



# Qualité de l'air

Etudes

Septembre 2007



## Surveillance exploratoire : Etude des Composés Organiques Volatils



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](http://www.airfobep.org) - e-mail : [airfobep@airfobep.org](mailto:airfobep@airfobep.org)

Serveur vocal 04 42 49 35 35 (selon tarification téléphonique en vigueur)





## Résumé

Cette étude a été réalisée entre août et décembre 2006, à Rognac Les Barjaquets et Martigues Lavéra, deux quartiers sous influence industrielle. Elle fait suite à une première campagne réalisée en 2004 en différents lieux du pourtour de l'étang de Berre [1] et à une deuxième mise en œuvre à Fos-sur-Mer sur le Port Autonome de Marseille [2].

Cette campagne exploratoire a porté sur les 31 COV de la directive européenne [3]. Les prélèvements sont réalisés par canister. Les analyses ont été effectuées par l'Ecole des Mines de Douai par chromatographie. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylène) font l'objet d'études particulières, traitées par ailleurs [4, 5].

L'objectif est de mener une surveillance exploratoire des concentrations en COV. La démarche repose sur trois volets :

- **Présenter** les niveaux de COV observés.
- **Comparer** ces niveaux en différents sites sous influence industrielle.
- **Evaluer** l'influence des conditions météorologiques et/ou de la saison

Les prélèvements ont été réalisés en deux lieux, à Rognac (Ecole G. Kraemer) et à Lavéra (Groupe scolaire). Ces deux lieux sont sous influence de raffineries et d'industries pétrochimiques. 4 prélèvements d'une durée de 5h30 ont été réalisés sur deux après-midis consécutives. Le tableau ci-contre présente les dates et heures de prélèvement.

	Dates	Heures de prél (locales)	
		Rognac	Lavéra
Août	09	12h30-18h	
	10		
Septembre	11		
	12		
Novembre	06		
	07		
Décembre	13		
	14		

Il est remarquable que pour les deux lieux, les résultats obtenus soient radicalement différents de ceux obtenus en 2004, à savoir des concentrations plus élevées en été qu'en hiver. Cette campagne montre que plus que la saison, ce sont les conditions météorologiques qui expliquent le niveau des concentrations relevées. Des prélèvements réalisés dans des conditions météorologiques similaires montrent également une sensibilité à la variabilité des émissions liés à l'activité industrielle.

Cette campagne corrobore certains résultats obtenus dans la littérature [6], à savoir :

- une signature générale pour les raffineries avec une majorité de butane, propane et isopentane.
- une influence de l'industrie chimique avec la présence de composés lourds.
- la spécificité des émissions en fonction du procédé utilisé dans le cas d'une même activité.

Les niveaux obtenus peuvent être, en fonction des conditions météorologiques, supérieurs à ceux habituellement observés en proximité du trafic ou sur des sites urbains.

Un grand nombre de facteurs influence les niveaux et la composition des émissions industrielles :

- le type d'activité et les procédés mis en œuvre ont une incidence sur la composition des émissions.
- le rythme d'activité et les conditions météorologiques ont une incidence sur les niveaux de concentrations.



## Sommaire

<b>I.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>Présentation des COV.....</b>	<b>4</b>
<b>II.1</b>	<b>Définition.....</b>	<b>4</b>
<b>II.2</b>	<b>Réglementations dans l'air ambiant .....</b>	<b>4</b>
<b>II.3</b>	<b>Les effets sur la santé .....</b>	<b>5</b>
II.3.1	Des COV en général.....	5
II.3.2	Des 31 COV de la directive européenne .....	6
<b>III.</b>	<b>La campagne exploratoire.....</b>	<b>7</b>
<b>III.1</b>	<b>Les objectifs.....</b>	<b>7</b>
<b>III.2</b>	<b>Méthodologie.....</b>	<b>7</b>
III.2.1	Sites choisis et modalités de prélèvements.....	7
III.2.2	Matériels de prélèvement .....	8
III.2.3	Analyses .....	8
III.2.4	Conditions .....	9
<b>III.3</b>	<b>Les résultats .....</b>	<b>10</b>
III.3.1	Profils obtenus par mois .....	10
III.3.2	Profil obtenu par lieu .....	14
<b>IV.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>16</b>

## I. Introduction

Cette étude a été réalisée entre août 2006 et décembre 2006, à Rognac Les Barjaquets et Martigues Lavéra. Elle fait suite à une première campagne réalisée en 2004 en différents lieux du pourtour de l'étang de Berre [1] et à une deuxième mise en œuvre à Fos-sur-Mer sur le Port Autonome de Marseille [2].

Les COV ont fait l'objet d'une présentation détaillée quant à leur définition, les sources et les émissions, ainsi que leur réactivité et la réglementation dans un précédent rapport d'étude [1]. Il en sera rappelé ici seulement quelques notions. Toutefois un focus particulier sera fait sur leurs effets sur la santé.

Cette campagne exploratoire a porté sur les 31 COV de la directive européenne [3]. Les prélèvements ont été réalisés par canister. Les analyses ont été effectuées par l'Ecole des Mines de Douai en FID et la spécificité des composés a nécessité le couplage avec de la spectrométrie de masse.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylène) font l'objet d'études particulières, traitées par ailleurs [5, 7, 8, 9, 10].

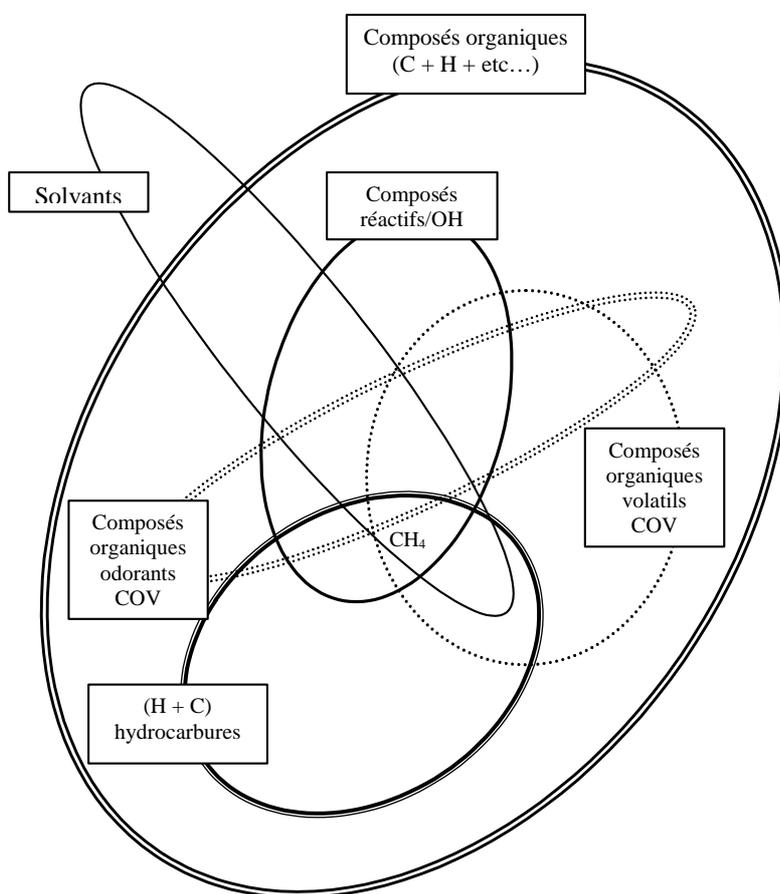
## II. Présentation des COV

### II.1 DEFINITION

S'il n'y a pas d'accord sur une définition exacte des COV, d'une manière générale les COV sont des substances organiques, c'est-à-dire contenant au moins un atome de carbone, qui passent facilement à l'état de gaz. Dans le langage courant, les COV sont souvent synonymes de solvants organiques.

Figure 1 : Approche schématique de la définition des COV [11].

Ainsi, la notion de COV est à la fois très large et assez floue. Afin de restreindre l'étude, nous nous attacherons aux 31 COV mentionnés dans la directive européenne [3].



### II.2 REGLEMENTATIONS DANS L'AIR AMBIANT

Seul le benzène est, à ce jour réglementé au niveau national, avec un objectif de qualité de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle et une valeur limite pour la protection de la santé humaine fixé à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$  à l'horizon 2010 [12].

La directive relative à l'ozone dans l'air ambiant [3] préconise la mesure de 31 COV précurseurs de l'ozone, (cf. Tableau 1) afin :

- d'analyser leur évolution,



- de vérifier l'efficacité des mesures de réduction,
- de contrôler la cohérence des inventaires d'émissions et
- de contribuer à l'établissement de lien entre les sources d'émissions et les concentrations de pollution.

