

## ÉTAT INITIAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN 2007 EN PROXIMITÉ DE LA RD 9 SUR LA COMMUNE DE CABRIES

Du 3 juillet au 5 août, et, du 17 novembre au 19 décembre 2007

[www.atmopaca.org](http://www.atmopaca.org)



Date de publication : 05/2008

Numéro de projet : 06BDR04I

**SIÈGE SOCIAL**  
Le Noilly – 146, rue Paradis  
13006 Marseille  
Tél : 04 91 32 38 00

**ÉTABLISSEMENT DE NICE**  
Nice Leader - Tour Hermès - DRIRE  
64-66 route de Grenoble 06200 Nice  
Tél. : 04 93 18 88 00

# SOMMAIRE

<b>1. PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
PREAMBULE .....	4
1.1. OBJECTIFS.....	4
1.2. CARACTERISATION DU SITE.....	5
1.2.1. ENVIRONNEMENT GENERAL.....	5
1.3. PROTOCOLE DE L'ETUDE .....	7
1.4. PARAMETRES MESURES .....	7
1.4.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES .....	7
1.4.2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES .....	8
1.4.3. MOYENS MOBILES UTILISES.....	8
• LABORATOIRE MOBILE ATMO PACA (SITE TRAFIC) .....	9
• REMORQUE LABORAOIRE ATMO PACA (SITE FOND) .....	9
• PRELEVEURS DE PARTICULES BAS DEBIT –PARTISOLS PLUS : .....	10
• PRELEVEURS HAUT DEBIT DA 80 : .....	10
• CANISTERS .....	11
• ECHANTILLONNEURS PASSIFS : NO <sub>2</sub> , BTX ET ALDEHYDES .....	11
<b>2. RESULTATS ESTIVAUX – DISCUSSION .....</b>	<b>12</b>
2.1. DIOXYDE D'AZOTE.....	12
2.1.1. ORIGINE, DYNAMIQUE ET EFFETS SANITAIRES.....	12
2.1.2. RESULTATS DES MESURES EN OXYDES D'AZOTE SUR LE DOMAINE D'ETUDE .....	12
2.1.3. RESULTATS DES MESURES EN DIOXYDE D'AZOTE SUR LE DOMAINE D'ETUDE .....	13
• NIVEAUX ANNUELS ET NIVEAUX DE POINTE SUR LES STATIONS.....	13
• CONCENTRATIONS MOYENNES HORAIRES SUR LES PERIODES DU 3/07/2007 AU 5/08/2007 ET DU 19/11 AU 17/12/2007 .....	15
• RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE PAR ECHANTILLONNEURS PASSIFS .....	16
• PROFILS THEORIQUES EN DIOXYDE D'AZOTE AUTOUR DE LA RD9 .....	22
2.2. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS (COV).....	23
2.2.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE .....	23
2.2.2. EFFETS SANITAIRES.....	23
2.2.3. RESULTATS DES MESURES EN BTX DU 30/05/07 AU 27/06/07, DU 13/11 AU 11/12/07 ET A L'ANNEE 2007 .....	24
2.2.4. RESULTATS DES MESURES EN ALDEHYDES DU 03/07 AU 31/07/2007 ET DU 13/11 AU 11/12/07.....	29
2.2.5. RESULTATS DES MESURES D'AUTRES COV DU 03/07 AU 30/07/2007, DU 09/11 AU 16/12/2007 ET ESTIMATION ANNUELLE 2007 .....	31
• CONCENTRATIONS TOTALES EN COV RELEVÉES SUR LES SITES DE PRELEVEMENTS .....	31
• REPARTITION DES DIFFÉRENTS COV RELEVÉES SUR LES SITES DE PRELEVEMENTS .....	32
• ÉTUDE PARTICULIÈRE DU 1-3 BUTADIÈNE .....	36
2.3. MONOXYDE DE CARBONE .....	37
2.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE .....	37
2.3.2. EFFETS SANITAIRES.....	37
2.3.3. RESULTATS DES MESURES EN MONOXYDE DE CARBONE .....	37
2.4. OZONE (POLLUTION PHOTOCHEMIQUE) .....	38
2.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE .....	38
2.4.2. EFFETS SANITAIRES.....	38
2.4.3. RESULTATS DES MESSURES EN OZONE SUR LE DOMAINE D'ETUDE.....	38
2.5. DIOXYDE DE SOUFRE (INDUSTRIE-CHAUFFAGE DOMESTIQUE) .....	40
2.5.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE .....	40
2.5.2. EFFETS SANITAIRES.....	40
2.5.3. RESULTATS DES MESURES EN DIOXYDE DE SOUFRE .....	40
2.6. ETUDE DE LA PHASE PARTICULAIRE .....	42

2.6.1.	ORIGINE ET DYNAMIQUE .....	42
2.6.2.	RESULTATS DES MESURES EN PM10.....	42
2.6.3.	RESULTATS DES MESURES EN PM2,5.....	44
•	EVALUATIONS ANNUELLE 2007 EN PM2.5 SUR LES DEUX SITES DE MESURE .....	44
•	PROFILS MOYENS JOURNALIERS .....	45
2.6.4.	RESULTATS DES CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS .....	46
•	SOURCES ET REGLEMENTATION.....	46
•	NIVEAUX EN METAUX LOURDS SUR CHACUN DES SITES.....	46
•	NIVEAUX EN METAUX LOURDS PAR PERIODES DE PRELEVEMENT .....	48
2.6.5.	RESULTATS DES CONCENTRATIONS EN BENZO(A)PYRENE .....	49
<b>3.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>50</b>
<b>4.</b>	<b>LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES .....</b>	<b>53</b>

# 1. PRESENTATION DE L'ETUDE

## PREAMBULE

La RD 9 est l'un des axes structurant majeur du département des Bouches du Rhône. Elle relie les autoroutes A 7 et A 51 entre les villes d'Aix-en-Provence et Vitrolles. Cette voie de circulation est empruntée pour les échanges et le transit entre le Pays d'Aix et l'étang de Berre. Elle dessert également la gare de TGV et sert d'itinéraire d'accès à l'aéroport de Marseille Provence.

Cette voie de circulation est principalement constituée de 2 x 2 voies de circulation, à l'exception d'un tronçon de 3,5 km situé au niveau du bassin du Réaltor. Cette section, située sur les communes de Cabriès et d'Aix en Provence, est à double sens. Le trafic actuel est de l'ordre de 33 000 véhicules par jour (trafic novembre 2007). L'aménagement prévu est la mise à 2x2 voies de ce tronçon de la RD 9, avec un trafic futur estimé à 50 000 véhicules par jour.

### 1.1. OBJECTIFS

---

Dans le cadre de **l'étude d'impact de niveau I** pour la mise à 2x2 voies de la RD 9 sur le secteur du Réaltor, Atmo PACA est en charge de la réalisation d'un **état initial de la qualité de l'air** sur le domaine d'étude. Cette étude rentre dans le cadre des missions d'intérêt général octroyées à Atmo PACA, notamment « caractériser de façon objective et technique l'état de la qualité de l'air ». Atmo PACA est agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable, dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996, pour assurer la mise en œuvre de la surveillance de la qualité de l'air et de l'information sur la région PACA (mise à part l'Ouest des Bouches du Rhône).

Les mesures réalisées pour cette étude intègrent les polluants de la circulaire du 25 février 2005 et sont conduites conformément à la note méthodologique du CERTU relative à l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières

La réalisation de l'état initial, par Atmo PACA, d'une campagne de mesure de la qualité de l'air a les objectifs suivants :

- Effectuer une évaluation de la qualité de l'air pour la situation actuelle dans l'aire d'étude au moyen d'une campagne de mesure<sup>1</sup>, et estimer les niveaux des polluants en les rapportant aux normes en vigueur.
- Présenter les concentrations des polluants étudiés sous forme cartographique.

---

<sup>1</sup> Les résultats de la campagne ont pour objectif d'approcher les valeurs moyennes annuelles et seront repris par le prestataire en charge de la modélisation.



## 1.2. CARACTERISATION DU SITE

### 1.2.1. ENVIRONNEMENT GENERAL

Le domaine d'étude a été défini par la Direction des Routes de l'arrondissement d'Aix-en-Provence du Conseil Général des Bouches du Rhône, à partir de la note méthodologique du CERTU. La bande d'étude est constituée des voies subissant une variation de  $\pm 10\%$  du trafic, dans le cadre du projet. Ainsi, le domaine est défini par trois axes :

- un tronçon de la RD 9, entre la sortie de la commune de Vitrolles et la RD 543
- un tronçon de la RD 9b dans la commune de Cabriès
- un tronçon de la RD 543.



**Figure 1: Domaine d'étude : Mise à 2x2 voies de la RD9, Section Réaltor – Volet air et Santé –**

La bande d'étude a été déterminée à partir des critères de trafic à l'horizon d'étude, pour lequel la RD 9 devrait supporter des trafics dépassant les 50 000 véhicules par jour. La note méthodologique du CERTU spécifie que la largeur de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe doit alors être au minimum de 300 m.

Les mesures de qualité de l'air ont été réalisées sur une trentaine de points de mesures, et comprennent deux laboratoires mobiles entièrement équipés. Le premier est situé en proximité du trafic routier, et le second est un site de fond situé à une distance de 300 m de l'axe routier.



Etat initial de la qualité de l'air en proximité de la RD 9

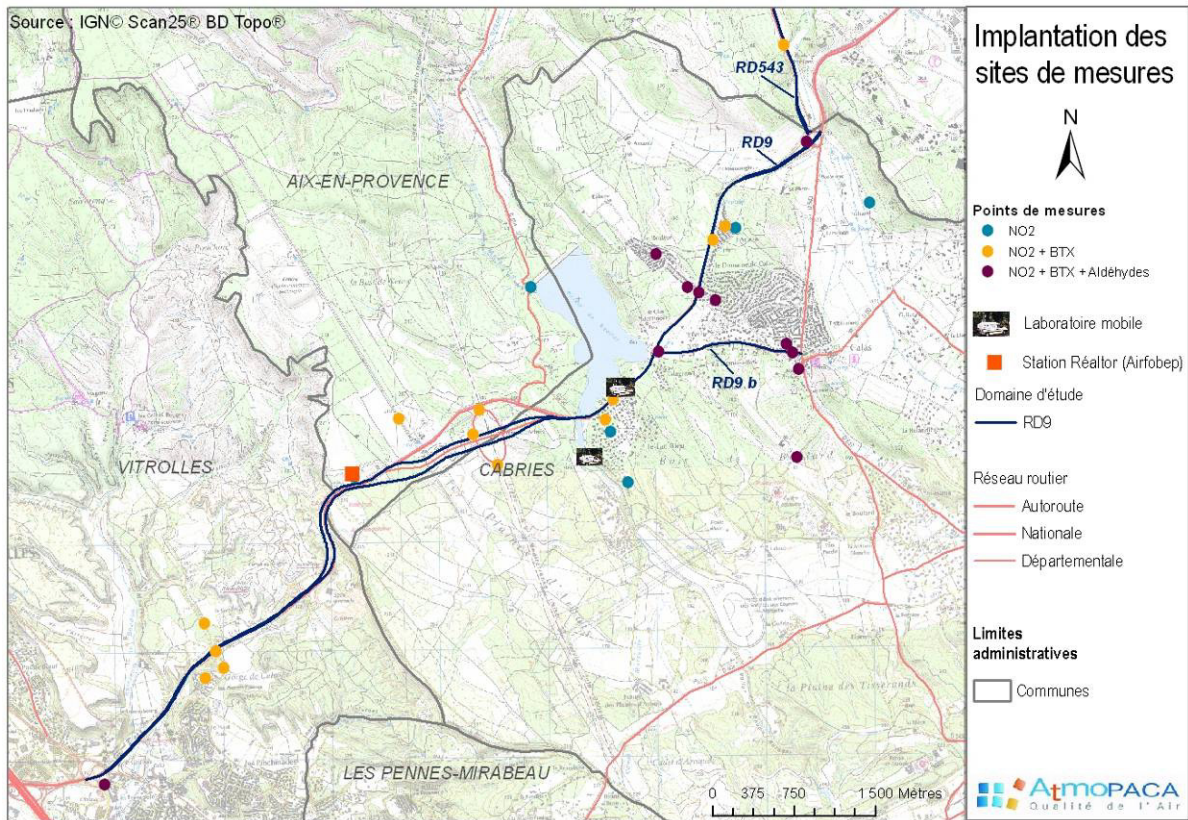


Figure 2 : Cartes de localisation des différents points de mesure en fonction de leur équipement de mesures

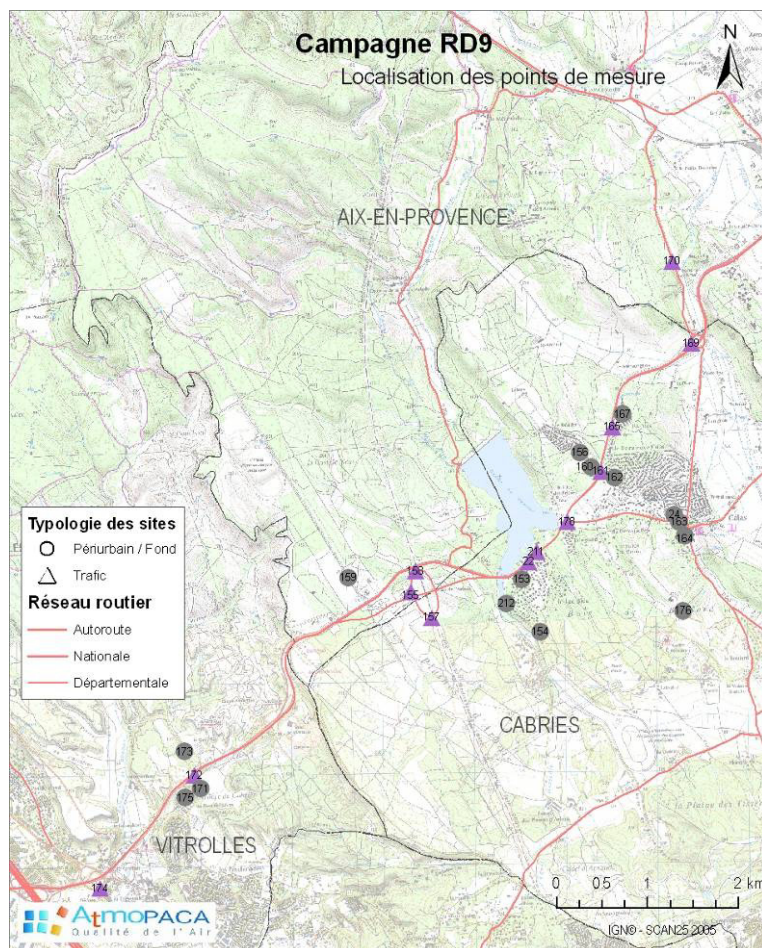


Figure 3 : Localisation des points de mesure en fonction de la référence du site

## 1.3. PROTOCOLE DE L'ETUDE

---

Les exigences du protocole pour une étude d'impact de niveau I sont importantes sur le plan métrologique. Pour cela Atmo PACA a mobilisé l'ensemble de ses moyens mobiles de mesure sur le domaine d'étude.

L'étude se compose de trois parties :

- 1- **La réalisation de deux campagnes de mesure d'un mois (en été 2007 et en hiver 2007) : Ces campagnes de mesures utilisent les techniques et les moyens mobiles les mieux adaptés afin de respecter les réglementations françaises et européennes.**
- 2- **Exploitation des résultats** comprenant la réalisation de cartographies des niveaux en polluants relevés pendant la campagne et une estimation des teneurs annuelles<sup>2</sup> rapportées aux normes. Ces éléments seront repris par le prestataire en charge de la modélisation.
- 3- **Mise à la disposition** du prestataire en charge des modélisations **du rapport final de l'étude de mesure de la qualité de l'air et, accompagnement du prestataire** sous forme d'expertise pour le calage du modèle de l'état initial.

## 1.4. PARAMETRES MESURES

---

### 1.4.1. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Les différents paramètres de qualité de l'air, évalués par Atmo PACA, sont définis par la méthodologie du CERTU et dans la circulaire du 25 février 2005 pour une étude d'impact de niveau I d'aménagement des axes routiers.

- **les oxydes d'azote,**
- **le monoxyde de carbone,**
- **le dioxyde de soufre**
- **les particules en suspension (PM 2,5)<sup>3</sup>**
- **Les particules en suspension (PM10)<sup>4</sup>**
  - **Le benzo(a)pyrène**
  - **L'analyse de sept métaux lourds sous phase particulaire : Cd (cadmium), Pb (plomb), Cr (chrome), Ni (nickel), As (arsenic), Ba (baryum) et Hg (mercure).**
- **les composés organiques volatils COV :**
  - **BTEX**
  - **1,3-butadiène**
  - **Les aldéhydes :**
    - **acroléine<sup>5</sup>**
    - **formaldéhyde<sup>6</sup>**
    - **acétaldéhyde<sup>7</sup>**

<sup>2</sup> Les estimations annuelles seront réalisées uniquement dans le cadre du rapport final.

<sup>3</sup> Particules en suspension dans l'air de diamètre inférieures à 2,5 µm

<sup>4</sup> Particules en suspension dans l'air de diamètre inférieures à 10 µm

<sup>5</sup> Source INRS fiche FT 57 acroléine

<sup>6</sup> Source INRS fiche ED 5032 formaldéhyde

<sup>7</sup> Site d'environnement Canada : [www.ec.gc.ca](http://www.ec.gc.ca)



## 1.4.2. PARAMETRES METEOROLOGIQUES

L'étude des conditions météorologiques de la zone s'appuie sur les données météorologiques mesurées par Météofrance, sur les stations d'Aix les Milles, pour la direction et la vitesse du vent et de Marignane pour la nébulosité.

Des données complémentaires, non validées, ont été observées à titre indicatif avec le camion laboratoire, la station météorologique de Vitrolles Réaltor d'AIRFOBEP et les sorties du modèle météo dynamique MM5 d'Atmo PACA.

## 1.4.3. MOYENS MOBILES UTILISES

Les mesures ont été réalisées sur deux sites situés sur le domaine d'étude. Le premier a été placé en grande proximité du trafic routier et le second est situé sur un site de fond (de typologie « périurbain » au sens de la classification de l'ADEME) à 300 m de la voie de circulation. **La campagne de mesure estivale a été réalisée du 3 juillet au 5 août 2007, et la campagne hivernale du 17 novembre au 19 décembre 2007.**

Aux cours des deux dernières années plusieurs campagnes de mesures ont été réalisées sur le domaine d'étude, ce rapport présente les résultats provenant de ces différentes campagnes :

- Station « trafic-RD9 domaine du Lac Bleu » : « Mars à Mai 2007 » : du 23 mars au 5 mai 2006.
- Stations « trafic-Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor » et « fond-Canal de Marseille » : « juillet 2007 » : du 01/07 au 04/08/07 et « novembre/décembre 2007 » : du 17/11 au 19/12/07
- Station « fond-Réaltor » : Juin 2007 et du 01/10 au 14/11/07



Figure 4 : Cartes de localisation des laboratoires mobiles

- **LABORATOIRE MOBILE ATMO PACA (SITE TRAFIC)**

Dans le cadre de cette étude, le laboratoire mobile a réalisé la mesure en temps réel avec un pas de temps quart horaire de plusieurs polluants en proximité de la RD9. Il a été placé sur un site trafic de la RD 9 en face de l'entrée du lotissement. Le site a été placé au nord de la voie, afin de positionner les préleveurs au plus près de l'axe et en raison des contraintes techniques inhérentes à la campagne de mesure. Ce site de typologie trafic est conforme à la classification nationale des sites : à une distance inférieure à 5 mètres et avec un trafic supérieur à 10 000 véhicules par jour.

Les paramètres mesurés par le laboratoire mobile sont :

- le dioxyde de soufre
- les oxydes d'azote (monoxyde et dioxyde d'azote)
- le monoxyde de carbone
- les particules fines PM 2,5
- l'ozone



*Figure 5 : Laboratoire mobile, situé en proximité trafic de la RD 9*

- **REMORQUE LABORATOIRE ATMO PACA (SITE FOND)**

Dans le cadre de cette étude, la remorque mobile a permis d'effectuer la mesure automatique avec un pas de temps quart horaire de plusieurs polluants sur le site de fond à plus de 300 m de la RD 9 (terrain de la Société des Eaux de Marseille (SEM) à proximité de l'écluse du lac du Réaltor).

Les paramètres mesurés par la remorque sont :

- le dioxyde de soufre
- les oxydes d'azote (monoxyde et dioxyde d'azote)
- les particules fines PM 2,5
- les mesures météorologiques (T, Hr, DV, VV)



*Figure 6 : Remorque mobile, située en fond*

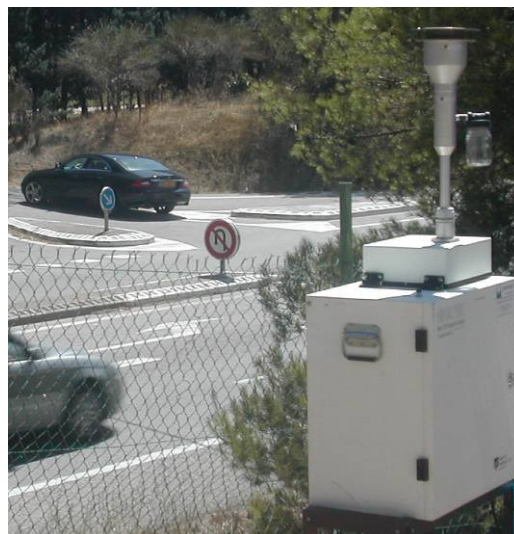


● **PRELEVEURS DE PARTICULES BAS DEBIT –PARTISOLS PLUS :**

L'utilisation de deux préleveurs, l'un **sur le site trafic** et le second sur **le site de fond**, a permis de réaliser simultanément des mesures en PM10 et en métaux sur ces 2 sites. Le PARTISOL PLUS enregistre, pour chaque filtre exposé, le volume d'air échantillonné en m<sup>3</sup>, en vue du traitement ultérieur des données.

La mesure des particules en suspension PM10 est réalisée au moyen d'une pré-pesée suivie d'une pesée des filtres après exposition (24h). La différence de masse mesurée permet d'évaluer la **concentration moyenne journalière en PM10**.

Suivant les recommandations nationales concernant les **mesures en métaux lourds**, Atmo PACA utilise un Partisol Plus configuré en PM 10. La collecte des filtres journaliers permet de réaliser des analyses ICP MS, **afin d'obtenir une représentation hebdomadaire des concentrations en métaux lourds**. Les 7 métaux lourds particuliers visés sont ceux spécifiés dans la circulaire du 25 février 2005 pour une étude d'impact de niveau I (le cadmium, le plomb, le chrome, le nickel, l'arsenic, le baryum et le mercure).



