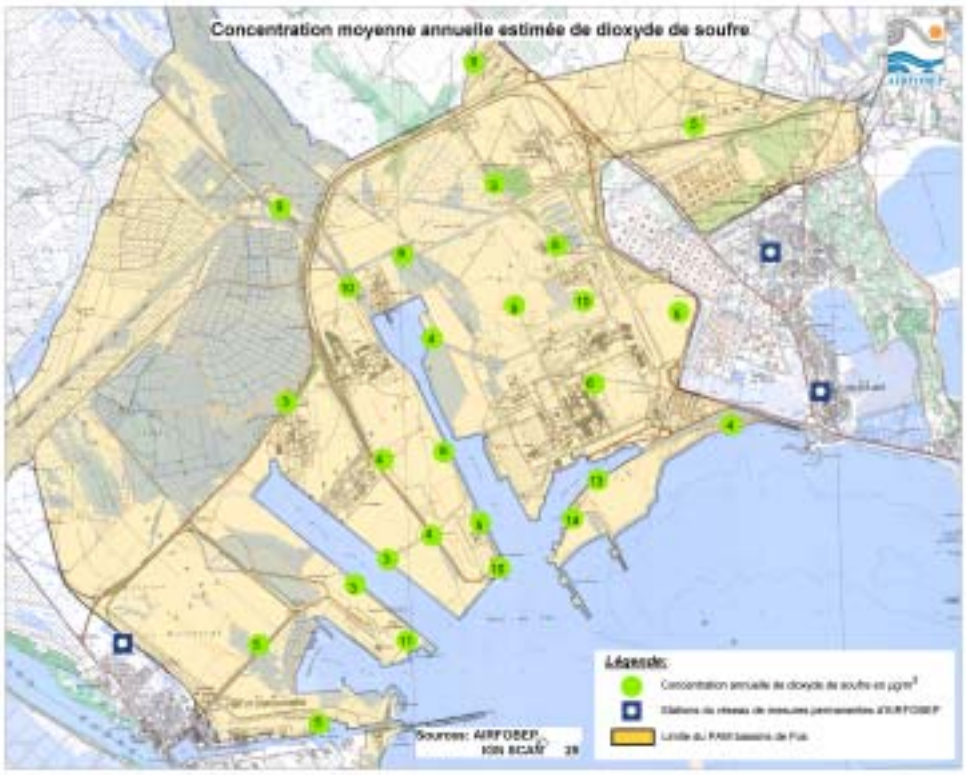
Ces quatre sites présentent des concentrations inférieures à celles mesurées à proximité des sites pétrochimiques de Lavéra et de Berre.

V.1.2 Le Dioxyde de Soufre (SO_2)

Dans la région de l'étang de Berre et de l'ouest des Bouches-du-Rhône, le dioxyde de soufre est émis principalement par les activités industrielles et de production d'énergie (raffinerie, pétrochimie, métallurgie, centrale thermoélectrique,…).

L'objectif de qualité de l'air (fixé à 50 µg/m^3/an) est respecté depuis de nombreuses années dans l'ensemble de la zone de l'étang de Berre et les concentrations moyennes annuelles de dioxyde de soufre mesurées ont baissé de manière significative entre 2000 et 2001. Depuis, elles sont du même ordre de grandeur et varient en fonction des sites de mesures de 5 à 30 µg/m^3/an.

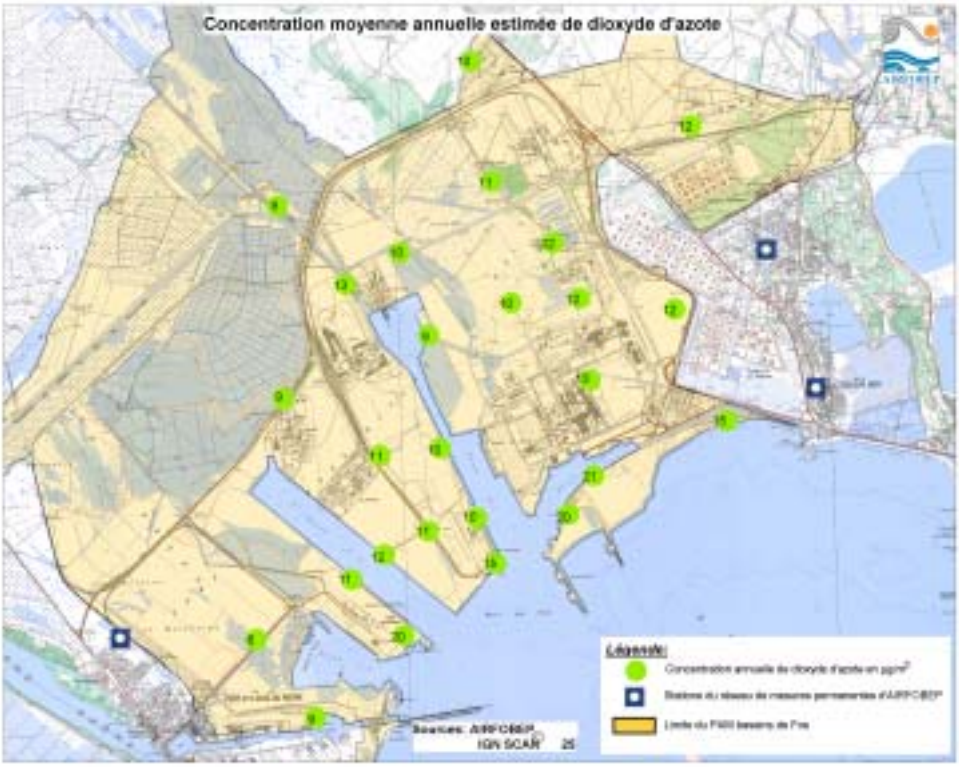
L'objectif de qualité de l'air est respecté dans l'ensemble du PAM. Les concentrations annuelles sont du même ordre de grandeur de celles mesurées dans la majorité des sites de surveillance de la zone de l'étang de Berre. Elles sont inférieures à celles mesurées à proximité des sites industriels ou des sites placés fréquemment sous leur vent (Fos-sur-Mer, Quartiers Sud de Martigues par exemple).



Carte 5 : Concentrations annuelles de dioxyde de soufre de novembre 2004 à septembre 2005 dans la zone du PAM (en microgramme par mètre cube d'air).

V.1.3 Le Dioxyde d'azote (NO_2)

La valeur limite pour la protection de la santé humaine (fixée à 40 µg/m^3/an applicable à compter du 1er janvier 2010) est respectée sur tous les sites du PAM. Les concentrations annuelles sont comprises entre 6 et 21 µg/m^3, et les valeurs les plus élevées sont situées au Sud du PAM. Ces niveaux sont inférieurs à ceux observés dans les grandes agglomérations du département comme celle d'Aix et de Marseille et dans les communes d'Arles, Marignane, Martigues et Salon.



Carte 6 : Concentrations annuelles de dioxyde d'azote de novembre 2004 à septembre 2005 dans la zone du PAM (en microgramme par mètre cube d'air).

V.2 Base Arrière Darse 1

Ce site de mesure est au centre du domaine, placé en fonction des différents types météorologiques sous le vent des principales sources émettrices.

V.2.1 SO_2, NO_2, H_2S, O_3, CO et PM10

COMPOSES[2]	CONCENTRATIONS MESUREES		SEUILS REGLEMENTAIRES	
	CONCENTRATION MOYENNE (nov.04 à déc. 05)	CONCENTRATION MAXIMALE	NOMBRE DE DEPASSEMENT DES SEUILS REGLEMENTAIRES	OBJECTIF QUALITE (EN MOYENNE ANNUELLE)
DIOXYDE DE SOUFRE ($\mu g/m^3$)	**4**	**223** Moyenne horaire	**0** dépassement du seuil d'information et de recommandations de la population (300 $\mu g/m^3/h$)	**50**
DIOXYDE D'AZOTE ($\mu g/m^3$)	**16**	**114** Moyenne horaire	**0** dépassement du seuil d'information et de recommandations de la population (200 $\mu g/m^3/h$)	**40**
HYDROGENE SULFURE ($\mu g/m^3$)	**1**	**81** Moyenne horaire	Non réglementé	Valeur guide de l'OMS[3] : 150 $\mu g/m^3$ en moyenne journalière
OZONE ($\mu g/m^3$)	**63**	**211** Moyenne horaire	**13** dépassements du seuil d'information et de recommandations de la population (180 $\mu g/m^3/h$)	**-**
MONOXYDE DE CARBONE (mg/m^3)	**0,2**	**1,5** Moyenne sur 8 heures	**0** dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé humaine (10 mg/m^3 en moyenne sur 8h)	**-**
PARTICULES EN SUSPENSION PM10 ($\mu g/m^3$)	**31**	**146** Moyenne journalière	**45** dépassements de la valeur limite pour la protection de la santé humaine (50 $\mu g/m^3/j$ à ne pas dépasser plus de 35 jours/an)	**30 (valeur limite : 40)**

Tableau 5 : Concentrations des polluants mesurés en Base Arrière Darse 1 du 1er novembre 2004 au 31 octobre 2005 et nombre de dépassements des seuils réglementaires durant cette période.

