ENSP
ECOLE NATIONALE DE LA SANTE PUBLIQUE
RENNES

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

**Ingénieur du Génie Sanitaire**

Promotion : **2005 - 2006**

Date du Jury : **Septembre 2006**



# IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE INDUSTRIELLE SUR LA ZONE DE FOS – ÉTANG DE BERRE


**Présenté par :**

**Aziz ATIYEH**

**Ingénieur de l'Ecole Polytechnique de l'Université d'Orléans**

**Lieu du stage : Cire Sud**

**Référent professionnel :**

**Jean-Luc LASALLE**

**Référent pédagogique :**

**Laurence GULDNER**

# Remerciements

Je remercie avant tout mon référent pédagogique Jean-Luc LASALLE, pour son accueil, sa disponibilité et son aide. Je remercie également Laurence PASCAL qui m'a beaucoup aidé et soutenu pour finaliser ce rapport.

Merci également pour leur accueil, leur aide et leur écoute à toute l'équipe de la Cire Sud – Alexis ARMENGAUD, Serge CANO, Joël DENIAU, Florian FRANKE, Philippe MALFAIT, Charlotte RENAUDAT, Caroline SIX, Yvan SOUARES et Nadine VERDUCI – ainsi qu'au service Santé Environnement de la Drass – Philippe ALESANDRINI, Joël WEICHERDING, Benjamin RICHARD et Colette DARMON-BASTIANINI.

Ce travail est le fruit d'une collaboration étroite avec le service Santé Environnement de la Ddass : Muriel ANDRIEU, Francis CHARLET et Max GARANS. Ils m'ont beaucoup aidé dans ma réflexion, je les en remercie.

Les données et réflexions échangées avec M. SANDON de la Drire Paca, le Dr GOURHEUX et Mme COCKER de l'URML Paca, Mme GERMAN-LABAUME de l'OCS de Martigues, MM. BOULLERNE et LLEIXA de la Mairie de Martigues, Charlotte JAWORWSKY de la SAN Ouest-Provence, Mme BOUCHAYER du Shadyc et Airfobep, m'ont été très utiles pour réaliser ce mémoire. Je les remercie donc tous pour ces échanges très intéressants.

Je remercie pour finir mon référent pédagogique, Laurence GULDNER, pour son suivi et son encadrement.

# Sommaire


**INTRODUCTION ..... 1**

**1 PRESENTATION ET DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE ..... 2**

**1.1 Environnement naturel ..... 2**

1.1.1 Géographie et géologie ..... 2

1.1.2 Climat ..... 3

**1.2 Pollution atmosphérique autour de l'Étang de Berre ..... 4**

1.2.1 Les sources de pollution atmosphérique autour de l'Étang de Berre ..... 4

1.2.2 Les principaux polluants émis autour de l'Étang de Berre ..... 8

1.2.3 Qualité de l'air autour de l'Étang de Berre ..... 11

**1.3 Caractéristiques de la zone de Fos – Etang de Berre ..... 17**

1.3.1 Définition de la zone ..... 17

1.3.2 Aspects démographiques ..... 18

1.3.3 Aspects socio-économiques ..... 23

1.3.4 Accès aux soins dans la zone d'étude ..... 27

**2 CONNAISSANCES SUR L'ETAT DE SANTE DE LA POPULATION ..... 29**

**2.1 Les données sanitaires ..... 29**

2.1.1 Les données de mortalité ..... 29

2.1.2 Les données d'hospitalisation ..... 29

2.1.3 Les données de l'assurance maladie ..... 30

2.1.4 Les registres de cancers ..... 30

2.1.5 Les registres de maladies professionnelles ..... 31

2.1.6 Les données des urgences hospitalières ..... 31

**2.2 Les études sur la santé de la population dans la zone de l'Etang de Berre. 32**

2.2.1 Etudes descriptives de l'état de santé de la population ..... 32

2.2.2 Les études épidémiologiques en lien avec la pollution atmosphérique ..... 34

2.2.3 Evaluation des risques sanitaires : Etudes globales d'impact sanitaire des industries (2005) ..... 37

**3 LES ATTENTES DE LA POPULATION ET DES ACTEURS LOCAUX ..... 38**

**3.1 Attentes de la population ..... 38**

3.1.1 Ressentis des populations et associations de riverains ..... 38

3.1.2 Les attentes des médecins libéraux ..... 39

3.1.3 Les comités d'information et les ateliers santé ville ..... 40

**3.2 Attentes des industriels ..... 41**

**3.3 Attentes des pouvoirs publics ..... 41**

**4 PROPOSITIONS D'ETUDES A METTRE EN PLACE ..... 42**

**4.1 Etudes descriptives ..... 42**

4.1.1 Analyse des hospitalisations sur la zone d'étude ..... 42

4.1.2 Analyses des admissions aux urgences ..... 42

4.1.3 Analyse sur les consommations de médicaments ..... 42

4.1.4 Analyse des inscriptions en maladie à longue durée ..... 43

4.1.5 Analyse de symptômes respiratoires ..... 43

**4.2 Etudes analytiques en population ..... 43**

4.2.1 EIS classiques ..... 44

4.2.2 EIS pour les zones industrielles ..... 44

4.2.3 Les études épidémiologiques à partir de bases de données existantes ..... 45

4.2.4 Les études épidémiologiques en population ..... 45

**CONCLUSION ET PERSPECTIVES ..... 47**

**BIBLIOGRAPHIE ..... 49**

**LISTE DES ANNEXES ..... I**

**ABSTRACT ..... I**

# Liste des figures

Figure 1 : Localisation administrative de l'Étang de Berre [A] ..... 2

Figure 2 : Localisation des entreprises soumises à la TGAP sur les rejets atmosphériques autour de l'Étang de Berre [B] ..... 5

Figure 3 : Localisation des principales voies routières, de l'aéroport et du PAM [B] ..... 6

Figure 4 : Emissions annuelles de $SO_2$ par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest Paca 2000 [C] ..... 9

Figure 5 : Evolution des émissions industrielles de NOx, $SO_2$ et COV autour de l'Étang de Berre [D] ..... 9

Figure 6 : Quantité de pollen mesurée dans l'air à Marseille au cours de l'année 2005 [E] .....10

Figure 7 : Quantité de pollen mesurée dans l'air à Paris au cours de l'année 2005 [E] ....10

Figure 8 : Localisation des stations de mesures fixes d'Airfobep en 2005 [B].....11

Figure 9 : Localisation géographique et origines supposées des plaintes liées aux odeurs dans le département des Bouches-du-Rhône en 2005 [F] .....15

Figure 10 : Zone d'étude retenue.....17

Figure 11 : Evolution du nombre d'habitants de la zone d'étude aux différents recensements INSEE de 1962 à 1999 [G] .....18

Figure 12 : Evolution des soldes migratoire et naturel pour notre zone d'étude entre 1962 et 1999 [G].....19

Figure 13 : Variation de la population des communes de la zone entre 1962 et 1999 [G] 19

Figure 14 : Pyramide des âges en 1999 pour la zone étudiée [G].....20

Figure 15 : Population des communes de la zone au recensement de 1999 [G].....21

Figure 16 : Densité de population des communes de la zone en 1999 [G].....22

Figure 17 : Répartition par commune d'emploi des travailleurs de la zone restant dans la zone [G].....25

Figure 18 : Déplacements domicile - travail au sein de la zone en 1999, par commune [G] .....26

Tableau 1 : Répartition des catégories socioprofessionnelles dans la zone, le département, la région et la France [I] .....23

Tableau 2 : Répartition, en nombre de médecins pour 100 000 habitants, des médecins généralistes et de certains spécialistes sur la zone en 2006 [J] .....27

Tableau 3 : Part de différents médecins spécialistes sur la zone en 2006 [J].....27

# Liste des sigles et acronymes utilisés

AASQA : Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air.

ALD : Affections longue durée.

ASV : Atelier "santé ville".

CH : Centre hospitalier.

CIM : Classification statistique internationale des maladies.

Cire : Cellule interrégionale d'épidémiologie.

Citepa : Centre interprofessionnel technique d'étude de la pollution atmosphérique.

Clic : Comité local d'information de concertation.

Clie : Comité local d'information et d'échange.

Clis : Comité local d'information et de surveillance.

COAEB : Communauté d'agglomération de l'Ouest de l'Étang de Berre.

COV : composés organiques volatils.

CSP : Catégorie socioprofessionnelle.

CUM : Communauté urbaine de Marseille.

Ddass : Direction départementale des affaires sanitaires et sociales.

Drass : Direction régionale des affaires sanitaires et sociales.

Drire : Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.

Francim : France – cancer – incidence et mortalité.

GERS :

GERS : Groupement pour l'Elaboration et la Réalisation de Statistiques.

HAP : hydrocarbure polycyclique aromatique.

ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement.

Insee : Institut national de la statistique et des études économiques.

Inserm : Institut national de la santé et de la recherche médicale.

InVS : Institut de veille sanitaire.

ITEQ : équivalent toxique international.

LAURE : Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie.

NO : monoxyde d'azote.

NO2 : dioxyde d'azote.

O3 : ozone.

OCS : Observatoire communal de la santé.

OMS : Organisation mondiale de la Santé.

ORS : Observatoire régional de santé.

Paca : Provence-Alpes-Côte-d'Azur.

PAM : Port autonome de Marseille.

PM : Particules.

PMSI : Programme de médicalisation du système d'information.

PNSE : Plan national "santé – environnement".

PRQA : Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air.

PSAS 9 : Programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution de l'air dans 9 villes françaises.

RNSA : Réseau nationale de surveillance des allergies.

SAN : Syndicat d'agglomération nouvelle.

SO2 : dioxyde de soufre.

SPPPI : Secrétariat Permanent pour les Problèmes de Pollution Industrielle.

SRO : Surveillance régionale des odeurs.

TGAP : Taxe générale sur les activités polluantes.

Urcam : Union régionale des caisses d'assurance maladie.

URML : Union régionale des médecins libéraux.

VSEI : Volet sanitaire d'étude d'impact.

# INTRODUCTION

Le pourtour de l'Étang de Berre est une zone très industrialisée et densément peuplée. L'industrialisation progressive de cette zone commencée au début du XX$^{ème}$ siècle, s'est intensifiée à partir des années 50 avec une implantation importante de la pétrochimie. C'est actuellement une des zones industrielles les plus importantes de France. Elle est caractérisée par une concentration d'industries variées (pétrochimie métallurgie cimenterie). Cette industrialisation s'est accompagnée d'un fort afflux migratoire et d'une densification de l'urbanisation qui sont à l'origine d'importantes modifications écologiques de la zone. Les rejets sans traitements des effluents des industries locales pendant de nombreuses années ont marqué les écosystèmes de l'Étang de Berre entraînant une diminution de sa salinité, ainsi qu'une augmentation de sa turbidité et une surélévation des fonds. Pour ces raisons, la pêche a été théoriquement interdite entre 1957 et 1994 et la qualité des eaux de baignade des plages reste médiocre.

A cette dégradation de la qualité de l'eau de l'étang, s'ajoute la mauvaise qualité de l'air ayant des origines multiples : les industries, le trafic automobile, les chauffages et dans une moindre mesure les ports et l'aéroport de la zone.

Ces différents types de pollutions ainsi que l'implantation future d'une unité d'incinération d'ordures ménagères à Fos-sur-Mer sont à l'origine du mécontentement des populations. De nombreuses associations de riverains, très impliquées sur le plan de l'environnement et de la santé se sont créées dans cette zone. Elles relayent une attente importante de la population par rapport à cet environnement si particulier au sein des Bouches-du-Rhône et à ses effets sur la santé.

C'est dans ce contexte que la Cire Sud a été saisie pour évaluer la nécessité de conduire une étude épidémiologique concernant les effets de la pollution atmosphérique sur la santé dans cette zone.

Après une description du contexte géographique et humain local, l'objectif de ce travail est en premier lieu de réaliser un bilan de l'existant en terme de connaissances sur l'état de santé de la population et les liens qui ont pu être établis avec la pollution atmosphérique dans la zone de l'Étang de Berre. Il s'agira ensuite d'analyser les attentes de la population et de proposer des études pouvant répondre à ces attentes en précisant leurs avantages et leurs limites ainsi que leur durée et leur coût.

# 1 PRESENTATION ET DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE

L'Étang de Berre est situé en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur (Paca), dans le département des Bouches-du-Rhône. Il se trouve à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de Marseille, à la même distance à l'ouest d'Aix-en-Provence et à environ trente-cinq kilomètres à l'est d'Arles.

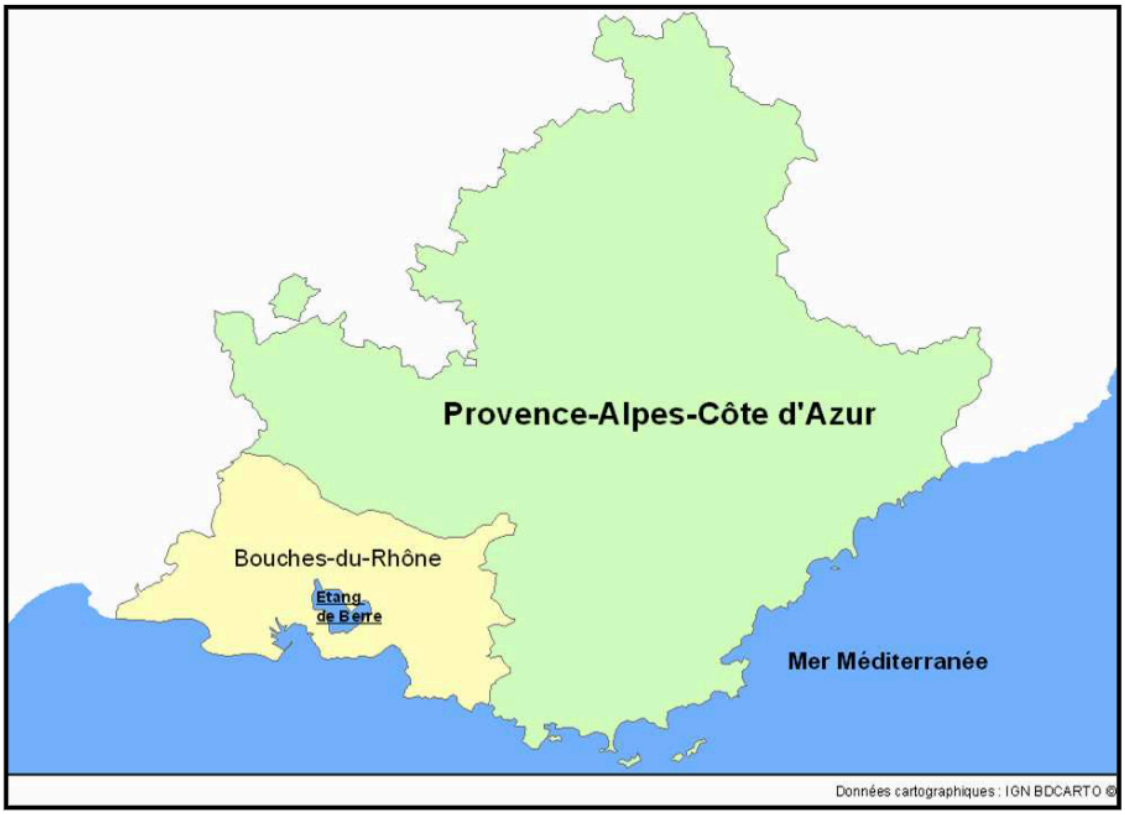



**Figure 1 : Localisation administrative de l'Étang de Berre [A]**

## 1.1 Environnement naturel

### 1.1.1 Géographie et géologie

Situé en Provence, l'étang marin de Berre se trouve à l'intersection de deux zones géographiques : la vallée du Rhône et ses plaines à l'est et les reliefs calcaires des Préalpes de Provence à l'ouest.

Plus précisément, la zone de l'Étang de Berre se situe entre :

- la Camargue et la plaine de Crau à l'ouest ;
- les falaises de Vitrolles à l'est et la chaîne de La Fare au nord, qui sont les contreforts des massifs anciens calcaires de Sainte-Victoire et des Alpilles ;
- la chaîne calcaire de l'Estaque et la Mer Méditerranée au sud.

Ces chaînes ne dépassent pas les 200 mètres d'altitude (annexe 1 : Géographie, géologie et relief de la zone).

Trois vallées amènent à l'Étang de Berre les eaux de la Touloubre au nord-ouest, de l'Arc au nord-est, de la Cadière et du Raumartin au sud-est. L'Étang est en communication avec la Méditerranée par le chenal de Caronte au sud-ouest qui donne sur le Golfe de Fos.

### 1.1.2 Climat

Le climat de la zone est typiquement méditerranéen : un été sec et chaud, un hiver doux et des pluies parfois torrentielles au printemps et en automne. De manière générale, la température moyenne varie autour de 5 à 10℃ dur ant l'automne et l'hiver, et de 20 à 25℃ durant l'été.

La moyenne annuelle des précipitations est comprise entre 500 et 600 mm d'eau. La répartition de ces précipitations se fait sur une période relativement courte au printemps et en automne.

Les vents dominants sont le mistral, venant des terres par le Nord et le Nord-Ouest et les vents marins de Sud et Sud-Est (annexe 2 : Les vents autour de l'Étang de Berre). Le mistral souffle, en moyenne annuelle, un jour sur trois, à une intensité moyenne de 23 km/h, avec des rafales atteignant parfois 100 km/h. Les vents de Sud et Sud-est sont essentiellement présents en automne, avec une intensité moyenne de 10 km/h.

Pendant la période estivale, les écarts thermiques entre mer et terre donnent naissance à un régime de brises de mer diurnes (secteur Sud-Sud-Ouest, modérées) alternant avec des brises de terre nocturnes (secteur Nord-Est, faibles). La présence de l'Étang induit également des brises thermiques se superposant aux précédentes.

Les conditions météorologiques influent sur la dispersion des polluants qui peuvent impacter des communes situées à distance des sources d'émissions [1].

## 1.2 Pollution atmosphérique autour de l'Étang de Berre

Du fait de la multiplicité des sources et des types de polluants, la pollution atmosphérique autour de l'Étang de Berre sera abordée à travers :

- les sources principales de polluants atmosphériques,
- les niveaux d'émission en polluants et leurs origines,
- les niveaux de pollutions enregistrés autour de l'Étang de Berre, mesurés par l'association Airfobep.

### 1.2.1 Les sources de pollution atmosphérique autour de l'Étang de Berre

Le pourtour de l'Étang de Berre est une zone fortement urbanisée de plus de 300 000 habitants, présentant une très forte activité industrielle. A proximité de l'agglomération d'Aix–Marseille, troisième agglomération française par sa population, la zone de l'Étang de Berre est traversée par de nombreux axes de communication et regroupe des infrastructures portuaires et aéroportuaires importantes. Toutes ces activités sont à l'origine de rejets de polluants atmosphériques.

A) Les industries

C'est au début du XX$^{ème}$ siècle que l'industrialisation du pourtour de l'Étang de Berre commence, dans le but de créer un espace économique complémentaire à la cité phocéenne. Plusieurs industries apparaissent : les chantiers navals "Ateliers et Chantiers de Provence" à Port-de-Bouc, un établissement de traitement des oléagineux (huiles et graisses végétales, savons) à Martigues, les dépôts de la Société générale des huiles de pétrole (future BP) à Lavéra et enfin l'usine de produits chimiques Kuhlmann à Saint-Chamas.

Une loi de 1928, donnant obligation de raffiner sur le Territoire National, entraîne en 1929 le début des travaux des raffineries de Berre et de La Mède. Après 1945, les choix de politique énergétique fondés sur le recours aux hydrocarbures importés du Moyen-Orient vont relancer le développement d'une puissante industrie pétrolière, avec l'aménagement de ports pétroliers et la mise en place de raffineries et d'industrie pétrochimiques.

En 1970, le gouvernement décide, dans le cadre des grands travaux, de faire de la zone Fos / Étang de Berre une zone stratégique, ce qui entraîne l'installation de nombreuses zones industrielles et commerciales autour de l'Étang de Berre.

Aujourd'hui, il existe plus de 430 installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) autour de l'Étang de Berre, plus de 250 sont soumises à autorisation (soit 58 %), alors qu'au niveau du département des Bouches-du-Rhône, ce rapport est de 28 %. Dans ce département, sur les 43 entreprises soumises à la taxe générale pour les activités polluantes (TGAP) pour leurs rejets atmosphériques, 26 se trouvent autour de l'Étang de Berre.

De plus, 43 des 60 établissements classés Seveso II que compte la région Paca (soit plus de 70 %) sont regroupés autour de l'Étang de Berre (annexe 3 : Les industries classées Seveso II autour de l'Étang de Berre en 2002). Ces implantations massives d'établissements présentant des risques environnementaux, sont les plus importantes de la région et parmi les principales au niveau national.

La majorité des industries est regroupée sur quatre sites principaux : Berre-l'Étang, Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône, le quartier de Lavéra à Martigues et celui de la Mède à Châteauneuf-les-Martigues (Figure 2).

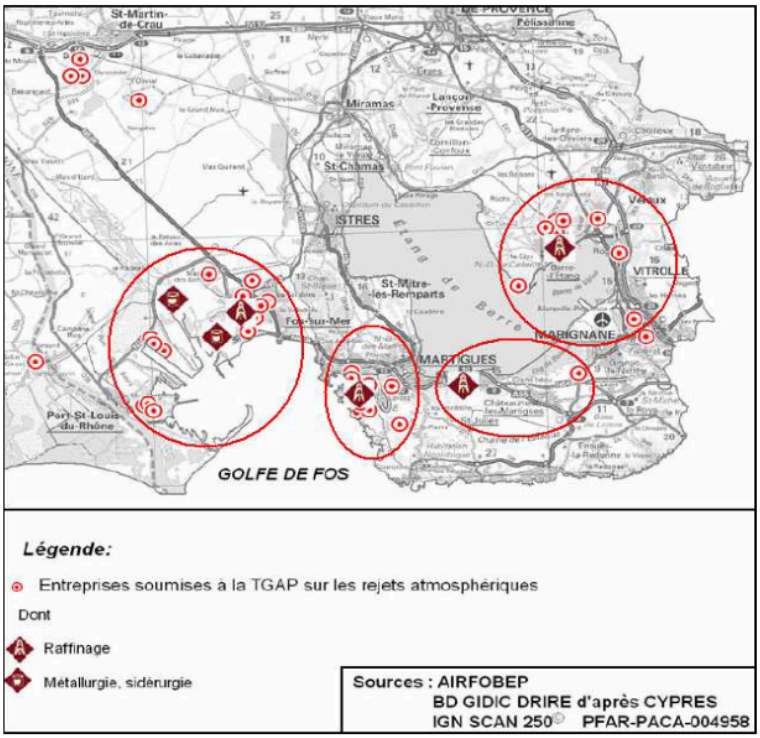



**Figure 2 : Localisation des entreprises soumises à la TGAP sur les rejets atmosphériques autour de l'Étang de Berre [B]**

Les principaux secteurs d'activités présents autour de l'Étang de Berre sont :

- La sidérurgie : Sollac et Ascometal à Fos-sur-Mer, fabriquent le quart de l'acier français et possèdent la chaîne d'agglomération de minerai la plus grande d'Europe.
- Le raffinage : Ineos (ex-BP) à Martigues, Shell à Berre, Esso à Fos-sur-Mer et Total à Châteauneuf-les-Martigues, assurent le tiers du raffinage français.
- La chimie et la pétrochimie : Shell, Naphtachimie à Martigues, Atofina à Fos-sur-Mer et à Martigues, Lyondell à Fos-sur-Mer, représentent notamment 44 % de la production française d'éthylène, 50 % de celle du chlore et le premier site mondial de production d'oxyde de propylène.
- L'aéronautique : Eurocopter (numéro un mondial de la fabrication d'hélicoptères) à Marignane et Dassault Aviation à Istres
- La production d'énergie : centrale thermique EDF à Martigues – Ponteau et centrale hydroélectrique à Saint-Chamas.
- Les produits minéraux : Salins du midi et Salines de l'est à Salins-de-Giraud et Berre l'Étang, Compagnie industrielle Fillers et chaux à Fos-sur-Mer.
- L'incinération des déchets industriels : Solamat Merex à Fos-sur-Mer et Rognac.
- Le stockage d'hydrocarbures (DPF, SPSE, terminal de Crau,…) et de produits chimiques et de gaz (GDF, Air liquide, Primagaz, Géogaz).
- Les peintures et vernis : Jefco Dufour à Berre.

B) L'habitat et les sources tertiaires

L'installation des industries s'est accompagnée d'un fort afflux de population [2]. Aujourd'hui le pourtour de l'Étang de Berre compte plus de 300 000 habitants répartis en une vingtaine de communes. L'urbanisation n'est pas homogène, l'Est et le Sud de la zone étant densément peuplés alors que l'Ouest et le Nord le sont moins. Les habitations et les bureaux produisent des polluants atmosphériques principalement par leurs installations de chauffage et de climatisation.

C) Les transports

Ces concentrations d'industries, de populations ainsi que la position géographique de l'Étang de Berre, entre la vallée du Rhône, l'agglomération d'Aix – Marseille et la Méditerranée, sont à l'origine de la présence de voies de communications nombreuses soumises à des trafics importants (figure 3).

Au niveau routier, le territoire de l'Étang de Berre est traversé par un réseau routier et autoroutier particulièrement dense notamment l'A7 (Marseille / Lyon, 90 000 véhicules / jour), l'A55 (Marseille / Martigues, 65 000 véhicules par jour), l'A54 (Arles – Nîmes, 30 000 véhicules par jour) et la N113 (Salon – Arles, 22 000 véhicules / jour). Ces axes font partis des 50 premières relations routières de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Ce réseau supporte un fort trafic de poids lourds lié aux flux interrégionaux (Languedoc Roussillon et Midi Pyrénées) et aux dessertes des zones industrielles, du Port Autonome de Marseille (Fos-sur-Mer) et de l'aéroport Marseille-Provence (Marignane). Plus localement, les populations des villes se déplacent durant la journée pour leur trajet domicile – travail [2-3].

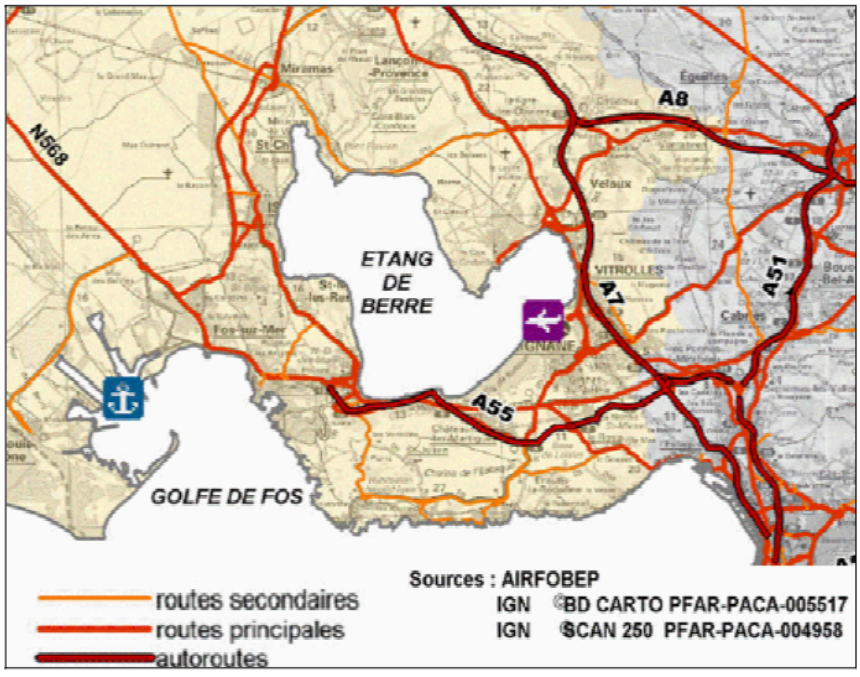



**Figure 3 : Localisation des principales voies routières, de l'aéroport et du PAM [B]**

Le Port Autonome de Marseille (PAM), troisième port européen dispose dans ce territoire d'importants terminaux notamment pour le transport d'hydrocarbures et de marchandises. Il est prévu de doubler les capacités du PAM dans les années à venir.

Le port fluviomaritime de Port-Saint-Louis-du-Rhône accueille le trafic du bassin Rhône-Saône.

L'aéroport de Marseille-Provence, troisième de France pour le transport de voyageurs (6,5 millions de passagers par an) et de marchandises se trouve à Marignane. L'ouverture, en septembre 2006, d'une aérogare dédiée aux vols réguliers à bas tarifs, devrait entraîner une forte augmentation du trafic passager dans les années à venir. Par ailleurs, une base aéronautique militaire est implantée à Istres.

Les communes de l'Étang de Berre sont de plus traversées par des voies de chemin de fer. La ligne non électrifiée Marseille – Miramas est utilisée pour le transport de passagers mais surtout de marchandises. Elle passe par le Sud et l'Ouest de l'Étang. La ligne qui relie Marseille à Arles est quand à elle électrifiée. Elle passe par l'Est et le Nord de l'Étang [2]. Il n'existe pas de ligne de transports express régionaux (TER) entre les communes de la zone et les grandes agglomérations voisines. De ce fait, la majorité des déplacements domicile – travail se font en voiture.

D) Les autres sources

La zone du Golfe de Fos et de l'Étang de Berre est assez peu agricole. Les actifs qui travaillent dans ce secteur sont peu nombreux (cf. 1.3.4) et les surfaces allouées au secteur primaire sont faibles. Les zones non urbanisées et non industrielles sont principalement des forêts, des zones à végétation arbustives et des zones humides [3].

Des activités agricoles existent tout de même en périphérie de la zone. Dans les communes bordant la plaine de la Crau et la Camargue (Istres et Port-Saint-Louis-du-Rhône principalement), l'élevage ovin et la production de foin (AOC) en terres irriguées sont développés. La riziculture se développe à Port-Saint-Louis-du-Rhône. Les communes le long de la chaîne de La Fare, au Nord de l'Étang cultivent des vignes (Grans, Rognac). La pêche et la mytiliculture sont encore présentes dans les communes de bord de mer [4].

Ces activités sont à l'origine de polluants atmosphériques du fait de l'épandage et de l'élevage, mais aussi de mauvaises pratiques (brûlage de déchets divers). Les polluants émis sont des composés organiques volatils non méthaniques (COVnm), des gaz à effets de serre et des dioxines. Les quantités imputables à ce secteur restent cependant très faibles en comparaison des autres secteurs dans cette zone (annexe 4 : Rejets atmosphériques autour de l'Étang de Berre en 2000).

### 1.2.2 Les principaux polluants émis autour de l'Étang de Berre

Les sources que nous venons de lister sont donc à l'origine du rejet dans l'atmosphère de divers polluants. Ces rejets sont contrôlés et mesurés par les industriels eux-mêmes, la Drire, des bureaux d'étude. Les polluants rejetés sont multiples et peuvent avoir des effets sur la santé des populations et sur l'environnement (annexe 5 : Effets sur la santé des principaux polluants atmosphériques).

A) Pollution chimique

Les principaux polluants mesurés sont :

- le dioxyde de soufre ($SO_2$),
- l'ozone ($O_3$),
- le monoxyde et le dioxyde d'azote (NO et $NO_2$),
- les particules (PM) et les métaux lourds (As, Cd, Ni et Pb) qu'ils contiennent,
- le monoxyde de carbone (CO) et le dioxyde de carbone ($CO_2$),
- les composés organiques volatils non méthaniques ($COV_{nm}$), dont le benzène.

Les rapports du Citepa et de l'étude Escompte montrent l'importance des rejets de ces polluants autour de l'Étang de Berre par rapport au reste de la région Paca [3-7] et la place prépondérante de l'origine industrielle (annexe 4).

Ainsi pour le dioxyde de soufre ($SO_2$), les 93 540 tonnes rejetées autour de l'Étang de Berre en 2000 représentent 80 % des rejets du département des Bouches-du-Rhône et sont sans commune mesure avec les rejets des départements voisins (tous inférieurs à 3 500 tonnes). Le département des Bouches-du-Rhône est le premier producteur de dioxyde de soufre français et les émissions du pourtour de l'Étang de Berre représentent 15 % des émissions nationales. La quasi-totalité des rejets de la zone de l'Étang de Berre ont pour origine l'industrie (industries manufacturières, entreprises de traitement des déchets, entreprises de production et de distribution d'énergie). Dans les zones limitrophes la source résidentielle et tertiaire est importante (Figure 4).

De 40 à 60 % des rejets d'oxydes d'azote ($NO_x$ = NO et $NO_2$), d'oxydes de carbone (CO et $CO_2$) et de particules émis dans les Bouches-du-Rhône le sont dans la zone de l'Étang de Berre. Les départements limitrophes émettent des quantités très inférieures pour ces polluants. Le département des Bouches-du-Rhône, avec celui de la Seine-Maritime, sont les deux départements les plus producteurs de ces polluants au niveau national.

Pour les composés organiques volatils non méthaniques ($COV_{nm}$), la zone de l'Étang de Berre représente un peu plus du tiers des rejets du département avec 29 300 tonnes émises en 2000, d'origine industrielle pour les deux tiers. La différence quantitative avec les départements limitrophes est faible, car l'origine des $COV_{nm}$ varie selon les zones. Les zones rurales émettent principalement à travers leur agriculture, la sylviculture et les autres sources biogènes. Les zones urbaines produisent la moitié des $COV_{nm}$ par leurs industries, un quart par des sources biogènes, le dernier quart ayant pour origine les transports et le résidentiel/tertiaire.

Les dioxines et les furanes sont produits par l'incinération incomplète de matière organique. Les valeurs sont données en ITEQ. Les principaux producteurs en Paca sont :

- les industries (13,98 g ITEQ en 2005) dont la sidérurgie (70 % des émissions industrielles, toutes situées autour de l'Étang de Berre) et les incinérateurs de déchets représentent 50 % des émissions ;
- l'agriculture (6,57g ITEQ en 2005) est responsable de 25 % des émissions ;
- les activités humaines (barbecue, cheminées, chauffage émettent 2,9g ITEQ en 2005), illicites (3,20g ITEQ en 2005) et naturelles (1,26g ITEQ en 2005) [8].

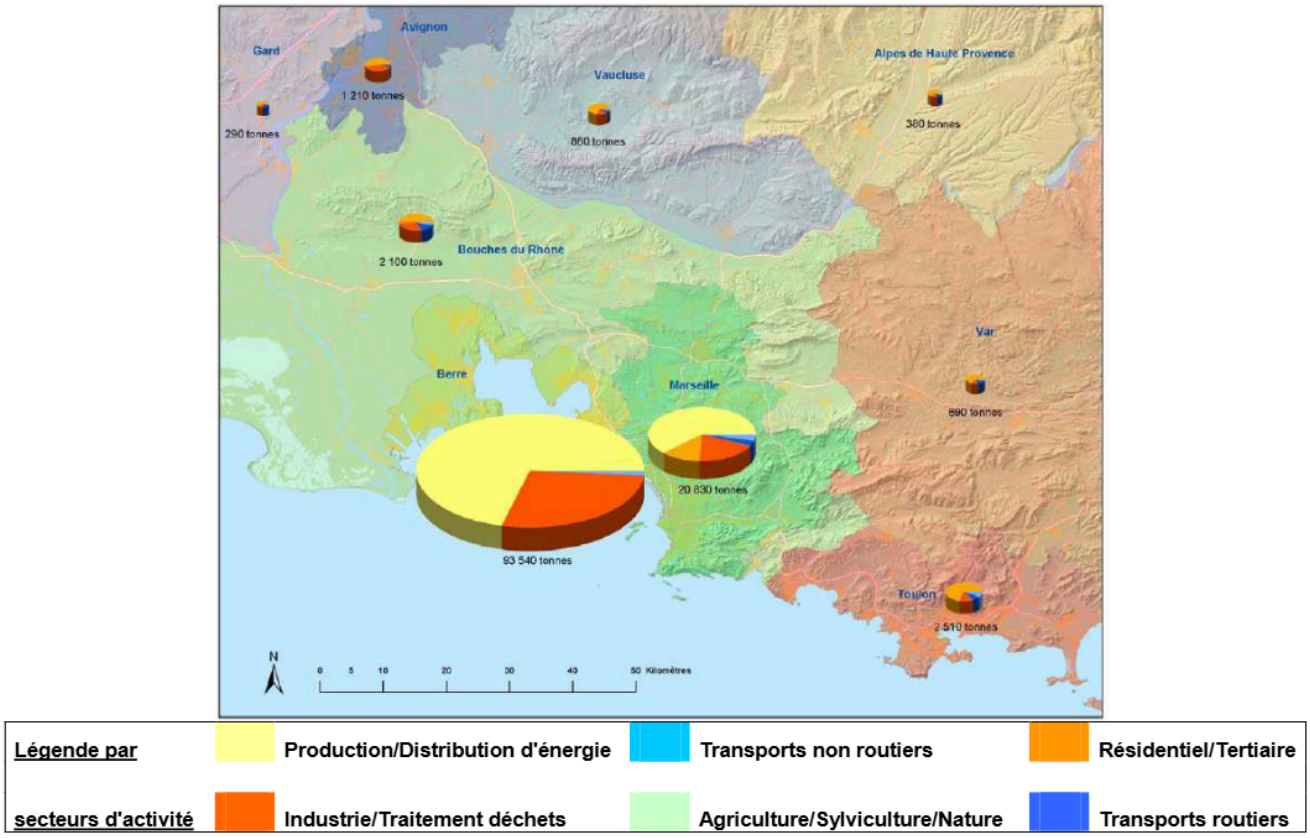



**Figure 4 : Emissions annuelles de $SO_2$ par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest Paca 2000 [C]**

Ces quantités élevées ont diminué de façon significative au cours de la dernière décennie. D'après les industriels, les rejets des principaux polluants autour de l'Étang ont baissés de 250 000 tonnes en 10 ans pour le $SO_2$, de plus de 10 000 tonnes en 4 ans pour les $NO_x$, de 40 000 tonnes en 4 ans pour les COV (figure 5).

