AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR

note technique

www.airpaca.org

Plan de surveillance du 1,2-dichloroéthane (DCE) dans l'air ambiant Mise en œuvre dans la zone de l'ouest des Bouches-du-Rhône.

Octobre 2015

1 INTRODUCTION 3
1.1 CONTEXTE 3
1.2 OBJECTIFS 3
1.3 DOMAINE D'INVESTIGATION 3
2 ANALYSE DOCUMENTAIRE ET REGLEMENTAIRE 4
2.1 LE 1,2-DICHLOROETHANE' 4
2.2 REGLEMENTATION 4
2.3 VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE (VTR) 4
2.4 LES EMISSIONS 5
2.4.1 LES EMISSIONS DE DCE EN FRANCE 5
2.4.2 LES EMISSIONS DE DCE DANS LA REGION PACA 5
3 STRATEGIE DE MESURE 8
3.1 DONNEES D'ENTREE POUR LA STRATEGIE DE MESURE 8
3.2 ZONE D'INVESTIGATION 8
3.3 STRATEGIE DE MESURE 9
3.3.1 STRATEGIE DEPLOYEE DANS LA CAMPAGNE DE MESURE 9
3.3.2 PLANIFICATION 9
3.3.3 MOYENS DE MESURE 9
4 CAMPAGNE DE MESURE 10
4.1 METROLOGIE 10
4.1.1 MESURE INTEGREE 10
4.1.2 REPLICATS 11
4.1.3 INCERTITUDES 11
4.2 SITES DE PRELEVEMENT 11
4.3 PLANIFICATION DES PRELEVEMENTS 11
4.4 METEOROLOGIE 11
5 RESULTATS 13
5.1 NIVEAUX DE CONCENTRATION 13
5.1.1 CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE SUR L'ENSEMBLE DES SITES DE MESURE 13
5.1.2 REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET CARTOGRAPHIE 15
5.1.3 COMPARAISON MODELISATION-MESURES 15
6 CONCLUSION 16

Figure 1 : évolution des émissions de DCE en France entre 2003 et 2012 5
Figure 2 : évolution des émissions de DCE dans la région PACA entre 2003 et 2012 5
Figure 3 : contribution aux émissions de DCE : France - PACA- ouest des Bouches-du-Rhône 6
Figure 4 : localisation des GSP émettrices de DCE dans la région PACA et zoom sur le Golfe de Fos 7
Figure 5 : modélisation de la dispersion des émissions de DCE dans la zone d'investigation 8
Figure 6 : stratégie de mesure du DCE : zone d'investigation et déploiement des moyens de mesure 9
Figure 7 : moyens de prélèvement et de mesure de DCE 10
Figure 8 : météorologie au cours des périodes de prélèvement 12
Figure 9 : concentrations moyennes annuelles de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos 13
Figure 10 : concentrations de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos : 14
Figure 11 : concentrations de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos : 14
Figure 12 : cartographie des concentrations de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos 15
Figure 13 : concentration de DCE en µg/m^3 15

Tableau 1 : liste des sites de prélèvements 11
Tableau 2 : récapitulatif du nombre de prélèvements et de la représentativité temporelle 11
Tableau 3 : concentrations moyennes annuelles horaires de DCE dans l'air ambiant dans la zone d'investigation 13

Plan de surveillance du 1,2-dichloroéthane (DCE) dans l'air ambiant
Mise en œuvre dans la zone de l'Ouest des Bouches-du-Rhône.

1 Introduction

1.1 Contexte

Air PACA est l'association agréée par le ministère en charge de l'environnement pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA).
A ce titre, Air PACA dispose de moyens de mesure et de modélisation des différents polluants réglementés : SO_2, NO_2, CO, O_3, BTX, HAP, métaux lourds et particules en suspension (PM).

Les populations de la région PACA sont également exposées à d'autres polluants nocifs pour la santé mais qui ne sont pas réglementés dans l'air ambiant. Il est important, de ce fait, de connaître les niveaux de concentration de ces polluants d'intérêt sanitaire pour :

- évaluer l'exposition des populations à ces polluants,
- améliorer la précision des évaluations de risques sanitaires en relation avec ces polluants.

Au travers du projet « POLluants d'Intérêt Sanitaire » (***POLIS)***, Air PACA propose de mener des investigations sur le terrain pour documenter, par la mesure, les concentrations dans l'air ambiant des polluants en question dans la région de l'étang de Berre et l'ouest des Bouches-du-Rhône. Le plan de surveillance du ***1,2-dichloroéthane dans l'air ambiant*** fait partie des investigations menées dans le cadre du projet POLIS.

1.2 Objectifs

Le plan de surveillance du 1,2-dichloroéthane dans l'air ambiant participe aux objectifs du projet POLIS, c'est-à-dire un objectif stratégique qui répond à l'orientation du Plan Régional Santé Environnement (PRSE) PACA :

- ***réduire et contrôler les expositions nocives à la pollution atmosphérique ayant un impact sur la santé : mieux connaître les niveaux de concentrations des polluants d'intérêt sanitaire dans l'air.***

Un objectif opérationnel qui représente le challenge du projet :

- ***la mise en œuvre d'un plan de surveillance pour évaluer les concentrations des polluants d'intérêt sanitaire dans la zone industrielle de l'étang de Berre : polluants ayant une VTR[1] ou une VG[2] et non surveillés dans le cadre réglementaire.***

1.3 Domaine d'investigation

Dans ce plan de surveillance du 1,2-dichloroéthane dans l'air ambiant, les investigations portent sur :

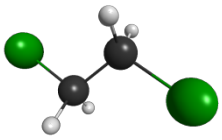
- **La méthodologie :** des métrologies spécifiques sont mises en œuvre, avec des moyens de mesures intégrées.
- **L'aire d'investigation :** le plan de surveillance est déployé dans la zone industrielle de l'étang de Berre. Le choix des points d'investigation est fait par rapport à la localisation des sources d'émissions des polluants investigués et des populations potentiellement impactées.
- **La période d'investigation :** afin de rendre compte des éventuelles variations saisonnières, les plans d'échantillonnage sont répartis sur une année de prélèvement.

[1] VTR : Valeur toxicologique de référence
[2] VG : Valeur guide

2 Analyse documentaire et réglementaire

2.1 Le 1,2-dichloroéthane[3, 4]

Le 1,2-dichloroéthane (1,2-DCE ou DCE) appartient à la famille des Composés Organo-Halogénés Volatils (C.O.H.V) et des dérivés halogénés des hydrocarbures. Il est principalement utilisé dans la synthèse du chlorure de vinyle et dans la production de solvants chlorés.
Le 1,2-dichloroéthane est présent dans l'environnement par le biais de sources d'émission anthropiques. Ces sont les sources liées à la production et à l'utilisation du DCE.