**Méthodologie des mesures journalières de PM10 et des analyses hebdomadaires en métaux lourds**

- Pré-pesée des filtres avant exposition
- Expositions des filtres pendant 24h sur les 7 jours de la semaine
- Pesée des filtres après exposition : **mesures des PM10 en moyenne journalière**
- Minéralisations combinées de 7 filtres (une semaine de prélèvement)
- 1 analyse par ICP-MS permettant d'obtenir **une concentration hebdomadaire pour chacun des 7 métaux préconisés par la circulaire**.

● **PRELEVEURS HAUT DEBIT DA 80 :**

L'utilisation de deux préleveurs DA80, l'un **sur le site trafic** et le second **sur le site de fond**, a permis de réaliser simultanément des mesures en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur les deux sites.

Le **benzo(a)pyrène (B(a)p)** est choisi comme traceur du risque cancérigène des HAP et doit être analysé dans le cadre d'une étude d'impact de niveau I.

Les mesures ont été réalisées conformément à la réglementation<sup>8</sup> et aux recommandations de L'INERIS<sup>9</sup>. Les prélèvements ont eu lieu sur une période de 24 h. Les analyses par HPLC des filtres prélevés ont été combinées, afin d'obtenir **une représentation hebdomadaire des concentrations en B(a)p**, sur les deux sites de prélèvements.

**Méthodologie des analyses hebdomadaires en HAP**

- Conditionnement des filtres avant exposition
- Expositions de 7 filtres pendant 24h sur les 7 jours de la semaine
- Conditionnement des filtres après exposition
- 2 extractions ASE (l'une avec 3 des filtres et l'autre avec les 4 restants)
- 1 analyse HPLC permettant d'obtenir une concentration hebdomadaire



<sup>8</sup> Directive n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004

<sup>9</sup> Rapport de recommandations pour le prélèvement et l'analyse des HAP dans l'air ambiant de l'INERIS, décembre 2006, Eva LEOZ-GARZIANDIA,

- **CANISTERS**

L'utilisation de plusieurs canisters, sur le site **trafic** et sur le site de **fond**, ont permis de réaliser simultanément des mesures de COV sur ces deux sites de prélèvements. Les canisters ont permis de prélever sur un échantillonnage de 48h les concentrations de différents COV.

La circulaire du 25 février 2005 préconise l'analyse du **benzène** et du **1,3-butadiène**<sup>10</sup>, et la directive européenne 2002/3/CE du 12/02/2002 définit également les principaux COV précurseurs de l'ozone devant faire l'objet de mesures.

Les mesures réalisées par Atmo PACA ont permis de détecter et de mesurer la concentration de 24 COV, tant en proximité du trafic routier que sur le site de fond.

**Méthodologie des analyses en COV :**

- Préparation des canisters et programmation du prélèvement 48h
- Pose et dépose des canisters sur site
- Analyses par chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme
- Nettoyage et conditionnement



- **ECHANTILLONNEURS PASSIFS : NO<sub>2</sub>, BTX ET ALDEHYDES**

Afin de disposer d'un échantillonnage plus important sur le domaine d'étude, une campagne de mesure par échantillonneurs passifs a été réalisée.

L'échantillonnage a été défini à partir des résultats de l'étude préliminaire SPI-infra, ayant identifiée les sites potentiellement touchés par des concentrations élevées en NO<sub>2</sub> et BTX. 30 sites sont donc équipés de capteurs NO<sub>2</sub>, 24 sites de capteurs BTX et 11 sites de capteurs aldéhydes. La répartition des points d'échantillonnage a été défini de façon à couvrir l'ensemble du domaine d'étude par :

- des mesures sur les différents axes à étudier, en proximité trafic
- des mesures en zone urbaine, et périurbaine afin d'évaluer la dispersion de ces composés
- des mesures en zone rurale afin de définir une pollution de fond du domaine d'étude.
- des mesures composant des transects afin d'observer « l'abatement » de la pollution de part et d'autre de la RD9



Des blancs pour chacun des polluants sont également prévus sur chacune des campagnes de mesure.

<sup>10</sup> INERIS-DCR-O3-47020603DD052, Version N°2.1-décembre 2006

## 2. RESULTATS ESTIVAUX – DISCUSSION

### 2.1. DIOXYDE D'AZOTE

#### 2.1.1. ORIGINE, DYNAMIQUE ET EFFETS SANITAIRES

Les NO<sub>x</sub> (oxydes d'azote) sont principalement émis par les transports. Ils sont issus de l'oxydation de l'azote atmosphérique et du carburant lors des combustions à très hautes températures. C'est le NO (monoxyde d'azote) qui est émis à la sortie du pot d'échappement, il est oxydé en quelques minutes en NO<sub>2</sub>. La rapidité de cette réaction fait que le NO<sub>2</sub> est considéré comme un polluant primaire. On le retrouve en quantité relativement plus importante à proximité des axes de forte circulation et dans les centres-villes.

Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver. Les oxydes d'azote sont des précurseurs de la pollution photochimique et de dépôts acides (formation d'acide nitrique).

Ses principaux effets sur la santé occasionnent une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et des troubles de l'immunité du système respiratoire.

#### 2.1.2. RESULTATS DES MESURES EN OXYDES D'AZOTE SUR LE DOMAINE D'ETUDE

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des résultats des mesures réalisées par Atmo PACA sur le domaine d'étude au cours des deux dernières années (cf 1.4.3). La réalisation de ces mesures a eu lieu sur des périodes météorologiques différentes. La comparaison et l'interprétation des résultats doivent donc être réalisées avec précaution.

**Tableau 1 : Evaluation des niveaux d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)**

NO <sub>x</sub> en µg/m <sup>3</sup> .		RD9-Domaine du lac Bleu Station trafic mars à mai 2006	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor Station trafic	Canal de Marseille Station fond	Réaltor juin et octobre 2007 Station fond
Moyenne sur la période	NO <sub>x</sub> total	50	Juil : 32 Nov-déc : 77	Juil : 11 Nov-déc : 27	Juin : 16
	NO <sub>x</sub> équivalent NO <sub>2</sub>	63	Juil : 37 Nov-déc : 101	Juil : 12 Nov-déc : 34	Juin : 18
Moyenne annuelle 2006 et 2007 Valeur limite annuelle <sup>11</sup> pour la protection de la végétation : 30 µg/m <sup>3</sup> /an en NO <sub>x</sub> équivalent NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> équivalent NO <sub>2</sub>	<b>73</b> <b>(2006)</b>	<b>67</b>	<b>28</b>	-
Maximum horaire	NO <sub>x</sub> total	308	Juil : 215 Nov-déc : 421	Juil : 85 Nov-déc : 231	138
Maximum journalier	NO <sub>x</sub> total	102	Juil : 71 Nov-déc : 230	Juil : 23 Nov-déc : 107	26

Les concentrations estimées en oxydes d'azote sur le site de fond montrent une concentration proche de la valeur limite annuelle pour la protection de la végétation.

<sup>11</sup> L'estimation appliquée est une équation linéaire calculée à partir des données NO<sub>2</sub> des stations fixes de la région. L'incertitude de cette estimation sur les sites de fond est plus marquée en raison de l'absence de mesure en dioxyde d'azote sur les sites de fond.

## 2.1.3. RESULTATS DES MESURES EN DIOXYDE D'AZOTE SUR LE DOMAINE D'ETUDE

- NIVEAUX ANNUELS ET NIVEAUX DE POINTE SUR LES STATIONS

Tableau 2 : Evaluation des niveaux de NO<sub>2</sub>

NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> .	RD9-Domaine du lac Bleu  Station <sup>12</sup> trafic mars à mai 2006	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor  Station <sup>13</sup> trafic	Canal de Marseille  Station fond	Réaltor  Station fond
Moyenne sur la période	29	Juil : 23 Nov-déc :34	Juil : 11 Nov-déc :18	Juin : 13 Oct-nov : 20
Moyenne annuelle 2006 et 2007 (Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine : 46 µg/m <sup>3</sup> pour 2007 et objectif 01/01/10 : 40 µg/m <sup>3</sup> /an)	33 (2006)	30	16	22
Maximum horaire (Seuil de recommandation : 200 µg/m <sup>3</sup> /h)	122 03/05/2006 8:00	Juil : 105 17/07/2007 8:00 Nov-déc :152 18/12/07 17 :00	Juil : 65 02/08/2007 9:00 Nov-déc :100 17/12/07 15 :00	Juil : 74 14/06/2007 13:00 Oct-nov :150 02/10/07 16 :00
Nombre d'heures de dépassement de l'objectif de qualité (PRQA PACA : 135 µg/m <sup>3</sup> /h, tolérance 17 jours/an)	0	Juil : 0 Nov-déc :3	Juil : 0 Nov-déc : 0	0
Nombre d'heures de dépassement de la valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine (200 µg/m <sup>3</sup> /h, tolérance 18 heures/an : objectif 01/01/10)	0	Juil : 0 Nov-déc : 0	Juil : 0 Nov-déc : 0	Juin : 0 Oct-nov : 0
Maximum journalier	49 22/03/2006	Juil : 52 02/08/2007 Nov-déc : 75 18/12/07	Juil : 21 02/08/2007 Nov-déc : 41 17/12/07	Juin : 21 06/06/2007 Oct-nov : 49 02/11/07

### Niveaux de pointe :

Aucun dépassement du seuil de recommandation pour le dioxyde d'azote (200 µg/m<sup>3</sup>/h) n'a été enregistré sur les sites au cours des périodes de campagnes. Les maximums horaires ont été de :

- 152 µg/m<sup>3</sup>, le 18/12/07 pour le site trafic (RD9/chemin du lac)
- 150 µg/m<sup>3</sup>, le 02/10/07 pour le site périurbain du Réaltor
- 100 µg/m<sup>3</sup>, le 17/12/07 pour le site de fond (écluse de canal)

Il est peu probable que le seuil de 200 µg/m<sup>3</sup>/h soit atteint sur l'année 2007 puisqu'il n'a pas été enregistré en hiver, saison pénalisante en terme de météorologie pour les pointes de pollution.

### Niveaux chroniques :

L'estimation des moyennes annuelles 2007 a pu être réalisée en effectuant des corrections par périodes à partir des stations fixes d'Atmo PACA.

Les niveaux de dioxyde d'azote mesurés par les laboratoires mobiles en 2007 n'ont pas atteint les valeurs réglementaires horaires ou annuelles existantes.

Une concentration annuelle de 30 µg/m<sup>3</sup> est enregistrée sur le site trafic de l'aire d'étude, inférieure d'un tiers environ à la valeur limite annuelle pour 2007 de 46 µg/m<sup>3</sup>, et a fortiori, inférieure à la valeur limite à l'échéance 2010, de 40 µg/m<sup>3</sup>.

Cette valeur annuelle est proche de celle de la station Aix Ecole d'Art, dont la concentration annuelle, représentative du centre ville aixois, est de 28 µg/m<sup>3</sup>.

<sup>12</sup> Laboratoire mobile placé dans le domaine du lac bleu en bordure de RD 9.

<sup>13</sup> Laboratoire mobile placé en face de l'entrée du domaine du lac bleu en bordure de RD 9.

Parmi les équivalences au niveau des campagnes temporaires, une étude récente de la qualité de l'air sur le village de la Destrousse a permis de modéliser les teneurs annuelles 2007 en dioxyde d'azote sur l'autoroute A52 : 57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  directement sur l'autoroute, et 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à une distance de 20 m du centre de la voie ; pour un trafic journalier moyen annuel de 41 500 véhicules. En parallèle de l'autoroute, à 100 m, la RN96 draine 12 000 véhicules/jour.

A contexte environnemental à peu près comparable (secteurs résidentiels très ouverts, mais avec un trafic moyen journalier plus faible<sup>14</sup> sur la RD9) les concentrations en dioxyde d'azote enregistrées sur le site trafic de la RD9, de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont moins importantes que celles de l'autoroute A52 (57 et 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Cette différence est induit par le trafic plus faible de la RD9, il est également possible que le secteur de l'Arbois, plus venté que celui de la Destrousse, ait un niveau de fond plus bas.

Le site de fond (canal de Marseille) enregistre une concentration annuelle 2007 de 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , très modérée, inférieure à la valeur limite de 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'année 2007 pour le dioxyde d'azote. Cette concentration est représentative de la qualité de l'air de fond du plateau de l'Arbois, mesurée à bonne distance (300 m) d'émissions directes.

De nombreuses études d'Atmo PACA montrent qu'en milieu ouvert, de part et d'autre d'une voie de trafic importante, (autoroute, nationale,...) les teneurs en polluants diminuent jusqu'à rejoindre aux alentours de 150 à 200 m le niveau de fond du secteur. Une coupe théorique de la RD9 est présentée en fin de chapitre.

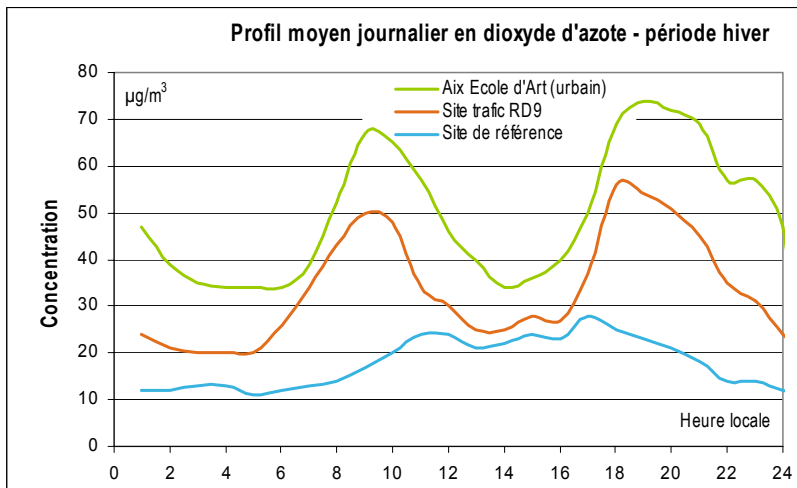
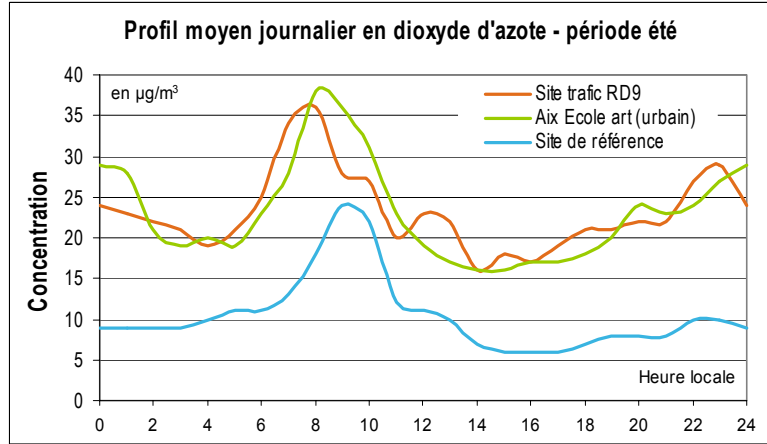
---

<sup>14</sup> Le Trafic moyen journalier relevé en novembre 2007 est de 33990 véhicules par jour



• **CONCENTRATIONS MOYENNES HORAIRES SUR LES PERIODES DU 3/07/2007 AU 5/08/2007 ET DU 19/11 AU 17/12/2007**

Le profil moyen journalier estival en dioxyde d'azote sur le domaine d'étude est compris entre 5 et 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le site de fond et de 15 à 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le site trafic selon les heures. Ces concentrations moyennes horaires sur le site trafic sont modérées, elles correspondent aux concentrations mesurées sur le site urbain d'Aix école d'Art.



Les variations sont amples en hiver : de 11 à 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le site de fond et de 20 à 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le site trafic.

Les pointes de concentration du matin et du soir, correspondant aux heures de pointes de circulation, se distinguent nettement sur le profil du site trafic, particulièrement en hiver : les conditions de stabilité de l'atmosphère en soirée plus marquées qu'en été conduisent à des phénomènes de concentrations des polluants plus importants.

**Figures 7 : Profils horaires journaliers moyens en heures locales**

• RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE PAR ECHANTILLONNEURS PASSIFS

La campagne de mesure estivale par échantillonneurs passifs en dioxyde d'azote est réalisée en parallèle de celle effectuée sur la Communauté du Pays d'Aix (180 points de mesures et 10 stations automatiques de référence). Par conséquent, les résultats ont aussi été évalués à partir des trois stations fixes d'Aix en Provence et des deux laboratoires mobiles, situés dans la zone des Milles et dans le centre ville de Pertuis.

Tableau 3 : Evaluation des niveaux annuels 2007 de NO<sub>2</sub>

n° site	NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> .	Type de site	Moyenne sur la période été	Moyenne sur la période hiver	Estimation annuelle 2007 <sup>15</sup>
			(30/05 au 27/06/07)	(13/11 au 11/12/07)	2007
174	Vitrolles Le Griffon arrêt bus le griffon	Trafic	48	52	53
155	Gare TGV Aix en Provence pont sur RD9	Trafic	37	41	42
165	Domaine de l'Arbois Rue Valère Bernard,	Trafic	31	37	37
172	Vitrolles Pont sud RD9 sortie Pinchinades	Trafic	29	34	34
169	Calas Rond point RD9	Trafic	27	32	33
178	Calas RD9 & RD9b	Trafic	28	32	33
161	Calas pont sous RD9	Trafic	25	30	31
22	RD9 Hostellerie du lac bleu	Trafic	24	30	30
171	Vitrolles Pinchinades bd Marcel Pagnol	Périurbain	21	30	29
62	Cabriès D543 et D60	Trafic	24		29
211	Site trafic RD9	Trafic	18	28	29
157	Gare TGV Aix en Provence arc sud	Trafic	21	27	28
163	Calas rue du Baseli	Périurbain	22	27	28
170	RD543 route d'Apt avant Arbois	Trafic	20	27	27
167	Domaine de l'Arbois Rue Victor Gelu	Observation	18	26	26
166	Domaine de l'Arbois Av. Frédéric Mistral	Périurbain	17	25	25
175	Vitrolles RD9 lotissement chemin Di Oustaou	Périurbain	19	26	25
164	Calas place de l'église	Périurbain	17	25	24
162	Calas rue Van Gogh	périurbain	18	24	24
158	Gare TGV Aix en Provence arc nord	Trafic	19	22	24
160	Calas, Clos Saint Imbert	observation	17	23	23
173	Vitrolles Coulomb SCEA	Périurbain	18	23	23
24	RD9 Calas impasse Paul Boussin	Périurbain	16	23	22
153	Calas Domaine du Lac Bleu rue Aubanel	périurbain	16	21	22
156	Calas, Clos Saint Imbert	Périurbain	17	22	22
203	Site Réaltor	Rural	13	23	22
168	Calas rural après station épuration	Rural	15	21	21
152	Réservoir du Réaltor D65D chantier	Périurbain	16	19	21
176	Calas rural golf	Rural	16	20	21
159	Réaltor Route du Maroc	Périurbain	15	19	20
177	Calas rue des Felibres domaine du lac bleu	Périurbain	14	18	19
154	Domaine du Lac Bleu rue Jean Giono	Périurbain	13	16	17
212	Site Fond – remorque laboratoire	Rural	13	16	13

<sup>15</sup> L'estimation des moyennes annuelles 2007 des sites ayant été équipés d'échantillonneurs passifs a été réalisée à partir des stations de l'aire d'étude doublées par des tubes : pour chaque période une droite de régression liant les résultats des tubes à ceux des analyseurs est calculée. Cette équation est appliquée à l'ensemble des sites « tubes ». En été, la régression est :  $y = 0,8918x + 12,082$  avec  $R^2 = 0,9214$ , et en hiver :  $y = 1,1023x - 6,1514$  avec  $R^2 = 0,8742$ . A partir de ces données par période, est déduite l'estimation annuelle 2007 par site.

### Sites périurbains et ruraux :

Les concentrations annuelles 2007 en dioxyde d'azote sont modérées sur les **19 sites périurbains et ruraux, comprises entre 13 et 29 µg/m<sup>3</sup>, inférieures à la valeur limite annuelle 2007** de 46 µg/m<sup>3</sup>.

Les sites périurbains ont une concentration en dioxyde d'azote d'autant plus forte qu'ils sont influencés par la proximité de la RD9, ou bien d'une autre voie de trafic très passante ou bien d'un quartier plus fréquenté. Pour exemple, le site périurbain présentant la concentration la plus élevée est le n°171 « Vitrolles Pinchinades - bd Marcel Pagnol », avec 29 µg/m<sup>3</sup>, situé à environ 100 m de la RD9, et proche de l'urbanisation des quartiers de Vitrolles et de sa circulation.

Le site de fond, équipé de la remorque laboratoire, choisi dans le domaine d'étude de ce volet air et santé présente la concentration en dioxyde d'azote la plus faible : 13 µg/m<sup>3</sup> en 2007. Il est représentatif du niveau de fond rural du domaine.

### Sites trafic :

Les **13 sites de trafic** ont des concentrations moyennes plus élevées, comprises **entre 24 et 53 µg/m<sup>3</sup>**.

On distingue principalement le site de Vitrolles Griffon (n°174 -arrêt de bus-), avec **53 µg/m<sup>3</sup>** qui **dépasse la valeur limite annuelle 2007** (46 µg/m<sup>3</sup>) mais également celle de 40 µg/m<sup>3</sup>, applicable à l'échéance 2010. Ce lieu supporte un trafic de 34 000 véh./jour (mesuré au niveau de la RD9 Valbacol) auquel s'ajoute le trafic local des ronds points du Griffon et de l'échangeur de la RD9, et sous l'influence de l'arrêt de bus et de l'autoroute A7 située à environ 100 m. Ce site est, de plus, encaissé, ce qui favorise l'accumulation des polluants.

Le site n° 155 de la Gare TGV d'Aix en Provence, avec **42 µg/m<sup>3</sup>**, est en **dépassement de la valeur limite annuelle à l'échéance 2010** de 40 µg/m<sup>3</sup>. Ce site est situé sur le pont au dessus de la RD9. Il témoigne non seulement du passage dense de véhicules sur cette voie mais également des émissions en provenance des parkings de la gare. Les sites positionnés de part et d'autre de ce point central, arc nord (n°158) et arc sud (n°157) enregistrent respectivement 28 et 24 µg/m<sup>3</sup>. L'éloignement à la RD9 est la cause de cette baisse de concentration.

6 sites ont des concentrations situées **entre 30 et 37 µg/m<sup>3</sup>**. Ces sites sont tous situés sur la RD9 et sont donc soumis à un fort trafic. De plus ils sont tous soumis à des conformations particulières limitant la dispersion des polluants ou bien favorisant une plus forte densité du trafic (ponts, ronds points, embouteillages, stop & go...) :

Le site n° 165 positionné sur la RD9, au niveau du Domaine de l'Arbois (Bout de la Rue Valère Bernard, à environ 5 m de l'axe RD9), avec 37 µg/m<sup>3</sup>. Cette portion de la RD9 supporte environ 33 000 véh./jour. Elle est encaissée : l'axe est taillé dans une colline. Les talus sont donc assez hauts de part et d'autre de la RD9 ce qui limite la diffusion des polluants.