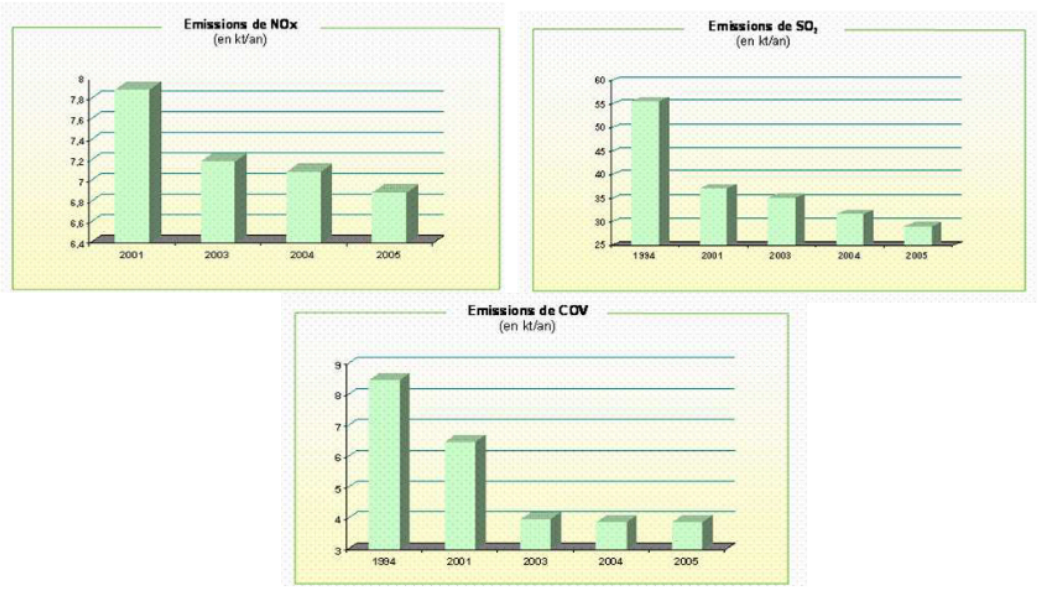



**Figure 5 : Evolution des émissions industrielles de NOx, $SO_2$ et COV autour de l'Étang de Berre [D]**

B) Pollution aérobiologique

Les régions du sud de la France et en particulier la région Paca, sont particulièrement touchées par les émissions de pollens. Les quantités et les variétés émises - cyprès, urticacées (pariétaire), platanes, oliviers - et les durées des périodes polliniques sont plus importantes que dans la partie nord du pays [9] (figures 6 et 7). Ces polluants naturels ont un impact important sur les pathologies respiratoires [10].

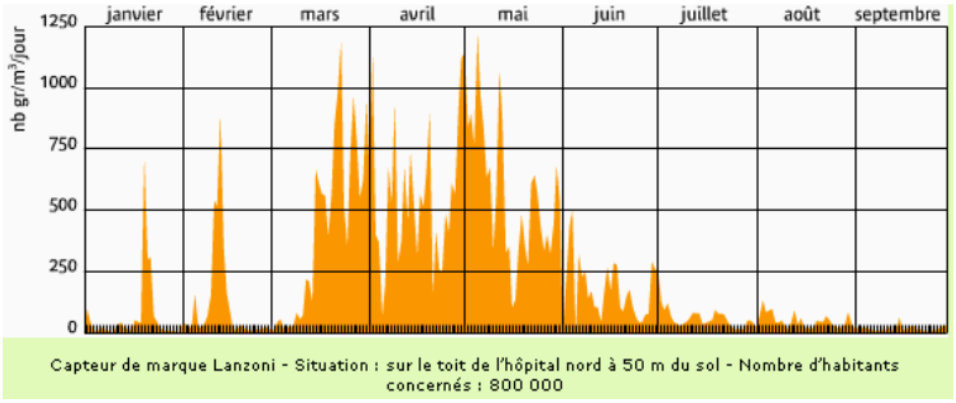



**Figure 6 : Quantité de pollen mesurée dans l'air à Marseille au cours de l'année 2005 [E]**

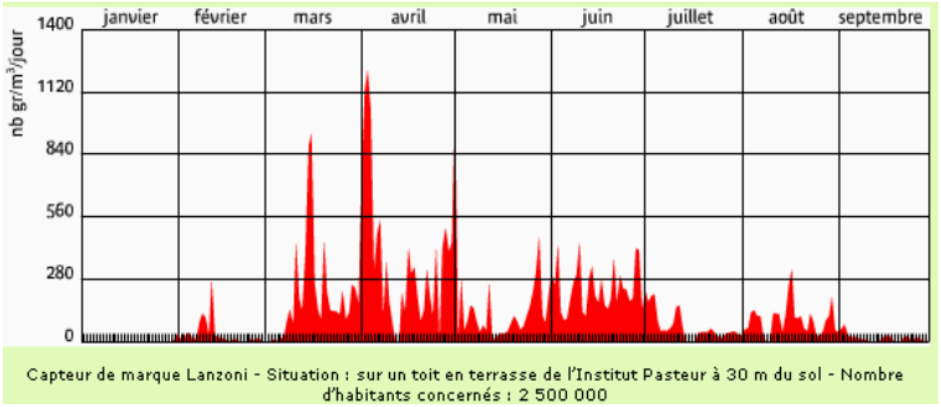



**Figure 7 : Quantité de pollen mesurée dans l'air à Paris au cours de l'année 2005 [E]**

L'augmentation de la prévalence des maladies allergiques respiratoires observée parallèlement à l'urbanisation a suscité diverses hypothèses sur le rôle de la pollution atmosphérique. Il a été montré que les polluants atmosphériques et notamment les particules diesel, potentialisent l'action des allergènes chez les sujets prédisposés, dits atopiques. Mais en l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'affirmer que la pollution atmosphérique joue un rôle majeur dans l'augmentation de la prévalence des maladies allergiques respiratoires. Les polluants pourraient également accroître l'allergénicité des grains de pollen, mais cette action est encore controversée. Enfin, il semblerait que les polluants facilitent la sortie des allergènes de la paroi des grains de pollen [11].

### 1.2.3 Qualité de l'air autour de l'Étang de Berre

A) Surveillance des niveaux de pollution

En France, des associations agrées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) ont été mises en place sur tout le territoire dans le but de mesurer la qualité de l'air.

Airfobep, une des premières AASQA créée (1972), a en charge la surveillance de l'Ouest du département des Bouches-du-Rhône.

La surveillance réglementaire de la qualité de l'air ambiant consiste à évaluer les niveaux de concentration de différentes substances définies par des décrets et directives nationaux et communautaires. Ces substances sont :

- le dioxyde de soufre ($SO_2$),
- l'ozone ($O_3$),
- le dioxyde d'azote ($NO_2$),
- les particules en suspension ($PM_{10}$),
- le monoxyde de carbone (CO),
- les composés organiques volatils (COV), dont le benzène ($C_6H_6$)
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
- les métaux lourds (As, Cd, Ni et Pb)

La surveillance assurée par Airfobep repose sur :

- des mesures en continu à l'aide de 33 stations de mesure fixes (figure 8) dont 28 sur la zone de Fos - Étang de Berre.
- des mesures en discontinu à l'aide de stations mobiles ou par campagnes de mesures temporaires sur une zone.
- des estimations à partir de modélisations sur des zones dépourvues de stations de mesures.

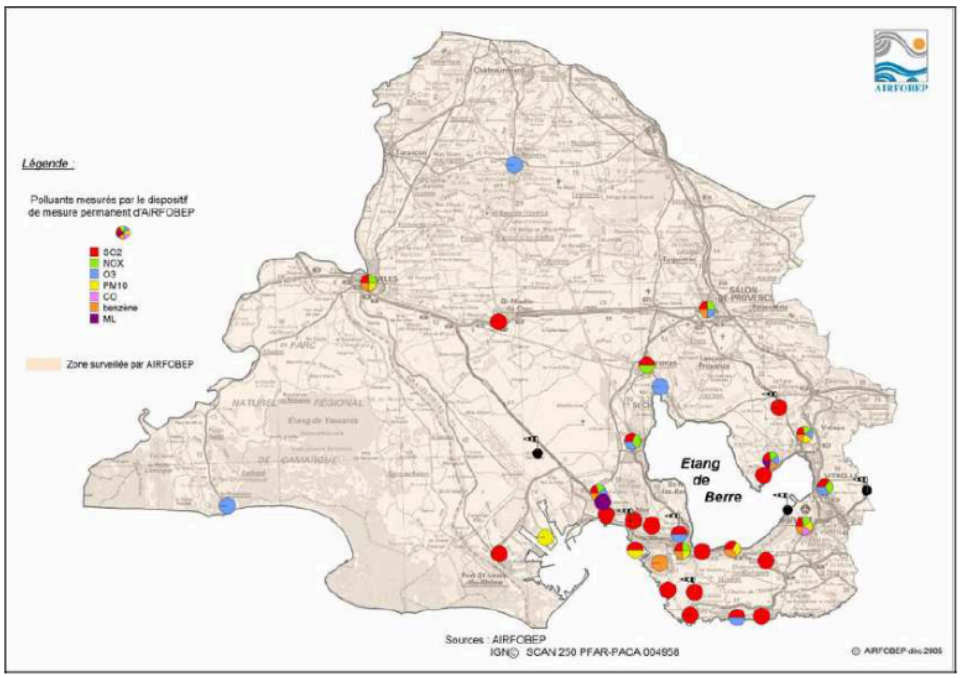



**Figure 8 : Localisation des stations de mesures fixes d'Airfobep en 2005 [B]**

*a) Pollution de fond*

Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels est attribué l'impact sanitaire le plus important dans les études à court terme [1].

D'après le bilan de la qualité de l'air de l'année 2005 publié par Airfobep [1], aucun dépassement des valeurs de référence réglementaires (annexe 6 : Valeurs réglementaires pour la qualité de l'air extérieur) n'a été observé pour le dioxyde de soufre ($SO^2$), les oxydes d'azote (NO et $NO^2$), le monoxyde de carbone (CO), les métaux lourds (Pb, As, Cd, Ni) autour de l'Étang de Berre.

Une diminution importante des concentrations moyennes annuelles de dioxyde de soufre est à noter entre 1998 et 2001, suite à une réglementation plus stricte sur les émissions soufrées. Depuis 2001, les moyennes annuelles mesurées dans les principales villes de l'ouest des Bouches-du-Rhône se sont stabilisées autour de 10 µg/m$^3$. Ces valeurs sont en adéquation avec la baisse des rejets, présenté par les industriels (cf. figure 5, 1.2.2 A).

Concernant le $NO_2$, les stations de la zone présentent des valeurs moyennes par 24 h comprises entre 14 µg/m$^3$ en moyenne annuelle à Sausset-les-Pins et 43 µg/m$^3$ à Marignane Ville, valeurs inférieures à la norme actuelle de 50 µg/m$^3$.

L'objectif de qualité de 30 µg/m$^3$ n'a été atteint que pour une des 6 stations qui mesurent les $PM_{10}$ (Châteauneuf – La Mède), par contre la valeur limite pour la protection de la santé humaine (40 µg/m$^3$) n'a jamais été dépassée. Les valeurs moyennes sur 24 h sont comprises entre 24 µg/m$^3$ à Carry-le-Rouet et Martigues – Île et 30 µg/m$^3$ à Châteauneuf – La Mède.

Pour l'ozone, les objectifs de qualité pour la protection de la santé humaine et pour la protection de la végétation, ont été dépassés pour les 10 stations du pourtour de l'Étang de Berre. Entre 2001 et 2005, l'objectif de qualité pour la protection de la santé a été dépassé en moyenne un jour sur trois. En 2005, le nombre de dépassements a été de 9 à Marignane (en 7 jours) jusqu'à 160 dépassements à Rognac (en 87 jours).

Pour les hydrocarbures (HAP), aucune valeur de référence réglementaire n'existe pour l'instant. Les valeurs mesurées par les 4 stations du pourtour de l'Étang de Berre sont d'environ 1200 µg/m$^3$ en moyenne annuelle pour 2005 pour les hydrocarbures méthaniques et varient entre 9 et 29 µg/m$^3$ en moyenne annuelle pour les hydrocarbures non méthaniques.

Concernant le benzène, la valeur limite pour la protection de la santé actuelle en moyenne annuelle (10 µg/m$^3$) est respectée sur la quasi totalité du pourtour de l'Étang de Berre. La station de mesure à proximité du site industriel pétrochimique de Lavéra, enregistre des valeurs proches de cette valeur limite (8,4 µg/m$^3$) alors que la station à proximité du site industriel de Berre-l'Étang mesure des valeurs supérieures (10,7 µg/m$^3$). Dans les zones urbaines, les moyennes annuelles sont toutes inférieures à la valeur limite prévue pour 2010 (5 µg/m$^3$) mais dépassent parfois l'objectif de qualité (2 µg/m$^3$).

*b) Pollution de pointe*

Il s'agit des pics de pollution qui contribuent à l'impact sanitaire aigu [1] et [24]. Le bilan de la surveillance effectuée par Airfobep pour l'année 2005 renseigne sur les dépassements pour les polluants.

Les valeurs limites pour la protection de la santé humaine n'ont pas été dépassées pour les particules et les oxydes d'azote. Aucune procédure d'information-recommandation ou d'alerte n'a été déclenchée pour ces deux polluants.

Concernant le $SO_2$, les seuils d'information – recommandation et d'alerte de la population ont été dépassés pour de nombreuses stations, particulièrement autour de Lavéra, la Mède, Fos-sur-Mer et Berre-l'Étang - Rognac. Des procédures de réduction des émissions industrielles, appelées Sternes, ont été déclenchées soit pour l'ensemble de l'Étang (4 fois en 2005), soit pour de petites zones en particuliers à Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc, le sud de Martigues et la Côte-Bleue.

Le nombre de procédures engagées a diminué depuis cinq ans, ainsi pour le SO2, de 1998 à 2000 le nombre de dépassements du seuil d'information - recommandation a diminué significativement, environ de moitié. Depuis 2001, la diminution du nombre de dépassements s'est accélérée, ainsi entre 2004 et 2005 le nombre d'heures de dépassements a été divisé par deux.

En revanche, en 2005, le maxima des concentrations moyennes horaires est très proches, voire plus élevés pour certaines stations (autour de Lavéra, la Mède et Rognac), que celles des 4 années précédentes (valeur pouvant dépasser les 1600 µg/m3 en moyenne horaire pour La Mède et Martigues – La Gatasse en 2005).

Le seuil d'information – recommandations de la population pour l'ozone (180 µg/m3) a été dépassé pour toutes les stations du pourtour de l'Étang de Berre, ce qui a entraîné 33 procédures en 2005. Seul le niveau 1 du seuil d'alerte de la population (240 µg/m3 sur 3 heures) a été dépassé une fois à Rognac. Ces dépassements ont entraîné des actions de réduction des émissions (circulation automobile et industries) pendant 20 journées en 2005.

Les autres polluants ($NO_2$, CO, HAP, benzène) ne connaissent pas d'événement de pollution de pointe.

Ces dépassements ont pour principale origine les conditions climatiques particulières : inversion thermique, conditions anticycloniques, absence de vents ou alternance brise de mer – brise de terre. Pour l'ozone, les pics de pollutions sont très tributaires des conditions météorologiques et varient d'une année à l'autre. La pollution par l'ozone est loco-régionale, les masses d'air déplaçant ce polluant vers d'autres zones de la région.

*c) Détermination de zones à niveaux de pollution homogènes*

Afin d'évaluer l'homogénéité de la pollution sur la totalité de la zone d'étude ou sur des sous zones, nous avons utilisé les données issues des stations de mesures de polluants d'Airfobep, présentes dans les communes retenues entre 1998 et 2005. A partir des moyennes journalières des niveaux de pollution pour le $SO_2$, le $NO_2$ et les $PM_{10}$, ainsi que du maximum des moyennes mobiles 8h pour l'ozone, nous avons calculé les coefficients de corrélations et comparé les niveaux de pollution des différentes stations. Une zone est homogène lorsque les coefficients de corrélation entre stations sont supérieurs à 0,60 et que leurs niveaux moyens sont proches.

Pour l'ozone, les niveaux de pollution sont homogènes sur toute la zone, les moyennes sont comprises entre 63 et 86 µg/m$^3$ et les coefficients de corrélation varient de 0,88 à 0,98.

Concernant les PM10, les 5 stations disponibles sont bien corrélées (coefficients variant entre 0,77 et 0,89). Les 2 stations proches des industries (Fos Carabins et Châteauneuf La Mède) sont bien corrélées avec les stations urbaines, car du fait de la très bonne diffusion de ce polluant, les niveaux moyens sont très proches sur des zones très étendues. Ici, les moyennes sont toutes comprises entre 24 et 29 µg/m$^3$.

Pour le $NO_2$, les stations urbaines sont bien corrélées entre elles (coefficients variant de 0,69 à 0,93) et les niveaux sont relativement homogènes sur la zone (moyennes entre 16 et 39 µg/m$^3$). Les 2 stations à proximité des industries (Sausset-les-Pins et Rognac), sont bien corrélées avec les stations urbaines (0,61 à 0,90) ce qui indique qu'elles ne sont pas sous l'influence des panaches.

Enfin pour le $SO_2$, il a fallu séparer les stations urbaines des stations industrielles. Les coefficients de corrélation varient de -0,16 à 0,61 pour les stations urbaines et les moyennes sont comprises entre 7 et 23 µg/m$^3$. Les stations industrielles sont assez bien corrélées quand elles sont proches géographiquement et peu corrélées sinon (coefficients entre -0,22 et 0,79) ; les moyennes varient de 4 à 28 µg/m$^3$.

Cinq zones géographiques semblent se dessiner qui, bien que ne respectant pas le critère de corrélation de 0,60, apparaissent relativement homogènes en terme de pollution atmosphérique :

- Berre-l'Étang, Rognac, La Fare-les-Oliviers, Vitrolles, Velaux
- Marignane, Gignac-la-Nerthe, St Victoret ;
- Martigues et Châteauneuf-les-Martigues ;
- Istres, Miramas, St Chamas ;
- Sausset-les-Pins et Carry-le-Rouet ;

Les stations de Port-Saint-Louis-du-Rhône, Fos-sur-Mer et Port-de-Bouc ne sont pas bien corrélées entre elles et avec Martigues (corrélations souvent négatives). Il semble donc difficile d'en constituer une zone, elles subissent certainement l'influence de plusieurs industries et des transports. Les stations de Martigues sont assez bien corrélées entre elles mais sont parfois aussi très bien corrélées avec les stations des communes voisines (annexe 7 : tableaux de corrélations).

B) Surveillance des odeurs

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) du 30 décembre 1996, précise que les nuisances olfactives excessives constituent une pollution atmosphérique. Devant le nombre important de plaintes liées à ces gênes en région Paca les AASQA de Paca, regroupée au sein d'Air – Alpes-Méditerranée, se sont vues confier en 2002 la mission de surveillance régionale des odeurs (SRO). Pilotée par Airfobep, cette mission a 3 objectifs : la gestion technique des outils de surveillance des nuisances olfactives, la détermination des zones de gêne olfactive et de sources potentielles d'odeurs et l'information sur les nuisances olfactives.

Cette surveillance repose sur 3 systèmes de collecte de données :

- le recensement des plaintes liées aux odeurs ;
- un jury de nez bénévoles constitués de riverains (il concerne uniquement la zone Ouest des Bouches-du-Rhône depuis 2005) ;
- des campagnes spécifiques (les Pennes-Mirabeau en 2005).

En pratique, les plaintes des riverains sont recueillies et compilées en temps réel puis transmises aux différents services administratifs de contrôle, pilotés par la Drire. A l'aide du logiciel Odotrace, les sources des odeurs sont alors recherchées.

Sur les 500 plaintes enregistrées en région Paca en 2005, 89 % provenaient du département des Bouches-du-Rhône et particulièrement de 5 zones spécifiques : Lançon-de-Provence, Châteauneuf-les-Martigues, Port-de-Bouc / Martigues, Sausset-les-Pins et Salon-de-Provence. Dans 75 % des cas, l'origine supposée des odeurs correspond aux industries. Les principales sources à l'origine des plaintes pour nuisances olfactives enregistrées durant l'année 2005 sont localisées sur des zones où l'activité industrielle est dominante (figure 9 et annexe 8 : La surveillance régionale des odeurs).

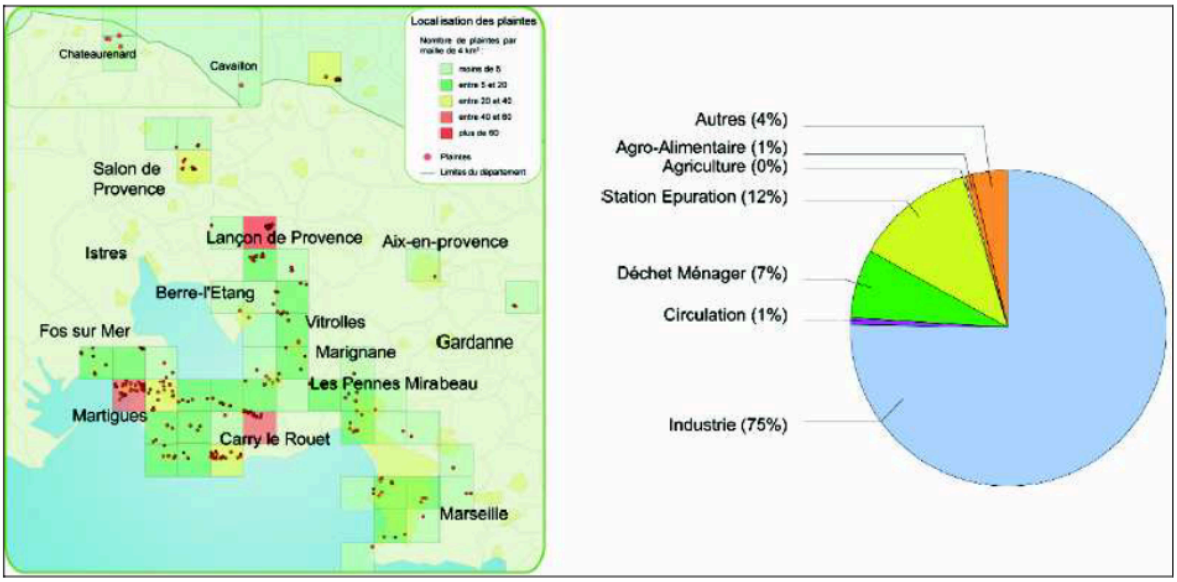



**Figure 9 : Localisation géographique et origines supposées des plaintes liées aux odeurs dans le département des Bouches-du-Rhône en 2005 [F]**

Le jury permanent de « nez » bénévoles mobilise plus de 140 riverains de l'Ouest des Bouches-du-Rhône. Pendant une semaine chaque mois de l'année, le « nez » relève chaque jour, à quatre créneaux horaires précis, les caractéristiques des odeurs de la zone en matière de concentration, d'intensité et de type d'odeur. Entre 900 et 1 000 observations sont ainsi faites tous les mois, le pourtour de l'Étang de Berre étant particulièrement bien surveillé. Le taux de perception (rapport entre le nombre de perceptions et le nombre d'observations) a été en moyenne de 9 % en 2005, il était de 12 % en 2003 et 2004 et de 20 % en 2002. Les zones qui ont connu les taux de

perception les plus forts en 2005 sont situées à Berre-l'Étang, Carry-le-Rouet et Sausset-les-Pins. D'après les caractéristiques et la localisation des odeurs, 64 % des sources supposées sont associées aux industries.

Compte tenu de la baisse des taux de perception depuis 2002, un biais d'habitude à l'odeur peut être envisagé. D'après Airfobep, le fait que chaque « nez » relève les odeurs une semaine par mois seulement, les entraînements réguliers et le nombre élevé de « nez » de ce réseau permettent de restituer au mieux le ressenti des populations de la zone. Pour les mêmes raisons, un potentiel biais de cristallisation autour d'une odeur, semble pouvoir être écarté. La baisse du taux de perception illustrerait les efforts de réduction des nuisances olfactives.

## 1.3 Caractéristiques de la zone de Fos – Étang de Berre

### 1.3.1 Définition de la zone

L'objectif est de constituer une zone regroupant l'ensemble des communes pouvant être impactées de façon notable par la pollution atmosphérique de l'Étang de Berre. Nous l'appellerons zone d'étude par la suite, dans le texte.

Les communes bordant cet étang sont Istres, Miramas, Saint-Chamas, Berre-l'Étang, Rognac, Vitrolles, Marignane, Châteauneuf-les-Martigues, Martigues et Saint-Mitre-les-Remparts.

Compte tenu des données géographiques et climatiques, de la définition de zones de pollution homogène (1.2.3 A) c) et de l'expertise d'Airfobep, il a été décidé d'intégrer à cette zone d'étude les communes :

- de Carry-le-Rouet et Sausset-les-Pins ; ces communes sont dans la trajectoire d'un vent faible de secteur Nord/Est entraînant une retombée de panaches industriels de la Mède et de Berre-l'Étang ; cette typologie météorologique se rencontre principalement durant la nuit en été comme en hiver ;
- de Saint-Victoret et de Gignac-la-Nerthe qui sont dans l'agglomération de Vitrolles - Marignane et sont sous les mêmes panaches provenant de la Mède au Sud-Ouest et de Berre - Rognac lorsque souffle le mistral ;
- de Velaux et la Fare-les-Oliviers qui subissent les retombées de panaches provenant de Rognac et de Berre par vent de sud ;
- de Fos-sur-Mer, Port-Saint-Louis-du-Rhône et Port-de-Bouc, qui font partie de l'arrondissement d'Istres et du Syndicat d'agglomérations nouvelles (SAN) Ouest Provence ; ces communes sont très industrialisées et constituent un bassin d'emploi pour les communes voisines.

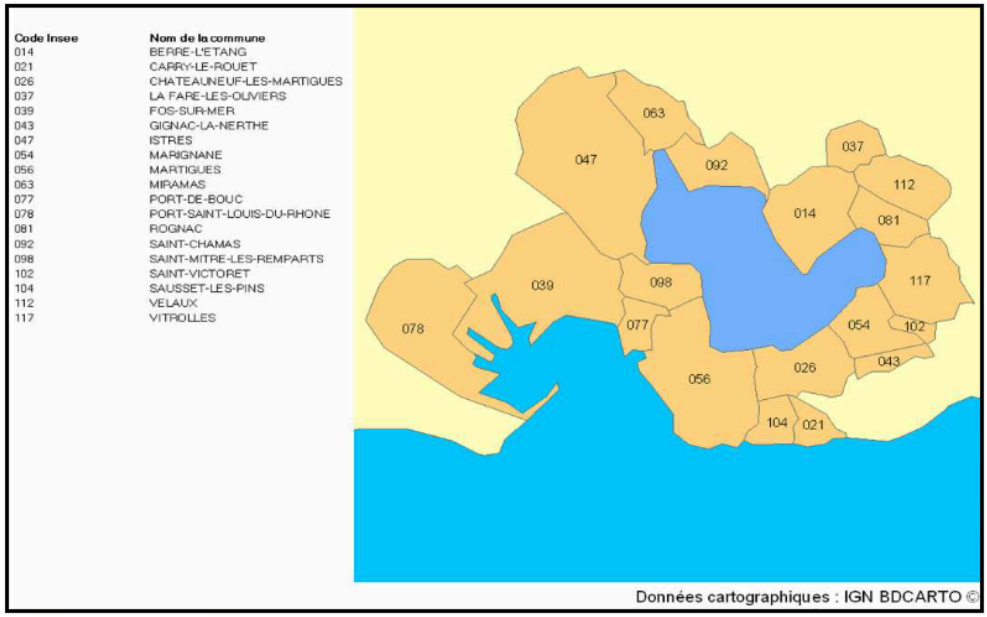



**Figure 10 : Zone d'étude retenue**

La zone retenue comprend donc 19 communes (figure 10) qui représentent une population de 306 183 habitants (RP 1999 de l'Insee).

### 1.3.2 Aspects démographiques

Les caractéristiques démographiques et socio-économiques d'une population peuvent influer sur son exposition à la pollution atmosphérique et sur son état de santé. Plusieurs facteurs sont à prendre en compte lors de l'interprétation de données sanitaires et lors de la comparaison de l'état de santé entre plusieurs populations.

L'évolution démographique de la population sur les dernières décennies influe sur son exposition aux pollutions environnementales. Ainsi, les populations immigrées auront été exposées moins longtemps aux polluants locaux que les populations autochtones. Elles auront été soumises en contrepartie à d'autres expositions liées à leur zone d'origine. Pour les pathologies d'origine environnementale ayant un temps de latence important (cancers…), il sera donc difficile d'estimer l'impact des différentes expositions (locales et autres).

Certaines catégories de la population sont plus sensibles à la pollution atmosphérique (enfants et personnes âgées en particulier). Ainsi une population exposée présentant une proportion importante de personnes sensibles paraîtra plus touchée qu'une population moins sensible. De plus, les populations plus âgées développent plus de maladies à temps de latence important que les populations jeunes du fait de leur âge.

A) Evolution démographique

L'industrialisation importante qu'a connue le pourtour de l'Étang de Berre a entraîné un afflux massif de population dans la région. Sa position centrale dans le département – à distance égale de Marseille, d'Aix-en-Provence et d'Arles – ainsi que des conditions naturelles remarquables, ont participé à l'attrait de l'Étang de Berre auprès des populations.

Ainsi, d'après le recensement de l'Insee de 1999, la population de la zone d'étude est passée de 113 165 habitants en 1962 à 306 183 habitants en 1999. L'évolution démographique a été de plus de 5 % par an en moyenne jusqu'à 1975 (figure 11). Ces données sont supérieures à celles du département qui compte moins de 3 % d'évolution par an sur la même période, ce qui montre l'attractivité de la zone. Entre 1990 et 1999, la progression n'a été en moyenne que de 0,7 % par an, ce qui est correspond aux données observées dans le reste du département (0,6 % par an entre 1990 et 1999).

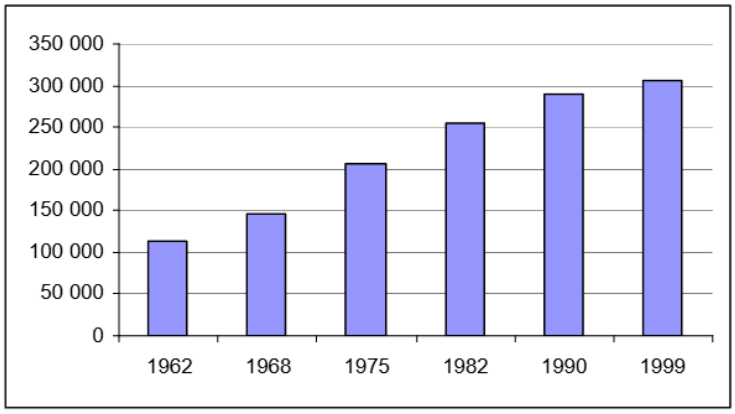



**Figure 11 : Evolution du nombre d'habitants de la zone d'étude aux différents recensements INSEE de 1962 à 1999 [G]**

Cette progression a deux composantes : le solde naturel (différence naissances - décès) et le solde migratoire (différence immigrants – émigrants).

Le solde naturel a augmenté régulièrement jusqu'au recensement de 1990, passant d'un excédent d'environ 1 600 naissances par an pour la période 1962-1968 à plus de 2 100 naissances par an pour 1982-1990. Ce solde naturel diminue dans les années 1990-1999, avec un excédent d'environ 1 800 naissances par an.

Jusqu'en 1990, le solde migratoire était plus important que le solde naturel. Un très fort apport de population est noté entre 1962 et 1990, avec un solde de plus de 6 000 personnes par an. Pour la période 1990-1999, le solde migratoire devient négatif, avec environ 120 départs par an sur l'ensemble de la zone d'étude (figure 12). Ces données sont proportionnellement plus élevées que pour le reste du département des Bouches-du-Rhône.

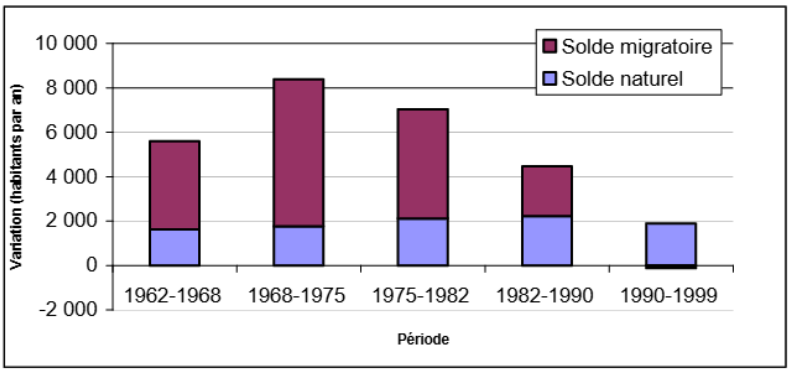



**Figure 12 : Evolution des soldes migratoire et naturel pour notre zone d'étude entre 1962 et 1999 [G]**

Toutes les communes n'ont pas connu la même évolution démographique (figure 13) entre 1962 et 1999:

- communes ayant connu une augmentation de leur population inférieure à 100 % : Port-Saint-Louis-du-Rhône, Berre-l'Étang, Port-de-bouc, Saint-Chamas, Saint-Victoret, Martigues ;
- communes ayant vu leur population augmenter de 100 % à 300 % : Miramas, Châteauneuf-les-Martigues, La Fare-les-Oliviers, Marignane, Rognac, Carry-le-Rouet ;
- communes ayant vu leur population augmenter de 300 % à 600 % : Istres, Gignac-la-Nerthe, Fos-sur-Mer, Saint-Mitre-les-Remparts, Velaux, Sausset-les-Pins ;
- communes ayant vu leur population augmenter de plus de 600 % : Vitrolles.

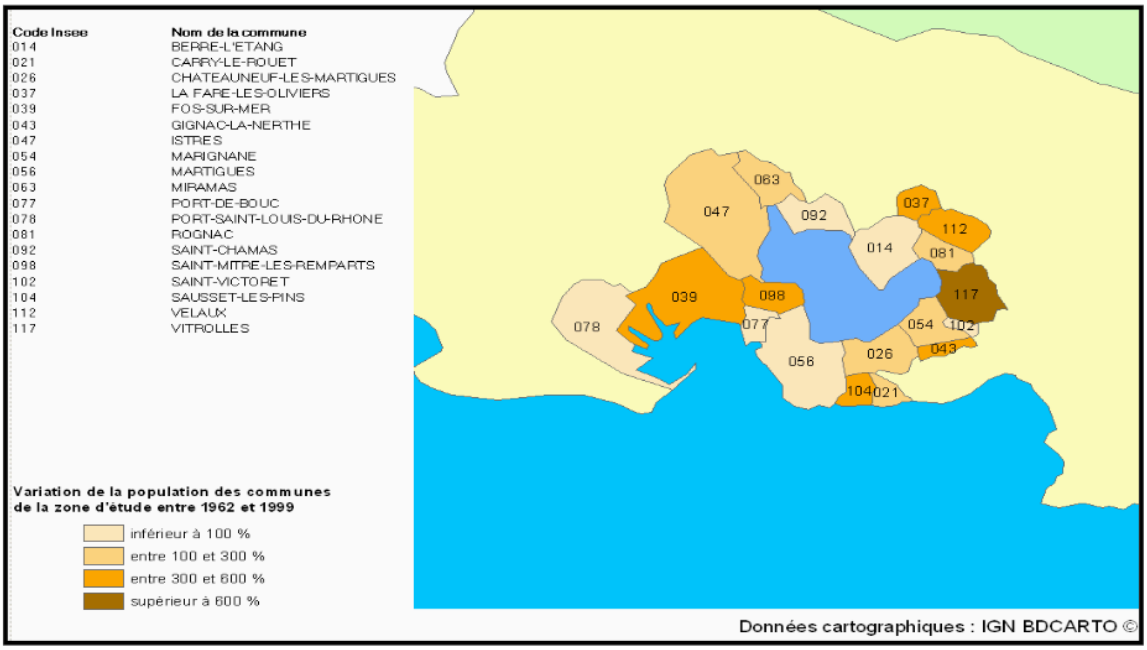



**Figure 13 : Variation de la population des communes de la zone entre 1962 et 1999 [G]**

Pour la période 1962-1999, l'évolution a été de 170 % pour l'ensemble de la zone, ce qui est très supérieur aux évolutions du département des Bouches-du-Rhône (41,7 %) et de la région Paca (59,8 %).

B) Pyramide des âges

La population de notre zone d'étude est plus jeune que celle des Bouches-du-Rhône et de la région Paca (figure 14). Les plus de 60 ans représentent 17,4 % de la population dans la zone contre 21,3 % dans le département et 24,1 % dans la région. Les moins de 15 ans, quand à eux, sont 19,1 % dans notre zone contre 17,5 % au niveau des Bouches-du-Rhône et 17 % au niveau régional.