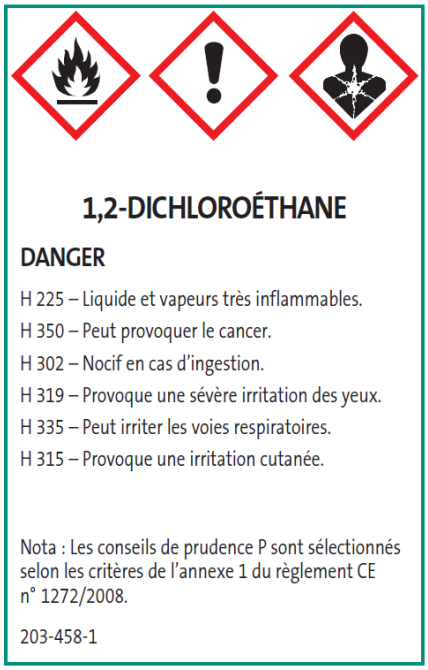


$CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$

2.2 Réglementation

Le DCE, comme composé pur, est classé cancérogène, catégorie 2 : peut provoquer le cancer. Facilement inflammable, le DCE est irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.
Le DCE est concerné par une réglementation dans plusieurs domaines :

- la sécurité et la santé au travail,
- la mise sur le marché et emploi,
- le stockage et le transport,
- la protection de la population,
- la protection de l'environnement : le DCE est réglementé par les textes concernant notamment installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).



Le DCE n'est pas réglementé dans l'air ambiant.
L'OMS propose des valeurs de référence pour :

- l'eau de boisson : 0,030 mg/L pour un excès de risque de cancer de 10^{-5},
- l'air : une valeur moyenne d'exposition sur 24 heures de 0,7 mg/m^3 (700µg/m^3).

Les concentrations ubiquitaires du DCE dans l'air ont été évaluées à 0,1 µg/m^3.

2.3 Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Dans sa note d'information [5], relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, la direction générale de la santé propose :

- **Une VTR pour les effets « à seuil », non cancérigènes : 2500 µg/m^3 : effets hépatiques ATSDR, 2001 ;**
- **Une VTR pour les effets « sans seuil », cancérigènes : 6.9 µg/m^3 : tumeur des glandes mammaires ANSES, 2009**

- [3] Fiche toxicologique DCE FT 54, INRS, mise à jour 2013
- [4] Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, INERIS, mise à jour 2006
- [5] Note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014

2.4 Les émissions

2.4.1 Les émissions de DCE en France

Les dix dernières années, sur la période 1990-2012, les émissions de DCE en France métropolitaine ont été divisées par 4 : elles sont passées de 1215 à 350 tonnes par an.

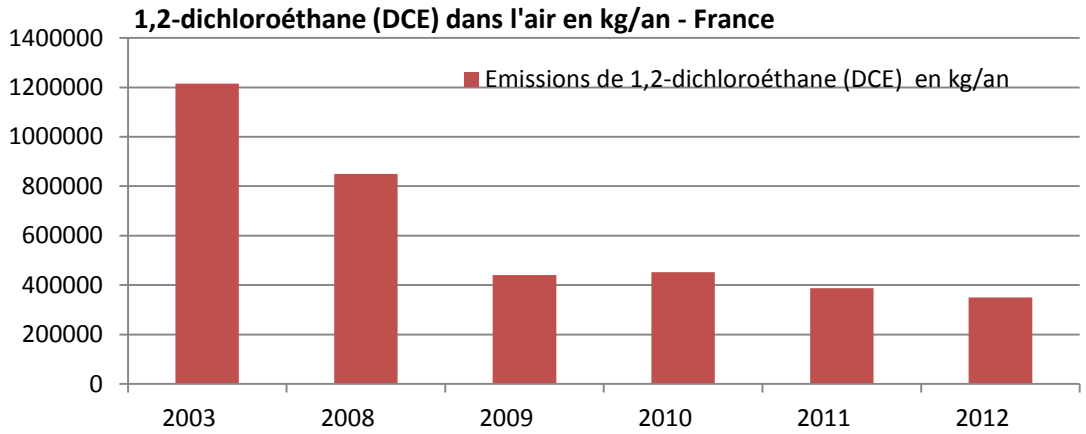


Figure 1 : évolution des émissions de DCE en France entre 2003 et 2012

2.4.2 Les émissions de DCE dans la région PACA

En se basant sur les déclarations 2012 de l'IREP (Registre Français des émissions polluantes), les émissions de DCE dans la région PACA ont représenté 90 % des émissions nationales, soit près de 315 tonnes. Les émissions de DCE dans la région PACA ont été divisées par 3 entre 2003 et 2012.

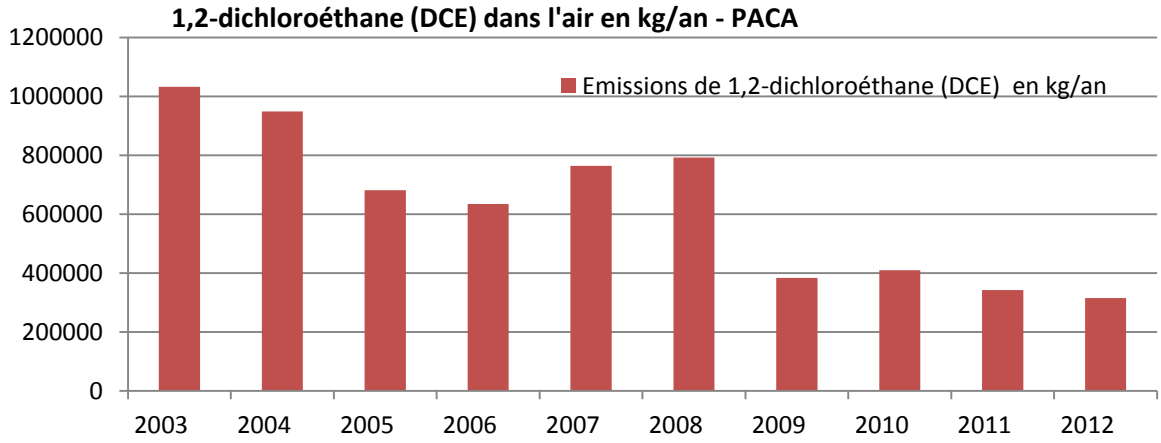


Figure 2 : évolution des émissions de DCE dans la région PACA entre 2003 et 2012

Par ailleurs, la zone d'investigation de notre étude, à savoir l'ouest des Bouches-du-Rhône, contribue pour plus de 99 % aux émissions de DCE dans la région PACA.