Le Dioxyde de Soufre
Le niveau moyen annuel est faible. Quelques épisodes de pollution de pointes ont été observés mais ils ne dépassent pas le seuil d'information de la population.
Les sources industrielles à l'origine des épisodes sont principalement celles situées dans le domaine du PAM à savoir Sollac, Exxon mais également les établissements de la zone de Lavéra.

Les Oxydes d'Azote.
Le niveau annuel et les niveaux de pointe sont modérés, ils respectent les valeurs réglementaires.

L'Hydrogène Sulfuré
La moyenne journalière en H_2S maximale observée pendant la période de mesure est 10 $\mu g/m^3$. La valeur guide journalière de l'OMS est donc respectée.

[2] Les sources et les effets de ces composés sont présentés en annexe II.
[3] Organisation Mondiale de la Santé.

L'Ozone
Les concentrations observées au PAM sont du même niveau que celles des sites de mesures de Fos-sur-Mer et de Port-de-Bouc. La zone du PAM ne présente pas de spécificité pour l'ozone par rapport à la zone de l'étang de Berre.

Le Monoxyde de Carbone
Les concentrations mesurées sont inférieures aux seuils réglementaires (niveaux de fond et de pointe).

Les Particules en Suspension (PM10)
Le graphe ci-dessous compare les niveaux de particules mesurés au PAM avec différents sites de mesures de la région. Cette comparaison porte sur :

- le nombre de concentration moyenne journalière supérieure à la valeur limite pour la protection de la santé (fixée à 50 µg/m^3),
- la concentration journalière maximale (en µg/m^3),
- la concentration moyenne annuelle (µg/m^3).

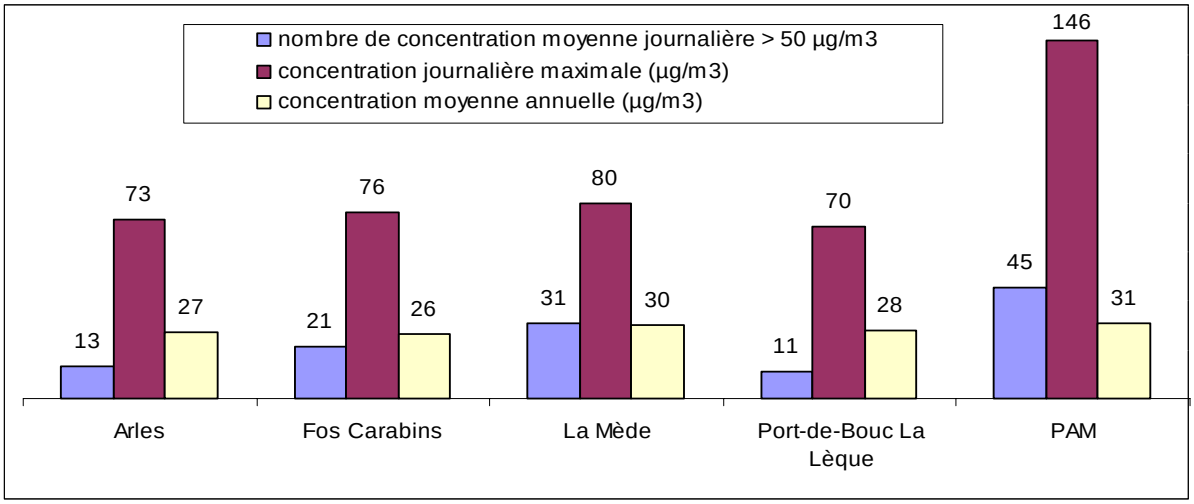


Figure 1 : Comparaison des niveaux de particules en suspension (PM10) sur différents sites de la région de l'étang de Berre (en microgramme par mètre cube d'air) de novembre 2004 à décembre 2005.

Ce graphe met en évidence :

- des concentrations moyennes annuelles sur l'ensemble des sites du même ordre de grandeur. Au PAM, la concentration de 31 µg/m^3/an reste inférieure à la valeur limite fixée à 40 µg/m^3/an.
- une concentration maximale journalière **plus élevée dans la zone du PAM** que sur les autres sites surveillés par AIRFOBEP. Elle s'élève à 146 µg/m^3, soit entre deux et trois fois plus élevée que celle des autres sites,
- un dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé humaine seulement au PAM.

➔ **Pour les particules en suspension, les concentrations au PAM sont les plus élevées pour la région de l'Etang de Berre et conduisent au dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé.**

V.2.2 PM2,5

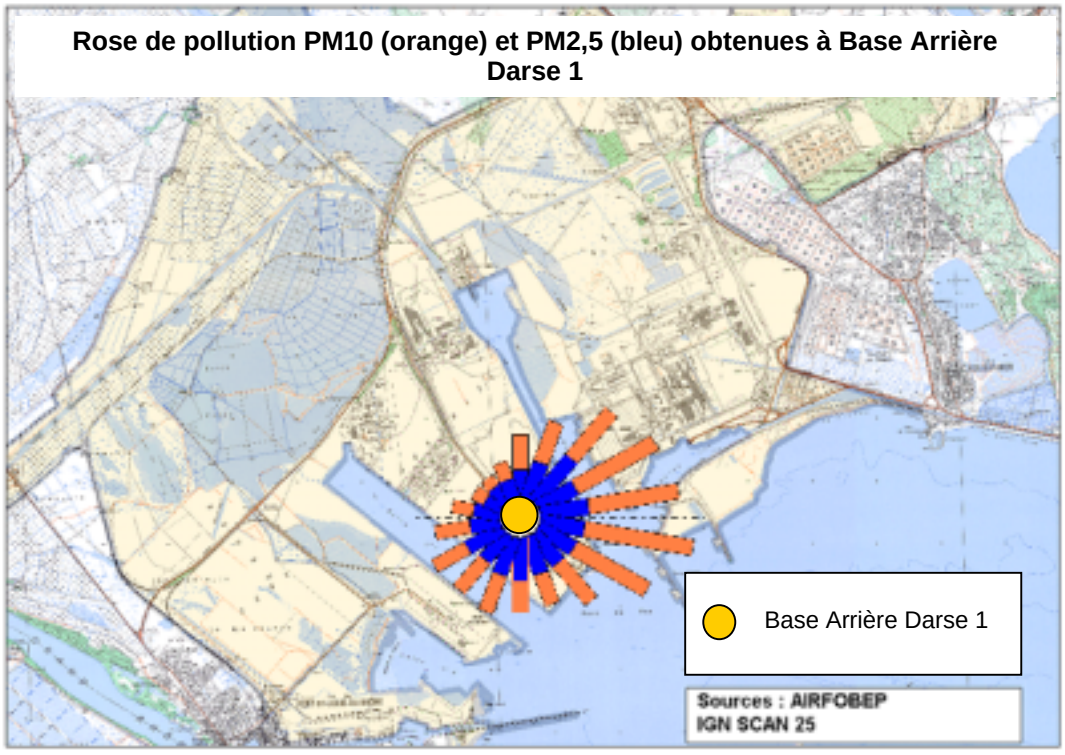
Bien qu'actuellement il n'existe par de seuil réglementaire pour les particules d'un diamètre inférieure à 2,5 micromètres (PM2,5), leur mesure est recommandée par le Ministère en charge de l'environnement et un projet de Directive européenne pour les réglementer dans l'air ambiant est en cours d'élaboration. Par ailleurs, ces particules sont issues principalement des phénomènes de combustion.

COMPOSE	SITE	PERIODE	CONCENTRATION MOYENNE (µg/m^3)	CONCENTRATION MAXIMALE (µg/m^3)
PM2,5	Base Arrière Darse 1	14/04/05 au 12/05/05	**12**	**23** Moyenne journalière

Tableau 6 : Concentrations des particules en suspension (PM2,5) mesurées en Base Arrière Darse 1 du 14 avril au 12 mai 2005.

V.2.3 Comparaison PM10 et PM2,5

La carte ci-dessous présente les concentrations moyennes de particules (PM10 et PM2,5) mesurées, du 15 avril au 12 mai 2005, en Base Arrière Darse 1, en fonction de la direction des vents. Les teneurs les plus élevées en PM10 correspondent aux bâtons oranges les plus longs, les bâtons bleus les plus longs correspondent aux teneurs les plus élevées en PM2,5. Les concentrations les plus élevées pour ces deux catégories de particules sont mesurées lorsque le site de mesure est placée sous le vent d'une zone située au Nord-Est et à l'Est comprenant notamment les activités suivantes : ASCOMETAL, SOLLAC, EXXON, Terminal Minéralier, Bateaux à quai, zone industrielle de Lavéra.