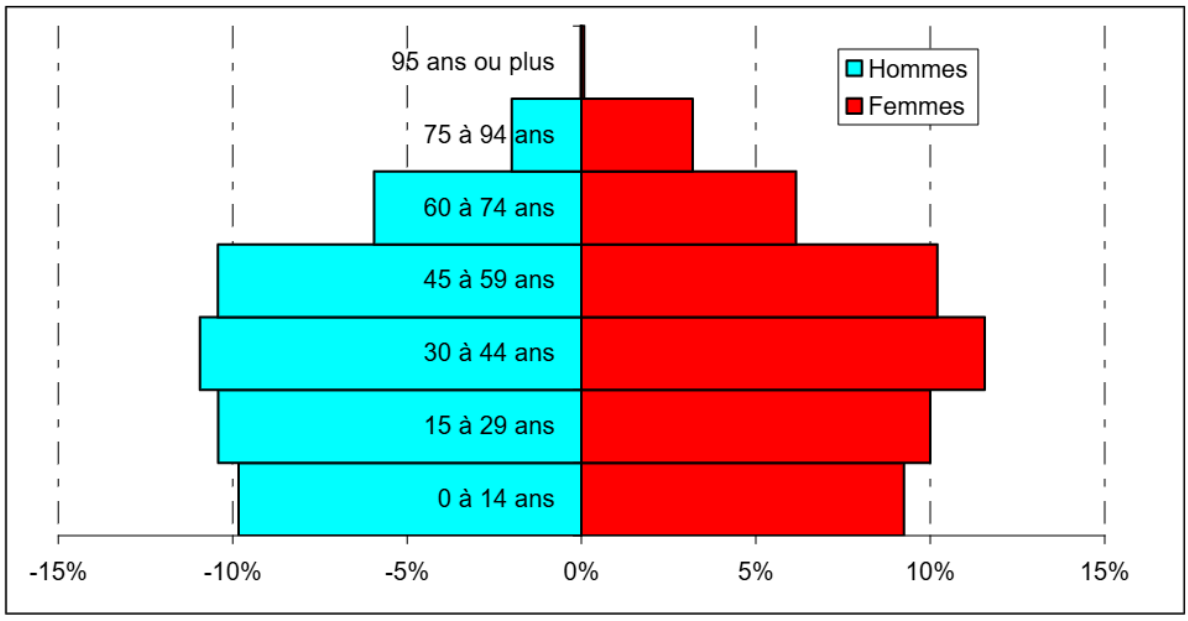



**Figure 14 : Pyramide des âges en 1999 pour la zone étudiée [G]**

La répartition en fonction de l'âge de la population des communes, permet de distinguer trois groupes :

- Les communes ayant une population plus âgée que la moyenne de la zone (plus de 17,4 % de plus de 60 ans et moins de 19,1 % de moins de 15 ans) : Carry-le-Rouet, Sausset-les-Pins, Port-Saint-Louis-du-Rhône, Port-de-Bouc, Châteauneuf-les-Martigues, Martigues, Saint-Mitre-les-Remparts, La Fare-les-Oliviers.
- Les communes intermédiaires (plus de 17,4 % de plus de 60 ans et plus de 19,1 % de moins de 15 ans ou moins de 17,4 % de plus de 60 ans et moins de 19,1 % de moins de 15 ans) : Saint-Chamas, Marignane, Miramas, Saint-Victoret, Velaux, Rognac, Berre-l'Étang.
- Les communes ayant une population plus jeune que la moyenne de la zone (moins de 17,4 % de plus de 60 ans et plus de 19,1 % de moins de 15 ans) : Istres, Gignac-la-Nerthe, Fos-sur-Mer et Vitrolles.

C) Répartition géographique

Les 19 communes de la zone ne sont pas toutes aussi densément peuplées et n'ont pas le même poids démographique (figure 15) :

- Les 9 communes de moins de 10 000 habitants au recensement de 1999 représentent moins de 20 % de la population de la zone d'étude. Il s'agit, par ordre croissant, de Saint-Mitre-les-Remparts, Carry-le-Rouet, La Fare-les-Oliviers, Saint-Chamas, Saint-Victoret, Sausset-les-Pins, Velaux, Port-Saint-Louis-du-Rhône et Gignac-la-Nerthe.
- Les 10 communes ayant une population de plus de 10 000 habitants et correspondant à 80 % de la population de la zone sont par ordre croissant : Châteauneuf-les-Martigues, Rognac, Berre-l'Étang, Fos-sur-Mer, Port-de-Bouc, Miramas, Marignane, Vitrolles, Istres et Martigues.

En 1999, 79 % des 119 communes des Bouches-du-Rhône et 92 % des 963 communes de la région Paca comptaient moins de 10 000 habitants. Ces communes représentaient 20,2 % de la population du département et 28,9 % de la population de la Région. Notre zone compte donc proportionnellement plus de communes de plus de 10 000 habitants que la région.

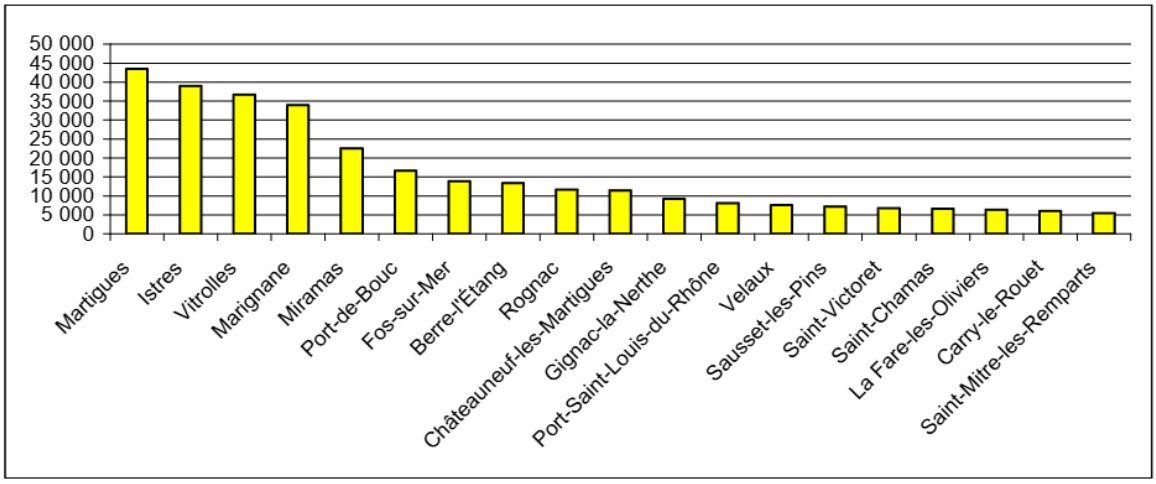



**Figure 15 : Population des communes de la zone au recensement de 1999 [G]**

La densité de population varie de 111 habitants/km² pour la commune de Port-St-Louis-du-Rhône à 1 517 pour la commune de Port de Bouc (figure 16). Pour l'ensemble de la zone, la densité de population est de 462 habitants/km², ce qui est supérieur à la moyenne départementale (361 habitants/km²) et à la moyenne régionale (144 habitants/km²).

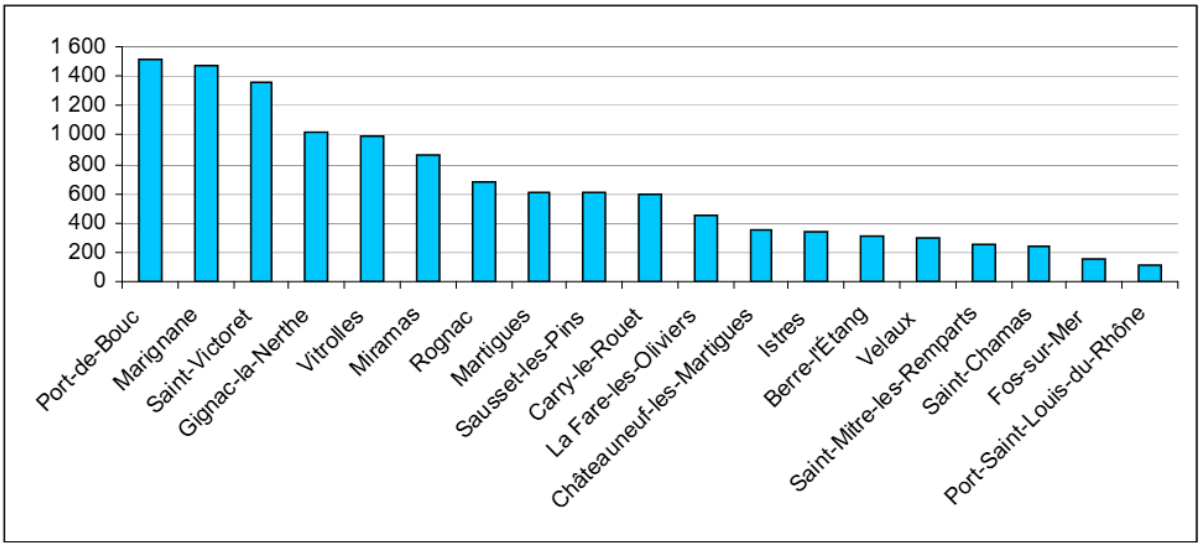



**Figure 16 : Densité de population des communes de la zone en 1999 [G]**

En conclusion, la zone de l'Étang de Berre est densément peuplée par rapport au reste des Bouches-du-Rhône et a connu une augmentation croissante et importante de sa population par rapport au reste des Bouches-du-Rhône depuis les années 1960, avec un ralentissement de cette évolution depuis 15 ans. La zone compte proportionnellement plus de villes de plus de 10 000 habitants que le département des Bouches-du-Rhône. Enfin, la population de la zone est plus jeune que les moyennes du département.

### 1.3.3 Aspects socio-économiques

Des études épidémiologiques montrent que les populations défavorisées économiquement présentent plus de problèmes de santé [12-13]. Ces populations ont en général un accès aux soins limité et une moins bonne hygiène de vie que les populations aisées. Elles sont aussi soumises à des conditions de travail plus difficiles et sont donc susceptibles de développer des maladies professionnelles. Ainsi une population constituée d'un nombre élevé de chômeurs et d'ouvriers présentera globalement une morbidité et une mortalité plus élevée qu'une population aisée vivant dans la même zone.

La répartition géographique d'une population influe aussi sur son exposition à la pollution atmosphérique. Comme nous l'avons vu précédemment, les populations de notre zone peuvent être soumise à des retombées de panaches industriels selon la direction des vents. Les communes se trouvant à proximité des voies de communication seront, elles, plus exposées aux polluants liés aux transports.

Enfin, les déplacements domicile – travail de la population active impliquent des expositions à la pollution atmosphérique variables au cours de la journée, dépendantes du lieu de travail et de résidence. Il est donc difficile de considérer que la population active est soumise à la même exposition que les personnes restant toute la journée près de leur lieu d'habitation (enfants scolarisés, personnes âgées…).

A) Catégories socioprofessionnelles

La répartition des actifs selon leurs catégories socioprofessionnelles donne une indication sur l'importance de l'industrie, sur les taux d'activité et de chômage de la zone d'étude Fos - Étang de Berre (annexe 9 : Catégories socioprofessionnelles autour de l'Étang de Berre).

| | | Zone d'étude | Bouches-du-Rhône | Paca | France |
|---|---|---|---|---|---|
| Taux d'activité | | 55,8% | 52,8% | 51,6% | 55,2% |
| Catégories Socio Professionnelles | Agriculteurs exploitants | 0,4% | 0,7% | 1,2% | 2,4% |
| | Artisans, commerçants et chefs d'entreprises | 4,5% | 5,6% | 7,1% | 5,7% |
| | Cadres et professions intellectuelles supérieures | 7,4% | 11,8% | 10,6% | 11,4% |
| | Professions intermédiaires | 21,2% | 20,9% | 19,8% | 20,9% |
| | Employés | 25,1% | 25,1% | 26,7% | 25,0% |
| | Ouvriers | 21,7% | 16,0% | 16,7% | 22,3% |
| | Chômeurs | 19,8% | 19,5% | 17,3% | 12,8% |

**Tableau 1 : Répartition des catégories socioprofessionnelles dans la zone, le département, la région et la France [G]**

Notre zone d'étude présente proportionnellement des caractéristiques socioprofessionnelles particulières (Tableau 1) :

- moins d'agriculteurs (0,4 %), de cadres et professions intellectuelles supérieures (7,4 %), d'artisans, commerçants et chefs d'entreprises (4,5 %) par rapport aux données départementales, régionales et nationales ;
- plus d'ouvriers (21,7 %) que pour le département (16 %) et la région (16,7 %) mais environ autant qu'au niveau national (22,3 %) ;
- plus de chômeurs (19,8 %) par rapport aux niveaux nationaux (12,8 %) et régionaux (17,3 %).

Les communes de la zone n'ont pas toutes les mêmes répartitions socioprofessionnelles dans leurs populations. Trois types de communes se détachent de ce bilan :

- Des communes ayant une population plutôt constituée d'ouvriers et d'employés et plus touchées par le chômage : Berre-l'Étang, Châteauneuf-les-Martigues, Fos-sur-Mer, Marignane, Miramas, Port-de-Bouc, Port-Saint-Louis-du-Rhône, Saint-Victoret et Vitrolles.
- Des communes intermédiaires, présentant une population plus hétérogène : Gignac-la-Nerthe, Istres, Martigues, Rognac et Saint-Chamas.
- Des communes habitées par des artisans, commerçants, chefs d'entreprises, cadres et professions intellectuelles supérieures ainsi que des professions intermédiaires : Carry-le-Rouet, La Fare-les-Oliviers, Velaux, Saint-Mitre-les-Remparts et Sausset-les-Pins.

B) Déplacements domicile travail

D'après le recensement de 1999 mené par l'Insee, chaque jour 142 999 trajets domicile – travail sont en rapport direct avec notre zone (22,3 % des trajets des Bouches-du-Rhône). Parmi ces trajets, 31 421 (soit 22 %) proviennent de l'extérieur de la zone et y entrent, 25 738 (18 %) en sortent et 85 840 (60 %) ont lieu au sein de la zone.

Parmi les 111 578 (85 840 + 25 738) personnes actives habitant la zone, 48 567 (soit 43,5 %) travaillent dans leur commune de résidence. La mobilité hors commune est plus importante autour de l'Étang de Berre que pour l'ensemble des Bouches-du-Rhône (61,1 % des travailleurs restent dans leur commune d'habitation) et que pour l'ensemble de la région Paca (55,4 % des travailleurs restent dans leur commune). Le détail pour chaque commune est présenté en annexe (annexe 10 : Déplacements domicile travail dans la zone d'étude en 1999).

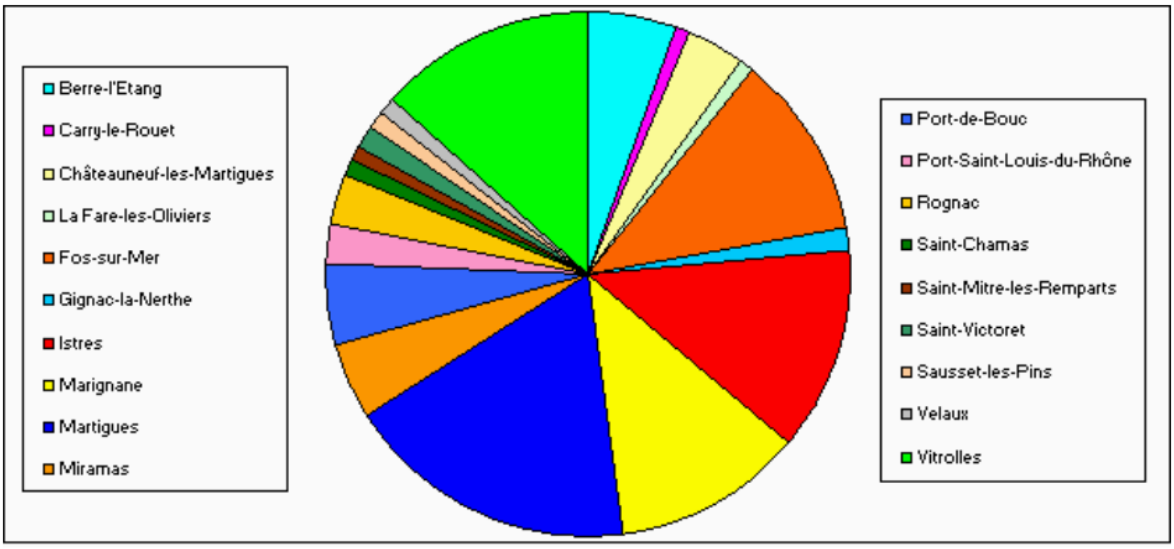



**Figure 17 : Répartition par commune d'emploi des travailleurs de la zone restant dans la zone [G]**

Au sein de la zone, ce sont les communes offrant le plus d'activités qui attirent les travailleurs des autres communes. Cinq communes regroupent les deux tiers des emplois occupés par des travailleurs de la zone : Martigues (18 %), Vitrolles (13,4 %), Istres (12,4 %), Marignane (11,7 %) et Fos-sur-Mer (11,4 %) (Figure 17). L'importance de ces communes est due principalement à leur poids démographique et aux entreprises présentes sur leur territoire.

Les communes regroupant les grandes zones industrielles n'ont pas toutes le même impact sur les déplacements domicile – travail. Fos-sur-Mer est la commune qui accueille le plus de travailleurs issus d'autres communes de la zone (figure 18). Ces 6 716 personnes sont deux fois plus nombreuses que les habitants de Fos-sur-Mer travaillant sur place (3 109).

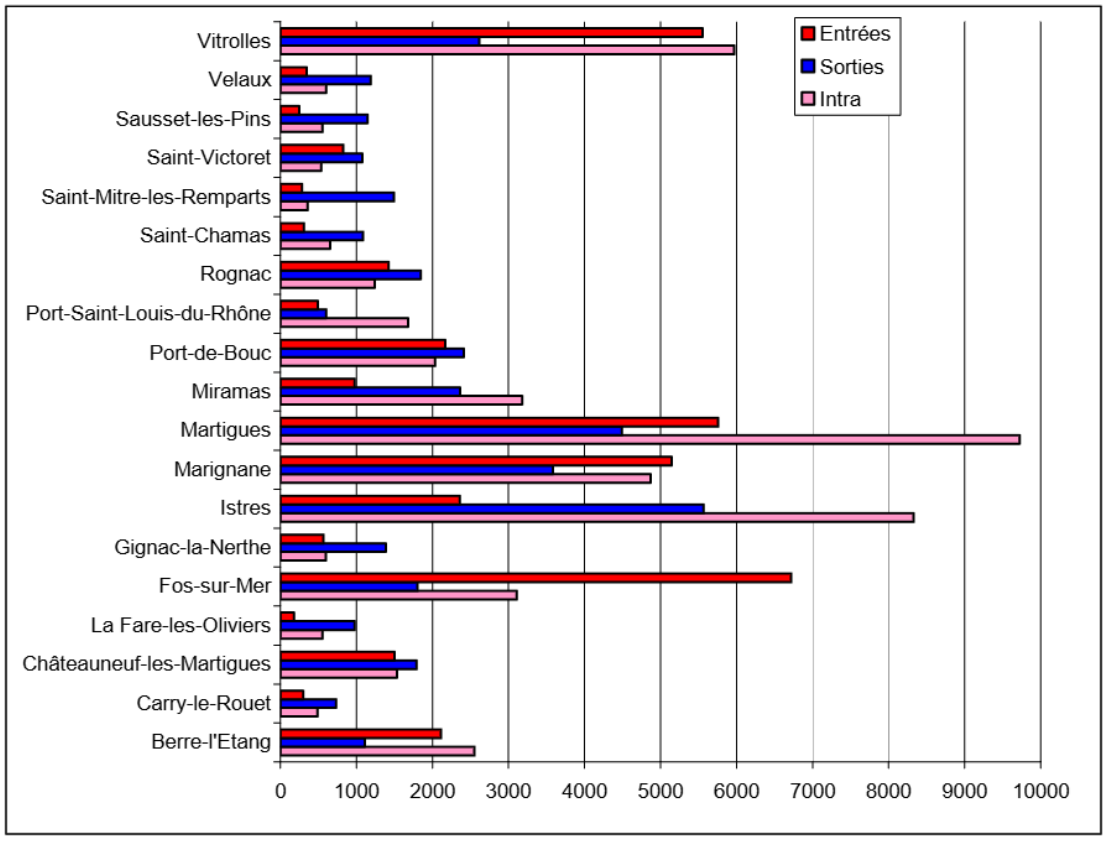



**Figure 18 : Déplacements domicile - travail au sein de la zone en 1999, par commune [G]**

Berre-l'Étang, Rognac, Port-de-Bouc et Châteauneuf-les-Martigues accueillent à peu près autant de travailleurs issus de la zone que de travailleurs issus de la commune. Port-Saint-Louis-du-Rhône accueille peu de travailleurs des autres communes de la zone.

Les principales villes dortoirs de la zone sont Carry-le-Rouet, La Fare-les-Oliviers, Gignac, Rognac, Saint-Chamas, Saint-Mitre-les-Remparts, Saint-Victoret, Sausset-les-Pins et Velaux. Les travailleurs habitant ces communes sont moins de la moitié à rester sur place pour leur travail.

L'Insee indique que « les personnes exerçant des professions telles que chauffeur routier ou taxi, VRP, commerçant ambulant ou marin pêcheur sont considérées, par convention, comme travaillant dans leur commune de résidence ». Ce regroupement peut présenter un biais pour caractériser l'exposition à la pollution atmosphérique de ces professions car ils sont soumis à des conditions environnementales totalement différentes des personnes travaillant dans leur commune de résidence.

### 1.3.4 Accès aux soins dans la zone d'étude

L'accès aux soins et l'offre de soins sont aussi à considérer pour connaître l'état de santé d'une population.

A) Médecins libéraux dans la zone d'étude

La région Paca est la région française la mieux dotée proportionnellement en médecins libéraux : plus de 270 pour 100 000 habitants contre 200 au niveau national. Le Département des Bouches-du-Rhône est l'un des départements de la région les mieux pourvus avec plus de 290 médecins libéraux pour 100 000 habitants [14].

| /100 000 habitants | Généralistes | Spécialistes | Dont | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Pédiatres | Cardiologues | Pneumologues | ORL |
| Zone | 111 | 86 | 6 | 8 | 2 | 4 |
| Paca | 135 | 143 | 7 | 13 | 3 | 6 |
| BDR | 136 | 156 | 8 | 15 | 3 | 5 |

**Tableau 2 : Répartition, en nombre de médecins pour 100 000 habitants, des médecins généralistes et de certains spécialistes sur la zone en 2006 [H]**

Dans la zone, il y a environ 111 généralistes pour 100 000 habitants ce qui est inférieur aux moyennes régionale et départementale qui sont supérieures à 130 généralistes pour 100 000 habitants (Tableau 2). La répartition par cantons présentée par l'observatoire régional de la santé (Ors Paca) (figure 18) montre bien que le pourtour de l'Étang de Berre est moins favorisé que le reste du département et que les agglomérations de Marseille, Aix-en-Provence et Arles en particulier. De plus, la répartition n'est pas homogène puisque les cantons de Martigues, Marignane et Vitrolles sont mieux pourvus que les autres cantons de la zone.

Concernant les spécialistes, notre zone en compte 86 pour 100 000 habitants, toutes spécialités confondues, ce qui est en dessous des moyennes du département et de la région (Tableau 2). La proportion de pédiatres, pneumologues et ORL parmi l'ensemble des spécialistes est plus élevée autour de l'Étang de Berre que dans les Bouches-du-Rhône et la région Paca ; ce n'est pas le cas pour les cardiologues (Tableau3).

| /Total Spécialistes | Pédiatres | Cardiologues | Pneumologues | ORL |
|---|---|---|---|---|
| Zone | 7,1 % | 8,6 % | 2,6 % | 4,5 % |
| Paca | 4,9 % | 9,1 % | 1,9 % | 3,9 % |
| BdR | 4,9 % | 9,3 % | 1,9 % | 3,3 % |

**Tableau 3 : Part de différents médecins spécialistes sur la zone en 2006 [H]**

B) Etablissements de soins

Les communes de la zone d'étude disposent d'un centre hospitalier à Martigues et de cinq cliniques, à Miramas, Istres, Martigues, Marignane et Vitrolles.

Le CH les Rayettes de Martigues propose de nombreuses spécialités en médecine, chirurgie et obstétrique ainsi qu'un service d'urgences et un plateau technique complet. Il comptabilise 486 lits à travers ses différents services.

Les cliniques de Martigues, Marignane, Vitrolles et l'Hôpital privé d'Istres sont des établissements, de plus petite taille (de 70 à 160) présentant des spécialités de médecine et de chirurgie diverses. La clinique de Miramas est un centre de soins de suites et de réadaptation.

L'attractivité de ces établissements est assez locale :

- le CH et la clinique de Martigues reçoivent principalement des patients de Martigues, Port-de-Bouc, Saint-Mitre-les-Remparts, Fos-sur-Mer, Châteauneuf-les-Martigues, Sausset-les-Pins, Carry-le-Rouet et Istres ;
- la clinique d'Istres reçoit principalement des patients d'Istres, de Fos-sur-Mer et de Saint-Mitre-les-Remparts [15].

Les populations des 19 communes de la zone d'étude se rendent aussi dans d'autres établissements de soins :

- les hôpitaux de Marseille pour des habitants de Saint-Victoret, Vitrolles, Rognac, Carry-le-Rouet et Sausset-les-Pins mais aussi de toute la zone pour certaines pathologies plus rares ;
- les établissements de soins de Salon-en-Provence pour les habitants de Berre-l'Étang, Miramas, Saint-Chamas et La Fare-les-Oliviers ;
- les établissements de soins d'Aix-en-Provence pour des habitants de Velaux et de La Fare-les-Oliviers ;
- les établissements de soins d'Arles pour les habitants de Port-Saint-Louis-du-Rhône [15].

Des bassins hospitaliers ont été définis en fonction de l'attractivité exercée par les établissements de soins privés et publics d'une commune, appelée pôle hospitalier, sur les communes avoisinantes. Le bassin hospitalier regroupe les communes dont au moins 40 % des séjours hospitaliers ont lieu dans les établissements de soins du pôle hospitalier.

En 1999, la population de la zone d'étude se répartissait sur les bassins hospitaliers de Martigues, Istres, Arles, Aix-en-Provence et Marseille. Quelques communes de la zone n'appartenaient à aucun bassin hospitalier car leurs populations se répartissaient dans les différents établissements de la région ; c'étaient le cas des communes de Berre-l'Étang, Saint-Chamas, Miramas, La Fare-les-Oliviers, Marignane et Gignac-la-Nerthe [36] (annexe 11 : Carte des bassins hospitaliers de Paca).

# 2 CONNAISSANCES SUR L'ETAT DE SANTE DE LA POPULATION

Nous avons vu que la zone de l'Étang de Berre présente de nombreuses particularités géographiques et démographiques associées à une pollution atmosphérique importante par rapport au reste des Bouches-du-Rhône et de la région Paca. Pour connaître l'impact de la pollution atmosphérique sur l'état de santé des populations du pourtour de l'Étang de Berre, un bilan des données sanitaires existantes et des études réalisées a été mené afin de proposer des études complémentaires visant à répondre au mieux aux attentes locales.

## 2.1 Les données sanitaires

Il existe un certain nombre de bases de données médico - administratives et de registres pouvant fournir des données sur l'état de santé des populations.

### 2.1.1 Les données de mortalité

Le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc-Inserm) recueille les causes des décès à partir des certificats de décès, pour toute la France. Ces causes sont codées selon la Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes, 10ème révision (CIM10). Les certificats de décès remplis par les médecins contiennent des informations concernant les communes de décès et de résidence du défunt, les dates de décès et de naissance, le sexe, la cause du décès avec les éventuels états morbides et physiologiques y ayant contribué.

Il est donc possible à partir de cette base de comparer les taux de mortalité d'une zone géographique avec les données nationales, régionales, départementales. Des standardisations sur les caractéristiques démographiques (sexe, âge) ou un ajustement sur les facteurs de confusions (catégories socioprofessionnelles…) des populations sont nécessaires pour permettre des comparaisons. Les données sont actuellement disponibles de 1968 à 2002 [16].

### 2.1.2 Les données d'hospitalisation

Le Programme de Médicalisation du Système d'Information (PMSI), mis en place dans les établissements hospitaliers publics à partir des années 90 et les cliniques privées à partir de 1997, est un outil médico-économique qui permet de connaître l'activité hospitalière.

Toute hospitalisation effectuée dans un établissement de court séjour fait l'objet d'un Résumé de Sortie Standardisé (RSS) constitué d'un ou plusieurs Résumé(s) d'Unité Médicale (RUM). La partie administrative contient, entre autres comme informations, l'âge et le sexe du patient ainsi que son code de résidence. Les diagnostics médicaux sont codés selon la CIM10 et les actes selon la Classification commune des actes médicaux (CCAM). Les fichiers sont ensuite transformés en Résumé de Sortie Anonyme (RSA) avant d'être transmis aux Agences régionales d'hospitalisation (ARH). Ces fichiers sont regroupés au niveau de l'Agence technique de l'information hospitalière (ATIH) pour constituer une base nationale de données [17].

Ces données sont disponibles pour les établissements publics et privés de 1997 à 2004 [18]. Malgré la vocation plutôt économique du PMSI, il est possible de construire à l'échelle de la zone géographique des taux d'hospitalisation pour différentes pathologies respiratoires et cardiaques. Ces taux de séjour hospitalier ne peuvent cependant pas être assimilés à des taux de prévalence ou d'incidence de maladie.

### 2.1.3 Les données de l'assurance maladie

Le registre des affections de longue durée (ALD) des différents régimes de l'assurance maladie recouvre 30 groupes de pathologies entraînant des traitements longs et coûteux remboursés à 100 %. Ils permettent de connaître la date de prise en charge totale de patients souffrant de ces pathologies.

Les bases de données de consommation de soins, de médicaments et de vaccins de l'Urcam regroupés au sein du système national d'information interrégimes de l'assurance maladie (SNIIRAM), peuvent aussi renseigner sur la morbidité de certaines maladies, principalement pour des études analytiques géographiques ou temporelles. Les données disponibles correspondent aux ordonnances délivrées par les médecins. Le principal problème vient du fait que les médicaments prescrits mais non remboursés et les médicaments en vente libre ne sont pas enregistrés dans la base.

D'autres bases de données peuvent renseigner sur les ventes de médicament : les ventes des grossistes répartiteurs en pharmacie et les bases à visées économiques créées par les entreprises de l'industrie pharmaceutique.

Les grossistes répartiteurs sont les principaux intermédiaires entre les groupes pharmaceutiques et les officines. A l'heure actuelle, trois entreprises se partagent plus de 95 % de ce marché. Elles disposent de succursales régionales et départementales. Mais la vente directe, sans intermédiaires, est de plus en plus importante. Le Groupement pour l'Elaboration et la Réalisation de Statistiques (GERS) est l'une de ces bases statistiques.

### 2.1.4 Les registres de cancers

La France métropolitaine dispose à l'heure actuelle de 21 registres des cancers couvrant 13 % de la population. Ces registres, regroupés au sein du réseau Francim (France – cancer - incidence et mortalité), ont réuni leurs données afin de constituer une base informatique de qualité contenant près de 25 années de recueil pour les équipes les plus anciennes. Le réseau est financé par l'InVS et l'Inserm. Ces deux instituts et le Comité national des registres évaluent régulièrement les données recueillies.

Les registres généraux recueillent les données concernant toutes les pathologies cancéreuses. Ils sont au nombre de 10 et couvrent 11 départements (Bas-Rhin, Calvados, Doubs, Haut-Rhin, Hérault, Isère, Loire-Atlantique, Manche, Somme, Tarn, Vendée). Dans trois zones (Ile de France, Gironde, Nord).

Neuf registres locaux surveillent les cancers liés à des "organes" particuliers (système digestif, sein…).

Enfin, deux registres nationaux surveillent les cancers de l'enfant (entre 0 et 14 ans). Ce sont le Registre national des leucémies et des lymphomes de l'enfant (RNLLE) qui dispose de données nationales depuis 1990 et le Registre national des tumeurs solides de l'enfant (RNTSE) qui dispose de données depuis 2000.

Il n'existe pas de registre des cancers de l'adulte en Paca, mais les données nationales permettent de faire des extrapolations théoriques, à l'aide de la mortalité locale, de la morbidité (PMSI) et des caractéristiques de la population.

Les registres des cancers chez l'enfant étant nationaux, il existe des données pour la région Paca et donc pour la zone de l'Étang de Berre. Cependant ces bases offrent assez peu de recul pour l'instant. De plus, les cancers d'origine environnementale ayant souvent un temps de latence important et l'incidence des cancers chez les enfants étant très faible, l'exploitation statistique de ces données est délicate.

### 2.1.5 Les registres de maladies professionnelles

Certaines maladies ont pour origine des expositions professionnelles à des produits toxiques, ou à des situations contraignantes. Pour être reconnue comme maladie professionnelle, la pathologie développée par le travailleur doit répondre à un certain nombre de signes cliniques très détaillés. Si ce n'est pas le cas, la maladie est dite "maladie à caractère professionnelle" mais n'est pas prise en charge par la caisse des maladies professionnelles. Les registres de déclarations et d'indemnisations des maladies professionnelles sont un moyen de connaître la morbidité de certaines maladies d'origine professionnelles. Ils permettent de faire des études descriptives ou analytiques selon les besoins. L'utilisation de ces registres est délicate car ces maladies sont souvent sous-déclarées du fait de la limite parfois vague entre maladies professionnelles et maladies à caractère professionnelle due à des critères d'imputabilité restrictifs.

En septembre 2006, la Cire Sud va reprendre, en collaboration avec le CHU de Sainte Marguerite, la coordination du registre du mésothéliome pleural (spécifique à l'amiante) pour les départements du Var, des Bouches-du-Rhône, des Alpes-Maritimes et pour la Corse. Ce registre permettra une meilleure description de ces cas sur la zone Sud de la France (localisation plus précise, temps de latence, distribution par secteur d'activité…).

### 2.1.6 Les données des urgences hospitalières

Dans le cadre du renforcement de son réseau de surveillance, l'InVS expérimente depuis 2004, un réseau d'information à partir de différents intervenants d'urgences : les services d'urgence hospitaliers et les associations de médecins d'urgence en ville. L'objectif de ce réseau est d'assurer une veille sanitaire en temps quasi réel au niveau national.

Le système de remontée des données à partir des urgences (réseau Oscour) renseigne sur un certain nombre d'informations sociodémographiques et médicales des patients qui ont consulté aux urgences, tout en préservant leur anonymat. Les données disponibles concernent entre autres : la commune de résidence, l'âge et le sexe du patient, les date et heures de l'entrée et de la sortie des urgences, le motif d'entrée, la gravité (codée de 1 à 5), le diagnostic (CIM10) et l'orientation.

Ce système n'est pas encore très développé en région Paca, puisqu'il ne concerne pour le moment que les hôpitaux de Hyères et de Briançon. Cependant, il est prévu d'inclure tous les établissements publics d'ici 2009.

## 2.2 Les études sur la santé de la population dans la zone de l'Étang de Berre

### 2.2.1 Etudes descriptives de l'état de santé de la population

A) Données régionales et par cantons de l'ORS Paca

L'Ors Paca, qui observe au plus près l'état de santé des populations de la région, présente un certain nombre de données obtenues à partir des registres médico-administratifs et regroupées sous la forme d'un tableau de bord régional dont la dernière version date de 2002 [14]. D'autres données sont disponibles aux niveaux départemental (Vaucluse et Alpes Maritimes), cantonal [19] et communal (pour la ville de Marseille). Des synthèses thématiques sont aussi disponibles pour certaines pathologies (cancers, VIH…), certaines populations (jeunes, femmes…), certains comportements (suicide, conduites addictives…) ainsi que pour les problématiques de santé au travail et de santé - environnement [20].

Ces différents documents donnent des informations sur l'état de santé autour de l'Étang de Berre et comparent ces données à celles du département des Bouches-du-Rhône et de la région Paca.

Les populations du pourtour de l'Étang de Berre présentent des taux de mortalité standardisés élevés pour un certain nombre de pathologies (annexe 12 : Mortalité par cantons dans les Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999) :

- Pour la mortalité générale, entre 1991 et 1999, tous les cantons de l'Étang de Berre se situent aux environs de la moyenne départementale (989 / 100 000 habitants) ou au dessus. Ils dépassent tous la valeur régionale de 948 décès pour 100 000 habitants. Les cantons de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de Vitrolles présentent des taux supérieurs à 1000 décès pour 100 000 habitants.
- Les cantons de Berre-l'Étang – Saint-Chamas et de Port-Saint-Louis-du-Rhône présentent les taux de mortalité prématuré (avant 65 ans) les plus élevés du pourtour de l'Étang de Berre.
- Une surmortalité par cancers est notée pour les cantons comprenant Istres, Saint-Mitre-les-Remparts, Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône.
- Une surmortalité pour les cancers de la trachée, des bronches et des poumons est observée sur les cantons précédents mais aussi à Marignane, Martigues, Berre-l'Étang – Saint-Chamas.
- Une surmortalité importante par maladies de l'appareil respiratoire, par bronchite chronique et maladies obstructives chroniques sont observées à Port-Saint-Louis-du-Rhône.
- Les populations de Berre-l'Étang et Saint-Chamas présentent une surmortalité par cardiopathies ischémiques importante [19].
- En région Paca, entre 1998 et 2001, les principales maladies professionnelles relevées sont des pathologies périarticulaires (49,5 %), des pathologies liées à l'amiante (28 %), des allergies (12,7 %), des surdités (2 %) [20].

Toutes les pathologies énumérées dans ce paragraphe peuvent avoir un lien avec la pollution atmosphérique (annexe 5). La mortalité qui leur est attribuable est souvent plus importante pour les populations du pourtour de l'Étang de Berre que pour l'ensemble des Bouches-du-Rhône.

B) Bilan de santé du SAN Ouest-Provence

Pour connaître plus précisément l'état de santé de sa population, le groupement de commune Ouest-Provence (88 550 habitants, 6 communes : Grans, Cornillon-Confoux, Miramas, Istres, Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis-du-Rhône) a établi en 2005 un bilan sur la santé de sa population [21] :

- Le taux de mortalité standardisé sur cette zone (6,3/1000 par an) est inférieur à ceux du département (9,4/1000 par an) et de la région (10,2/1000 par an).
- Il y a moins de médecins généralistes que dans le reste du département, mais il y a plus de médecins spécialistes sur le territoire de Ouest Provence que dans le reste du département.
- La population a plus recourt aux spécialistes que dans le reste du département.
- Il existe des inégalités socio-économiques entre les populations du groupement de communes.

Une prédominance des causes de mortalité liées aux maladies respiratoires est à noter pour Ouest Provence (particulièrement à Port-Saint-Louis-du-Rhône : mortalité par cancer de la trachée, des bronches et du poumon la plus la plus élevée du département et mortalité par bronchite chronique et maladies pulmonaires obstructives très élevées).

Afin d'avoir un meilleur aperçu de l'état de santé de sa population, le groupement de commune Ouest Provence a commandé à l'ORS Paca, un tableau de bord santé environnement pour la zone, du même type que celui effectué pour Marseille [14].

C) Etude sur la mortalité (2005)

Cette étude descriptive a été réalisée par l'INSERM en 2005, dans le cadre du dossier d'autorisation de l'incinérateur de la communauté urbaine de Marseille (CUM) à Fos-sur-Mer. Elle a consisté en une analyse comparative de la mortalité observée sur les communes de Fos-sur-Mer, Port-Saint-Louis-du-Rhône, Saint-Martin-de-Crau et sur la zone d'emploi de Fos-sur-Mer[1] par rapport à la métropole. Les données de mortalité sont celles du CépiDc-Inserm pour les dix années séparant les recensements de population de l'Insee de1990 et 1999. L'analyse porte sur les causes initiales de décès codées à l'aide de la classification internationale des maladies, 9ème révision. Les données de population de deux recensements précédents ont été utilisées pour calculer des taux de mortalité standardisés sur l'âge. Les principaux résultats montrent :

- une surmortalité générale significative pour Port-St-Louis-du-Rhône (12 %).
- une surmortalité significative pour certains cancers sur la zone d'emploi chez les hommes : poumon (+9 %), plèvre (+166 %), vessie (+28 %).