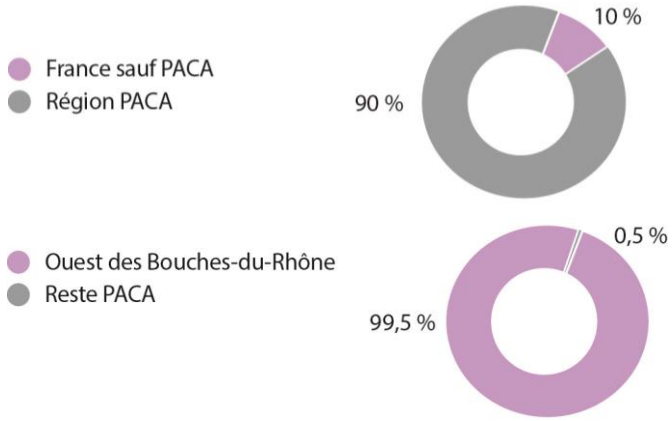
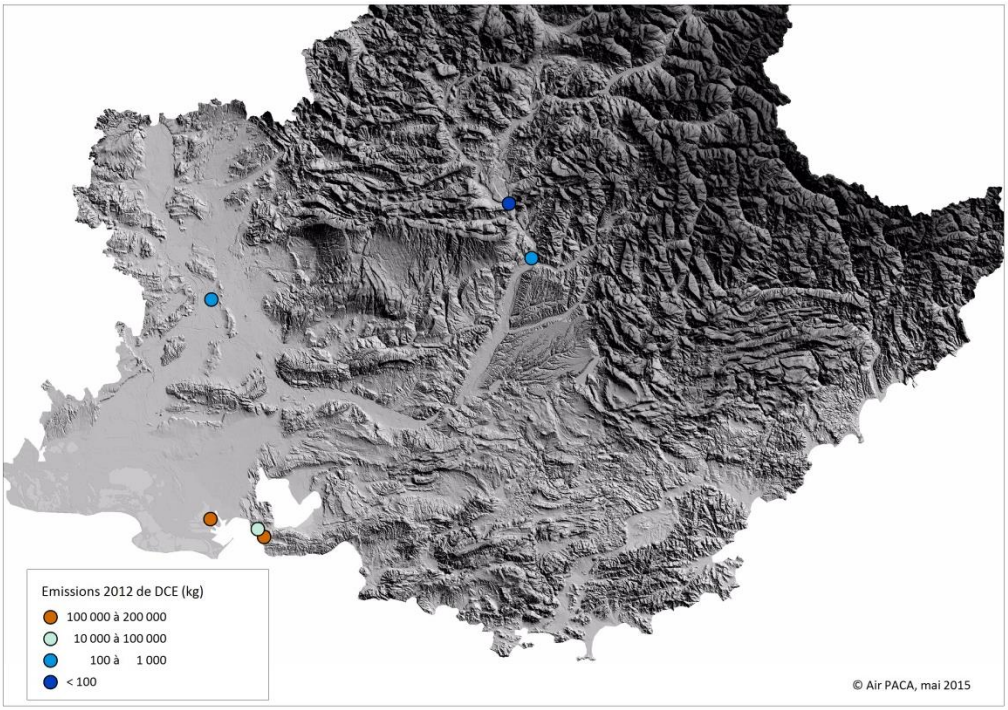


Figure 3 : contribution aux émissions de DCE : France - PACA- ouest des Bouches-du-Rhône

En considérant les différents types de sources dans la zone d'investigation, les Grandes Sources Ponctuelles (GSP) sont à l'origine des émissions de DCE.

Selon la classification adoptée dans l'inventaire des émissions Air PACA, l'activité principale à l'origine des émissions de DCE est l'industrie et le traitement des déchets.

La figure ci-dessous représente la répartition géographique des GSP émettrices de DCE dans la région PACA, avec un zoom sur la zone d'investigation.



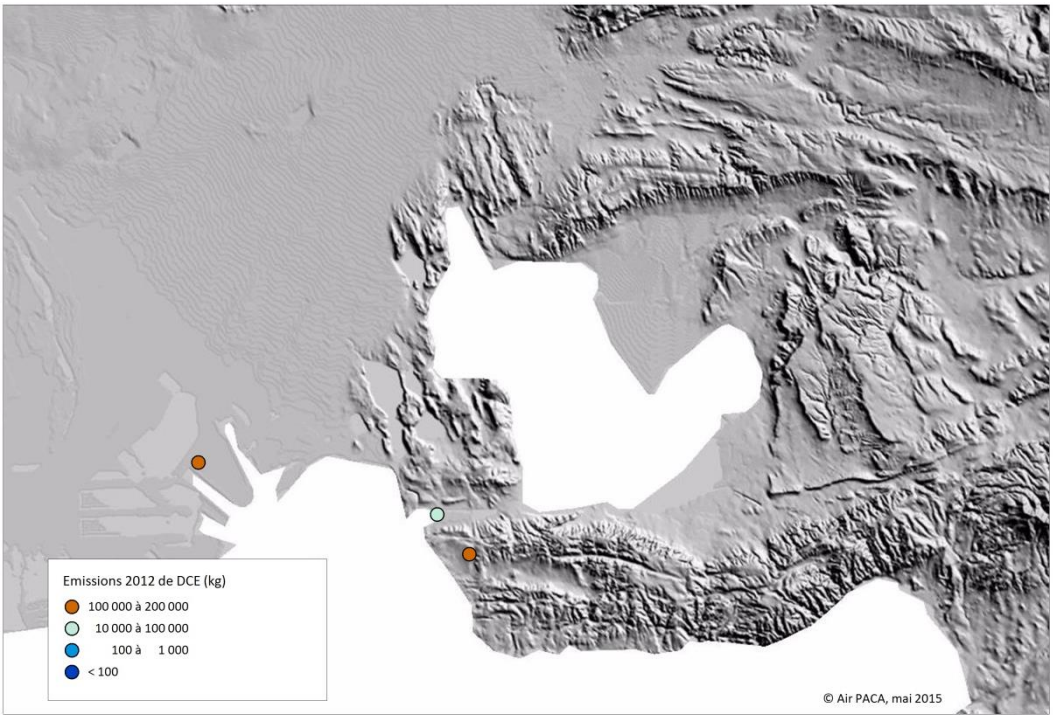


Figure 4 : localisation des GSP émettrices de DCE dans la région PACA et zoom sur le Golfe de Fos

3 Stratégie de mesure

3.1 Données d'entrée pour la stratégie de mesure

La première donnée d'entrée pour établir la stratégie de mesure de DCE dans la zone d'investigation est la situation des sources émettrices de ce polluant. Cette situation est représentée dans la figure 4. Les sources de DCE les plus significatives se trouvent dans la zone de l'ouest des Bouches-du-Rhône.