Carte 7 : roses de pollution PM10 (orange) et PM2,5 (bleu) obtenues du 15 avril au 12 mai 2005 à Base Arrière Darse 1.

➔ Les roses de pollution des PM10 et des PM2,5 montrent que les particules de 10 µm et celles de 2,5 µm sont émises par les mêmes sources.

Pour la période du 15 avril au 12 mai 2005, le rapport moyen PM2,5/PM10 est de 0,5 ce qui signifie qu'il y a en moyenne deux fois plus de PM10 que de PM2,5.

V.2.4 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) regroupent une famille de composés, dont le benzo(a)pyrène pour lequel une valeur seuil a été défini (valeur cible : 1 ng/m^3/an).

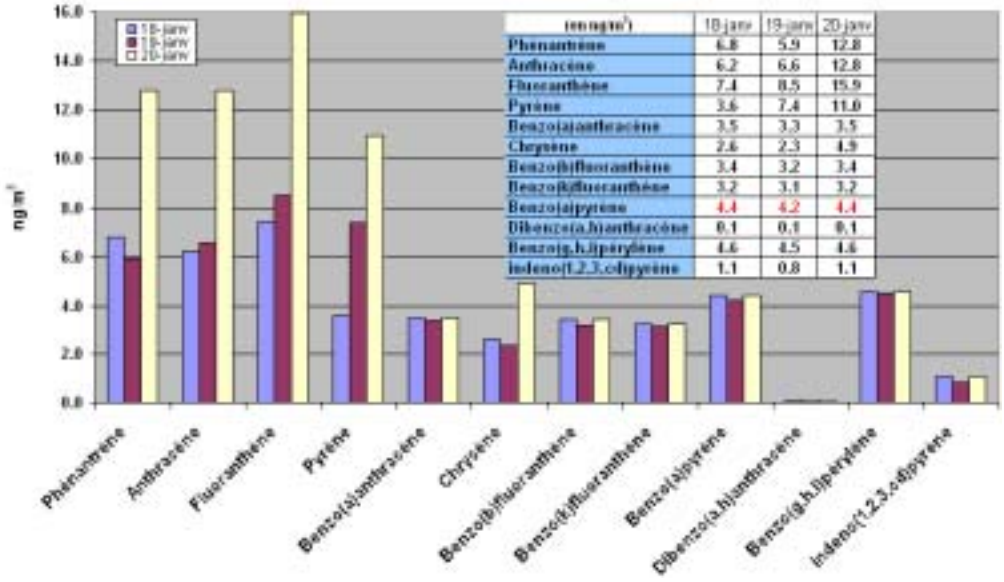


Figure 2 : Teneurs journalières en ng/m^3 des 12 HAP.

Parmi l'ensemble des HAP mesurés, le phénanthrène, l'anthracène, le fluoranthène et le pyrène sont les composés ayant les concentrations les plus élevées, avec des niveaux plus importants le 20 janvier 2005.

Ces teneurs sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur le site de Port-de-Bouc la Lèque.

V.3 Terminal Conteneurs

V.3.1 SO_2, NO_2, O_3, CO et PM10

Le tableau ci-dessous donne les concentrations obtenues du 12 mai au 13 juin 2005 sur les sites Base Arrière Darse 1 et Terminal Conteneurs.

BASE ARRIERE DARSE 1		MESURES DU 12/05/05 AU 13/06/05	TERMINAL CONTENEURS	
CONCENTRATION MAXIMALE	CONCENTRATION MOYENNE		CONCENTRATION MOYENNE	CONCENTRATION MAXIMALE
184 Moyenne horaire	**3**	**DIOXYDE DE SOUFRE ($\mu g/m^3$)**	**5**	**321** Moyenne horaire (**1** dépassement du 300 $\mu g/m^3$/h le 26/05/2005)
114 Moyenne horaire	**14**	**DIOXYDE D'AZOTE ($\mu g/m^3$)**	**14**	**137** Moyenne horaire
193 Moyenne horaire (**3** dépassements du 180 $\mu g/m^3$/h le 26/05/2005)	**84**	**OZONE ($\mu g/m^3$)**	**79**	**172** Moyenne horaire
0,5 Moyenne sur 8 heures	**0,2**	**MONOXYDE DE CARBONE (mg/m^3)**	**0,2**	**0,4** Moyenne sur 8 heures
52 Moyenne journalière (**2** dépassements du 50 $\mu g/m^3$/j le 3/05, 26/05 et 06/06/2005)	**28**	**PARTICULES EN SUSPENSION PM10 ($\mu g/m^3$)**	**30**	**56** Moyenne journalière (**2** dépassements du 50 $\mu g/m^3$/j les 26/05 et 06/06/2005)

Tableau 7 : Concentrations des polluants mesurés au Terminal Conteneurs du 12 mai 2005 au 13 juin 2005 et nombre de dépassements des seuils réglementaires durant cette période.

Les résultats obtenus pendant un mois de mesures peuvent être comparés aux seuils réglementaires horaires et non aux seuils réglementaires annuels.

Les concentrations moyennes mesurées au Terminal Conteneurs sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur le site Base Arrière Darse 1 pour l'ensemble des composés.

Cependant, des différences sont observées pour les concentrations maximales en dioxyde de soufre et en ozone.

En effet, le 26 mai 2005, des différences sont observées entre ces deux sites de mesures (figure 3) :
- dioxyde de soufre : dépassement du seuil d'information (300 $\mu g/m^3$/h) au niveau du Terminal Conteneurs (321 $\mu g/m^3$/h) alors qu'en Darse 1 la concentration maximale observée est de 184 $\mu g/m^3$/h,
- ozone : 3 dépassements du seuil d'information (180 $\mu g/m^3$/h) au niveau de Darse 1 (193 $\mu g/m^3$/h) alors qu'au niveau du Terminal Conteneurs, la concentration maximale observée est de 172 $\mu g/m^3$/h.

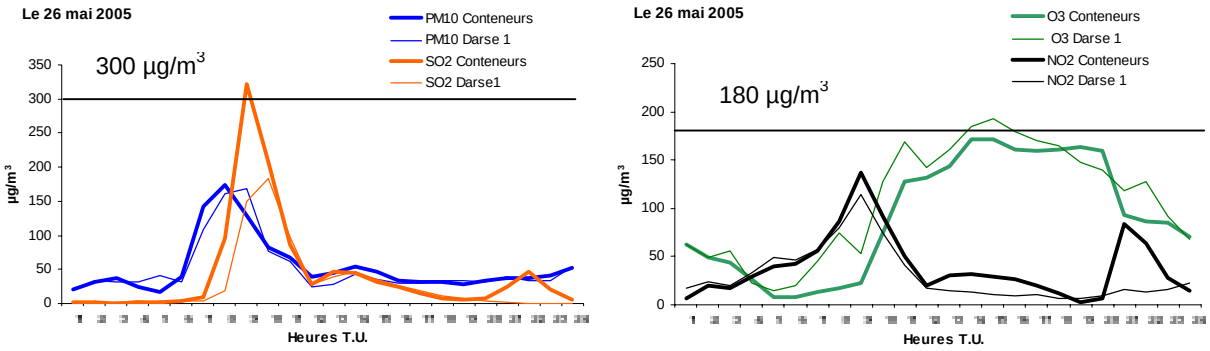
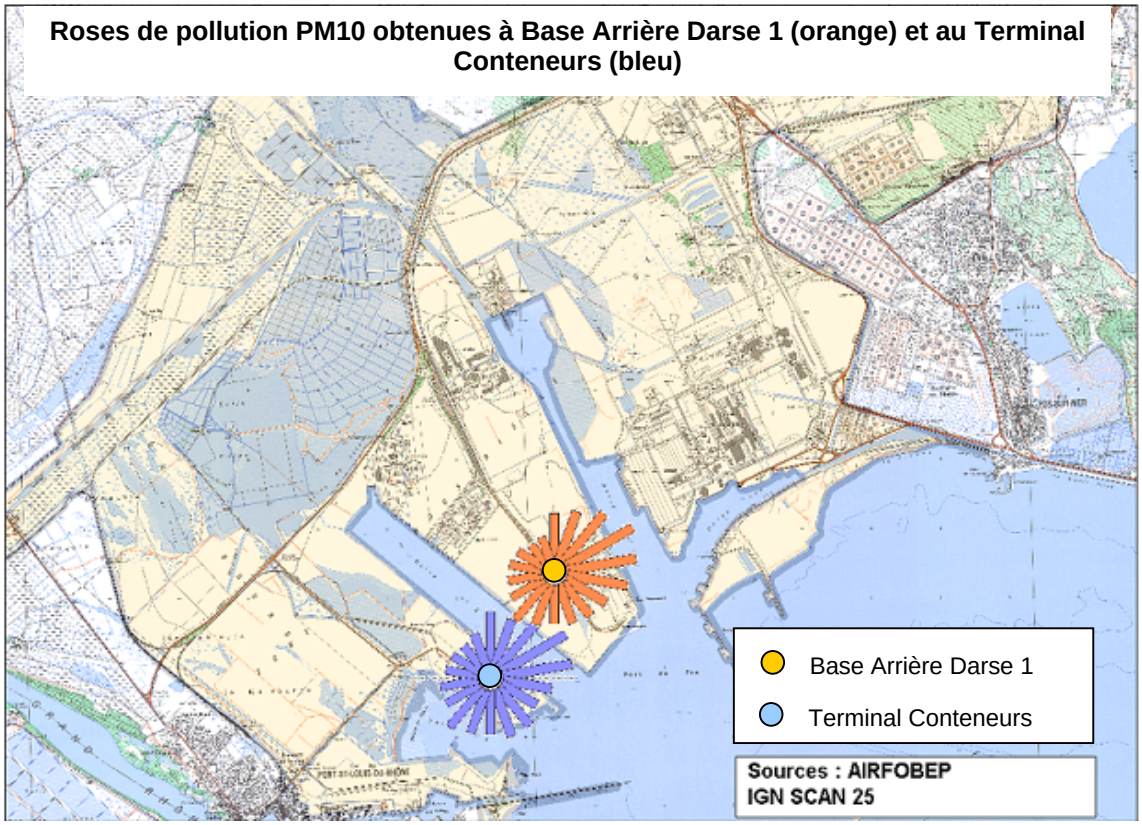