Substances				
Ethane (C2)	i-Butane (C4)	i-Pentane (C5)	n-Heptane (C7)	m-p Xylène (C8)
Ethylène (C2)	1-Butène (C4)	1-Pentène (C5)	n-Octane (C8)	o-Xylène (C8)
Acétylène (C2)	Trans-2-butène (C4)	2-Pentène (C5)	i-Octane (C8)	1,2,4-triméthylbenzène (C9)
Propane (C3)	Cis-2-Butène (C4)	Isoprène (C5)	Benzène (C6)	1,2,3-triméthylbenzène (C9)
Propène (C3)	1,3-Butadiène (C4)	n-Hexane (C6)	Toluène (C7)	1,3,5-triméthylbenzène (C9)
n-Butane (C4)	n-Pentane (C5)	i-Hexane (C6)	Ethylbenzène (C8)	Formaldéhyde (C1)

Tableau 1 : Les 31 COV indiqués dans la directive européenne [3].  
Le chiffre entre parenthèses indique le nombre d'atomes de carbone du composé.

## II.3 LES EFFETS SUR LA SANTE

### II.3.1 Des COV en général

Comme pour tout polluant, les effets sur la santé varient entre autres, selon le niveau et la durée de l'exposition, la sensibilité du sujet, mais avant tout selon le composé concerné. Cependant, vu la multitude de molécules regroupées sous l'appellation COV, il est difficile de généraliser les effets sur la santé. Les informations données sont assez disparates. De plus, la toxicité des COV dépend de la nature même des composés (toxicité directe de certains COV et toxicité liée à la formation de composés secondaires). On peut toutefois en tirer les lignes directrices suivantes.

Troubles	Certains COV responsables
Irritations cutanées	Hydrocarbures halogénées ou aromatiques
Irritation des yeux	Hydrocarbures aromatiques non substitués comme les BTEX Noyaux benzéniques substitués
Irritations des organes respiratoires	Hydrocarbures aromatiques Diisocyanates
Troubles cardiaques	Toluène, chloroforme méthylchloroforme
Troubles digestifs	Benzène, toluène, hydrocarbures halogénés
Troubles rénaux, hépatiques	BTEX, cumène, hydrocarbures halogénés aliphatiques
Maux de tête	Un grand nombre de COV
Troubles du système nerveux	Hydrocarbures aromatiques et halogénés Dichlorométhane, chloroforme 1,1,1-trichloro éthane
Action cancérogène et mutagène	Hydrocarbures insaturés (alcènes, oléfines..) qui peuvent être transformés en composés toxiques Certains hydrocarbures halogénés aliphatiques (dérivés chlorés de l'éthylène, du butène et du butadiène) Certains composés aromatiques (styrène, benzène..)

Tableau 2 : Effets sur la santé [13]



### II.3.2 Des 31 COV de la directive européenne

Sur le plan de la santé, de multiples effets aigus (dus à des concentrations élevées) et chroniques (dus à de faibles concentrations, mais à des expositions répétées et/ou de longue durée) affectent des organes cibles divers suivant la nature des produits incriminés et la voie d'exposition (respiratoire, cutanée, oculaire, digestive). Ainsi, certains composés organiques tels que les aromatiques, les oléfines provoquent des irritations des yeux. Les aldéhydes sont de puissants irritants des muqueuses. Certains COV sont cancérigènes pour l'homme de façon avérée (par exemple le benzène), probable (tel le 1,3-butadiène) ou potentielle (tel le styrène) [14].

Composé	Volatilité	Pénétration cutanée	Pouvoir irritant	Pouvoir d'ébriété narcotique	Toxicité spécifique
Acétaldéhyde					Potentiellement cancérigène
Benzène	+++	++	+	++	Moelle osseuse, cancérigène
Méthanol	++ à +++	++	+	+ à ++	Nerf optique en aigu
Formaldéhyde					
n-Hexane	++ à +++	++	+	++	Nerf périphérique
Styrène	+++	++	++	++	Moelle osseuse, Foie, cancérigène ?
Toluène	++	+	+	++	Tératogène ?
Xylènes	+	++ à +++	+	++	

Tableau 3 : Caractéristiques toxicologiques de quelques solvants [15].

Quelques valeurs guides d'exposition ont été estimées par l'OMS.

Composé	Valeurs guide OMS d'exposition ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Détection à l'odeur (sur 30mn)	journalière	hebdomadaire	annuelle
Acétaldéhyde	ND	2 000	ND	ND
Formaldéhyde	100	ND	ND	ND
Styrène	70	800	ND	ND
Toluène	1000	7500	260	ND
Xylènes	ND	4 800	ND	870
Ethylbenzène	ND	ND	ND	22000

Tableau 4 : Valeurs d'exposition publiées par l'OMS pour l'air ambiant [16], ND : non documenté.

Pour une analyse plus détaillée des effets sur la santé des 31 COV de la directive européenne, le lecteur pourra se reporter à l'annexe I ou au rapport précédent [17].

### III. La campagne exploratoire

#### III.1 LES OBJECTIFS

L'objectif est de mener une surveillance exploratoire des concentrations en COV. La démarche repose sur trois volets :

- **Présenter** les niveaux de COV observés.
- **Comparer** ces niveaux en différents sites sous influence industrielle.
- **Evaluer** l'influence des conditions météorologiques et/ou de la saison.

#### III.2 METHODOLOGIE

##### III.2.1 Sites choisis et modalités de prélèvements

En 2006, les prélèvements ont été concentrés en deux lieux : Rognac Les Barjaquets et Martigues Lavéra. Ces deux lieux sont sous influence de raffinerie et d'industries pétrochimiques. 4 prélèvements d'une durée 5h30 ont été réalisés sur deux après-midis consécutives.

##### Adresse des sites

Martigues Lavéra :  
Groupe scolaire



Figure 2 : Vue aérienne de Lavéra et du lieu de prélèvement des COV.

Rognac Les Barjaquets :  
Ecole Gérald Kraemer



Figure 3 : Vue aérienne de Rognac Les Barjaquets et du lieu de prélèvement des COV.

**Récapitulatif des campagnes réalisées**

	Dates	Heures de prél (locales)	
		Rognac	Lavéra
Août	09	12h30-18h	
	10		
Septembre	11		
	12		
Novembre	06		
	07		
Décembre	13		
	14		

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des différentes campagnes réalisées.

**III.2.2 Matériels de prélèvement**

Pour effectuer le prélèvement des COV, nous avons utilisé des canisters avec débitmètre et programmateur. Les canisters sont des conteneurs inertes chimiquement, couvrant une large gamme de volume et de temps de prélèvement, homologués par l'agence américaine pour l'environnement, mais qui présentent l'inconvénient d'être très coûteux. Le matériel nous a été fourni et préparé (nettoyage/réglage) par l'Ecole des Mines de Douai.



Figure 4 : Photo d'un canister

**III.2.3 Analyses**

Les analyses ont d'abord porté sur les 31 COV mentionnés par la directive européenne. Elles ont été réalisées par l'Ecole des Mines de Douai par chromatographie en phase gazeuse, munie d'un détecteur à ionisation de flamme. Des analyses plus approfondies ont permis ensuite d'identifier et souvent de quantifier des composés supplémentaires grâce à la spectrométrie de masse. Ainsi l'identification des différents COV a été menée de façon exhaustive.



Figure 5 : Photo de la station de Rognac Les Barjaquets



### III.2.4 Conditions

#### III.2.4.1 Météo

Météo	août		septembre		novembre		décembre	
	09	10	11	12	06	07	13	14
Lavéra / Martigues	Mistral	Mistral plus soutenu	Vent du sud soutenu	Vent sud / sud-est soutenu	Vents faibles	Vent du sud s'installant	Vent du nord-est faible	Vents faibles
La Fare les Oliviers	Mistral	Mistral plus soutenu	Vent de sud-ouest	Vent de sud-ouest plus soutenu	Temps calme	Vent du sud s'installant	Vent du nord faible	Temps calme

Tableau 6 : Typologie de vents relevés les jours de prélèvements (entre 12h30 et 18h)

#### III.2.4.2 IQA

Les indices de la qualité de l'air calculés sur les zones de ces communes sont les suivants.

IQA	août		septembre		novembre		décembre	
	09	10	11	12	06	07	13	14
Rognac / Berre	5	5	6	6	4	4	2	3
Lavéra / Martigues	5	5	6	7	5	4	3	5
	moyen	moyen	médiocre	médiocre	Bon à moyen	Bon	Très bon à bon	Bon à Moyen

Tableau 7 : IQA calculés pour les jours de prélèvements (entre 0h00 et 23h59)

#### III.2.4.3 Procédures

Les procédures déclenchées lors des prélèvements sont recensées dans le tableau suivant.

Procédures	août		septembre		novembre		décembre				
	09	10	11	12	06	07	13	14			
Information-recommandations de la population	Ozone	-	-	-	-	-	-	-			
	Dioxyde de soufre	-	-	-	-	-	-	Quartiers sud			
Sternes généralisés		-	-	-	-	24h		-			
Sternes directionnels	Nom des sternes	-	-	-	-	DP8	DP7	DP6	DP8	DP6	DP7
	Heure de déclenchement					12h	22h30	22h45	5h45	6h30	19h30
	Durée					5h30	4h30	4h15	5h30	4h15	4h30
	Zone protégée					Quartiers Sud	Quartiers Sud		Quartiers Sud		

Tableau 8 : Procédures déclenchées au cours des journées de prélèvements

### III.3 LES RESULTATS

Les résultats présentés ici, sont le reflet d'un profil de concentration obtenu en un lieu donné à un moment donné.