Le site n° 172 « Vitrolles Pont sud RD9 sortie Pinchinades », avec 34 µg/m<sup>3</sup> correspond à un échangeur passant au dessus de la RD9.

Le site N° 169 « Calas Rond point RD9 », avec 33 µg/m<sup>3</sup> correspond à un rond point

Le site n° 178 « Calas RD9 & RD9b », avec 33 µg/m<sup>3</sup>, est au croisement de 2 voies

Le site n° 161 « Calas pont sous RD9 », avec 31 µg/m<sup>3</sup> est situé sous un pont au dessus duquel passe la RD9

Le site n° 22 « RD9 Hostellerie du lac bleu », avec 30 µg/m<sup>3</sup> est fréquemment embouteillé aux heures de pointes en raison de sa conformation en une fois deux voies.

- 5 sites ont des concentrations variant entre 24 et 29 µg/m<sup>3</sup>:

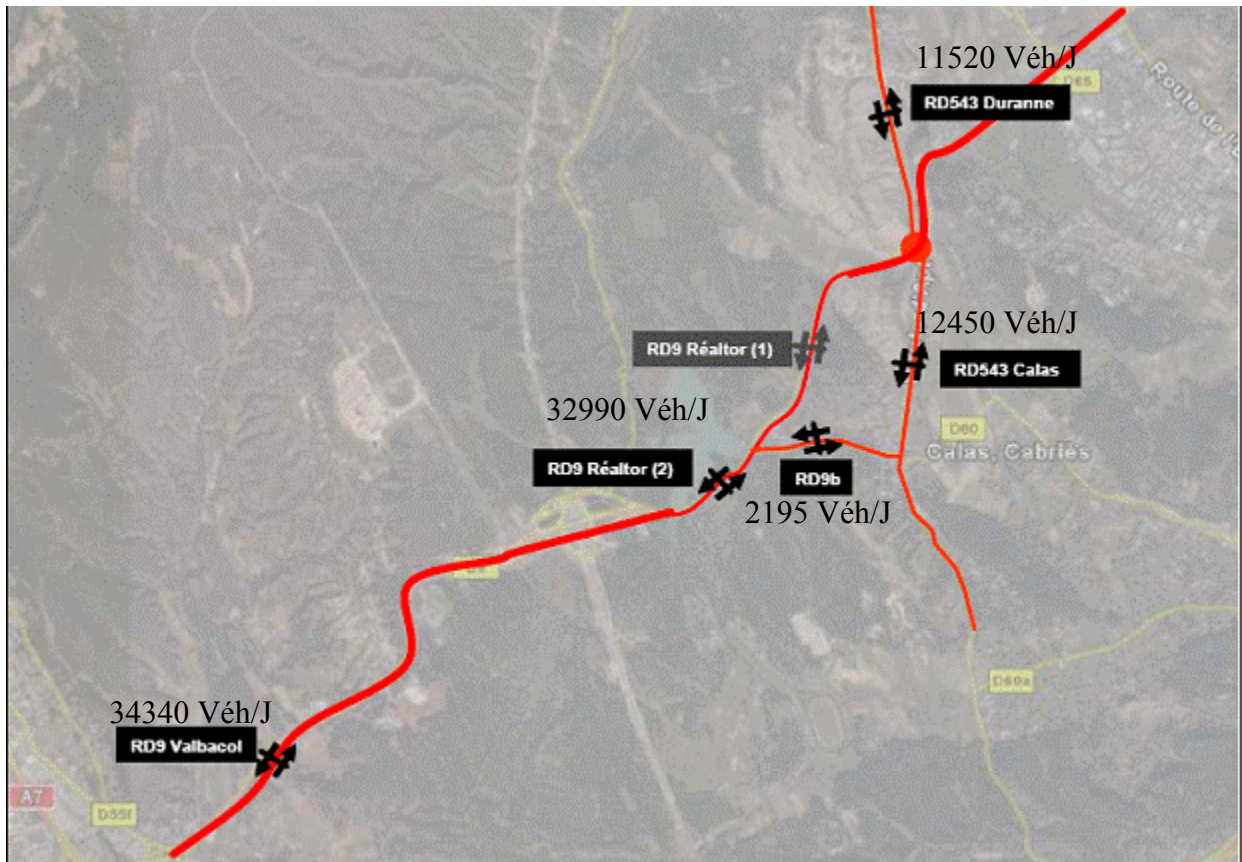
Le site n° 211 « Site trafic de la RD9, lieu du laboratoire mobile », avec 29 µg/m<sup>3</sup> possède une concentration très proche de celle relevée sur le site précédent (n° 22), situé à une centaine de mètres environ. Ces deux sites sur la RD9, en une fois deux voies, en proximité du lac, sont embouteillés aux heures de pointes du trafic automobile.

Les 2 sites : n° 62 « Cabriès D543 et D60 », avec 29 µg/m<sup>3</sup> et n°170 « RD543 route d'Apt avant Arbois », avec 27 µg/m<sup>3</sup> ne sont pas situés sur la RD9. Les trafics en ces lieux sont de l'ordre de 10 000 véh./jour, moins importants que les trafics RD9.

Les 2 sites de la gare TGV, n° 157 (Arc sud), avec 28 µg/m<sup>3</sup> et n°158 (Arc nord), avec 24 µg/m<sup>3</sup>, sont un peu à l'écart de la RD9 (à une centaine de mètre).

**Données trafic sur l'aire d'étude :**

Ces données proviennent d'une étude fournie par le Conseil Général des Bouches du Rhône 13. Il s'agit des trafics moyens reconstitués à partir de comptages d'une semaine d'octobre 2007. Ces comptages ont été réalisés en semaine uniquement : TMJO : Trafic moyen journalier en jour ouvré ; différent des TMJA : trafic moyen journalier annuel).



Axe	TMJ (novembre 2007)			
	Véh/J	VL	PL	% PL
RD9 Valbacol	34 340	32 310	2 030	5,9
RD9 Réaltor (1 )(2)	32 990	31 010	1 980	6
RD9b	2 195	2 150	45	2
RD543 Calas*	12 450	12 020	430	3,5
RD543 Duranne (TMJO)*	11 520	11 170	350	3.0



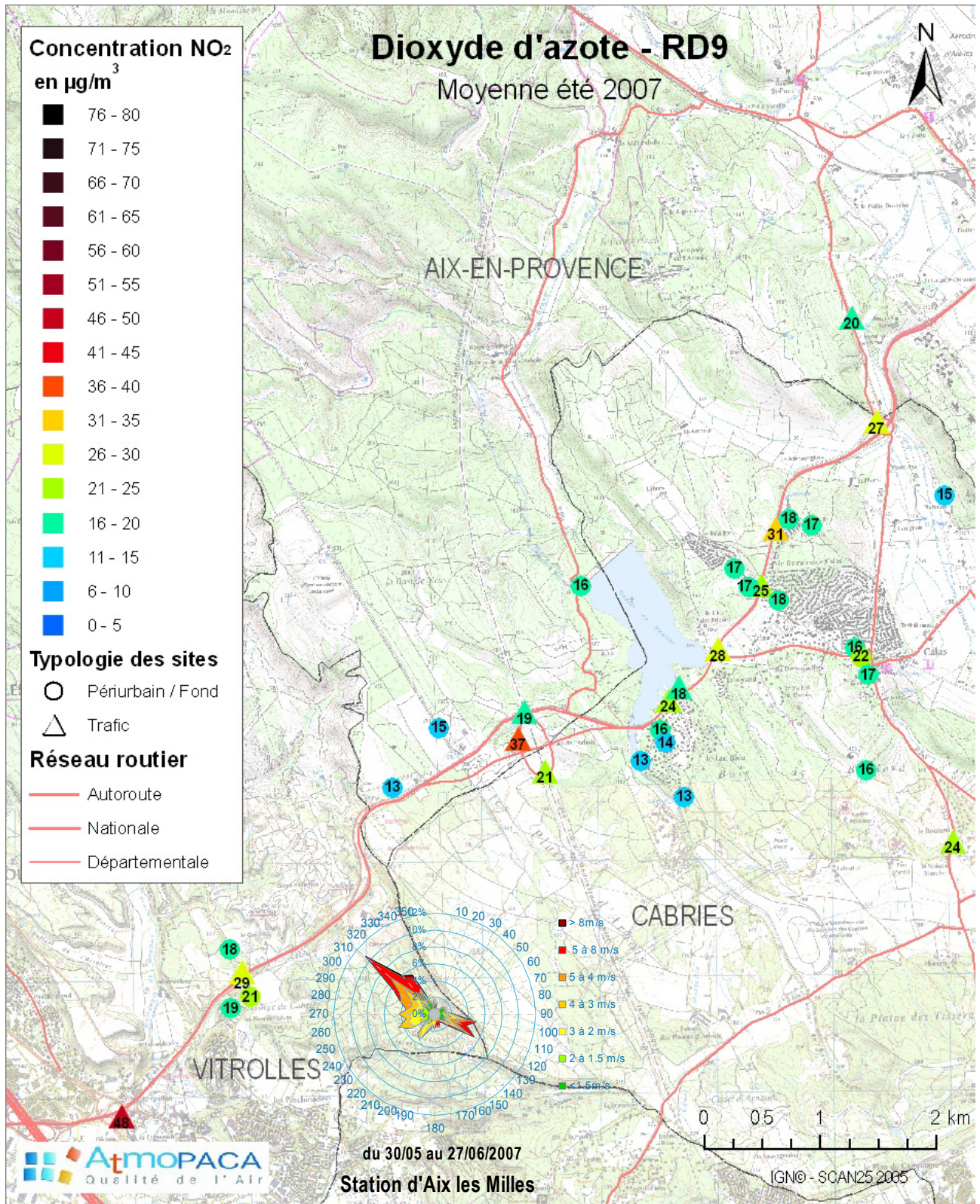


Figure 8 : Carte des niveaux de NO<sub>2</sub> sur la campagne estivale du 30/05 au 27/06/2007



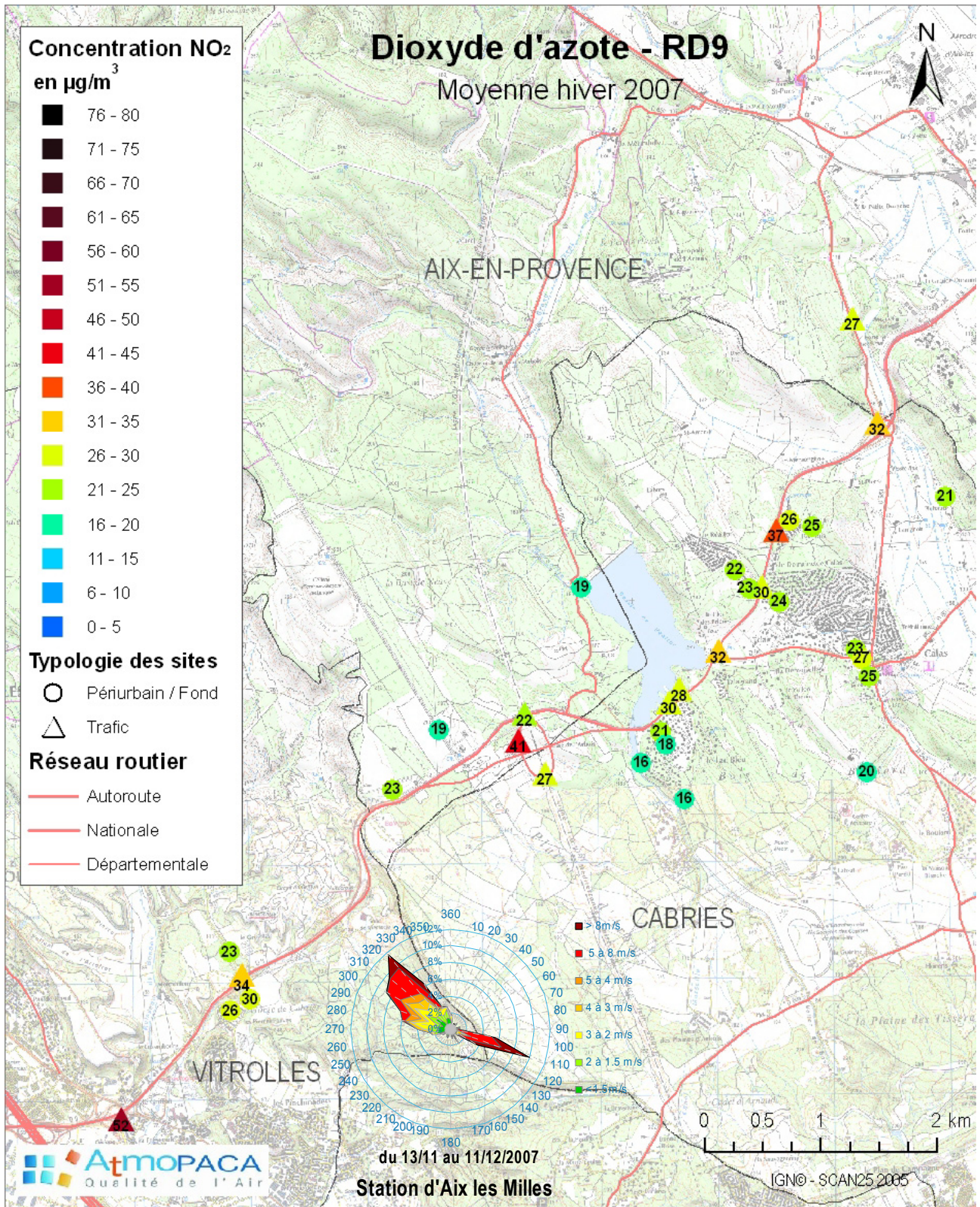


Figure 9 : Carte des niveaux de NO<sub>2</sub> sur la campagne hivernale du 13/11 au 11/12/2007



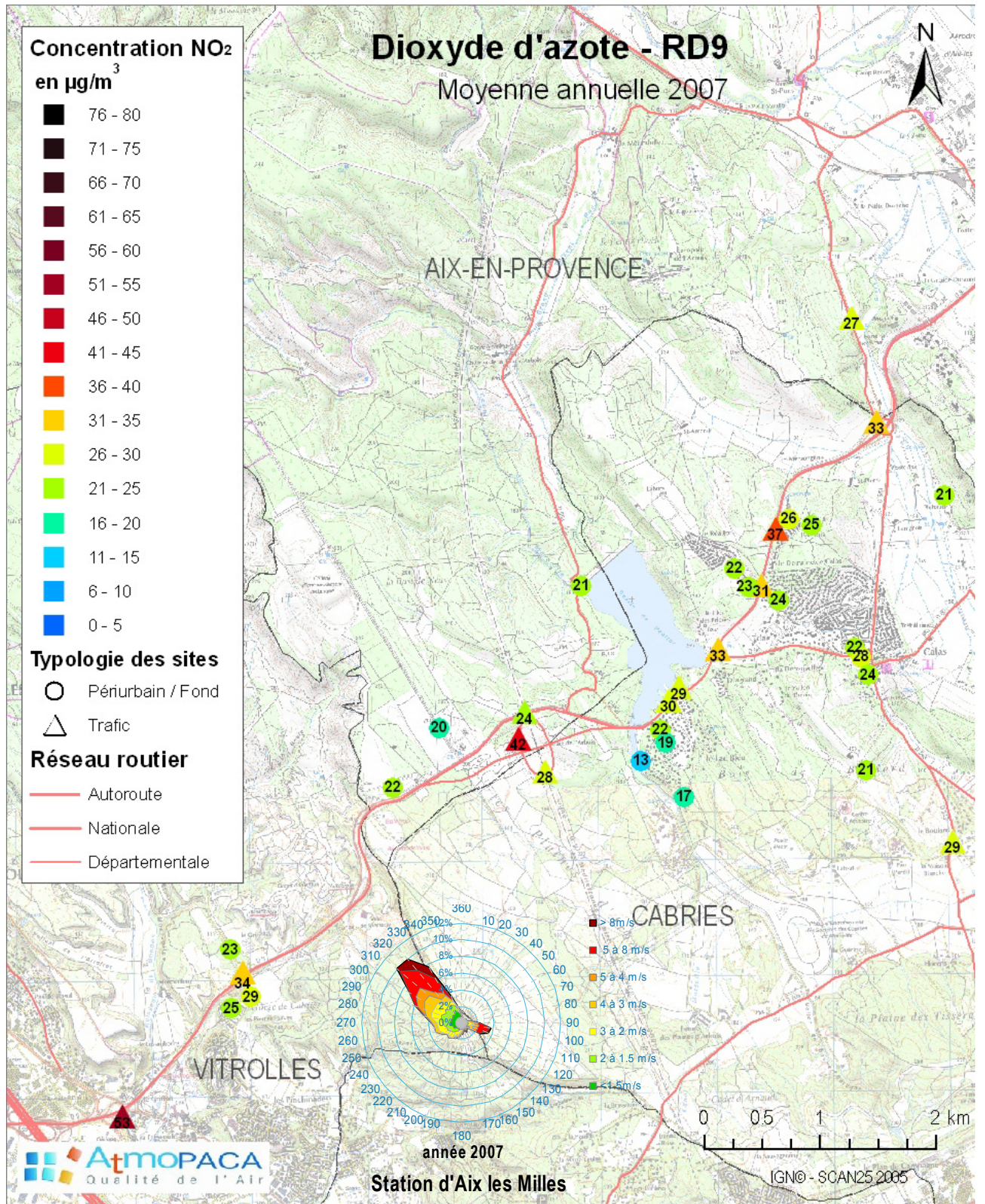
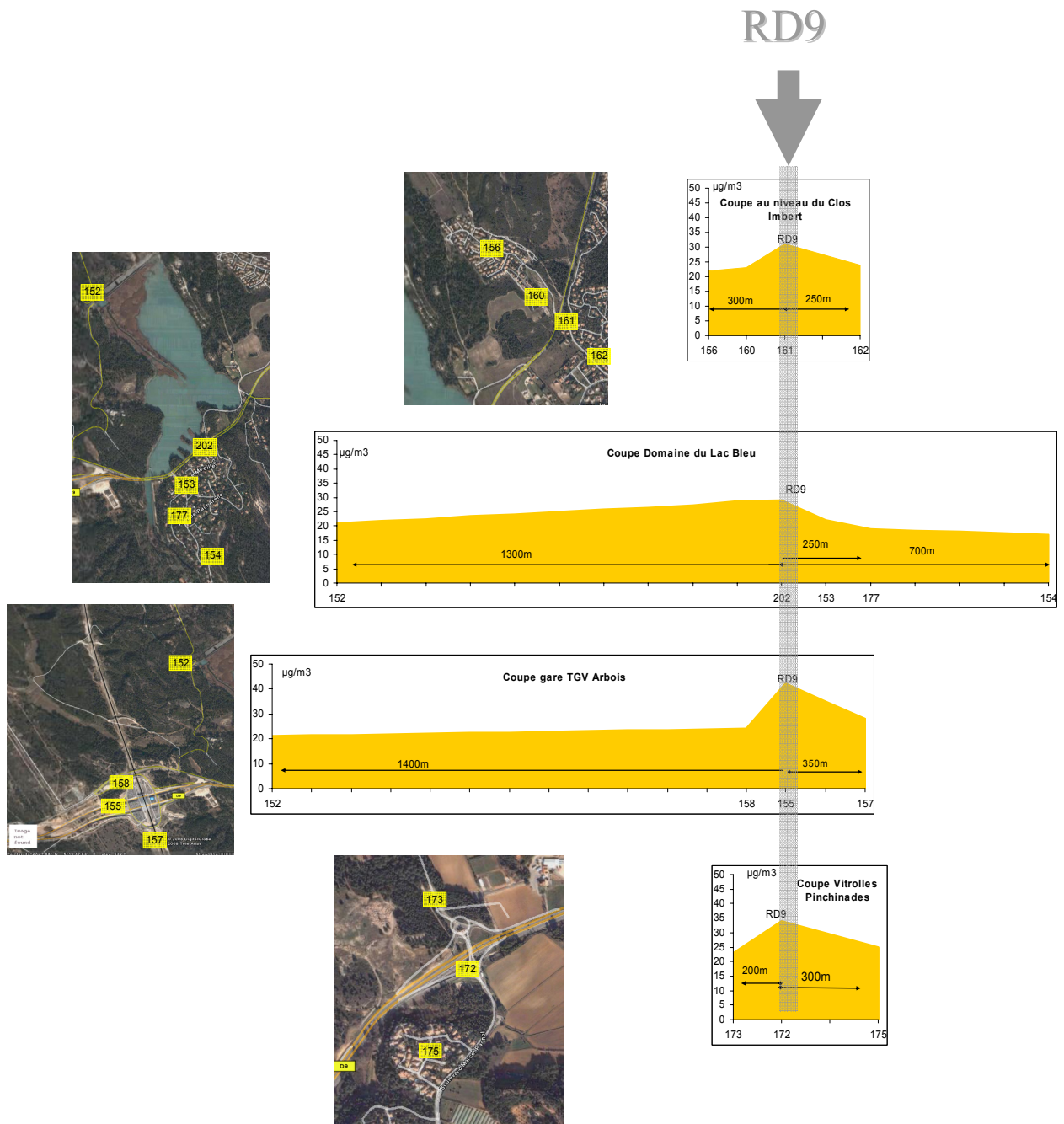


Figure 10 : Carte des niveaux annuels 2007 en dioxyde d'azote



PROFILS THEORIQUES EN DIOXYDE D'AZOTE AUTOUR DE LA RD9

Les coupes ci-dessous figurent en abscisse les sites en fonction de leur distance à la RD9, et en ordonnées la concentration en dioxyde d'azote correspondante (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Les niveaux annuels 2007 maximums de dioxyde d'azote se retrouvent au niveau de la RD9. Ils varient de 29 à 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en fonction du lieu de la coupe.

De part et d'autre de la voie, cette pollution diminue :

- à 300 m de la RD9, dans les zones bâties, le niveau de fond du secteur atteint varie entre 22 et 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Transect au niveau de Vitrolles Pinchinades, du Lac Bleu et du Clos Imbert). L'abattement de la pollution est de l'ordre de 20% à 45%, plus important dans la première centaine de mètres.
- A 700 m ou plus, au sud et au nord, le niveau de fond « rural » varie de 17 à 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## 2.2. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS (COV)

---

### 2.2.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Les composés organiques volatils<sup>16</sup> regroupent un ensemble de polluants autre que le méthane, (tel que les aldéhydes, les cétones, les hydrocarbures aromatiques, les BTX ...),

Les composés organiques volatils proviennent de sources multiples tel que :

- les procédés industriels ou de la combustion incomplète des combustibles (transports, chauffages, activités de bricolage),
- les hydrocarbures émis par évaporation des bacs de stockage pétroliers, remplissage des réservoirs automobiles,
- les solvants émis lors de l'application des peintures, des encres, ou le nettoyage des surfaces métalliques et des vêtements,
- l'agriculture et le milieu naturel.