Figure 3 : Concentrations des polluants mesurés au Terminal Conteneurs et en Base Arrière Darse 1 le 26 mai 2005.

La carte ci-dessous présente les concentrations moyennes de particules (PM10) mesurées du 13 mai au 13 juin 2005 en fonction de la direction des vents sur les sites Base Arrière Darse 1 et Terminal Conteneurs.



Carte 8 : Roses de pollution PM10 obtenues du 13 mai au 13 juin 2005, à Base Arrière Darse 1 (en orange) et au Terminal Conteneurs (bleu).

Les concentrations les plus élevées (bâtons les plus longs sur les roses de pollution) sont mesurées lorsque les sites de mesures sont sous le vent d'une zone située au Nord-Est à l'Est comprenant les activités de ASCOMETAL, SOLLAC, EXXON, Terminal Minéralier, Bateaux à quai, zone industrielle de Lavéra.

➔ Au vu des résultats obtenus pendant un mois de mesures sur les deux sites, les concentrations sur le site Base Arrière Darse 1 au cours d'une année peuvent être transposées au site Terminal Conteneurs.

V.4 Terminal Pétrolier

V.4.1 SO_2, NO_2, O_3, CO et PM10

Le tableau ci-dessous donne les concentrations obtenues du 13 juin au 6 juillet 2005 pour les sites Base Arrière Darse 1 et Terminal Pétrolier.

BASE ARRIERE DARSE 1		MESURES DU 13/06/05 AU 06/07/05	TERMINAL PETROLIER	
CONCENTRATION MAXIMALE	CONCENTRATION MOYENNE		CONCENTRATION MOYENNE	CONCENTRATION MAXIMALE
39 Moyenne horaire	**1**	**DIOXYDE DE SOUFRE ($\mu g/m^3$)**	**8**	**157** Moyenne horaire
53 Moyenne horaire	**11**	**DIOXYDE D'AZOTE ($\mu g/m^3$)**	**17**	**57** Moyenne horaire
211 Moyenne horaire (**5** dépassements du 180 $\mu g/m^3$/h les 20, 23 et 26/06/2005)	**85**	**OZONE ($\mu g/m^3$)**	**77**	**205** Moyenne horaire (**3** dépassements du 180 $\mu g/m^3$/h les 20 et 26/06/2005)
0,6 Moyenne sur 8 heures	**0,2**	**MONOXYDE DE CARBONE (mg/m^3)**	**0,3**	**0,9** Moyenne sur 8 heures
88 Moyenne journalière (**2** dépassements du 50 $\mu g/m^3$/j les 28 et 29/6/2005)	**28**	**PARTICULES EN SUSPENSION PM10 ($\mu g/m^3$)**	**102**	**476** Moyenne journalière (**17** dépassements du 50 $\mu g/m^3$/j sur 25 jours de mesures)

Tableau 8 : Concentrations des polluants mesurés au Terminal Pétrolier du 13 juin 2005 au 06 juillet 2005 et nombre de dépassements des seuils réglementaires durant cette période.

Les concentrations moyennes observées pendant ce mois de mesures sur les deux sites sont différentes, en particulier pour les particules PM10.

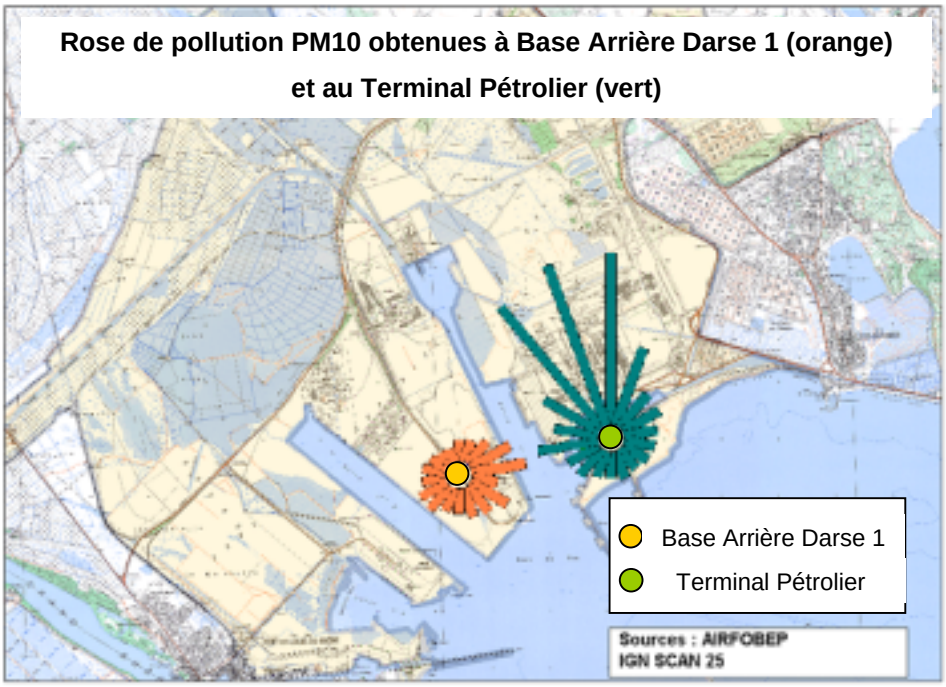
En effet, les concentrations moyennes en PM10 enregistrées au Terminal Pétrolier (102 $\mu g/m^3$) sont élevées et supérieures à celles observées au niveau de Darse 1 (28 $\mu g/m^3$). De plus, 17 dépassements journaliers, du seuil de 50 $\mu g/m^3$, ont été enregistrés sur 25 jours de mesures, soit environ 70% du temps. Les 17 dépassements s'expliquent par des conditions de vent très défavorables pour ce site, présence du Mistral[4] qui place le secteur du Terminal Pétrolier sous le vent des activités de SOLLAC.

Au Terminal Pétrolier, les teneurs en ozone ont dépassé le seuil d'information à 3 reprises pendant la période de mesure. Des épisodes de pollution par l'ozone se sont également déroulés dans le reste du département des Bouches-du-Rhône. La zone du PAM ne présente pas de spécificité pour l'ozone par rapport au secteur de Fos-sur-Mer, Istres et Miramas.

Concernant les autres composés gazeux mesurés, le secteur du Terminal Pétrolier n'a enregistré aucun dépassement de seuil réglementaire.

Les typologies météorologiques qui conduisent les rejets industriels sur cette zone sont différentes par rapport aux secteurs Base Arrière Darse 1 et Terminal Conteneurs.

[4] Mistral : vent fort de secteur Nord/Nord-Ouest présent environ 30% du temps réparti sur une année.



Les roses de pollution PM10 montrent que les teneurs en PM10 sur le site Terminal Pétrolier sont plus élevées que celles en Base Arrière Darse 1 (bâtons plus courts sur la rose). La rose PM10 au Terminal Pétrolier pointe des sources venant du Nord/Nord-Ouest, les 2 roses pointent une source commune, le Terminal Minéralier.