Cependant cette étude ne prend pas en compte les facteurs socio-économiques et donc la part des expositions professionnelles et environnementales. Elle ne tient pas compte non plus du fait qu'une part importante des populations a immigré dans la zone pendant les décennies précédentes et a donc connue d'autres expositions que celles de la zone d'emploi de Fos-sur-Mer.

[1] La zone d'emploi de Fos-sur-Mer est constituée des communes d'Aureille, Châteauneuf-les-Martigues, Cornillon-Confoux, Fos-sur-Mer, Istres, Martigues, Miramas, Mouriès, Port-de-Bouc, Port-Saint-Louis-du-Rhône, Saint-Chamas, Saint-Martin-de-Crau et Saint-Mitre-les-Remparts.

D) Etude de la prévalence de l'asthme (1999)

L'étude internationale ISAAC est une étude multicentrique dont l'objectif est d'évaluer la prévalence et les facteurs de risque des maladies allergiques chez les enfants. Elle regroupe 150 centres dans le monde et porte sur 521 601 enfants. La première phase a consisté à réunir les données sur la prévalence de l'asthme et des maladies allergiques disponibles pour chaque pays.

En France, cette étude a concerné 8 697 enfants âgés de 6 à 7 ans et 18 555 adolescents âgés de 13 à 14 ans, répartis sur 5 zones : Bordeaux, Étang de Berre (Panoxy-Berre), Languedoc-Roussillon, Ouest Marne et Strasbourg.

Les résultats montrent une prévalence du diagnostic d'asthme plus élevée dans les centres d'étude du Sud de la France (environ 15 % pour le sud de la France et 11 % pour les centres du nord du pays). La fréquence de la rhinite au cours des 12 derniers mois dans la région de Fos – Étang de Berre (45,4 %) est comparable à la moyenne des cinq zones (46,4 %). Cette étude confirme l'extrême fréquence des maladies allergiques, qui se situent au premier rang des maladies chroniques de l'enfant. Elle souligne par ailleurs la forte liaison, retrouvée bien évidemment dans la pratique quotidienne, existant entre asthme, rhinite et dermatite atopique [22].

E) Consommation de médicaments de la classe des antiasthmatiques (2004)

Cette étude transversale menée par interrogation des bases de données de remboursement du régime général de l'assurance maladie pour l'année 2000, a estimé le taux de prévalence annuel de patients ayant été remboursés pour des médicaments de la classe des antiasthmatiques (anti-histaminiques, broncho-dilatateurs et corticoïdes à inhaler).

Ce taux de prévalence annuel était de 10,8 % en France. Au sein du territoire national, deux zones de forte prévalence se distinguaient : le Sud Ouest et le Nord de la France. Dans la région Paca, le département des Bouches-du-Rhône affichait le second taux le plus élevé en France (13,7 %) après l'Hérault (13,8 %). Au sein des Bouches-du-Rhône, les taux de consommation les plus élevés étaient observés dans les zones d'emploi de l'Étang de Berre, de Fos-sur-Mer et de Marseille-Aubagne [23].

Il faut cependant noter qu'il n'est pas possible de connaître avec précision l'affection traitée du fait de la non spécificité des médicaments cibles qui peuvent être utilisés pour d'autres pathologies respiratoires obstructives que l'asthme (broncho-pneumopathie chronique obstructive, bronchiolite, dilatation des bronches). Il est de plus actuellement impossible de connaître la consommation réelle de ces médicaments, du fait de l'existence d'autres régimes d'assurance maladie et de la possibilité de prestations non présentées au remboursement.

### 2.2.2 Les études épidémiologiques en lien avec la pollution atmosphérique

Des études épidémiologiques analytiques ont été menées sur des populations de communes de la zone afin d'essayer d'établir un lien entre la pollution atmosphérique et certaines pathologies (annexe 15 : Les grands schémas d'études santé : les études épidémiologiques).

A) Étude épidémiologique Panoxy-Berre (1996)

La première étude épidémiologique menée sur la zone de l'Étang de Berre a été publiée en 1996. C'est une étude d'observation descriptive à la fois géographique et temporelle prospective menée sur de courtes périodes de temps.

Elle a été réalisée à la demande de Monsieur le Préfet des Bouches-du-Rhône, afin de répondre aux préoccupations d'élus du pourtour de l'Étang de Berre et aux recommandations du Citepa. La question posée était la suivante : "existe-t-il des effets sanitaires gênant reliés à la pollution atmosphérique (photochimique et autre), sur le

pourtour de l'Étang de Berre, sachant que les épisodes de plus forte pollution surviennent habituellement en janvier - février et en juillet – août ?"

L'objectif de l'étude était de rechercher les éventuels effets cliniques à court terme, y compris l'altération possible de la fonction respiratoire et à observer la prévalence de l'asthme et de l'atopie.

La zone d'étude, centrée sur l'Étang de Berre, était constituée de 2 sous-zones : une zone « non polluée » avec Arles et Salon ; une zone polluée avec Istres, Port de Bouc, Rognac, Velaux, Sausset-les-Pins et Vitrolles. La population d'étude était constituée de 3 064 enfants scolarisés en classes de CM1 et CM2 en janvier et février 1993 et de 486 enfants de 6 à 12 ans, fréquentant les centres aérés en juillet - août 1994.

Les effets sur la santé ont été mesurés sur le plan clinique à l'aide de questionnaires :

- Effets ressentis chaque jour par les enfants. Il s'agissait d'un suivi journalier de symptômes respiratoires, ORL et de signes généraux (céphalée, asthénie, nausée), évalués à l'aide d'une "fiche enfant" remplie sous la surveillance de l'instituteur ou de l'animateur, et d'une "fiche domicile et absence" remplie par l'enfant avec l'aide des parents.
- Morbidité respiratoire et ORL lors de l'année précédente, mesurée à l'aide d'un auto-questionnaire rempli par les parents.

Cette évaluation par questionnaire était complétée par une mesure objective de la fonction respiratoire par "Peak Flow Meter", chaque jour de présence de l'enfant en milieu scolaire ou en centre aéré. Enfin, une mesure objective du terrain atopique (allergique) était réalisée pour chaque enfant par "Prick Test".

Les résultats des deux études, géographique et temporelle, sont assez concordants. Ils mettent en évidence ne relation significative positive entre les symptômes bronchiques et ORL et les taux moyens par 24h de SO2 et NO2. Pour une augmentation de 100 µg/m$^3$ de ces polluants, les odds ratio retrouvés sont de l'ordre de 1,4 à 1,95 pour les signes ORL et de 1,2 à 1,5 pour les signes bronchiques.

Une relation significative positive entre asthme et terrain atopique, de manière quantitative (nombre de tests cutanés positifs) et qualitative (la sensibilisation aux acariens implique un risque accru). Par contre aucun lien entre pollution atmosphérique et atopie, n'a été mis en évidence.

Les limites de cette étude sont principalement le manque de données santé pour les jours où les enfants n'étaient pas à l'école (mercredi, week-end et sorties) et le manque de valeurs d'exposition pour certains polluants.

Les données de l'étude Panoxy-Berre et les populations qui y ont participées ont servi de bases à plusieurs études ultérieures :

- Une enquête sur les effets de la pollution atmosphérique chronique sur la santé des enfants dans la région de l'étang de Berre. Elle portait sur 2 445 enfants de 13-14 ans habitant depuis au moins 3 ans dans la zone de l'étude Panoxy-Berre. Elle montre à l'aide d'analyses de régression simples, une relation positive significative entre la concentration moyenne en ozone et la prévalence de symptômes asthmatiques [24].
- Une enquête sur les effets de la pollution atmosphérique chronique sur l'atopie chez les enfants dans la région de l'étang de Berre. Elle concernait 2 604 enfants de 10-11 ans habitant depuis au moins 3 ans dans la zone de l'étude Panoxy-Berre. Elle montre que dans ces communes, environ 20 % des enfants enquêtés souffrent de rhume des foins, 11 % de rhinite perannuelle, 10 % d'asthme et entre 24 et 28 % présentent un test cutané positif pour au moins un des 5 allergènes testés (acariens de la poussière de maison, allergènes de chat, pollen de graminées, pollen de cyprès et moisissure Alternaria). Cette

étude n'a montré aucune relation significative entre la prévalence de l'atopie et les concentrations atmosphériques en différents polluants [25].

B) Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Martigues (2001)

Dans un premier temps, des évaluations de l'impact sanitaire (EIS) de grandes agglomérations de la région ont été mises en place pour compléter les données obtenues pour Marseille dans le cadre du programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution de l'air dans 9 villes françaises (PSAS 9) mené par l'InVS depuis 1997 [26-27]. Ces évaluations complémentaires ont utilisé la méthodologie développée par l'InVS pour la pollution atmosphérique [28].

Une de ces évaluations concernait l'agglomération de Martigues [29]. Au départ, la zone de l'Étang de Berre devait être intégrée dans la zone de surveillance de Marseille pour le PSAS9. Mais les différences de pollution (part de l'industrie) et de conditions météorologiques (vents) n'ont pas permis ce rapprochement.

L'EIS de Martigues a été menée en 2001, à l'aide des données sur la qualité de l'air d'Airfobep ($SO_2$, $NO_2$ et $O_3$) et des indicateurs sanitaires de mortalité toutes causes (hors mort violente) de 1996-1997 et d'admissions hospitalières pour motifs respiratoires et cardio-vasculaires de 1998. Plusieurs calculs de gain sanitaire obtenus par différents scenarii de baisse de la pollution atmosphérique sont proposés comme outil d'aide à la décision dans l'étude. Du fait des critères de sélection de la zone [28], la population de l'étude s'est limitée à la commune de Martigues sans les communes limitrophes, soit 42 678 habitants repartis sur 65 km².

Les résultats indiquent qu'environ 3 décès anticipés et 5 admissions hospitalières pour causes cardiorespiratoires sont dus à la pollution atmosphérique chaque année. Cette étude a aussi permis de montrer qu'une baisse globale de 25 % des niveaux de pollution de fond était plus efficace en terme de gains sanitaires que la simple suppression des pics de pollution.

Sur une année, c'est la pollution de fond qui est à l'origine de la plus grande partie de l'effet sanitaire. En effet, si les jours les plus pollués (pics de pollution) ont un impact sanitaire journalier plus important, leur faible fréquence (sauf pour l'ozone) en limite l'effet sur la totalité de la période. De plus, il n'existe pas de seuil en dessous duquel aucun effet la pollution atmosphérique sur la santé ne serait observé (donc y compris en dessous des normes réglementaires).

C) Etude du lien entre pollution atmosphérique et admission aux urgences pour crise d'asthme (2004)

Cette étude croisée, où chaque cas est son propre témoin, avait pour but d'évaluer la relation entre les admissions pour asthme aux urgences et les épisodes de pollution atmosphérique. Elle incluait 549 individus, âgés de 3 à 49 ans ayant été admis pour asthme aux urgences de l'hôpital de Martigues et de l'hôpital Nord de Marseille, entre le 1er avril 1997 et le 31 mars 1998. Pour chaque patient, en fonction de son adresse, les données d'exposition aux principaux polluants ($SO_2$, $NO_2$, $O_3$) ont été relevées pour le jour d'admission et les 4 jours le précédent.

Une relation positive significative a été montrée entre les forts taux d'$O_3$ et l'admission aux urgences pour asthme. Aucune relation n'a été démontrée pour le $SO_2$ et le $NO_2$.

La principale limite de cette étude provient du fait que les crises d'asthme relevées aux urgences ne correspondent qu'à une partie des crises d'asthme (cas les plus graves, première crise…). D'autre part, l'étude ne tient pas compte de la véritable exposition des patients (lieu de travail, temps passé au domicile…) [30].

### 2.2.3 Evaluation des risques sanitaires : Etudes globales d'impact sanitaire des industries (2005)

Pour définir plus précisément les effets sur la santé de l'exposition à la pollution atmosphérique, d'individus ou de populations de la zone, des outils d'évaluation de risques et d'estimation de l'impact sanitaire ont été mis en place autour de l'Étang de Berre. Ces démarches, en fixant des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air fondés sur des critères de santé publique, répondent aux attentes du plan régional pour la qualité de l'air (PRQA), prévu par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) du 30 décembre 1996.

Sur notre zone d'étude, la densité d'industries est très élevée sur les sites des raffineries de Berre-l'Étang, Châteauneuf – La Mède, Martigues – Lavéra et Fos-sur-Mer (cf. 1.2.1 A). Des volets sanitaires des études d'impact (VSEI) ont été menés par grandes zones en complément des dossiers réglementaires imposés par l'article 19 de la LAURE aux établissements ou aux postes de production soumis aux évaluations des risques. Ces études, dites études globales d'impact sanitaire, concernent (annexe 13 : Entreprises et sources de pollution retenues dans les VSEI du pourtour de l'Étang de Berre) :

- les sites de Shell et de Cabot France à Berre-l'Étang,
- le site de Total à Châteauneuf - La Mède,
- le site de Lavéra à Martigues,
- le site de la zone industrielle portuaire (Zip) à Fos-sur-Mer.

Ces études ont été menées à l'aide de guides méthodologiques de l'InVS [31] et de l'Ineris [32].

Les principaux polluants retenus dans ces études sont :

- des gaz : $NO_x$ ($NO_2$), $SO_2$, $PM_{10}$, CO, $CO_2$, $H_2S$, HCl, HF,
- des COV et des HAP : méthane, hexane, cyclohexane, 1,2-dichloroéthane, propylène, éthylène, 1,3-butadiène, tetrachloroéthylène, benzène, styrène, chloroforme
- des métaux lourds : As, Cd, $Cr_{VI}$, Co, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Se, Zn, V.

Les résultats d'impact des polluants sur les populations locales sont exprimés en quotient de danger (QD) pour les risques toxiques non cancérigène (seuils) et en excès de risque individuel (ERI) pour les risques cancérigènes (sans seuils). Les QD sont à comparer à la valeur repère de 1 et les ERI à la valeur repère de $10^{-6}$ ou $10^{-5}$ selon les cas [33].

Les études de Berre, Châteauneuf-les-Martigues et Martigues sont en cours de réalisation ou de finalisation. Celle de Fos-sur-Mer ne fait que débuter, le cahier des charges venant d'être validé. Les résultats disponibles pour le moment ne concernent que les sites de Berre, Châteauneuf-les-Martigues et Martigues, et ne sont pas définitifs. Ils sont donc soumis à modifications. Ceux-ci devraient être communiqués durant le premier semestre 2007.

Ces premières études ne tenaient compte que de la pollution atmosphérique industrielle. L'étude de Fos-sur-Mer prendra aussi en compte l'impact des sources mobiles que sont les trafics routiers et maritimes.

# 3 LES ATTENTES DE LA POPULATION ET DES ACTEURS LOCAUX

Les données actuellement disponibles nous renseignent partiellement sur l'état de santé des populations de notre zone. Or les attentes de ces populations en matière de santé environnementale sont de plus en plus importantes et sont exacerbées par l'installation de nouvelles infrastructures dans la zone (incinérateur, éoliennes…).

Pour connaître les attentes des populations de l'Étang de Berre, les outils utilisés ont été les études sociologiques disponibles concernant la zone ainsi que des rencontres et des entretiens téléphoniques avec différents acteurs locaux (annexe 14 : Rencontres, réunions et entretiens effectués durant le stage).

## 3.1 Attentes de la population

Les populations s'expriment sur le sujet de la pollution atmosphérique lors de réunions publiques, par l'intermédiaire d'associations locales et d'élus. Les médecins libéraux, de par leur profession, semblent aussi jouer un rôle d'écoute pour leurs concitoyens ; leur ressenti est donc assez représentatif. Enfin, les médias locaux et nationaux, à travers leurs articles et reportages portant sur la pollution atmosphérique, rendent compte des craintes et des attentes des citoyens, tout en les influençant.

### 3.1.1 Ressentis des populations et associations de riverains

La population de la zone de Fos – Étang de Berre est très préoccupée par les problèmes de pollution d'origine industrielle. Depuis une dizaine d'année un certain nombre d'études sociologiques se sont intéressées à cette problématique dont certaines ont été menées sur des populations des Bouches-du-Rhône et du pourtour de l'Étang de Berre plus particulièrement [34-38]. Le ressenti de ces populations par rapport à la pollution atmosphérique est fortement marqué par des méconnaissances techniques et un manque d'information. Les possibilités d'expression de la population sont assez faibles.

Pour les riverains de l'Étang de Berre, la pollution de l'air est la principale préoccupation environnementale et une part importante des personnes interrogées pense avoir déjà souffert de troubles dus à cette pollution [38].

Cependant, ces personnes ont une idée de la qualité de l'air basée avant tout sur leur propre perception sensorielle : couleur des nuages et des fumées d'usines, présence ou absence d'odeurs fortes et désagréments physiques (yeux qui piquent, toux inexpliquée) [34]. La majorité d'entre elles ne cherche pas à s'informer sur la qualité de l'air. Peu de personnes interrogées se souviennent ou connaissent la cause du dernier pic de pollution. Ceux qui s'en souviennent l'attribuent majoritairement à l'ozone, les autres origines citées étant le $SO_2$, le CO et le $NO_x$. La catégorie socioprofessionnelle (CSP) des personnes interrogées semble influer sur cette perception : les personnes les plus instruites se basant sur les données de surveillance plutôt que sur leur propre perception.

Pour ceux qui cherchent à se renseigner, la principale source d'information reste les médias, devant les associations de surveillance de la qualité de l'air. La principale information recherchée correspond aux risques sanitaires imputables à la pollution atmosphérique. La qualité de l'information disponible est jugée insuffisante par plus de la moitié des personnes sondées [38].

Concernant les sources de pollution, la pollution industrielle reste prépondérante même si l'influence des transports sur la qualité de l'air est reconnue par la population. Ainsi c'est à proximité des industries que les populations pensent être le plus exposées [34].

L'appréciation du risque imputable aux industries par les populations suit un double processus. Une surestimation des risques peut être observée au sein des associations défendant les causes des riverains contre une installation à risque. Au niveau individuel,

l'amplification de la perception des risques peut s'observer aussi dans plusieurs situations : 1) les médias se saisissent de la question du risque ; 2) le seuil de tolérance des riverains est dépassé ; 3) la population est confronté à un nouveau projet d'implantation d'un site à risque ; 4) lorsqu'un accident ou une catastrophe surviennent.

A contrario, une sous-estimation des risques par minimisation des nuisances peut être présente chez les riverains confrontés régulièrement et quotidiennement aux installations à risque. En effet, les doutes et les craintes continuelles sont difficilement supportables sur le plan psychique, d'où des stratégies d'oubli ou de minimisation des risques potentiels [34]. La sous-estimation des risques est à rapprocher de la forte culture salariale existante dans la zone, qui conduit à minimiser les risques de pollution atmosphérique attribuables à des industries faisant vivre une part importante des habitants de la commune et versant des taxes aux communes [36].

La population interrogée a donc une image plutôt négative de l'Étang de Berre, tout en considérant que le cadre de vie offert par leur commune est satisfaisant. En général, elle préfère globaliser les problèmes environnementaux à l'échelle de la zone de l'Étang de Berre, voire de la région [38].

Par ailleurs, la faible visibilité accordée au citoyen par la presse ne peut, semble-t-il, qu'accentuer chez ce dernier un sentiment d'impuissance face à des décisions concernant pourtant directement sa santé. Une analyse de la presse quotidienne nationale (Le Monde, Le Figaro, Libération) et locale (La Provence, 20 minutes) pour la période allant de janvier 2003 à avril 2005 montre que les articles traitant de la pollution à Fos-sur-mer sont nombreux, en rapport avec la problématique de l'incinérateur. Il faut noter que les citoyens sont les acteurs qui s'expriment le moins dans les articles traitant de l'environnement, à l'inverse des scientifiques et des différents organismes publiant des rapports d'experts et que les inégalités sociales face aux problèmes environnementaux ne sont pas réellement traitées.

La population de l'Étang de Berre se pose donc deux questions principales [34] :

- Quelle est la part de la pollution atmosphérique attribuable aux industries ?
- Est-on plus malade qu'ailleurs, près de l'Étang de Berre, du fait de la pollution atmosphérique ?

### 3.1.2 Les attentes des médecins libéraux

En matière de risque environnemental, les médecins peuvent être considérés comme des médiateurs légitimes auprès de la population. En effet, ils connaissent les préoccupations et les craintes de leurs patients et les pathologies qui les touchent. Ils doivent donc être capables de renseigner leurs patients sur les risques pour la santé des pollutions environnementales. D'autant plus, que les professionnels de santé sont les personnes en qui les populations interrogés ont le plus confiance pour les informer sur les effets de la pollution atmosphérique [38].

Une étude menée par l'Ors Paca en 1999 auprès de 288 praticiens des Bouches du Rhône (généralistes, pédiatres et pneumologues) a montré que 44 % des médecins se sentaient très concernés par la pollution atmosphérique (surtout chez les pédiatres) ; 87 % des médecins connaissaient l'existence d'un seuil réglementaire pour le $SO_2$, seulement 59 % celui pour l'ozone. La quasi-totalité des médecins connaissaient l'impact de la pollution sur l'appareil respiratoire mais la moitié seulement savait que le taux de mortalité pouvait augmenter de manière significative lors d'épisodes de pollution atmosphérique. Seulement 15 % des médecins avaient déjà fait des recommandations à certains de leurs patients lors d'épisodes de dépassement du seuil d'information d'ozone (180 µg/$m^3$) [37].

Lors d'une étude portant sur la pollution atmosphérique, réalisée en 2005 auprès de médecins généraliste libéraux de Marseille et de Fos-sur-Mer, les praticiens interrogés

estimaient qu'ils ne disposaient pas de suffisamment d'informations solides sur ce sujet. Ils exprimaient en outre leur doute quant à l'objectivité et la provenance des informations auxquelles ils avaient accès (par les médias généralistes notamment), ayant le sentiment d'être dépendants de la propagande politique, ou de « rumeurs » faussement scientifiques. Ils s'accordaient également sur le fait que les risques sanitaires liés aux problèmes environnementaux étaient très peu traités dans la presse médicale, alors que les patients les avaient interrogés sur le sujet.

Les médecins de Fos-sur-Mer paraissaient toutefois mieux informés et sensibilisés que leurs confrères marseillais. Ils évoquaient les informations reçues par Airfobep, la Drire, les experts scientifiques, l'observatoire communal de la santé (OCS) de Martigues[2] ou obtenues sur Internet. Pour eux la pollution atmosphérique industrielle a un impact plus important que pour les médecins marseillais [34].

La plupart des médecins interrogés dans ces études suivent donc plutôt la sensibilité environnementale générale. Malgré tout, les liens entre santé et risques environnementaux sont de plus en plus considérés par les médecins libéraux des Bouches-du-Rhône, en particuliers concernant la pollution atmosphérique. Faisant peu confiance aux informations des médias grand public sur le sujet, ils auraient donc besoin d'avoir des informations claires sur les relations entre la pollution atmosphérique et certaines pathologies, au travers de la presse médicale notamment.

### 3.1.3 Les comités d'information et les ateliers santé ville

Les comités locaux d'information sont un des outils mis en place pour échanger et informer les populations sur les problèmes industriels. Le Secrétariat Permanent pour les Problèmes de Pollution Industrielle (SPPPI)[3] est à l'initiative de la création :

- des comités locaux d'information et de surveillance (Clis) concernant les installations de traitement de déchets.
- des comités locaux d'information et de concertation (Clic) qui ont pour missions de débattre et d'informer sur les risques technologiques. D'autres thématiques peuvent y être abordées et en particulier les problèmes de santé publique. Dans notre zone d'études, trois Clic[4] ont été mis en place en 2005 et se sont réunies pour la première fois en 2006.

Le dispositif est complété par les comités locaux d'information et d'échange (Clie) créés à l'initiative des entreprises classées Seveso. Ils permettent aux industriels de mieux connaître les attentes des riverains et à ces derniers de mieux comprendre la vie du site, ses contraintes et son évolution.

Les ateliers "santé-ville" (ASV) ont été mis en place par les Ddass et sont destinés à rapprocher acteurs et professionnels de la santé afin d'élaborer des programmes adaptés au niveau local et, si possible avec la participation des habitants. Les ASV permettent d'établir un lien entre politique de santé et politique de la ville. Des consultations locales ont lieu dans les communes qui participent à la démarche. Les thèmes abordés peuvent être multiples.

---

[2] L'OCS de Martigues essaie d'informer les libéraux du secteur à travers un semestriel "Médecins à Martigues" diffusé gratuitement. Dans chacun des 7 numéros sortis entre 2000 et 2006, un article traitait de la pollution atmosphérique

[3] SPPPI : Mis en place en 1971 ce secrétariat regroupe élus, associations, experts scientifiques, industriels et services administratifs ou établissements publics de l'État et travaille sur les problématiques de l'eau, de l'air, des déchets et des risques technologiques

[4] Clic de Fos-sur-Mer – Port-Saint-Louis-du-Rhône, Clic de Berre-l'Étang – Rognac, Clic de Martigues – Port-de-Bouc – Châteauneuf-les-Martigues

Ainsi, lors de consultations des ateliers "santé-ville" de la Communauté d'Agglomération de l'Ouest de l'Étang de Berre (COAEB), la pollution atmosphérique industrielle a été citée plusieurs fois comme problème identifié au sein de la thématique "Environnement et travail". Des recommandations, visant à mieux connaître les effets sanitaires de cette pollution et à mieux contrôler les rejets industriels, ont été définies par la population.

Les groupes de travail y ont aussi discuté des objectifs du Plan National Santé Environnement (PNSE). Lors du choix des objectifs du PNSE à retenir pour la COAEB, les points concernant la pollution atmosphérique ou des problèmes de santé pouvant s'y rapporter ont été parmi les premiers retenus.

- Réduire les émissions aériennes de substances toxiques d'origine industrielle. Principalement, les rejets de benzène (et interrogation sur rejets éventuels de mercure) à Lavéra, de fluor à Fos.
- Réduire les émissions de $NO_x$ et de COV dans les installations industrielles.
- Faciliter l'accès à l'information en santé environnement et favoriser le débat public.
- Améliorer l'information sur la prévention de l'asthme et des allergies (création une école de l'asthme sur le centre hospitalier de Martigues).

## 3.2 Attentes des industriels

Les industriels de la zone de Fos - Étang de Berre sont représentés par trois institutions professionnelles principales : l'Union française des industries pétrolières (UFIP) de Paca, Environnement – Industrie et l'Union des industries chimiques de Paca.

Les représentants de ces groupes participent aux groupes de travail du SPPPI, aux réunions des comités d'informations pour défendre les intérêts des industriels ; ils partagent les mêmes attentes concernant la pollution industrielle et ses conséquences sanitaires.

Ils veulent que des études précises soient mises en place avec une méthodologie définie au niveau national. Ils ne souhaitent pas la mise en place d'une étude épidémiologique qui d'après eux ne donnerait pas de résultats fiables. Ils préféreraient une étude nationale qui tiendrait compte des différentes sources de pollution, mobiles et fixes, pour l'ensemble des zones industrielles.

## 3.3 Attentes des pouvoirs publics

Les résultats de l'étude Erpurs de l'ORS Ile-de-France [39], ainsi que ceux de nombreuses études américaines et européennes menées au début des années 1990, sont à l'origine de la prise de conscience des législateurs nationaux par rapport à l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) du 30 décembre 1996, qui en découle, a reconnu le droit de respirer un air qui ne nuise pas à la santé. Des mesures très concrètes ont donc été prises au niveau national à travers des décrets (2002-213 du 15/02/02 ; 2003-1085 du 12/11/03…) : mise en place de valeurs limites de concentration de polluants dans l'air, seuils d'information et de recommandations, seuils d'alerte… Au niveau local, la LAURE est à l'origine de la mise en place de Plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) qui ont pour objet principal de définir les orientations en matière de prévention et de lutte contre la pollution atmosphérique. Les pouvoirs publics ont ainsi mis en place des procédures de réduction des émissions de polluants par les industries en cas de pointes de pollution (dispositif Sternes…), ont multipliés les volets sanitaires des études d'impacts (VSEI) des industries, devenus obligatoires avec la LAURE.

En parallèle, au vue des attentes des populations et des industriels de la zone de Fos – Étang de Berre, les pouvoirs publics, et plus particulièrement le sous-préfet d'Istres, cherchent à trouver le meilleur outil pour y répondre.

# 4 PROPOSITIONS D'ETUDES A METTRE EN PLACE

## 4.1 Etudes descriptives

Les études descriptives présentent l'avantage d'être simples à réaliser. Elles font en général appel, soit à des données déjà existantes recueillies en routine par d'autres systèmes de surveillance, soit à un complément d'informations recueillies dans le cadre d'un système de surveillance déjà en place. Le protocole d'analyse est relativement simple. Elles sont donc peu coûteuses et la durée de l'étude peut être relativement courte. Les principales limites résident dans le délai de mise à disposition des données (4 ans pour les données de mortalité et 2 ans pour les données du PMSI) ou le manque d'historique (bases de données de l'assurance maladie glissantes sur 2 ans). Toutefois, ces études uniquement descriptives ne permettent pas de donner des résultats concernant les causes des phénomènes observés et donc ne permettent pas d'objectiver de liens avec la pollution atmosphérique. Elles présentent cependant l'intérêt de permette une sélection des indicateurs sanitaires pertinents qui pourront être utilisés dans les études analytiques (annexe 15).

### 4.1.1 Analyse des hospitalisations sur la zone d'étude

A partir des données du PMSI, il est possible de décrire les principales causes d'hospitalisations en fonction de l'âge sur les communes de la zone d'étude et de faire une comparaison à l'échelon régional. Il est possible aussi de suivre l'évolution dans le temps de ces hospitalisations sur la période 1998-2004. Les pathologies connues pour avoir un lien avec la pollution atmosphérique (maladies respiratoires, cardiovasculaires et certains cancers) pourront être plus particulièrement étudiées.

### 4.1.2 Analyses des admissions aux urgences

Il n'existe actuellement aucun recueil en routine des admissions ou consultations aux urgences dans les établissements de la zone de l'Étang de Berre. Le réseau Oscour, décrit au chapitre 2.1.6, prévoit d'inclure l'hôpital de Martigues en premier lieu et d'élargir ensuite, le réseau à tous les services d'urgence de la région Paca d'ici à 2009.

Lorsque ces données seront disponibles, il sera possible de compléter l'analyse du recours au système de soins hospitalier, par l'analyse des consultations aux urgences pour certaines pathologies comme l'asthme par exemple qui représentent des cas de gravité moindre ne nécessitant pas une hospitalisation. A terme une comparaison avec les données régionales sera possible

### 4.1.3 Analyse sur les consommations de médicaments

Une première étude a déjà été réalisée sur les consommations d'antiasthmatiques en 2004. Il pourrait être intéressant d'étudier d'autres classes thérapeutiques comme les antitussifs, médicaments de la bronchite, ou certains médicaments à visée cardiovasculaire comme les anti-angineux. Les consommations médicamenteuses sont considérées comme des proxi des pathologies qu'ils sont sensé traités dans la mesure ou les médicaments retenus doivent être le plus spécifiques possible de la pathologie. Une limite importante de l'utilisation de ces données est le déremboursement des médicaments qui ne sont dans ce cas plus inscrits dans les bases de l'Urcam, c'est le cas par exemple des antitussifs expectorant à base de carbocystéine qui étaient largement prescrits.

### 4.1.4 Analyse des inscriptions en maladie à longue durée

L'inscription en ALD pour insuffisance respiratoire chronique grave peut être un indicateur qui pourrait être suivi sur la zone de l'Étang de Berre. L'entrée tumeur maligne, affection maligne du tissu lymphatique ou hématopoïétique peut aussi être utilisée. Certaines données de ce registre peuvent présenter des erreurs dues à la date d'inscription en ALD.

### 4.1.5 Analyse de symptômes respiratoires

Pour étudier la fréquence de certains symptômes, il pourrait donc être intéressant d'utiliser le jury de "nez" bénévoles du réseau de surveillance des odeurs, mis en place et géré par Airfobep, afin de recueillir des données plus axées sur la santé.

Un questionnaire complémentaire, renseignant sur les symptômes ressentis, pourrait être rempli en même temps que celui concernant les odeurs, c'est à dire 4 fois par jour pendant une semaine chaque mois pour chacun des "nez" bénévoles.

Les symptômes renseignés devront être prédéfinis à l'avance afin d'être représentatif de ceux ressentis par la population : maux de tête, irritation des yeux et des muqueuses respiratoires, difficulté à respirer par exemple. Il sera nécessaire d'établir un protocole précis pour retenir quelques symptômes "types" seulement et travailler pour cela avec des médecins, les "nez" bénévoles et Airfobep.

Il est à noter qu'un biais de recueil pourrait apparaître, les "nez" pouvant être tentés de rechercher un lien entre odeur et symptôme et donc de déclarer éventuellement une odeur quand il ressente un symptôme ou inversement. Les "nez" bénévoles devront donc subir une formation complémentaire.

Le jury de "nez" bénévoles étant déjà en place et fonctionnant bien, les délais de mis en place et les coûts de ce questionnaire "symptômes" devraient être limités.

## 4.2 Etudes analytiques en population

Dans ce type d'enquête, on cherche à établir une relation entre la survenue d'une maladie et des facteurs de risque et d'établir un lien de causalité. Ceci est assez facile lorsque l'on se trouve dans un schéma mono-factoriel, c'est-à-dire une maladie en lien avec un facteur de risque bien identifié. Dans le domaine de la santé environnementale, nous étudions des pathologies non spécifiques de l'exposition à la pollution et qui ont une origine multifactorielle. Dans ce cas, la démonstration d'une relation causale classique selon les critères de Hills n'est pas toujours possible mais c'est la multiplication des démonstrations des effets sanitaires de la pollution atmosphérique dans différents pays par différentes méthodes qui permettent de valider les résultats.

Plusieurs types d'études peuvent être envisagées, elles sont présentées ci-dessous. Les 3 premiers types d'études sont basées sur des données sanitaires agrégées et elles ont relativement faciles à mettre en œuvre, peu coûteuses mais doivent respecter un certain nombre de critères d'application qui ne sont pas toujours présents dans la zone du pourtour de l'Étang de Berre. Les études de panels et de cohorte sont basées sur des données individuelles et elles sont plus longues, plus complexes et plus coûteuses à mettre en œuvre (annexe 15).

### 4.2.1 EIS classiques

La méthode d'évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique préconisée par l'InVS [40] est adaptée à l'analyse d'une pollution urbaine homogène sur la zone d'étude. Ce type d'étude doit être réalisé dans toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants selon les dispositions de la loi de santé publique. Ces études sont peu coûteuses et réalisables dans un délai de quelques mois.

Cependant, nous avons vu au chapitre 2.2.2 B, que la pollution atmosphérique ne pouvait pas être considérée comme homogène sur la zone du pourtour de l'Étang de Berre, notamment en ce qui concerne le $SO_2$. Le respect de ce critère nécessiterait un découpage en plusieurs petites zones, mais dans ce cas le nombre d'habitants et donc le nombre d'évènements sanitaires seraient trop faibles pour donner des résultats fiables.

De plus, cette méthodologie ne permet pas de prendre en compte les différents panaches industriels auxquels la population est soumise. Elle n'est donc pas adaptée à la problématique étudiée.

### 4.2.2 EIS pour les zones industrielles

Les méthodes d'évaluation des risques sanitaires des installations industrielles, définies par l'InVS [31] et l'Ineris [32], sont utilisées pour une entreprise ou un poste de production en règle générale. Mais des méthodes d'estimation de l'impact sanitaire concernant de plus grandes zones sont en train d'être développées, elles sont appelées études globales d'impact sanitaire (cf. 2.2.3). Quatre de ces études sont en cours sur la zone de Fos – Étang de Berre : zone industrielle portuaire (zip) de Fos-sur-Mer, Berre-l'Étang, Lavéra à Martigues et La Mède à Châteauneuf-les-Martigues.

Elles visent à déterminer pour chacun de ces complexes industriels :

- les principaux polluants et leurs risques associés (type d'effets et de cancers),
- la part des industries dans l'impact sanitaire,
- les zones d'habitation les plus impactées par ces pollutions.

L'objectif de ces études globales est de réaliser une évaluation de l'impact sanitaire pour l'ensemble de la zone industrielle de Fos – Étang de Berre. Cette volonté d'élargir ces études à une agglomération se retrouve sur plusieurs grands sites industriels français : Dunkerque, Calais…

Ces zones se distinguent toutes par plusieurs points :

- ce sont de grosses agglomérations regroupant plusieurs communes et une population importante ;
- les industries émettrices de pollution sont nombreuses, répartis sur plusieurs sites et concernent les secteurs de la sidérurgie – métallurgie et de la pétrochimie ;
- les concentrations de polluants ne sont pas homogènes, il y a des zones plus urbaines et des zones plus industrielles ;
- la population présente une hétérogénéité socioprofessionnelle.

Or la méthode à utiliser pour des grandes zones avec de telles particularités n'est pas encore totalement établie. Il serait donc intéressant de travailler sur cette méthodologie au niveau national puisque plusieurs sites sont concernés.

Ces évaluations d'impact demandent donc plusieurs mois de travail, avec un travail méthodologique long. Le coût de ce type d'étude est assez lourd, puisqu'il faut étudier un nombre important de sources d'émission de polluants (fixes et mobiles) sur de grandes surfaces. Les informations sur l'exposition nécessitent donc la réalisation de mesures d'émission et des travaux de modélisation sur ces données.

### 4.2.3 Les études épidémiologiques à partir de bases de données existantes

Les études écologiques à partir de séries temporelles peuvent être utilisées pour déterminer si sur la zone d'étude, il existe une association à court terme entre l'exposition à la pollution atmosphérique industrielle et certaines pathologies retenues. Ces études ne permettent pas d'évaluer des risques individuels.

