

# Qualité de l'air et Santé 3 zones « à la loupe »

2006-2007

Étude de 85 polluants atmosphériques  
sur 3 zones d'activités multi-émettrices  
de la région Rhône-Alpes  
en vue d'une évaluation des risques sanitaires

volet : « Qualité de l'air »



Etude financée par la DRASS Rhône-Alpes

1<sup>er</sup> trimestre 2009



---

*Un deuxième rapport (volet « sanitaire »),  
réalisé indépendamment par la CIRE Rhône-Alpes,  
présente l'évaluation des risques sanitaires liés à  
l'exposition chronique par inhalation aux polluants  
étudiés, à partir des concentrations mesurées, pour les  
populations résidant sur les zones d'étude.*

---

Décembre 2008

**Evaluation des risques sanitaires**  
associés à l'inhalation de composés organiques  
volatiles, métaux lourds et hydrocarbures  
aromatiques polycycliques  
**autour de 3 zones multi-émettrices**  
**en Rhône-Alpes**



Cire Rhône-Alpes



## Résumé de l'étude

Pour la première fois en France, trois zones multi-émettrices (regroupant des secteurs industriel, trafic, résidentiel,...) ont fait l'objet d'importantes campagnes de mesure de la qualité de l'air afin d'évaluer l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des riverains.

Depuis plusieurs années déjà, les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air de la région Rhône-Alpes ont intégré dans leurs programmes de surveillance le suivi des Métaux Lourds, des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), des Aldéhydes et de plusieurs autres Composés Organiques Volatils (COV). Ces molécules, dont la toxicité est reconnue pour nombre d'entre eux, sont parfois qualifiés de polluants « émergents » car leur réglementation est entrée en vigueur récemment ou n'existe pas encore.

Dans le cadre de cette surveillance réglementaire, mais aussi du « Plan Régional Santé Environnement », une étude a été réalisée entre 2006 et 2007 avec la mise en place d'un important dispositif de mesures pour connaître les niveaux de concentrations de 85 polluants atmosphériques autour de trois grandes zones d'activités de la région Rhône-Alpes, regroupant des zones d'habitations denses et des sources multiples d'émissions de polluants (industries, trafic, résidentiel, tertiaire,...) :

- **le sud lyonnais** : avec 3 sites sur les communes de Pierre-Bénite, Saint-Fons et Vénissieux.
- **le pays roussillonnais** : avec 2 sites sur la commune de Roussillon, l'un en centre-ville et l'autre dans la Cité ouvrière, à proximité de la plateforme industrielle.
- **le sud grenoblois** : avec 3 sites, à Echirolles, Pont-de-Claix et Jarrie.

Les mesures ont été réalisées simultanément sur les sites d'une même zone :

- en continu pour 5 polluants historiquement mesurés et réglementés (qualifiés dans ce rapport de polluants « classiques ») : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, particules fines et ozone ;
- avec des prélèvements journaliers (24h ou 8h) pour les 80 autres polluants (qualifiés dans ce rapport de polluants « émergents »).

Le présent rapport, réalisé par trois AASQA<sup>1</sup> de Rhône-Alpes, forme donc un premier volet « qualité de l'air » de l'étude, qui présente **un bilan de l'état de la qualité de l'air** sur chacune des zones à partir de l'analyse approfondie des résultats de mesures.

Ce premier volet montre que, sur les trois zones d'étude, les résultats sont globalement satisfaisants, même si un certain nombre de polluants nécessite des mesures complémentaires ou un suivi régulier au niveau de la surveillance de la qualité de l'air, notamment dans la famille des Composés Organiques Volatils. Ce suivi apparaît d'autant plus nécessaire que, d'un point de vue réglementaire, seuls 18 des 85 polluants mesurés possèdent des valeurs de référence en air ambiant ou en air intérieur (valeurs limites, objectifs de qualité de l'air ou valeurs guide).

Dans un second temps, les mesures ont pu servir aux experts de la santé pour réaliser une **évaluation des risques sanitaires liés à l'exposition chronique par inhalation** aux polluants ciblés, **à partir des concentrations mesurées**, pour les populations habitant sur ces zones<sup>2</sup>. Cette évaluation fait l'objet d'un deuxième rapport, édité indépendamment par la CIRE<sup>3</sup> Rhône-Alpes et validé par l'INVS<sup>4</sup>.

Ce second volet « sanitaire » de l'étude montre notamment que certaines valeurs d'expositions chroniques par inhalation peuvent présenter des risques potentiels d'un point de vue sanitaire et une liste de 7 polluants prioritaires a été établie pour préconiser la mise en œuvre d'actions de réduction des émissions.

Les principaux résultats et enseignements de cette étude sont résumés dans une plaquette d'information de 8 pages, consultable dans les Mairies des communes concernées par les zones d'études, et également en libre téléchargement sur Internet : <http://www.atmo-rhonealpes.org> ou sur <http://www.invs.sante.fr>.

---

<sup>1</sup> ASCOPARG, COPARLY, SUP'Air : Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air

<sup>2</sup> Polluants étudiés : 16 COV dont 5 chlorés, 2 Aldéhydes, 15 HAP et 4 métaux lourds

Population concernée : environ 90.000 habitants sur l'ensemble des 3 zones.

<sup>3</sup> Cellule Interrégionale d'Epidémiologie

<sup>4</sup> Institut National de Veille Sanitaire

# TABLE DES MATIERES

<b>RESUME DE L'ETUDE</b> .....	<b>3</b>
<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE</b> .....	<b>6</b>
<b>2. MATERIELS ET METHODE</b> .....	<b>7</b>
2.1. CHOIX DES ZONES ET DES SITES DE MESURE .....	7
2.2. MATERIELS MIS EN ŒUVRE .....	10
2.3. CHOIX DES POLLUANTS MESURES .....	12
2.3.1. <i>Les polluants « classiques » réglementés</i> .....	12
2.3.2. <i>Les polluants dits « émergents »</i> .....	12
2.3.3. <i>Seuils réglementaires à respecter</i> .....	13
2.4. METHODOLOGIE ADOPTEE .....	15
2.4.1. <i>Nombre et durée des mesures</i> :.....	15
2.4.2. <i>Calendrier des mesures</i> .....	16
<b>3. REPRESENTATIVITE DES MESURES</b> .....	<b>17</b>
3.1. REPRESENTATIVITE EN NOMBRE DE JOURS DE MESURES .....	17
3.2. REPRESENTATIVITE VIS-A-VIS DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES .....	18
3.2.1. <i>Comparaison aux normales saisonnières (données Météo-France)</i> .....	18
3.2.2. <i>Représentativité des mesures vis-à-vis des variations climatiques</i> .....	19
3.2.3. <i>Conditions de dispersion</i> .....	20
3.2.4. <i>Direction du vent</i> .....	22
<b>4. RESULTATS DES POLLUANTS « CLASSIQUES »</b> .....	<b>24</b>
4.1. DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> ).....	25
4.1.1. <i>Emissions</i> .....	25
4.1.2. <i>Comparaison des résultats à la réglementation</i> .....	25
4.2. DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ) .....	27
4.2.1. <i>Emissions</i> .....	27
4.2.2. <i>Comparaison des résultats à la réglementation</i> .....	27
4.3. PARTICULES NON VOLATILES EN SUSPENSION (PM <sub>10</sub> ) .....	29
4.3.1. <i>Emissions</i> .....	29
4.3.2. <i>Comparaison des résultats à la réglementation</i> .....	30
4.4. OZONE (O <sub>3</sub> ).....	32
4.4.1. <i>Emissions</i> .....	32
4.4.2. <i>Comparaison des résultats à la réglementation</i> .....	32
4.5. ANALYSES DES CONDITIONS ATMOSPHERIQUES.....	34
<b>5. RESULTATS DES POLLUANTS DITS « EMERGENTS »</b> .....	<b>36</b>
5.1. METAUX LOURDS (ML) .....	38
5.1.1. <i>Origines et émissions</i> .....	38
5.1.2. <i>Comparaison aux valeurs réglementaires</i> .....	41
5.1.3. <i>Valeurs de références mesurées au cours des dernières années</i> .....	42
5.1.4. <i>Etude des valeurs « remarquables »</i> .....	43
5.1.5. <i>Analyse des conditions météorologiques</i> .....	46
5.2. HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) .....	49
5.2.1. <i>Origines et émissions</i> .....	49
5.2.2. <i>Comparaison aux valeurs réglementaires</i> .....	50
5.2.3. <i>Valeurs de références mesurées au cours des dernières années</i> .....	51
5.2.4. <i>Etude du Benzo(a)pyrène</i> .....	52
5.2.5. <i>Etude des valeurs « remarquables »</i> .....	53
5.2.6. <i>Etude des conditions météorologiques</i> .....	55
5.3. ALDEHYDES (ALD).....	57
5.3.1. <i>Origines et émissions</i> .....	57
5.3.2. <i>Comparaison aux valeurs réglementaires</i> .....	57
5.3.3. <i>Valeurs de référence mesurées au cours des dernières années</i> .....	59

5.3.4. Etude des valeurs « remarquables » et des variations saisonnières .....	61
5.4. AUTRES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS (COV) .....	63
5.4.1. Origines et émissions .....	63
5.4.2. Comparaison aux valeurs réglementaires .....	67
5.4.3. Valeurs de référence mesurées au cours des dernières années .....	69
5.4.4. Etude des conditions météorologiques .....	71
5.4.5. Etude des valeurs « remarquables » pour les composés réglementés .....	72
5.4.6. Etude des valeurs « remarquables » pour les autres composés .....	77
5.4.7. Sur quels COV agir en priorité ? .....	81
5.5. ANALYSES COMPLEMENTAIRES .....	90
5.5.1. Analyses statistiques .....	90
5.5.2. Mesures de Mercure à Champ-sur-Drac (Zone Grenoble-Sud Jarrie) .....	90
<b>6. SYNTHESE DES RESULTATS .....</b>	<b>93</b>
6.1. SYNTHESE PAR ZONES .....	93
6.1.1. Zone de « Lyon-Sud » .....	93
6.1.2. Zone de « Roussillon » .....	93
6.1.3. Zone de « Grenoble-Sud » .....	94
6.2. SYNTHESE PAR POLLUANTS .....	95
6.2.1. Polluants « classiques » .....	95
6.2.2. Polluants « émergents » .....	95
<b>7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>97</b>
<b>ANNEXE 1 : LISTE DES POLLUANTS CIBLES .....</b>	<b>100</b>
<b>ANNEXE 2 : FICHES DE SITES .....</b>	<b>103</b>

# 1. Contexte et objectif de l'étude

Entre 2006 et 2007, les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air basées en région Rhône-Alpes ont mis en œuvre un important dispositif de mesures pour disposer d'un état des lieux de la qualité de l'air autour de grandes zones industrielles de la région. Cette étude a pu être réalisée grâce à un partenariat financier avec la **DRASS<sup>1</sup> Rhône-Alpes**, dans le cadre du « Plan Régional Santé Environnement ».

Un comité technique de pilotage a été constitué avec des experts météorologues, des spécialistes Santé-Environnement et des acteurs importants des différentes plateformes industrielles concernées, afin de suivre le projet dans son ensemble et de valider les points principaux de la méthodologie employée.

Le choix des zones étudiées, dans des quartiers densément peuplés et à proximité d'activités multi-émettrices (trafic, industries, tertiaire...) a été motivé notamment par la présence a priori de sources de **polluants dits « émergents »<sup>2</sup>**, comme les composés organiques volatils (COV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les aldéhydes ou bien encore les métaux lourds.