Nous pouvons également nous servir de la répartition géographique escomptée des concentrations du DCE dans l'air ambiant. Ne disposant pas de mesures dans l'air ambiant, une cartographie issue de la modélisation de la dispersion du DCE dans la zone de l'ouest des Bouches-du-Rhône est utilisée. La figure 5 représente le résultat de modélisation de la dispersion des émissions de DCE pour l'année de référence 2013.



Figure 5 : modélisation de la dispersion des émissions de DCE dans la zone d'investigation

3.2 Zone d'investigation

La carte de la figure 5 montre que la zone d'impact d'intérêt se situe au niveau du Golfe de Fos. Les concentrations les plus significatives de DCE sont présentes dans cette zone, où la stratégie de prélèvement est donc déployée.

3.3 Stratégie de mesure

3.3.1 Stratégie déployée dans la campagne de mesure

La figure 6 représente la stratégie de déploiement des moyens de mesure de DCE. Elle précise :

- la zone d'investigation choisie : le **Golfe de Fos**,
- la localisation des points de mesure choisis : stations de mesure Air PACA.

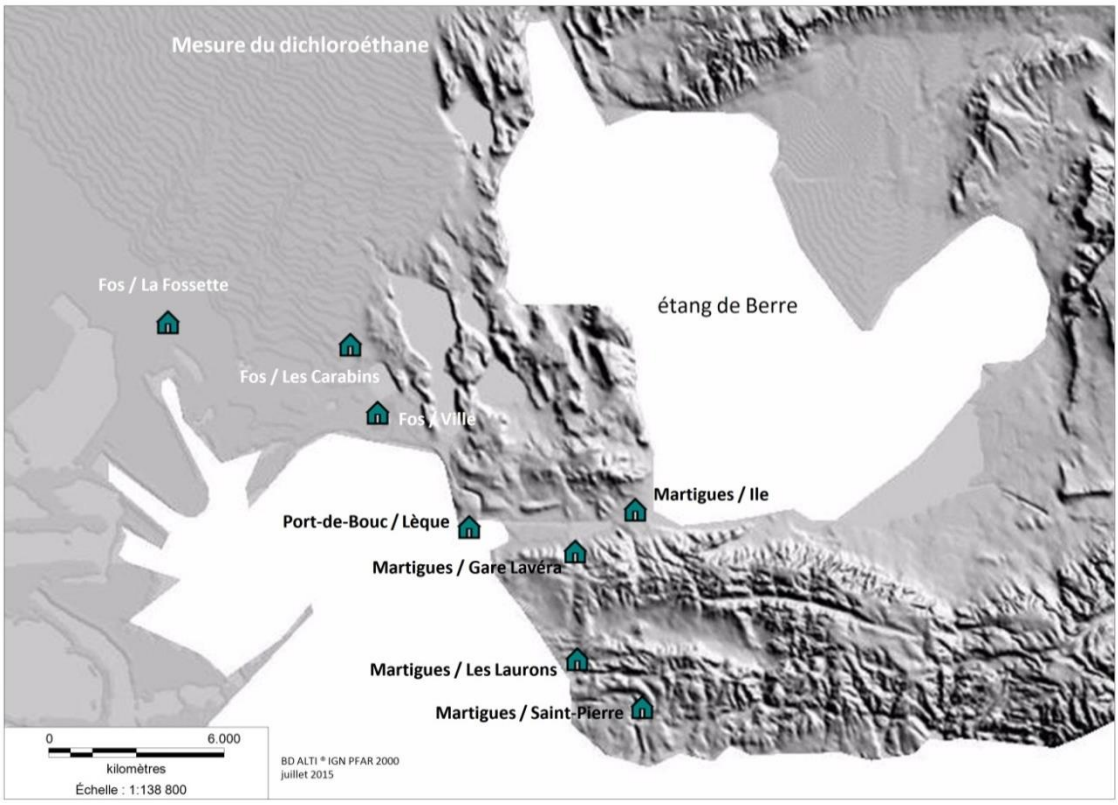


Figure 6 : stratégie de mesure du DCE : zone d'investigation et déploiement des moyens de mesure

3.3.2 Planification

Pour une bonne représentativité temporelle, la campagne de mesures a été planifiée pour investiguer les 4 saisons de l'année. Elle s'est déroulée **entre août 2014 et avril 2015.**

3.3.3 Moyens de mesure

Dans la présente étude, nous souhaitons documenter, dans l'air ambiant :

- la répartition géographique des concentrations de Dichloroéthane, pour élaborer une moyenne annuelle spatialisée.

Les moyens de mesure déployés sont donc :

- des moyens de mesure intégrée : prélèvement passif d'air (tube à diffusion) et analyse à postériori.

4 Campagne de mesure

4.1 Métrologie

4.1.1 Mesure intégrée

La mesure intégrée a été réalisée grâce à des prélèvements par tube à diffusion spécifique.

- La cartouche absorbante utilisée est celle fabriquée par Radiello, code 145,
- couplé au Corps diffusif jaune code 120 - 2.

La cartouche code 145 est un tube de 4,8 mm de diamètre en filet acier inoxydable à la maille 3x8 µm, rempli avec 350±10 mg de charbon graphité (Carbograph 4) 35-50 mesh. Les composés organiques volatils sont piégés par adsorption puis récupérés par désorption thermique avant analyse.

L'analyse est réalisée par le laboratoire TERA Environnement SAS, par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (ATD-GCSM) :

- la limite de quantification est de 1ng/support soit 0,01 µg/m^3,
- l'incertitude est de 30 % pour k=2.

La durée de chaque prélèvement est de 7 jours.

Le dispositif de prélèvement est illustré dans la figure 7.



Installation des moyens de prélèvement sur le terrain.



Abri pour les tubes à diffusion.



Détail du tube à diffusion : corps diffusif, cartouche à diffusion et plaque de support.

Figure 7 : moyens de prélèvement et de mesure de DCE

4.1.2 Réplicats

Pour évaluer la reproductibilité de la mesure de DCE au cours de la campagne de mesure, un des prélèvements a été réalisé avec 3 tubes en parallèle. La différence observée a été inférieure à 5 %.