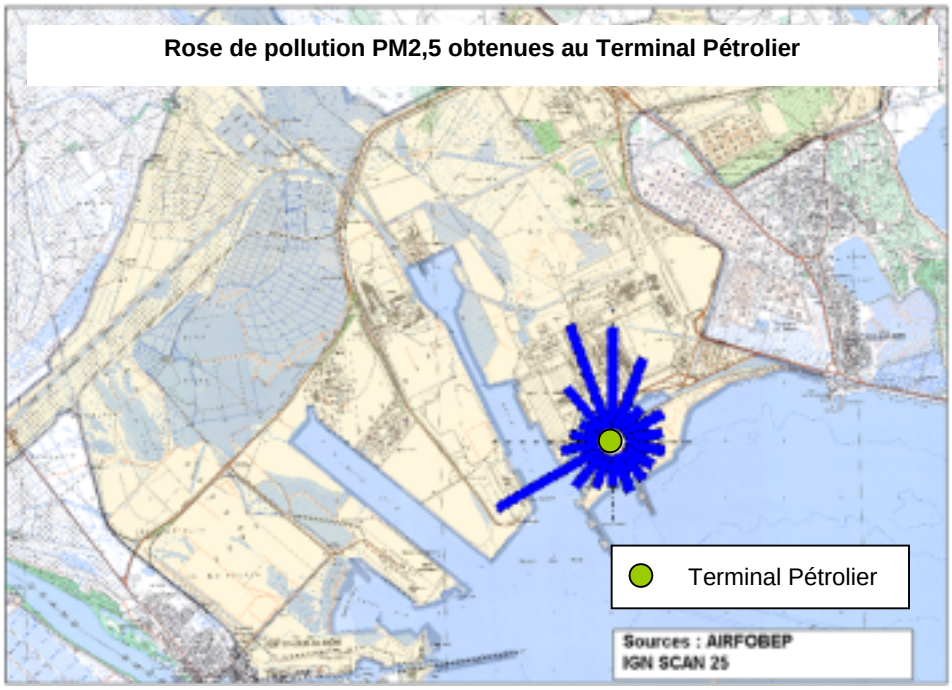
Carte 9 : Roses de pollution PM10 obtenues du 14 juin au 8 juillet 2005, à Base Arrière Darse 1 (en orange) et au Terminal Pétrolier (vert).

➔ Au vu des concentrations différentes mesurées sur les 2 sites, les observations obtenues sur le site Base Arrière Darse 1 au cours d'une année ne peuvent être transposées au site Terminal Pétrolier.

V.4.2 PM2,5

COMPOSE	SITE	PERIODE	CONCENTRATION MOYENNE (µg/m^3)	CONCENTRATION MAXIMALE (µg/m^3)
PM2,5	Terminal Pétrolier	8 au 18/07/2005	**4**	**53** Moyenne journalière

Tableau 9 : Concentrations des PM2,5 mesurées au Terminal Pétroliers du 8 au 18 juillet 2005.



La rose de pollution PM2,5 montre que les concentrations les plus élevées sont mesurées lorsque le site de mesures est placé sous le vent d'une zone située au Nord/Nord-Est (comprenant les activités de SOLLAC) et sous le vent d'une zone située à l'Ouest (vraisemblable ment les pétroliers à quai).

Carte 10 : Roses de pollution PM2,5 obtenues du 8 au 18 juillet 2005 au Terminal Pétrolier.

V.5 Les trois terminaux

V.5.1 Les métaux lourds

Les métaux lourds surveillés sont l'arsenic, le cadmium, le chrome, le nickel, le plomb, le vanadium et le zinc.

Les niveaux de fond (concentration moyennée sur une année) pour les métaux lourds ont été estimés à partir de prélèvements d'air de particules (PM10) effectués sur des filtres (5 prélèvements de 15 jours répartis entre novembre 2004 et septembre 2005). Les particules sont analysées par un laboratoire indépendant afin de déterminer leur contenu en métaux. Les teneurs en métaux de chaque série sont moyennées pour estimer la concentration annuelle de chaque polluant.

Valeurs réglementaires pour les métaux lourds :

Réglementations française et européenne pour les métaux lourds dans l'air ambiant (ng/m^3/an)	
Décret 2002-213 du 15/02/02	Directive européenne 2004/107/CE (valeur cible)
Plomb (Pb) : 500	Arsenic (As) : 6
	Cadmium (Cd): 5
	Nickel (Ni) : 20

Tableau 10 : Réglementation pour les métaux lourds.

Les concentrations annuelles estimées pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb au niveau des trois terminaux sont inférieures aux seuils réglementaires. Les concentrations au Terminal Conteneurs sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur le pourtour de l'étang de Berre.

	Valeurs réglementaires (ng/m^3)						
	Réglementés				Non réglementés		
	Plomb	Arsenic	Cadmium	Nickel	Vanadium	Chrome	Zinc
Seuils en ng/m^3/an	500	6	5	20	-	-	-
	Concentrations annuelles estimées (ng/m^3)						
Terminal Minéralier	49,0	1,5	0,4	10,0	31,9	26,6	475,9
Terminal Conteneurs	12,5	0,8	0,2	10,3	12,2	10,5	82,9
Terminal Pétroliers	112,5	4,7	1,2	17,1	8,7	28,4	401,7

Tableau 11 : Concentrations moyennes annuelles estimées à partir de 5 campagnes de mesures menées de novembre 2004 à septembre 2005.

Les concentrations en métaux lourds, mesurées au niveau du Terminal Pétrolier sont, en raison de la proximité des sources d'émissions :

- plus élevées qu'au niveau des deux autres terminaux,
- plus élevées que celles mesurées dans la zone de l'étang de Berre.

V.5.2 Les Composés Organiques Volatils (COV)

Les COV ont été prélevés par des canisters au niveau des 3 terminaux simultanément le 27 juillet de 7h à 9h et de 13h à 15h et le 28 juillet de 7h à 9h et ensuite analysés par le laboratoire de l'Ecole des Mines de Douai.

Les prélèvements ont eu lieu le matin et l'après-midi pour prendre en compte les phénomènes météorologiques de brise de terre et brise de mer qui ont lieu pendant ces périodes.

Canisters sur le site du Terminal Conteneurs

Les résultats des concentrations des COV pour les 3 périodes et pour les 3 terminaux sont présentés en annexe IV.

Pour la grande majorité des COV les concentrations les plus élevées sont relevées sur le site du Terminal Pétrolier. Pour les deux autres terminaux, les teneurs sont globalement du même ordre. La localisation du site Terminal Pétrolier à proximité des sources de COV (activité relative au pétrole, raffinerie) peut être à l'origine des teneurs élevées sur ce site.

Les teneurs obtenues le matin (de 7h à 9h) sont plus élevées que celles mesurées dans l'après-midi. L'augmentation du trafic routier le matin peut expliquer ces teneurs plus élevées sachant que pour une majorité de COV cette source constitue leur principale source d'émission.

VI CONCLUSIONS

VI.1 Résultats

VI.1.1 Comparaison aux normes réglementaires « air ambiant »

Le tableau ci-dessous reprend pour les composés réglementés les comparaisons aux seuils réglementaires.

	SITE	CONCENTRATIONS MESUREES		SEUILS REGLEMENTAIRES	
		COM-POSE	CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE ($\mu g/m^3$)	NOMBRE DE DEPASSEMENT DES SEUILS REGLEMENTAIRES	VALEUR REGLEMENTAIRE
Mesures annuelles	Ensemble du domaine	**Benzène**	0,7 à 5,4*	**Non respect sur 4 sites** de mesures de l'objectif de qualité dont un la valeur limite de 2010	OQ[5] : 2 $\mu g/m^3$/an VL[6] : 5 $\mu g/m^3$/an
		SO_2	3,8 à 23,0*	Respect de l'objectif de qualité sur tous les sites	OQ : 50 $\mu g/m^3$/an
		NO_2	6,4 à 21,0*	Respect de l'objectif de qualité sur tous les sites	OQ : 40 $\mu g/m^3$/an
	Base Arrière Darse 1	SO_2	4	Respect de l'objectif de qualité Aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation	OQ : 50 $\mu g/m^3$/an SIR[7] : 300 $\mu g/m^3$/h
		NO_2	16	Respect de l'objectif de qualité Aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation	OQ : 40 $\mu g/m^3$/an SIR : 200 $\mu g/m^3$/h
		O_3	63	**13 dépassements** du seuil d'information et de recommandation	SIR : 180 $\mu g/m^3$/h
		CO	0,2	Aucun dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé humaine	VL : 10 mg/m^3/8h
		PM10	31	**45 dépassements** de la valeur limite pour la protection de la santé humaine	OQ : 30 $\mu g/m^3$/an VL : 40 $\mu g/m^3$/an
	Terminal Minéralier	Pb	49*	Respect de la valeur réglementaire	500 ng/m^3/an
		As	1,5*	Respect de la valeur réglementaire	VC[8] : 6 ng/m^3/an
		Cd	0,4*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 5 ng/m^3/an
		Ni	10*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 20 ng/m^3/an
Un mois de mesures	Terminal Conteneurs	**SO_2**	Moyenne annuelle non déterminée	**1 dépassement** du seuil d'information et de recommandation	OQ : 50 $\mu g/m^3$/an SIR : 300 $\mu g/m^3$/h
		NO_2	Moyenne annuelle non déterminée	Aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation	OQ : 40 $\mu g/m^3$/an SIR : 200 $\mu g/m^3$/h
		O_3	Moyenne annuelle non déterminée	Aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation	SIR : 180 $\mu g/m^3$/h
		CO	Moyenne annuelle non déterminée	Aucun dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé humaine	VL : 10 mg/m^3/8h
		PM10	Moyenne annuelle non déterminée	**2 dépassements** de la valeur limite pour la protection de la santé humaine	OQ : 30 $\mu g/m^3$/an VL : 40 $\mu g/m^3$/an
		Pb	12,5*	Respect de la valeur réglementaire	500 ng/m^3/an
		As	0,8*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 6 ng/m^3/an
		Cd	0,2*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 5 ng/m^3/an
		Ni	10,3*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 20 ng/m^3/an

[5] Objectif de qualité.
[6] Valeur limite pour la protection de la santé humaine.
[7] Seuil d'Information-Recommandations.
[8] Valeur cible.
* Moyenne annuelle estimée.