Courant 2006 jusqu'en hiver 2007, deux zones ont été sondées dans la vallée du Rhône : dans la large zone d'activités que représente le **sud lyonnais** (avec trois sites) et autour de la plateforme industrielle de **Roussillon** (avec deux sites). Puis, entre le dernier trimestre 2006 jusqu'à l'été 2007, une troisième zone a pu être étudiée, autour de deux plateformes industrielles du **sud grenoblois** (avec trois sites).

## Ce projet s'inscrit dans plusieurs cadres :

- ✓ le PNSE<sup>3</sup> 2004-2008
- ✓ le PRSE<sup>4</sup> Rhône-Alpes, concernant la réduction des émissions aériennes de substances toxiques d'origine industrielle.
- ✓ le PSQA<sup>5</sup> Rhône-Alpes, révélant la stratégie de surveillance définie par l'ensemble des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) de la région Rhône-Alpes.
- ✓ la Directive 2004/107/CE, concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant.

### PNSE - Action 20

« Renforcer les capacités d'évaluation des risques sanitaires des substances chimiques dangereuses »

### PRSE - Fiche action n°7 - Axe 2

« Protéger la santé publique en améliorant la qualité des milieux - 7 composés ciblés : benzène, chlorure de vinyle monomère, cadmium, dioxines, mercure, plomb, 1,3-butadiène »

Les mesures ont été exploitées par les associations de surveillance de la qualité de l'air, dont les principaux résultats sont présentés dans ce rapport.

Et pour la première fois, les données recueillies ont pu servir aux experts de la santé pour évaluer les risques d'exposition par inhalation des populations habitant en proximité de ces zones complexes multi-émetteurs. Cette évaluation fait l'objet d'un rapport complémentaire à cette étude (volet « Santé »), édité par la CIRE<sup>6</sup>, indépendamment du présent rapport.

<sup>1</sup> Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

<sup>2</sup> Polluants non encore réglementés ou dont la réglementation est entrée en vigueur récemment

<sup>3</sup> PNSE : Plan National Santé Environnement

<sup>4</sup> PRSE : Plan Régional Santé Environnement

<sup>5</sup> PSQA : Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air

<sup>6</sup> Cellule Interrégionale d'Epidémiologie

## 2. Matériels et méthode

La méthodologie adoptée pour cette étude (choix des composés, localisation des sites, durée des prélèvements, ...) a été proposée par les AASQA ayant compétence sur le territoire de l'étude (ASCOPARG, COPARLY et SUP'AIR).

Certains points de cette méthodologie ont été présentés pour validation lors des réunions du comité technique de pilotage, formé d'experts et acteurs du sujet.

### 2.1. Choix des zones et des sites de mesure

Outre les mesures réalisées sur les stations fixes de mesure, cette étude prévoyait :

- 3 sites de mesures temporaires sur la zone du sud lyonnais
- 2 sites sur la zone de Roussillon
- 3 sites sur la zone du sud grenoblois

Le choix des zones et des sites s'est appuyé sur la connaissance et le recoupement de plusieurs informations :

- données de topographie et climatologie
- densités de population
- localisation des sources d'émissions
- cadastre des émissions
- données des concentrations de polluants
- recensement de plaintes (dispositif « RespiraLyon »,...)
- données de dispersion des émissions (lorsque disponibles)

Dans l'optique de l'exploitation des données pour des études d'impact sanitaire, le choix des zones retenues pour l'implantation des sites a été volontairement limité par la DRASS à un nombre restreint de communes :

- pour la zone « Sud lyonnais » : Pierre-Bénite, Saint-Fons, Vénissieux et Feyzin
- pour la zone « Roussillon » : Roussillon et Péage-de-Roussillon
- pour la zone « Sud Grenoblois » : Pont-de-Claix/Echiroles et Jarrie/Champ-sur-Drac.

Le choix final de l'implantation des sites (cf. cartes suivantes) a été discuté et approuvé par le comité technique de pilotage.

#### **Zone « Lyon-Sud »**

La zone du sud lyonnais est certainement celle où les densités de population, de trafic et d'activités industrielles sont les plus importantes avec, notamment, la présence de nombreuses industries de la chimie et d'une importante raffinerie de pétrole située à l'extrémité sud de la zone, sur la commune de Feyzin.

Trois sites ont été investigués, sur les communes de Pierre-Bénite, Saint-Fons et Vénissieux (quartier des Minguettes).

#### **Zone « Roussillon »**

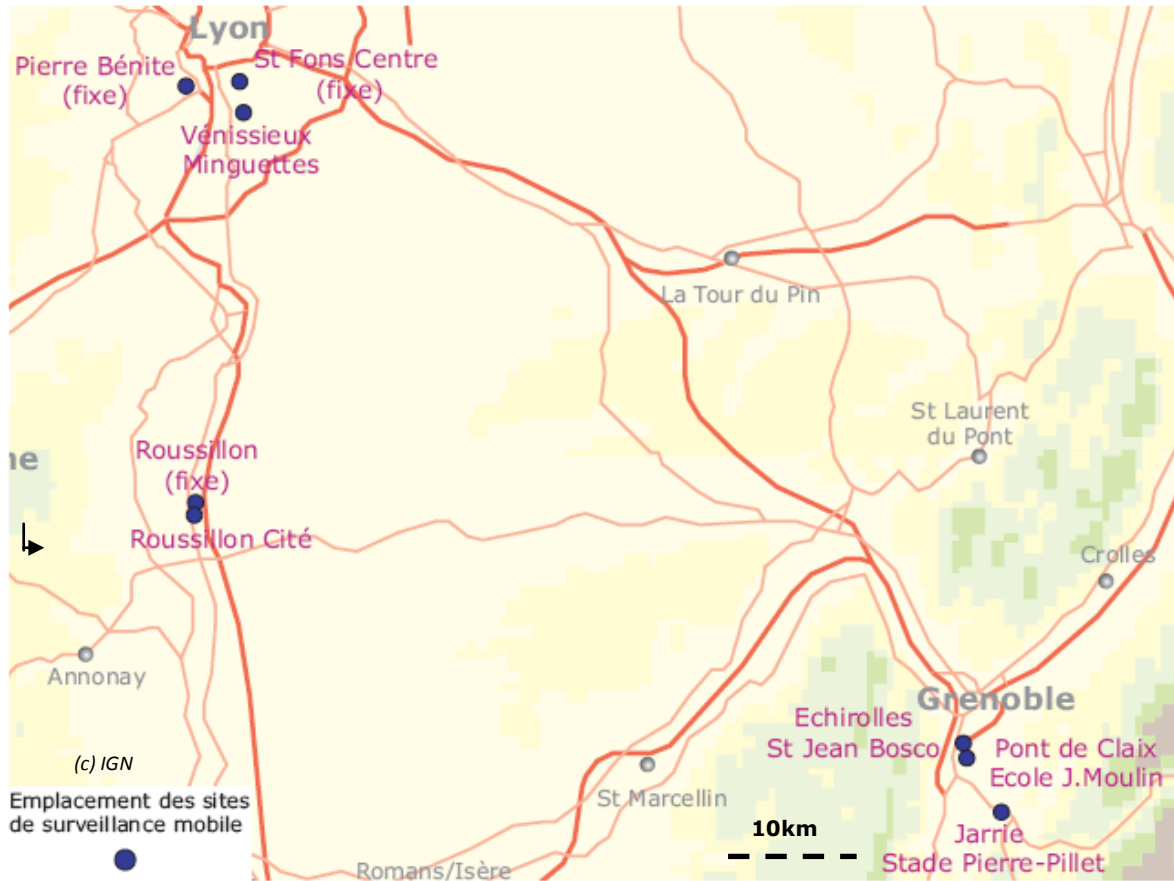
Les deux sites retenus pour cette zone ont été implantés sur la commune de Roussillon : l'un en fond urbain, sur le site fixe du réseau de surveillance de SUP'Air (« Roussillon\_Fixe »), et l'autre dans la cité ouvrière en bordure de la plateforme industrielle et chimique de Roussillon (« Roussillon\_Cité »).

#### **Zone « Grenoble-Sud »**

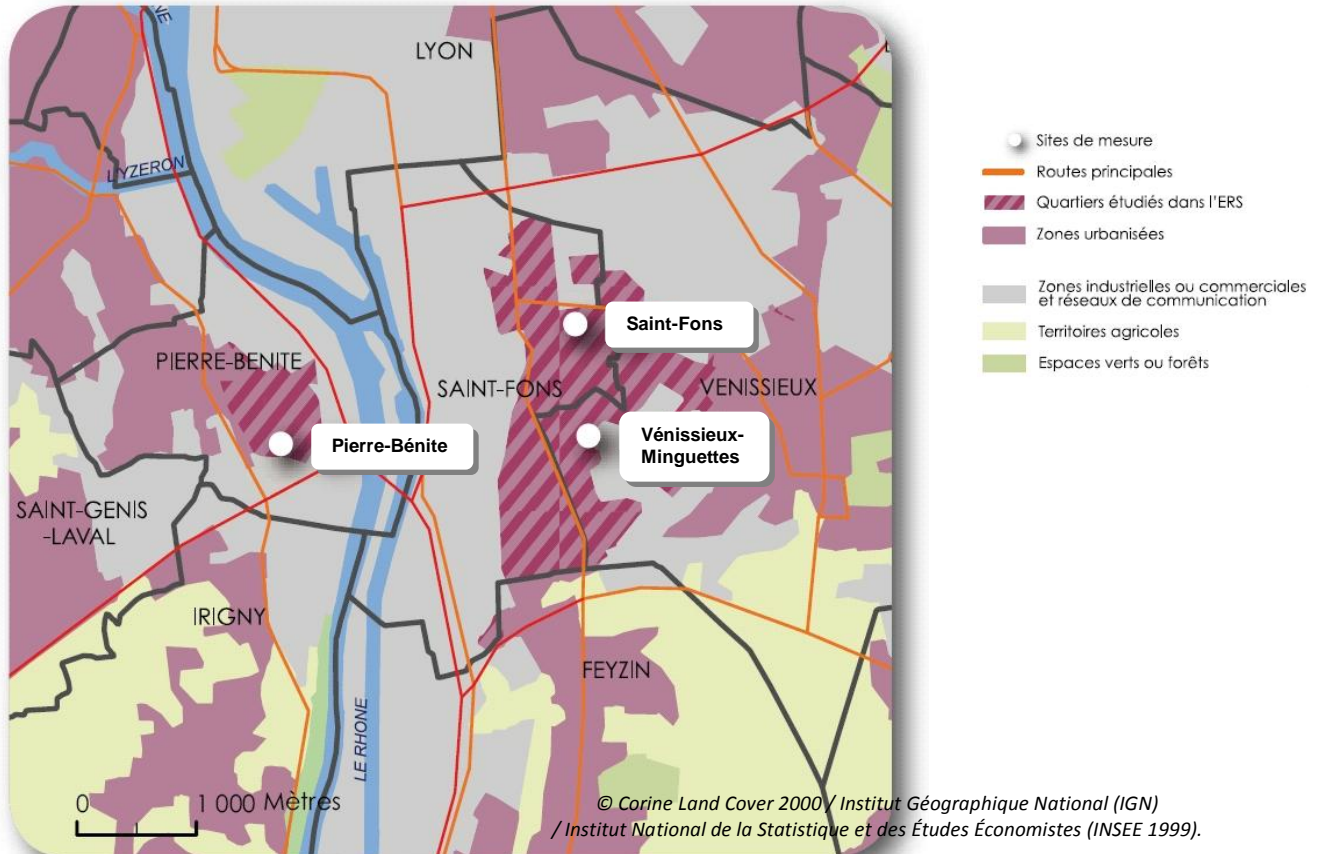
Le sud grenoblois se démarque des deux autres zones par la présence de deux plateformes industrielles et chimiques, sur les communes de Pont-de-Claix et Jarrie, et par un relief important.