4.1.3 Incertitudes

L'incertitude de mesure de la concentration de DCE dans l'air ambiant est évaluée en considérant :

- l'incertitude sur la masse piégée dans le tube à diffusion, déterminée par le laboratoire en charge de l'analyse. Elle est estimée à 30 %.
- l'incertitude sur la valeur du débit de diffusion évaluée par le constructeur des tubes à diffusion.

L'évaluation globale de cette incertitude est réalisée dans le cadre du projet POLIS.

4.2 Sites de prélèvement

La liste des 8 sites de prélèvements choisis pour la mesure de DCE dans la zone d'investigation du Golfe de Fos est présentée ci-dessous. L'ensemble des sites ont été équipés d'un système de prélèvement par tube à diffusion.

Martigues Ile	**Lavéra Gare**	**Martigues les Laurons**	**Lavéra Saint-Pierre**	**Port-de-Bouc**	**Fos ville**	**Fos Carabins**	**Fos la Fossette**

Tableau 1 : liste des sites de prélèvements

4.3 Planification des prélèvements

Les prélèvements, de 7 jours en moyenne, sur chaque site ont été répartis entre les 4 saisons. Pour chacun des sites investigués, les mesures ont été réalisées avec une représentativité temporelle significative : le temps de prélèvement total a représenté plus de 23 % de l'année, voir le tableau 2.

Série	Saison	Début	Fin	Nombre de jours de prélèvement
1	Eté	19-août-14	28-août-14	9
2	Eté	28-août-14	4-sept.-14	7
3	Automne	14-oct.-14	21-oct.-14	7
4	Automne	21-oct.-15	28-oct.-15	7
5	Hiver	13-janv.-15	22-janv.-15	9
6	Hiver	22-janv.-15	29-janv.-15	7
7	Printemps	14-avr.-15	21-avr.-15	7
8	Printemps	21-avr.-15	28-avr.-15	7
	Nombre total de jours de prélèvement			**60**
	Pourcentage de temps de l'année			**23 %**

Tableau 2 : récapitulatif du nombre de prélèvements et de la représentativité temporelle

4.4 Météorologie

La météorologie au cours de la campagne de prélèvement est représentée par les roses de vent de la figure 8. Il s'agit de la rose des vents de l'ensemble de la campagne et de chacune des séries de prélèvement.

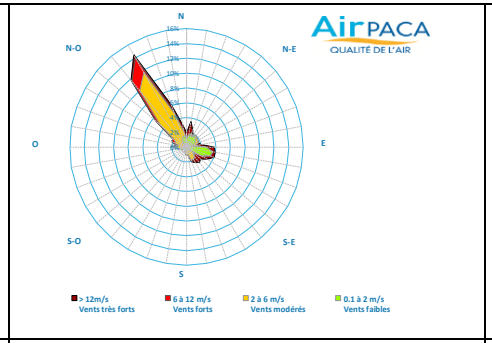
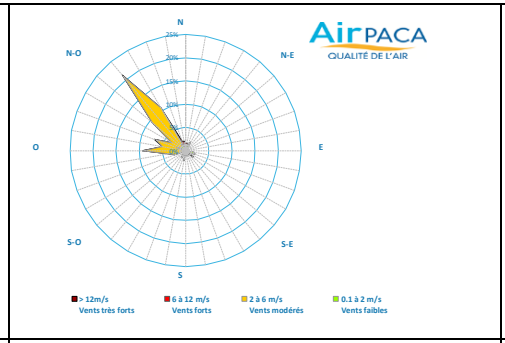
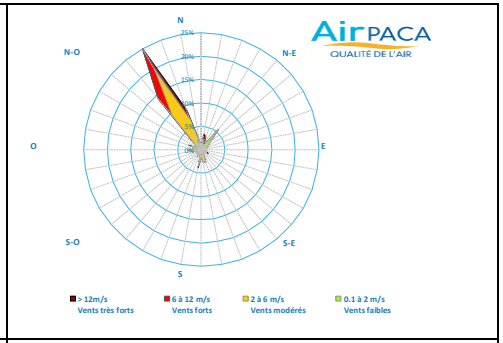
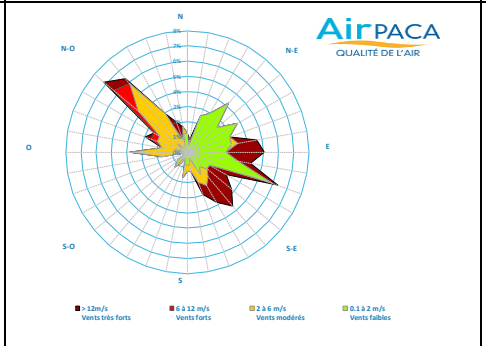
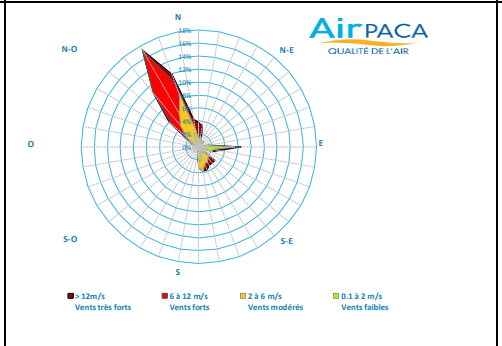
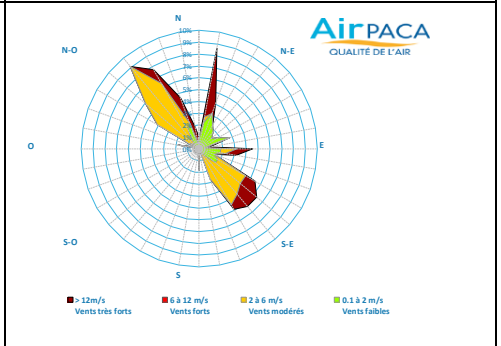
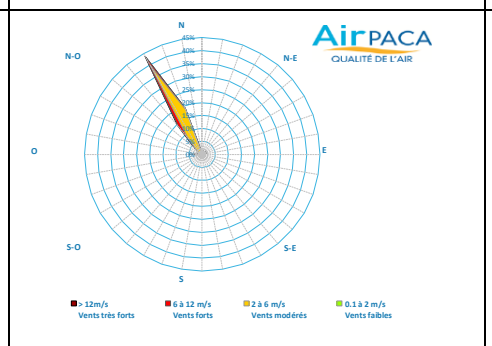
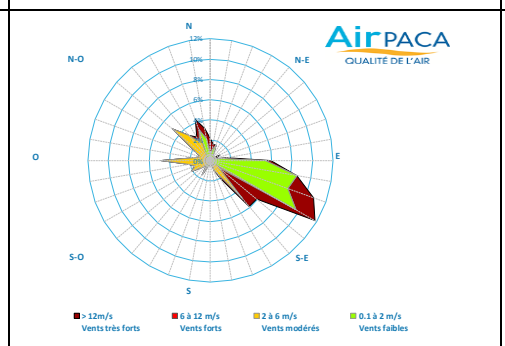
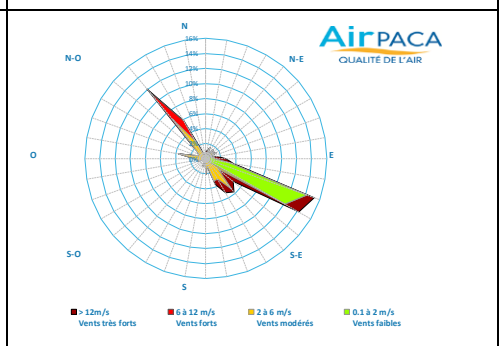
Campagne totale		19 – 28 août 2015		28 août – 4 septembre	
14 – 21 octobre 2015		21- 28 octobre 2015		13 – 22 janvier 2015	
22- 29 janvier 2015		14 – 21 avril 2015		21 – 28 avril 2015	