Les concentrations d'hydrocarbures dans l'air augmentent à un rythme voisin de 0,8% à 1% par an, principalement dans l'hémisphère Nord.

Les BTX (Benzène, Toluène et Xylènes) sont les principaux COV surveillés. Ils sont majoritairement issus, en milieu urbain, de la pollution par les transports. Ces composés sont particulièrement présents sur les axes encombrés, où les véhicules circulent à petite vitesse et sont amenés à faire de fréquents changements de régime.

Les aldéhydes font également partie des Composés Organiques Volatils (COV) présents dans l'environnement. Ils sont à la fois des polluants primaires provenant de différentes sources, notamment de la combustion incomplète de produits organiques, mais aussi des polluants secondaires, émis lors de la photooxydation des COV initiée par le rayonnement solaire. Connus pour être odorants, les principaux aldéhydes rencontrés dans l'air ambiant sont le formaldéhyde (HCHO) et à un degré moindre les aldéhydes émis par les gaz d'échappement dont l'acétaldéhyde (CH<sub>3</sub>CHO) et l'acroléine (CH<sub>2</sub>CHCHO).

### 2.2.2. EFFETS SANITAIRES

Les effets sont très divers selon les polluants: ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation (aldéhydes), de la une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérigènes (benzène, certains aldéhydes, formaldéhydes). Ainsi, le benzène est le COV le plus mesuré par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air. Il s'agit d'un toxique, et d'un cancérigène classé dans le premier groupe. Son impact sur la santé peut se faire soit par exposition brève à des doses fortes, ou par exposition chronique à des doses relativement faibles.

En tant que précurseurs et au même titre que les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone, les COV contribuent au processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère. En effet, les radicaux libres générés par les COV présents dans l'air piègent les radicaux oxygène et créent donc un déséquilibre dans le cycle qui a pour conséquence une augmentation de la quantité d'ozone.

---

<sup>16</sup> Ensemble des composés organiques, à l'exception du méthane, dont la pression de vapeur est supérieur à 10 Pa dans les conditions normales de températures et de pression (20°C ; 10<sup>5</sup> Pa)

### 2.2.3. RESULTATS DES MESURES EN BTX DU 30/05/07 AU 27/06/07, DU 13/11 AU 11/12/07 ET A L'ANNEE 2007

La campagne de mesure estivale par échantillonneurs passifs en BTX s'est inscrite dans un projet sur l'ensemble de la Communauté du Pays d'Aix. La campagne hivernale a été décalée d'un mois (novembre décembre) par rapport à celle de la CPA (octobre).

**Tableau 4 : Evaluation des niveaux de BTX du 30/05/07 au 27/06/07 (été) et du 13/11 au 11/12/07(hiver)**

	BTX en µg/m <sup>3</sup>	Type de site	Moyenne sur la période été du 30/05 au 27/06						Moyenne sur la période hiver du 13/11 au 11/12/07					
			Benzène	Toluène	Ethyl-benzène	m+p-xylyène	o-xylyène	Rapport T/B	Benzène	Toluène	Ethyl-benzène	m+p-xylyène	o-xylyène	Rapport T/B
	* : données reconstituées													
174	Vitrolles Le Griffon arrêt bus	trafic	1.2	4.9	1.4	3.0	1.2	4.1	2.6	6.1	1.5	3.7	1.5	2.3
163	Calas rue du Baseli	périurbain	0.9	4.1	0.9	2.3	0.9	4.7	2.6	6.1	1.3	3.3	1.3	2.4
164	Calas place de l'église	périurbain	0.7	3.0	0.7	1.7	0.7	4.0	2.3	4.1	0.9	2.1	0.8	1.8
161	Calas pont sous RD9	trafic	0.7	2.4	0.7	1.6	0.7	3.6	2.1	3.6	0.9	2.1	0.8	1.7
211	site trafic labo	trafic	0.7*						2.0	3.6	0.8	1.8	0.7	1.8
169	Calas Rond point RD9	trafic	0.6	1.7	0.5	1.1	0.4	2.7	2.1	3.0	0.6	1.4	0.6	1.4
178	Calas RD9 & RD9b	trafic	0.7	2.6	0.7	1.6	0.7	3.8	1.9	2.6	0.5	1.2	0.5	1.4
22	RD9 Hostellerie du lac bleu	trafic	0.7	3.1	0.8	2.1	1.0	4.7	1.9	2.6	0.6	1.4	0.6	1.4
24	RD9 Calas impasse Paul Boussin	périurbain	0.6	2.2	0.5	1.3	0.5	3.6	2.1	3.1	0.7	1.7	0.7	1.5
212	site fond	Périurbain	0.7*						1.9	2.1	0.4	0.9	0.4	1.1
170	RD543 route d'Apt avant Arbois	trafic	0.6	1.6	0.4	0.9	0.4	2.8	2.0	2.5	0.5	1.2	0.5	1.2
160	Calas, Clos Saint Imbert	observation	0.7*						1.9	2.6	0.6	1.3	0.6	1.4
162	Calas rue Van Gogh	périurbain	0.6	2.1	0.5	1.2	0.5	3.3	2.0	3.1	0.7	1.6	0.7	1.6
172	Vitrolles Pont sud RD9 sortie Pinchinades	trafic	0.7	1.6	0.5	1.0	0.4	2.4	1.7	2.4	0.5	1.2	0.5	1.4
165	Domaine de l'Arbois Rue Valère Bernard	trafic	0.6	1.8	0.5	1.1	0.4	2.8	1.9	2.5	0.5	1.2	0.5	1.3
153	Calas Domaine du Lac Bleu rue Aubanel	périurbain	0.6	2.0	0.5	1.2	0.5	3.2	1.8	2.7	0.6	1.4	0.6	1.5
167	Domaine de l'Arbois Rue Victor Gelu	observation	0.5	1.6	0.4	1.0	0.4	3.0	2.0	2.5	0.5	1.2	0.5	1.3
175	Vitrolles RD9 lot. chemin Di Oustaou	périurbain	0.6	1.9	0.6	1.2	0.5	3.0	1.7	2.3	0.5	1.1	0.5	
155	Gare TGV Aix pont sur RD9	trafic	0.7	2.8	0.7	1.5	0.6	3.8	1.5	2.2	0.5	1.0	0.4	1.5
156	Calas, Clos Saint Imbert	périurbain	0.6	1.9	0.5	1.2	0.5	3.3	1.5	2.0	0.4	1.1	0.4	1.3
157	Gare TGV Aix Arc sud	trafic	0.6*						1.6	2.5	0.5	1.1	0.5	1.6
171	Vitrolles Pinchinades bd Marcel Pagnol	périurbain	0.6	1.4	0.4	0.8	0.4	2.2	1.5	1.9	0.5	1.0	0.4	1.3
154	Domaine du Lac Bleu rue Jean Giono	périurbain	0.5	1.3	0.4	0.8	0.4	2.5	1.7	2.5	0.6	1.3	0.5	1.5
158	Gare TGV Aix en Provence arc nord	trafic	0.6	2.1	0.5	1.2	0.5	3.4	1.4	2.2	0.5	1.1	0.4	1.6
176	Calas rural golf	rural	0.6	1.3	0.4	0.8	0.3	2.3	1.4	1.4	0.3	0.7	0.3	1.0
173	Vitrolles Coulomb SCEA	périurbain	0.6	1.2	0.5	0.8	0.4	2.2	1.3	1.4	0.3	0.7	0.3	1.1
159	Réaltoir Route du Maroc	périurbain	0.5	1.1	0.3	0.7	0.3	2.3	1.3	1.3	0.3	0.5	0.2	1.0

Note : De mars à mai 2006 la concentration moyenne en benzène mesurée en proximité du trafic était de 1,1 µg/m<sup>3</sup>.

Sur les périodes été et hiver, les concentrations mesurées en benzène sont modérées, inférieures à 2.6 µg/m<sup>3</sup>. Cinq sites ont une concentration en benzène légèrement plus marquée : l'arrêt de bus Le griffon, sur Vitrolles, en raison du trafic dense et des vitesses peu élevées au niveau de ce rond point (émissions en benzène favorisées), trois sites dans Calas (rue du Baseli, place de l'église et au niveau du pont sous la RD9) pour lesquels l'environnement bâti est plus dense et limite la dispersion, et au niveau du site trafic sur la RD9 en raison du trafic important, des embouteillages et des émissions inhérentes.

La saison estivale est la moins favorable à l'accumulation des polluants primaires, tel que le benzène. Les résultats de la campagne par échantillonneurs passifs et analyseurs sont donc inférieurs aux concentrations hivernales.

Le rapport Toluène sur Benzène (T/B), qui est compris entre 1 et 5 sur les deux saisons confirme une influence majoritaire de la source du trafic routier. Généralement un excès de benzène et un ratio de l'ordre de 0,5 à 1 en T/B traduit l'influence d'une source industrielle.



Tableau 5 : Estimations annuelles 2007 des concentrations en benzène

	BTX en µg/m <sup>3</sup>	Type de site	Estimation <sup>17</sup>	Moyenne des 2 périodes (été – hiver)			
			2007	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	m+p-xylène
174	Vitrolles Le Griffon arrêt bus	trafic	1.9	5.5	1.5	3.4	1.3
163	Calas rue du Baseli	périurbain	1.7	5.1	1.1	2.8	1.1
164	Calas place de l'église	périurbain	1.5	3.6	0.8	1.9	0.8
161	Calas pont sous RD9	trafic	1.5	3.0	0.8	1.8	0.8
211	site trafic labo	trafic	1.5	3.6	0.8	1.8	0.7
169	Calas Rond point RD9	trafic	1.4	2.3	0.6	1.3	0.5
178	Calas RD9 & RD9b	trafic	1.4	2.6	0.6	1.4	0.6
22	RD9 Hostellerie du lac bleu	trafic	1.4	2.9	0.7	1.7	0.8
24	RD9 Calas impasse Paul Boussin	périurbain	1.4	2.7	0.6	1.5	0.6
212	site fond	Périurbain	1.4	2.1	0.4	0.9	0.4
170	RD543 route d'Apt avant Arbois	trafic	1.4	2.1	0.5	1.0	0.5
160	Calas, Clos Saint Imbert	observation	1.4	2.6	0.6	1.3	0.6
162	Calas rue Van Gogh	périurbain	1.4	2.6	0.6	1.4	0.6
172	Vitrolles Pont sud RD9 sortie Pinchinades	trafic	1.4	2.0	0.5	1.1	0.4
165	Domaine de l'Arbois Rue Valère Bernard	trafic	1.4	2.1	0.5	1.1	0.4
153	Calas Domaine du Lac Bleu rue Aubanel	périurbain	1.3	2.3	0.6	1.3	0.5
167	Domaine de l'Arbois Rue Victor Gelu	observation	1.3	2.1	0.5	1.1	0.4
175	Vitrolles RD9 lot. chemin Di Oustaou	périurbain	1.3	2.1	0.6	1.2	0.5
155	Gare TGV Aix pont sur RD9	trafic	1.3	2.5	0.6	1.3	0.5
156	Calas, Clos Saint Imbert	périurbain	1.3	1.9	0.5	1.1	0.5
157	Gare TGV Aix Arc sud	trafic	1.3	2.5	0.5	1.1	0.5
171	Vitrolles Pinchinades bd Marcel Pagnol	périurbain	1.3	1.7	0.4	0.9	0.4
154	Domaine du Lac Bleu rue Jean Giono	périurbain	1.3	1.9	0.5	1.0	0.5
158	Gare TGV Aix en Provence arc nord	trafic	1.2	2.1	0.5	1.1	0.5
176	Calas rural golf	rural	1.2	1.4	0.4	0.7	0.3
173	Vitrolles Coulomb SCEA	périurbain	1.2	1.3	0.4	0.8	0.4
159	Réaltor Route du Maroc	périurbain	1.2	1.2	0.3	0.6	0.3

Dans l'aire d'étude de la RD9, aucun site ne dépasse l'objectif de qualité pour le benzène, de 2 µg/m<sup>3</sup> annuel, et, à fortiori, la valeur limite de 5 µg/m<sup>3</sup> annuel.

Les cinq sites dont les concentrations annuelles 2007 en benzène sont les plus élevées de l'échantillon, montrent également les concentrations maximales en toluène, et xylènes. Ces teneurs sont à relier directement aux émissions des véhicules.

Ces sites sont :

- le n° 174 « Vitrolles Le Griffon arrêt bus », avec 1.9 µg/m<sup>3</sup> en 2007 en benzène.
- le n° 163 « Calas rue du Baseli », avec 1.7 µg/m<sup>3</sup> en 2007.
- le n° 164 « Calas Place de l'Eglise », avec 1.5 µg/m<sup>3</sup> en 2007.
- le n° 161 « Calas Pont sous la RD9 », avec 1.5 µg/m<sup>3</sup> en 2007.
- le n° 211 « site trafic laboratoire mobile », avec 1.5 µg/m<sup>3</sup> en 2007.

<sup>17</sup> L'estimation des moyennes annuelles 2007 en benzène sur les sites ayant été équipés d'échantillonneurs passifs a été réalisée à partir des stations fixes équipées avec des échantillonneurs pendant toute l'année 2007 : pour chaque période une droite de régression liant les résultats des tubes à la moyenne annuelle 2007 correspondante est calculée. Cette équation est appliquée à l'ensemble des sites « tubes ». En été, la régression est :  $y = 1.1109x + 0.6511$  avec  $R^2 = 0.8903$ , et en hiver :  $y = 0.5175x + 0.4331$  avec  $R^2 = 0.9032$ . A partir de ces données par période, est déduite l'estimation annuelle 2007 par site.

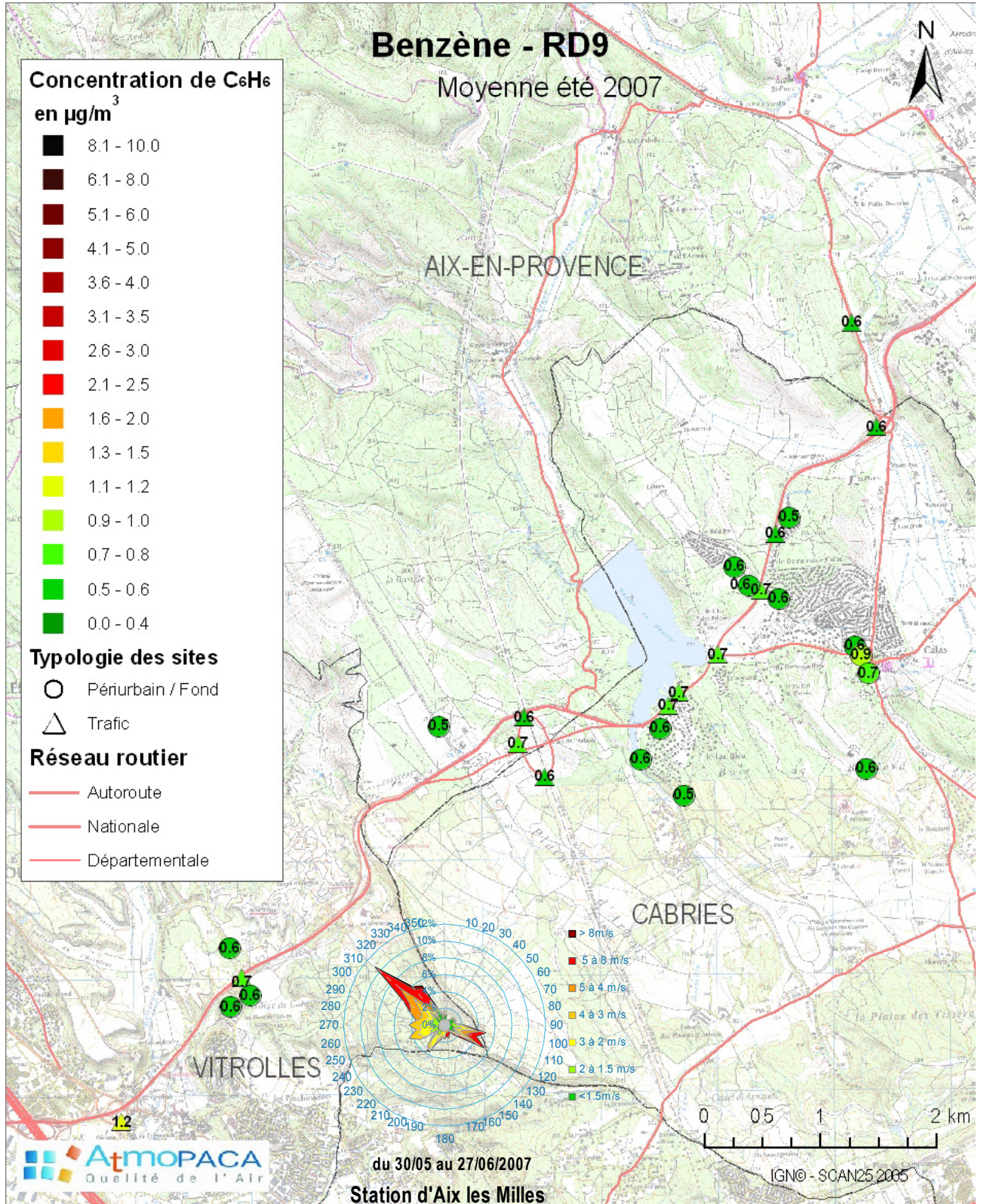


Figure 11 : Carte des niveaux de benzène sur la campagne estivale du 30/05 au 27/06/2007



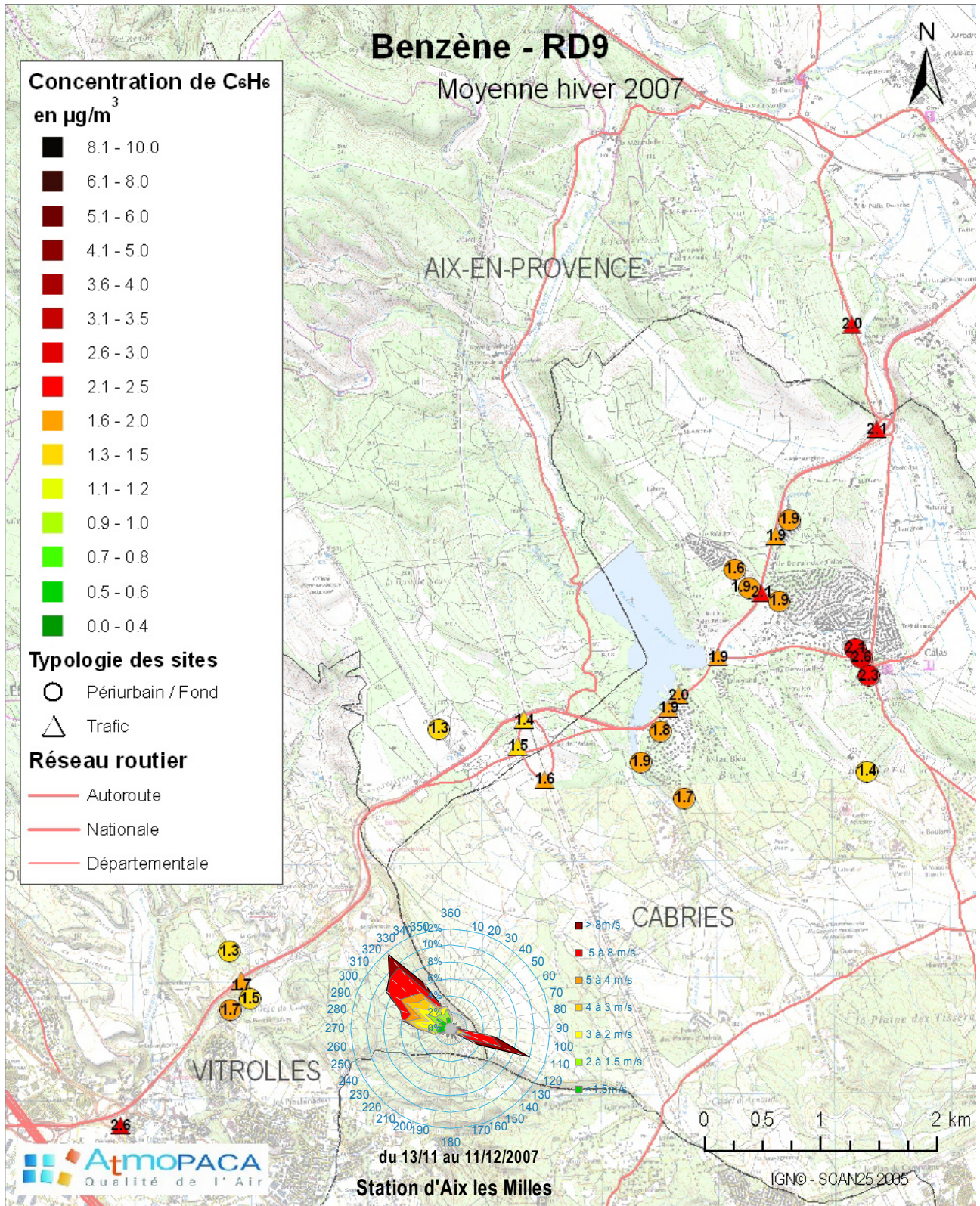


Figure 12 : Carte des niveaux de benzène sur la campagne hivernale du 13/11 au 11/12/2007



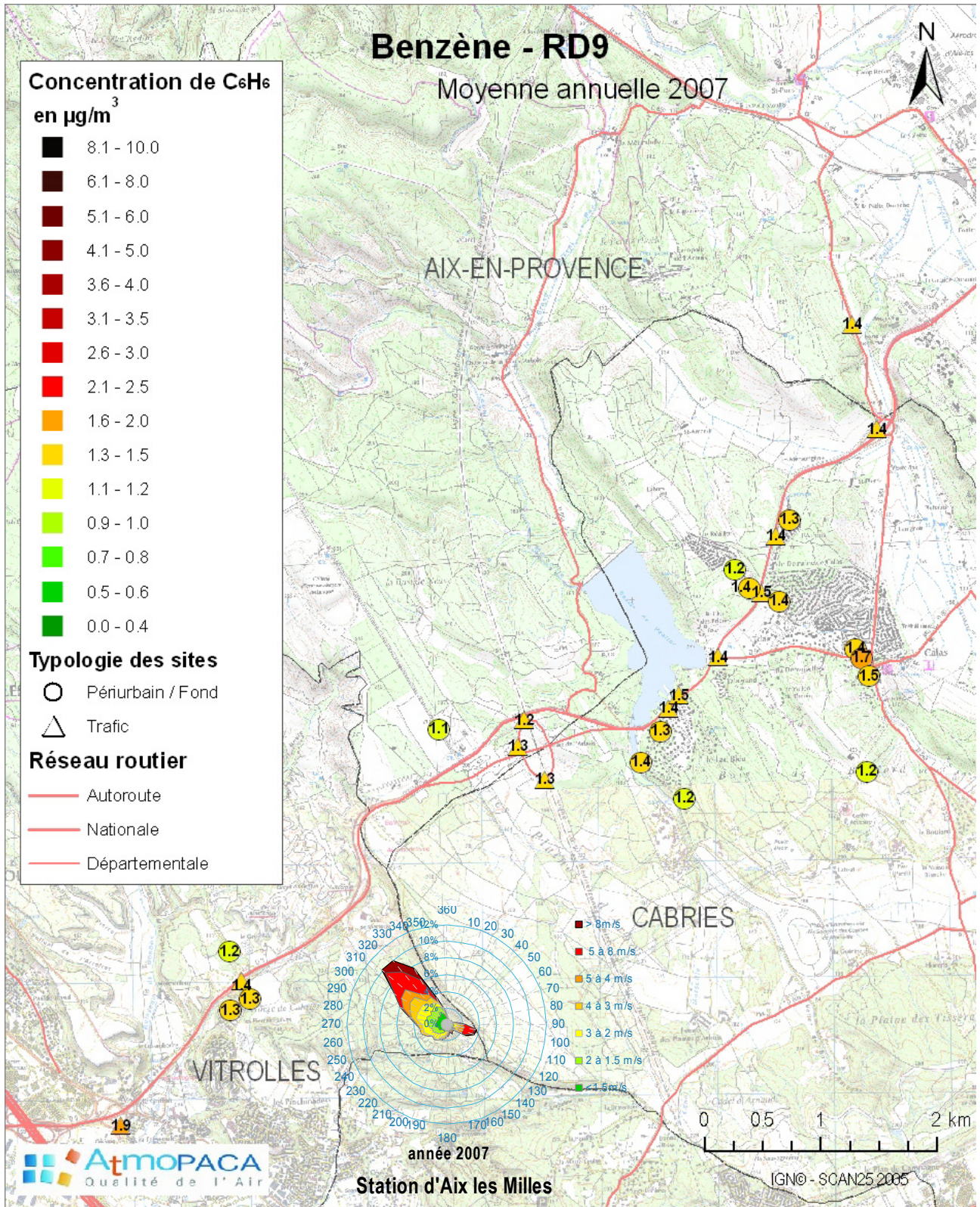


Figure 13 : Carte des niveaux annuels 2007 en benzène

## 2.2.4. RESULTATS DES MESURES EN ALDEHYDES DU 03/07 AU 31/07/2007 ET DU 13/11 AU 11/12/07

La campagne de mesure estivale par échantillonneurs passifs en aldéhydes a été réalisée en juillet et la campagne hivernale en novembre/décembre en parallèle de la surveillance par les moyens mobiles des sites de trafic et de fond du domaine d'étude.