Deux sites ont été implantés à proximité de ces deux zones industrielles et un troisième site a été choisi sur la commune d'Echiroles, au nord de Pont-de-Claix, dans un environnement urbain, mais situé à quelques kilomètres de l'autoroute et de la zone d'activités du « Rondeau ».

### Vue globale des 3 zones de l'étude

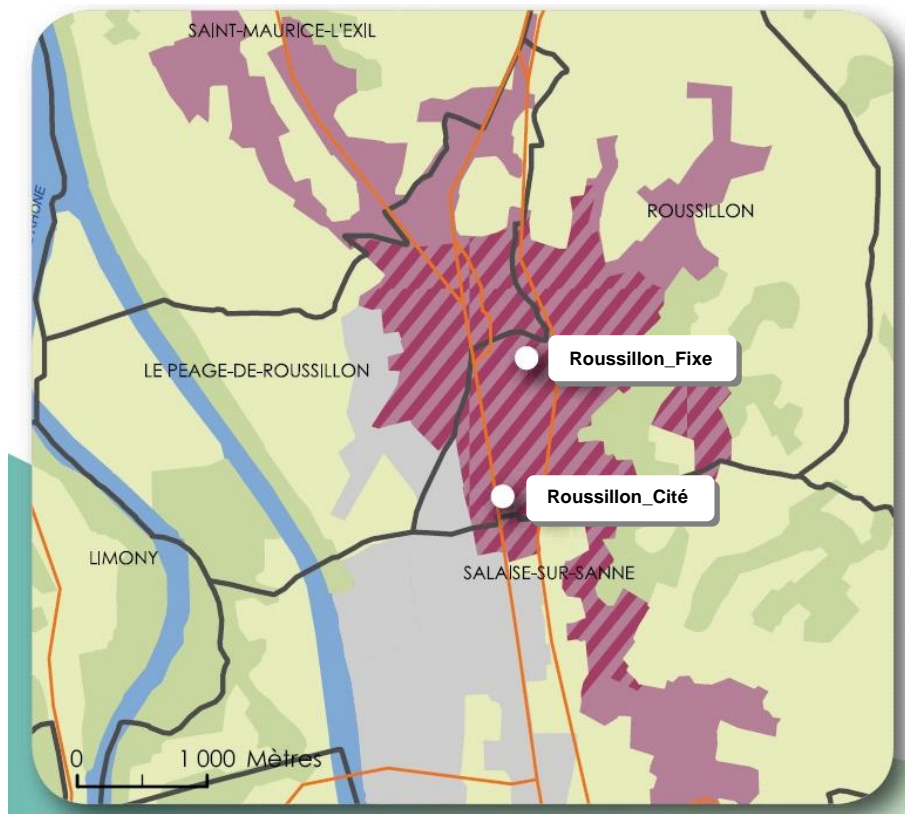


### 3 sites sur la zone « LYON-SUD »



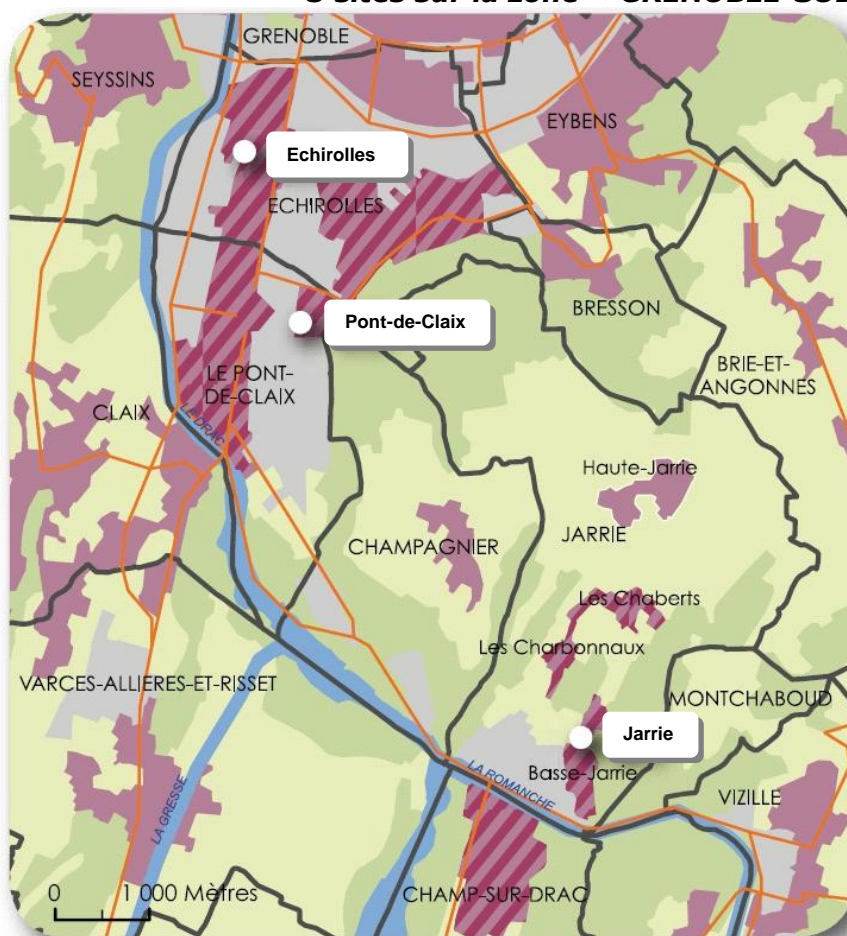


### 2 sites sur la zone « ROUSSILLON »



- Sites de mesure
- Routes principales
- ▨ Quartiers étudiés dans l'ERS
- Zones urbanisées
- Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication
- Territoires agricoles
- Espaces verts ou forêts

### 3 sites sur la zone « GRENOBLE-SUD »



© Corine Land Cover 2000 / Institut Géographique National (IGN) / Institut National de la Statistique et des Études Économistes (INSEE 1999).

## 2.2. Matériels mis en œuvre

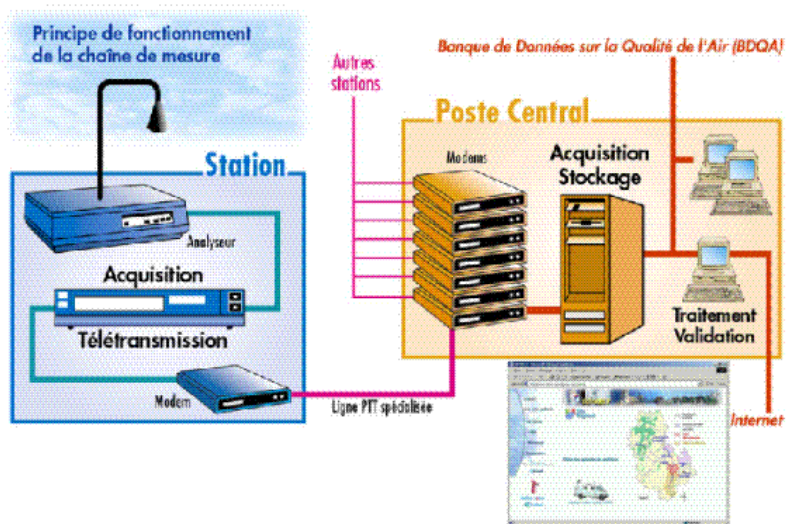
Afin d'estimer l'importance des dépassements de valeurs réglementaires, il est indispensable de disposer de données précises, déclinées dans la mesure du possible sur un pas de temps horaire, comme les mesures réalisées en continu par les analyseurs dans les stations fixes de surveillance de la qualité de l'air.

Pour effectuer des contrôles ponctuels de la qualité de l'air dans le cadre d'une étude, les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air de la région Rhône-Alpes disposent de **laboratoires mobiles** (remorques ou camion), équipés du même type d'analyseurs que ceux utilisés dans les stations fixes.



Ces analyseurs permettent de suivre l'évolution des **principaux polluants réglementés**, tels que les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les poussières ou encore l'ozone, sur une base de temps horaire.

Les résultats sont transmis quotidiennement au poste central informatique via liaison téléphonique dans la banque de données de qualité de l'air.



Afin de compléter ce dispositif, les laboratoires mobiles ont été équipés pour cette étude de plusieurs préleveurs, permettant la mesure d'autres polluants :

<b>Polluants mesurés</b>	<b>Durée du prélèvement</b>	<b>Type de prélèvement</b>
Métaux Lourds (ML)	24h	Filtres (Préleveur bas débit)
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	24h	Filtres + Mousses (Préleveur haut débit)
Aldéhydes (ALD)	8h (10h-18h heure locale)	Prélèvement actif sur cartouches (DNPH)
Composés Organiques Volatils dont composés chlorés (COV)	24h	Prélèvement actif par canister

Après prélèvement, les analyses sont sous-traitées à des laboratoires agréés. Ce type de prélèvement présente l'avantage de pouvoir analyser un grand nombre de polluants simultanément sur une journée de 24h ou bien sur quelques heures, ce qui peut permettre de caractériser des fortes concentrations (périodes de pointe, jours de semaine sensibles,...).



*Prélèvement de COV par Canister*



*Prélèvement d'aldéhydes par cartouches DNPH*



*Préleveur de HAP*



*Préleveur de métaux lourds*

## 2.3. Choix des polluants mesurés

Pour cette étude, il a été nécessaire de cibler les composés à mesurer, satisfaisant à la fois à des critères toxicologiques et réglementaires, ainsi qu'à des contraintes liées aux techniques de mesure et aux coûts des analyses.

Ce choix s'est appuyé sur :

1. La réglementation en air ambiant (Directives Européennes et recommandations OMS)
2. Les objectifs du PNSE et PRSE (liste de polluants à surveiller)
3. La bibliographie (niveaux rencontrés et degrés de toxicité)
4. L'avis des experts de la santé (Comité de pilotage)

### 85 polluants mesurés

- ✓ 5 polluants « classiques » réglementés
- ✓ 6 Métaux Lourds : Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb, Manganèse et Vanadium
- ✓ 7 Aldéhydes, dont le Formaldéhyde
- ✓ 19 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, dont le Benzo(a)pyrène
- ✓ 48 Composés Organiques Volatils :
  - 31 précurseurs de l'ozone, dont le Benzène et le 1,3-Butadiène
  - + 17 composés chlorés, dont le Chlorure de Vinyle Monomère (CVM)

*Plusieurs de ces polluants ont une toxicité reconnue par les différents organismes de santé publique. (La liste détaillée des polluants mesurés est présentée en annexe1)*

#### 2.3.1. Les polluants « classiques » réglementés

Les polluants mesurés par analyseurs retenus pour cette étude sont les principaux polluants réglementés, émis directement par l'activité humaine :

- Le **dioxyde de soufre** [SO<sub>2</sub>]
- Les **oxydes d'azote** [NO, NO<sub>2</sub>]
- Les **particules fines** [PM<sub>10</sub>]

La mesure de ces polluants primaires, réalisée de manière continue, permet une connaissance de l'état de la qualité de l'air sur les zones étudiées, avec des informations sur une échelle plus fine (maxima horaires, profils moyens, roses de pollution,...) que les prélèvements sur 24h.