#### III.3.1 Profils obtenus par mois

##### III.3.1.1 En août par mistral

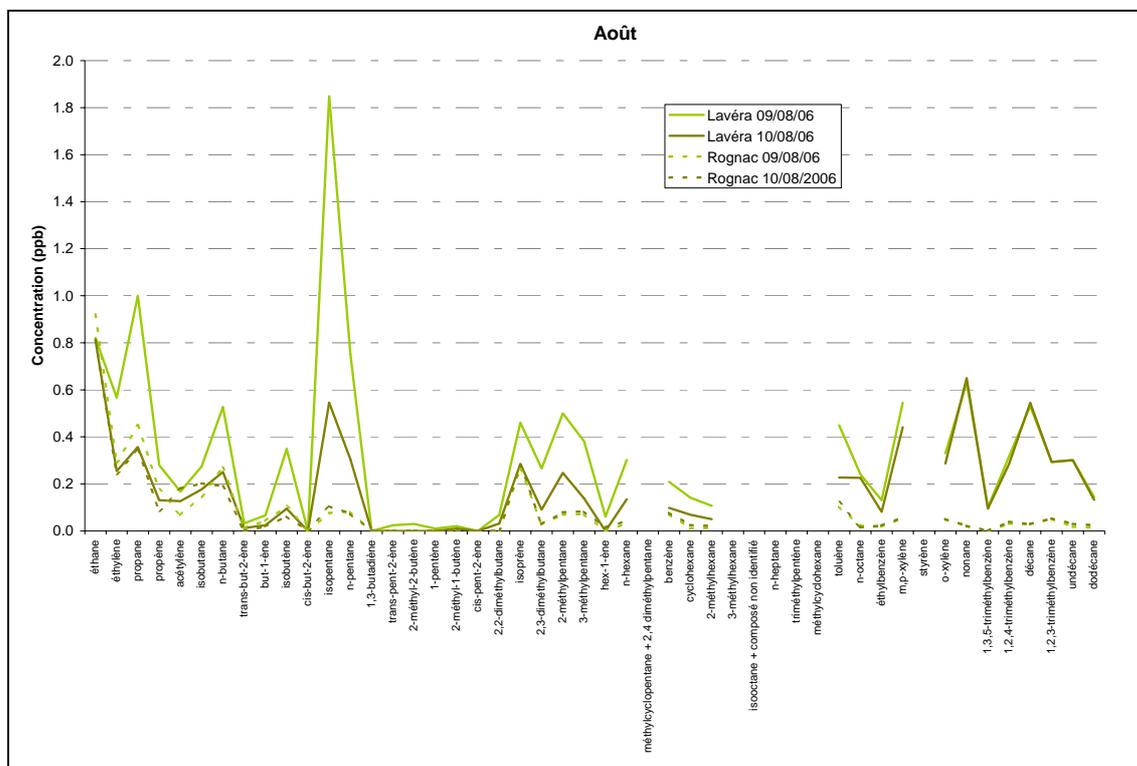


Figure 6 : Concentrations observées les 9 et 10 août à Lavéra (entre 12h30 et 18h)

Les concentrations obtenues sont, de manière générale, plus faibles que ce qui pourrait être mesuré en proximité du trafic ou sur des sites urbains.

#### Profils obtenus

Les profils sont assez différents avec :

- **pour les composés légers**, une nette émergence des alcanes en C5\* (pentane et isopentane) sur le site de Lavéra comparativement à Rognac.
- **pour les composés « lourds »**, une présence importante de composés lourds (à partir de 8 atomes de carbone\*) de manière très significative sur le site de Lavéra par rapport à celui de Rognac. « Cette présence, en concentration relativement importante, d'alcanes relativement lourds est probablement à associer aux activités pétrolières ou paraffiniques » (*rapport d'analyse Ecole des Mines de Douai*).

Les concentrations en composés lourds sont bien inférieures à ce qui a été mesuré en juin 2005 sur le site du PAM.

#### Evolution temporelle

- Lavéra : les concentrations mesurées le 09 août sont significativement supérieures à celles obtenues le 10 août
- Rognac : les profils sont très proches entre le 09 et le 10 août.

Les deux prélèvements de Lavéra réalisés dans des conditions météorologiques similaires semblent montrer une sensibilité au rythme de l'activité industrielle.

\* Pour le nombre d'atome de carbone, cf Tableau 1.

### III.3.1.2 En septembre par vent de sud soutenu

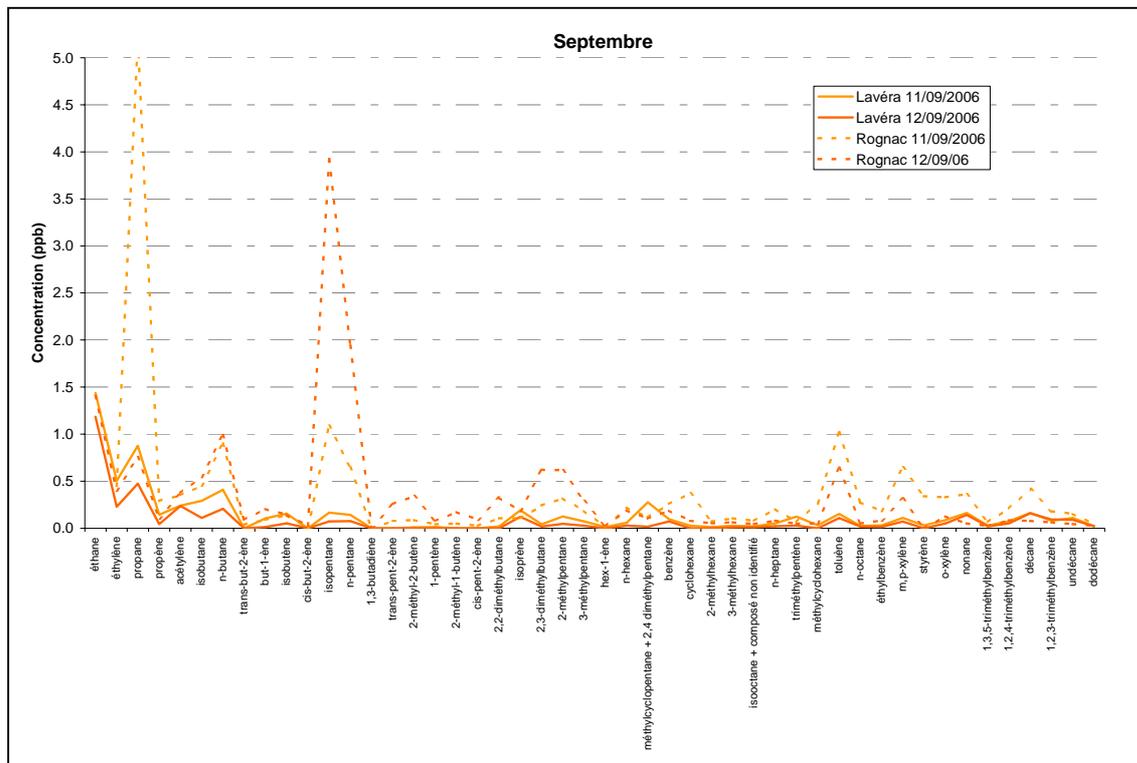


Figure 7 : Concentrations observées à Lavéra et Rognac les 11 et 12 septembre (entre 12h30 et 18h)

Les concentrations obtenues sont de manière générale plus faibles que ce qui pourrait être mesuré en proximité du trafic ou sur des sites urbains.

#### Profils obtenus

Les profils sont assez différents avec :

- **pour les composés légers**, une nette émergence des alcanes en C5 (pentane et isopentane) sur le site de Rognac (le 12 septembre), comparativement à Lavéra.
- **pour les composés « lourds »**, la présence importante des composés relativement lourds (à plus de 8 atomes de carbones) sur le site de Rognac par rapport à Lavéra.

Il est remarquable que les résultats sont exactement à l'inverse de ceux qui avaient été obtenus lors de la campagne d'août, du fait des conditions météorologiques différentes.

#### Evolution temporelle

- Lavéra : les concentrations mesurées le 11/09 sont de manière significative supérieures à celles mesurées le 12/09.
- Rognac : une évolution très variable en fonction des composés :
  - augmentation du jour au lendemain pour les composés à 4 ou 5 atomes de carbone généralement associés aux fractions évaporables des essences et carburants.
  - Une diminution pour les C2 et C3 et les composés à plus de 6 atomes de carbone.