**Les sources** de formaldéhyde (colles, résines, isolants, panneaux, contre plaqués, tissu, émissions des livres et magazines neufs, peintures à base de solvants) sont plutôt présentes en air intérieur. La fumée de cigarette et les opérations de cuisson ménagère sont également des émetteurs.

En air extérieur, les concentrations sont données par les échappements non équipés de pots catalytiques.

Le formaldéhyde, odeur piquante, est un gaz irritant et un cancérigène potentiel.

**Valeurs de référence** disponibles (pour information):

L'AFSSET a proposé en 2007 une VGAI (valeur guide pour l'air intérieur) court terme applicable sur deux heures et une VGAI pour une exposition long terme. Elles sont respectivement de 50 µg/m<sup>3</sup> sur 2 heures et de 10 µg/m<sup>3</sup>.

Pour les expositions en air intérieur, l'OMS\* a fixé une valeur guide de 100 µg/m<sup>3</sup> sur 30 minutes. (Cf. : WHO Air Quality Guidelines for Europe (2000), chap. 5-8, formaldéhyde

[http://www.euro.who.int/document/aig/5\\_8formaldehyde.pdf](http://www.euro.who.int/document/aig/5_8formaldehyde.pdf)

Projet européen INDEX : 30 µg/m<sup>3</sup> avec un objectif de concentration aussi bas que possible (principe ALARA)

Norvège : 100 µg/m<sup>3</sup> (30 min)

Finlande (target value for indoor air quality and climate) : 30 µg/m<sup>3</sup> (S1 : qualité la meilleure), 50 µg/m<sup>3</sup> (S2 : bonne qualité), 100 µg/m<sup>3</sup> (S3 : qualité moyenne sans effets sanitaires)

Canada : 123 µg/m<sup>3</sup> (1h), 50 µg/m<sup>3</sup> (8h)

### Résultats :

Les concentrations relevées en aldéhydes en air extérieur sur le domaine d'étude, toutes périodes confondues varient de 0,99 à 2,56 µg/m<sup>3</sup>.

Ces résultats sont conformes à ceux trouvés pour d'autres études environnementales françaises : concentrations inférieures à 2 µg/m<sup>3</sup> pour des sites ruraux ou périurbain, et de 3 à 20-30 µg/m<sup>3</sup> pour des sites urbains

La saison estivale est moins favorable à l'accumulation des polluants primaires, tel que le formaldéhyde. Aussi, les résultats de la campagne estivale sont-ils inférieurs aux concentrations hivernales et par extension aux concentrations annuelles 2007.

Environnement	Concentration (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Air ambiant</b>	
Rural	< 1
Périurbain	< 2
Urbain	3 à 20-30
Urbain (circulation dense ou épisode d'inversion)	Pics de 100
Proximité sources industriels (raffineries, pétrochimie)	5-15
<b>Air intérieur</b>	
Habitat conventionnel	25-60
Chambre	6-127
Mobil home	100
Présence de fumeurs	50-350
<b>Hygiène professionnelle</b>	
Bureau conventionnel	30-60
Avec présence de source	1000
Présence de fumeurs	30-350
Concentration dans les flux d'aspiration d'une cigarette	60 000-130 000

T

**Tableau 6 : Concentrations moyennes de formaldéhydes dans différents environnements (source INERIS<sup>18</sup>)**

<sup>18</sup> Rapport d'étude – Exposition par inhalation au formaldéhyde dans l'air – 21/12/2004)



**Tableau 7 : Concentrations moyennes en aldéhydes sur les deux périodes de campagnes**

		Vitrolles Le Griffon arrêt bus le griffon	Calas rue du Baseli	Calas place de l'église	Calas RD9 & RD9b	Calas, Clos Saint Imbert	RD9 Calas impasse Paul Boussin	Calas, Clos Saint Imbert	Calas pont sous RD9	Calas Rond point RD9	Calas rue Van Gogh	Calas rural golf
Aldéhydes en µg/m <sup>3</sup>	Site	174	163	164	178	160	24	156	161	169	162	176
	Type de site	trafic	périurbain	périurbain	trafic	observation	périurbain	périurbain	trafic	trafic	périurbain	rural
Moyenne sur la période été	Formaldéhyde	1,83	1,77	1,73	1,65	0,99	1,71	1,63	1,66	1,35	1,81	1,60
	Acroléine	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	Propionaldéhyde	0,43	0,38	0,42	0,41	0,30	0,37	0,37	0,40	0,39	0,41	0,35
	Butyraldéhyde	1,57	1,46	1,44	1,45	1,03	1,22	1,30	1,32	1,13	1,44	1,24
	Benzaldéhyde	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
	Isovaléraldéhyde	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Moyenne sur la période hiver	Valéraldéhyde	0,41	0,50	0,40	0,50	0,32	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,39
	Formaldéhyde	2,56	2,37	2,31	1,86	1,79	1,75	1,75	1,63	1,59	1,55	1,48
	Acroléine	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	Propionaldéhyde	0,62	0,58	0,58	0,40	0,44	0,42	0,52	0,48	0,42	0,46	0,43
	Butyraldéhyde	1,60	1,41	1,36	1,19	0,93	1,02	1,23	1,29	0,99	1,31	0,97
	Benzaldéhyde	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Moyenne des périodes 2007	Isovaléraldéhyde	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	Valéraldéhyde	0,52	0,45	0,44	0,35	0,33	0,33	0,37	0,42	0,35	0,43	0,37
	Formaldéhyde	2,20	2,07	2,02	1,75	1,39	1,73	1,69	1,64	1,47	1,68	1,54
	Acroléine	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	Propionaldéhyde	0,52	0,48	0,50	0,40	0,37	0,39	0,45	0,44	0,40	0,44	0,39
	Butyraldéhyde	1,59	1,44	1,40	1,32	0,98	1,12	1,26	1,30	1,06	1,37	1,11
	Benzaldéhyde	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
	Isovaléraldéhyde	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	Valéraldéhyde	0,46	0,47	0,42	0,42	0,32	0,36	0,38	0,41	0,38	0,46	0,38

Trois des cinq sites qui présentaient les concentrations maximales en benzène montrent également les teneurs les plus élevées en formaldéhyde. Il s'agit des sites :

- n° 174 « Griffon », avec 2,2 µg/m<sup>3</sup> (moyenne des deux périodes)
- n° 163 « Calas Rue baseli », avec 2,1 µg/m<sup>3</sup>
- n° 164 « Calas Place de l'Eglise », avec 2,0 µg/m<sup>3</sup>

Ces teneurs correspondant à la moyenne des deux périodes de mesures estivale et hivernale et sont similaires à celles relevées dans d'autres études environnementale sur des sites urbains (de 2 à 20-30 µg/m<sup>3</sup>).

Ces trois mêmes sites montrent les teneurs les plus élevées en propionaldéhyde, butyraldéhyde, et valéraldéhyde.

Ces polluants prennent plutôt leur source en air intérieur. En air extérieur, sur le domaine d'étude de la RD9, ces teneurs sont peu importantes, à relier aux émissions du trafic routier.

**Tableau 8 : Source de différents aldéhydes**

<b>Acroléine</b>	Effluent automobile, fumée de tabac, combustion et chauffages des graisses animales et végétales
<b>Propionaldéhyde</b>	Incinérateurs de déchets municipaux, combustion du bois, de l'essence, du carburant diesel, et des polyéthylènes La fumée du tabac en contient également
<b>Butyraldéhyde</b>	Photocopieurs
<b>Benzaldéhyde</b>	Peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité Hexaldéhyde. Panneaux de particules, émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, produit de traitement du bois (phase aqueuse), panneaux de bois brut
<b>Isovaléraldéhyde</b>	Parquet traité, panneaux de particules.
<b>Valéraldéhyde</b>	Emissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules



## 2.2.5. RESULTATS DES MESURES D'AUTRES COV DU 03/07 AU 30/07/2007, DU 09/11 AU 16/12/2007 ET ESTIMATION ANNUELLE 2007

Les campagnes de mesures des COV, estivale et hivernale, par canister, ont permis de quantifier leurs concentrations sur la période d'échantillonnage, avec un pas de temps de 48 h. Il s'agit des principaux COV, dont la surveillance est recommandée :

- COV toxiques, ciblés par l'union européenne et listés par l'OMS : Benzène, Toluène, 1-3 butadiène, styrène, trichloréthylène et tétrachloroéthylène.
- Une étude particulière des concentrations en 1-3 butadiènes est réalisée sur cette période comme le préconise la circulaire du 25 février 2005.
- COV précurseurs, pour leur participation<sup>19</sup> dans les processus photochimiques.

### • CONCENTRATIONS TOTALES EN COV RELEVÉES SUR LES SITES DE PRELEVEMENTS

**Tableau 9 : Evaluation des teneurs totales en COV (somme des concentrations des 24 COV prélevés)**

Total COV en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor Station trafic	Canal de Marseille Station fond
Moyenne sur la période été	31	23
Maximum été	54 du 27 au 28/07/2007	42 du 27 au 28/07/2007
Moyenne sur la période hiver	40	25
Maximum hiver	63 du 27 au 28/11/2007	44 du 5 au 6/12/2007
Estimation annuelle 2007	de 35 à 37	de 24 à 27

Les mesures réalisées (estimation annuelle 2007 : de 35 à 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de trafic et de 24 à 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de fond) mettent en évidence des niveaux de COV modérées sur les deux sites. A titre de comparaison, les concentrations totales en COV mesurées sur les différents sites français sont de 95  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sur un site trafic de Marseille (2 mois en 2003), de 49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Montpellier<sup>20</sup> (2006-2007) et de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site rural de MERA (2002-2003).

A noter que les concentrations estivales sont moins importantes (de 10 à 20%) : les conditions météorologiques de cette période (température, ensoleillement et vent) ne sont pas les plus propices à l'accumulation des COV. Cette différence observée au niveau des sites de la RD9 se retrouve également sur le site urbain de Montpellier : en juillet 2006 la concentration totale en COV était ainsi de 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , contre une moyenne annuelle de 49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le site de fond présente des niveaux de COV inférieurs d'environ 30% à ceux du site trafic. Les émissions automobiles constituent la source de COV majoritaire.

<sup>19</sup> Les COV émis dans l'atmosphère ne participent pas de la même façon à la formation d'ozone. Pour caractériser la contribution un indice de réactivité est associé à chaque composé (PCOP (décret du 11 mai 1998))

<sup>20</sup> Dans le cadre de l'étude réalisée à Montpellier par AIR Languedoc Roussillon les analyses portaient sur 41 COV.

REPARTITION DES DIFFERENTS COV RELEVES SUR LES SITES DE PRELEVEMENTS

Si l'on s'intéresse à la répartition des différents COV, par sites, on constate que les proportions de chaque COV sont relativement stables entre les différentes périodes de prélèvements. Ainsi, pour le benzène les proportions varient de 3 à 10 % sur les sites de prélèvement. On observe sur la Figure 14 une pointe atypique en 1-héxène sur le site de fond les 19 et 20 juillet. L'analyse du chromatogramme montre bien un pic important associé à ce composé avec une concentration de l'ordre de 12,5 µg/m<sup>3</sup>.

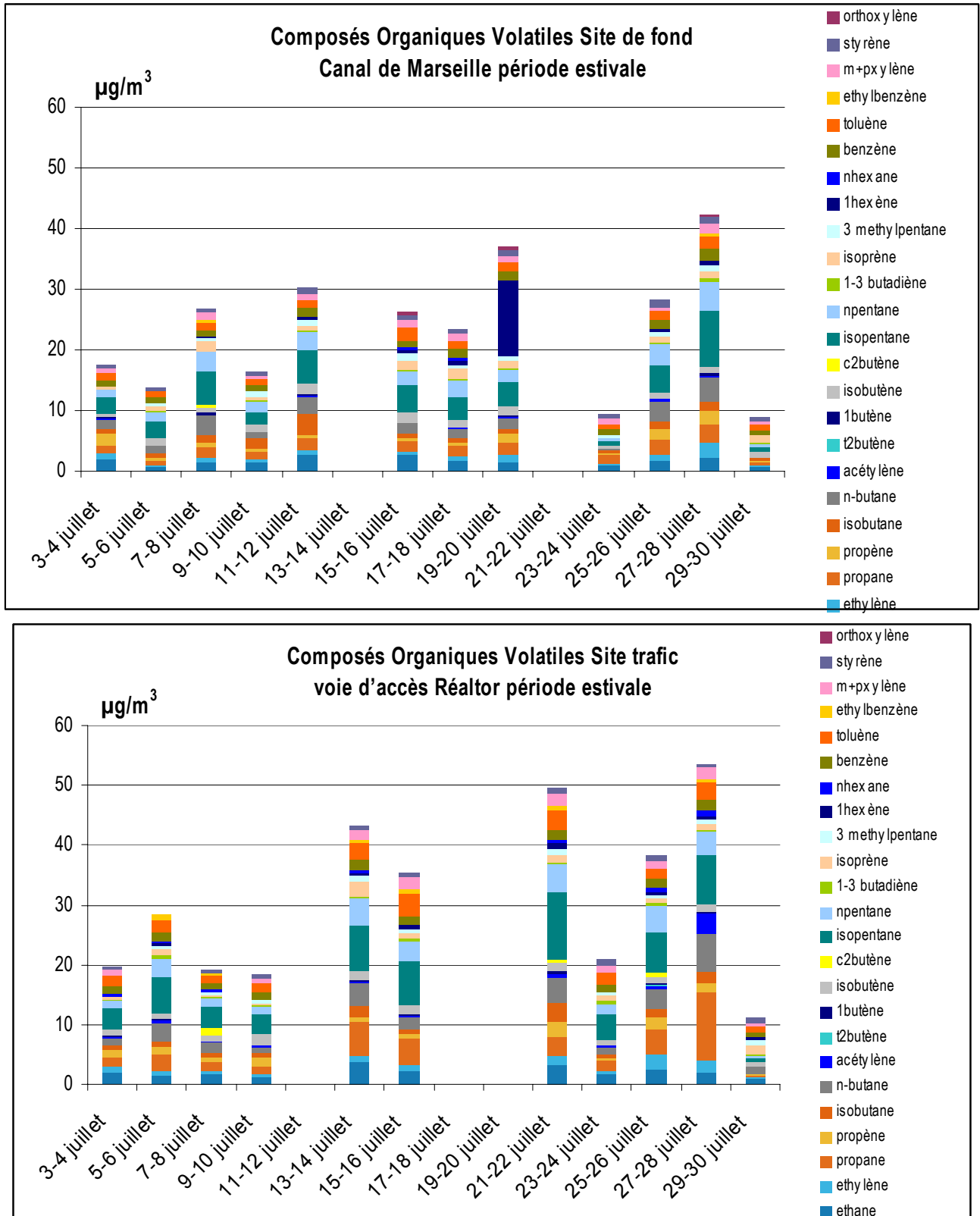


Figure 14 : Répartition des concentrations estivales en COV par site



Sur la Figure 15 : Répartition des concentrations hivernales en COV par site, une pointe atypique en toluène sur le site de fond les 13 et 14 novembre est mesurée avec une concentration de 14,8 µg/m<sup>3</sup>.

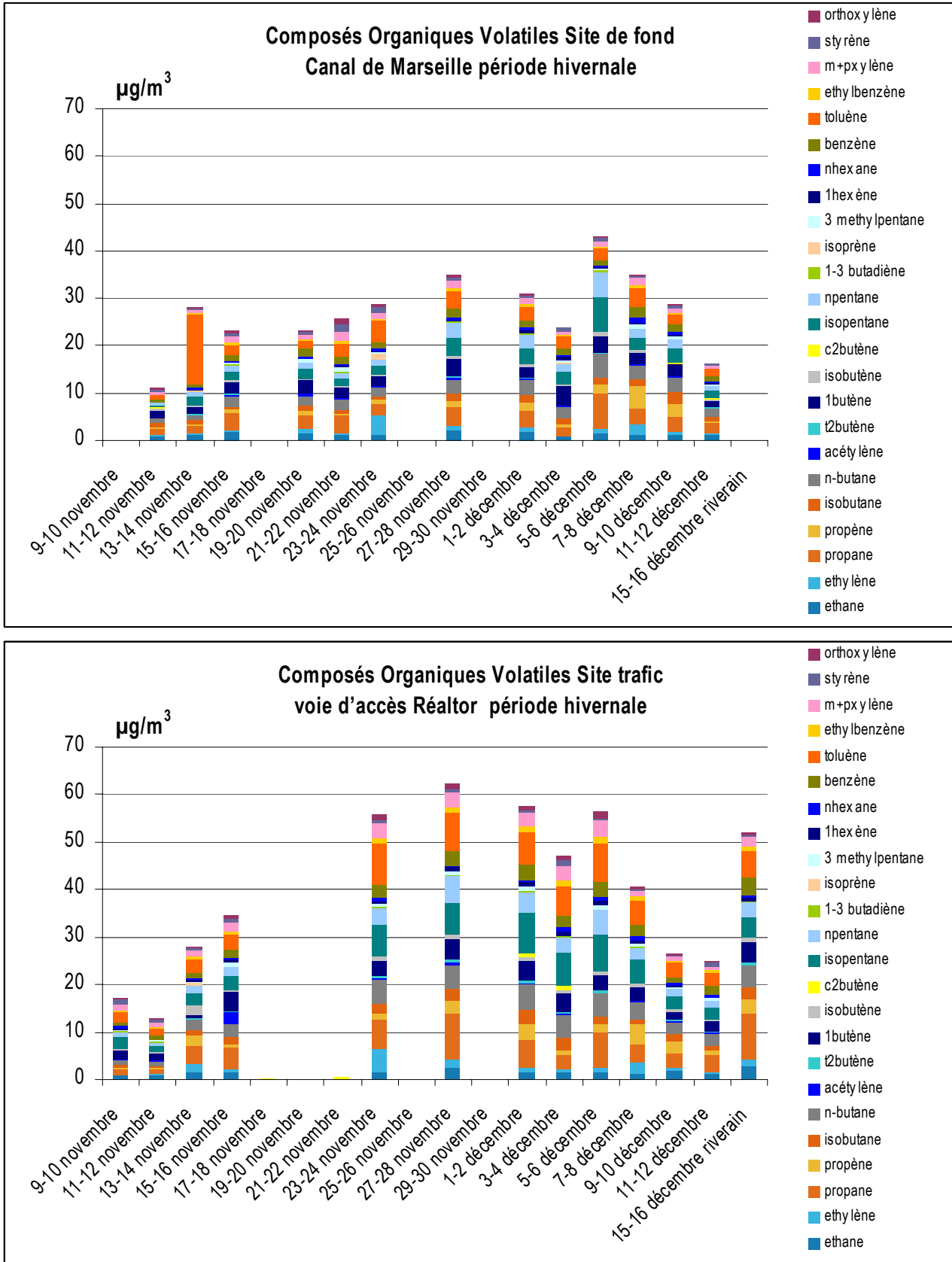


Figure 15 : Répartition des concentrations hivernales en COV par site

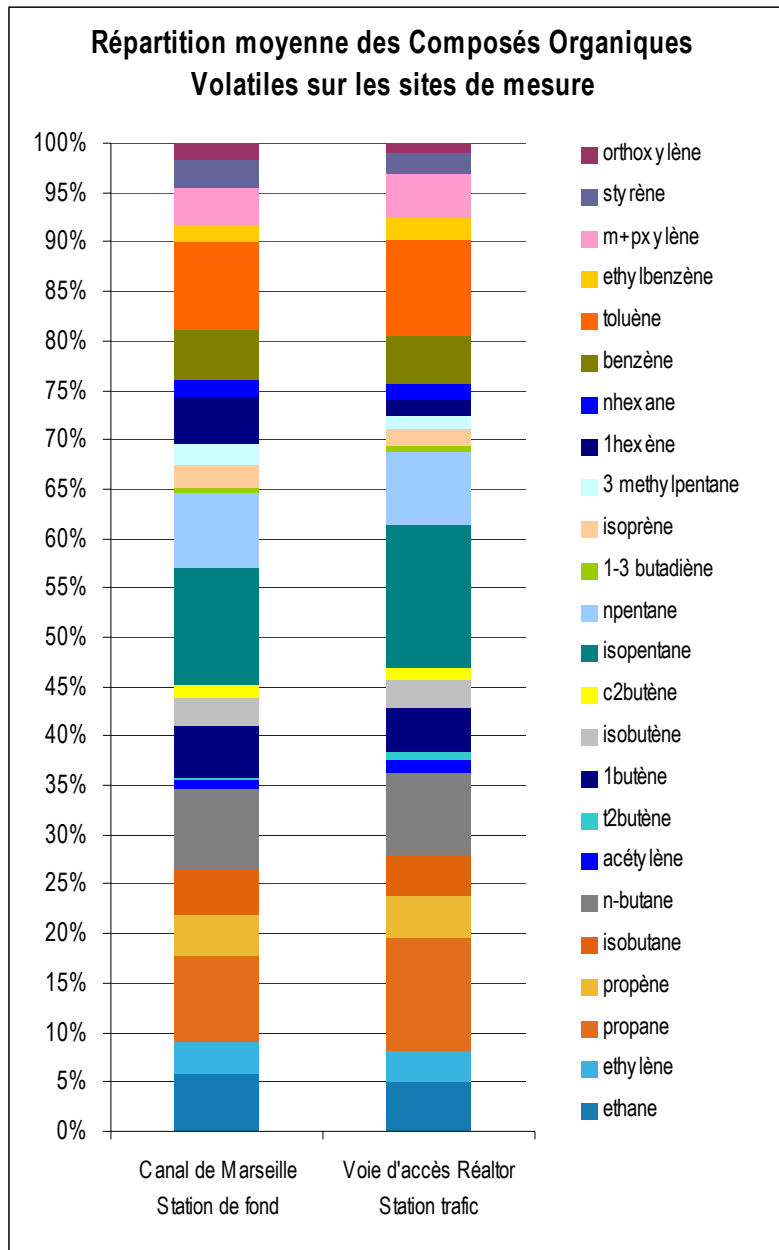


Figure 16 : Répartition des concentrations moyennes en COV sur les sites

La répartition moyenne des COV sur les deux sites de mesures est relativement homogène.