	SITE	CONCENTRATIONS MESUREES		SEUILS REGLEMENTAIRES	
		COM-POSE	CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE ($\mu g/m^3$)	NOMBRE DE DEPASSEMENT DES SEUILS REGLEMENTAIRES	VALEUR REGLEMENTAIRE
Un mois de mesures	Terminal Pétrolier	SO_2	Moyenne annuelle non déterminée	Aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation	OQ : 50 $\mu g/m^3$/an SIR : 300 $\mu g/m^3$/h
		NO_2	Moyenne annuelle non déterminée	Aucun dépassement du seuil d'information et de recommandation	OQ : 40 $\mu g/m^3$/an SIR : 200 $\mu g/m^3$/h
		O_3	Moyenne annuelle non déterminée	**3 dépassements** du seuil d'information et de recommandation	SIR : 180 $\mu g/m^3$/h
		CO	Moyenne annuelle non déterminée	Aucun dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé humaine	VL : 10 mg/m^3/8h
		PM10	Moyenne annuelle non déterminée	**17 dépassements** de la valeur limite pour la protection de la santé humaine	OQ : 30 $\mu g/m^3$/an VL : 40 $\mu g/m^3$/an
		Pb	112,5*	Respect de la valeur réglementaire	500 ng/m^3/an
		As	4,7*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 6 ng/m^3/an
		Cd	1,2*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 5 ng/m^3/an
		Ni	17,1*	Respect de la valeur réglementaire	VC : 20 ng/m^3/an

* : concentration annuelle estimée.

Dans la zone du PAM, les composés pour lesquels les seuils réglementaires ne sont pas respectés sont le benzène, le dioxyde de soufre, les poussières PM10 et l'ozone, polluant dont les teneurs dépassent le seuil d'information et de recommandations dans l'ensemble du département.

VI.1.2 Comparaison entre les sites de mesures

Les résultats des sites sont comparés lorsque des périodes de mesures sont communes.

- Base Arrière Darse 1 et Terminal Conteneurs

Les teneurs mesurées de SO_2, NO_2, O_3, CO et PM10 simultanément sur ces deux sites sont de même ordre de grandeur.

- Base Arrière et Terminal Pétrolier

Les concentrations mesurées de SO_2, NO_2, O_3, CO et PM10 sont différentes et notamment pour les particules PM10. En effet, les teneurs de particules PM10 sont supérieures sur le site du Terminal Pétrolier (et supérieures aux seuils réglementaires). De plus, le nombre de dépassements du seuil journalier de 50 $\mu g/m^3$/an est plus élevé sur le site du Terminal Pétrolier.

- Les Trois Terminaux

Les seuls composés qui ont été mesurés sur les trois terminaux pendant la même période sont les métaux lourds.

Les concentrations annuelles estimées en métaux lourds sur les 3 sites respectent les valeurs réglementaires, mais sur le Terminal Pétrolier, les teneurs en métaux lourds sont plus élevées que sur les 2 autres terminaux.

VI.2 Surveillance pérenne dans la zone du PAM à Fos-sur-Mer

Suite aux mesures réalisées pendant une année sur la zone du PAM, AIRFOBEP va continuer en 2006 la surveillance des PM2,5, du benzène et des métaux lourds :

- en Base Arrière Darse 1 (située au centre du PAM), des particules en suspension dans l'air (particules ayant un diamètre inférieur à 2,5 micromètres = PM2,5) afin de compléter les mesures réalisées en 2005 uniquement pendant 1 mois,
- au Terminal Pétrolier, de benzène et de métaux lourds afin de connaître l'évolution de leurs teneurs annuelles.

VII ANNEXES

Annexe I : Zone de la ZIF

Principaux terminaux :

A : Terminal Pétrochimique de Lavéra
B : Terminal Minéralier de Caronte
C : Terminal Pétrolier de Fos
D : Terminal Minéralier de Fos
E : Terminal Conteneurs
F : Terminal Polyvalent Brûle Tabac
G : Terminal Polyvalent des Tellines
H : Terminal Polyvalent du Gloria

Entreprises :

1 : SOLLAC MEDITERRANEE
2 : L'AIR LIQUIDE AUDIENCE
3 : GAZ DE FRANCE
4 : L'AIR LIQUIDE TONKIN
5 : ASCOMETAL – LUCCHINI
6 : AGA
7 : ATOFINA / VINIL FOS
8 : ATOFINA / SOLVAY
9 : EIFFEL
10 : LYONDELL CHIMIE - BAYER
11 : L.B.CHIMIE
12: DEULEP
13: FRAHUIL
15 : Sté PHOCEENNE DE BROYAGE
16 : SOLAMAT MEREX
17 : BASELL
19 : DEPOTS PETROLIERS DE LA CRAU
20 : S.P.S.E.
21 : ESSO
22 : DEPOTS PETROLIERS DE FOS
23 : ALBRIGHT ET WILSON
24 : APPRYL
26 : ATOFINA
33 : Dépôt relais TOTAL
35 : LAFARGE Aluminates
36 : RTDH (Traitement des déchets)
37 : ESSO (BITUMEX)

Annexe II : Sources et effets des polluants

POLLUANTS	SOURCES PRINCIPALES	EFFETS SUR LA SANTÉ	EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT
DIOXYDE DE SOUFRE (SO_2)	Résulte de la combustion des combustibles fossiles (charbons, fiouls, ...). Emis principalement par les centrales thermiques, les installations de combustion industrielles et les unités de chauffage.	Irrite les muqueuses de la peau et des voies respiratoires. Agit en synergie avec d'autres substances notamment les particules. Les asthmatiques y sont particulièrement sensibles.	Participe aux phénomènes des pluies acides. Contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.
OZONE (O_3)	Résulte de la transformation chimique dans l'air, sous l'effet du rayonnement solaire, de polluants émis principalement par les industries et le trafic routier (composés organiques volatils et oxydes d'azote).	Gaz agressif qui peut provoquer la toux, diminuer la fonction respiratoire et irriter les yeux. Les personnes sensibles sont celles ayant des difficultés respiratoires ou des problèmes cardio-vasculaires.	Effet néfaste sur la végétation et sur certains matériaux.
DIOXYDE D'AZOTE (NO_X)	Le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote sont émis lors des phénomènes de combustion. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffages,....).	Le NO_2 est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant il favorise les infections pulmonaires.	Le NO_2 participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique dont il est l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.
PARTICULES EN SUSPENSION (PS)	Sont issus de combustibles fossiles, du transport automobile (gaz d'échappement, usure, frottements...) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération,...).	Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire et peuvent à des concentrations relativement basses irriter les voies respiratoires inférieures.	Les effets de salissures des bâtiments et des monuments sont les atteintes les plus évidentes à l'environnement.
MONOXYDE DE CARBONE (CO)	Gaz inodore, incolore et inflammable dont la source principale est le trafic automobile. Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti dans un espace clos ou en cas d'embouteillage.	Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang. Les premiers symptômes sont des maux de tête et des vertiges. Ces symptômes s'aggravent avec l'augmentation de la concentration et peuvent aboutir à la mort.	Le CO participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en CO_2 et participe à l'effet de serre.