### III.3.1.3 En novembre par temps calme et vent du sud s'installant

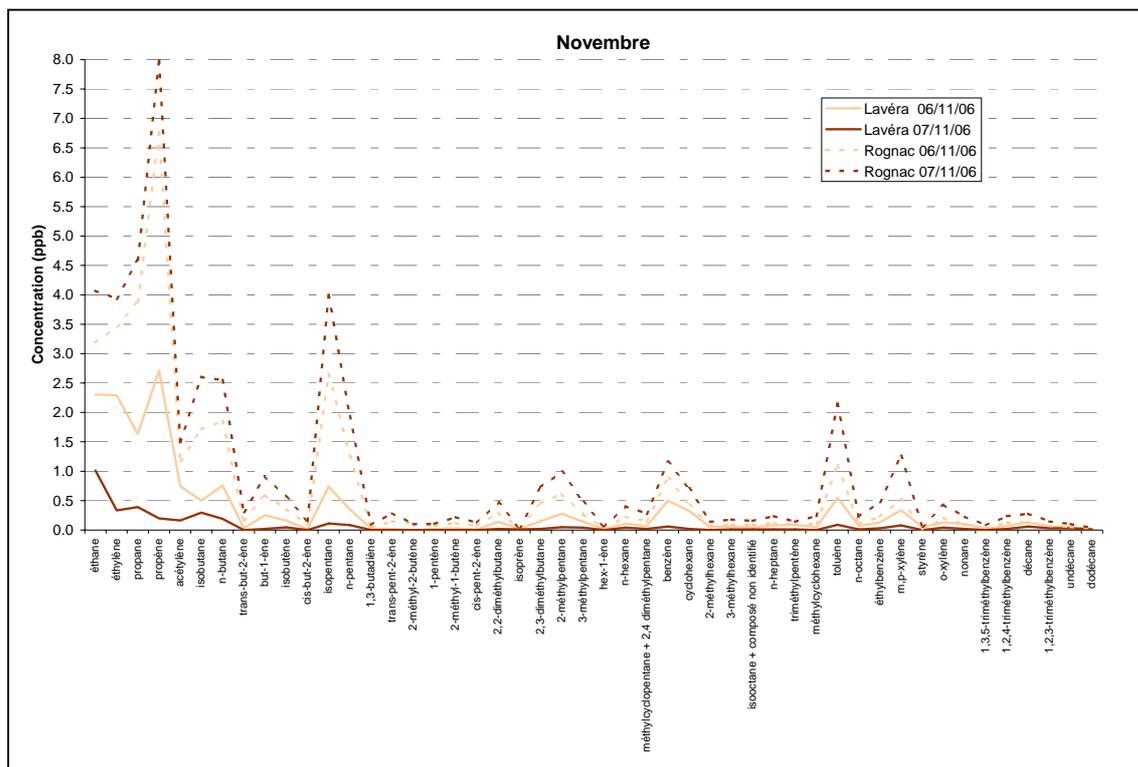


Figure 8 : Concentrations observées à Lavéra et Rognac les 6 et 7 novembre (entre 12h30 et 18h)

Les concentrations obtenues par temps calme sont assez fortes comparées à ce qui pourrait être mesuré en proximité du trafic ou sur des sites urbains.

#### Profils obtenus

Les profils sont très différents avec :

- **pour les composés légers**, une nette émergence des fractions légères (C2 jusqu'à C5) sur le site de Rognac, comparativement à Lavéra. Une concentration particulièrement élevée en propène. Ce composé est généralement spécifique des profils associés aux activités industrielles telles que le craquage d'hydrocarbures. Il est également présent dans les profils associés aux activités de combustions en particulier des émissions automobiles, mais dans ce dernier cas il est généralement associé à d'autres composés insaturés tels que l'éthylène et l'acétylène [18].
- **pour les composés « lourds »**, la présence importante des composés relativement lourds (à plus de 8 atomes de carbones) sur le site de Rognac par rapport à Lavéra.

#### Evolution temporelle

Contrairement aux prélèvements d'août et septembre, les évolutions ne sont pas cohérentes sur les deux sites.

- Lavéra : les concentrations mesurées le 06/11 sont, de manière significative, supérieures à celles mesurées le 07/11
- Rognac : une évolution contraire avec des concentrations supérieures le 07/11 par rapport au 06/11.

### III.3.1.4 En décembre par temps calme

Il est à noter que l'échantillonnage n'a pas fonctionné le 13/12, à Lavéra.

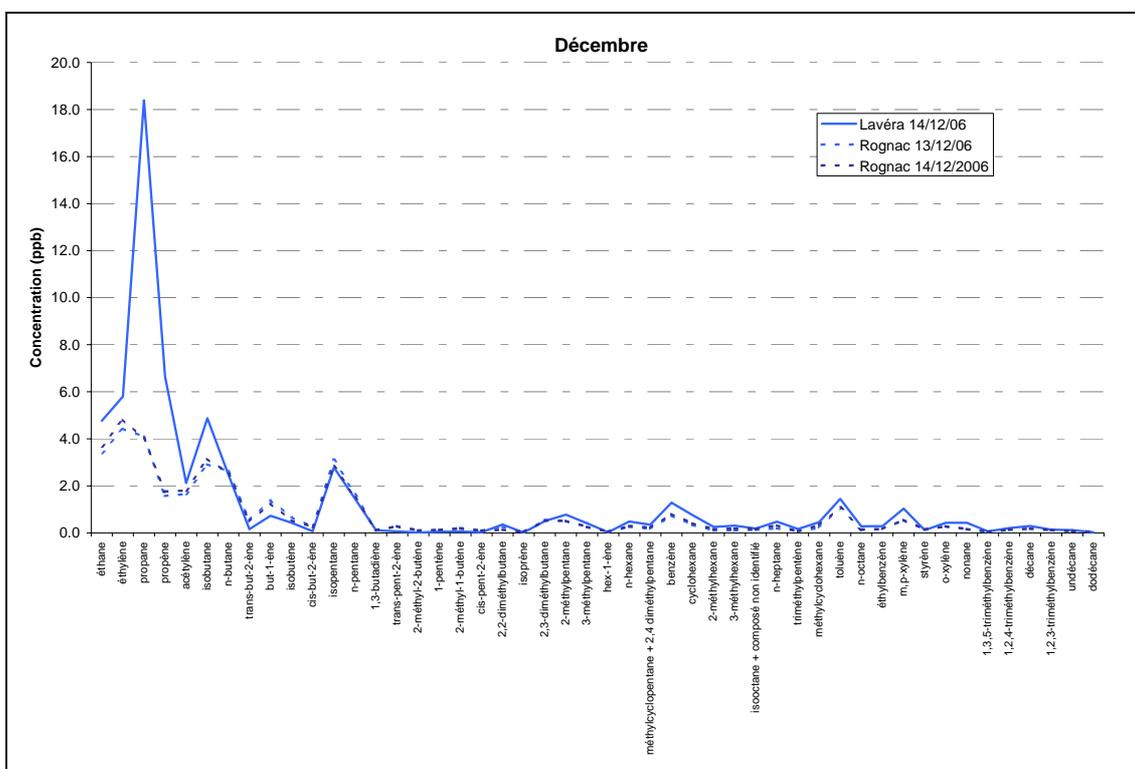


Figure 9 : Concentrations observées à Lavéra et Rognac les 13 et 14 décembre (entre 12h30 et 18h)

Les concentrations obtenues par temps calme sont assez fortes comparées à ce qui pourrait être mesuré en proximité du trafic ou sur des sites urbains.

#### Profils obtenus

Les profils sont assez différents avec :

- **pour les composés légers**, une nette émergence du propane le 14/12. Ce qui n'a été relevé sur aucun prélèvement de cette campagne 2006 et qui peut sans doute être à rapprocher de la présence d'une source spécifique à ce composé relativement proche puisque aucun autre composé n'est associé à cette forte teneur. Il est à noter qu'il avait été relevé de la même façon, une forte concentration en propane le 05/02/04 à Rognac.
- **pour les composés « lourds »**, la présence importante des composés relativement lourds (à plus de 8 atomes de carbones) sur le site de Rognac, les 13 et 14/12.

#### Evolution temporelle

- Rognac : les deux prélèvements présentent des concentrations sensiblement identiques.