Plusieurs composés, tels que l'ortho-xylène, l'éthylbenzène, le n-héxane, le C2butène, et l'acétylène apparaissent dans la composition des prélèvements du site trafic, tandis qu'ils sont à l'état de trace sur le site de fond (<1%).



Tableau 10 : Concentrations des 24 COV par périodes et en 2007

Concentration des COV mesurés (µg/m <sup>3</sup> )	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor				Canal de Marseille			
	Station trafic				Station fond			
	Moyenne été	Moyenne hiver	Moyenne des périodes 2007	Estimation 2007 à partir de la météo	Moyenne été	Moyenne hiver	Moyenne 2007	Estimation 2007 à partir de la météo
ethane	2,1	1,6	1,8	1,8	1,7	1,4	1,6	1,6
éthylène	1,0	1,3	1,2	1,1	0,8	0,9	0,9	0,9
propane	3,5	4,8	4,2	4,2	1,7	3,1	2,4	2,5
propène	1,2	1,9	1,6	1,9	0,9	1,3	1,1	1,5
isobutane	1,3	1,6	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2	1,3
n-butane	2,6	3,5	3,0	3,2	2,1	2,4	2,2	2,4
acétylène	0,6	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
t2butène	0,3	0,4	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	0,1
1butène	0,3	2,9	1,6	1,8	0,3	2,5	1,4	1,5
isobutène	1,2	0,8	1,0	1,0	1,1	0,4	0,7	0,8
c2butène	0,7	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,3	0,2
isopentane	5,7	4,7	5,2	5,5	3,8	2,6	3,2	3,3
npentane	2,8	2,7	2,8	2,9	2,2	1,8	2,0	2,1
1-3 butadiène	0,31	0,20	0,25	0,24	0,23	0,16	0,20	0,19
isoprène	1,0	0,0	0,5	0,5	1,1	0,1	0,6	0,5
3 methylpentane	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	0,4	0,6	0,6
1hexène	0,6	0,5	0,6	0,6	2,2	0,3	1,3	1,3
nhexane	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4
benzène	1,4	2,2	1,8	2,0	1,3	1,4	1,3	1,5
toluène	2,1	4,9	3,5	3,8	1,3	3,5	2,4	2,3
ethylbenzène	0,7	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,5
m+pxylène	1,4	2,0	1,7	1,7	0,9	1,1	1,0	1,1
styrène	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7
orthoxyène	0,0	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4

L'estimation des moyennes annuelles 2007 en différents COV est réalisée à l'aide de la météorologie d'Aix Les Milles. Sur ce site, pour des périodes de 48h sur l'année 2007, la classe de pasquill majoritaire est calculée. Pour chacune des périodes, été et hiver cette classe de pasquill sur 48h est associée à une concentration en COV, ce qui permet d'effectuer une reconstitution sur l'année des concentrations en fonction des caractéristiques météorologiques.

A noter que ces estimations annuelles sont peu différentes des moyennes des deux périodes de mesures.

- **ETUDE PARTICULIERE DU 1-3 BUTADIENE**

Le 1-3 butadiène est un COV, dont l'étude est demandée dans le cadre d'une étude air et santé d'un projet routier de niveau I.

Les concentrations moyennes relevées en proximité du trafic routier (0,25 µg/m<sup>3</sup>) sont légèrement supérieures aux concentrations de fond 0,20 µg/m<sup>3</sup>.

**Tableau 11 : Evaluation des teneurs estivales en 1-3butadiène**

1-3 Butadiène en µg/m <sup>3</sup> .	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor	Canal de Marseille
	Station trafic	Station fond
Moyenne sur la période été	0,31	0,23
Maximum été	0,77 du 7 au 8/07/2007	0,40 du 15 au 16/07/2007
Moyenne sur la période hiver	0,20	0,16
Maximum hiver	0,30 du 28 au 29/11/2007	0,26 du 1 au 2/12/2007
Estimation annuelle 2007	0,25	0,20

La concentration moyenne relevée en proximité du trafic est de 0,25 µg/m<sup>3</sup>. Pour comparaison le niveau moyen relevé sur le boulevard du Prado en 2003 était de 0,5 µg/m<sup>3</sup>, avec un maximum horaire de 12,5 µg/m<sup>3</sup>.

## 2.3. MONOXYDE DE CARBONE

### 2.3.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le CO (monoxyde de carbone) est un polluant issu de combustions incomplètes.

Il est principalement émis par l'automobile (à faible vitesse : ralentissements, bouchons), mais aussi par les chauffages domestiques. On le retrouve surtout à proximité des axes à fort trafic et en milieu confiné. Il est plus particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver qui limitent sa dispersion habituellement rapide.

### 2.3.2. EFFETS SANITAIRES

Il provoque une baisse de l'oxygénation du sang (hypoxie) en se fixant à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine. C'est aussi un neurotoxique (céphalées, troubles du comportement, vomissements) et un myocardiotoxique. Il provoque également des troubles sensoriels (vertiges).

### 2.3.3. RESULTATS DES MESURES EN MONOXYDE DE CARBONE

Tableau 12 : Evaluation des niveaux de CO

CO en mg/m <sup>3</sup> .	RD9-Domaine du lac Bleu  Station trafic mars à mai 2006	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor  Station trafic	Réaltor  Station fond	Station Toulon Foch  (trafic)	Station Avignon Charles de Gaulle  (trafic)	Station Marseille Plombières  (trafic)
Moyenne sur la période	0,2	Juil : 0.19 Nov-déc : 0.35	Juin : 0,18			
Maximum horaire	1,1 29/03/06 8:00	Juil : 0,73 21/07/2007 08:00 Nov-déc : 1.05 19/11/07 02 :00	Juin : 0,37			
Nombre d'heures de dépassement de la recommandation (Organisation Mondiale de la Santé : 30 mg/m <sup>3</sup> /h)	0	Juil : 0 Nov-déc : 0	Juin 2 : 0			
Maximum journalier	0,6 10/04 et 28/04/2006	Juil : 0,48 21/07/2007 Nov-déc : 0.57 01/12/07 01 :00	Juin : 0,23			
Estimation annuelle 2007	0,3 (2006)	0.29	0,3	0.54	0.40	0.93

L'estimation de la moyenne annuelle 2007 pour la station trafic est réalisée à partir de régressions entre les résultats des stations de Toulon, Avignon et Marseille pour les périodes été et hiver et l'année 2007

Les concentrations de monoxyde de carbone sur le site trafic sont faibles et inférieures aux seuils réglementaires. Cette situation est normale dans la mesure où les niveaux de CO sont en baisse depuis environ 15 ans grâce aux évolutions techniques des véhicules (pot catalytique). Par ailleurs ce polluant est principalement émis par les véhicules roulant à bas régime ou en situation embouteillée ce qui est peu le cas sur la zone considérée pendant la campagne estivale.

La moyenne annuelle en CO sur le site trafic est de 0,29 mg/m<sup>3</sup>, jusqu'à 70% moins importante que celle de Marseille Plombières (0,93 mg/m<sup>3</sup>), site de trafic en cœur d'agglomération, et deux fois moins importante que celles des stations trafic de Toulon (0,54 mg/m<sup>3</sup>) ou d'Avignon (0,4 mg/m<sup>3</sup>), placées également en plein centres urbains.



## 2.4. OZONE (POLLUTION PHOTOCHIMIQUE)

### 2.4.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

L'O<sub>3</sub> (ozone) est un polluant issu de réactions complexes faisant intervenir le NO<sub>2</sub> (dioxyde d'azote) et les COV (composés organiques volatils) sous l'action du rayonnement solaire. C'est donc un polluant secondaire, par opposition au NO<sub>2</sub> et aux COV qui sont des polluants précurseurs.

De part ses conditions de formation, l'ozone est présent surtout en été et pendant les heures les plus ensoleillées de la journée. De fortes concentrations d'ozone sont observées jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres des points d'émissions des polluants primaires et ceci sur des zones très vastes, fréquemment à l'échelle d'un département. A contrario, sur les centres villes la formation d'ozone n'est pas favorisée : il est consommé par le NO (monoxyde d'azote), entraînant la formation d'acide nitrique et de dioxyde d'azote. Cette propriété des centres villes à agir comme des « puits d'ozone » fait souvent appeler la pollution photochimique « pollution des champs ».

### 2.4.2. EFFETS SANITAIRES

Ses effets sur la santé correspondent à une irritation des muqueuses bronchiques et oculaires, une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique.

### 2.4.3. RESULTATS DES MESSURES EN OZONE SUR LE DOMAINE D'ETUDE

Tableau 13 : Evaluation des niveaux d'O<sub>3</sub> en µg/m<sup>3</sup>

O <sub>3</sub> en µg/m <sup>3</sup> .	RD9-Domaine du lac Bleu	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor	Réaltor
	Station <sup>21</sup> trafic mars à mai 2006	Station trafic	Station fond
Moyenne sur la période	47	Juil : 61 Nov-déc : 23	Juin : 74
Maximum horaire (Seuil de recommandation : 180 µg/m <sup>3</sup> /h)	126 25/04/06 18:00	Juil : 154 21/07/07 14:00 Nov-déc : 84 20/11/07 02 :00	Juin : 158 20/06/2007 12:00
Nombre de jours avec un maximum horaire supérieur au seuil de recommandation (180 µg/m <sup>3</sup> /h)	0	Juil : 0 Nov-déc : 0	Juin : 0
Maximum sur 8H	109	Juil : 136 Nov-déc : 72	Juin : 133
Nb de jours de dépassement de la valeur cible européenne pour la protection de la santé humaine en 2006 (120 µg/m <sup>3</sup> /8h, tolérance 25 jours/an : objectif 01/01/2010)	0	Juil : 7 Nov-déc : 0	Juin : 3
Maximum journalier	76 30/04/2006	Juil : 82 16/07/2007 Nov-déc : 61 20/11/2007	Juin : 92 10/06/2007

<sup>21</sup> Laboratoire mobile placé dans le domaine du lac bleu en bordure de RD 9.

Les concentrations en ozone mesurées dans le cadre de la campagne 2006 sont modérés, caractéristiques de l'intersaison.

Les niveaux estivaux relevés durant l'été 2007 sur le domaine d'étude sont plus élevés et atteignent la valeur cible européenne de 120 µg/m<sup>3</sup>/8h, à 3 reprises en juin à proximité du Réaltor et à 7 reprises en juillet à proximité de la RD 9.

Sur la région Provence Alpes Côtes d'Azur, l'année 2007 a été la moins touchée par les pics d'ozone depuis 10 ans, avec 24 jours de dépassement du seuil d'information, contre 48 (le double) en moyenne sur ces 10 dernières années. Le maximum enregistré sur la région a été de 308 µg/m<sup>3</sup> à Rognac (station Airfobep), le 23 avril 2007.

En 2007, pour les Bouches-du-Rhône, le seuil d'alerte européen a été dépassé 4 jours et la Préfecture a déclenché les mesures d'urgences 7 jours.

Sur la campagne de mesure les profils moyens journaliers en ozone et dioxyde d'azote illustrent bien l'anti-corrélation entre ces deux polluants. La concentration en NO<sub>2</sub> augmente en début matinée vers 7h, ce qui correspond au principal pic du trafic routier. Puis aux heures les plus ensoleillées de la journée, il y a formation d'ozone à partir des polluants primaires que sont le NO<sub>2</sub> et les COV. Cette réaction est favorisée en période estivale, les concentrations mesurées en O<sub>3</sub> sont donc importante.

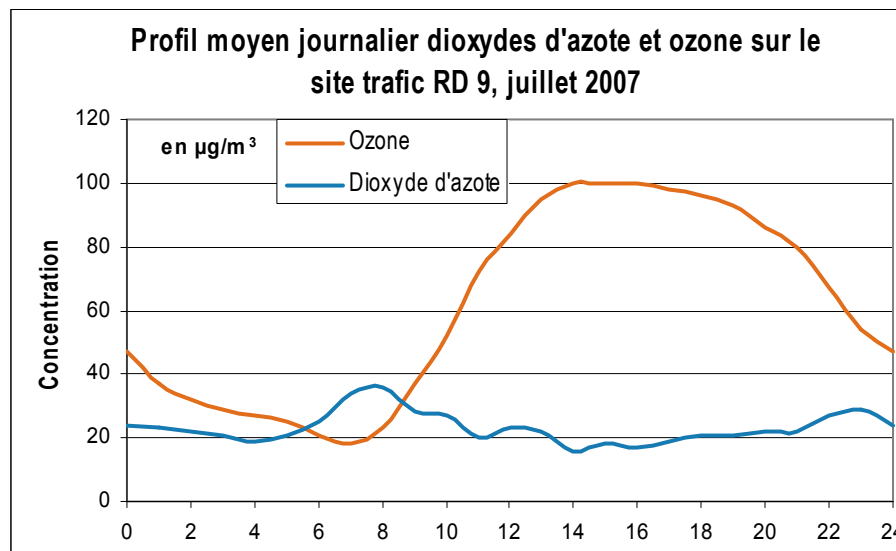


Figure 17 : Profil moyen journalier sur la campagne

Dans le cadre de cette campagne le site de mesure est un site trafic, proche des émissions en polluants primaires (NO<sub>x</sub>, COV, ...). L'ozone étant un polluant secondaire, la grande proximité d'une source d'émission ne favorise pas la réaction de formation et l'accumulation de l'ozone<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> Phénomène du puit d'ozone : sur les grands axes, la concentration en monoxyde d'azote est tellement forte que la réaction s'inverse : l'ozone est consommé, au profit d'autres polluants.

## 2.5. DIOXYDE DE SOUFRE (INDUSTRIE-CHAUFFAGE DOMESTIQUE)

### 2.5.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

Le SO<sub>2</sub> (dioxyde de soufre) est un polluant d'origine principalement industrielle, issu de la combustion de produits pétroliers. En ville, il provient des activités anthropiques et notamment des combustions au fuel (chauffages domestiques).

Il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver. De plus en situation de vent moyen ou fort, la pollution industrielle peut être rabattue au sol et retomber en panache sous le vent des points d'émissions (cheminées d'usine). Ce polluant est un précurseur des dépôts acides (acide sulfurique).

### 2.5.2. EFFETS SANITAIRES

Ses effets sur la santé sont une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une exacerbation des gênes respiratoires, des troubles de l'immunité du système respiratoire, un abaissement du seuil de déclenchement chez l'asthmatique, une mortalité prématurée. De plus, c'est un cofacteur de la bronchite chronique.

### 2.5.3. RESULTATS DES MESURES EN DIOXYDE DE SOUFRE

Tableau 14 : Evaluation des niveaux de SO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>

SO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> .	RD9-Domaine du lac Bleu	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor	Canal de Marseille	Réaltor
	Station <sup>23</sup> trafic mars à mai 2006	Station trafic	Station fond	Station fond
Moyenne sur la période	4	Juil : 4,4 Nov-déc : 1	Juil : 3,4 Nov-déc : 3	Juin : 7
Moyenne annuelle (Objectif de qualité : 50 µg/m <sup>3</sup> /an)	3 Estimation 2006	2,4	3	-
Maximum horaire sur la période (Seuil de recommandation : 300 µg/m <sup>3</sup> /h)	134 31/03/06 18:00	Juil : 61 27/07/07 18:00 Nov-déc : 88 28/11/07 14 :00	Juil : 81 27/07/07 18:00 Nov-déc : 181 28/11/07 14 :00	Juin : 135 23/06/07 6:00
Maximum journalier (valeur guide de l'OMS : 20µg/m <sup>3</sup> )	19	Juil : 15 Nov-déc : 10 28/11/07 01 :00	Juil : 13 Nov-déc : 23 07/12/07 01 :00	Juin : 20 03/06/07

Les niveaux observés en dioxyde d'azote au niveau du Réaltor et de la RD 9 en 2006 et en 2007 (de 2.4 à 3 µg/m<sup>3</sup> annuels selon les sites), sont modérés et respectent les valeurs de protection de la santé.

L'éloignement par rapport à la zone d'influence directe des industries du département (principalement autour de l'étang de Berre et dans la zone de Gardanne), ne favorise pas l'accumulation du dioxyde de soufre, même si des pointes d'intensité modérée ont lieu sur la zone lorsque les vents y poussent un panache industriel.

Les maximums horaires observés surviennent :

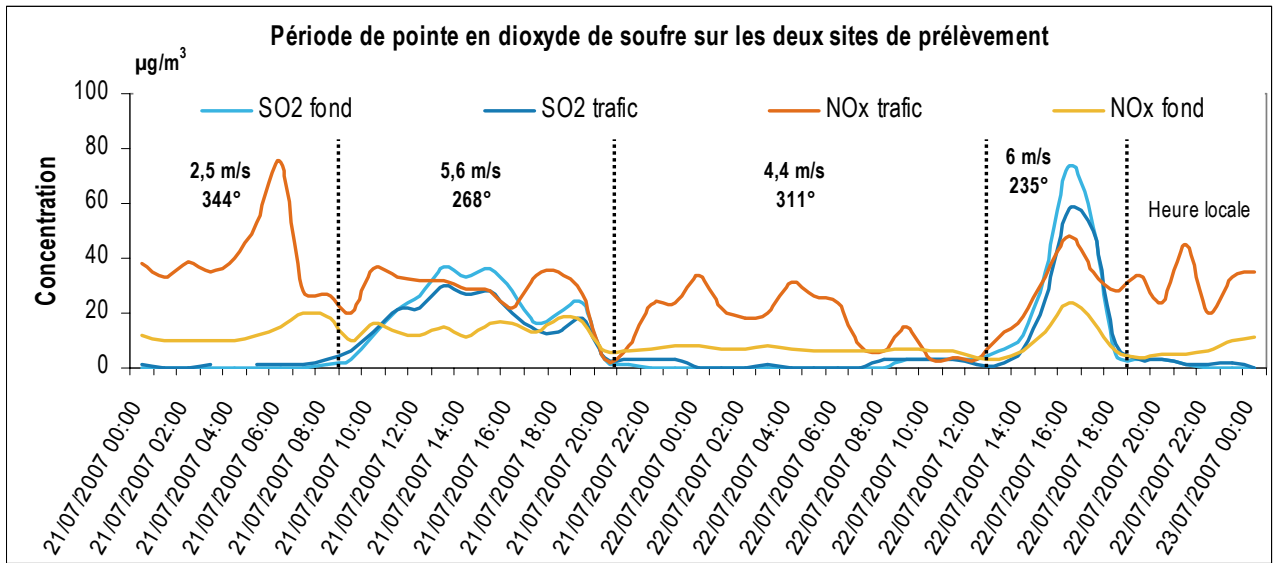
- en 2006 (134 µg/m<sup>3</sup>) avec un vent d'Ouest-Sud-Ouest (2 à 5 m/s),
- en juin 2007 (135 µg/m<sup>3</sup>) au Réaltor avec un vent d'Ouest-Nord-Ouest (8 m/s)
- en juillet 2007 (81 µg/m<sup>3</sup>) avec un vent d'Ouest-Sud-Ouest (5 m/s).
- en novembre 2007 (181 et 88 µg/m<sup>3</sup>) avec un vent d'ouest (3 m/s)

<sup>23</sup> Laboratoire mobile placé dans le domaine du lac bleu en bordure de RD 9.

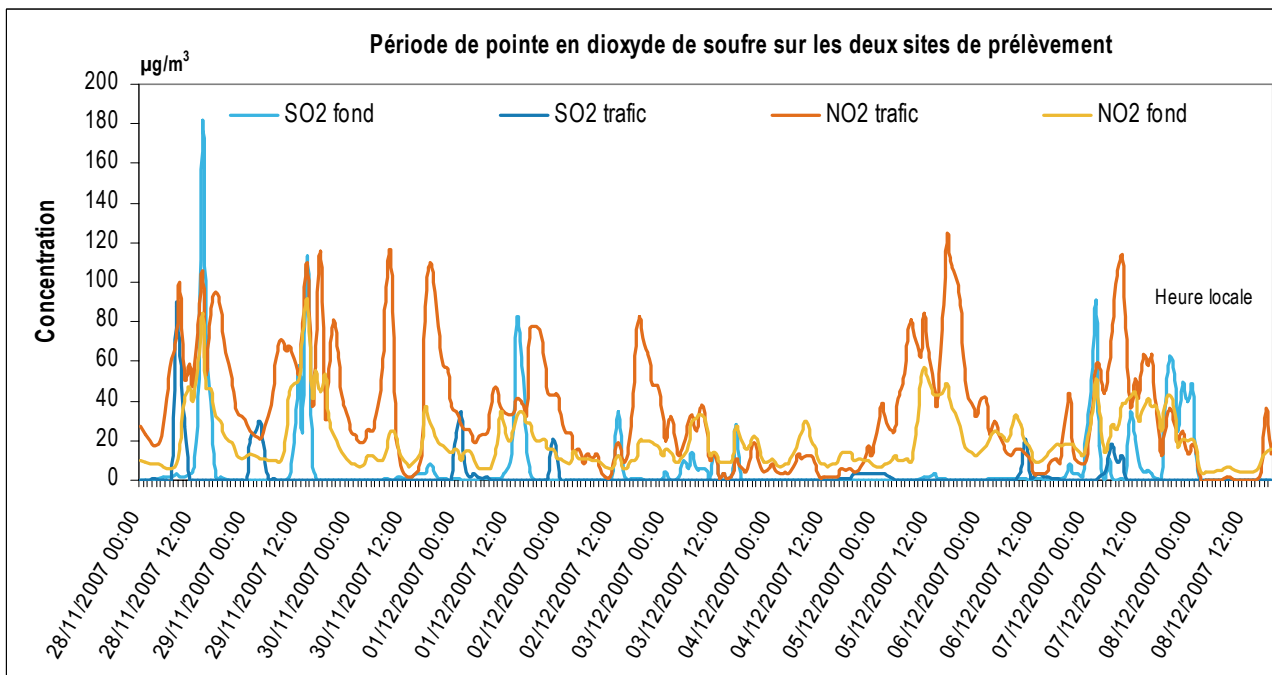


L'évolution des concentrations horaires présentées sur la Figure 18, pendant la campagne estivale, confirme que les pointes de dioxyde de soufre ne sont pas corrélées avec les émissions du trafic (NO<sub>x</sub>).