Figure 8 : météorologie au cours des périodes de prélèvement

5 Résultats

5.1 Niveaux de concentration

5.1.1 Concentration moyenne annuelle sur l'ensemble des sites de mesure

Les moyennes annuelles, des concentrations de DCE dans l'air ambiant, ont été calculées à partir de l'ensemble des prélèvements réalisés sur les 8 sites.

Les résultats sont illustrés dans la figure 9.

La variabilité et les statistiques des observations sont représentés dans le tableau récapitulatif 3 et les figures 10 et 11.

- Les valeurs obtenues pour les moyennes annuelles varient entre 0,5 et 5,5 µg/m^3.
- Les valeurs les plus élevées sont observées sur le site de Martigues / Les Laurons.
- La variabilité des concentrations moyennes dans différents sites est due à la situation géographique de ces derniers par rapport aux principales sources d'émission.
- Sur un même site, des variabilités importantes sont observées en considérant les concentrations minimales et maximales mesurées. Les conditions météorologiques jouent un rôle important dans cette variabilité. En fonction de ces conditions, le site peut être, ou non, sous les vents des sources d'émissions, voir l'exemple du site de Port-de-Bouc dans la figure 8 et 10.

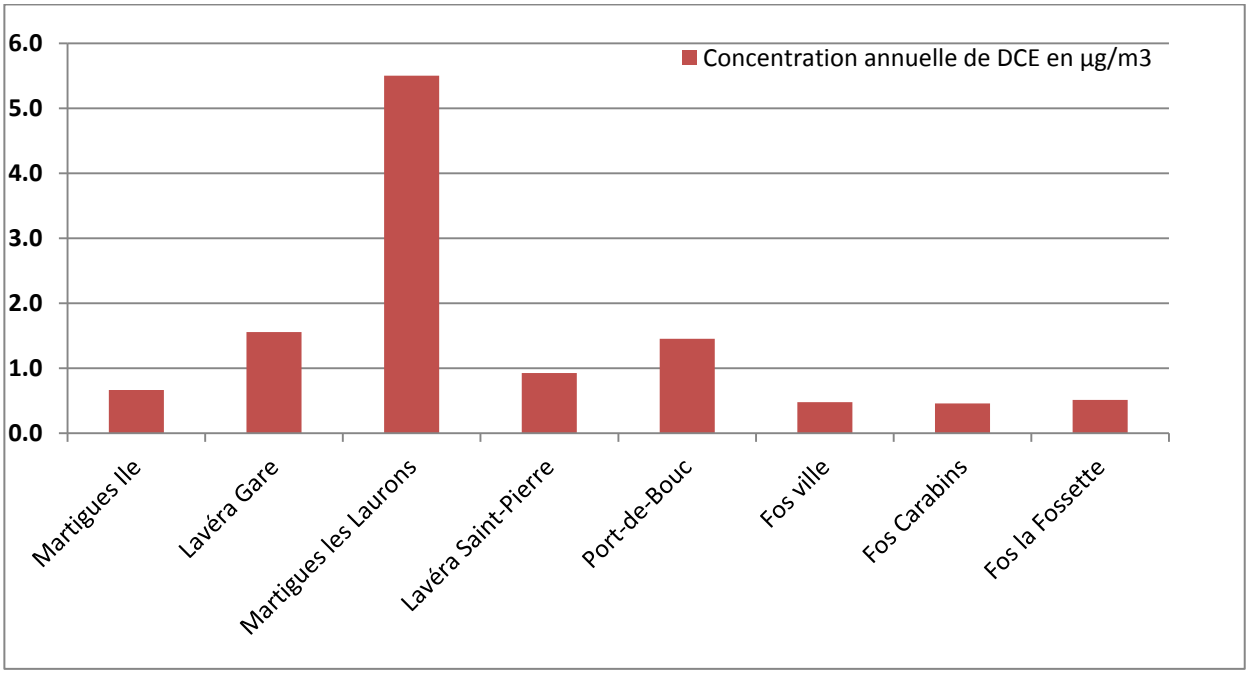


Figure 9 : concentrations moyennes annuelles de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos

	Martigues Ile	Lavéra Gare	Martigues les Laurons	Lavéra Saint-Pierre	Port-de-Bouc	Fos ville	Fos Carabins	Fos la Fossette
Moyenne	**0.7**	**1.6**	**5.5**	**0.9**	**1.5**	**0.5**	**0.5**	**0.5**
Maximum	2	4.89	25	3.92	7.02	1.02	0.75	1.34
Minimum	0.16	0.2	1.41	0.2	0	0.14	0.09	0.08

Tableau 3 : concentrations moyennes annuelles horaires de DCE dans l'air ambiant dans la zone d'investigation Statistiques sur les données de la période d'août 2014 à avril 2015, exprimées en µg/m^3