### III.3.2 Profil obtenu par lieu

#### III.3.2.1 A Rognac

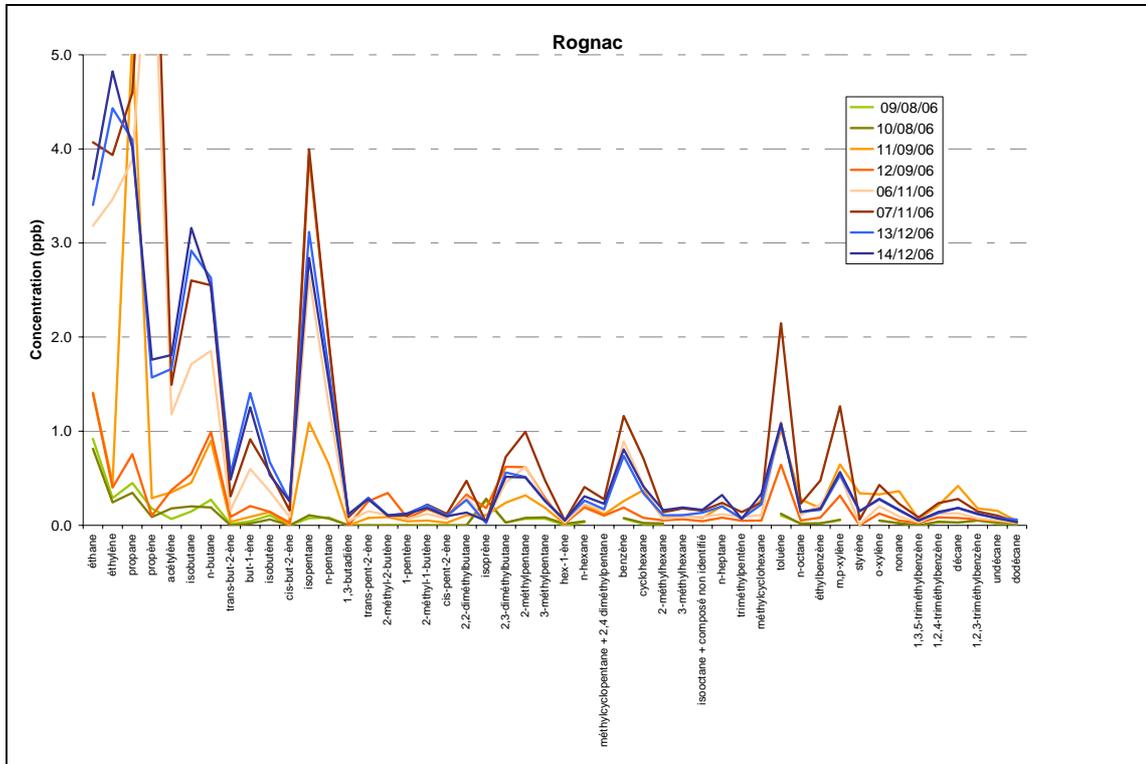


Figure 10 : Concentrations obtenues à Rognac (entre 12h30 et 18h)

Les prélèvements de décembre et surtout de novembre sont les plus intenses des campagnes menées en 2006. Les conditions météorologiques lors de ces prélèvements étaient très stables et empêchaient la dispersion de polluants, comme le montrent les figures ci-dessous.

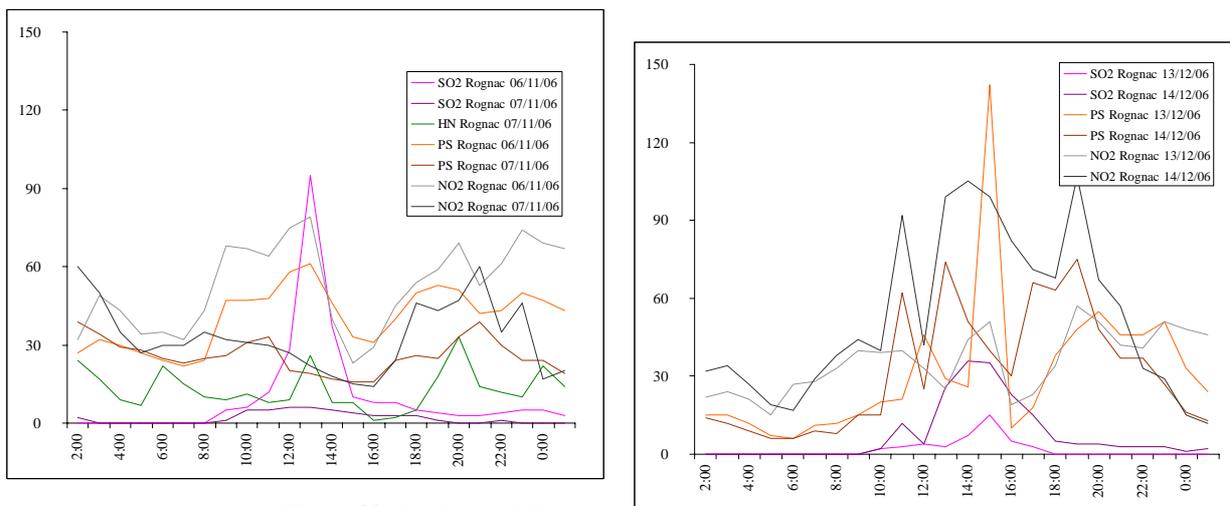


Figure 11 : Immissions à Rognac

### III.3.2.2 A Lavéra

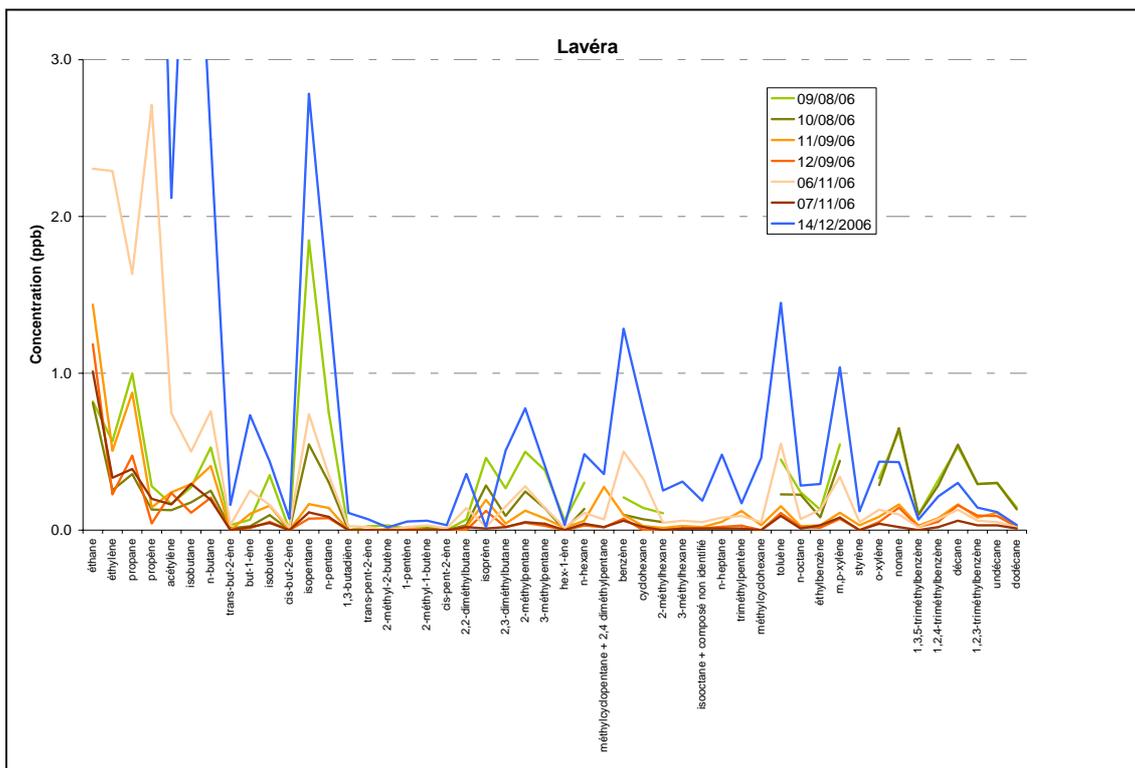


Figure 12 : Concentrations obtenues à Lavéra (entre 12h30 et 18h)

Le prélèvement de décembre est le plus intense de l'ensemble des campagnes. Il est à noter que les deux prélèvements d'août restent particuliers dans le sens où les teneurs mesurées pour les composés les plus lourds restent particulièrement importantes.

Le temps calme qui a marqué le 06 novembre et le 14 décembre a favorisé des concentrations élevées.

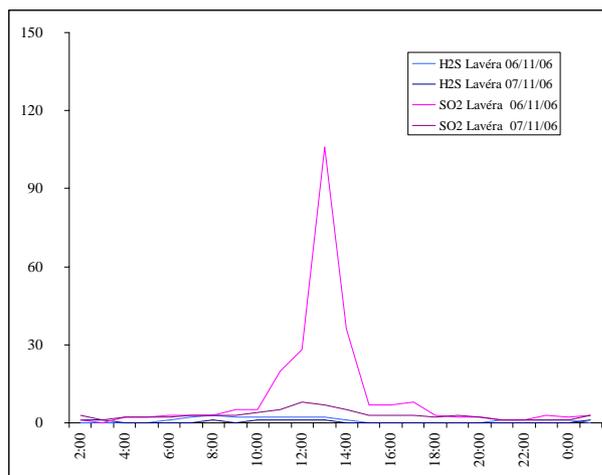
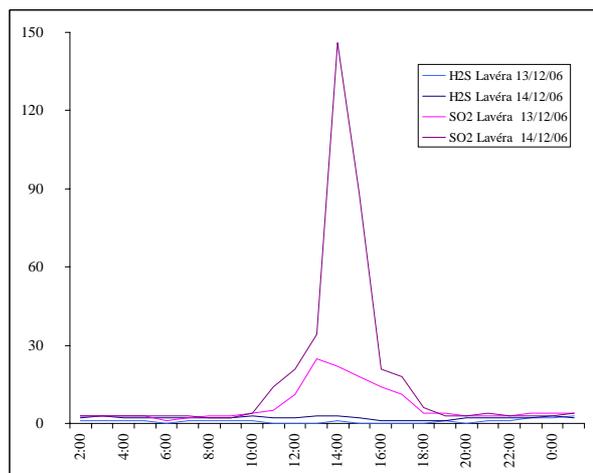


Figure 13 : Immissions à Lavéra



Les pointes en SO<sub>2</sub> sur les figures ci-dessous montrent, même si elles sont relativement peu élevées, que Lavéra était sous les vents de l'industrie lors de ces prélèvements des 06 novembre et 14 décembre.