Le principe est de corréler chaque jour des données sanitaires (mortalité, hospitalisations, consommation de médicaments, décrites au chapitre 2.1) avec les données de pollution atmosphérique ($PM_{10}$, $SO_2$…) en contrôlant différents facteurs de confusion (tendance annuelle, saison, facteurs météorologiques, épidémies). Dans ce type, d'étude l'unité statistique est le « jour ». Les facteurs individuels (tabagisme par exemple) ne variant pas au jour le jour, ne sont pas considérés comme facteurs de confusions. Seuls les facteurs cités précédemment qui sont liés au temps ou à l'exposition à la pollution atmosphérique et à la pathologie étudiée, sont pris en considération. Pour obtenir une puissance statistique suffisante et des résultats d'analyse suffisamment précis et robustes, il est nécessaire de disposer de séries de données suffisamment longues (4 années au minimum) et d'un nombre moyen journalier d'évènements sanitaires suffisamment grand.

Ce type d'étude est celui qui a été le plus utilisé pour analyser les liens entre pollution atmosphérique et indicateurs sanitaires. En France, le programme PSAS-9 a publié des résultats concernant les effets sur la mortalité en 1999 et 2002 [26].

En ce qui concerne la zone du pourtour de l'Étang de Berre, les zones de pollution homogène pour le $SO_2$ étant limitée à quelques communes, il ne sera certainement pas possible d'analyser la mortalité (faibles effectifs), une étude de faisabilité sera nécessaire pour les hospitalisations.

Les études de type case-crossover (cas croisé) sont aussi de plus en plus utilisées pour analyser le lien entre pollution atmosphérique et santé, mortalité et hospitalisations notamment. Ces analyses représentent une alternative aux études de séries temporelles. Dans ce type d'étude, les cas sont leurs propres témoins et le niveau d'exposition lors de la survenue de l'événement sanitaire est comparé aux niveaux de pollution des jours précédents (case-crossover unidirectionnel) ou aux niveaux des jours précédents et suivants (case-crossover bidirectionnel) sur une période de 1 à 7 jours selon les études déjà publiées.

Cette méthodologie présente la particularité de pouvoir être utilisée même si le nombre de cas est faible [41]. Ce qui pourrait être intéressant sur la zone de l'Étang de Berre.

### 4.2.4 Les études épidémiologiques en population

A) Les études de panels

Les études de panels permettent d'analyser les effets sanitaires de la pollution de l'air sur un échantillon de personnes suivies pendant plusieurs semaines. Le panel peut être représentatif de la population générale mais en pratique il est le plus souvent choisi parmi une population « captive ». Les études les plus fréquentes concernent des enfants et notamment des enfants asthmatiques comme dans l'étude de Declercq et al réalisée dans le nord de la France [42].

L'intérêt dans ce type d'étude est que chaque sujet est son propre témoin ce qui permet de diminuer le nombre de sujets à inclure. Les données sanitaires sont recueillies au niveau individuel à l'aide de questionnaires sur les symptômes respiratoires et parfois de mesures de la fonction respiratoire. Les données d'expositions peuvent correspondre soit à des mesures provenant des AASQA et agrégées au niveau de la zone, soit à des mesures individuelles recueillies par capteurs portatifs. Ces études permettent par exemple de relier une augmentation de la prévalence de symptômes respiratoires tels que

la toux, et une diminution de la fonction respiratoire à des niveaux de pollution atmosphérique, en calculant des risques relatifs.

Ces études sont lourdes car elles nécessitent le suivi d'une centaine de personnes pendant plusieurs semaines. Elles peuvent s'avérer très coûteuses si les mesures d'exposition à la pollution atmosphérique sont individuelles, les dispositifs portatifs étant extrêmement chers.

B) Etude de cohorte

Les études des effets à long terme de la pollution atmosphérique sont moins fréquentes que celles pour les effets à court terme. Les premières ont été réalisées aux Etats-Unis [43] et plus récemment les résultats d'études européennes ont été publiés, principalement en Europe du nord [44]. Une étude française a été publiée en 2005 (étude Paarc [45]). Ces études sont peu fréquentes car elles présentent un certain nombre de difficultés méthodologiques et sont, de plus, longues et coûteuses [46].

En effet, la santé environnementale est caractérisée par des risques individuels faibles et survenant après un temps de latence relativement long. Les cohortes mises en place devront donc inclure un grand nombre de personnes ayant des expositions contrastées pour pouvoir mettre en évidence un risque éventuel. Le sujets devront être suivis sur une longue période compte tenu du temps d'apparition de certaines pathologies chroniques (BPCO, cancers).

Une des difficultés principales réside dans la caractérisation de l'exposition. L'exposition doit être antérieure de plusieurs années aux données sanitaires recueillies surtout lorsque l'on s'intéresse à la pathologie cancéreuse. Il est donc nécessaire de disposer d'un historique de mesures des différents polluants suffisamment long pour pouvoir reconstituer l'exposition. Cela semble être le cas sur la zone de l'Étang de Berre qui dispose d'un réseau de mesure fonctionnant depuis plus de 30 ans.

Un autre critère important est la mobilité des sujets. Si les sujets ont déménagé fréquemment, le niveau d'exposition attribué sera sur ou sous estimé. On a pu constaté un flux migratoire très important de la population dans notre zone d'étude ce qui pourrait rendre difficile la reconstitution de l'exposition à la pollution atmosphérique.

Pour espérer obtenir des résultats fiables, il faudrait donc inclure plusieurs milliers de personnes (la cohorte la plus petite comprenait environ 5000 personnes), disposer de mesures de pollution permettant de caractériser l'exposition individuelle et d'informations concernant les caractéristiques sociodémographiques classiques mais aussi le tabagisme, le niveau socio-économique et surtout, dans cette zone très industrialisée, l'exposition professionnelle. Enfin il est plutôt préconisé de réaliser une cohorte multicentrique afin de pouvoir obtenir des expositions contrastées à la pollution atmosphérique. Nous avons vu précédemment que les niveaux de pollution étaient relativement homogènes, exceptés pour le $SO_2$.

Il sera donc difficile de mettre en place une étude de cohorte dans la zone du pourtour de l'Étang de Berre. La lourdeur et les nombreuses difficultés méthodologiques d'une telle étude, devraient plutôt conduire à privilégier une étude de cohorte nationale ou européenne.

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le pourtour de l'Étang de Berre est une zone densément peuplée, où de nombreuses industries ont été installées depuis plus de cinquante ans. Ce contexte local particulier est à l'origine d'une répartition socioprofessionnelle de la population caractérisée par une part plus importante d'ouvriers et de chômeurs qui est différente du reste du département. Les industries émettent de nombreux polluants atmosphériques qui en font une des zones les plus polluées en France, malgré l'instauration de normes de plus en plus contraignantes les progrès techniques réalisés par les industriels qui ont permis une diminution des rejets, depuis 20 ans.

Les connaissances sur l'état de santé de la population révèlent une surmortalité pour certaines pathologies pour certains cantons de la zone et une consommation d'antiasthmatiques plus élevée, par rapport au reste du département. Par ailleurs, plusieurs études épidémiologiques ont déjà été menées pour déterminer la part attribuable à la pollution atmosphérique industrielle. Leurs résultats montrent que l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique est réel mais la part attribuable à la pollution industrielle est difficilement quantifiable.

Or, la principale attente de la population de l'Étang de Berre est de connaître les effets sur leur état de santé de la pollution atmosphérique d'origine industrielle. Les industriels, cherchant la transparence dans ce domaine, sont aussi favorables à la mise en place d'une étude précise sur le sujet mais veulent qu'elle tienne compte de toutes les sources de polluants atmosphériques de la zone. De plus les possibilités offertes par les études épidémiologiques sont mal connues du grand public. Les études sanitaires proposées dans ce mémoire devraient aider les représentants de l'Etat, les industriels et les riverains à effectuer un choix, en connaissant les avantages et les limites de chacune. Des études descriptives peuvent dans un premier temps permettre de mieux cibler les problèmes de santé de cette population. Des études analysant le lien entre santé et pollution de l'air peuvent ensuite aider à déterminer l'impact sur des populations plus précises.

Une communication publique sur les études en cours et à venir dans la zone du pourtour de l'Étang de Berre a été prévue par la sous-préfecture d'Istres pour fin septembre. Une réunion préalable permettra aux différentes administrations (Ddass, Drire, Cire) de présenter :

- le bilan des données disponibles à savoir les données épidémiologiques existantes et les premiers résultats des VSEI globaux en cours ;
- les différents types d'étude existants avec leurs avantages et inconvénients ;
- les propositions d'études pouvant être effectuées.

Quelles que soit la ou les études retenues, ce choix devra être fait en tenant compte des attentes de la population et en concertation avec les riverains et les associations. Cette étude devra être menée en totale transparence et les résultats obtenus devront être communiqué aux décideurs, mais aussi à la population et aux associations, de manière claire et compréhensible par le grand public.

# Bibliographie


[1] AIRFOBEP. Qualité de l'air. Bilan de l'année. 2002 ; 2003 ; 2004 ; 2005. [Visité le 3 mai 2006] Disponibles sur Internet pour les années 1998 à 2004 :

http://www.airfobep.org/gabpage.php?fiche=7380861af312f22a9d7fb8c9a9d33dce&fiche2=44eeefebff756d3d34b490f81f6c36d7

[2] IUP ENTES, GT SPPPI PACA, CYPRES, DRIRE PACA. Enquête sociologique sur les représentations sociales de la population de l'Étang de Berre sur la relation Air/Santé. 2001/2002. 175 p.

[3] AIRMARAIX. Apports du programme ESCOMPTE pour la surveillance de la qualité de l'air. Rapport d'études et Atlas. Décembre 2005. 82 p. et 177 p.

[4] SAN Ouest-Provence. Les entreprises et l'emploi salarié dans le territoire de Ouest Provence par grand secteur d'activité. *Les cahiers de l'Observatoire* n°3. Mai 2005.

[5] WAUQUIEZ M-X. Inventaire départementalisé des émissions de polluants atmosphériques en France en 2000. CITEPA. Février 2005. 357 p.

[6] CITEPA. Emissions dans l'air en France. Régions de la métropole. Citepa. Avril 2004. 29 p.

[7] DRUART A. Inventaire des émissions par les grandes installations de combustion en France en application des directives européennes 88/609/CEE et 2001/80/CE. Citepa. Décembre 2004. 60 p.

[8] Compte-rendu de la réunion plénière du 23/06/06 du groupe de travail dioxine du SPPPI PACA.

[Visité le 15 mai 2006] Disponible sur Internet :

http://icpe-Paca.epistrophe.org/Paca_spppi/index.php?id=483

[9] RNSA. Les risques par ville. 2005.

[Visité le 12 juin 2006] Disponible sur Internet :

http://www.rnsa.asso.fr/index.php?id_page=2000

[10] CHARPIN D., ANNESI-MAESANO I., GODARD P. KOPFERSCHMITT-KUBLER M.C., ORYSZCZYN M.P., DAURES J.P., QUOIX E., RAHERISON C., TAYTARD A., VERVLOET D. Prévalence des maladies allergiques de l'enfant: L'enquête ISAAC-France, Phase I. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire.* 30 mars 1999. N°13/1999. pp. 49-51.

[11] BOUTIN-FORZANO S., GOUITAA M. et al. Pollution et atopie. *Allergy and Immunology.* 2004. 36(5): 192-6.

[12] JERETT M., BURNETT R.T., BROOK J., KANAROGLOU P., GIOVIS C., FINKELSTEIN N., HUTCHISON B. Do socioeconomic characteristics modify the short term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada. *Journal of Epidemiology and Community Health.* 2004. N° 58. pp. 31-40. [visité le 24 mai 2006].

[Visité le 19 juin 2006] Disponible sur Internet :

http://jech.bmjjournals.com/cgi/content/full/58/1/31

[13] MOULIN J-J., DAUPHINOT V., DUPRE C., SASS C., LABBE E., GERBAUD L., GUEGUEN R. Inégalité de santé et comportements : comparaison d'une population de 704 128 personnes en situation de précarité à une population de 516 607 personnes non

précaires, France, 1995-2002. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*. 31 octobre 2005. N°43/2005. pp. 213-215.

[14] ORS PACA. Données sur l'état de santé Régional. La santé observée. Tableau de bord régional. 2002.

[Visité le 14 juin 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.orsPaca.org/regionchiffre/tbr_2002/index.htm

[15] CASSEL O. Attractivité géographique des établissements de santé de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Drass Paca. Février 1999. 57 p.

[16] Site du Cépi-dc.

[Visité le 14 juin 2006] Disponibles sur Internet : http://www.cepidc.vesinet.inserm.fr/

[17] Site de l'Agence Technique de l'Information sur l'Hospitalisation

[Visité le 18 juillet 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.atih.sante.fr/

[18] COURIS C-M. ECOCHARD R. Utilisation du PMSI pour l'épidémiologie. Faisabilité, conditions d'utilisation et limites. *Gestions hospitalières.* Octobre 2005. pp. 651 – 654.

[19] ORS PACA. Données sur l'état de santé Régional. La santé observée. Les inégalités cantonales dans le département des Bouches-du-Rhône. Février 2005.

[Visité le 14 juin 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.orsPaca.org/regionchiffre/atlas_sante/pdf/13/dep13.htm

[20] ORS PACA. Données sur l'état de santé Régional. Tableau de bord régional santé – environnement. 2004.

[Visité le 14 juin 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.orsPaca.org/regionchiffre/tdbse/index.htm

[21] JAWORSKY C. *La Santé à Ouest Provence. Document de travail.* Observatoire Economique et Social Ouest Provence. Istres. Décembre 2005. 29 p.

[22] Prévalence des maladies allergiques de l'enfant : l'enquête ISAAC-France, phase 1, D.Charpin, I.Annesi-Maesano, Ph.Godard, M.C.Kopferschmitt-Kubler, M.P.Oryszczyn, J.P.Daurés, E.Quoix, C.Rahérison, A.Taytard, D.Vervloet, BEH n °13/1999.

[23] DEPREZ P.H., CHINAUD F., CLECH S., VALLIER N., GERMANAUD J., WEILL A., CORNILLE J.L., FENDER P., ALLEMAND H. et le groupe Médipath. La population traitée par médicaments de la classe des antiasthmatiques en France métropolitaine : données du régime général de l'assurance maladie, 2000. *Revue Médicale de l'Assurance Maladie.* Volume 35 n°1. Janvier-mars 2004. pp. 3-11.

[24] Ramadour M et al. (2000) Prevalence of asthma and rhinitis in relation to long-term exposure to gaseous air pollutants. Allergy 55 (12). p1163-1169

[25] Charpin D et al. (1999) Gaseous air pollution and atopy. Clin Exp Allergy 29 (11). p1474-80

[26] InVS. Programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution de l'air dans 9 villes françaises (PSAS 9).

[Visité le 31 juillet 2006] Disponible sur Internet :

http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/

[27] InVS - CIREI Ouest. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique : une démarche d'analyse de risque pour les plans régionaux de la qualité de l'air. Réseau national de santé publique, Saint-Maurice, juin 1998; 16 pages.

[28] InVS. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine – Guide méthodologique. Réseau national de santé publique. Saint-Maurice, juillet 1999 ; 31 pages.

[29] PASCAL L., LASALLE JL., DOS SANTOS L., MELQUIOND A., THIELEKE R., BRUNO C. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération de Martigues. InVS : Cire Sud. 31 p.

[30] BOUTIN-FORZANO S., ADEL N., GRATECOS L., JULLIAN H., GARNIER J.M., RAMADOUR M., LANTEAUME A., HAMON M., LAFAY V., CHARPIN D. Visits to the emergency room for asthma attacks and short-term air pollution changes. A case cross-over study. *Respiration.* 2004. N°71. pp. 134-137

[31] InVS. Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact. Saint-Maurice. Février 2000. 15 pages.

[Visité le 31 juillet 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.invs.sante.fr/publications/guides/etude_impact/

[32] INERIS. Guide méthodologique pour l'évaluation de l'impact sanitaire des rejets des raffineries de pétrole. Juin 2003. 133 pages.

[Visité le 3 août 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.environnement.gouv.fr/dossiers/risques/sante/media/guide-raffinerie.pdf

[33] AFFSET/InVS. Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires. 2005. 160 p.

[34] ATTANÉ A., BOUCHAYER F., LANGEWIESCHE K., MATTEÏ J-C. Perceptions des risques environnementaux (Marseille et alentours). Étude exploratoire en sciences sociales, auprès des médecins et dans la presse. SHADYC, IRD, Ville de Marseille. Juillet 2005.

[35] FAUGÈRE E. Percevoir ou mesurer ? Approche anthropologique de la qualité de l'air. *Europæa*, 2002, n°1/2, pp. 365–383.

[36] ATTANÉ A. Pêcher, courir, trier ses déchets… pratiques de l'environnement ou rapports aux autres ? Ethnographie comparée des pratiques de l'environnement dans deux villes françaises (Cherbourg et Martigues). *Europæa*, 2002, n°1/2, pp. 261–282.

[37] ROTILY M., TRÉMOLIÉRES L., ARMENGAUD A., CHARPIN D. Connaissances, opinions et attitudes des médecins face à la pollution atmosphérique dans les Bouches du Rhône. *Revue des Maladies Respiratoires*. 1999. N°16. pp. 575-584.

[38] IUP ENTES, GT SPPPI PACA, CYPRES, DRIRE PACA. Enquête sociologique sur les représentations sociales de la population de l'Étang de Berre sur la relation Air/Santé. 2001/2002. 175 p.

[39] MEDINA (S.), LE TERTRE (A.), DUSSEUX (E.), CAMARD (J.P.), LE MOULLEC (Y.) ERPURS Evaluation des Risques de la Pollution URbaine sur la Santé. Signification et limites des indicateurs de pollution atmosphérique en milieu urbain. Impact sur la santé selon différents scénarii d'évolution de la pollution atmosphérique en agglomération parisienne. Épisodes de pollution et santé en agglomération parisienne, 1987-1995. Rapport ORSIF. Décembre 1997. 162 p.

[40] InVS. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine – Mise à jour du guide méthodologique. Réseau national de santé publique. Saint-Maurice, mars 2003 ; 31 pages.

[Visité le 31 juillet 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.invs.sante.fr/publications/2003/eis_pollution/index.html

[41] LU Y., ZEGER S. L. On the equivalence of case-crossover and times series methods in environmental epidemiology. *Johns Hopkins University, Dept. of Biostatistics Working Papers.* Working Paper 101. March 2006. 30p.

[Visité le 7 août 2006] Disponibles sur Internet :

http://www.bepress.com/jhubiostat/paper101

[42] DECLERCQ et al. Effet à court terme de l'ozone sur la santé respiratoire d'enfants d'Armentières. Nord de la France. ORS Nord-Pas-de-Calais. Octobre 1999.

[43] GAUDERMAN J. and al. Association between Air Pollution and Lung Function Growth in Southern California Children. American Journal of respiratory and critical care medicine. Volume 162. 2000. pp 1383 - 1390.

[44] NAFSTAD P. and al. Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. Environmental Health Perspectives. 2004. 112(5). pp 610-615.

[45] Enquête épidémiologique PAARC (Pollution Atmosphérique et Affections Respiratoires Chroniques). Bulletin Européen de physiopathologie respiratoire. 1982. 18. pp. 87-99 et 101-116.

[46] PSAS9. Estimation des effets à long terme sur la mortalité de la pollution atmosphérique urbaine : quels critères pour le choix d'une cohorte ? Avril 2004. 37 p.

[A] Données IGN BDCARTO

[B] AIRFOBEP. Qualité de l'air. Programme de surveillance de la qualité de l'air 2006-Région de l'Étang de Berre et de l'ouest des Bouches-du-Rhône. Décembre 2005. 77p.

http://www.airfobep.org/gabpage.php?fiche=7380861af312f22a9d7fb8c9a9d33dce&fiche2=44100b3a4e9a1befeb7c9176cf78c69e

[C] AIRMARAIX. Apports du programme ESCOMPTE pour la surveillance de la qualité de l'air. Rapport d'études et Atlas. Décembre 2005. 82 p. et 177 p.

[D] Union française des industries pétrolières.

[E] RNSA. Données allergopolliniques par ville en 2005 :

http://www.pollens.fr/index.php?id_page=2000

[F] AIR ALPES MÉDITERRANÉE. Surveillance des odeurs. Bilan d'activité 2005. 16p.

[G] INSEE. Recensements de la population 1999.

http://www.recensement.insee.fr/RP99/rp99/page_accueil.paccueil

[H] URML. 2005.

[I] ORS PACA. Données sur l'état de santé Régional. La santé observée. Les inégalités cantonales dans le département des Bouches-du-Rhône. Février 2005.

Disponibles sur Internet :

http://www.orsPaca.org/regionchiffre/atlas_sante/pdf/13/dep13.htm

# Liste des annexes

Annexe 1 : Géographie, géologie et relief de l'Étang de Berre

Annexe 2 : Les vents autour de l'Étang de Berre

Annexe 3 : Les industries classées SEVESO II (seuil haut) autour de l'Étang de Berre en 2002 (Données de la Drire)

Annexe 4 : Rejets atmosphériques autour de l'Étang de Berre en 2000

Annexe 5 : Effets sur la santé des principaux polluants atmosphériques

Annexe 6 : Valeurs réglementaires pour la qualité de l'air extérieur

Annexe 7 : Tableaux de corrélation et moyennes

Annexe 8 : La surveillance régionale des odeurs

Annexe 9 : Catégories socioprofessionnelles autour de l'Étang de Berre (source : INSEE)

Annexe 10 : Déplacements domicile travail autour dans la zone d'étude en 1999 (INSEE RP1999)

Annexe 11 : Carte des bassins hospitaliers de Paca (Source : Drass Paca, 1999)

Annexe 12 : Mortalité par cantons dans les Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999

Annexe 13 : Entreprises et sources de pollution retenues dans les VSEI du pourtour de l'Étang de Berre

Annexe 14 : Rencontres, réunions et entretiens effectués durant le stage

Annexe 15 : Les grands schémas d'études santé : les études épidémiologiques

# Abstract

In France and internationally, the health effects of the air pollution is a subject increasingly worrying citizens and authorities. However, the air quality is a result of many factors and polluting activities, e.g.: temperatures and winds, transport, tertiary sector (heating), industries.

The *Etang de Berre* and the Gulf of *Fos sur Mer* are located in the South-East of France, in the administrative and geographical area (*Département*) of the *Bouches-du-Rhône*. They, together, represent a densely populated industrial basin where a range of oil, chemical and other industries have been cohabiting with an important population for over fifty years. In spite of endeavours by industries' leaders to comply with steadily evolving industrial standards, this particular context is prone to high levels of emission of many atmospheric pollutants, making the area one of the most polluted in France.

After describing the local geographical and human contexts we assessed the current state of scientific knowledge on the health of the population and on the established links with the atmospheric pollution around the *Etang the Berre*. The analysis of people's expectations allowed us to subsequently propose a series of epidemiological and environmental studies, in view of increasing existing knowledge. All recommended studies are described in terms of expected benefits, duration and scientific or practical limitations.

Compare with the rest of the *Bouches-du-Rhône*, the analysis of the health of the local population yield several matters of concern, unevenly distributed over the area. Several epidemiological studies have therefore been conducted in order to determine the attributable risk fraction of the industrial atmospheric pollution in such disorders. Their results show that the health impact of such pollution is real, although difficult to measure.

Around the Etang de Berre, people's main expectation is to better know the effects of industrial atmospheric pollution on populations' health. Nevertheless, the nature and potential benefits of appropriate studies are generally badly understood. Industrial leaders also look for more transparency in that domain and could therefore also favour related epidemiological and environmental studies. They however demand that these studies should apply high scientific standards and should also take all existing sources of atmospheric pollutants into account. The range of studies we are proposing in this treatise should help the local and national authorities, the industrial managers and the communities' representatives to choose the most appropriate tools in order to increase their knowledge, with a better understanding of related limitations, duration and constraints. Descriptive studies could, for example, help to better identified health problems and threats in the first place, whereas more in-depth analytic studies would be able to more accurately determine the health effects of specific risk factors on specific populations.

## Annexe 1 : Géographie, géologie et relief de l'Etang de Berre




**Figure 1 : Géologie autour de l'Étang de Berre [IGN]**

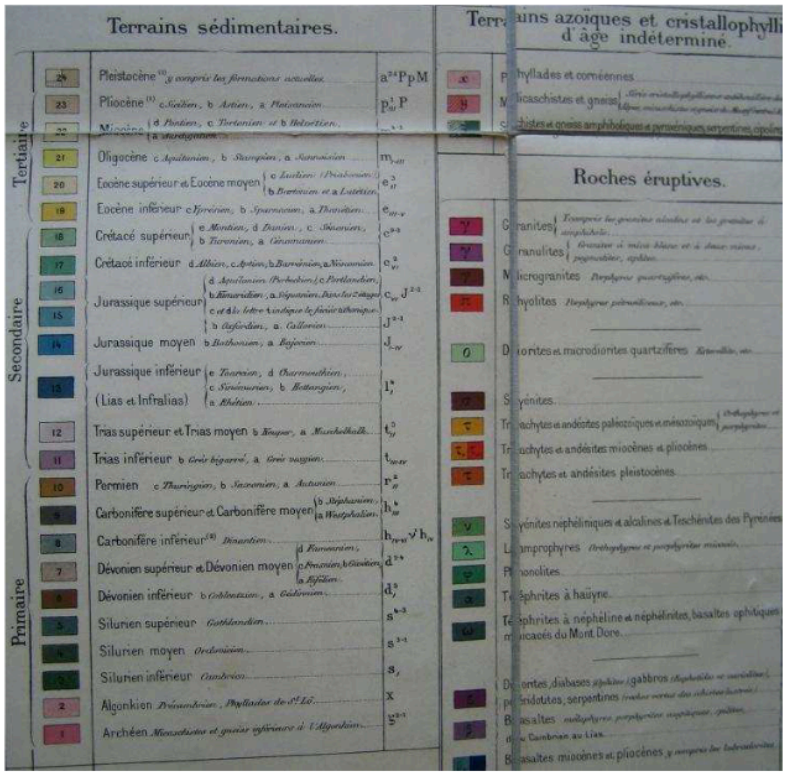



**Figure 2 : Légende des terrains géologiques [IGN]**

L’Étang de Berre est une véritable mer intérieure avec ses 155 kilomètres carrés de superficie et ses 75 kilomètres de côtes. D'une profondeur moyenne de 6 mètres, allant jusqu’à des maximum de 9,5 mètres, il contient un volume d'environ 980 millions de mètres cubes d'eau. Il a pour origine la remontée des eaux, consécutive à la dernière glaciation. Les terrains autour de l’Étang datent principalement de la fin du Secondaire (Crétacé) pour les zones de relief et du Tertiaire (Eocène, Oligocène, Miocène, Pliocène) pour les plaines [1] [2].

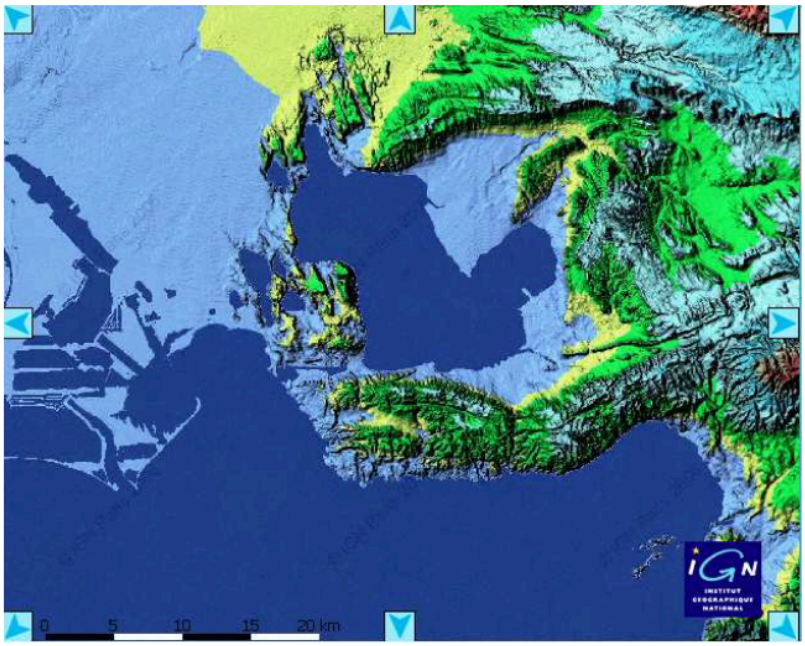



**Figure 3 : Le relief autour de l’Étang de Berre [GéoPortail IGN]**

Source : Site du Géoportail de l’IGN [consulté le 25 juillet 2006]
http://www.geoportail.fr/index.php?event=DisplayCartoVisu&url_insert=454c8017cd9addec9f7d2e88aa8ee6ae

**Annexe 2 : Les vents autour de l'Etang de Berre**

« Pour une direction et une vitesse de vent donné, la rose des vents établit la fréquence de ce vent sur la période considérée, ici le mois ».

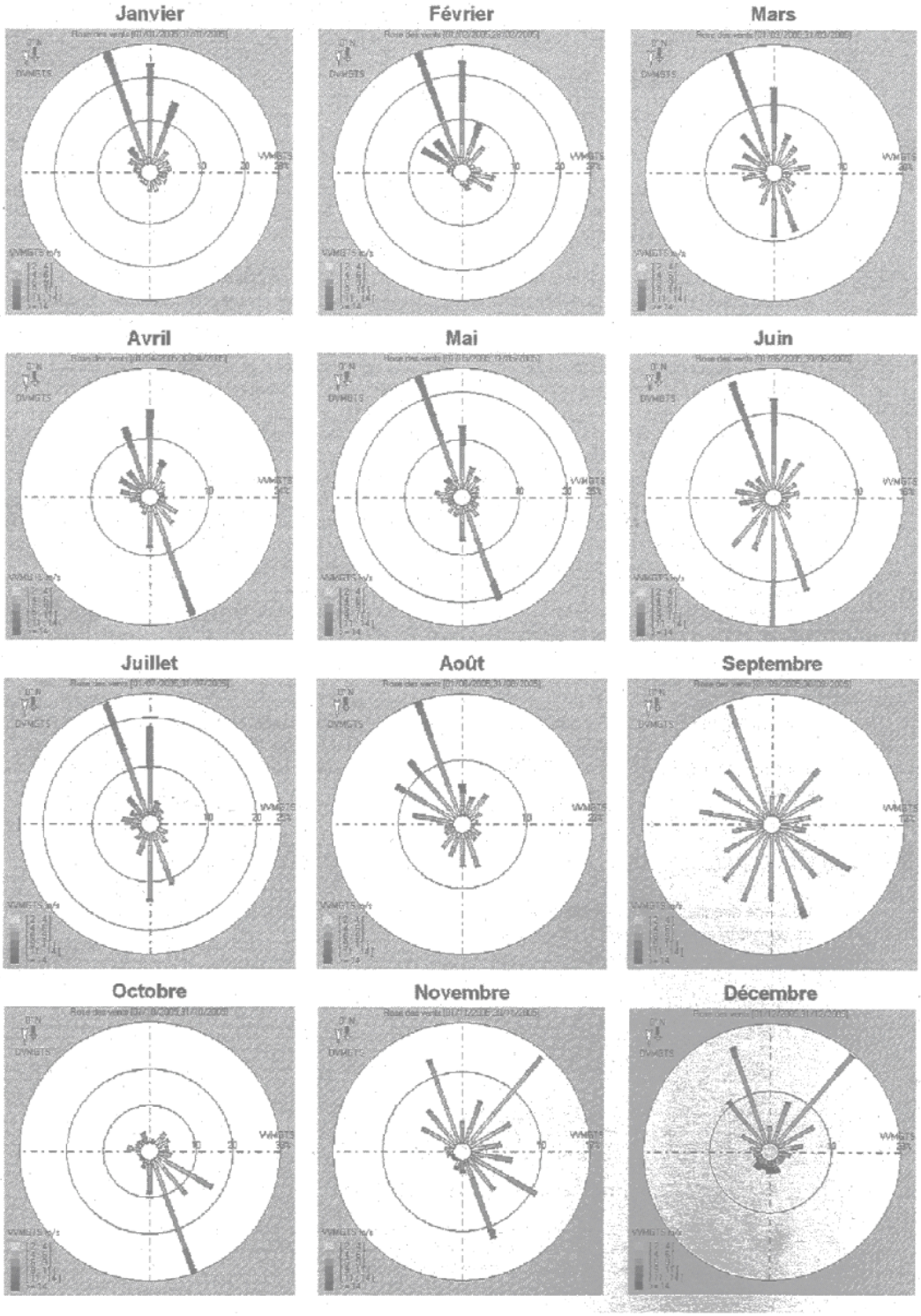



**Figure 1 : Rose des vents pour les mois de l'année 2005. (Source : bilan qualité de l'air 2005. Airfobep)**

| Janv. | Févr. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11,1% | 0,4% | 10,3% | 4,2% | 7,1% | 9,8% | 3,4% | 6,1% | 13,3% | 4,3% | 9,5% | 8,0% |

**Figure 2 : Pourcentage mensuel de vent inférieur à 2 m/s à Martigues La Gatasse en 2005.**

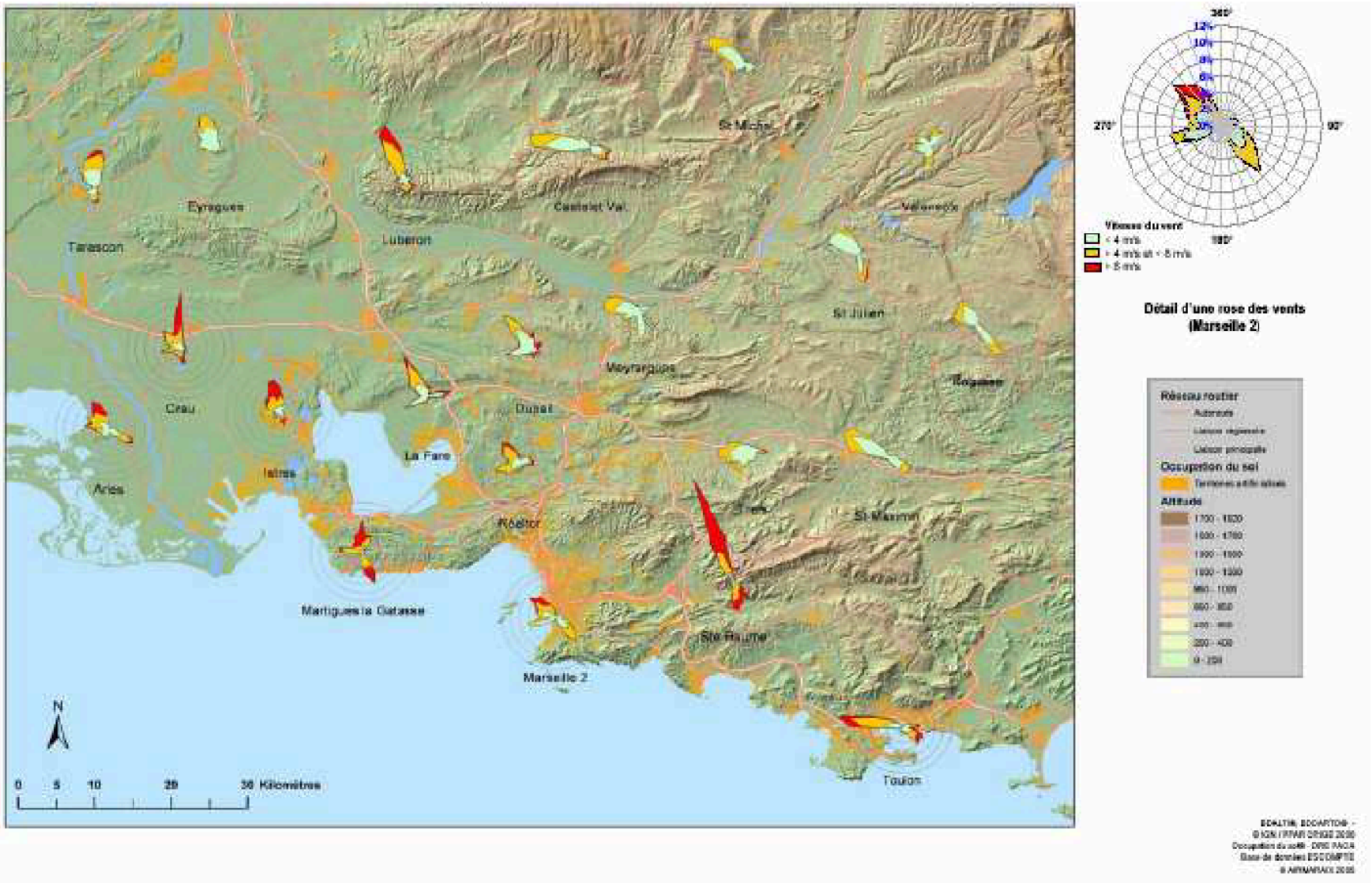



**Figure 3 : Roses des vents du 14 juin au 13 juillet 2001. (Source : Etude ESCOMPTE. Airmaraix. 2005)**

## Annexe 3 : Les industries classées SEVESO II (seuil haut) autour de l'Etang de Berre en 2002 (Données de la Drire).

| | | | Classé SEVESO II | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Entreprise | Commune | Secteur | Seuil | Nature du risque | Substances concernées |
| AIR LIQUIDE | Vitrolles | Chimie | B | I | Acétylène |
| ALBEMARLE | Port-de-Bouc | Chimie | H | I,G | Chlore + Brome |
| APPRYL | Martigues | Chimie | B | E,I | Gaz industriels + Produits chimiques |
| ATOFINA | Fos-sur-Mer | Chimie Pétrochimie | H | I,G | Chlore + Dérivés phosphatés |
| ATOFINA | Martigues (Lavéra) | Chimie Pétrochimie | H | E,I,G | Chlore + Dichloréthane + Chlorure de méthyle + Chlorure de vinyle |
| BASELL | Fos-sur-Mer | Chimie Pétrochimie | B | I | Peroxydes |
| BP Chimie (SNC) | Martigues | Chimie Pétrochimie | H | E,I | Liquides inflammables + Gaz inflammables + Oxyde d'éthylène |
| BP Raffinerie (SNC) | Martigues (Lavéra) | Raffinerie | H | E,I,G | Liquides inflammables + Gaz inflammables |
| BRENNTAG | Vitrolles | Chimie | H | I,G | Produits toxiques |
| BUTAGAZ | Rognac | Stockage gaz inflammable combustible | H | E,I | Gaz inflammables |
| COGEX | Fos-sur-Mer | Chimie | B | G | Produits toxiques |
| DELEUP | Port-Saint-Louis-du-Rhône | Stockage produits pétroliers | H | I | Liquides inflammables |
| Dépôt pétrolier de Fos (DPF) | Fos-sur-Mer | Stockage produits pétroliers | H | E,I | Liquides inflammables |
| ESSO | Fos-sur-Mer | Raffinerie | H | E,I,G | Liquides inflammables + Gaz inflammables |
| GAZECHIM | Martigues | Chimie | H | G | Chlore |
| GEOGAZ | Martigues (Lavéra) | Stockage gaz inflammable combustible | H | E,I | Gaz inflammables |
| GIE Terminal de la Crau | Fos-sur-Mer | Stockage produits pétroliers | H | E,I | Liquides inflammables |
| HUNTSMANN | Martigues (Lavéra) | Stockage gaz inflammable combustible | H | G | Gaz inflammables |
| LBC Marseille-Fos | Martigues (Lavéra) | Stockage produits pétroliers | H | E,I,G | Liquides inflammables |
| LBC Marseille-Fos n°1 | Port-Saint-Louis-du-Rhône | Stockage produits pétroliers | H | E,I | Liquides inflammables |
| LBC Marseille-Fos n°2 | Port-Saint-Louis-du-Rhône | Stockage produits pétroliers | H | E,I | Liquides inflammables |
| LYONDELL Chimie France | Fos-sur-Mer | Chimie Pétrochimie | H | E,I,G | Liquides inflammables + Gaz inflammables + Acrylonitrile + Oxyde d'éthylène + Propylène + Toluène |
| NAPHTACHIMIE | Martigues | Chimie Pétrochimie | H | E,I | Liquides inflammables + Gaz inflammables |
| OXOCHIMIE | Martigues | Chimie | H | E,I | Alcools + Aldéhydes |
| PPG Port | Port-Saint-Louis-du-Rhône | Stockage produits pétroliers | H | E,I,G | Liquides inflammables |