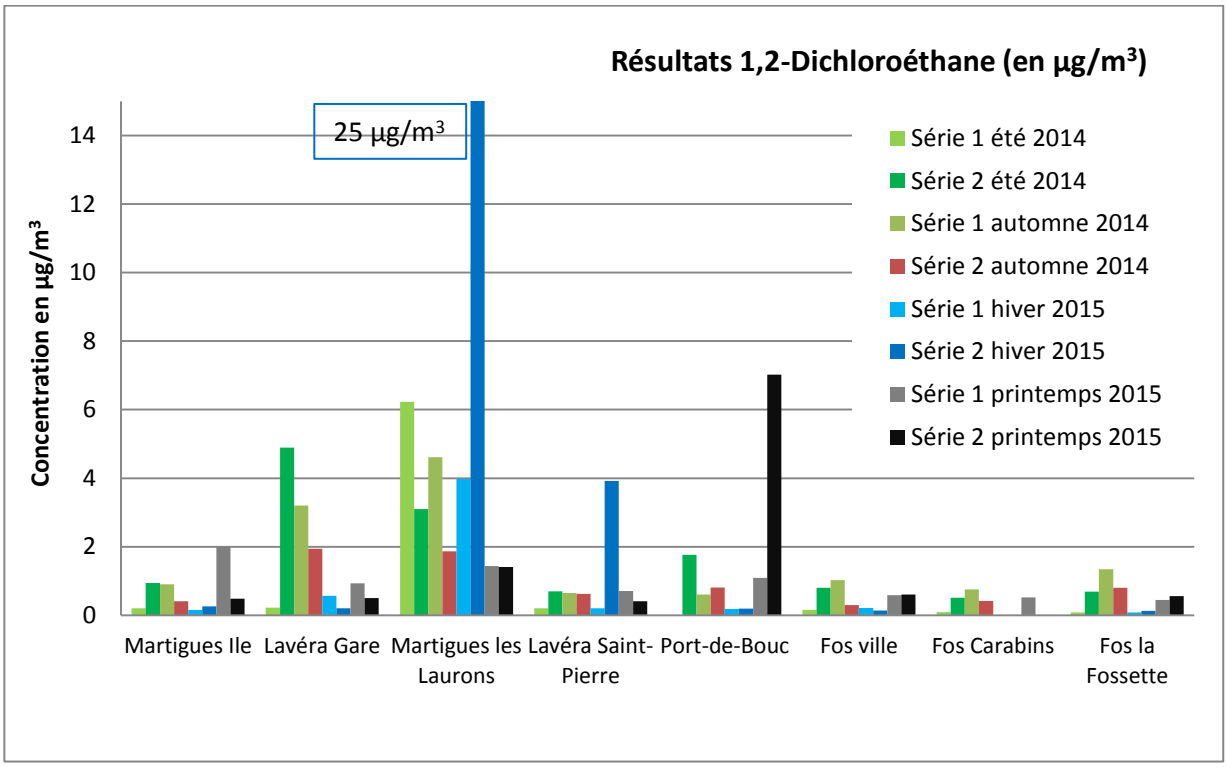


Figure 10 : concentrations de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos : concentrations pour chacune des séries de prélèvement

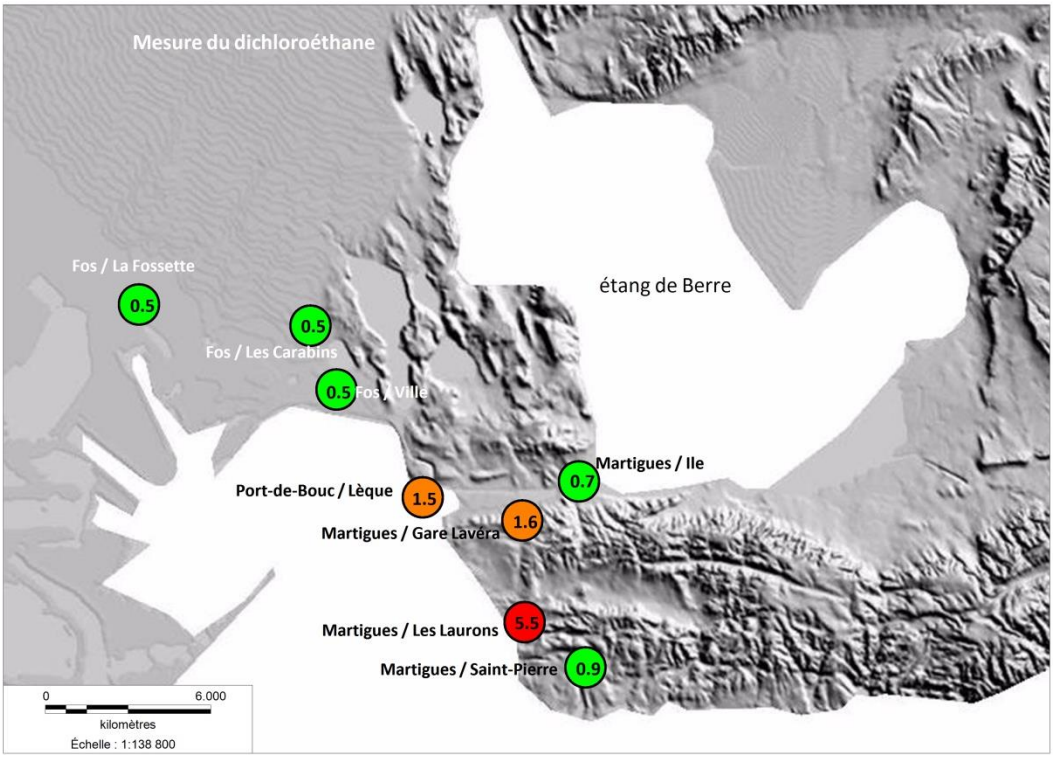


Figure 11 : concentrations de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos : représentation géographique des moyennes annuelles obtenues dans les 8 sites de prélèvement, exprimées en µg/m³

5.1.2 *Répartition géographique et cartographie*

La figure 12 illustre la répartition géographique des concentrations moyennes annuelles de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos. Cette cartographie est obtenue par :

- La modélisation de la dispersion des émissions de DCE.
- L'intégration des données de mesures de DCE obtenues lors du plan de surveillance.

Les concentrations les plus importantes sont observées dans les zones très proches et/ou sous les vents des sources importantes d'émission de DCE.

La figure 13 démontre l'apport des résultats des mesures sur le terrain par rapport à la modélisation brute de la dispersion des émissions. On peut ainsi observer un facteur « 5 » entre les valeurs des concentrations de DCE issues de la modélisation brute et celles mesurées au cours de l'étude.