POLLUANTS	SOURCES PRINCIPALES	EFFETS SUR LA SANTÉ	EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT
COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS (COV)	Cette famille regroupe des composés très divers. Elle comprend notamment des hydrocarbures (émis par évaporation des bacs de stockage pétroliers, remplissage des réservoirs automobiles), des composés organiques d'origine industrielle ou naturelle (procédés industriels, combustion incomplète des combustibles, agriculture) et des solvants (émis lors de l'application de peintures, des encres, le nettoyage des surfaces métalliques et des vêtements).	Les effets sur la santé sont très variables selon les composés. Cela peut aller de la simple gêne olfactive à des effets mutagènes et cancérogènes (benzène...) en passant par des irritations ou des diminutions de la capacité respiratoire.	Un grand nombre de ces composés est impliqué dans le processus de formation de l'ozone troposphérique.
BENZENE (C_6H_6)	Le benzène fait partie de la famille des Composés Organiques Volatils (COV). Il est un composé issu du raffinage du pétrole. Les principales sources de benzène dans l'air extérieur sont les gaz de combustion des véhicules, les industries qui produisent du benzène et celles qui l'utilisent comme produit intermédiaire de synthèse (fabrication de plastique, pesticides, solvants…).	Ce composé est reconnu pour ses effets néfastes pour la santé. De nombreuses études épidémiologiques (sources INRS) ont mis en évidence le pouvoir cancérigène du benzène pour une exposition chronique. Ce composé a été classé comme cancérigène certain par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer).	
METAUX LOURDS (ML)	Les métaux lourds surveillés regroupent l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb. Ils sont présents dans l'atmosphère sous forme solide associés aux fines particules en suspension. Ils sont émis principalement par les activités de raffinage, de métallurgie, de transformation d'énergie et par l'incinération des déchets.	L'inhalation de ces métaux même à faible quantité peut conduire à des niveaux de concentrations toxiques (le cadmium peut conduire à des intoxications rénales et le plomb du système nerveux) ou cancérigène (arsenic et nickel) par bio-accumulation.	Effets néfastes sur les êtres vivants.

POLLUANTS	SOURCES PRINCIPALES	EFFETS SUR LA SANTÉ	EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT
METHANE (CH_4)	Le méthane se dégage naturellement des zones humides peu oxygénées comme les marais et les terres inondées. Il se forme aussi dans l'estomac des mammifères. La moitié des émissions de méthane sont dues à des activités humaines, notamment lié à la culture de riz, l'élevage des ruminants ou les décharges compactées dans lesquelles les déchets fermentent et produisent du méthane sous forme de biogaz.	Le méthane est un gaz plus léger que l'air, incolore et inodore. C'est un combustible ne comportant aucun effet sur la santé humaine.	Le méthane est un gaz à effet de serre qui influe sur le climat. Il absorbe une partie du rayonnement infrarouge émis par la Terre, et l'empêche ainsi de s'échapper vers l'espace. Ce phénomène contribue au réchauffement de la Terre. L'influence du méthane sur le climat est moins importante que celle du dioxyde de carbone mais elle est quand même préoccupante.
SULFURE D'HYDROGENE (H_2S)	Les sources naturelles de sulfure d'hydrogène sont variées ; il est notamment présent dans le charbon, le pétrole et le gaz naturel. Il se forme par fermentation anaérobie des substances organiques les plus diverses. Par ailleurs, de nombreuses activités industrielles peuvent dégager du sulfure d'hydrogène résultant de réactions chimiques sur des composés soufrés (raffinage et cracking de pétroles riches en soufre, vulcanisation du caoutchouc, fabrication de la viscose, tanneries, traitement acide en station d'épuration ...).	Le sulfure d'hydrogène est facilement reconnaissable à très faible concentration à son odeur "d'œuf pourri". Les effets sur la santé du sulfure d'hydrogène sont : • Une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires, • Des troubles du système nerveux, • Des troubles digestifs : nausée, anorexie, douleurs abdominales ...	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des composés formés de 4 à 7 noyaux benzéniques. Plusieurs centaines de composés sont générés par la combustion des matières fossiles (notamment pas les moteurs diesels) sous forme gazeuse ou particulaire. Le plus étudié est le benzo(a)pyrène.	Le risque de cancer lié aux HAP est l'un des plus anciens connus.	.

Annexe III : Résultats des échantillonneurs passifs par série (benzène, SO_2, NO_2)

Le tableau ci-dessous présente pour chaque série la période de mesures :

Série	Période
1	3 novembre 2004 au 17 novembre 2004
2	20 janvier 2005 au 3 février 2005
3	12 avril 2005 au 26 avril 2005
4	15 juin 2005 au 26 juin 2005
5	24 août 2005 au 7 septembre 2005

RESULTATS **BENZENE** PAR SERIE EN µg/m^3

N° tube	Nom tube	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	moyenne annuelle estimée
1	Le Ventillon	1,0	1,2	0,8	1,2	0,9	**1,0**
2	PAM Fossette	0,9	1,1	0,8	0,8	ND	**0,9**
3	PAM complexe sportif	0,9	1,0	0,7	0,9	1,1	**0,9**
4	Station de pompage	ND	1,0	0,6	0,5	0,8	**0,7**
5	Canal	1,1	1,0	0,7	0,6	0,8	**0,8**
6	Le Caban	1,1	1,1	0,6	0,4	ND	**0,8**
7	Entrepot LV	0,8	1,5	0,6	0,6	ND	**0,9**
8	Les Tellines	0,9	1,0	0,7	0,6	0,9	**0,8**
9	TC sud	1,2	1,2	0,6	1,0	1,2	**1,0**
10	TC nord	0,9	1,1	0,5	0,7	1,1	**0,9**
11	Lyondel sud	0,9	1,1	0,4	0,7	1,1	**0,8**
12	PAM Base Arrière	1,0	1,5	0,7	0,9	ND	**1,0**
13	TM sud	1,5	1,2	0,7	1,3	ND	**1,2**
14	TM nord	1,0	1,2	0,7	1,0	ND	**1,0**
15	Bord Darse 1	0,9	1,2	0,7	0,6	ND	**0,8**
16	Carrefour Merex	0,9	1,1	0,6	0,7	1,1	**0,9**
17	Route Air Liquide	1,0	1,1	1,0	0,7	0,8	**0,9**
18	Sollac formation	1,0	1,0	0,8	1,1	1,6	**1,1**
19	Sollac 1	1,1	1,4	1,0	1,1	1,3	**1,1**
20	Sollac 2	1,0	1,0	0,8	0,9	ND	**0,9**
21	Sollac 3	1,1	1,1	1,2	2,1	ND	**1,4**
22	Sollac 4	1,1	1,0	ND	*	ND	**1,0**
23	N544	4,8	3,0	2,1	1,9	2,4	**2,8**
24	Plage du Cavaou	4,6	3,9	1,4	1,2	1,3	**2,5**
25	TP 1	8,2	5,7	3,1	5,9	4,2	**5,4**
26	TP2	6,2	7,1	4,2	3,2	2,5	**4,6**

ND : Non Déterminé (niveau proche de la limite de détection).

RESULTATS **DIOXYDE DE SOUFRE** PAR SERIE EN µg/m^3

N° tube	Nom tube	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	moyenne annuelle estimée
1	Le Ventillon	< 1,5	0,7	5,7	4,5	14,0	6,2
2	PAM Fossette	< 1,5	1,0	2,1	7,1	32,8	10,8
3	PAM complexe sportif	< 1,5	< 0,5	2,1	3,3	6,2	3,8
4	Station de pompage	ND	< 1,5	2,9	7,4	31,4	13,9
5	Canal	ND	< 1,5	31,6	12,3	4,7	16,2
6	Le Caban	< 1,5	< 1,5	3,6	12,0	ND	7,8
7	Entrepot LV	ND	< 1,5	4,6	18,2	< 1,5	11,4
8	Les Tellines	1,8	< 1,5	12,5	1,7	7,4	5,8
9	TC sud	16,2	22,4	2,9	10,0	2,8	10,8
10	TC nord	3,7	< 1,5	6,1	3,6	2,8	4,10
11	Lyondel sud	2,0	< 1,5	2,5	11,4	< 1,5	5,3
12	PAM Base Arrière	1,9	4,2	2,9	< 1,5	13,9	5,7
13	TM sud	20,7	3,0	7,1	16,9	< 1,5	11,9
14	TM nord	11,4	< 1,5	6,2	6,6	< 1,5	8,10
15	Bord Darse 1	< 1,5	3,8	7,9	8,10	20,1	10,0
16	Carrefour Merex	< 1,5	< 1,5	6,3	5,5	9,0	7,0
17	Route Air Liquide	12,7	1,9	11,4	18,0	ND	11,0
18	Sollac formation	ND	2,8	3,3	< 1,5	32,3	12,8
19	Sollac 1	< 1,5	ND	3,0	9,4	15,6	9,3
20	Sollac 2	< 1,5	1,7	< 1,5	36,4	12,1	16,7
21	Sollac 3	< 1,5	ND	18,4	24,7	2,10	15,1
22	Sollac 4	< 1,5	< 1,5	ND	4,8	12,5	8,6
23	N544	1,5	2,7	< 1,5	4,0	15,0	5,8
24	Plage du Cavaou	1,7	3,3	7,2	< 1,5	4,7	4,2
25	TP 1	ND	50,1	8,5	10,5	ND	23,0
26	TP2	8,0	22,7	23,4	2,1	6,3	12,5

ND : Non Déterminé (niveau proche de la limite de détection).