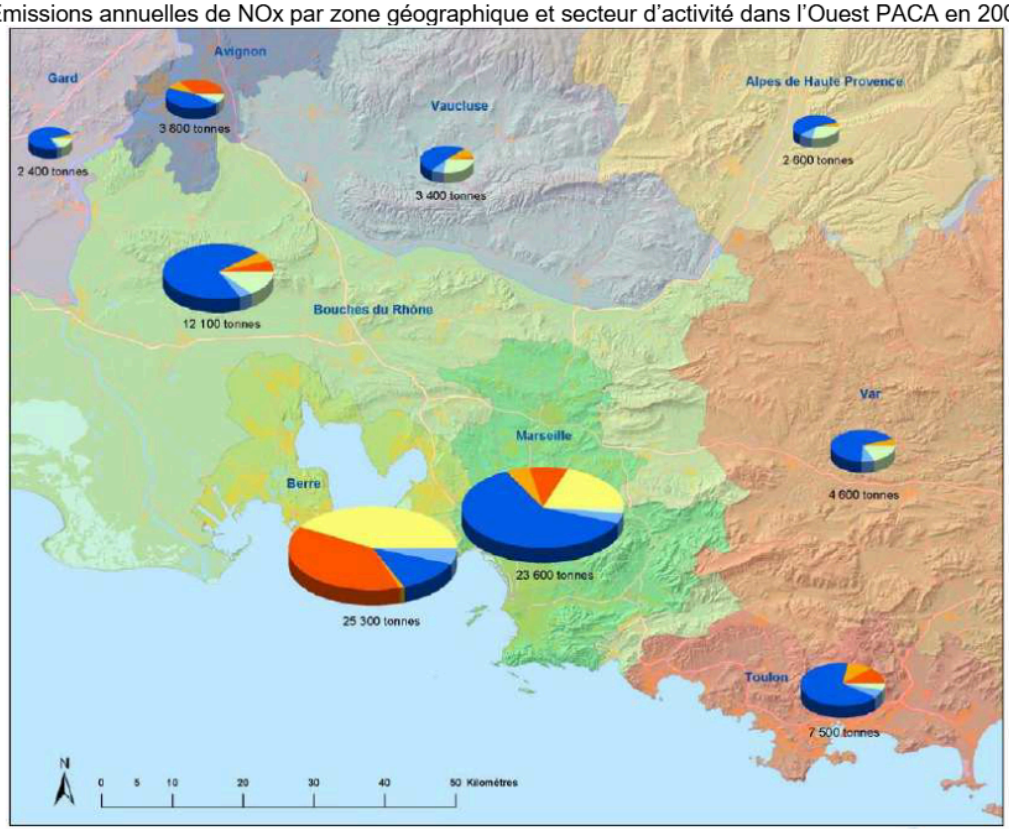
| | | | Classé SEVESO II | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Entreprise | Commune | Secteur | Seuil | Nature du risque | Substances concernées |
| PRIMAGAZ | Martigues (Lavéra) | Stockage gaz inflammable combustible | H | E,I | Gaz inflammables |
| RHONE GAZ* | Fos-sur-Mer | Stockage gaz inflammable combustible | H | E,I | Gaz inflammables |
| SCVF VINYLFOS | Fos-sur-Mer | Chimie Pétrochimie | H | I | Chlorure de vinyle + Ethylène + Dichloréthane |
| SPM Shell Berre Raffinerie (SBR) | Berre-l'Etang | Raffinerie | H | E,I,G | Liquides inflammables + Gaz inflammables |
| SPM Shell Chimie Olé/Polyoléfines | Berre-l'Etang | Chimie Pétrochimie | H | E,I | Liquides inflammables + Gaz inflammables |
| SPM Shell Chimie UCB (Pol-Spéc) | Berre-l'Etang | Chimie Pétrochimie | H | E,I | Liquides inflammables + Gaz inflammables + Chlorure de vinyle |
| SPM Shell Port la Pointe | Berre-l'Etang | Chimie Pétrochimie | H | E,I | Gaz inflammables |
| Société des Pétroles Shell (SPS) | Rognac | Stockage produits pétroliers | H | E,I | Liquides inflammables |
| Société du Pipeline Sud Européen | Fos-sur-Mer | Stockage produits pétroliers | H | E,I | Liquides inflammables |
| SOGIF (ex Air Liquide) | Fos-sur-Mer | Chimie | H | E,I | Gaz industriels + Oxygène liquéfié + Hydrogène + Explosifs |
| SOLLAC Méditerranée | Fos-sur-Mer | Sidérurgie | H | I,G | Gaz sidérurgique |
| STOGAZ | Marignane | Stockage gaz inflammable combustible | H | E,I | Gaz inflammables |
| Terminal Méthanier (GDF) | Fos-sur-Mer | Stockage produits pétroliers | H | E,I | Gaz inflammables |
| TOTAL | Martigues (Lavéra) | Chimie Pétrochimie | H | E,I | Liquides inflammables |
| TOTAL France | Châteauneuf-les-Martigues (La Mède) | Raffinerie | H | E,I,G | Liquides inflammables + Gaz inflammables |
| UNIVAR (ex QUARRECHIM) | Martigues | Chimie | B | G | Produits toxiques + Comburants |

H : seuil haut
B : seuil bas

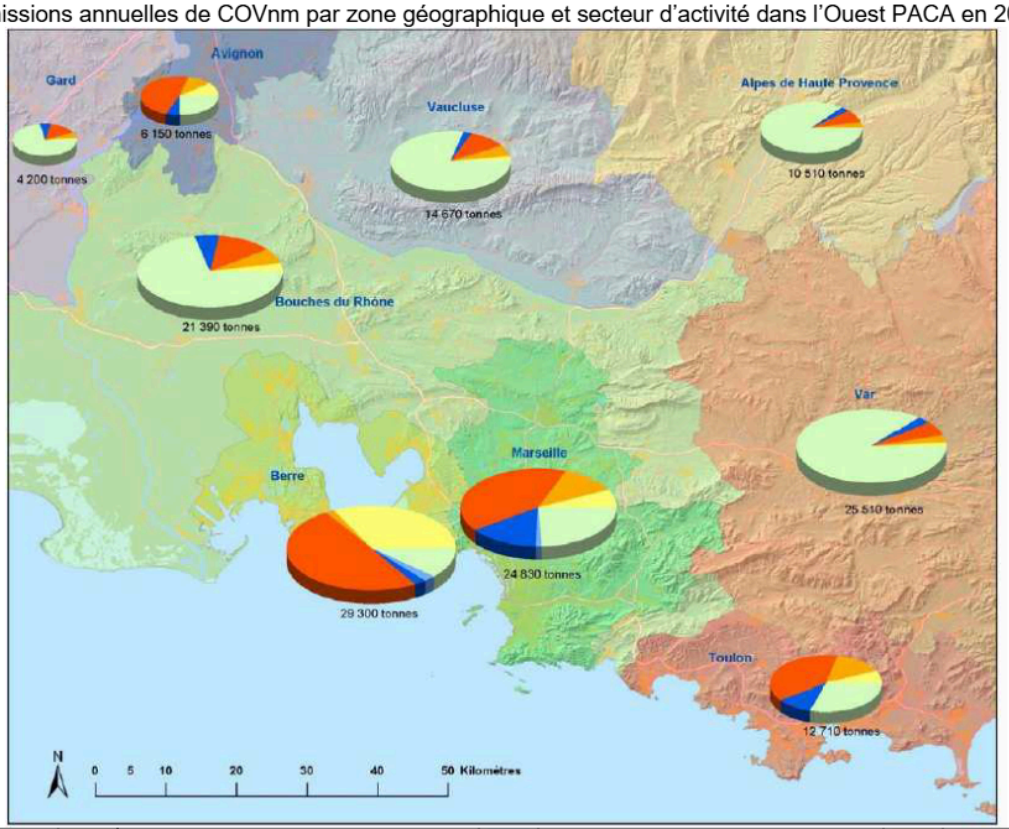
E : risque d'explosion (risques de brûlures ou de blessures par projection d'éclats)
I : risque d'incendie (risques de brûlures et d'asphyxies)
G : risque d'émission de gaz toxiques (risques de nausées, d'intoxication)

## Annexe 4 : Rejets atmosphériques autour de l'Etang de Berre en 2000

Emissions annuelles de NOx par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest PACA en 2000

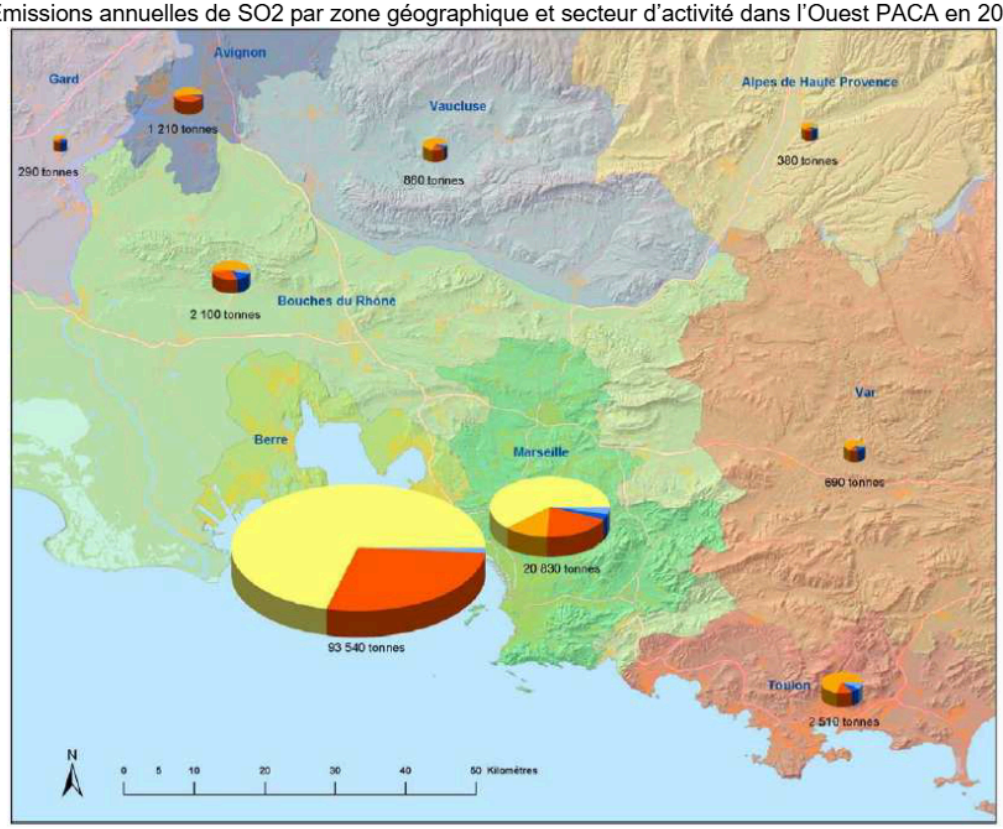



Emissions annuelles de COVnm par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest PACA en 2000

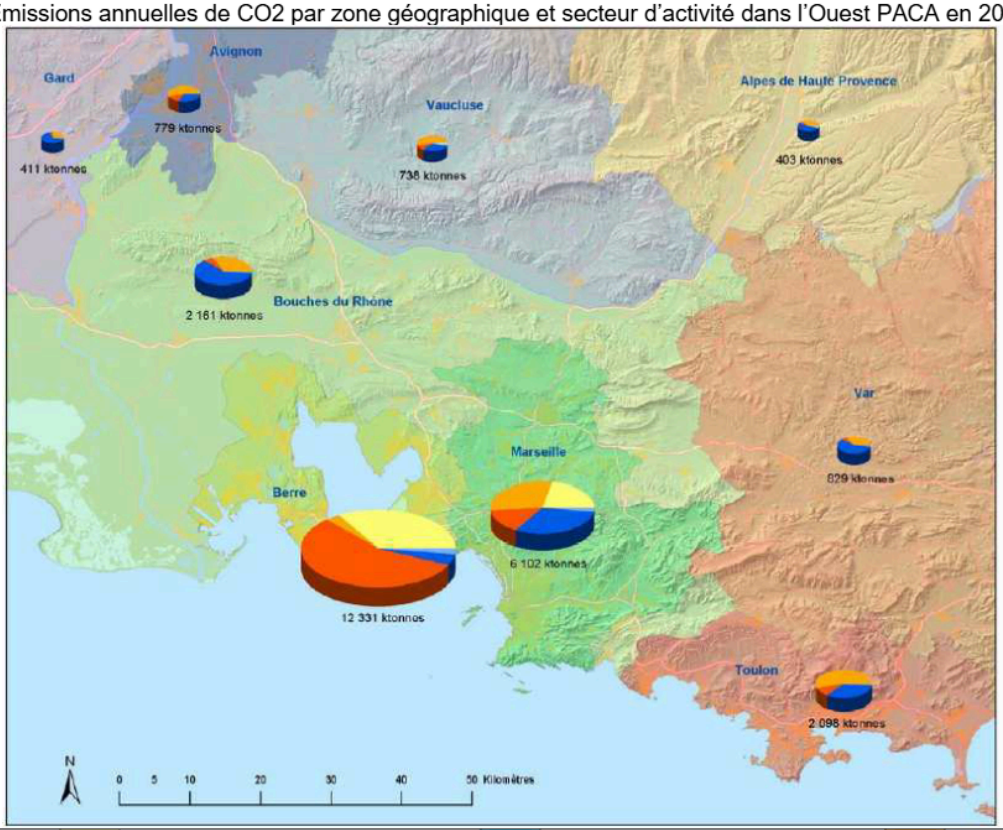



| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Légende par | | Production/Distribution d'énergie | | Transports non routiers | | Résidentiel/Tertiaire | |
| secteurs d'activité | | Industrie/Traitement déchets | | Agriculture/Sylviculture/Nature | | Transports routiers | |

Emissions annuelles de SO2 par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest PACA en 2000

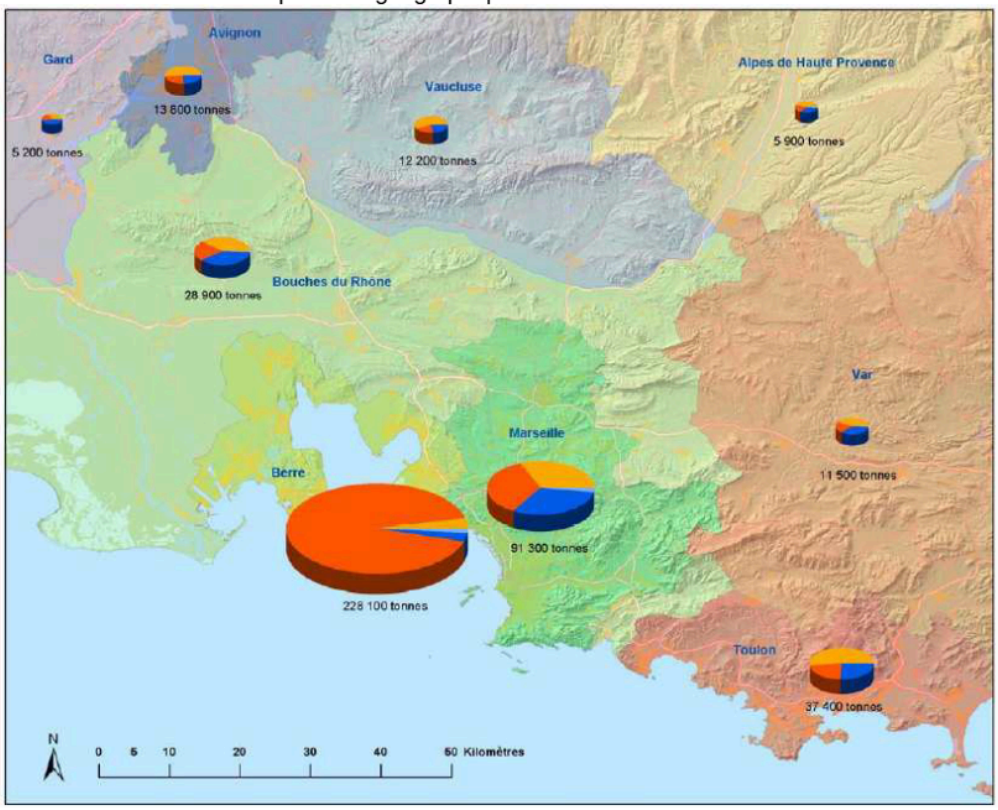



Emissions annuelles de CO2 par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest PACA en 2000

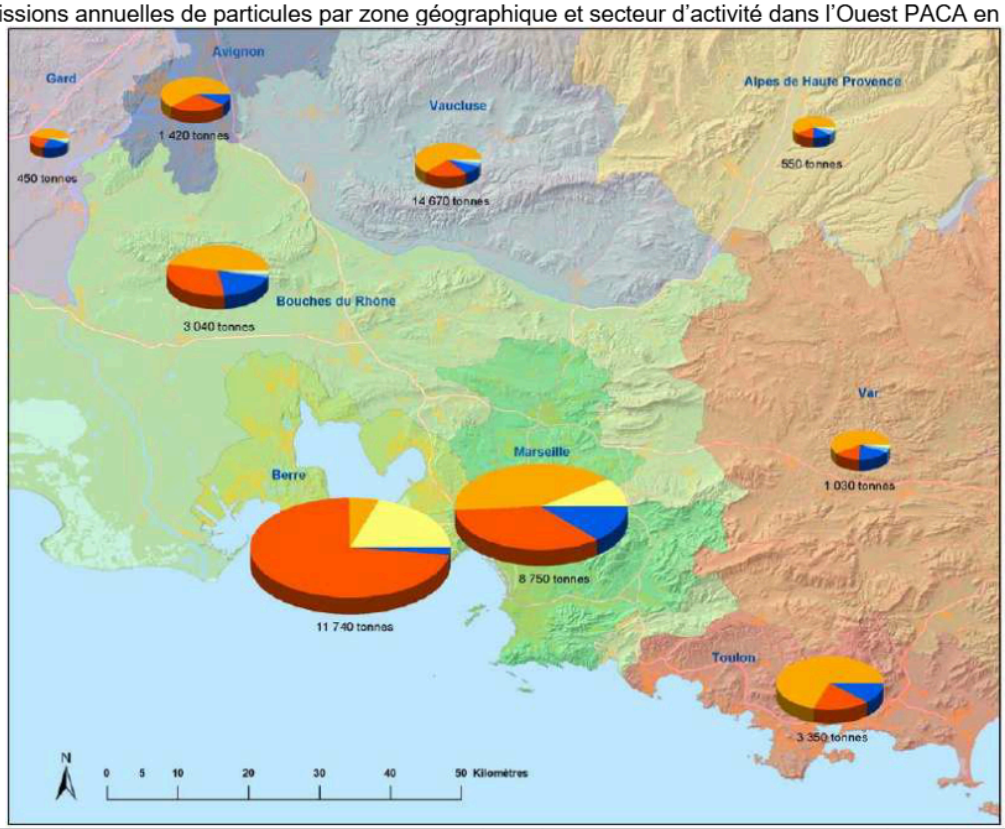



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Légende par secteurs d'activité | Production/Distribution d'énergie | | Transports non routiers | | Résidentiel/Tertiaire |
| | Industrie/Traitement déchets | | Agriculture/Sylviculture/Nature | | Transports routiers |

Emissions annuelles de CO par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest PACA en 2000




Emissions annuelles de particules par zone géographique et secteur d'activité dans l'Ouest PACA en 2000




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Légende par | Production/Distribution d'énergie | Transports non routiers | Résidentiel/Tertiaire |
| secteurs d'activité | Industrie/Traitement déchets | Agriculture/Sylviculture/Nature | Transports routiers |

AIRMARAIX. Programme ESCOMPTE pour la surveillance de la qualité de l'air. Rapport d'études et Atlas. Décembre 2005. 82 p. et 177 p.

## Annexe 5 : Effets sur la santé des principaux polluants atmosphériques

### Origine

Les activités humaines, qu'elles soient industrielles, agricoles, liées à l'habitat (énergie, chauffage), aux transports ou au traitement des déchets, sont à l'origine de l'émission de polluants atmosphériques. Ce sont principalement les phénomènes de combustions et d'évaporations ainsi que les réactions chimiques qui libèrent le plus de polluants dans l'atmosphère.

Parmi ces polluants présents dans l'atmosphère, ceux dont les effets sont les mieux étudiés sont les suivants :

- le dioxyde de soufre ($SO_2$),
- l'ozone ($O_3$),
- le monoxyde et le dioxyde d'azote (NO et $NO_2$),
- les particules (PM),
- le monoxyde de carbone (CO),
- le Benzène ($C_6H_6$) et les autres hydrocarbures polycycliques,
- les composés organiques volatils (COV),
- les métaux lourds (Pb, Hg,Cd…)
- butadiène
- les dioxines
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
- les pollens…

### Les effets sanitaires des principaux polluants mesurés

Ils peuvent agir à différents niveaux du corps humain. Ils agissent d'abord au niveau des zones du corps en contact avec le milieu extérieur : la peau, les muqueuses, les alvéoles pulmonaires. Ils sont alors la cause d'irritations, de gènes.
Les polluants vont alors se dissoudre et pouvoir passer dans les fluides corporels : sang, lymphes. Ils vont finalement être rejetées par les urines, les selles mais une partie de ces produits vont s'accumuler dans des organes, surtout lorsqu'ils sont lipophiles.

**Le dioxyde de soufre ($SO_2$)** est un gaz irritant fortement soluble dans l'eau. Il est surtout adsorbé au niveau des voies aériennes supérieures mais il peut atteindre les voies inférieures au cours d'une activité physique intense ou s'il est adsorbé sur des particules.

Lors d'une exposition aiguë à des niveaux élevés, le $SO_2$ peut entraîner des irritations de la peau, des muqueuses ainsi que des inflammations des bronches avec des spasmes ou broncho-constrictions, similaires à des réactions asthmatiques, à l'origine de la sécrétion de mucus pouvant provoquer une altération de la fonction respiratoire. Les symptômes sont la toux, les sifflements mais aussi de crises asthmatiques aiguës chez les personnes sensibles (enfants, patients souffrant déjà de troubles respiratoires chroniques).

L'exposition chronique à des niveaux moyens journaliers faibles de $SO_2$, est significativement corrélée à la survenue de différents événements sanitaires tels que l'hospitalisation pour maladies respiratoires et cardio-vasculaires ischémiques, l'exacerbation de crises d'asthme, l'aggravation des insuffisances respiratoires chroniques et les décès pour pathologies cardio-vasculaires.

Le dioxyde de soufre agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules. Les asthmatiques y sont particulièrement sensibles.

**L'ozone** est un polluant photochimique à propriétés oxydantes qui se forme dans l'air sous l'effet du rayonnement solaire par transformation chimique de polluants primaires (oxydes d'azote, composés organiques volatils et monoxyde de carbone).

C'est un oxydant puissant, susceptible de pénétrer en profondeur dans les voies respiratoires. C'est un irritant des yeux, de la gorge et des bronches, qui peut provoquer la diminution de la fonction respiratoire.

Les effets de l'ozone sur la santé dépendent de la dose effective reçue (elle-même liée à la concentration, la durée d'exposition et la ventilation pulmonaire) et présentent une forte variabilité individuelle. En cas d'exposition contrôlée unique à de fortes concentrations, les manifestations décrites sont transitoires et rapidement dégressives en 24 heures. En cas d'expositions contrôlées répétées, les effets sont accentués les 48 premières heures puis un phénomène d'adaptation se manifeste le 3ème jour par une atténuation des effets et leur disparition les 4ème et 5ème jours. Ce phénomène disparaît totalement en deux semaines.

De nombreuses études épidémiologiques ont aussi permis d'évaluer les effets à court terme de la pollution par l'ozone sur la santé. Tout d'abord, chez des enfants asthmatiques, un certain nombre d'études met en évidence une augmentation de la toux et de la fréquence des crises d'asthme lors d'une augmentation des niveaux d'ozone. Par ailleurs, L'augmentation des niveaux d'ozone est corrélée à une augmentation à court terme de la mortalité et des hospitalisations pour pathologies respiratoires.

Enfin, les effets à long terme sont encore peu connus mais une étude de cohorte américaine (ASHMOG study) a mis en évidence une association entre l'exposition à long terme à l'ozone et l'augmentation de l'incidence de l'asthme chez les hommes.

Les personnes sensibles sont celles ayant des difficultés respiratoires ou des problèmes cardio-vasculaires. Ses effets sont majorés par l'exercice physique.

**Les monoxyde et dioxydes d'azote (NO-$NO_2$)** sont toxique (le NO l'est 10 fois plus que CO et le $NO_2$, 40 fois plus que CO) mais moins soluble dans l'eau que le $SO_2$. Le $NO_2$ est un gaz irritant pour les bronches et pénètre profondément dans les poumons.

Au niveau cellulaire le $NO_2$ provoque des lésions inflammatoires de l'épithélium de type oxydatif avec libération de médiateurs chimiques et de radicaux libres. On note une augmentation des lymphocytes et des macrophages dans le liquide broncho-alvéolaire pour des expositions à des doses très élevées.
Les pics de concentrations sont plus nocifs que l'exposition chronique à de faibles doses. Le NO est un gaz irritant pour les bronches, il réduit le pouvoir oxygénateur du sang. Chez les asthmatiques, le $NO_2$ augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant il favorise les infections pulmonaires.

Un certain nombre d'études épidémiologiques ont aussi permis d'évaluer les effets à court terme de la pollution par le dioxyde d'azote sur la santé. L'augmentation des niveaux de $NO_2$ est corrélée à une augmentation de la mortalité et des hospitalisations pour pathologies respiratoires.

Pour **les particules**, plus elles sont fines plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Les particules les plus grosses se déposent sur la muqueuse de l'oropharynx et sont dégluties, la voie de pénétration principale est donc digestive. Les particules fines se déposent sur l'arbre trachéo-bronchique et vont atteindre les alvéoles pulmonaires.

Elles ont une double action liée aux particules proprement dites et aux polluants qu'elles transportent (métaux, hydrocarbures, dioxyde de soufre, etc.). Elles irritent le système respiratoire humain et peuvent contribuer au déclenchement de maladies respiratoires aiguës, même à de faibles concentrations.
Certaines études expérimentales montrent une association entre les particules et des marqueurs sanguins de l'inflammation (taux de fibrinogène et protéine C réactive). Les particules auraient aussi un effet allergisant selon deux mécanismes, une augmentation de la synthèse des anticorps IgE résultant de l'activation des cellules du système immunitaire d'une part et une modification du pouvoir antigénique de certains pollens d'autre part. Les effets cancérogènes observés dans certaines études (Pope) sont liés à la présence de molécules cancérogènes adsorbées à la surface des particules émises par les véhicules diesels. Enfin, Peters a récemment décrit un effet des particules sur l'appareil cardiovasculaire en mettant en évidence une association entre particules et saturation de l'oxygène sanguin, viscosité plasmatique et pression sanguine.

De nombreuses études épidémiologiques ont mis en évidence des associations à court terme entre les niveaux ambiants de particules et une augmentation de la mortalité, des admissions hospitalières et des consultations médicales. Ces effets concernent l'appareil respiratoire mais également l'appareil cardiovasculaire. Les études concernant les effets à long terme sont moins nombreuses mais leurs résultats vont dans le sens d'un effet délétère lié à une exposition chronique aux particules, sur l'appareil cardio-pulmonaire en particulier.

**Le monoxyde de carbone (CO)** se fixe sur l'hémoglobine du sang. Le phénomène est irréversible. 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 benzène ($C_6H_6$) et certains autres hydrocarbures aromatiques polycycliques** ont été reconnus comme ayant un pouvoir cancérigène du benzène en cas d'exposition chronique, par de nombreuses études épidémiologiques sous l'égide du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). Malgré les nombreuses incertitudes qui demeurent faute de recul dans ces études, il est établi qu'il n'existe pas de seuil en dessous duquel le benzène ne présente pas de risque pour la santé humaine.

**Les composés organiques volatils (COV)** ont des effets sur la santé très variables selon le composé. Cela peut aller de la simple gêne olfactive à des effets mutagènes et cancérogènes en passant par des irritations (aromatiques, oléfines, aldéhydes) ou des diminutions de la capacité respiratoire. Rq : le benzène fait parti des COV non méthaniques.

Les **métaux lourds (Pb, As, Ni, Cd…)** peuvent s'avérer toxiques lorsqu'ils sont inhalés, même en faible quantité. Il y a en effet une bioaccumulation possible. Ainsi le cadmium peut conduire à des intoxications rénales, le plomb agit sur le système nerveux, alors que l'arsenic et le nickel sont cancérigènes.

Les limites de concentration dans l'air ambiant de certains polluants ($SO_2$, Poussières, $NO_2$, Pb, $O_3$) imposées par des directives Européennes tiennent compte de ces effets. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) édicte les règles qu'il faudrait respecter pour les divers polluants (cf. annexe 6).

Source : S. Cassadou, C. Declercq, M. D'Helf, D. Eilstein, P. Fabre, L. Filleul, J.F. Jusot, A. Lefranc, A. Le Tertre, S. Medina, L. Pascal, H. Prouvost. Les risques sanitaires, **Programme national de surveillance des effets sur la santé de la pollution de l'air dans 9 villes françaises (PSAS 9),** site Internet de l'InVS. [Consulté le 15 mai 2006]
Disponible Internet : http://www.invs.sante.fr/surveillance/psas9/default.htm

## Annexe 6 : Valeurs réglementaires pour la qualité de l'air extérieur

Les Normes du décret n°2002-213 du 15 février 2002 concernent le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone et l'ozone et le décret n°2003- 1085 du 12 novembre 2003 concerne le benzène.

**Le dioxyde d'azote $NO_2$**

| | Moyenne annuelle | Moyenne Horaire |
|---|---|---|
| **Objectif de qualité** | 40 µg/m3 | |
| **Valeur limite pour la protection de la santé humaine** | 40 µg/m3 **(2)** | Percentile 98 (soit 175 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) égal à 200 µg/m3 ou Percentile 99,8 (soit 18 heures de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) égal à 200 µg/m3 **(1)** |
| **Valeur limite pour la protection des écosystèmes** | Moyenne annuelle en NOx égale à 30 µg/m3 | |
| **Seuil de recommandation et d'information** | | 200 µg/m3 |
| **Seuil d'alerte** | | 400 µg/m3 ou 200 µg/m3 si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement le lendemain |

(1) Cette valeur limite est applicable à compter du 1er janvier 2010. Avant cette date, elle est dégressive annuellement de la façon suivante:

| **Année** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Seuils annuels en µg/m3** | 290 | 280 | 270 | 260 | 250 | 240 | 230 | 220 | 210 |

(2) Cette valeur limite est applicable à compter du 1er janvier 2010. Avant cette date, elle est dégressive annuellement de la façon suivante:

| **Année** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Seuils annuels en µg/m3** | 58 | 56 | 54 | 52 | 50 | 48 | 46 | 44 | 42 |

**Le monoxyde de carbone CO**

| | Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8heures |
|---|---|
| **Valeur limite pour la protection de la santé humaine** | 10 mg/m3 |

**L'ozone $O_3$**

| | Moyenne sur 8 heures glissantes | Moyenne horaire | Moyenne journalière |
|---|---|---|---|
| | **Pour la protection de la santé humaine** | 110 µg/m3 | |
| | **Pour la protection de la végétation** | 200µg/m3 | 65µg/m3 |
| **Seuil de recommandation et d'information** | | 180 µg/m3 | |
| **Seuil d'alerte** | | 1er seuil 240µg/m3/3h<br>2ème seuil 300µg/m3/3h<br>3ème seuil 360µg/m3/h | |

**Les particules fines $PM_{10}$**

| | Moyenne annuelle | Moyenne journalière |
|---|---|---|
| **Objectif de qualité** | 30 µg/m3 | |
| **Valeur limite pour la protection de la santé humaine (1)** | Moyenne annuelle égale à 40 µg/m3 **(3)** | Percentile 90,4 (soit 35 jours de dépassement autorisées par année civile de 365 jours) des concentrations moyennes journalières sur l'année civile : 50 µg/m3 **(2)** |

**(1)** Valeurs limites pour la protection de la santé utilisées pour les concentrations de particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 10 micromètres. Elles ne s'appliquent qu'à la part des concentrations liées à des événements non naturels.