Sur certains sites, il a également été possible d'ajouter la mesure de l'**ozone** [O<sub>3</sub>], polluant secondaire formé à partir d'un cycle de réactions complexes entre polluants primaires, impliquant notamment les oxydes d'azote et les composés organiques volatils. Ce polluant est considéré comme un traceur de l'activité photochimique dans l'atmosphère.

#### 2.3.2. Les polluants dits « émergents »

Ces polluants sont présentés comme « émergents » car nombre d'entre eux ne sont pas encore réglementés ou bien leur réglementation est entrée en vigueur plus récemment que pour les polluants « classiques ».

Parmi eux, les polluants concernés par cette étude sont :

- des **Métaux Lourds** (ML),
  - des **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques** (HAP)
  - des **Aldéhydes** (ALD)
  - des **Composés Organiques Volatils** (COV)  
(31 précurseurs de l’ozone + 17 composés chlorés)
- A noter que la surveillance des **dioxines et métaux lourds** fait l’objet d’une autre étude (publication en 2008).
- Le **Mercure** (Hg), polluant émis principalement sous forme gazeuse, n’a pas été mesuré dans le cadre des prélèvements de métaux lourds. En revanche, il fait l’objet d’une surveillance continue à Champ-sur-Drac, dans le sud grenoblois, dont une synthèse de résultats est présentée dans ce rapport.

### 2.3.3. Seuils réglementaires à respecter

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes, transcrites ensuite en droit français, qui font intervenir des notions, d’objectif de qualité de l’air, de valeur cible, valeur limite, ou encore de seuils d’information ou d’alerte.

#### **Valeur Guide**

*Niveau minimum à partir duquel des effets sur la santé sont observés (valeur préconisée par les experts de la santé comme l’Organisation Mondiale de la Santé)*

#### **Objectif de Qualité ou Valeur Cible**

*Niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire à long terme les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l’environnement, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.*

#### **Valeur Limite**

*Niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d’éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l’environnement. Ce niveau est à atteindre dans un délai donné, à ne pas dépasser*

#### **Seuils d’information et d’alerte**

*Niveau de concentration de substances polluantes dans l’atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l’environnement et à partir duquel une information à la population doit être donnée (seuil d’information) ou bien même des mesures d’urgence doivent être prises (seuil d’alerte).*

A noter que ces valeurs sont régulièrement réévaluées pour prendre en compte les résultats des études toxicologiques et épidémiologiques.

**Pour les polluants « classiques »**, il existe plusieurs valeurs, calculées sur des pas de temps différents (moyennes annuelles, journalières ou horaires). Elles sont fixées par les directives filles de la directive européenne 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l’évaluation et la gestion de la qualité de l’air ambiant, transcrites en droit français.

Pour exemple, le tableau ci-dessous présente des valeurs à respecter en moyenne annuelle. Les autres valeurs sont présentées pour chaque polluant dans la partie résultats de mesures.

POLLUANTS	VALEUR ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	TYPE
Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )	< 20 < 50	Valeur limite (pour la protection des végétaux) Objectif de qualité
Dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )	< 40 < 46 < 47	Objectif de qualité et valeur limite en 2010 Valeur limite en 2007 Valeur limite en 2006
Poussières ( $\text{PM}_{10}$ )	< 30 < 40	Objectif de qualité Valeur limite
Ozone ( $\text{O}_3$ )	< 40	Valeur limite (pour la protection des matériaux)

**Pour les polluants « émergents »**, en revanche, même si nombre de composés ont une toxicité reconnue pour la santé, il n'existe que très peu de valeurs réglementaires. Certains sont réglementés notamment par la quatrième directive fille européenne 2004/107/CE, qui fixe des valeurs cibles pour les métaux lourds et les HAP. D'autres ne possèdent que des valeurs guides, préconisées par des organismes de santé publique comme l'OMS<sup>1</sup> ou l'AFFSET<sup>2</sup>.

Le tableau suivant présente les valeurs recensées pour 14 polluants sur l'ensemble des 80 composés mesurés dans cette étude :

			Valeurs de références			
			Long terme	Moyen et court terme		
Unité	Famille	Polluant	1 an	7j	24h	2h
$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	COV	Benzène	5 - 2			
		1,3-Butadiène	2,25			
		Dichlorométhane		450	3000	
		1,2-Dichloroéthane			700	
		Tétrachloroéthylène	250			
		Toluène		260		
$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$	Aldéhydes	Formaldéhyde	10			50
	Métaux Lourds	Arsenic	6			
		Cadmium	5			
		Nickel	20			
		Plomb	500 - 250			
		Manganèse	150			
	Vanadium			1000		
HAP	Benzo(a)pyrène	1				

#### Légende

5	Valeur limite
6	Valeur cible
2	Objectif de qualité de l'air
450	Valeur guide (OMS)
10	Valeur guide air intérieur (AFFSET)

<sup>1</sup> Organisation Mondiale de la Santé

<sup>2</sup> Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

## 2.4. Méthodologie adoptée

### 2.4.1. Nombre et durée des mesures :

#### Polluants « émergents » (ML, HAP, ALD, COV)

6% à 14%

Dans le cadre de la quatrième directive fille européenne (Directive 2004/107/CE) :

6% : pourcentage minimum annuel de durée de mesure admissible pour une évaluation de la qualité de l'air

14% : pourcentage minimum requis pour la surveillance des métaux lourds et HAP.

**10%**

**Objectif visé** dans le cadre de cette étude pour **tous les prélèvements** des polluants émergents.

#### Polluants « classiques » (NOx, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et O<sub>3</sub>)

**8 semaines (14%)**

La directive européenne du 22 avril 1999, requiert un minimum de **8 semaines de mesures** également réparties dans l'année pour être représentatives de la qualité de l'air d'un site donné et permettre une **comparaison avec les normes en vigueur**.

L'objectif de 14% sur une année étant difficile à atteindre dans le cadre de cette étude (en raison des contraintes techniques et budgétaires), un objectif intermédiaire de 10% a été choisi avec 36 prélèvements sur chaque site.

La méthodologie adoptée a été basée sur une répartition des mesures par saison :

- **4 campagnes de mesures dans l'année**, sur des périodes de 3 semaines
- avec **9 prélèvements par campagne** (36 prélèvements/site x 8 sites, soit près de 300 analyses)
- et avec, dans la mesure du possible, **des prélèvements réalisés simultanément sur tous les sites d'une même zone**, afin de permettre une meilleure corrélation et comparaison des mesures entre elles.

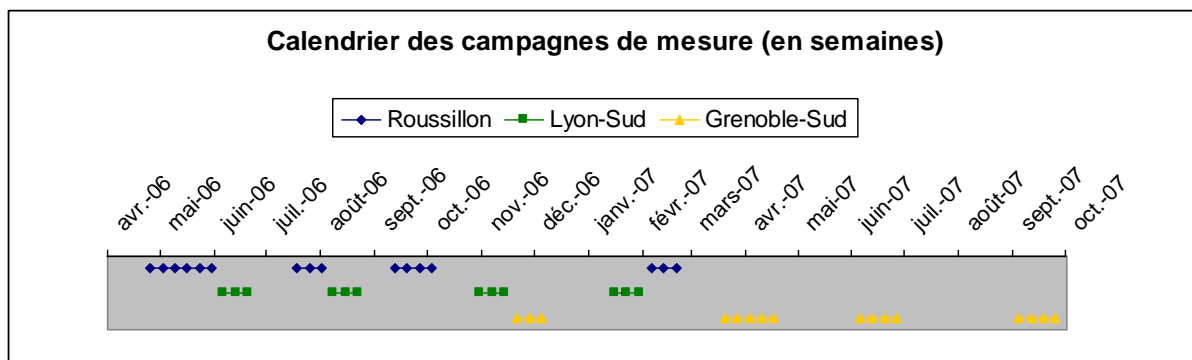
**Tableau récapitulatif du nombre de mesures programmées**

Type de mesures	Nb de sites de mesures	Durée par campagne	Nb de campagnes	Objectif de représentativité des mesures sur l'année (%)
Mesures en continu (SO <sub>2</sub> , NOx, PM <sub>10</sub> )	3 (Lyon-Sud, Grenoble-Sud)	3 semaines	4	23 %
Prélèvements Métaux Lourds		9 x 24h	4	10 %
Prélèvements HAP	ou 2 (Roussillon)	9 x 24h	4	10 %
Prélèvements COV		9 x 24h	4	10 %
Prélèvements Aldéhydes		9 x 8h	4	10 %

## 2.4.2. Calendrier des mesures

Sur l'ensemble de l'étude, plusieurs dysfonctionnements sont survenus sur les différents analyseurs ou préleveurs des laboratoires mobiles. Une liste des problèmes les plus notables est présentée en annexe 2.

De ce fait, la durée de certaines campagnes de mesures a été allongée afin d'obtenir un nombre suffisant de prélèvements et atteindre les objectifs fixés pour l'étude.



Campagnes Roussillon	Date Début	Date Fin	Saison
1	24/04/2006	05/06/2006	Printemps (2006)
2	17/07/2006	04/08/2006	Été (2006)
3	15/09/2006	13/10/2006	Automne (2006)
4	05/02/2007	26/02/2007	Hiver (2007)
Année de référence	01/04/2006	31/03/2007	2006-2007

Campagnes Lyon-Sud	Date Début	Date Fin	Saison
1	06/06/2006	29/06/2006	Printemps (2006)
2	07/08/2006	31/08/2006	Été (2006)
3	31/10/2006	22/11/2006	Automne (2006)
4	16/01/2007	05/02/2007	Hiver (2007)
Année de référence	01/04/2006	31/03/2007	2006-2007

Campagnes Grenoble-Sud	Date Début	Date Fin	Saison
1	24/11/2006	18/12/2006	Hiver (2006)
2	22/03/2007	26/04/2007	Printemps (2007)
3	07/06/2007	04/07/2007	Été (2007)
4	06/09/2007	28/09/2007	Automne (2007)
Année de référence	01/11/2006	31/10/2007	2006-2007

Sur l'ensemble de l'étude, plusieurs dysfonctionnements sont survenus sur les différents analyseurs ou préleveurs des laboratoires mobiles. Les plus notables sont les suivants :

### ▪ Préleveurs HAP et métaux lourds

Plusieurs problèmes sont survenus sur les préleveurs HAP et métaux lourds lors de leur première utilisation pour la campagne de mesures à « Roussillon ». Cette dernière a donc été immédiatement reprogrammée pour 3 semaines supplémentaires avec de nouveaux prélèvements pour tous les polluants.

### ▪ Résultats d'analyse des Métaux Lourds

Pour les zones « Lyon-Sud » et « Roussillon », en raison d'un dysfonctionnement avec le laboratoire d'analyse externe, les analyses de Manganèse et Vanadium n'ont débuté qu'à partir de la 2<sup>ème</sup> campagne de mesures (Été).



▪ **Résultats d'analyse des HAP**

Sur le site de Saint-Fons, pour toute la période estivale, les volumes des prélèvements n'ont pas pu être récupérés sur le préleveur. Aucun résultat d'analyse n'a donc pu être exploité sur cette période, d'où le faible taux de représentativité sur ce site (7%).