La Figure 18 montre également que les concentrations en dioxyde de soufre sont plus élevées par vent d'Ouest, ce qui confirme l'impact industriel de l'étang de Berre sur cette campagne de mesure.



**Figure 18 : Concentrations estivales de pointes en dioxyde de soufre sur les sites de prélèvement associées aux données météorologiques de la station de Marignane.**



**Figure 19 : Evolution horaire des concentrations en SO<sub>2</sub> et NO<sub>2</sub> sur les deux sites du 28/11 au 08/12/07**

Sur cette campagne hivernale, on observe des pics de dioxyde de soufre récurrents se produisant pendant une heure ou deux autour de 14h, chaque jour en fin novembre début décembre, puis vers la mi-décembre. Ces journées sont pour la plupart associées à des vents d'ouest ou de nord ouest, laissant penser que la RD9, au niveau du bassin du Réaltor, est sous l'impact de panaches importés des activités industrielles de l'Etang de Berre.

Sur les campagnes de mesure, le niveau résiduel moyen mesuré provient du chauffage domestique diffus sur la zone et des émissions liées au trafic routier.

## 2.6. ETUDE DE LA PHASE PARTICULAIRE

---

Dans le cadre des deux campagnes de mesures estivale et hivernale menée sur la RD9, les mesures en particules ont été réalisées en horaire pour les particules PM<sub>2,5</sub> (d'un diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm), et en journalier pour des particules PM<sub>10</sub> (d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm).

### 2.6.1. ORIGINE ET DYNAMIQUE

L'étude de la phase particulaire est difficile compte tenu de son hétérogénéité, elle-même liée à la diversité des sources, à la composition chimique des effluents, à l'état physique et granulométrique des particules et à la dynamique d'évolution (conversion gaz - particule).

Les particules atmosphériques, qui constituent un complexe de substances organiques et minérales, peuvent être grossièrement partagées en deux classes selon des critères de taille, de masse et de composition :

- **Celles < 2.5 µm (fraction alvéolaire)** : il s'agit de particules « fines » issues de la conversion à partir de la phase gazeuse d'effluents de combustion ou de vapeurs (organiques ou métalliques) recondensées.
- **Celles > 2.5 µm** : grosses particules provenant des chaussées ou d'effluents industriels.

Les niveaux élevés de particules en suspension sont enregistrés dans les conditions de fortes stabilités atmosphériques, et en particulier lors d'épisodes anticycloniques hivernaux. On les retrouve principalement dans les centres-villes, alliant fortes émissions et faibles dispersions de la pollution.

- **Effets sanitaires :**

Ses effets sur la santé sont une altération de la fonction respiratoire chez l'enfant en particulier, une irritation des voies respiratoires inférieures, des effets mutagènes et cancérigènes (dus notamment aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, ou HAP, adsorbés à la surface des particules) et une mortalité prématurée. Selon leurs tailles, ces particules fines ont une pénétration différente dans le système respiratoire, plus elles sont fines, plus elles sont susceptibles de pénétrer profondément dans le système respiratoire. Ainsi, les PM<sub>2,5</sub> atteignent le niveau des alvéoles pulmonaires.

### 2.6.2. RESULTATS DES MESURES EN PM10

Les mesures en particules PM<sub>10</sub> ont été réalisées par pesées de filtres journaliers, qui constituent la méthode de référence d'analyse des PM<sub>10</sub>. La campagne de mesure estivale s'est déroulée du 03/07/2007 au 05/08/2007. Un dysfonctionnement de l'appareil de mesure placé sur le site de fond, a empêché le prélèvement du 18/07 au 30/07, afin de palier à cet incident, la campagne a été prolongée de six jours.

La campagne de mesure hivernale a eu lieu du 13/11 au 09/12/2007.

**Tableau 15 : Evaluation des niveaux journalier de PM10**

	RD9-Domaine du lac Bleu	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor	Réaltor
PM <sub>10</sub> en µg/m <sup>3</sup> .	Station <sup>24</sup> trafic mars à mai 2006	Station trafic	Station fond
Moyenne sur la période commune de mesure	Mai 2006 : 26	Juil : 22 Nov-déc : 23	Juil : 16 Nov-déc : 15
Moyenne sur la période	Mai 2006 : 26	Juil : 23 Nov-déc : 26	Juil : 19 Nov-déc : 15
Estimation moyenne annuelle	34 estimation <sup>25</sup> 2006	29	24
Maximum journalier	38	Juil : 50 20/07/2007 Nov-déc : 68 18/11/2007	Juil : 50 18/07/2007 Nov-déc : 46 28& 29/11/2007
Nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine (50 µg/m <sup>3</sup> /jour, tolérance 35 jours/an : objectif 01/01/05)	0	Juil : 1 20/07/2007 Nov-déc : 4 17&18/11/2007 28&29/11/2007	Juil : 1 18/07/2007 Nov-déc : 0

Les concentrations moyennes 2007 en PM<sub>10</sub> sont modérés (29 µg/m<sup>3</sup> pour le site trafic et 24 µg/m<sup>3</sup> pour le site de fond), inférieures à la valeur limite de 40µg/m<sup>3</sup> annuelle, mais proches de l'objectif de qualité de 30 µg/m<sup>3</sup>.

L'estimation annuelle 2006, avec 34 µg/m<sup>3</sup>, effectué sur la RD9 au niveau du Domaine du Lac Bleu montrait un dépassement de l'objectif de qualité de 30 µg/m<sup>3</sup>.

Les deux sites de trafic (celui de 2006, domaine du Lac Bleu avec 34 µg/m<sup>3</sup> et celui de 2007, voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor avec 29 µg/m<sup>3</sup>) ont des concentrations annuelles approchant ou dépassant l'objectif de qualité de 30µg/m<sup>3</sup> pour les particules. On peut donc considérer que l'objectif de qualité est atteint sur cette portion de la RD9.

Les concentrations en particules sont plus marquées sur le site trafic (29 µg/m<sup>3</sup>), avec une concentration moyenne de 27 % plus élevée que sur le site de fond (24 µg/m<sup>3</sup>), rendant compte ainsi de l'apport en particules issu de la voie sur les teneurs de fond.

Le seuil journalier de 50 µg/m<sup>3</sup> a été atteint 1 fois sur chacun des sites au cours de la campagne de mesure estivale. Il n'a été atteint que 4 fois en hiver sur le site trafic malgré des conditions météorologiques pénalisantes en termes de dispersion ; la tolérance de 35 jours/an de dépassement du seuil 50 µg/m<sup>3</sup> devrait être respectée sur cette portion de la RD9.

Les maximums journaliers en particules (50 µg/m<sup>3</sup>) sont du même ordre durant la période estivale sur les deux sites : le site de fond étant situé sur un chemin de terre, des envols des particules terrigènes viennent compenser la moindre quantité de particules issues du trafic en ce lieu. Il s'agit donc d'une interférence très locale.

<sup>24</sup> Laboratoire mobile placé dans le domaine du lac bleu en bordure de RD 9.

<sup>25</sup> L'estimation a été réalisée à partir des données de la station Aix Roy René.



### 2.6.3. RESULTATS DES MESURES EN PM2,5

Les mesures en particules PM 2,5 ont été réalisées avec des TEOM à un pas de temps quart-horaire continue, qui constituent actuellement la méthode de mesure généralisée sur le territoire. Les campagnes de mesure se sont déroulées du 03/07/2007 au 05/08/2007 puis du 13/11 au 09/12/2007.

Un dysfonctionnement de l'appareil de mesure placé sur le site trafic, en été, a amené l'invalidation d'une partie des données ; afin de palier à cet incident, la campagne a été prolongée de six jours.

- EVALUATIONS ANNUELLE 2007 EN PM2.5 SUR LES DEUX SITES DE MESURE

**Tableau 16 : Evaluation des niveaux de PM2,5**

PM <sub>2,5</sub> en µg/m <sup>3</sup> .	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor		Canal de Marseille	
	Station trafic		Station fond	
	Concentration sans part volatile	Avec correction <sup>26</sup> de la part volatile	Concentration sans part volatile	Avec correction de la part volatile
Moyenne sur la période	Juil : 15 Nov-déc : 18	Juil : 24 Nov-déc : 27	Juil : 12 Nov-déc : 16	Juil : 19 Nov-déc : 25
Maximum horaire	Juil : 48 19/07/2007 6:00 Nov-déc : 122 17/11/2007 18 :00	Juil : 65 Nov-déc : 135 17/12/2007 18 :00	Juil : 50 19/07/2007 6:00 Nov-déc : 74 14/11/07 11 :00	Juil : 67 Nov-déc : 81
Maximum journalier	Juil : 31 19/07/2007 Nov-déc : 55 17/12/2007	Juil : 43 Nov-déc : 72	Juil : 29 19/07/2007 Nov-déc : 41 17/12/2007	Juil : 41 Nov-déc : 59
Estimation annuelle 2007	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>20</b>

Les valeurs réglementaires en PM 2,5 sont actuellement en cours de définition aux niveaux européen et national. Les seuils actuellement discutés sont une valeur limite annuelle compris entre 20 et 25 µg/m<sup>3</sup>, et une valeur cible nationale de l'ordre de 15 µg/m<sup>3</sup> (Projet de directive européenne CAFE en cours d'élaboration). Ces valeurs ne sont pas encore arrêtées et font actuellement l'objet de discussion. L'OMS préconise actuellement une valeur annuelle de 10 µg/m<sup>3</sup>.

En tout état de cause, les deux sites, trafic et fond, avec respectivement 23µg/m<sup>3</sup> et 20 µg/m<sup>3</sup> en 2007 dépassent le projet de valeur limite annuelle de 20 µg/m<sup>3</sup>(France), la valeur cible de 15 µg/m<sup>3</sup> (CAFE) et la recommandation de l'OMS de 10µg/m<sup>3</sup>.

Le site de fond enregistre une concentration moyenne en PM2.5 légèrement inférieure à celui de trafic, d'environ 13%. Il est moins influencé par les émissions des véhicules.

<sup>26</sup> La correction de la part volatile a été réalisée à partir des mesures de la station Cinq avenues de Marseille sur la période d'échantillonnage. Les tests réalisés par Atmo PACA en octobre 2007 ont montré que la part volatile des particules PM 10 est principalement comprise dans la fraction PM 2,5.

Une correction est donc proposée sur part volatile des PM2,5 mesurée sur le domaine d'étude en ajoutant aux mesures horaires la part volatile mesurée sur la station référence de correction de Cinq Avenue à Marseille.

• PROFILS MOYENS JOURNALIERS

Les profils moyens journaliers estivaux en PM 2,5 sont compris entre 10 et 16 µg/m<sup>3</sup>/h sur le site de fond et de 12 à 20 µg/m<sup>3</sup>/h pour le site trafic.

Cette amplitude est plus élevée en période hivernale : le site de fond varie de 13 à 18 µg/m<sup>3</sup> et le site de trafic de 12 à 30 µg/m<sup>3</sup>.

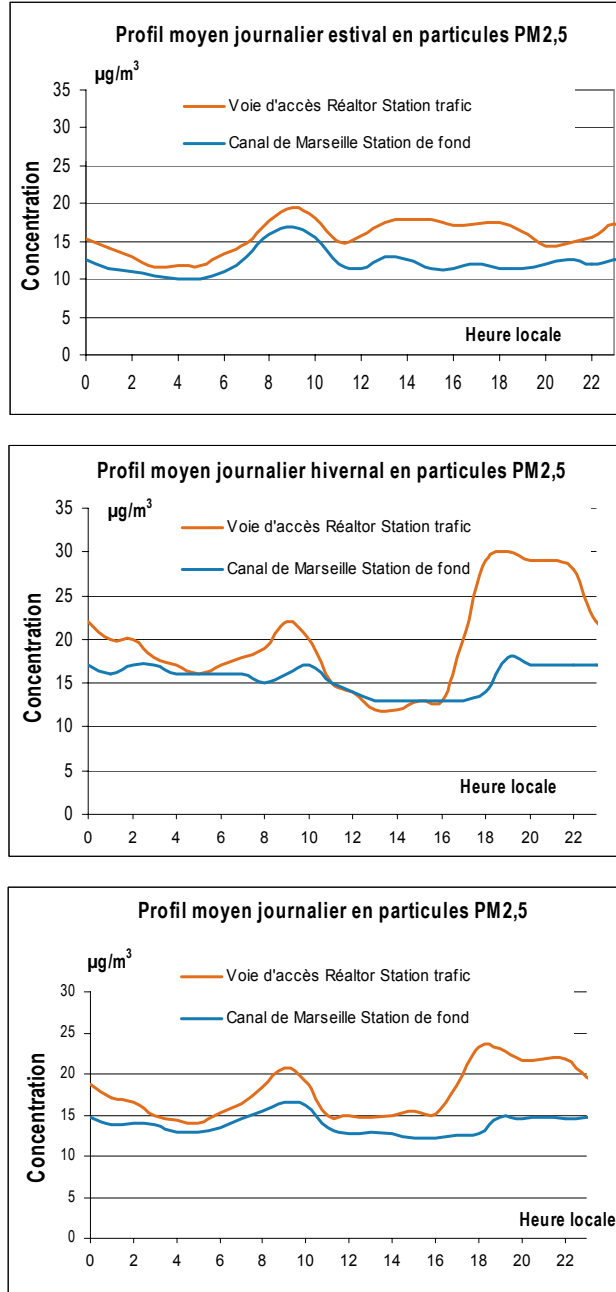


Figure 20 : Profils moyens journaliers sur les périodes estivale, hivernale, et sur l'ensemble des deux périodes

En été, le pic de pollution en particule est bien marqué le matin vers 9h, également sur les deux sites. Les conditions météorologiques dispersives de fin d'après midi ainsi que des émissions moins importantes (vacances scolaires – trafic en relation avec la Gare TGV de l'Arbois) ne permettent pas d'enregistrer d'augmentation des concentrations le soir.

En hiver, les deux pics, matin (9h) et soir (18 à 21h) sont bien marqués, surtout sur le site trafic : les émissions sont plus importantes, puisque la campagne s'est déroulée hors période de vacances. Les concertations en particules augmentent en soirée en raison des conditions météorologiques plus stables que celles de l'été.

## 2.6.4. RESULTATS DES CONCENTRATIONS EN METAUX LOURDS

### SOURCES ET REGLEMENTATION

Les métaux lourds peuvent être inhalés directement par l'homme, et peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, et respiratoires. Certains, comme le cadmium, sont cancérigènes.

Le plomb, le mercure, le cadmium, mais également l'arsenic, le chrome, le cuivre, le nickel, le sélénium et le zinc sont les principaux métaux lourds émis dans l'atmosphère par les activités humaines. Ils proviennent de la combustion du charbon, du pétrole, des ordures ménagères et de certains procédés industriels particuliers.

Trois d'entre eux (As, Ni et Cd) font l'objet de valeurs cibles édictées par la directive européenne n° 2004/107/CE (Directive du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant). Cette directive fixe, à l'horizon 2012, des valeurs cibles pour les concentrations dans l'air ambiant :

**Tableau 17 : Valeurs cibles pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le benzo(a)-pyrène**

POLLUANT	VALEUR CIBLE *
Arsenic	6 ng/m <sup>3</sup>
Cadmium	5 ng/m <sup>3</sup>
Nickel	20 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pyrène	1 ng/m <sup>3</sup>

\* Moyenne calculée sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10

Le plomb est réglementé dans l'air ambiant par la directive européenne 1999/30/CE du 22 avril 1999 : les teneurs annuelles doivent être inférieures à 500 ng/m<sup>3</sup>/an.

### NIVEAUX EN METAUX LOURDS SUR CHACUN DES SITES

Les mesures en métaux lourds ont été réalisées par prélèvement sur filtres journaliers avec un Partisol Plus configuré en PM10, qui constitue la méthode d'analyse de référence. La campagne de mesure s'est déroulée du 03/07/2007 au 05/08/2007 et du 13/11 au 10/12/2007.

**Tableau 18 : Evaluation des niveaux en métaux lourds sur la fraction PM10**

Concentration des métaux mesurés (ng/m <sup>3</sup> )	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor Station trafic			Canal de Marseille Station fond		Site Marseille Saint Louis	
	Moyenne été	Moyenne hiver	Moyenne des périodes 2007	Moyenne été	Moyenne hiver	Moyenne nov- déc	Moyenne annuelle (2005 à 2007)
Chrome Cr	4,9	2,5	3,8	6,6	3,8	2,7	2,7
Nickel Ni	4,4	5,1	4,7	4,6	2,5	3,4	3,4
Arsenic As	0,3	0,7	0,5	0,4	5,5 <sup>27</sup> 0,4	0,6	0,5
Cadmium Cd	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,5	0,5
Barium	6,8	3,7	5,3	7,6	3,6	11,3	10,3
Plomb Pb	4,0	2,2	3,1	3,2	3,0	14	12,9
Mercure Hg	0,2	0,3	0,3	7,1	0,3	-	-

**Note :** Pour le site de fond, les concentrations mesurées sur la période été sont renseignées à titre indicatif : effectivement, la contamination en Cr, Ni, Ba, Pb et Hg des filtres de référence ne nous permet pas d'utiliser ces données été.

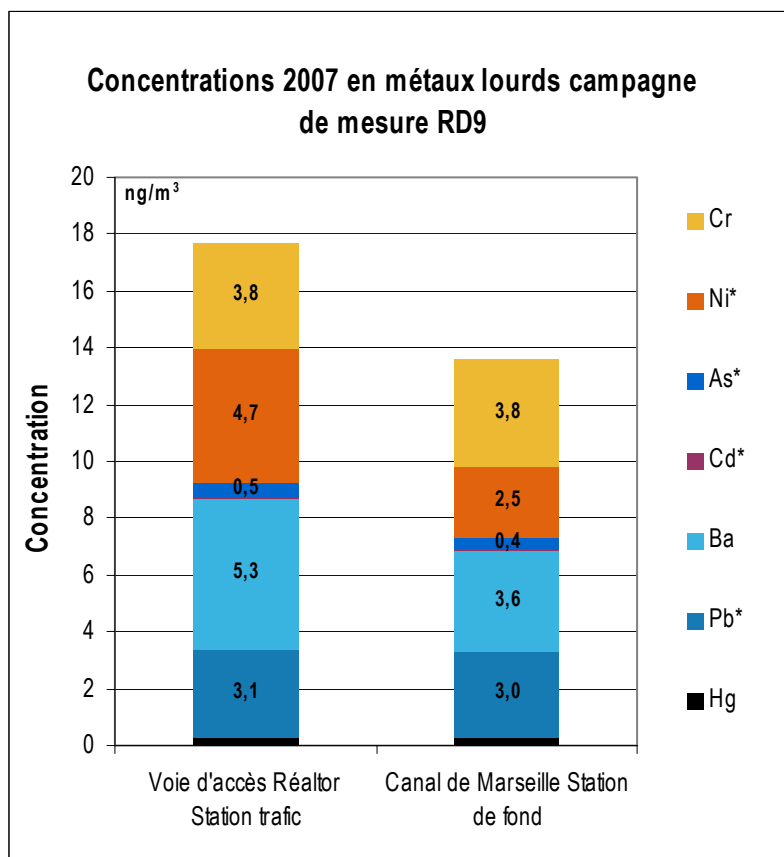
Sur la période hiver, un des prélèvements indique une concentration importante en As (18,5 ng/m<sup>3</sup> du 3 au 10/12/2008 – le blanc associé montre une contamination en As). N'étant pas en mesure d'invalider cette valeur, elle est présentée dans les résultats.

<sup>27</sup> Moyenne de la période en tenant compte de la forte concentration en As (18,5 ng/m<sup>3</sup> du 3 au 10/12/2008)



Toutefois, pour les calculs d'exposition annuel devant être réalisés par le bureau d'études, nous préconisons, pour le site de fond, d'utiliser les concentrations prélevées sur la période hiver à l'exception de cette valeur.

A titre de comparaison, les données du site St Louis de Marseille sur lequel des mesures de métaux mensuelles sont réalisées depuis 2005 sont également présentées dans le tableau.



**Figure 21 : Concentrations moyennes mesurées en métaux lourds**

**Note :** Pour la station de fond, la moyenne 2007 est réalisée sans tenir compte des valeurs été -contamination des blanc-, et sans la valeur d'As –contamination légère des blancs et valeur non expliquée-.

Les résultats du site de fond sont notés à titre indicatif, en raison de la contamination mentionnée ci-dessus. Toutefois, les résultats en métaux lourds mesurés sur ce site malgré cette contamination restent nettement inférieurs aux valeurs cibles.

L'ensemble des résultats des mesures en métaux lourds est nettement inférieur aux valeurs cibles de référence.

Les teneurs en **arsenic**, sont de 0.5 ng/m<sup>3</sup> sur la station de trafic et de 0.4 ng/m<sup>3</sup> sur la station de fond, **inférieures à la valeur cible de 6 ng/m<sup>3</sup>**.

On ne mesure pas de **cadmium** sur le site de fond ou bien à l'état de traces (en limite de détection de la méthode de mesure). Sur le site de trafic, les teneurs sont de 0.1 ng/m<sup>3</sup>, largement **inférieures à la valeur cible de 5 ng/m<sup>3</sup>**.

Pour le **nickel**, les concentrations de la station trafic, de 4.7 ng/m<sup>3</sup> sont deux fois plus importantes que celles de la station de fond : 2.5 ng/m<sup>3</sup>. Elles restent **en dessous de la valeur cible de 20 ng/m<sup>3</sup>**.

Les concentrations de **plomb** sont bien inférieures au seuil de 500 ng/m<sup>3</sup> (directive européenne), avec 3.1 et 3 ng/m<sup>3</sup> respectivement pour le site de trafic et le site de fond.

Par rapport aux deux sites de la RD9, trafic et fond, le site urbain de Saint Louis à Marseille, montre des concentrations en métaux dont :

- les teneurs sont dans des gammes comparables pour le chrome, le nickel et l'arsenic,
- les teneurs sont de 2 à 5 fois plus élevées pour le cadmium, le baryum et le plomb.