#### **IV. Conclusion**

Les grandes industries sont considérées en général comme des sources ponctuelles de COV, des émetteurs faciles à appréhender. En effet, une grande partie des émissions est canalisée par l'intermédiaire des cheminées. Cependant, certaines activités sont à l'origine d'émissions diffuses, auxquelles il faut ajouter les émissions fugitives liées aux fuites sur les vannes, pompes et autres brides.

Il est remarquable que pour les deux lieux, les résultats obtenus soient radicalement différents de ceux obtenus en 2004, à savoir des concentrations plus élevées en été qu'en hiver. Cette campagne montre que plus que la saison, ce sont les conditions météorologiques qui expliquent l'intensité des concentrations relevées. Des prélèvements réalisés dans des conditions météorologiques similaires montrent également une sensibilité à la variabilité des émissions liés à l'activité industrielle.

Cette campagne corrobore certains résultats obtenus dans la littérature [6], à savoir :

- une signature générale pour les raffineries avec une majorité de butane, propane et isopentane
- la spécificité des émissions en fonction du procédé utilisé dans le cas d'une même activité.

Un grand nombre de facteurs influence les niveaux et la composition des émissions industrielles :

- le type d'activité et les procédés mis en œuvre ont une incidence sur la composition des émissions.
- le rythme d'activité et les conditions météorologiques ont une incidence sur les niveaux de concentrations.

A l'échelle d'une agglomération, la composition du secteur industriel local est déterminant pour la composition des émissions.



# Annexes



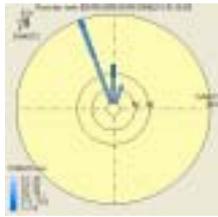
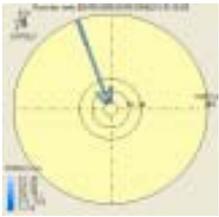
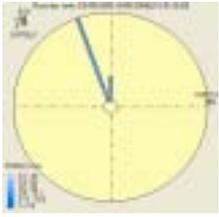
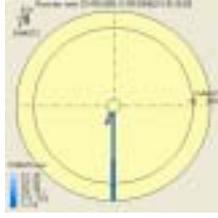
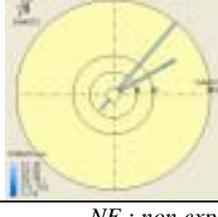
## Annexe I

Produit	Aspect	Principales utilisations	Informations toxicologiques *
Ethane	Gazeux	Non commercialisé,	Asphyxiant par raréfaction de l'oxygène
Propane	Gazeux	GPL, gaz commercial	"
n-Butane et i-Butane	Gazeux	GPL, gaz commercial	"
Pentane	Liquide incolore	Additif dans les polymères	Maux de tête, vertiges
Hexane	Liquide incolore	Polymères, additifs, essences	Irritant pour la peau, vertiges
Heptane	Liquide incolore	Dissolvant, essences	"
Octane	Liquide incolore	Essences, solvant	"
Ethylène	Gazeux	Polyéthylène, solvant	Asphyxiant par raréfaction de l'oxygène
Propène	Gazeux	Polypropylène, solvant	Anesthésique
But-1-ène	Gazeux	Additifs pour polymères	Narcotique, étourdissements, maux de tête
But-2-ènes (cis et trans)	Gazeux	Caoutchouc	
Pentènes : Pent-1-ène, pent-2-ène (cis et trans)	Liquide incolore	Peu utilisés	Irritant des poumons, de la peau, et des yeux, lésion du poumon pour le pent-1-ène
Produit	Aspect	Principales utilisations	Informations toxicologiques *
Acétylène	Gazeux	De moins en moins utilisé	Irritant, anesthésiant
Butadiène	Gazeux	Polymères	Groupe IIA : cancérigène probable
Benzène	Liquide incolore	Polymères, carburants	Groupe I : cancérigène avéré
Toluène	Liquide incolore	Fabrication du benzène, carburant	Groupe III : ne peut pas être classé, mais en cours de révision, déjà reconnu comme reprotoxique
Ethylbenzène	Liquide incolore	Fabrication du styrène	Groupe IIB : cancérigène possible
Xylènes	Liquide incolore	Fabrication de peintures, vernis, colles	Nocifs, mais pas encore suffisamment documenté
Triméthylbenzène	Liquide incolore	Intermédiaire de synthèse, carburants, additifs pour vernis, encres, peintures	Irritant pour les voies respiratoires
Formaldéhyde		Utilisé dans la fabrication d'un grand nombre de produits industriels	Groupe I : cancérigène avéré
Isoprène	Liquide incolore	Emis par la végétation, mais aussi lors de la production d'éthylène par cracking du naphtha	Groupe IIB : cancérigène possible

\* Les informations sur la toxicité des produits reflètent l'état actuel des connaissances. En l'absence d'étude sur la toxicité dans l'air ambiant, les effets présentés ici, s'appuient sur les fiches toxicologiques de l'INRS (quand elles existent). Ces fiches sont établies pour une atmosphère de travail, à des concentrations beaucoup plus élevées que celles que l'on peut obtenir dans l'air ambiant.



Annexe II : Conditions météorologiques

		Martigues La Gatasse	La Fare les Oliviers
août	09	 Mistral	 Mistral
	10	 Mistral plus soutenu	 Mistral plus soutenu
	11	 Vent du sud soutenu	 Vent de sud-ouest
septembre	12	 Vent sud / sud-est soutenu	 Vent de sud-ouest plus soutenu
	06	 Vents faibles	NE Temps calme
novembre	07	 Vent du sud s'installant	 Vent du sud s'installant
	13	 Vent du nord-est faible	 Vent du nord faible
décembre	14	 Vents faibles	NE Temps calme

NE : non exploitable car vents calmes



## Annexe III : Immissions

	H2S Lavéra 09-août	SO2 Lavéra 09-août	HN Rognac 09-août	PS Rognac 09-août	SO2 Rognac 09-août	NO2 Rognac 09-août	H2S Lavéra 10-août	SO2 Lavéra 10-août	HN Rognac 10-août	PS Rognac 10-août	SO2 Rognac 10-août	NO2 Rognac 10-août
3:00	0	0	12	21	0	9	0	0	5	12	0	3
4:00	0	0	10	17	0	6	0	0	2	13	0	4
5:00	0	0	2	12	0	11	0	0	7	14	0	5
6:00	0	0	9	17	0	12	0	0	7	14	0	6
7:00	0	0	17	18	0	11	0	0	10	16	0	8
8:00	0	0	9	18	0	15	0	0	7	15	0	9
9:00	0	0	4	24	0	18	0	2	10	22	0	10
10:00	0	1	7	18	0	12	0	3	14	15	0	9
11:00	0	1	16	18	0	8	0	2	2	20	0	7
12:00	0	0	4	16	0	5	0	0	4	21	0	6
13:00	0	0	9	19	0	5	0	0	18	25	0	3
14:00	0	0	8	19	0	5	0	0	9	28	0	2
15:00	0	0	10	19	0	3	0	0	5	23	0	3
16:00	0	0	6	17	0	4	0	0	10	20	0	3
17:00	0	0	2	15	0	4	0	0	3	20	0	4
18:00	0	0	10	17	0	4	0	0	2	16	0	2
19:00	0	0	16	18	0	4	0	0	6	16	0	2
20:00	0	0	13	26	0	4	0	0	6	16	0	2
21:00	0	0	9	23	0	6	0	0	6	9	0	2
22:00	0	0	4	20	0	6	0	0	21	9	0	2
23:00	0	0	13	19	0	5	0	0	8	9	0	2
0:00	0	0	20	16	0	4	0	0	9	11	0	2
1:00	0	0	5	13	0	4	0	0	3	13	0	4
2:00	0	0	12	13	0	4	0	0	10	18	0	5