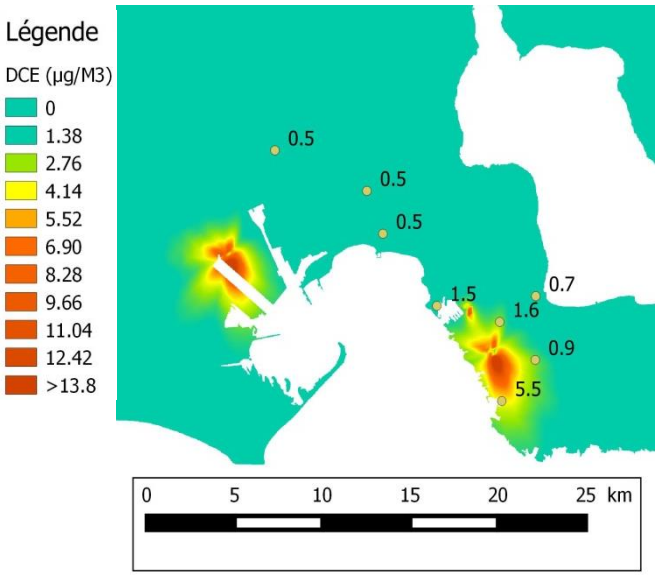


Figure 12 : cartographie des concentrations de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos

5.1.3 *Comparaison Modélisation-Mesures*

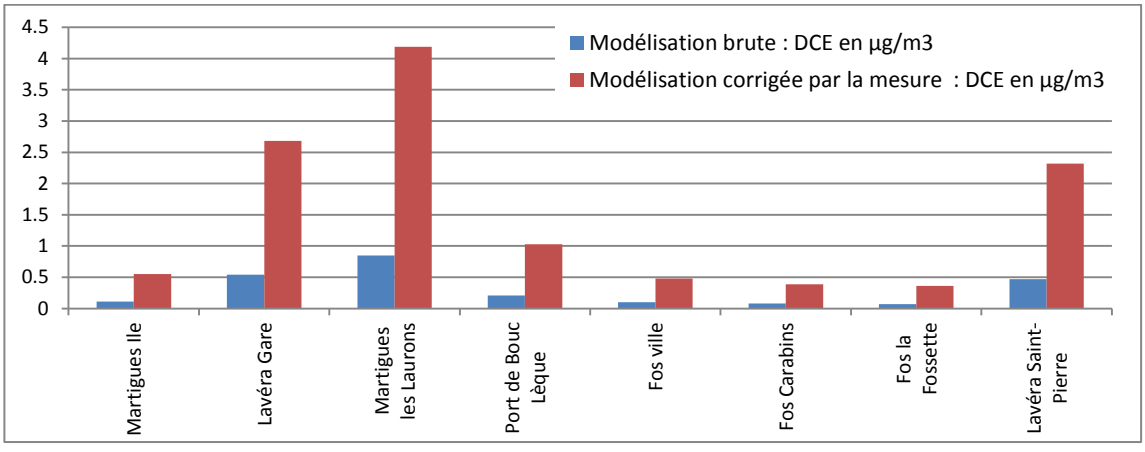


Figure 13 : concentration de DCE en µg/m^3
Comparaison entre les données de la modélisation brute et ajustées par les résultats de mesures

6 Conclusion

Air PACA dispose de moyens de mesure et de modélisation des différents polluants réglementés : SO_2, NO_2, CO, O_3, BTX, HAP, métaux lourds et particules en suspension (PM). Les populations de la région PACA sont également exposées à d'autres polluants nocifs pour la santé mais qui ne sont pas réglementés dans l'air ambiant. Il est important, de ce fait, de connaître les niveaux de concentration de ces polluants d'intérêt sanitaire pour ***rendre compte de l'exposition des populations à ces polluants et améliorer les évaluations de risques sanitaires***.

Le projet POLIS et le plan de surveillance du dichloroéthane : DCE

Au travers du projet « POLluants d'Intérêt Sanitaire » (***POLIS)***, Air PACA « documente », par la mesure, les concentrations dans l'air ambiant des polluants d'intérêt sanitaire.

Le DCE, comme composé pur, est classé cancérogène, catégorie 2 : peut provoquer le cancer. Le plan de surveillance du ***1,2-dichloroéthane dans l'air ambiant*** fait partie des investigations menées dans le cadre du projet POLIS. Selon les données de l'IREP, les émissions de DCE dans la région PACA ont représenté 90 % des émissions nationales.

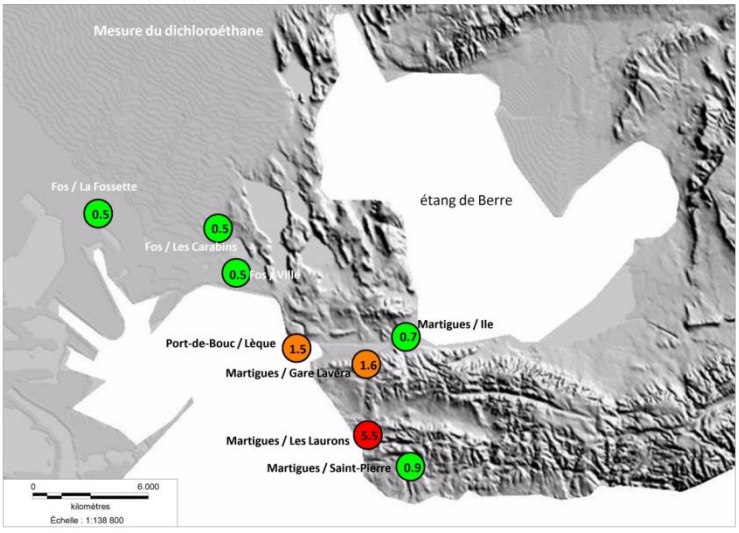
Le plan de surveillance de DCE a été déployé dans la zone du Golfe de Fos. Le choix des points d'investigation a été induit par rapport à la localisation des sources d'émissions et des populations impactées : 8 points de mesures ont été investigués. Pour la représentativité temporelle, le plan d'échantillonnage a été réparti sur une année de prélèvement.

Des niveaux de DCE variables dans la zone d'investigation

Les moyennes annuelles des concentrations de DCE dans l'air ambiant ont été calculées à partir de l'ensemble des prélèvements réalisés sur les 8 points de mesures.

- Les valeurs obtenues pour les moyennes annuelles varient entre 0,5 et 5,5 µg/m^3.
- Les valeurs les plus élevées sont observées sur le site de Martigues / Les Laurons.

La variabilité des concentrations moyennes des différents sites est due à la situation géographique de ces derniers par rapport aux principales sources d'émission. Sur un même site, les variabilités sont liées aux conditions météorologiques.



Valeurs Toxicologique de référence pour le DCE :
VTR pour les effets « à seuil », non cancérigènes : 2500 µg/m^3 : effets hépatiques ATSDR, 2001 ;
VTR pour les effets « sans seuil », cancérigènes : 6.9 µg/m^3 : tumeur des glandes mammaires ANSES, 2009

Concentrations de DCE dans l'air ambiant, dans le Golfe de Fos, exprimées en µg/m^3