Cependant, au vu des valeurs peu élevées mesurées sur les autres sites durant cette période, la moyenne de ce site sur l'ensemble des prélèvements des 3 saisons restantes a été considérée comme comparable à une moyenne annuelle.

▪ **Analyseur de particules (PM<sub>10</sub>)**

L'exploitation des mesures de « Grenoble-Sud » a mis en évidence un dysfonctionnement de l'analyseur de particules PM<sub>10</sub> du laboratoire mobile utilisé sur le site de Pont-de-Claix pour les deux premières campagnes d'hiver et de printemps, entraînant l'invalidation des données a posteriori. Le taux de fonctionnement étant inférieur à 50%, aucune exploitation des données de particules n'a été possible sur l'ensemble de l'année pour ce site.

▪ **Paramètres météorologiques**

Au cours de l'exploitation des mesures sur les zones de « Lyon-Sud » et « Roussillon », un problème de configuration a été mis en évidence sur le calcul vectoriel des vitesses et directions de vent, sur certaines stations du réseau fixe et plusieurs laboratoires mobiles, dont les trois utilisés dans cette étude. Toutes les mesures des ces deux paramètres ont dû être invalidées depuis le début de l'étude jusqu'en avril 2007.

En conséquence, l'exploitation des mesures de toutes les campagnes a été réalisée avec les données d'une station météorologique de référence la plus représentative pour chaque zone (Météo-France ou réseau fixe ; cf. paragraphes suivants).

### 3. Représentativité des mesures

#### 3.1. Représentativité en nombre de jours de mesures

➤ **Analyseurs en continu**

Zone	Nb de Jours de mesures	Représentativité sur 1 an (%)
Lyon-Sud	93	25%
Roussillon	113	31%
Grenoble-Sud	112	31%

Pour les polluants « classiques », les taux de représentativité des mesures en continu sont nettement supérieurs à l'objectif fixé par la Directive Européenne (14%).

Ceci permet donc une **bonne comparaison des valeurs mesurées vis-à-vis des valeurs réglementaires**, sur les 3 zones étudiées.

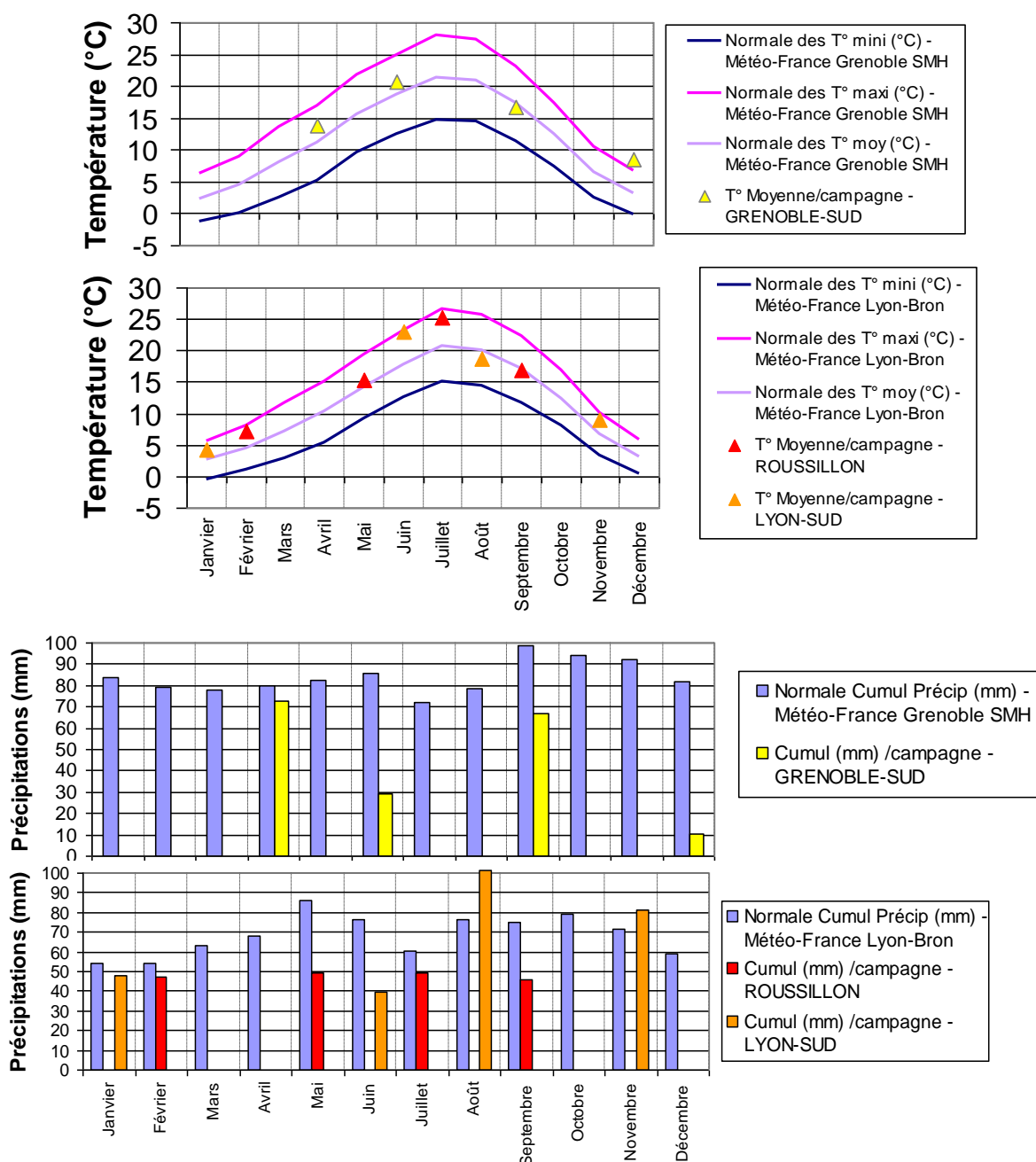
➤ **Prélèvements**

ZONE	SITE	% représentativité / an (Nb de prélèvements)			
		Métaux Lourds ML	Hydrocarbures HAP	Aldéhydes ALD	Composés Organiques Volatils COV
Roussillon	Roussillon_Cité	10% (36)	9% (33)	10% (36)	10% (35)
Roussillon	Roussillon_Fixe	9% (34)	9% (34)	10% (35)	10% (35)
Lyon-Sud	Pierre-Bénite	10% (37)	9% (34)	10% (36)	9% (33)
Lyon-Sud	Saint-Fons	9% (33)	7% (24)	10% (36)	9% (33)
Lyon-Sud	Vénissieux-Minguettes	10% (36)	9% (34)	10% (36)	9% (33)
Grenoble-Sud	Jarrie	10% (36)	9% (33)	12% (42)	10% (38)
Grenoble-Sud	Pont-de-Claix	10% (36)	10% (37)	12% (44)	11% (39)
Grenoble-Sud	Echirrolles	9% (34)	10% (37)	12% (43)	10% (38)

Le nombre de prélèvements réalisés sur chacun des sites est bien **conforme aux objectifs fixés pour cette étude** (taux de représentativité de 10%).

## 3.2. Représentativité vis-à-vis des conditions météorologiques

### 3.2.1. Comparaison aux normales saisonnières (données Météo-France)



Les concentrations maximales des polluants primaires sont souvent observées durant la période hivernale, avec des conditions climatiques peu favorables à la dispersion atmosphérique (voir plus loin). Sur les 3 zones, les températures hivernales 2006-2007 ont été plus douces que les normales<sup>1</sup> saisonnières. Sur la zone de Grenoble, cette période a été en plus marquée par de très faibles précipitations.

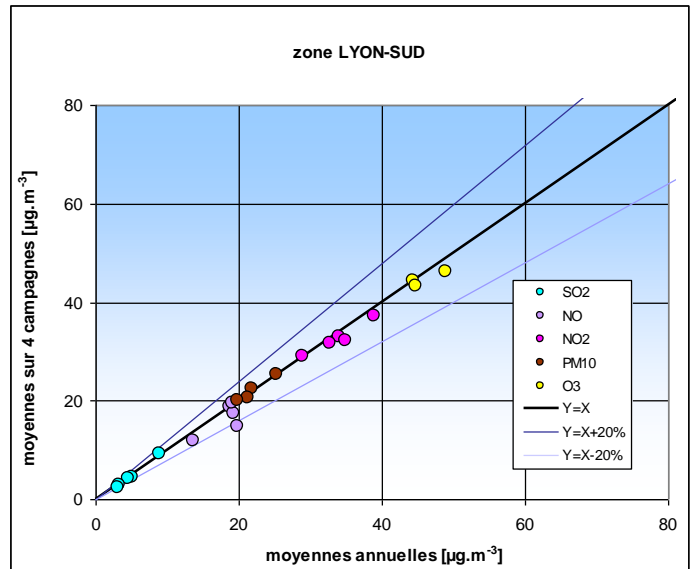
Les zones de Roussillon et Lyon-Sud ont connu de fortes températures en juin et juillet 2006, propices à la photochimie et la formation d'ozone. Le mois d'août était en revanche beaucoup plus pluvieux sur Lyon-Sud. La période estivale sur la zone de Grenoble-Sud (Juin 2007) a été quant à elle plutôt sèche et légèrement plus chaude que la normale.

<sup>1</sup> Statistiques calculées sur les 30 dernières années (de 1970 à 2000) : données Météo-France de « Saint-Martin-d'Hères » pour la zone de Grenoble et de « Lyon-Bron » pour les zones de Lyon et Roussillon.

### 3.2.2. Représentativité des mesures vis-à-vis des variations climatiques

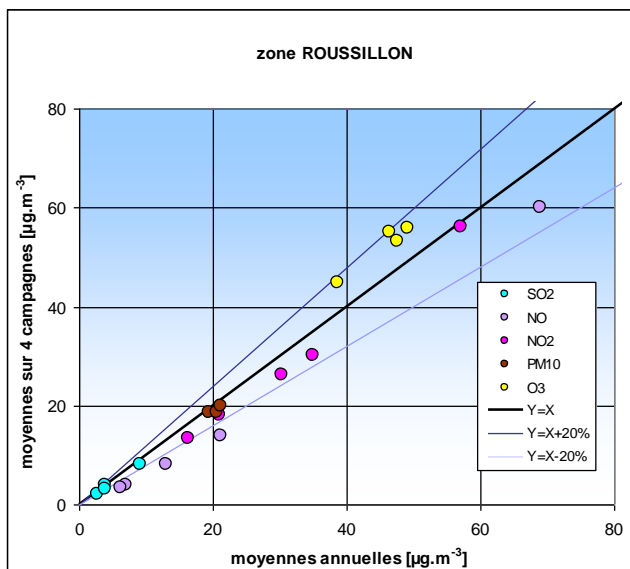
Les sites fixes des réseaux de surveillance, par rapport aux laboratoires mobiles, offrent des mesures en continu tout au long de l'année. Sur ces sites, il est donc possible de calculer aussi bien la moyenne sur les dates de 4 campagnes de mesure (moyenne partielle des laboratoires mobiles), que la moyenne sur les 4 saisons entourant les campagnes (moyenne annuelle réelle).

La comparaison de ces deux moyennes sur des sites de typologie différentes (avec par conséquent, des concentrations moyennes différentes) permet ainsi d'estimer la représentativité des campagnes de mesure vis-à-vis des variations climatiques saisonnières.