**(2)** Cette valeur limite est applicable à compter du 1er janvier 2005. Avant cette date, elle est dégressive annuellement de la façon suivante:

| **Année** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Seuil annuel en µg/m3** | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 |

**(3)** Cette valeur limite est applicable à compter du 1er janvier 2005. Avant cette date, elle est dégressive annuellement de la façon suivante:

| **Année** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Seuil annuel en µg/m3** | 46 | 44 | 43 | 41 | 40 |

**Le benzène $C_6H_6$**

| | Moyenne annuelle |
|---|---|
| **Objectif de qualité** | 2 µg/m3 |
| **Valeur limite pour la protection de la santé** | 5 µg/m3 **(1)** |

**(1)** : Cette valeur limite est applicable à compter du 1er janvier 2010. Avant cette date, elle est dégressive annuellement de la façon suivante:

| **Année** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Seuils annuels en µg/m3** | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 |

**Le dioxyde de soufre $SO_2$**

| | Moyenne annuelle | Moyenne hivernale (1/10 au 31/03) | Moyenne horaire | Percentile 99.7 en moyenne Horaire | Percentile 99.2 en moyenne journalière |
|---|---|---|---|---|---|
| **Objectif de qualité** | 50 µg/m3 | | | | |
| **Valeur limite pour la protection de la santé humaine** | | | | 350 µg/m3 soit 24 heures de dépassements autorisées par année civile de 365 jours **(1)** | 125 µg/m3 soit 3 jours de dépassements autorisés par année civile de 365 jours |
| **Valeur limite pour la protection des écosystèmes** | 20 µg/m3 | 20 µg/m3 | | | |
| **Seuil de recommandation et d'information** | | 300 µ g/m3 | | | |
| **Seuil d'alerte** | | | 500 µg/m3 pendant trois heures consécutives | | |

**(1)** Cette valeur limite est applicable à compter du 1er janvier 2005. Avant cette date, elle est dégressive annuellement de la façon suivante:

| **Année** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Seuil annuel en µg/m3** | 470 | 440 | 310 | 380 | 350 |

## Annexe 7 : Tableaux de corrélation et moyennes

$O_3$

| | Berre l'Etang | Marignane Ville | Martigues Notre-Dame | Istres | Fos Les Carabins | Port-de-Bouc | Miramas | Vitrolles | Rognac Les Brets | Sausset-les-Pins |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Berre l'Etang | 1,00 | | | | | | | | | |
| Marignane Ville | 0,91 | 1,00 | | | | | | | | |
| Martigues Notre-Dame | 0,96 | 0,91 | 1,00 | | | | | | | |
| Istres | 0,96 | 0,91 | 0,97 | 1,00 | | | | | | |
| Fos Les Carabins | 0,96 | 0,91 | 0,97 | 0,98 | 1,00 | | | | | |
| Port-de-Bouc | 0,94 | 0,89 | 0,96 | 0,95 | 0,97 | 1,00 | | | | |
| Miramas | 0,96 | 0,88 | 0,96 | 0,96 | 0,95 | 0,94 | 1,00 | | | |
| Vitrolles | 0,97 | 0,92 | 0,95 | 0,94 | 0,94 | 0,92 | 0,95 | 1,00 | | |
| Rognac Les Brets | 0,98 | 0,90 | 0,95 | 0,95 | 0,94 | 0,92 | 0,95 | 0,97 | 1,00 | |
| Sausset-les-Pins | 0,93 | 0,88 | 0,95 | 0,93 | 0,95 | 0,95 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 1,00 |
| | | | | | | | | | | |
| Moyenne ($\mu g/m^3$) | 80,68 | 63,09 | 82,11 | 75,12 | 82,02 | 77,24 | 85,36 | 80,21 | 85,21 | 85,49 |

$PM_{10}$

| | Martigues L'Ile | Port-de-Bouc | Rognac Les Brets | Châteauneuf La Mède | Fos Les Carabins |
|---|---|---|---|---|---|
| Martigues L'Ile | 1,00 | | | | |
| Port-de-Bouc | 0,89 | 1,00 | | | |
| Rognac Les Brets | 0,89 | 0,77 | 1,00 | | |
| Châteauneuf La Mède | 0,84 | 0,77 | 0,78 | 1,00 | |
| Fos Les Carabins | 0,86 | 0,79 | 0,82 | 0,79 | 1,00 |
| | | | | | |
| Moyenne ($\mu g/m^3$) | 24,3 | 28,1 | 24,8 | 29,1 | 25,5 |

## $NO_2$

| | Berre l'Etang | Marignane Ville | Martigues Notre-Dame | Martigues L'Ile | Istres | Fos Les Carabins | Port-de-Bouc | Vitrolles | Rognac Les Brets | Sausset-les-Pins |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Berre l'Etang | 1,00 | | | | | | | | | |
| Marignane Ville | 0,81 | 1,00 | | | | | | | | |
| Martigues Notre-Dame | 0,87 | 0,69 | 1,00 | | | | | | | |
| Martigues L'Ile | 0,89 | 0,74 | 0,93 | 1,00 | | | | | | |
| Istres | 0,90 | 0,76 | 0,87 | 0,89 | 1,00 | | | | | |
| Fos Les Carabins | 0,87 | 0,70 | 0,90 | 0,91 | 0,89 | 1,00 | | | | |
| Port-de-Bouc | 0,81 | 0,69 | 0,80 | 0,83 | 0,82 | 0,85 | 1,00 | | | |
| Vitrolles | 0,82 | 0,76 | 0,79 | 0,80 | 0,79 | 0,76 | 0,62 | 1,00 | | |
| Rognac Les Brets | 0,88 | 0,77 | 0,86 | 0,86 | 0,84 | 0,84 | 0,72 | 0,90 | 1,00 | |
| Sausset-les-Pins | 0,78 | 0,72 | 0,79 | 0,79 | 0,76 | 0,74 | 0,61 | 0,87 | 0,79 | 1,00 |
| | | | | | | | | | | |
| Moyenne ($\mu g/m^3$) | 22,68 | 38,97 | 16,46 | 24,25 | 20,57 | 16,10 | 35,78 | 21,35 | 19,61 | 13,95 |

## $SO_2$ urbain

| | Berre l'Etang | Berre Magasin | Marignane Ville | Martigues Notre-Dame | Martigues L'Ile | Port-de-Bouc | Fos-sur-Mer | Istres | Fos Les Carabins | Vitrolles | Port-de-Bouc Lecque |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Berre l'Etang | 1,00 | | | | | | | | | | |
| Berre Magasin | 0,49 | 1,00 | | | | | | | | | |
| Marignane Ville | 0,14 | 0,36 | 1,00 | | | | | | | | |
| Martigues Notre-Dame | 0,41 | 0,61 | 0,30 | 1,00 | | | | | | | |
| Martigues L'Ile | 0,35 | 0,61 | 0,33 | 0,72 | 1,00 | | | | | | |
| Port-de-Bouc | -0,02 | -0,10 | -0,15 | -0,08 | -0,10 | 1,00 | | | | | |
| Fos-sur-Mer | -0,16 | -0,05 | -0,11 | 0,03 | 0,16 | 0,11 | 1,00 | | | | |
| Istres | 0,35 | 0,52 | 0,03 | 0,50 | 0,38 | 0,04 | -0,07 | 1,00 | | | |
| Fos Les Carabins | 0,38 | 0,60 | 0,22 | 0,57 | 0,48 | 0,18 | 0,01 | 0,58 | 1,00 | | |
| Vitrolles | 0,24 | 0,55 | 0,34 | 0,48 | 0,55 | -0,13 | 0,14 | 0,28 | 0,43 | 1,00 | |
| Port-de-Bouc Lecq. | 0,01 | 0,13 | -0,04 | 0,22 | 0,19 | 0,11 | 0,44 | 0,22 | 0,23 | 0,16 | 1,00 |
| | | | | | | | | | | | |
| Moyenne ($\mu g/m^3$) | 13,21 | 8,64 | 10,91 | 8,45 | 10,26 | 14,80 | 22,78 | 7,01 | 7,14 | 12,18 | 11,96 |

## $SO_2$ industrielle

| | Châteauneuf | Châteauneuf La Mède | Martigues Ponteau | Martigues La Gatasse | Port-Saint-Louis | Port-de-Bouc EdF | La Fare-les-Oliviers | Rognac Les Brets | Sausset-les-Pins | Martigues Couronne | Martigues Ventrons | Carry-le-Rouet | Martigues Pati |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Châteauneuf | 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| Châteauneuf La Mède | 0,30 | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| Martigues Ponteau | -0,04 | -0,04 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| Martigues La Gatasse | 0,22 | 0,13 | 0,03 | 1,00 | | | | | | | | | |
| Port-Saint-Louis | -0,13 | 0,00 | -0,21 | 0,16 | 1,00 | | | | | | | | |
| Port-de-Bouc EdF | 0,22 | 0,09 | -0,22 | 0,22 | 0,15 | 1,00 | | | | | | | |
| La Fare-les-Oliviers | 0,20 | 0,15 | -0,25 | 0,18 | 0,22 | 0,57 | 1,00 | | | | | | |
| Rognac Les Brets | 0,33 | 0,41 | -0,19 | 0,38 | 0,20 | 0,33 | 0,62 | 1,00 | | | | | |
| Sausset-les-Pins | 0,06 | -0,04 | -0,09 | 0,25 | -0,07 | -0,11 | -0,14 | 0,01 | 1,00 | | | | |
| Martigues Couronne | 0,08 | 0,04 | 0,33 | 0,67 | 0,01 | -0,01 | -0,04 | 0,14 | 0,37 | 1,00 | | | |
| Martigues Ventrons | 0,24 | 0,12 | 0,06 | 0,79 | 0,16 | 0,22 | 0,17 | 0,35 | 0,16 | 0,48 | 1,00 | | |
| Carry-le-Rouet | 0,15 | 0,04 | 0,54 | 0,12 | -0,21 | -0,20 | -0,23 | -0,07 | 0,39 | 0,36 | 0,06 | 1,00 | |
| Martigues Pati | 0,44 | 0,53 | -0,13 | 0,24 | 0,05 | 0,26 | 0,25 | 0,41 | -0,09 | 0,05 | 0,27 | -0,06 | 1,00 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Moyenne ($\mu g/m^3$) | 6,88 | 9,15 | 27,76 | 15,69 | 4,72 | 12,42 | 6,93 | 9,16 | 17,23 | 14,75 | 11,87 | 13,47 | 10,69 |

## Annexe 8 : La surveillance régionale des odeurs

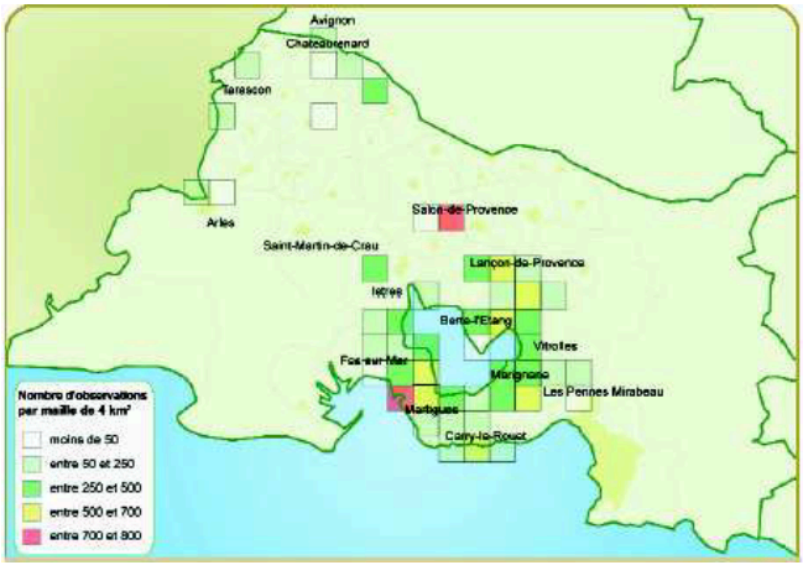



**Figure 1 : Localisation et dénombrement des observations réalisées en 2005 par les nez bénévoles de l'Ouest des Bouches-du-Rhône : maillage de 4 km [G]**

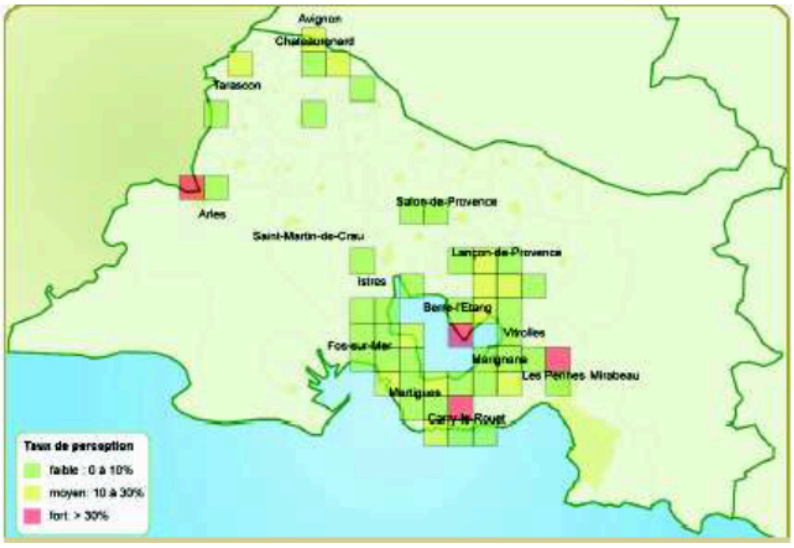
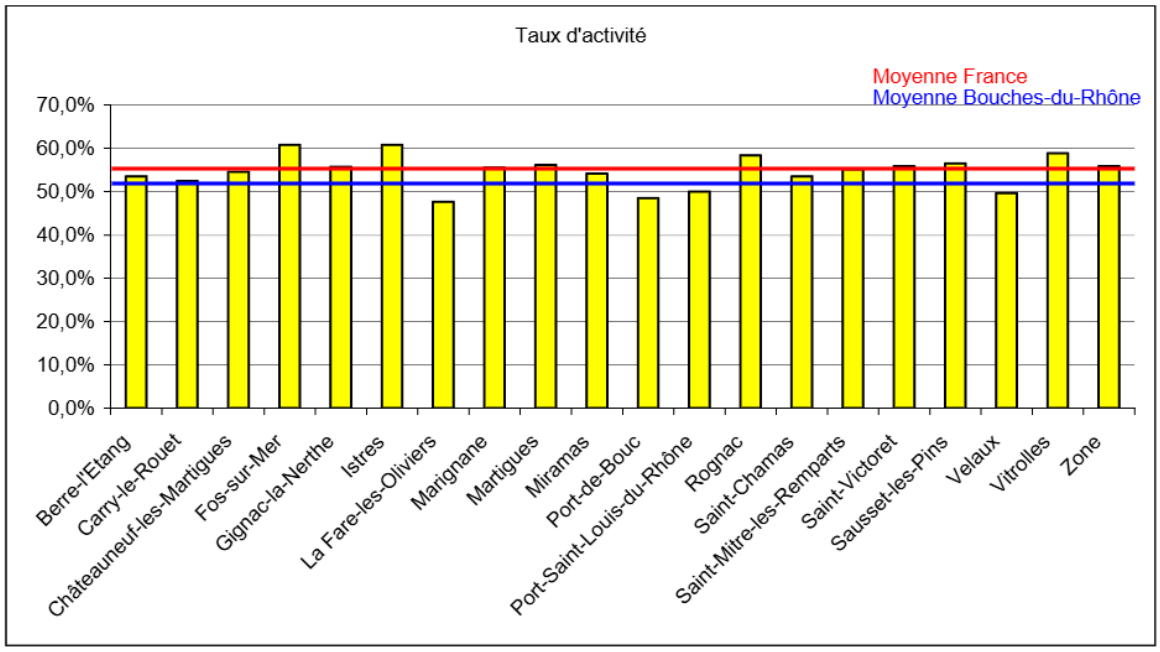


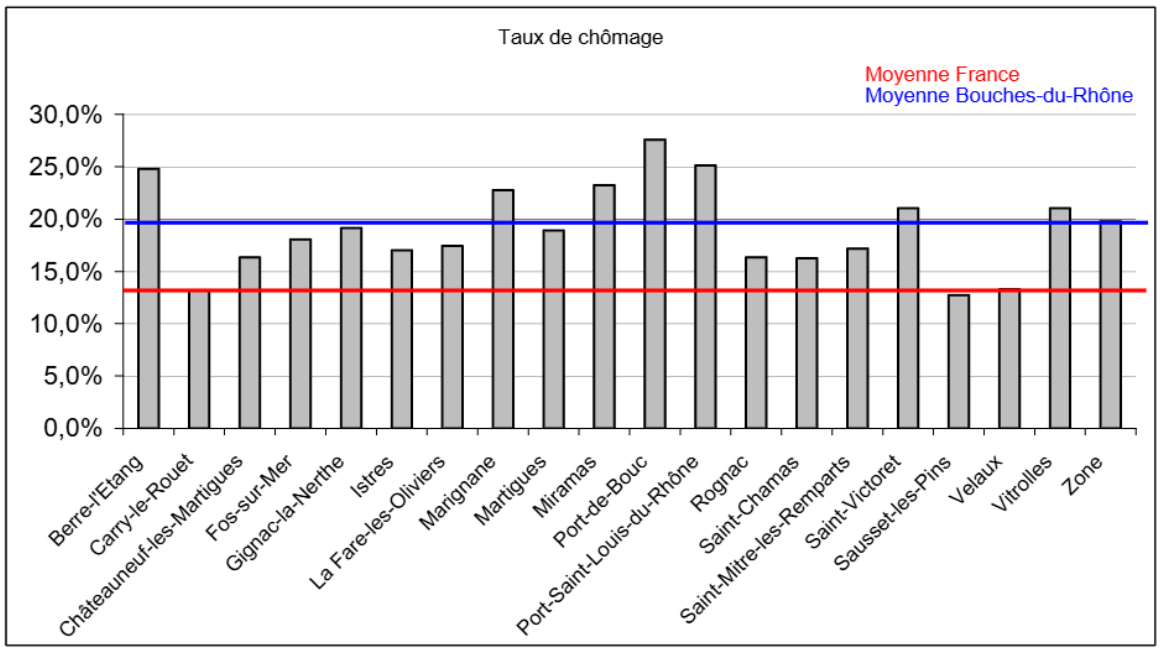

**Figure 2 : Zones de gêne olfactive des odeurs dans l'Ouest des Bouches-du-Rhône en 2005, issues des observations des nez bénévoles : maillage de 4 km [G]**

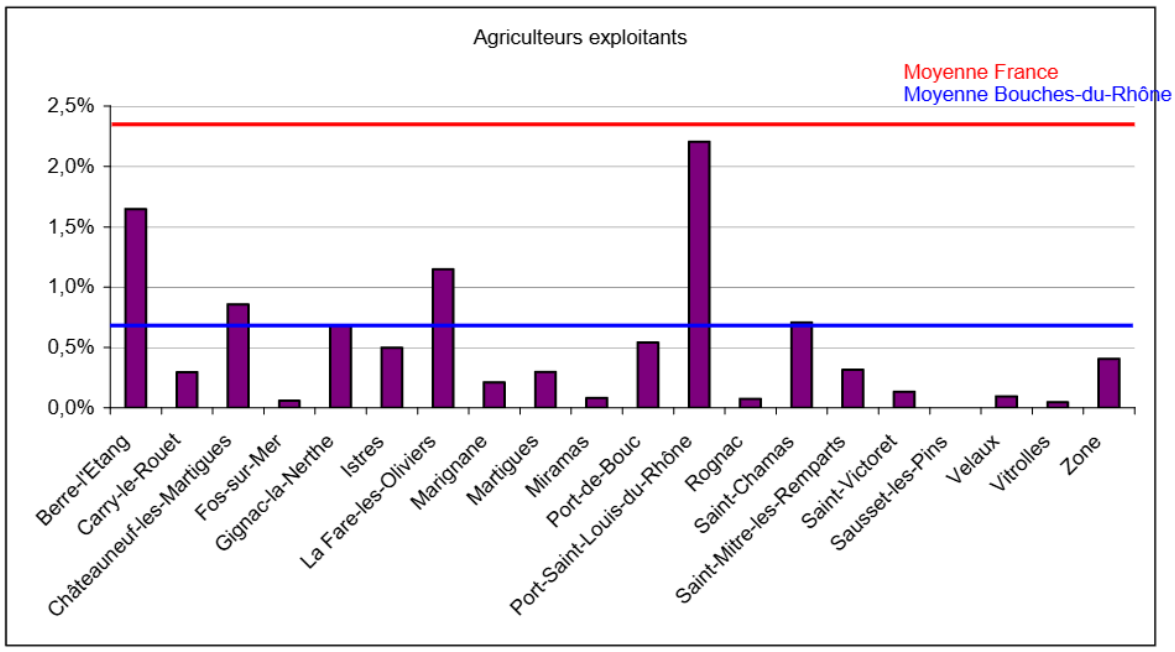
**Annexe 9 : Catégories socioprofessionnelles autour de l'Etang de Berre (source : INSEE)**

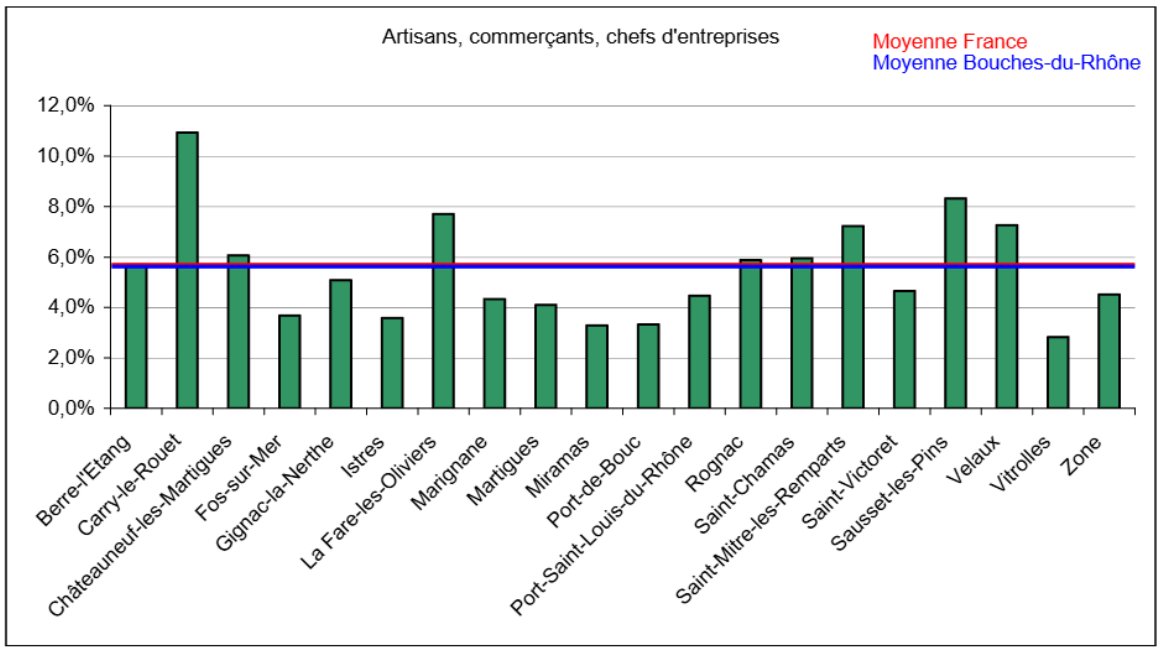
| | Population active totale de 15 ans et plus | Taux d'activité | Agriculteurs exploitants | | Artisans, commerçants, chefs d'entreprises | | Cadres et professions intellectuelles sup. | | Professions intermédiaires | | Employés | | Ouvriers | | Chômeurs | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | % | | % | | % | | % | | % | | % | | % | | % |
| Berre-l'Etang | 5 828 | 53,5 | 96 | 1,6 | 332 | 5,7 | 128 | 2,2 | 700 | 12,0 | 1 176 | 20,2 | 1 896 | 32,5 | 1 444 | 24,8 |
| Carry-le-Rouet | 2 709 | 52,4 | 8 | 0,3 | 296 | 10,9 | 604 | 22,3 | 692 | 25,5 | 628 | 23,2 | 180 | 6,6 | 357 | 13,2 |
| Châteauneuf-les-Martigues | 5 138 | 54,6 | 44 | 0,9 | 312 | 6,1 | 340 | 6,6 | 1 184 | 23,0 | 1 308 | 25,5 | 1 100 | 21,4 | 840 | 16,3 |
| Fos-sur-Mer | 6 632 | 60,8 | 4 | 0,1 | 244 | 3,7 | 308 | 4,6 | 1 488 | 22,4 | 1 712 | 25,8 | 1 620 | 24,4 | 1 199 | 18,1 |
| Gignac-la-Nerthe | 4 087 | 55,7 | 28 | 0,7 | 208 | 5,1 | 236 | 5,8 | 880 | 21,5 | 1 012 | 24,8 | 992 | 24,3 | 783 | 19,2 |
| Istres | 18 654 | 60,8 | 93 | 0,5 | 669 | 3,6 | 1 234 | 6,6 | 4 511 | 24,2 | 5 276 | 28,3 | 3 475 | 18,6 | 3 177 | 17,0 |
| La Fare-les-Oliviers | 2 437 | 47,6 | 28 | 1,1 | 188 | 7,7 | 308 | 12,6 | 652 | 26,8 | 673 | 27,6 | 588 | 24,1 | 425 | 17,4 |
| Marignane | 15 232 | 55,5 | 32 | 0,2 | 660 | 4,3 | 848 | 5,6 | 2 912 | 19,1 | 3 976 | 26,1 | 3 276 | 21,5 | 3 463 | 22,7 |
| Martigues | 20 170 | 56,1 | 60 | 0,3 | 828 | 4,1 | 1 904 | 9,4 | 4 636 | 23,0 | 4 868 | 24,1 | 3 844 | 19,1 | 3 814 | 18,9 |
| Miramas | 9 704 | 54,2 | 8 | 0,1 | 320 | 3,3 | 472 | 4,9 | 1 668 | 17,2 | 2 320 | 23,9 | 2 628 | 27,1 | 2 254 | 23,2 |
| Port-de-Bouc | 6 846 | 48,5 | 37 | 0,5 | 228 | 3,3 | 235 | 3,4 | 1 130 | 16,5 | 1 426 | 20,8 | 2 029 | 29,6 | 1 887 | 27,6 |
| Port-Saint-Louis-du-Rhône | 3 358 | 50,0 | 74 | 2,2 | 150 | 4,5 | 86 | 2,6 | 442 | 13,2 | 689 | 20,5 | 1 034 | 30,8 | 843 | 25,1 |
| Rognac | 5 457 | 58,3 | 4 | 0,1 | 321 | 5,9 | 361 | 6,6 | 1 154 | 21,1 | 1 522 | 27,9 | 1 085 | 19,9 | 892 | 16,3 |
| Saint-Chamas | 2 819 | 53,5 | 20 | 0,7 | 168 | 6,0 | 280 | 9,9 | 668 | 23,7 | 652 | 23,1 | 544 | 19,3 | 458 | 16,2 |
| Saint-Mitre-les-Remparts | 2 542 | 55,1 | 8 | 0,3 | 184 | 7,2 | 400 | 15,7 | 628 | 24,7 | 512 | 20,1 | 412 | 16,2 | 437 | 17,2 |
| Saint-Victoret | 3 009 | 55,8 | 4 | 0,1 | 140 | 4,7 | 108 | 3,6 | 576 | 19,1 | 768 | 25,5 | 756 | 25,1 | 634 | 21,1 |
| Sausset-les-Pins | 3 462 | 56,5 | 0 | 0,0 | 288 | 8,3 | 588 | 17,0 | 952 | 27,5 | 812 | 23,5 | 364 | 10,5 | 441 | 12,7 |
| Velaux | 3 122 | 49,6 | 3 | 0,1 | 227 | 7,3 | 565 | 18,1 | 998 | 32,0 | 844 | 27,0 | 485 | 15,5 | 415 | 13,3 |
| Vitrolles | 16 986 | 58,8 | 8 | 0,0 | 480 | 2,8 | 1 232 | 7,3 | 3 440 | 20,3 | 4 530 | 26,7 | 3 720 | 21,9 | 3 576 | 21,1 |
| Zone | 138 192 | 55,8 | 559 | 0,4 | 6 243 | 4,5 | 10 237 | 7,4 | 29 311 | 21,2 | 34 704 | 25,1 | 30 028 | 21,7 | 27 339 | 19,8 |
| France Métropolitaine | 26 542 481 | 55,2 | 627 204 | 2,4 | 1 525 719 | 5,7 | 3 025 190 | 11,4 | 5 318 217 | 20,0 | 6 645 135 | 25,0 | 5 909 101 | 22,3 | 3 401 611 | 12,8 |
| PACA | 1 928 045 | 51,6 | 23 378 | 1,2 | 137 780 | 7,1 | 205 241 | 10,6 | 382 691 | 19,8 | 515 416 | 26,7 | 322 844 | 16,7 | 334 118 | 17,3 |
| Bouches-du-Rhône | 799 061 | 52,8 | 5 335 | 0,7 | 44 636 | 5,6 | 94 538 | 11,8 | 167 113 | 20,9 | 200 562 | 25,1 | 127 820 | 16,0 | 156 189 | 19,5 |

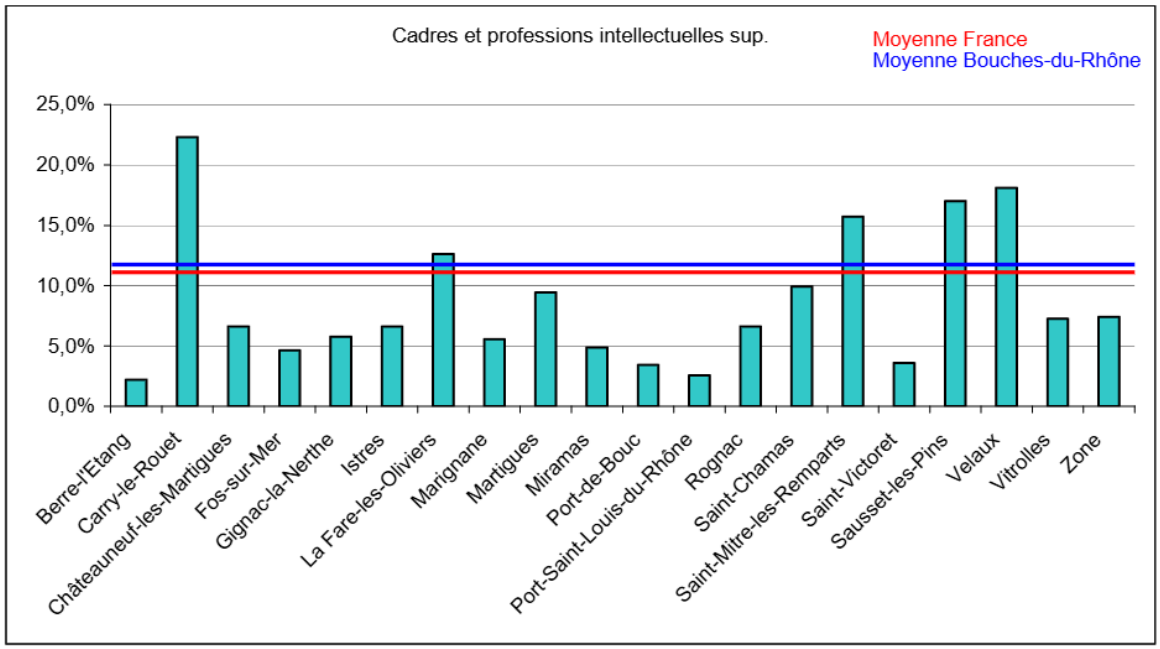
Pour les 6 catégories socioprofessionnelles cités, les chiffres correspondent à des actifs ayant un emploi et les pourcentages sont calculés par rapport à la population active totale de 15 ans et plus.

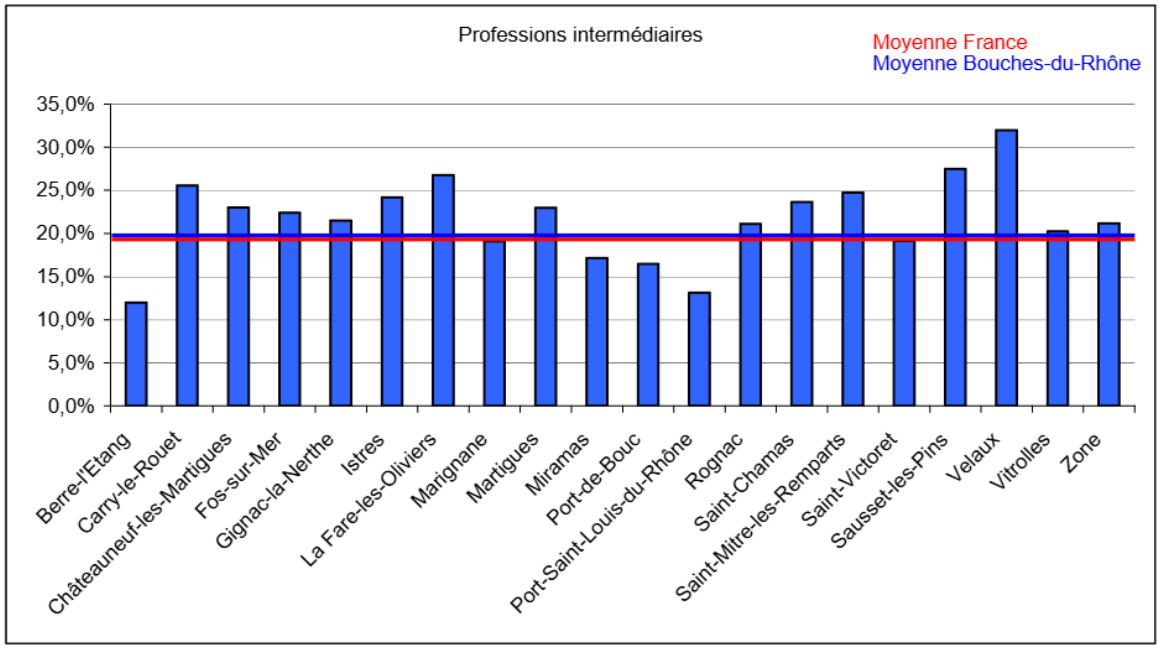

Taux d'activité
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
70,0%
60,0%
50,0%
40,0%
30,0%
20,0%
10,0%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone

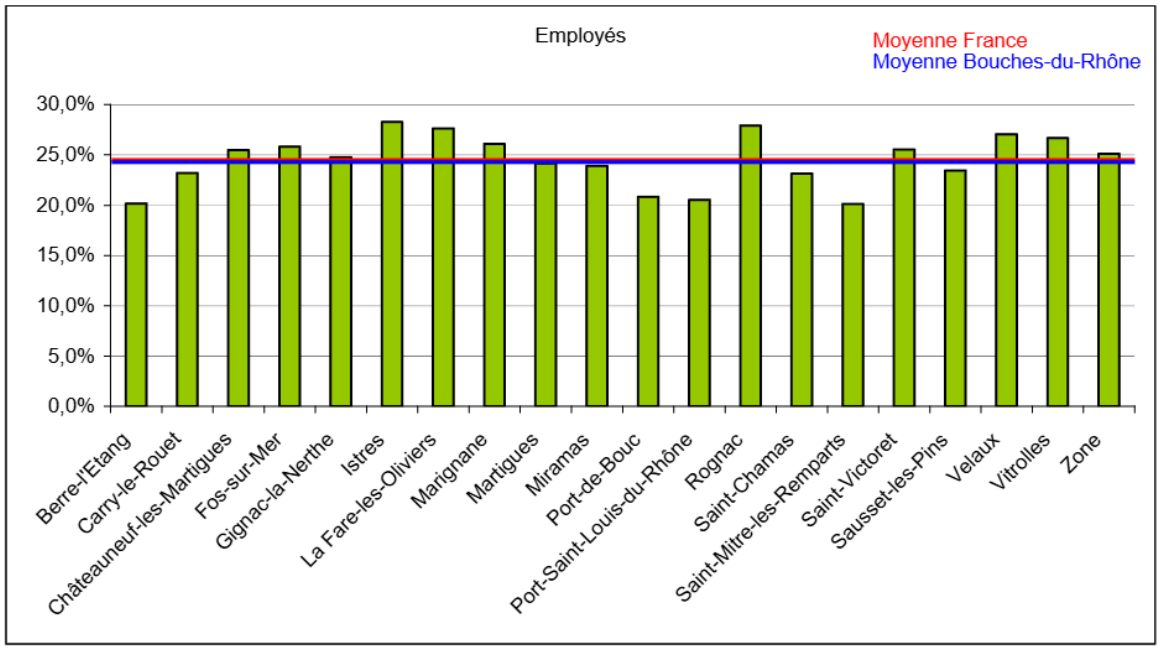

Taux de chômage
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
30,0%
25,0%
20,0%
15,0%
10,0%
5,0%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone

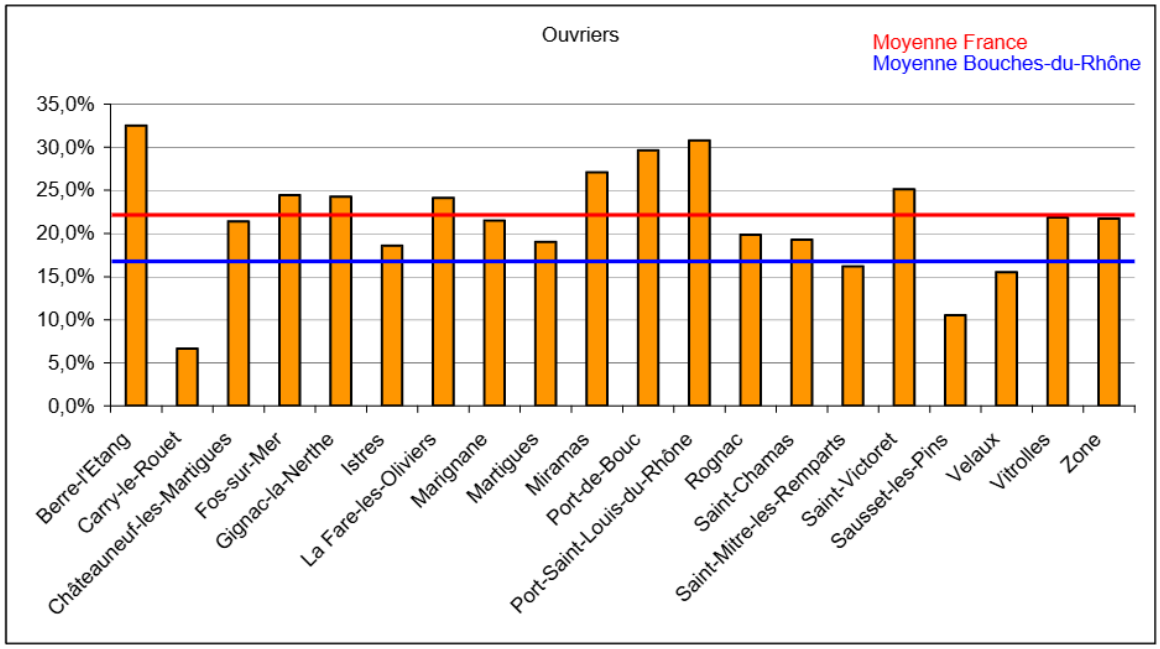

Agriculteurs exploitants
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
2,5%
2,0%
1,5%
1,0%
0,5%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone


Artisans, commerçants, chefs d'entreprises
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
12,0%
10,0%
8,0%
6,0%
4,0%
2,0%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone


Cadres et professions intellectuelles sup.
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
25,0%
20,0%
15,0%
10,0%
5,0%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone


Professions intermédiaires
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
35,0%
30,0%
25,0%
20,0%
15,0%
10,0%
5,0%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone

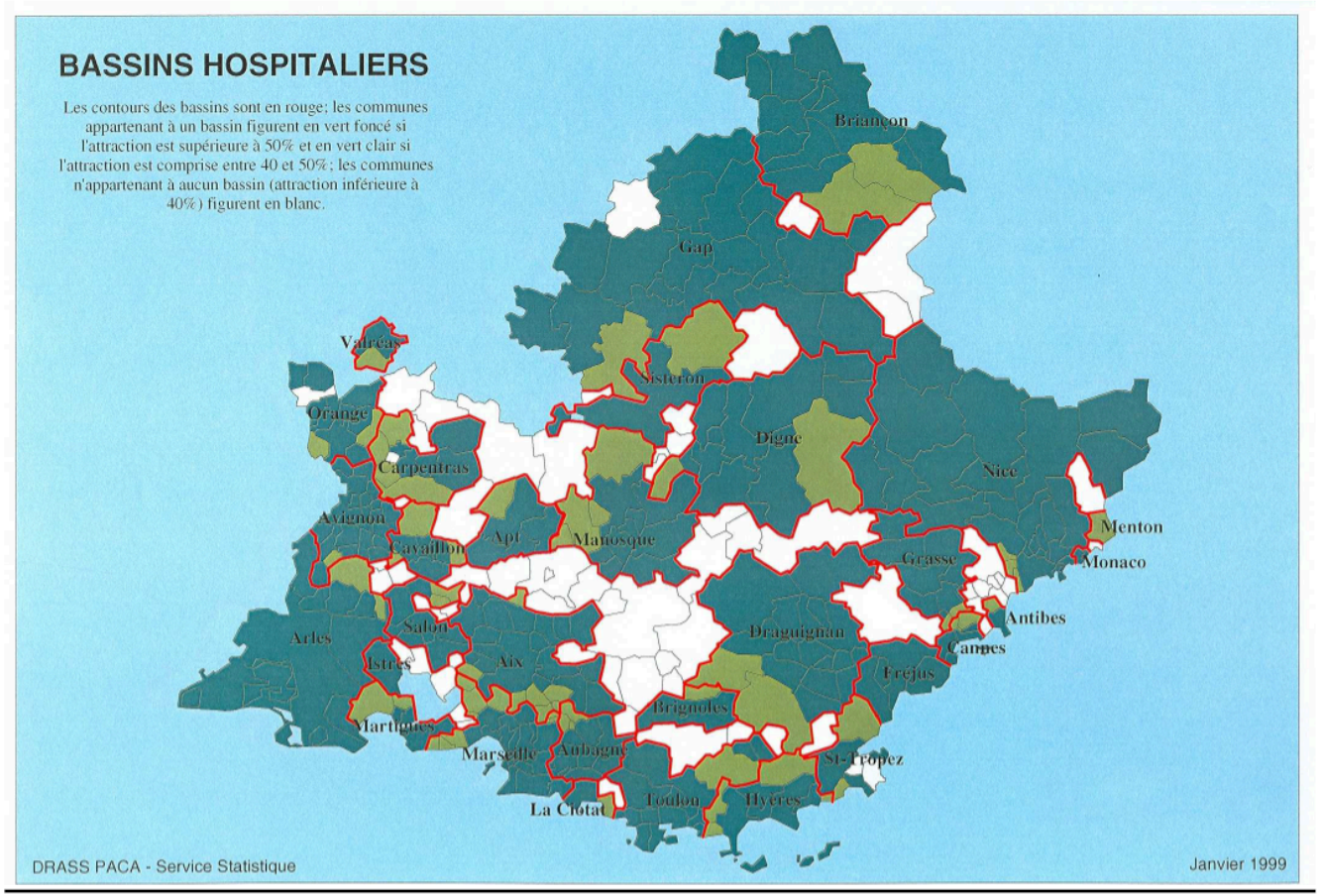

Employés
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
30,0%
25,0%
20,0%
15,0%
10,0%
5,0%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone


Ouvriers
Moyenne France
Moyenne Bouches-du-Rhône
35,0%
30,0%
25,0%
20,0%
15,0%
10,0%
5,0%
0,0%
Berre-l'Etang
Carry-le-Rouet
Châteauneuf-les-Martigues
Fos-sur-Mer
Gignac-la-Nerthe
Istres
La Fare-les-Oliviers
Marignane
Martigues
Miramas
Port-de-Bouc
Port-Saint-Louis-du-Rhône
Rognac
Saint-Chamas
Saint-Mitre-les-Remparts
Saint-Victoret
Sausset-les-Pins
Velaux
Vitrolles
Zone

**Annexe 10 : Déplacements domicile travail autour dans la zone d'étude en 1999 (INSEE RP1999)**

| | |
|---|---|
| A+B) Nombre de travailleurs sortant d'une commune de la zone | 63 011 |
| A) Nombre de travailleurs faisant le trajet domicile travail d'une commune de la zone à une autre commune de la zone | 37 273 |
| B) Nombre de travailleurs faisant le trajet domicile travail d'une commune de la zone à une commune hors zone | 25 738 |
| C) Nombre de travailleurs faisant le trajet domicile travail d'une commune hors zone à une commune de la zone | 31 421 |
| D) Nombre de travailleurs de la zone restant dans leur commune | 48 567 |
| A+C) Nombre de travailleurs entrant dans une commune de la zone | 68 694 |
| A+D) Nombre de travailleurs de la zone restant dans la zone | 85 840 |
| A+B+D) Nombre de travailleurs habitants dans la zone | 111 578 |
| A+C+D) Nombre de travailleurs se trouvant dans la zone pour leur travail | 117 261 |
| A+B+C+D) Nombre total de travailleurs ayant un trajet domicile travail en rapport avec la zone | 142 999 |

**Annexe 11 : Carte des bassins hospitaliers de Paca (Source : Drass Paca, 1999)**



## Annexe 12 : Mortalité par cantons dans les Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999

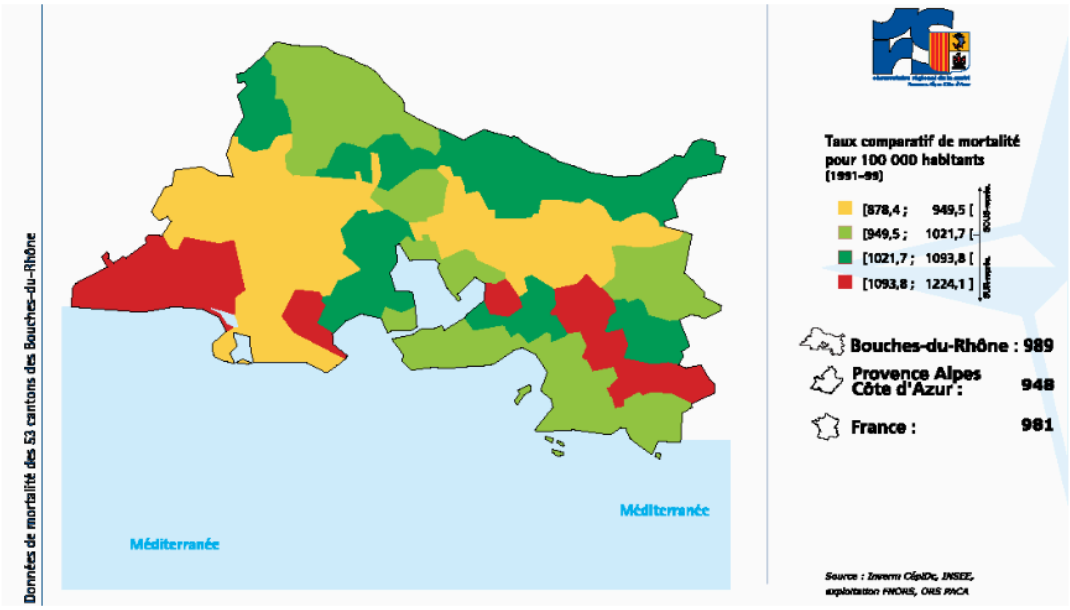



**Figure 1 : Mortalité générale dans les cantons des Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999 [K].**

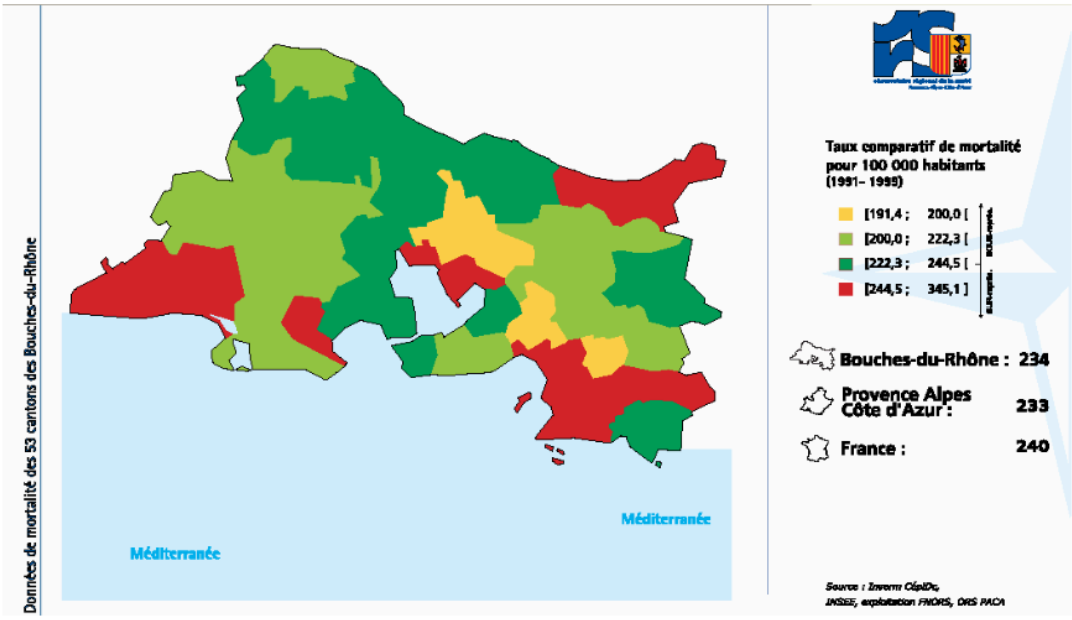



**Figure 2 : Mortalité prématurée (avant 65 ans) dans les cantons des Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999 [K].**

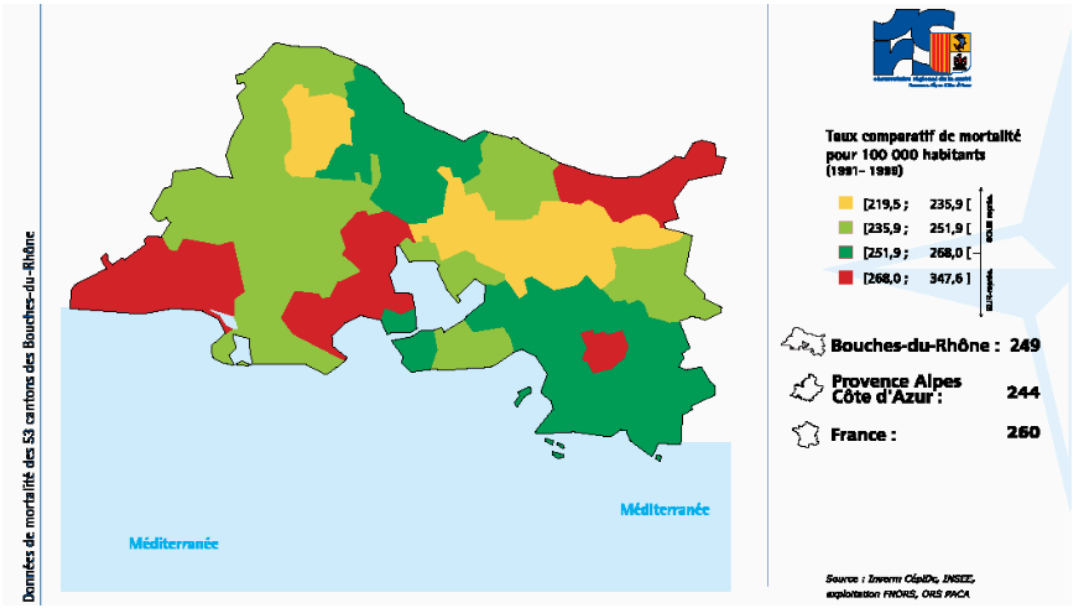



**Figure 3 : Mortalité par cancers dans les cantons des Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999 [K].**

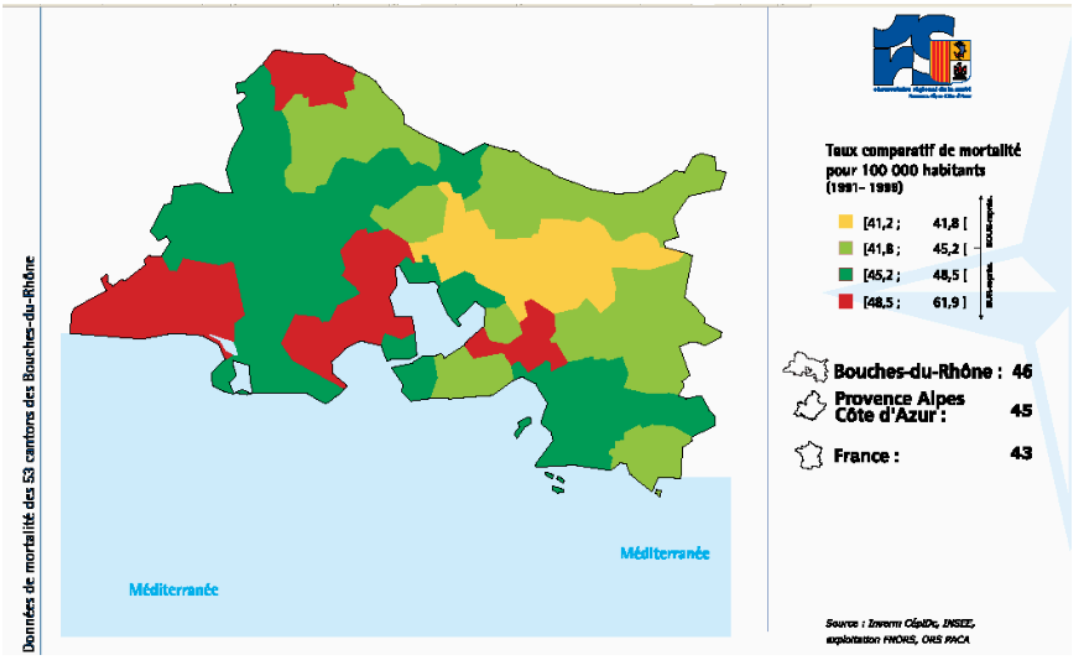



**Figure 4 : Mortalité par cancers de la trachée, des bronches et des poumons dans les cantons des Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999 [K].**

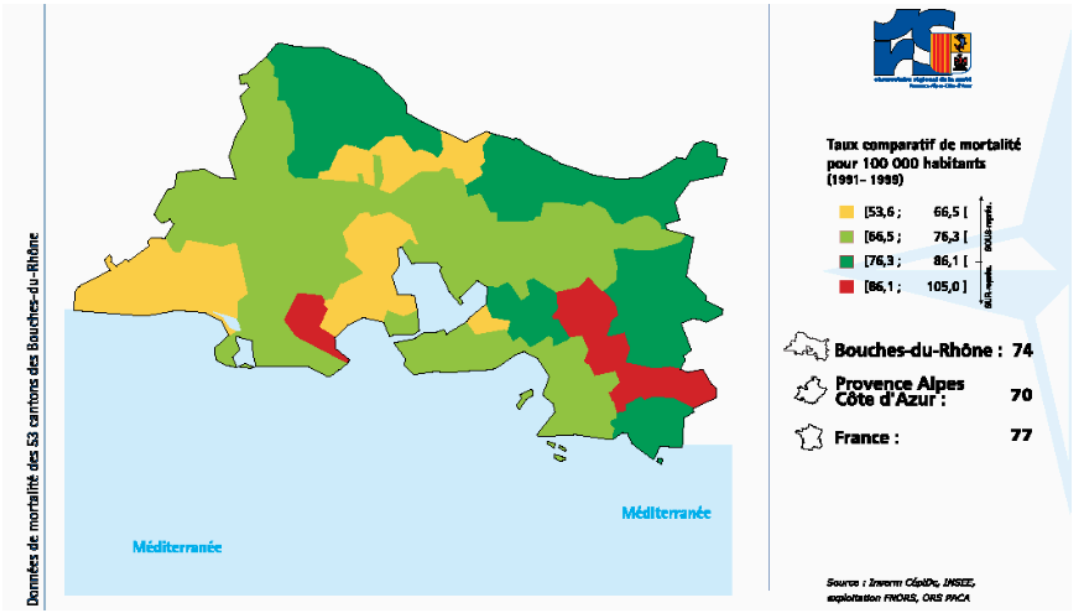



**Figure 5 : Mortalité par maladies de l'appareil respiratoire dans les cantons des Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999 [K].**

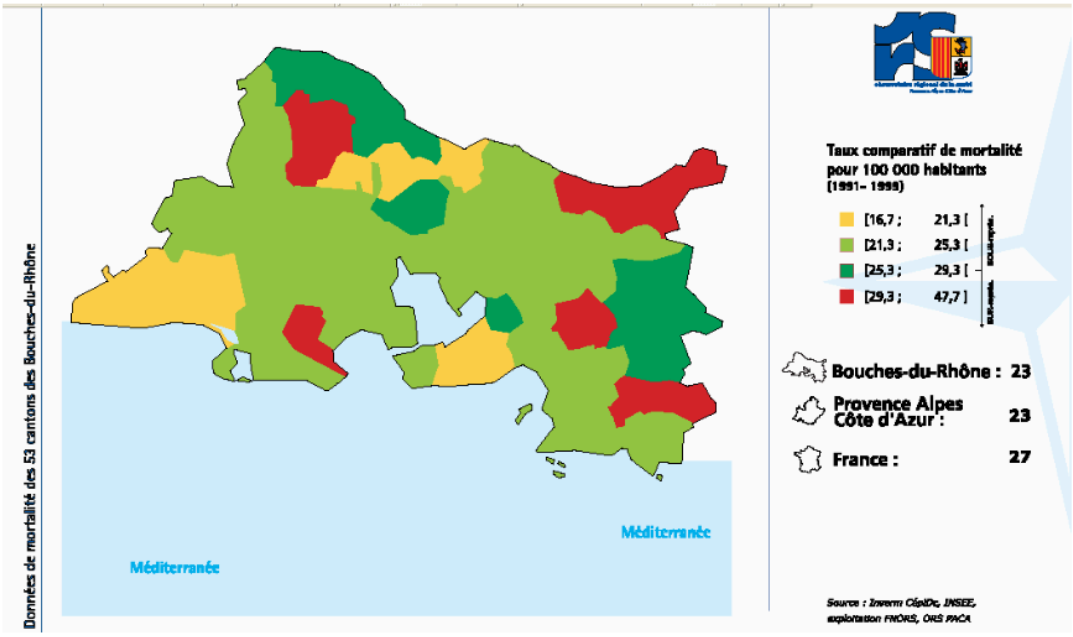



**Figure 6 : Mortalité par bronchite chronique et maladies obstructives chroniques dans les cantons des Bouches-du-Rhône entre 1991 et 1999 [K].**

**Annexe 13 : Entreprises et sources de pollution retenues dans les VSEI du pourtour de l'Etang de Berre**

| | Berre-l'Etang | Châteauneuf La Mède | Martigues Lavéra | Fos-sur-Mer |
|---|---|---|---|---|
| **Entreprises retenues** | SHELL Pétrochimie Méditerranée (UCA, UCB<br><br>CABOT France | TOTAL Raffinerie de Provence | ATOFINA<br>APPRYL<br>BP SNC<br>LAVERA Energie<br>NAPHTACHIMIE<br>OXOCHIMIE | ASCOMETAL<br>ARKEMA<br>VINYLFOS<br>BASELL<br>CAP Vracs<br>CIFC<br>Ciments Lafarge<br>Dépôts Pétroliers de la Crau<br>Dépôts Pétroliers de Fos<br>ESSO<br>EVERE<br>FERIFOS<br>Gagneraud entreprise<br>GDF Cycofos<br>Lafarge Aluminates<br>Lyondell Chimie France<br>TOTAL additifs Carburants<br>RTDH<br>SOLAMAT MEREX<br>SOLLAC (ARCELLOR)<br>Société Pipeline Sud Européen<br>Terminal Pétrolier de Fos/PAM<br>Terminal minéralier<br>THERMPHOS |
| **Autres sources** | X | X | X | Trafics automobile et maritime |

**Annexe 14 : Rencontres, réunions et entretiens effectués durant le stage**

**Ddass Bouches-du-Rhône**

Contacts :

| |
|---|
| Max GARANS, Ingénieur du Génie Sanitaire, responsable du service santé – environnement de la Ddass13<br>Muriel ANDRIEU, Ingénieur d'Etudes Sanitaires, responsable du pôle « Evaluation des risques sanitaires ».<br>Francis CHARLET, Médecin Inspecteur de Santé Publique. |

Réunions :

- le 9 mai 2006, à la Ddass 13 ; en présence de J-L.L., M.A., F.C.
  - Présentation stage, plan
  - Zone d'étude
  - Etudes disponibles
  - ASV
  - Conférence de presse du 30 juin 2006
- le 31 juillet 2006, à la Ddass 13 ; en présence de J-L.L., P.M., M.G., M.A., F.C.
  - Pré réunion du 1er septembre en vue de la conférence de presse du sous-préfet
  - Mon travail, Etudes proposées

**DRIRE PACA**

Contact :

| |
|---|
| Gilbert SANDON, chef de groupe pour la subdivision des Bouches-du-Rhône. |

Réunions :

- le 18 mai 2006, à la Drire PACA ; en présence de J-L.L, G.S.
  - Présentation stage
  - Zone d'étude, industries, polluants
  - Mesures, contrôles/inspections, quotas d'émissions (Airfobep, modélisation…)
  - ERS, globos…
  - CLIS, CLIE, CLIC

**SHADYC (Sociologie, Histoire, Anthropologie des Dynamiques Culturelles)**

Contact :

| |
|---|
| Françoise BOUCHAYER, chercheur CNRS. |

Réunions :

- le 29 mai 2006, à la Veille Charité ; en présence de P.M., L.P., F.B.
  - Présentation Cire Sud
  - Présentation SHADYC
  - Partenariats possibles
  - Etudes socio sur la zone Berre / Fos disponibles

Remarques :

- Colloque les 5,6 et 7 juillet 2006.

**Observatoire Régional de la Santé**

Contact :

| | |
|---|---|
| Pierre VERGER | ORS PACA |

Entretien :

Appel de JLL à Pierre VERGER, le 18 juillet 2006 : discussion téléphonique.

**Réunion du comité technique du PSAS9**

Contact :

| | |
|---|---|
| Groupe de travail inter cire Sites et sols pollués : | |
| Représentant de la Mairie de Marseille | |
| Frédérique GRIMALDI | Fac de pharma et APPA |
| Représentant Airmaraix | |

| | |
|---|---|
| Représentant cliniques, SIC et SPIM | |
| D. CHARPIN | Hôpital Nord |

Réunions :

- le 6 juin 2006, à la Drass PACA
    - Présentation de l'avancement du PSAS9 par LP

**Réunion groupe de travail inter cire Sites et sols pollués**

Contact :

| | |
|---|---|
| Groupe de travail inter cire Sites et sols pollués : | |
| Alexandra THABUIS, Marielle SCHMITT | Cire Rhône-Alpes |
| Martine LEDRANS, Philippe GERMONEAU, Côme DANIAU | InVS, DSE |
| Isabelle TREMA, Laetitia BENADIBA | InVS, SCOM |
| Céline LEGOUT | Cire Ile-de-France |
| Caroline SIX, stagiaire IGS | Cire Sud Est |
| Geneviève BAUMONT | IRSN |

Réunions :

- le 12 juin 2006, à l'InVS (St Maurice) ; en présence du GT dont C.S.
    - la communication autour des études de santé de l'incinérateur de Gilly-sur-Isère

Remarques :

- Envoi de questions sur les incinérateurs pour les aider, le 26 juin 2006.

**Urml PACA**

Contact :

| |
|---|
| Jean-Claude GOURHEUX, Président de l'Urml PACA. |
| Catherine Coker, directrice d'étude à l'Urml PACA. |

Réunions :

- le 13 juin 2006, à l'Urml PACA ; en présence de J-L.L., P.M., L.P., J-C.G., son assistante.
    - Présentation de la Cire Sud, ces problématiques
    - Présentation et questions PSAS9
    - Présentation et questions Mémoire Berre / Fos
    - Questions de l'Urml PACA (solutés/canicule et vaccination)

Remarques :

- Leur envoyer les communes de la zone d'étude avec les codes postaux pour avoir le nombre de médecins par communes.

**Airfobep**

Contact :

| | |
|---|---|
| Gwenaëlle HOURDIN | Airfobep |
| Sébastien MATHIOT | Airfobep |
| Jean François MAURO | Airfobep |
| Boualem MESBAH | Airfobep |

Réunions :

- le 15 juin 2006, à Airfobep à Martigues ; en présence de J-L.L., P.M., L.P.
  - Présentation de la Cire Sud, ces problématiques
  - Présentation et questions PSAS9
  - Présentation et questions Mémoire Berre / Fos
  - Questions d'Airfobep (EIS, PSAS9, vocabulaire)

Remarques :

- Renvoi des 2 scénarios des communes de la zone d'étude pour validation.
- Demande des données des stations de la zone pour faire un choix de zone d'étude.

**Office Communal de la Santé de Martigues**

Contact :

| | |
|---|---|
| Catherine GERMAN-LABAUME | OCS |
| Jean-Claude CHEINET | adjoint au Maire de Martigues, Environnement et Risques Majeurs, (professeur de Géographie, membre d'association Provence Naturellement, MNLE) |
| Frédéric BOULERNE | Directeur du service Environnement à la ville de Martigues |
| José LLEIXA | Rédacteur au service communication à la mairie de Martigues |

Réunions :

- le 15 juin 2006, à Airfobep à Martigues ; en présence de J-L.L.
  - Présentation de la Cire Sud, ces problématiques
  - Présentation et questions Mémoire Berre / Fos
  - Questions de l'élu et des autres
  - Questions pour le n°8 de Médecins à Martigues (EIS , PSAS9, vocabulaire)

Remarques :

- Nous envoie documents ASV et questions à médecins.

**Représentants Industriels**

Contact :

| | |
|---|---|
| Jean-François COUSINIE | Union Française des Industries Pétrolières |
| Claude CLAIR | Union des Industries Chimiques |
| Michel DEPRAETERE | Environnement - Industrie |

Entretien :

- Appel de JF COUSINIE le 3 juillet 2006 : discussion téléphonique + échange de mails.
- Rencontre de JLL avec M. DEPRAETERE au cours d'une réunion. Pas beaucoup d'échange…
- C. CLAIR est en déplacement sur toute la France, donc pas joignable.

**Annexe 15 : Les grands schémas d'études santé : les études épidémiologiques**

D'après son étymologie (du grec : επι–δεμοσ–λογοσ), le terme épidémiologie signifie « la science des phénomènes qui concerne l'ensemble d'une population vivant sur un territoire ». La définition de l'épidémiologie faite par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) est la suivante : « *Etude de la distribution des maladies dans les populations humaines, ainsi que des influences qui déterminent cette distribution.* »
Les études épidémiologiques actuelles, concernent toutes les pathologies humaines : les maladies infectieuses mais aussi chroniques et génétiques, les accidents, les maladies dues aux comportements, à l'environnement, à l'alimentation, aux soins eux-mêmes, etc. Parallèlement à l'extension de son champ d'application, les méthodes utilisées en épidémiologie ont évolué. A la médecine, se sont ajoutés la biologie moléculaire, la statistique, la modélisation mathématique, l'informatique.

La recherche épidémiologique peut être décomposée en 4 étapes comme le montre la figure 1. Chaque étape y est représentée par la démarche menée (*en italique*) et par la nature des résultats produits ( encadrés ).

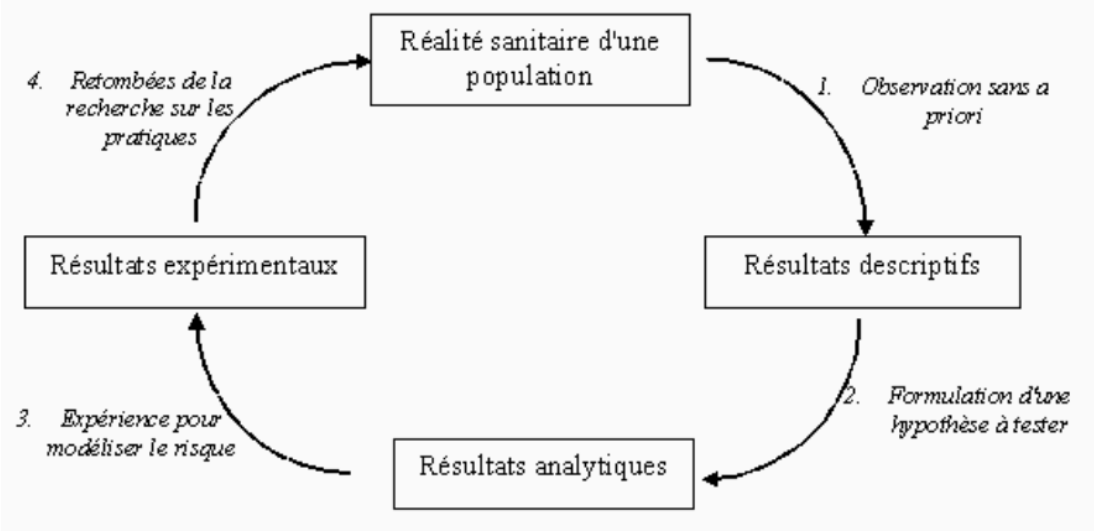



**Figure 1 : Etapes de la recherche épidémiologique (Source : JUNOD B.).**

Ainsi l'observation de l'état sanitaire, ou de survenue de problèmes de santé, dans une population permet de produire des résultats descriptifs sous la forme de distributions statistiques. Pour expliquer ces résultats et trouver d'éventuels facteurs de risques, il faut formuler une hypothèse puis la tester, ce qui permettra de conclure sur l'existence ou non d'un lien entre exposition à un facteur de risque et problème de santé ; on parle de résultats analytiques.
Il est donc usuellement admis de séparer l'épidémiologie en deux grandes branches, déjà apparentes dans la définition de l'OMS:

- L'épidémiologie descriptive qui mesure les phénomènes de santé dans une population.
- L'épidémiologie analytique (ou étiologique) qui recherche les causes éventuelles des maladies.

Les objectifs des études de ces deux branches n'étant pas les mêmes, les méthodes elles-mêmes diffèrent.

- l'épidémiologie descriptive décrit un phénomène au sein d'un groupe (taux de mortalité, incidence d'une maladie…..) ;

- l'épidémiologie analytique compare des groupes de populations pour démontrer un éventuel lien entre exposition à un facteur et problème de santé (lien entre pollution atmosphérique et mortalité).

## 1 Etudes épidémiologiques descriptives

Les études descriptives sont utilisées pour : affirmer l'existence d'un épisode épidémique, surveiller une pathologie de façon discontinue, formuler des hypothèses, prendre des décisions de gestion.
La population d'étude est soit l'ensemble d'une population, soit un échantillon représentatif de cette population.
Il est habituellement admis de distinguer différents types d'études descriptives :

- les études d'agrégats spatio-temporels ou clusters ;
- les études longitudinales (on enregistre des données tous les jours) ;
- les études transversales ;
- les séries de cas.

Dans une étude descriptive, la mise en évidence de différences géographiques entre la prévalence ou l'incidence d'une maladie ou de symptômes entre deux ou plusieurs populations, définies selon des caractéristiques de "lieu" et de "personnes", permet de suspecter l'existence d'une cause environnementale. La notion de "lieu" dépend du contexte de la description. Elle peut par exemple se référer à une commune de domicile ou à une distance par rapport à un site industriel.

Comme précédemment, il est possible aussi de mettre en évidence des différences temporelles. Le "temps" peut se référer au calendrier, à un délai écoulé depuis un événement survenu au cours de la vie des individus observés ou à une combinaison de ces deux notions (par exemple, la génération des personnes nées en 1960).

Les "caractéristiques de personnes" comprennent le plus souvent l'âge et le sexe. Elles peuvent s'étendre à toute autre catégorisation, comme par exemple des situations sociales ou d'activité professionnelle.

En règle générale, les études épidémiologiques descriptives sont considérées comme des études simples et rapides et donc de coût peu élevé.
Leur inconvénient majeur est qu'elles ne permettent pas d'établir de lien de causalité entre exposition et effet.

## 2 Etudes épidémiologiques analytiques

Les études épidémiologiques analytiques d'observation peuvent être séparée en étude écologiques et en études individuelles.

- **Etudes analytiques individuelles**

Dans les études individuelles l'unité d'observation est l'individu. Deux types d'études peuvent être utilisées pour analyser le lien entre exposition à un facteur de risque et problème de santé : les études cas-témoins et les études de cohorte.

***Les études cas témoins***
Les individus sont sélectionnés par rapport à leur état de santé. Ils sont malades, ce sont des cas. Ils sont indemnes ce sont des témoins. Au sein de chacun des groupes, les individus sont ensuite classés en fonction de leur exposition au facteur de risque (exposés / non exposés). On obtient 4 groupes qui peuvent être comparés (tableau1).

***Les études exposés – non exposés (dont cohorte)***
Les individus sont sélectionnés par rapport à leur exposition, a priori. Un groupe de personnes exposées (les "exposés") et un groupe de personnes non exposées (les "non-exposés") sont constitués. Au sein de chacun des groupes, les individus sont ensuite classés selon leur état de santé (malades / non malades)

| Effectifs observés | | Variable "santé" | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Malades | Témoins | Total |
| Variable "exposition" | Exposés | a | b | a + b |
| | Non exposés | c | d | c + d |
| | Total | a + c | b + d | n |

**Tableau 1 : Tableau de résultats d'études analytiques d'observation individuelles 2x2.**

Dans la pratique, pour les études cas-témoins, les informations sur les expositions sont recueillies en principe rétrospectivement pour l'ensemble des individus sélectionnés (cas et témoins). Dans les études de cohorte, les informations sur la survenue de problèmes de santé sont recueilles par un suivi prospectif dans chacun des deux groupes exposés – non exposés.
Bien sûr, le caractère prospectif du recueil d'informations sur les problèmes de santé et le caractère rétrospectif du recueil d'informations sur les expositions ne sont pas toujours la règle, de nombreuses études épidémiologiques sont construites a posteriori en utilisant des données disponibles recueillies antérieurement.

***Les études de panel***
Un échantillon de sujets, le plus souvent un sous-groupe "sensible" de la population (enfants, asthmatiques, personnes âgées etc.), est suivi régulièrement pendant une période généralement de l'ordre de quelques semaines à quelques mois.
Au cours de cette période, on évalue à intervalles réguliers (jours ou semaines le plus souvent), de façon concomitante, l'état de santé des individus et leur niveau d'exposition aux polluants atmosphériques. Dans une étude de panel, on s'intéresse donc aux covariations temporelles des niveaux de polluants atmosphériques et de l'incidence des effets à court terme potentiellement associés à ces polluants.
Les données concernant l'état de santé des sujets sont recueillies au niveau individuel, chaque sujet notant sur un "journal de bord" la survenue de symptômes, de maladies ou sa fonction ventilatoire mesurée par exemple par débit de pointe. Les données concernant l'exposition sont le plus souvent écologiques (relevés des niveaux de polluants dans l'atmosphère).

- **Etudes écologiques**

Dans les études écologiques l'unité d'observation est un groupe d'individus (population d'une zone d'étude). Elles sont divisées en études écologiques temporelles et en études géographiques
Ce sont des études d'observation visant à identifier des variations de l'occurrence d'une maladie dans l'espace ou dans le temps, et à relier ces variations à des facteurs environnementaux. Ces études utilisent des données agrégées et non des données individuelles. La variable d'agrégation peut être une région géographique, mais d'autres variables comme le statut socio-économique ou une période de temps donné peuvent être également utilisés.

### *Les études écologiques temporelles*

Le principe des études temporelles est d'étudier, au sein d'une population donnée, la relation existant entre deux séries d'observations recueillies de manière continue dans le temps, à intervalles réguliers (le jour, la semaine, le mois etc.). En pratique, il s'agit d'étudier l'association entre une série temporelle de mesures de polluants et une série temporelle de données de santé.
Ici, l'unité d'observation est l'unité de temps correspondant au recueil des données (le jour, la semaine etc.). L'indicateur de santé caractérise un groupe de personnes (d'une école, d'un quartier, d'une ville, d'une région). L'indicateur d'exposition, obtenu le plus souvent à partir des données recueillies par un réseau de surveillance de la qualité de l'air, caractérise l'exposition de la population dans son ensemble.

### *Les études géographiques*

Le principe des études géographiques est d'étudier l'association entre des variations spatiales d'exposition et d'indicateur(s) de santé au sein d'une population, à un moment donné. Ces associations peuvent être également comparées dans 2 ou plusieurs populations qui diffèrent du point de vue de leur exposition.
L'unité d'observation est donc un groupe de personnes appartenant à une zone géographique définie (une école, un quartier, une ville, une région etc.). L'estimation de l'exposition ainsi que la mesure des indicateurs de santé se fait au niveau de cette unité géographique.
Les populations doivent être aussi semblables que possible pour ce qui est des facteurs de confusion "collectifs" (statuts socio-économique, structures d'âge etc.) mais différentes pour ce qui est des niveaux d'exposition aux polluants atmosphériques.

Le schéma suivant reprend les différentes études de santé par grands groupes. Nous nous sommes limités dans notre description aux études descriptives et aux études analytiques d'observation.

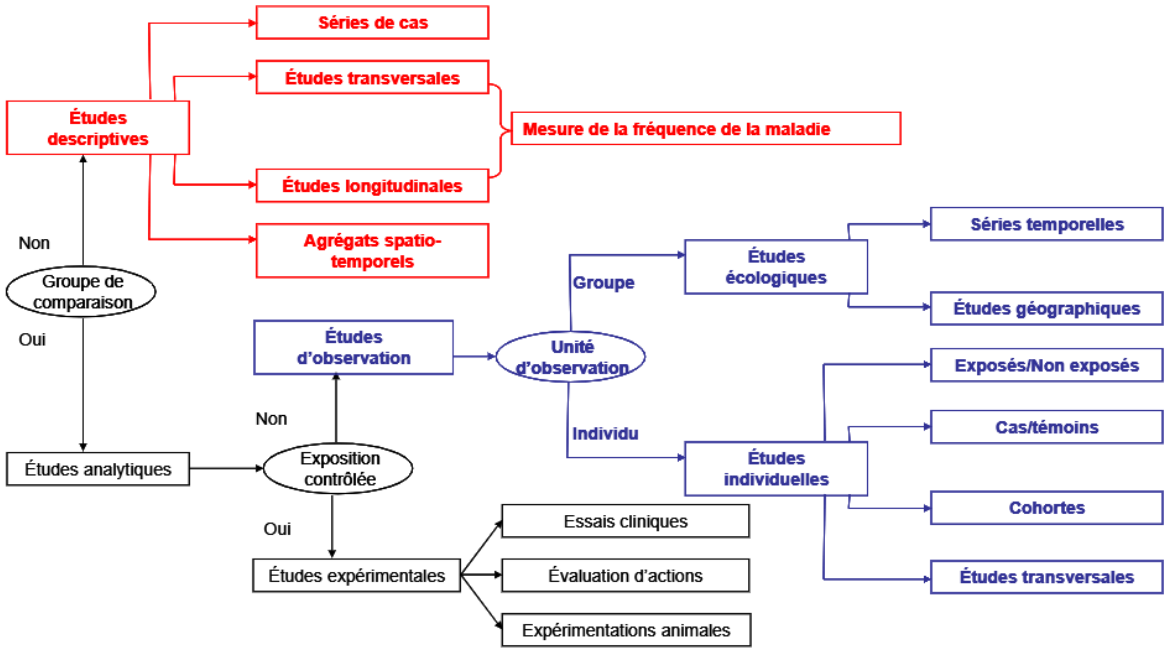



**Figure 2 : Les différentes études épidémiologiques par grandes familles (Source : DEMILLAC R.)**