	H2S Lavéra 09-août	SO2 Lavéra 09-août	HN Rognac 09-août	PS Rognac 09-août	SO2 Rognac 09-août	NO2 Rognac 09-août	H2S Lavéra 10-août	SO2 Lavéra 10-août	HN Rognac 10-août	PS Rognac 10-août	SO2 Rognac 10-août	NO2 Rognac 10-août
3:00	0	0	12	21	0	9	0	0	5	12	0	3
4:00	0	0	10	17	0	6	0	0	2	13	0	4
5:00	0	0	2	12	0	11	0	0	7	14	0	5
6:00	0	0	9	17	0	12	0	0	7	14	0	6
7:00	0	0	17	18	0	11	0	0	10	16	0	8
8:00	0	0	9	18	0	15	0	0	7	15	0	9
9:00	0	0	4	24	0	18	0	2	10	22	0	10
10:00	0	1	7	18	0	12	0	3	14	15	0	9
11:00	0	1	16	18	0	8	0	2	2	20	0	7
12:00	0	0	4	16	0	5	0	0	4	21	0	6
13:00	0	0	9	19	0	5	0	0	18	25	0	3
14:00	0	0	8	19	0	5	0	0	9	28	0	2
15:00	0	0	10	19	0	3	0	0	5	23	0	3
16:00	0	0	6	17	0	4	0	0	10	20	0	3
17:00	0	0	2	15	0	4	0	0	3	20	0	4
18:00	0	0	10	17	0	4	0	0	2	16	0	2
19:00	0	0	16	18	0	4	0	0	6	16	0	2
20:00	0	0	13	26	0	4	0	0	6	16	0	2
21:00	0	0	9	23	0	6	0	0	6	9	0	2
22:00	0	0	4	20	0	6	0	0	21	9	0	2
23:00	0	0	13	19	0	5	0	0	8	9	0	2
0:00	0	0	20	16	0	4	0	0	9	11	0	2
1:00	0	0	5	13	0	4	0	0	3	13	0	4
2:00	0	0	12	13	0	4	0	0	10	18	0	5

	H2S Lavéra 06/11/06	SO2 Lavéra 06/11/06	HN Rognac 06/11/06	PS Rognac 06/11/06	SO2 Rognac 06/11/06	NO2 Rognac 06/11/06	H2S Lavéra 07/11/06	SO2 Lavéra 07/11/06	HN Rognac 07/11/06	PS Rognac 07/11/06	SO2 Rognac 07/11/06	NO2 Rognac 07/11/06
2:00	0	1	22	27	0	32	1	3	24	39	2	60
3:00	0	0	20	32	0	49	1	1	17	34	0	50
4:00	0	2	23	30	0	43	0	2	9	29	0	35
5:00	0	2	12	27	0	34	0	2	7	28	0	27
6:00	1	3	10	24	0	35	0	2	22	25	0	30
7:00	2	3	18	22	0	32	0	3	15	23	0	30
8:00	3	3	17	24	0	43	1	3	10	25	0	35
9:00	2	5	679	47	5	68	0	3	9	26	1	32
10:00	2	5	260	47	6	67	1	4	11	31	5	31
11:00	2	20	112	48	12	64	1	5	8	33	5	30
12:00	2	28	211	58	28	75	1	8	9	20	6	27
13:00	2	106	139	61	95	79	1	7	26	19	6	22
14:00	1	36	39	46	37	40	0	5	8	17	5	18
15:00	0	7	15	33	10	23	0	3	8	16	4	15
16:00	0	7	14	31	8	29	0	3	1	16	3	14
17:00	0	8	11	40	8	45	0	3	2	24	3	24
18:00	0	3	34	50	5	54	0	2	5	26	3	46
19:00	0	2	42	53	4	59	0	3	18	25	1	43
20:00	0	2	11	51	3	69	0	2	33	33	0	47
21:00	1	1	17	42	3	53	0	1	14	39	0	60
22:00	1	1	41	43	4	61	0	1	12	30	1	35
23:00	1	3	45	50	5	74	0	1	10	24	0	46
0:00	1	2	42	47	5	69	0	1	22	24	0	17
1:00	0	3	15	43	3	67	1	3	14	19	0	20



## Annexe III : Immissions

	H2S Lavéra	SO2 Lavéra	HN Rognac	PS Rognac	SO2 Rognac	NO2 Rognac	H2S Lavéra	SO2 Lavéra	HN Rognac	PS Rognac	SO2 Rognac	NO2 Rognac
	13/12/06	13/12/06	13/12/06	13/12/06	13/12/06	13/12/06	14/12/06	14/12/06	14/12/06	14/12/06	14/12/06	14/12/06
2:00	1	3	16	15	0	22	2	3	9	14	0	32
3:00	1	3	22	15	0	24	3	3	10	12	0	34
4:00	1	3	9	12	0	21	2	3	5	9	0	27
5:00	1	3	13	7	0	15	2	3	8	6	0	19
6:00	0	1	14	6	0	27	2	3	6	6	0	17
7:00	1	2	6	11	0	28	2	3	6	9	0	29
8:00	1	3	26	12	0	33	2	2	21	8	0	38
9:00	1	3	22	15	0	40	2	2	15	15	0	44
10:00	1	4	15	20	2	39	3	4	11	15	2	40
11:00	0	5	1	21	3	40	2	14	320	62	12	92
12:00	0	11	5	46	4	33	2	21	24	25	4	42
13:00	0	25	10	29	3	25	3	34	158	74	26	99
14:00	1	22	72	26	7	44	3	146	207	51	36	105
15:00	0	18	178	142	15	51	2	88	158	40	35	99
16:00	0	14	10	10	5	19	1	21	38	30	23	82
17:00	0	11	25	18	3	23	1	18	53	66	15	71
18:00	0	4	34	38	0	34	1	6	66	63	5	68
19:00	1	4	17	48	0	57	1	3	131	75	4	107
20:00	0	3	30	55	0	51	2	3	64	48	4	67
21:00	1	3	38	46	0	42	2	4	35	37	3	57
22:00	1	3	65	46	0	41	2	3	76	37	3	33
23:00	2	4	15	51	0	51	2	3	9	27	3	29
0:00	2	4	52	33	0	48	3	3	12	16	1	15
1:00	3	4	8	24	0	46	2	4	1	13	2	12



## Annexe IV : Résultats Lavéra

Composé concentration (ppb)	site : LAVERA							
	Lavéra 09/08/06	Lavéra 10/08/06	Lavéra 11/09/2006	Lavéra 12/09/2006	Lavéra 06/11/06	Lavéra 07/11/06	Lavéra 14/12/06	13/12/06
éthane	0.82	0.81	1.44	1.19	2.30	1.01	4.77	
éthylène	0.57	0.25	0.51	0.23	2.29	0.33	5.80	
propane	1.00	0.36	0.88	0.48	1.63	0.39	18.39	
propène	0.28	0.13	0.14	0.04	2.71	0.20	6.65	
acétylène	0.17	0.13	0.24	0.24	0.75	0.16	2.12	
isobutane	0.27	0.18	0.29	0.11	0.50	0.29	4.88	
n-butane	0.53	0.25	0.41	0.21	0.76	0.19	2.49	
trans-but-2-ène	0.03	0.01	<0,01	<0,01	0.03	<0,01	0.16	
but-1-ène	0.07	0.02	0.10	0.01	0.25	0.02	0.73	
isobutène	0.35	0.10	0.16	0.05	0.16	0.05	0.44	
cis-but-2-ène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.02	<0,01	0.07	
isopentane	1.85	0.55	0.17	0.07	0.74	0.11	2.78	
n-pentane	0.75	0.30	0.14	0.08	0.35	0.08	1.46	
1,3-butadiène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.03	<0,01	0.11	
trans-pent-2-ène	0.02	<0,01	<0,01	<0,01	0.02	<0,01	0.07	
2-méthyl-2-butène	0.03	<0,01	0.01	<0,01	<0,01	<0,01	0.02	
1-pentène	0.01	<0,01	0.01	<0,01	0.02	<0,01	0.06	
2-méthyl-1-butène	0.02	0.01	<0,01	<0,01	0.03	<0,01	0.06	
cis-pent-2-ène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.01	<0,01	0.03	
2,2-diméthylbutane	0.07	0.03	0.02	<0,01	0.14	0.02	0.36	
isoprène	0.46	0.28	0.19	0.12	0.02	0.01	0.02	
2,3-diméthylbutane	0.27	0.09	0.04	0.02	0.15	0.02	0.51	
2-méthylpentane	0.50	0.25	0.12	0.05	0.28	0.05	0.78	
3-méthylpentane	0.38	0.14	0.07	0.03	0.14	0.04	0.41	
hex-1-ène	0.06	<0,01	0.01	<0,01	0.01	<0,01	0.03	
n-hexane	0.30	0.13	0.06	0.03	0.11	0.04	0.48	
méthylcyclopentane + 2,4 diméthylpentane			0.28	0.02	0.07	0.02	0.36	
benzène	0.21	0.10	0.10	0.07	0.50	0.06	1.28	
cyclohexane	0.14	0.07	0.03	<0,01	0.33	0.02	0.76	
2-méthylhexane	0.11	0.05	0.01	<0,01	0.05	<0,01	0.25	
3-méthylhexane			0.03	0.01	0.06	0.01	0.31	
isooctane + composé non identifié			0.02	0.01	0.05	0.01	0.19	
n-heptane	0.17	0.12	0.05	0.02	0.08	0.01	0.48	
triméthylpentène			0.12	0.03	0.09	0.01	0.17	
méthylcyclohexane			0.03	<0,01	0.05	<0,01	0.46	
toluène	0.45	0.23	0.15	0.11	0.55	0.09	1.45	
n-octane	0.24	0.23	0.03	0.02	0.07	0.01	0.28	
éthylbenzène	0.13	0.08	0.03	0.01	0.13	0.03	0.29	
m,p-xylène	0.55	0.44	0.11	0.07	0.34	0.08	1.04	
styrène			0.03	<0,01	0.05	<0,01	0.12	
o-xylène	0.33	0.29	0.09	0.05	0.13	0.04	0.44	
nonane	0.63	0.65	0.16	0.14	0.10	0.02	0.43	
1,3,5-triméthylbenzène	0.10	0.10	0.03	0.02	0.02	<0,01	0.07	
1,2,4-triméthylbenzène	0.32	0.29	0.08	0.05	0.07	0.02	0.21	
décane	0.53	0.54	0.16	0.16	0.13	0.06	0.30	
1,2,3-triméthylbenzène	0.29	0.29	0.08	0.09	0.06	0.03	0.14	
undécane	0.30	0.30	0.11	0.09	0.05	0.03	0.12	
dodécane	0.14	0.13	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	
2,2-diméthylpentane	0.01	<0,01						
2,4-diméthylpentane	0.18	0.07						
2,2,3-triméthylbutane	0.11	0.01						
3,3-diméthylpentane	0.02	0.01						
2,3-diméthylpentane	0.04	0.02						
isooctane	0.06	0.03						