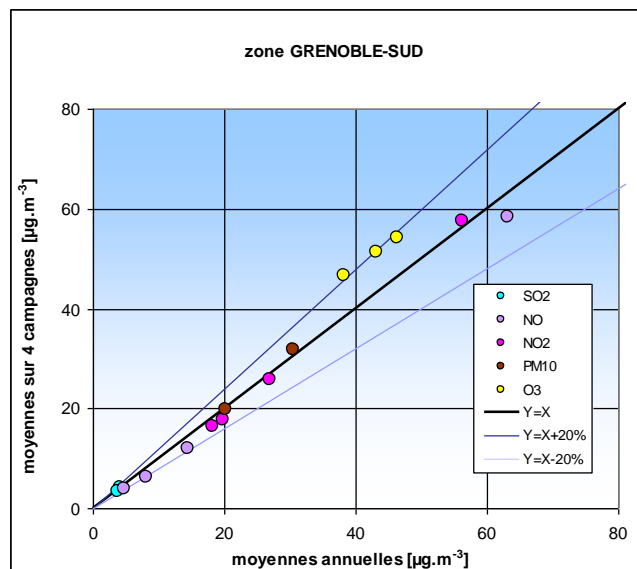


Sur la zone « Lyon-Sud », la représentativité est très bonne sur l'ensemble des polluants, y compris pour l'ozone.

La période estivale pluvieuse (août) a compensé les valeurs élevées de la période ensoleillée au printemps (mai-juin), de sorte que la moyenne sur les 4 saisons est proche de la valeur moyenne annuelle.



Sur la zone « Roussillon », les concentrations légèrement plus élevées pour l'ozone et plus basses pour les oxydes d'azote s'expliquent notamment par une activité photochimique très importante durant la période estivale (juillet 2006) qui n'a a priori pas été compensée par les niveaux de la période hivernale.



Sur la zone « Grenoble-Sud », l'écart plus important pour l'ozone peut s'expliquer par l'ensoleillement et les températures douces de la période hivernale.

- Ces graphes montrent **une représentativité des mesures globalement bonne sur les 3 zones d'étude vis-à-vis des variations météorologiques.**

### 3.2.3. Conditions de dispersion

La **stabilité atmosphérique**, avec notamment le phénomène d'**inversion thermique**, et la **vitesse du vent** sont les deux paramètres qui caractérisent le mieux les conditions de dispersion des polluants, sur le plan vertical pour le premier et horizontal pour le second.

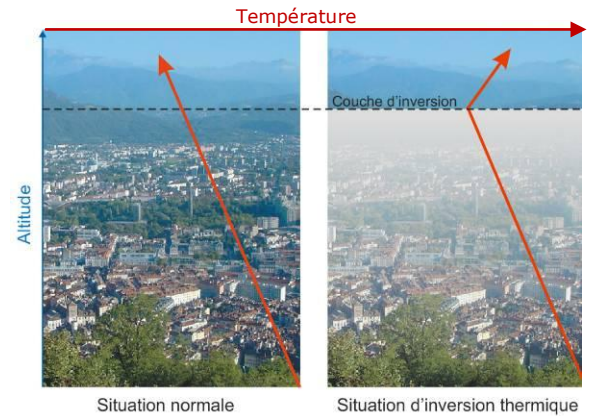
#### L'inversion thermique

En situation normale, la température décroît avec l'altitude. L'air chaud contenant les polluants au niveau du sol se disperse verticalement.

En condition d'inversion de température ou inversion thermique, le sol s'est refroidi de façon importante pendant la nuit (rayonnement terrestre nocturne notamment).

La température à quelques centaines de mètres d'altitude est donc supérieure à celle mesurée au niveau du sol. Les polluants se trouvent alors bloqués sous une "couche d'inversion" qui joue le rôle de couvercle thermique.

Si, au même moment, il n'y a pas de vent, les taux de pollution augmentent dans des proportions importantes.



Pour étudier l'influence de ces paramètres dans le jeu de données de cette étude, chaque journée a été catégorisée selon 3 classes qualifiant la stabilité atmosphérique à partir de la différence entre la température en altitude et la température au sol<sup>1</sup> :

- INSTABLE : conditions favorables à la dispersion verticale
- NEUTRE : atmosphère neutre (gradient de T° compris entre 1° et -0.6°)
- STABLE: conditions peu favorables à la dispersion verticale (inversion thermique importante)

De même, pour la vitesse du vent (notée VV), 2 classes ont été distinguées en fonction de la vitesse moyenne sur la journée<sup>2</sup> :

- VV\_faible : Vitesse moyenne  $\leq 1\text{m.s}^{-1}$  (pas ou peu de dispersion horizontale)
- VV\_significatif : Vitesse moyenne  $> 1\text{m.s}^{-1}$  (bonne dispersion horizontale)

Les polluants ont généralement tendance à s'accumuler les jours où l'atmosphère est stable, avec une forte inversion thermique, d'autant plus que la vitesse de vent est souvent faible ces jours là.

Les jours où la stabilité atmosphérique est neutre, la dispersion est majoritairement régulée par la vitesse du vent.

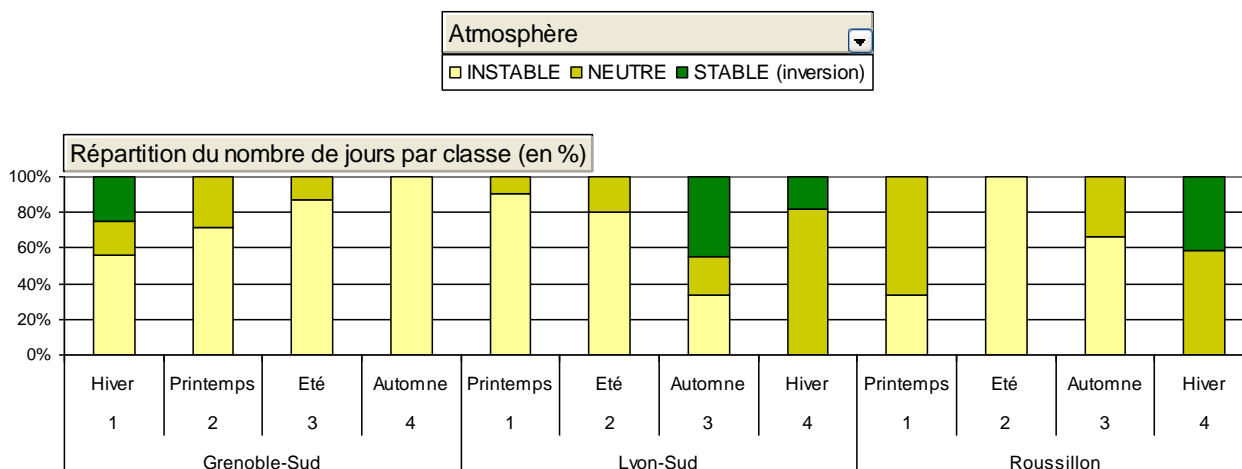
Les jours d'instabilité atmosphérique, les polluants sont généralement bien dispersés verticalement, mais il est possible d'observer des concentrations plus ou moins élevées si le vent est faible.

<sup>1</sup> Stabilité calculée à partir du gradient de température (en matinée) entre un point en altitude et le sol, à partir des données Météo-France de Lyon-Saint-Exupéry pour les zones de « Lyon-Sud » et « Roussillon » et des stations Météorologiques Ascoparg de Peuil-de-Claix et Pont-de-Claix pour la zone « Grenoble-Sud ».

<sup>2</sup> Calcul vectoriel à partir des données des stations : « Lyon-Bron » (Météo-France) pour la zone « Lyon-Sud », « EDF St-Alban » (Météo-France) pour la zone de « Roussillon » et « Pont-de-Claix » (Ascoparg) pour la zone de « Grenoble-Sud ».

Le graphe suivant présente la répartition du nombre de journées selon les classes d'atmosphère ou classes de vent, pour les 4 campagnes de mesures sur les 3 zones de l'étude :

### Stabilité atmosphérique par zone et en fonction des saisons



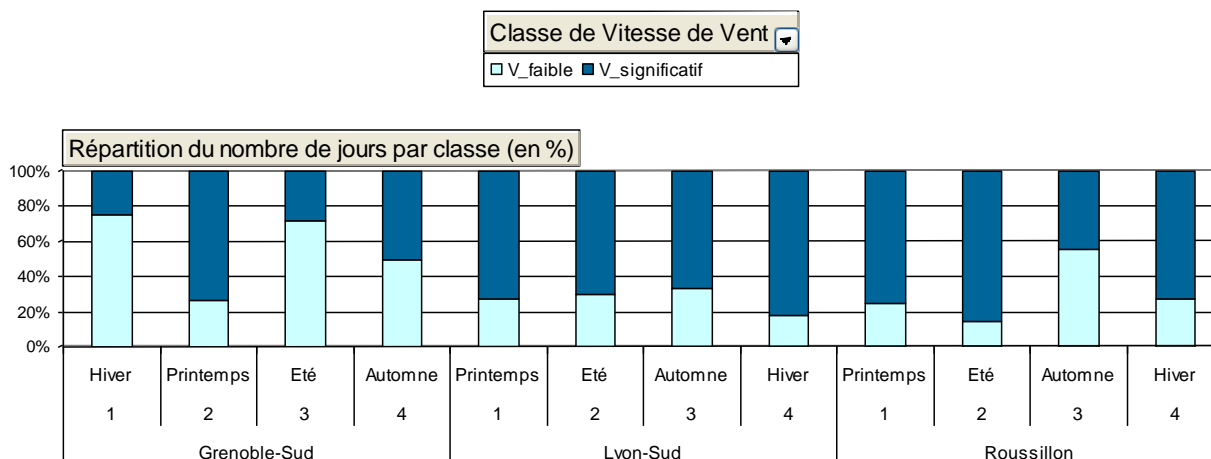
#### Commentaires :

Toutes zones : Comme généralement constaté, la saison hivernale est la plus propice à l'observation d'inversions thermiques.

Zone de « Lyon-Sud » : les journées avec une atmosphère stable (i.e. avec inversion) ont été plus nombreuses pour la campagne d'automne (oct.-nov. 2006) que la campagne d'hiver (janv.-fév. 2007).

Zone de « Roussillon » et « Grenoble-Sud » : les inversions thermiques ont toutes eu lieu en hiver ; elles ont été les moins nombreuses sur la zone de « Grenoble-Sud ».

### Vitesses de vent par zone et en fonction des saisons



#### Commentaires :

Zone de « Grenoble-Sud » : les vitesses de vents ont été faibles la majorité du temps, à l'exception du printemps ; ceci est lié en grande partie au relief important de cette zone d'étude, située dans le sud du « Y grenoblois ».

Zones de « Lyon-Sud » et « Roussillon » : situées dans l'axe de la vallée du Rhône, ces 2 zones connaissent des vents avec des vitesses plus importantes.