RESULTATS DIOXYDE D'AZOTE PAR SERIE EN µg/m^3

N° tube	Nom tube	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Série 5	moyenne annuelle estimée
1	Le Ventillon	9,9	10,0	15,2	12,1	11,7	11,8
2	PAM Fossette	11,3	11,7	8,5	9,8	7,4	9,7
3	PAM complexe sportif	4,7	8,6	11,1	12,1	15,7	10,5
4	Station de pompage	ND	6,3	8,6	8,7	12,8	9,11
5	Canal	ND	12,0	14,4	9,7	16,7	13,2
6	Le Caban	8,6	11,9	9,9	6,3	ND	9,2
7	Entrepot LV	ND	9,6	7,7	5,1	3,3	6,4
8	Les Tellines	9,5	12,2	11,8	6,6	3,6	8,7
9	TC sud	24,5	35,8	13,9	13,2	13,8	20,2
10	TC nord	14,8	6,31	20,6	8,7	3,1	10,7
11	Lyondel sud	19,6	16,80	11,2	10,4	3,2	12,2
12	PAM Base Arrière	12,2	15,0	8,8	8,0	11,3	11,1
13	TM sud	26,0	20,1	15,2	9,0	4,3	14,9
14	TM nord	1,6	9,2	19,10	5,2	15,4	10,1
15	Bord Darse 1	8,3	14,9	17,8	6,6	3,2	10,1
16	Carrefour Merex	8,9	11,3	16,9	3,7	12,0	10,6
17	Route Air Liquide	3,5	10,4	16,8	10,4	ND	10,3
18	Sollac formation	ND	9,7	9,9	6,5	22,8	12,2
19	Sollac 1	12,1	ND	5,2	14,7	19,6	12,9
20	Sollac 2	11,3	10,1	11,1	21,6	7,7	12,4
21	Sollac 3	7,5	ND	12,5	15,0	4,0	9,7
22	Sollac 4	6,6	7,1	7,2	6,6	15,4	8,6
23	N544	13,4	14,5	15,4	11,1	7,2	12,3
24	Plage du Cavaou	11,3	14,2	18,0	11,7	20,2	15,1
25	TP 1	ND	26,6	18,7	13,9	ND	19,7
26	TP2	23,6	23,7	25,6	13,2	18,9	21,0

ND : Non Déterminé (niveau proche de la limite de détection).

Annexe IV : Résultats de l'analyse des composés organiques volatils

Résultats de l'analyse des canisters échantillonnés lors de la campagne des 27 et 28 juillet 2005

TERMINAL PETROLIER

	Concentration (ppb)		
COMPOSE	27/07/05 7h à 9h	27/07/05 13h à 15h	28/07/05 7h à 9h
éthane	1,33	1,15	0,80
éthylène	1,42	1,31	0,32
propane	1,18	1,05	0,18
propène	0,23	0,23	0,18
acétylène	0,53	0,48	0,24
isobutane	0,52	0,46	0,05
n-butane	0,80	0,71	0,16
trans-but-2-ène	0,20	0,26	0,02
but-1-ène	0,11	0,14	0,04
isobutène	0,18	0,25	0,10
cis-but-2-ène	0,15	0,22	<0,01
isopentane	2,52	2,29	0,23
n-pentane	0,63	0,57	0,15
1,3-butadiène	<0,01	< 0,01	<0,01
trans-pent-2-ène	0,19	0,25	0,05
2-méthyl-2-butène	0,28	0,44	0,10
pent-1-ène	0,06	0,08	0,02
cis-pent-2-ène	0,09	0,12	0,02
2,2-diméthylbutane	0,11	0,12	0,03
isoprène	0,07	0,12	0,04
2-méthylpentane	0,41	0,34	0,13
3-méthylpentane	0,22	0,20	0,07
hex-1-ène	0,04	0,04	0,01
n-hexane	0,16	0,13	0,05
benzène	0,29	0,25	0,27
isooctane	0,06	0,06	0,03
n-heptane	0,07	0,07	0,04
toluène	0,50	0,46	0,24
n-octane	0,06	0,06	0,02
tétrachloroéthylène	0,04	0,05	0,07
éthylbenzène	0,09	0,09	0,05
m,p-xylène	0,26	0,31	0,18
o-xylène	0,14	0,14	0,08
n-nonane	0,09	0,12	0,01
1,3,5-triméthylbenzène	0,03	0,06	0,02
1,2,4-triméthylbenzène	0,11	0,16	0,06
n-décane	0,16	0,23	0,03
1,2,3-triméthylbenzène	0,08	0,12	0,03
n-undécane	0,13	0,19	0,04
n-dodécane	0,09	0,14	0,03

TERMINAL CONTENEURS

COMPOSE	Concentration (ppb)		
	27/07/05 7h à 9h	27/07/05 13h à 15h	28/07/05 7h à 9h
éthane	0,57	0,89	0,41
éthylène	0,70	0,59	0,32
propane	0,16	0,58	0,09
propène	0,25	0,09	0,12
acétylène	0,19	0,21	0,16
isobutane	0,78	0,17	0,06
n-butane	0,14	0,27	0,08
trans-but-2-ène	0,01	<0,01	0,01
but-1-ène	0,05	0,03	0,03
isobutène	0,10	0,06	0,08
cis-but-2-ène	<0,01	<0,01	<0,01
isopentane	0,64	0,03	0,30
n-pentane	0,24	0,06	0,10
1,3-butadiène	<0,01	<0,01	<0,01
trans-pent-2-ène	0,02	0,48	0,02
2-méthyl-2-butène	0,03	0,16	0,04
pent-1-ène	0,02	<0,01	<0,01
cis-pent-2-ène	<0,01	<0,01	0,01
2,2-diméthylbutane	0,04	0,02	0,03
isoprène	0,03	0,07	0,01
2-méthylpentane	0,14	0,11	0,12
3-méthylpentane	0,08	0,08	0,08
hex-1-ène	0,02	<0,01	0,01
n-hexane	0,05	0,05	0,03
benzène	0,10	0,15	0,09
isooctane	0,02	0,02	0,01
n-heptane	0,05	0,02	0,04
toluène	0,26	0,23	0,31
n-octane	0,03	0,02	0,02
tétrachloroéthylène	<0,03	<0,03	<0,03
éthylbenzène	0,06	0,03	0,05
m,p-xylène	0,21	0,07	0,19
o-xylène	0,12	0,04	0,07
n-nonane	0,03	0,02	0,02
1,3,5-triméthylbenzène	0,02	<0,01	0,02
1,2,4-triméthylbenzène	0,06	0,03	0,05
n-décane	0,03	0,03	0,03
1,2,3-triméthylbenzène	0,05	0,04	0,05
n-undécane	0,03	0,02	0,01
n-dodécane	0,02	0,02	0,02

TERMINAL MINERALIER

COMPOSE	Concentration (ppb)		
	27/07/05 7h à 9h	27/07/05 13h à 15h	28/07/05 7h à 9h
éthane	0,52	0,40	0,66
éthylène	0,26	0,33	0,16
propane	0,15	0,07	0,14
propène	0,15	0,15	0,08
acétylène	0,08	0,08	0,08
isobutane	0,23	0,01	0,04
n-butane	0,52	0,03	0,09
trans-but-2-ène	0,04	<0,01	<0,01
but-1-ène	0,05	0,03	0,02
isobutène	0,09	0,06	0,04
cis-but-2-ène	0,02	<0,01	<0,01
isopentane	1,03	0,02	0,13
n-pentane	0,34	<0,01	0,07
1,3-butadiène	<0,01	<0,01	<0,01
trans-pent-2-ène	0,04	<0,01	<0,01
2-méthyl-2-butène	0,06	<0,01	0,01
pent-1-ène	0,01	<0,01	<0,01
cis-pent-2-ène	0,02	<0,01	<0,01
2,2-diméthylbutane	0,12	<0,01	0,02
isoprène	0,08	0,70	0,08
2-méthylpentane	0,19	0,03	0,06
3-méthylpentane	0,10	0,01	0,05
hex-1-ène	<0,01	<0,01	<0,01
n-hexane	0,06	<0,01	0,03
benzène	0,08	0,11	0,07
isooctane	0,02	<0,01	<0,01
n-heptane	0,04	0,01	0,03
toluène	0,29	0,06	0,08
n-octane	0,02	<0,01	0,02
tétrachloroéthylène	<0,03	<0,03	<0,03
éthylbenzène	0,04	<0,01	0,01
m,p-xylène	0,16	0,02	0,05
o-xylène	0,06	0,02	0,02
n-nonane	0,02	<0,01	0,01
1,3,5-triméthylbenzène	<0,01	<0,01	<0,01
1,2,4-triméthylbenzène	0,04	0,01	0,02
n-décane	0,03	<0,01	0,02
1,2,3-triméthylbenzène	0,17	0,02	0,15
n-undécane	0,01	<0,01	<0,01
n-dodécane	0,01	0,02	<0,01