PAS DE PRELEVEMENT



## Annexe IV : Résultats

### Rognac

Composé concentration (ppb)	site : ROGNAC							
	Rognac 09/08/06	Rognac 10/08/2006	Rognac 11/09/2006	Rognac 12/09/06	Rognac 06/11/06	Rognac 07/11/06	Rognac 13/12/06	Rognac 14/12/2006
éthane	0.92	0.81	1.41	1.40	3.18	4.07	3.40	3.68
éthylène	0.29	0.24	0.45	0.40	3.46	3.93	4.43	4.82
propane	0.45	0.35	5.18	0.76	3.88	4.60	4.10	4.01
propène	0.18	0.09	0.29	0.10	6.76	7.98	1.57	1.76
acétylène	0.07	0.18	0.35	0.37	1.18	1.50	1.66	1.81
isobutane	0.15	0.20	0.45	0.55	1.71	2.60	2.92	3.16
n-butane	0.27	0.19	0.90	0.99	1.85	2.55	2.63	2.54
trans-but-2-ène	0.01	<0,01	0.04	0.09	0.16	0.31	0.55	0.49
but-1-ène	0.04	0.02	0.09	0.21	0.60	0.91	1.41	1.25
isobutène	0.11	0.06	0.14	0.14	0.36	0.56	0.67	0.53
cis-but-2-ène	<0,01	<0,01	<0,01	0.03	0.09	0.16	0.26	0.26
isopentane	0.08	0.10	1.09	3.92	2.65	3.99	3.12	2.84
n-pentane	0.08	0.07	0.65	1.94	1.26	1.94	1.65	1.52
1,3-butadiène	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0.04	0.09	0.11	0.12
trans-pent-2-ène	<0,01	<0,01	0.08	0.26	0.15	0.29	0.29	0.28
2-méthyl-2-butène	<0,01	<0,01	0.09	0.34	0.11	0.10	0.11	0.10
1-pentène	<0,01	<0,01	0.04	0.08	0.07	0.10	0.13	0.12
2-méthyl-1-butène	<0,01	<0,01	0.05	0.17	0.12	0.22	0.22	0.19
cis-pent-2-ène	<0,01	<0,01	0.03	0.09	0.07	0.12	0.10	0.10
2,2-diméthylbutane	<0,01	<0,01	0.11	0.33	0.30	0.47	0.27	0.14
isoprène	0.26	0.28	0.11	0.18	0.04	0.03	0.02	0.05
2,3-diméthylbutane	0.03	0.03	0.24	0.62	0.45	0.73	0.56	0.52
2-méthylpentane	0.07	0.08	0.32	0.62	0.62	0.99	0.51	0.51
3-méthylpentane	0.07	0.08	0.19	0.29	0.27	0.48	0.26	0.26
hex-1-ène	<0,01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.05
n-hexane	0.03	0.04	0.22	0.19	0.22	0.41	0.26	0.31
méthylcyclopentane + 2,4 diméthylpentane			0.12	0.10	0.15	0.28	0.17	0.23
benzène	0.07	0.08	0.26	0.19	0.89	1.16	0.74	0.81
cyclohexane	0.01	0.03	0.37	0.08	0.43	0.71	0.34	0.41
2-méthylhexane	0.01	0.02	0.07	0.05	0.07	0.14	0.11	0.16
3-méthylhexane			0.11	0.06	0.09	0.18	0.11	0.19
isooctane + composé non identifié			0.08	0.04	0.09	0.15	0.13	0.17
n-heptane	0.02	0.05	0.20	0.08	0.12	0.24	0.20	0.32
triméthylpentène			0.07	0.05	0.09	0.14	0.07	0.07
méthylcyclohexane			0.27	0.05	0.11	0.24	0.22	0.33
toluène	0.10	0.12	1.02	0.65	1.10	2.15	1.07	1.08
n-octane	0.02	0.02	0.27	0.05	0.11	0.23	0.14	0.14
éthylbenzène	0.02	0.02	0.18	0.08	0.22	0.48	0.17	0.18
m,p-xylène	0.05	0.06	0.65	0.32	0.53	1.26	0.53	0.57
styrène			0.34	<0,01	0.01	0.06	0.15	0.15
o-xylène	0.05	0.05	0.33	0.13	0.20	0.43	0.28	0.28
nonane	0.02	0.02	0.36	0.05	0.09	0.23	0.17	0.16
1,3,5-triméthylbenzène	<0,01	<0,01	0.07	0.03	0.03	0.08	0.05	0.05
1,2,4-triméthylbenzène	0.03	0.04	0.21	0.08	0.13	0.24	0.13	0.14
décane	0.03	0.03	0.42	0.08	0.13	0.28	0.19	0.18
1,2,3-triméthylbenzène	0.05	0.05	0.18	0.06	0.07	0.15	0.12	0.12
undécane	0.02	0.03	0.15	0.04	0.05	0.10	0.08	0.07
dodécane	0.01	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03
2,2-diméthylpentane	<0,01	<0,01						
2,4-diméthylpentane	0.02	0.02						
2,2,3-triméthylbutane	0.01	0.01						
3,3-diméthylpentane	0.01	0.01						
2,3-diméthylpentane	<0,01	<0,01						
isooctane	0.02	0.02						

## Références bibliographiques

- [1] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Etude exploratoire : Surveillance des composés organiques volatils*, novembre 2004.
- [2] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Evaluation de la qualité de l'air dans la zone du Port Autonome de Marseille à Fos sur Mer*, février 2006.
- [3] Directive 2002/3/CE relative à l'ozone dans l'air ambiant, 12 février 2002.
- [4] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Mesure des teneurs en benzène dans l'air de la région de l'étang de Berre et de l'ouest des Bouches-du-Rhône*, 2003.
- [5] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Participation au programme pilote de surveillance des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques*, 2004.
- [6] C. Badol, Thèse de doctorat, *Caractérisation des composés organiques volatils dans une atmosphère urbaine sous influence industrielle : de l'identification à la contribution des sources*, avril 2005.
- [7] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Mesure des teneurs en benzène dans l'air de la région de l'étang de Berre et de l'ouest des Bouches-du-Rhône*, 2003.
- [8] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : campagnes exploratoires 2004-2005*, octobre 2006.
- [9] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : campagnes exploratoires à Lavéra*, septembre 2006.
- [10] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : campagnes exploratoires en Arles*, mai 2007.
- [11] Le Cloirec P., *Les composés organiques (COV) dans l'environnement*, Ecole des Mines de Nantes, Lavoisier TEC&DOC, 1998.
- [12] Décret n°2002-213 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnements, aux objectifs de la qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites, 15 février 2002.
- [13] AIRAQ, Rapport d'études, *Evaluation de la qualité de l'air à Villeneuve-sur-Lot*, 2006.
- [14] [www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr), *Réduction des émissions des composés organiques volatils (COV)*, 28 juin 2004.
- [15] ADEME, *La réduction des émissions de composés organiques volatils dans l'industrie*, Guide & cahiers techniques, février 1997.
- [16] OMS, *Guidelines for Air Quality*, WHO, Geneva 2000.
- [17] AIRFOBEP, Rapport d'études, *Les composés organiques volatils de la directive européenne relative à l'ozone*, octobre 2005.
- [18] Ecole des Mines de Douai, rapport d'analyses, février 2007.