### 3.2.4. Direction du vent

#### Remarques préalables

A proximité d'une source ponctuelle (usine, cheminée,...) ou d'un axe routier principal, les valeurs mesurées dépendent de la direction prise par le vent lors de la mesure. Cependant, dans le cadre de cette étude, l'analyse de ce paramètre est rendu complexe par le fait que :

- La source d'un polluant donné n'est pas forcément unique ou ponctuelle
- Sur 24h de mesure, la direction du vent (et la vitesse) peut varier considérablement
- Lorsque la vitesse du vent est faible, la direction indiquée par la girouette n'a pas de réelle signification
- Les données de vent locales recueillies sur chaque site ont été inexploitable et remplacées par celles d'une station de référence par zone (cf. « dysfonctionnements »)

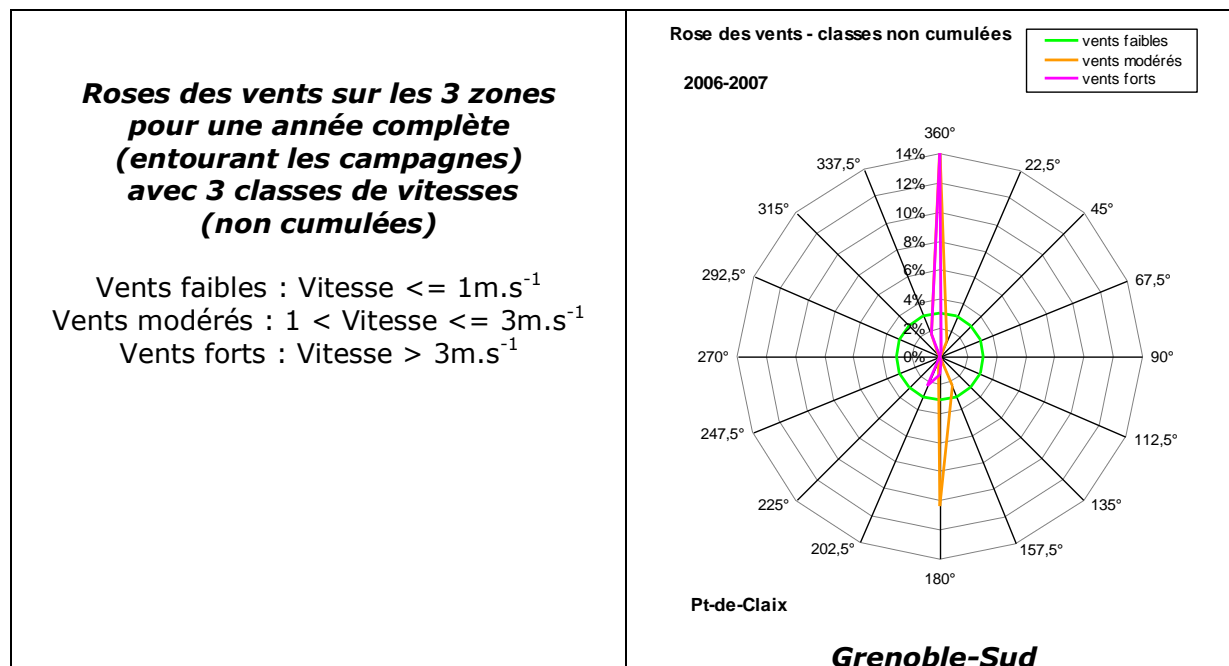
#### Deux directions de vents dominants : Nord et Sud

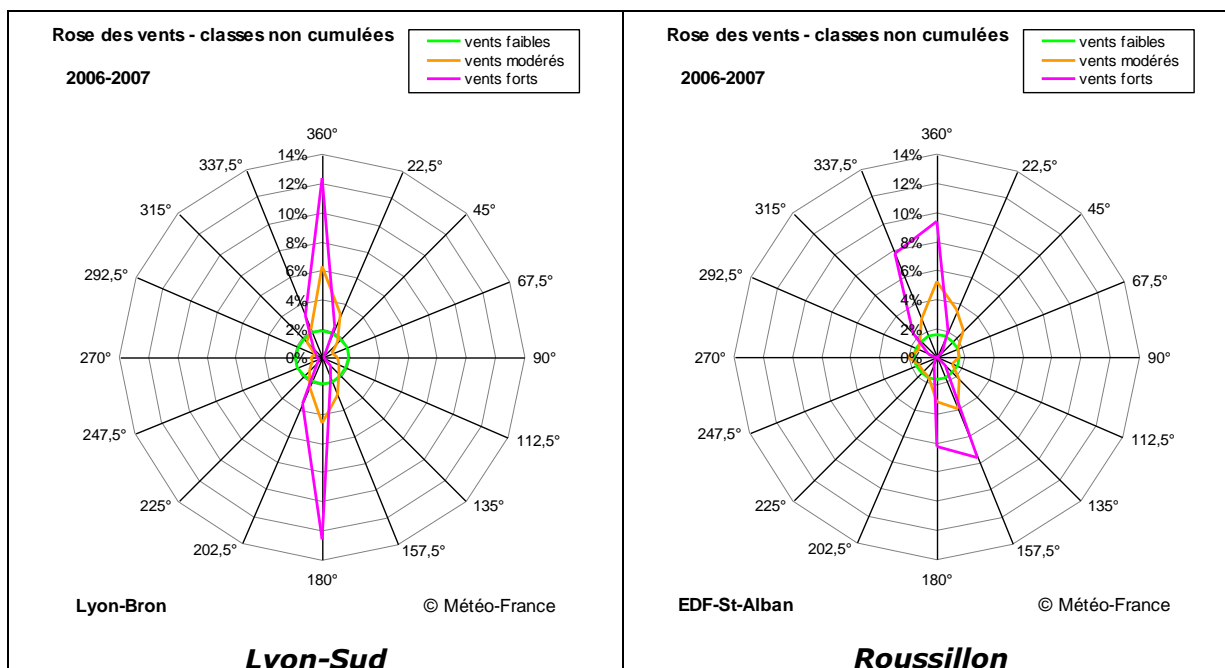
La direction moyenne du vent a été calculée par journée en tenant compte de la vitesse (calcul vectoriel). Trois classes de vents « dominants » ont été distinguées, sur la base de la classification étudiée précédemment, avec la classe des vents « faibles » et deux directions pour les vents significatifs:

- V\_faible : vitesse de vent  $\leq 1 \text{ m.s}^{-1}$  (aucune direction privilégiée)
- V\_Nord : vitesse  $> 1 \text{ m.s}^{-1}$  et direction  $< 90^\circ$  ou  $> 270^\circ$  (hémisphère nord)
- V\_Sud : vitesse  $> 1 \text{ m.s}^{-1}$  et direction comprise entre  $90^\circ$  et  $270^\circ$  (hémisphère sud)

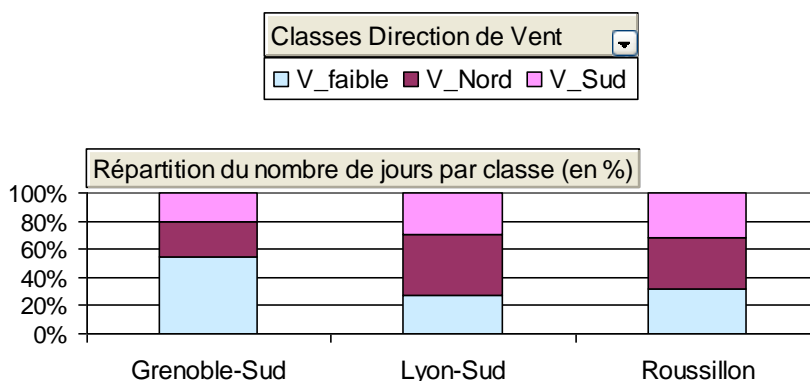
Ce choix de classification avec uniquement deux directions se justifie par le fait que :

- Les vents du quart Ouest ou Est sont en majorité enregistrés avec des vitesses de vent « faibles » (inférieures à  $1 \text{ m.s}^{-1}$  ou  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ ) ou bien une direction très proche du quart de quadrant nord ( $360^\circ \pm 45^\circ$ ) ou sud ( $180^\circ \pm 45^\circ$ ).
- Ces deux directions correspondent aux vents dominants mesurés généralement sur les deux zones de la vallée du Rhône, mais également sur la station de référence à Pont-de-Claix sur zone de « Grenoble Sud » (voir roses des vents ci-dessous).
- Enfin, ce choix permet d'obtenir un nombre suffisamment représentatif de valeurs dans chaque classe (voir répartition des classes ci-après).





**Répartition des classes de Direction de vent par zone sur les 4 saisons**



Comme vu précédemment, la zone de « Grenoble-Sud » se distingue par une classe de vents faibles plus importante.

A noter que sur les 3 zones, les vents de nord sur l'ensemble des 4 campagnes ont été légèrement plus nombreux que les vents de sud.

**NB :** L'étude de ce paramètre a été menée principalement sur les sites et les polluants pour lesquels les analyses montrent des singularités (valeurs « remarquables »), pour mettre en évidence des sources potentielles.

Cependant, il faut bien avoir à l'esprit la difficulté de l'exercice qui consiste à essayer de trouver l'origine de sources dont les émissions ponctuelles sont souvent limitées dans le temps (de l'ordre d'une à quelques heures), à partir de résultats de mesures sur 24h et représentatifs de seulement 10% de l'année.

## 4. Résultats des polluants « classiques »

La réglementation, française et européenne, fixe des seuils pour plusieurs polluants gazeux, dont le dépassement peut engendrer des risques pour la santé humaine, affecter les écosystèmes ou dégrader des matériaux.

Les valeurs de ces seuils et les actions à mener varient en fonction des polluants et de la durée d'exposition considérée.

En général, les dépassements observés des seuils calculés sur des valeurs moyennes horaires (niveaux d'information et d'alerte) demandent un délai de réaction très court, et sont gérés par des dispositifs préfectoraux.

Les décisions pour intervenir sur les dépassements de valeurs moyennes annuelles (valeurs limites et objectifs de qualité de l'air) sont prises sur le long terme au niveau de l'agglomération, du département ou de la région (Plans Régionaux de la Qualité de l'Air, Plans de Protection de l'Atmosphère, Plans de Déplacements Urbains...).

La situation des niveaux mesurés vis-à-vis de ces valeurs réglementaires est présentée polluant par polluant, pour l'ensemble des 3 grandes zones étudiées.

### **Remarques générales pour la lecture des tableaux :**

Les données de moyennes annuelles, maxima journaliers et maxima horaires sont présentées pour l'ensemble des 4 campagnes de mesure.

Sur les sites fixes équipés d'une mesure en continue, elles ont également été calculées sur une année complète entourant les 4 campagnes.

Ceci concerne les sites de :

- St-Fons-Centre, pour toutes les mesures (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>)
- Pierre-Bénite, uniquement pour la mesure du SO<sub>2</sub>
- Roussillon-Fixe, pour toutes les mesures (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>)

Afin de les différencier, les valeurs calculées sur une année sont soulignées dans les tableaux qui suivent.

Pour visualiser le dépassement ou non des valeurs réglementaires, le code de couleurs suivant est utilisé (les valeurs des chiffres sont données pour exemple):

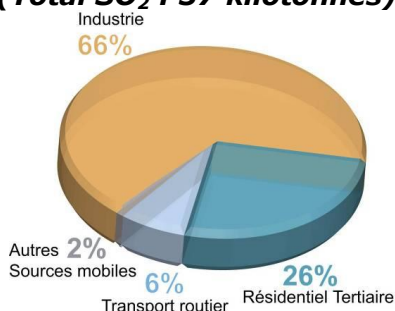
<b>4</b>	<b>Pas de dépassement</b> observé
<b>298</b>	Valeur en <b>limite de dépassement</b> (entre 80% et 100% d'un seuil réglementaire)
<b>360</b>	<b>Dépassement observé</b> d'un seuil réglementaire



## 4.1. Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

### 4.1.1. Emissions

**Répartition des émissions en dioxyde de soufre par secteur d'activité sur la région Rhône-Alpes (Total SO<sub>2</sub> : 37 kilotonnes)<sup>1</sup>**



L'industrie reste la source principale des émissions de dioxyde de soufre sur la région, mais au vu des progrès réalisés dans la filtration des composés soufrés à la source, de la baisse du taux de soufre dans le fuel et du transfert progressif de ce combustible vers le gaz, ce polluant est de moins en moins considéré comme véritable traceur de l'activité industrielle. Les mesures continues en proximité industrielle montrent généralement des valeurs faibles, avec quelques pointes horaires élevées, liées souvent à de fortes émissions durant de mauvaises conditions de dispersion.