NIVEAUX EN METAUX LOURDS PAR PERIODES DE PRELEVEMENT

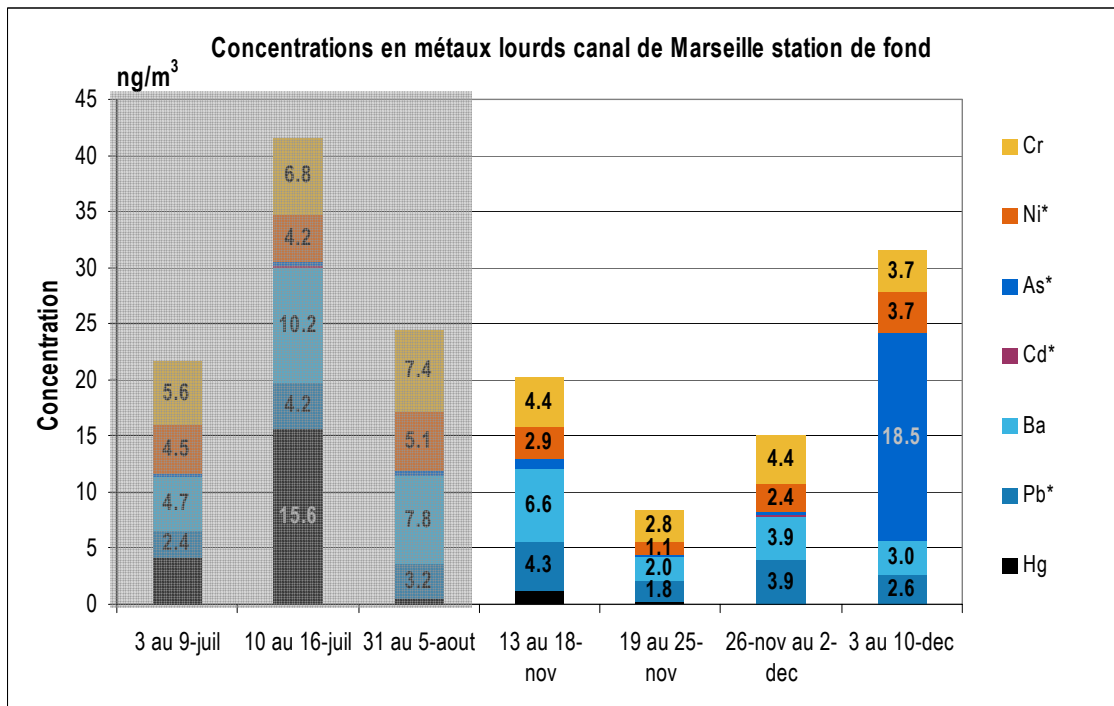
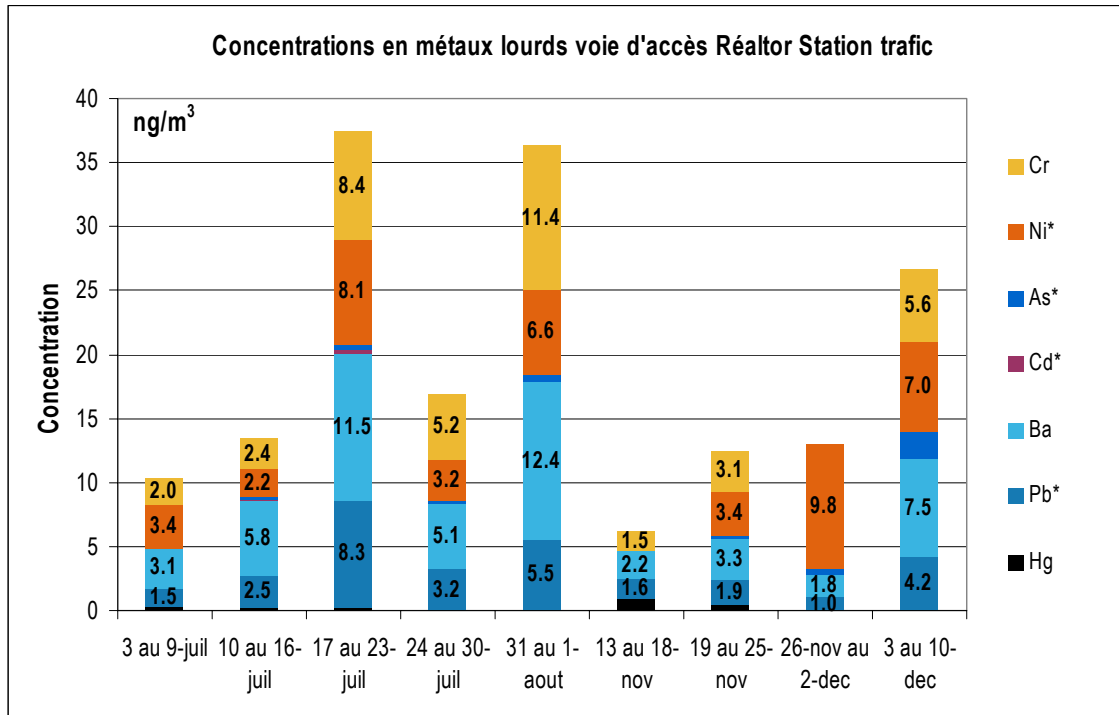


Figure 22 : Concentrations mesurées en métaux lourds

Les concentrations relevées sur le site trafic sont plus importantes sur trois périodes de mesure du 17/07 au 23/07, du 31/07 au 01/08, et du 3/12 au 10/12, qui correspondent à des conditions météorologiques plus stables, avec des vitesses de vents modérées de 4 m/s en moyenne ou inférieures (temps calme) pendant ces prélèvements.

## 2.6.5. RESULTATS DES CONCENTRATIONS EN BENZO(A)PYRENE

Les mesures en HAP ont été réalisées par prélèvement 24 h sur filtres avec un préleveur haut débit DA 80, ce qui constitue la méthode de référence pour l'analyse du B(a)P. La campagne de mesure s'est déroulée du 04/07/2007 au 31/07/2007 puis du 12/11 au 10/12/2007.

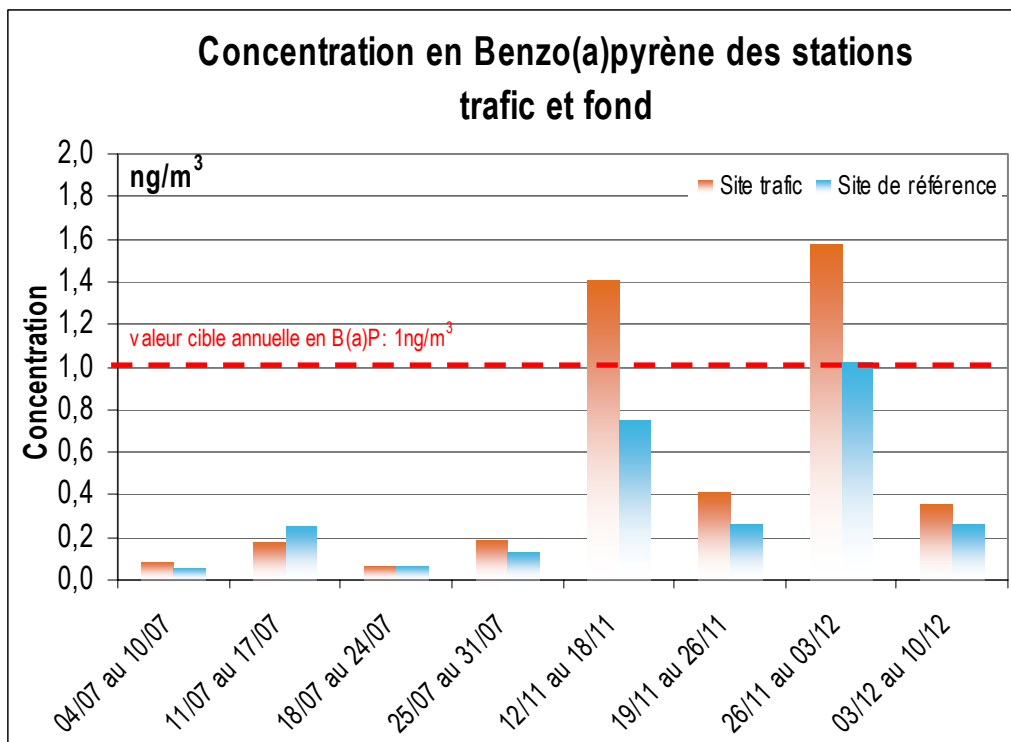
Le B(a)P est réglementé avec une valeur cible de 1 ng/m<sup>3</sup> issue de la directive européenne du 15 décembre 2004.

**Tableau 19 : Evaluation des niveaux en Benzo(a)Pyrene sur la fraction PM10**

B(a)P en ng/m <sup>3</sup> .	Station trafic juillet 2007	Station fond juillet 2007
Moyenne sur la période été	0,13	0,13
Moyenne sur la période hiver	0,940	0,577
Estimation annuelle 2007	de 0,46 à 0,53	de 0,32 à 0,35

Les concentrations moyennes relevées sur les deux sites sont modérées (de 0,46 à 0,53 ng/m<sup>3</sup> pour le site trafic et de 0,32 à 0,35 ng/m<sup>3</sup> pour le site de fond) et restent inférieures (de moitié environ) à la valeur cible réglementaire de 1 ng/m<sup>3</sup>.

On ne constate pas de différence de niveaux entre les deux stations sur les prélèvements d'été. En revanche, en hiver, la station trafic enregistre des concentrations environ 60% plus élevées que celles de la station fond (0.94 contre 0.577 ng/m<sup>3</sup>) : le trafic est plus important en période hivernale (hors vacances scolaires de plus) qu'en période estivale ; aussi le site de trafic montre des concentrations relativement plus élevées en B(a)P car il se trouve sous l'impact direct des émissions automobiles.



**Figure 23 : Concentrations en benzo(a)pyrène**



### 3. CONCLUSION

La RD9, dans le cadre de son aménagement futur à deux fois deux voies sur le tronçon Réaltor, fait l'objet d'une étude d'impact Air et Santé. Atmo PACA a réalisé les mesures de qualité de l'air et a fourni ces données initiales au bureau d'études EOG en charge de la modélisation et de l'étude de l'effet du projet sur la qualité de l'air et la santé.

Les campagnes se sont déroulées sur deux périodes distinctes d'un mois et demi en été et en hiver, afin d'assurer la représentativité temporelle des estimations annuelles des concentrations en polluants.

Les polluants pris en compte sont les principaux traceurs de la pollution automobile, listés dans la circulaire du 25 février 2005. Le respect des normes est effectué en fonction des valeurs seuils édictées essentiellement dans le décret du 15 février 2002 (polluants dans l'air ambiant) et dans la directive européenne du 15 décembre 2004 (métaux lourds et HAP).

Les moyens de mesures utilisés ont été les suivants : deux laboratoires mobiles (dotés de plusieurs analyseurs : particules, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre et accessoirement ozone) en deux sites, de typologie trafic, à 5 m de la RD9 (site de la voie d'accès au Lac contre le bassin du Réaltor) et de typologie rurale (site du Canal de Marseille, à 300 m de la RD9). Ces deux sites étaient de plus dotés d'analyseurs de particules et de métaux lourds (Partisol), et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (DA80).

Répartis sur l'aire d'étude, 30 sites de prélèvements ont permis d'échantillonner dioxyde d'azote, benzène, toluène, xylènes et aldéhydes.

Les résultats des mesures sur la RD9 montrent au niveau de l'aérosol des problématiques liées essentiellement aux émissions du trafic automobile. Effectivement cette voie est empruntée chaque jour par 33 000 véhicules.

Sur un plan chronique, les **particules en suspension** montrent des teneurs avoisinant ou dépassant les normes :

- Les concentrations en particules en suspension inférieures à 10  $\mu\text{m}$  dépassent l'objectif de qualité fixé à 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  par an sur la portion de la RD9 située devant le domaine du lac bleu : la RD9 est un peu plus encaissée à cet endroit là et les embouteillages sont fréquents. Devant le lotissement du lac Bleu, la teneur annuelle estimée est de 34  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2006 et de 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2007.

5 pointes journalières ont été enregistrées sur le site trafic pendant les deux périodes de campagne. Il est peu probable que ces dépassements excèdent sur l'année le nombre de 35 journées tolérées.

- Les particules en suspension inférieures à 2.5  $\mu\text{m}$ , avec 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2007 sur le site de trafic et 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2007 sur le site de fond, atteignent une valeur proche ou supérieure du projet français de valeur limite (20 ou 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  annuel), mais également la valeur cible européenne de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$  (Directive CAFE) et la recommandation de l'OMS de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$ .

Parmi les 32 sites échantillonnés en **dioxyde d'azote** au niveau de l'aire d'étude de la RD9, deux dépassent les valeurs limites :

- Le rond-point du Griffon à Vitrolles, avec 53  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dépasse la valeur limite 2007 égale à 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , et a fortiori la valeur limite de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'échéance 2010.
- Le site situé sur la RD9 au niveau de la gare TGV, avec 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2007 dépasse, quant à lui, la valeur limite 2010.

Ensuite les 6 sites montrant les concentrations les plus élevées (de 30 à 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2007) sont de typologie trafic ; tous situés sur la RD9 ; cette pollution est engendrée par le trafic dense et des conformations locales de voirie (pont, rétrécissement, nœud routier...) limitant la diffusion des polluants.

Les concentrations annuelles 2007 en **benzène** (entre 1.5 et 1.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2007) sont proches de l'objectif de qualité de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$  en trois lieux de la RD9 : Vitrolles Le Griffon, le pont sous la RD9 au niveau de Calas et le site trafic en raison des émissions, mais également au niveau de Calas où le milieu est urbain et plus confiné, limitant ainsi la dispersion des polluants.

L'estimation annuelle 2007 en **benzo(a)pyrène** varie de 0.46 à 0.53  $\text{ng}/\text{m}^3$  pour le site trafic et de 0.32 à 0.35  $\text{ng}/\text{m}^3$  sur le site de fond. Ces teneurs correspondent à la moitié de la valeur cible (1  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) pour le site trafic.

Les autres polluants mesurés restent dans des teneurs modérées, inférieures aux normes, ou bien dans des gammes de concentrations classiquement observées dans un environnement tel que celui de la RD9 :

Les 24 **composés organiques** volatils présentent des concentrations cumulées de 35 à 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site trafic et de 24 à 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de fond, inférieures d'environ 50% à celles relevées dans les centres ville de Marseille. Pour le **1-3 butadiène**, les concentrations relevées en moyenne sur les deux périodes sont de 0,20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de fond et 0,25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site trafic.

La moyenne annuelle en **monoxyde de carbone** sur le site de trafic est de 0.29  $\text{mg}/\text{m}^3$ , inférieure de 50 à 70% à celles de Marseille, Toulon ou Avignon. Le monoxyde de carbone respecte les seuils réglementaires.

En 2007 la concentration moyenne en **dioxyde de soufre** varie entre 2 et 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur la RD9 en proximité du lotissement du Lac Bleu, respectant largement l'objectif de qualité de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  annuel. Des panaches industriels d'intensité modérée peuvent survenir par vent d'ouest (maximum horaire des campagnes : 181  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de fond le 28 novembre, inférieur au seuil de recommandation de 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{h}$ ), en relation directe avec l'activité industrielle de l'Etang de Berre.

Les mesures en **métaux lourds** sont inférieures aux valeurs cibles de référence. Les teneurs en chrome, nickel, et arsenic sont similaires à celles de Marseille. Pour le cadmium, le baryum et le plomb, les teneurs sont de 2 à 5 fois plus élevées sur Marseille que sur la RD9.

Ces résultats vont permettre d'alimenter et de valider le modèle mis en œuvre par le bureau d'études en charge de la modélisation afin d'effectuer les calculs d'exposition de la population sur le domaine d'étude.

Tableau 20 : Tableau de synthèse des résultats – Année de référence 2007

Polluants mesurés	Voie d'accès au lac contre le bassin du Réaltor		Canal de Marseille
	Station trafic		Station fond
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) µg/m <sup>3</sup>	<b>Maximum horaire</b> (Seuil de recommandation : 200 µg/m <sup>3</sup> /h)	152 18/12/2007	100 17/12/2007
	<b>Estimation annuelle 2007</b> (Valeur limite annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup> /an : objectif 01/01/10)	30	16
	<b>Echantillonneurs passifs sur l'aire d'étude de la RD9</b> (Cf. Tableau 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>🚦 Site trafic : de 24 à 53</li> <li>🚦 Site périurbain : de 17 à 29</li> <li>🚦 Site de fond : de 13 à 22</li> </ul>	
Composés Organiques Volatils (COV) µg/m <sup>3</sup>	<b>24 COV</b> (Cf. Tableau 9)	de 35 à 37	de 24 à 27
	<b>1-3 Butadiène Moyenne des périodes</b>	0,25	0,20
	<b>Benzène, toluène, Xylènes</b> (Echantillonneurs passifs sur l'aire d'étude de la RD9) (Cf. Tableau 5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>🚦 Site trafic (benzène) : 1,2 à 1,9</li> <li>🚦 Site périurbain (benzène) : 1,2 à 1,7</li> <li>🚦 Site de fond (benzène) : 1,2</li> </ul>	
	<b>Formaldéhydes</b> (Echantillonneurs passifs sur l'aire d'étude de la RD9) (Cf. Tableau 7 : Concentrations moyennes en aldéhydes sur les deux périodes de campagnes)	de 1,4 à 2,2 selon les sites	
Dioxyde de soufre (µg/m <sup>3</sup> )	<b>Estimation 2007</b>	2.4	3
Monoxyde de carbone CO en mg/m <sup>3</sup>	<b>Estimation 2007</b>	0.29	0.3
Particule en suspension PM 10 en µg/m <sup>3</sup>	<b>Estimation 2007</b>	29	24
	<b>Nombre de jours de dépassements du seuil journalier 50µg/m<sup>3</sup> (tolérance 35j/an) sur les 2 périodes</b>	5	1
Particule en suspension PM 2.5 en µg/m <sup>3</sup>	<b>Estimation 2007</b> en ajoutant la part volatil de PM <sub>2,5</sub> mesurée sur le site de Marseille Cinq avenue (site de référence)	23	20
Métaux Lourds en ng/m <sup>3</sup>	Chrome (Cr)	3.8	3.8
	Nickel (Ni*) Valeur cible de 20 ng/m <sup>3</sup> /an (directive européenne du 15 décembre 2004)	4.7	2.5
	Arsenic (As*) Valeur cible de 6 ng/m <sup>3</sup> /an (directive européenne du 15 décembre 2004)	0.5	0.4
	Cadmium (Cd*) Valeur cible de 5 ng/m <sup>3</sup> /an (directive européenne du 15 décembre 2004)	0.1	0
	Baryum (Ba)	5.3	3.6
	Plomb (Pb*) Seuil de 500 ng/m <sup>3</sup> /an (Directive européenne du 22 avril 99)	3.1	3
	Mercure (Hg)	0.3	0.3
Benzo(a)pyrène B(a)P en ng/m <sup>3</sup>	<b>Estimation annuelle 2007</b>	de 0.46 à 0.53	de 0.32 à 0.35



## 4. LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

### TABLEAUX

Tableau 1 : Evaluation des niveaux d'oxydes d'azote (NOx) .....	12
Tableau 2 : Evaluation des niveaux de NO <sub>2</sub> .....	13
Tableau 3 : Evaluation des niveaux annuels 2007 de NO <sub>2</sub> .....	16
Tableau 4 : Evaluation des niveaux de BTX du 30/05/07 au 27/06/07 (été) et du 13/11 au 11/12/07(hiver).....	24
Tableau 5 : Estimations annuelles 2007 des concentrations en benzène .....	25
Tableau 6 : Concentrations moyennes de formaldéhydes dans différents environnements (source INERIS).....	29
Tableau 7 : Concentrations moyennes en aldéhydes sur les deux périodes de campagnes .....	30
Tableau 8 : Source de différents aldéhydes .....	30
Tableau 9 : Evaluation des teneurs totales en COV (somme des concentrations des 24 COV prélevés) ...	31
Tableau 10 : Concentrations des 24 COV par périodes et en 2007 .....	35
Tableau 11 : Evaluation des teneurs estivales en 1-3butadiène .....	36
Tableau 12 : Evaluation des niveaux de CO .....	37
Tableau 13 : Evaluation des niveaux d'O <sub>3</sub> en µg/m <sup>3</sup> .....	38
Tableau 14 : Evaluation des niveaux de SO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> .....	40
Tableau 15 : Evaluation des niveaux journalier de PM10.....	43
Tableau 16 : Evaluation des niveaux de PM2,5 .....	44
Tableau 17 : Valeurs cibles pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le benzo(a)-pyrène .....	46
Tableau 18 : Evaluation des niveaux en métaux lourds sur la fraction PM10 .....	46
Tableau 19 : Evaluation des niveaux en Benzo(a)Pyrene sur la fraction PM10 .....	49
Tableau 20 : Tableau de synthèse des résultats – Année de référence2007 .....	52

### FIGURES

Figure 1: Domaine d'étude : Mise à 2x2 voies de la RD9, Section Réaltor – Volet air et Santé – .....	5
Figure 2 : Cartes de localisation des différents points de mesure en fonction de leur équipement de mesures. 6	6
Figure 3 : Localisation des points de mesure en fonction de la référence du site .....	6
Figure 4 : Cartes de localisation des laboratoires mobiles .....	8
Figure 5 : Laboratoire mobile, situé en proximité trafic de la RD 9.....	9
Figure 6 : Remorque mobile, située en fond .....	9
Figures 7 : Profils horaires journaliers moyens en heures locales.....	15
Figure 8 : Carte des niveaux de NO <sub>2</sub> sur la campagne estivale du 30/05 au 27/06/2007 .....	19
Figure 9 : Carte des niveaux de NO <sub>2</sub> sur la campagne hivernale du 13/11 au 11/12/2007 .....	20
Figure 10 : Carte des niveaux annuels 2007 en dioxyde d'azote .....	21
Figure 11 : Carte des niveaux de benzène sur la campagne estivale du 30/05 au 27/06/2007 .....	26
Figure 12 : Carte des niveaux de benzène sur la campagne hivernale du 13/11 au 11/12/2007 .....	27
Figure 13 : Carte des niveaux annuels 2007 en benzène .....	28
Figure 14 : Répartition des concentrations estivales en COV par site.....	32
Figure 15 : Répartition des concentrations hivernales en COV par site .....	33
Figure 16 : Répartition des concentrations moyennes en COV sur les sites.....	34
Figure 17 : Profil moyen journalier sur la campagne .....	39
Figure 18 : Concentrations estivales de pointes en dioxyde de soufre sur les sites de prélèvement associées aux données météorologique de la station de Marignane.....	41
Figure 19 : Evolution horaire des concentrations en SO <sub>2</sub> et NO <sub>2</sub> sur les deux sites du 28/11 au 08/12/07 .....	41
Figure 20 : Profils moyens journaliers sur les périodes estivale, hivernale, et sur l'ensemble des deux périodes.....	45
Figure 21 : Concentrations moyennes mesurées en métaux lourds .....	47
Figure 22 : Concentrations mesurées en métaux lourds .....	48
Figure 23 : Concentrations en benzo(a)pyrène .....	49