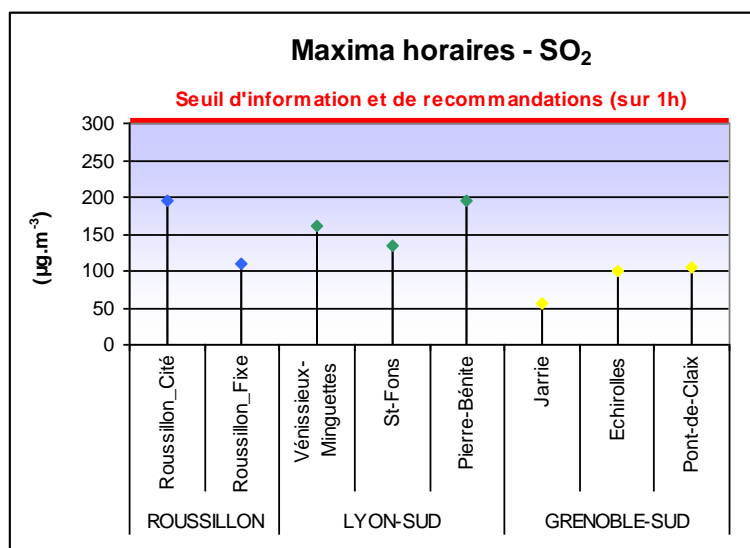
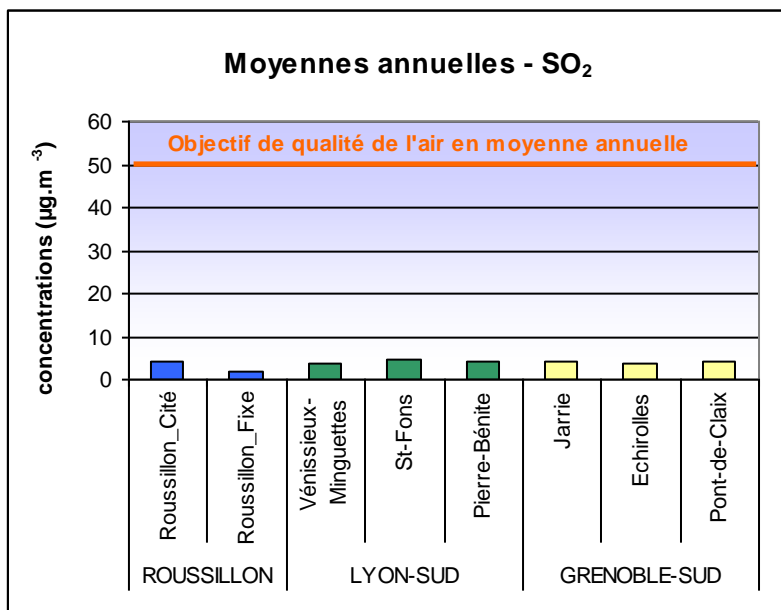
### 4.1.2. Comparaison des résultats à la réglementation

DIOXYDE DE SOUFRE - SO <sub>2</sub>				ZONE LYON-SUD			ZONE ROUSSILLON		ZONE GRENOBLE-SUD		
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m <sup>-3</sup> )	Année d'application	Statistique Pour le calcul du dépassement	Vénissieux-Minguettes	St-Fons-Centre	Pierre-Bénite	Roussillon-Cité	Roussillon-Fixe	Jarrie	Echirolles	Pont-de-Claix
Valeur limite (protection de la végétation)	20	2001	Moyenne annuelle	4	5	4	4	2	4	4	4
Objectif de qualité	50	2001			<u>5</u>	<u>5</u>		<u>3</u>			
Valeur limite	125	2001	Maximum journalier	14	22	22	27	8	17	16	24
						<u>84</u>	<u>63</u>		<u>23</u>		
Valeur limite	350	2005	Maximum horaire	160	133	194	195	109	57	99	104
Seuil d'information	300	1999			<u>260</u>	198		<u>109</u>			
Seuil d'alerte	500 (sur 3h)	1999									

*Rappel : les valeurs soulignées correspondent au calcul sur une année complète*

<sup>1</sup> Cadastre émissions 2003 (version 2006-1 Copyright ASCOPARG-COPARLY-SUP'AIR)

**Aucun dépassement de seuil** réglementaire sur aucune zone n'a été constaté pour l'ensemble des 4 campagnes.



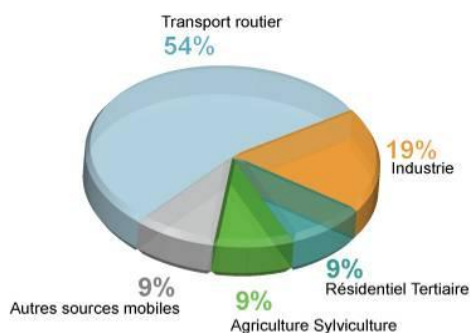
Les valeurs ont été relativement faibles dans l'ensemble, avec quelques pointes horaires, observées notamment sur les deux zones de la vallée du Rhône « Lyon-Sud » et « Roussillon », mais comparables à des valeurs mesurées sur d'autres sites en proximité industrielle (comme Feyzin).

Sur la zone de « Grenoble-Sud » : aucun niveau élevé notable n'a été relevé sur les 112 jours de mesures réalisés

## 4.2. Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

### 4.2.1. Emissions

**Répartition des émissions en oxydes d'azote par secteur d'activité sur la région Rhône-Alpes (Total NOx : 115 kilotonnes)<sup>1</sup>**



Les oxydes d'azote sont formés lors des combustions de carburants et combustibles fossiles. En Rhône-Alpes, les transports représentent une large part des émissions (54%) et les sources ponctuelles (installations de combustion, industries, procédés industriels...) sont responsables de 19%.

Bien que l'équipement des automobiles par des pots catalytiques favorise une diminution unitaire des émissions d'oxydes d'azote, les concentrations dans l'air ne diminuent guère compte tenu de l'âge du parc automobile et de l'augmentation constante du trafic.

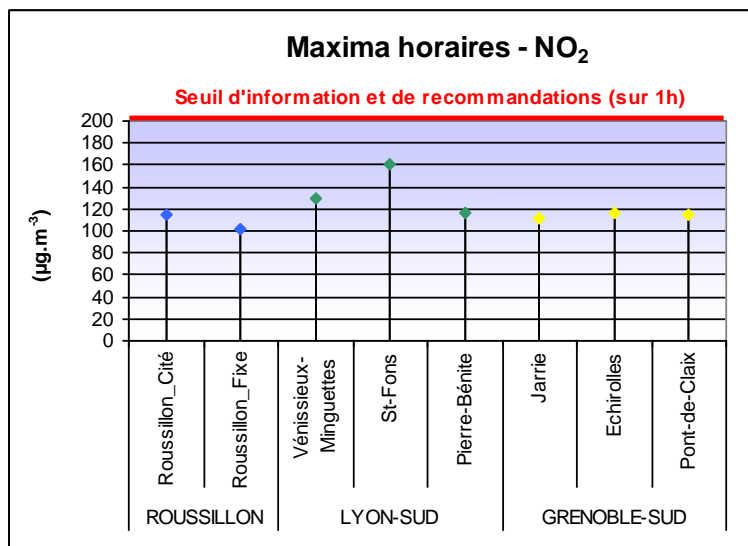
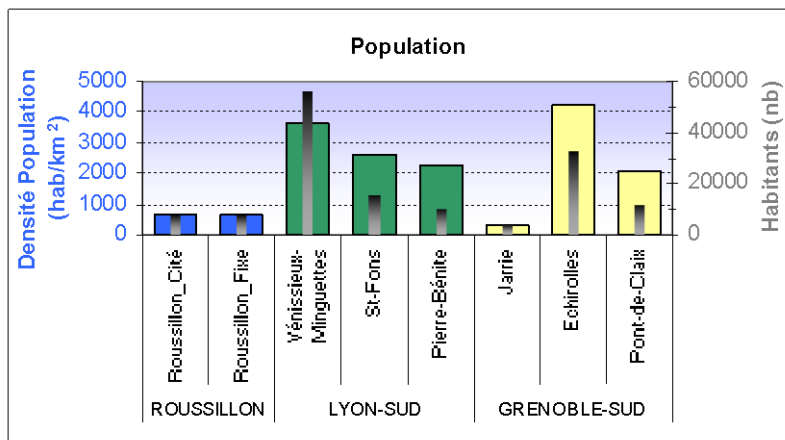
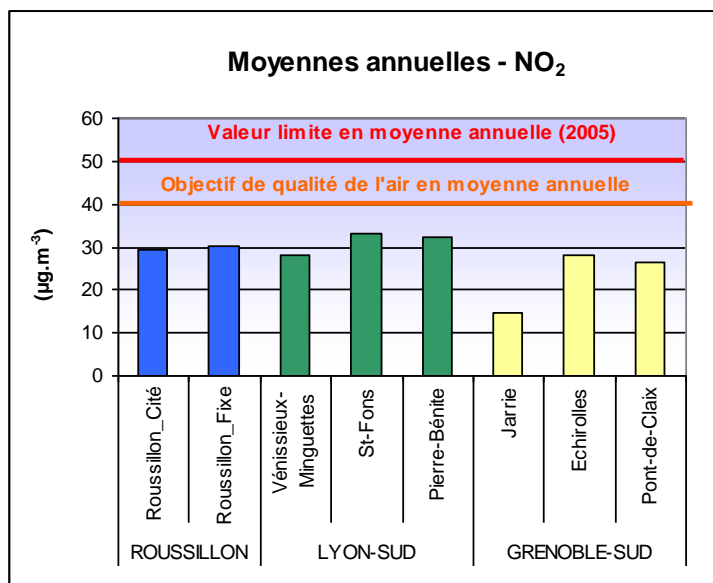
### 4.2.2. Comparaison des résultats à la réglementation

DIOXYDE D'AZOTE - NO <sub>2</sub>				ZONE LYON-SUD			ZONE ROUSSILLON		ZONE GRENOBLE-SUD		
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m <sup>-3</sup> )	Année d'application	Statistique Pour le calcul du dépassement	Vénissieux-Minguettes	St-Fons-Centre	Pierre-Bénite	Roussillon-Cité	Roussillon-Fixe	Jarrie	Echirolles	Pont-de-Claix
Objectif de qualité	40	2001	Moyenne annuelle	28	33	32	29	30	15	28	26
Valeur limite	40	2010			34			35			
	46	2007									
	48	2006									
Aucune valeur réglementaire en moyenne journalière (valeur pour information)			Maximum journalier	60	71	67	57	49	60	57	70
					<u>102</u>			<u>69</u>			
Valeur limite	200	2010	Maximum horaire	130	161	116	115	101	112	116	115
	230	2007									
	240	2006									
Seuil d'information	200	1999									
Seuil d'alerte	400	1999						<u>149</u>			

*Rappel : les valeurs soulignées correspondent au calcul sur une année complète*

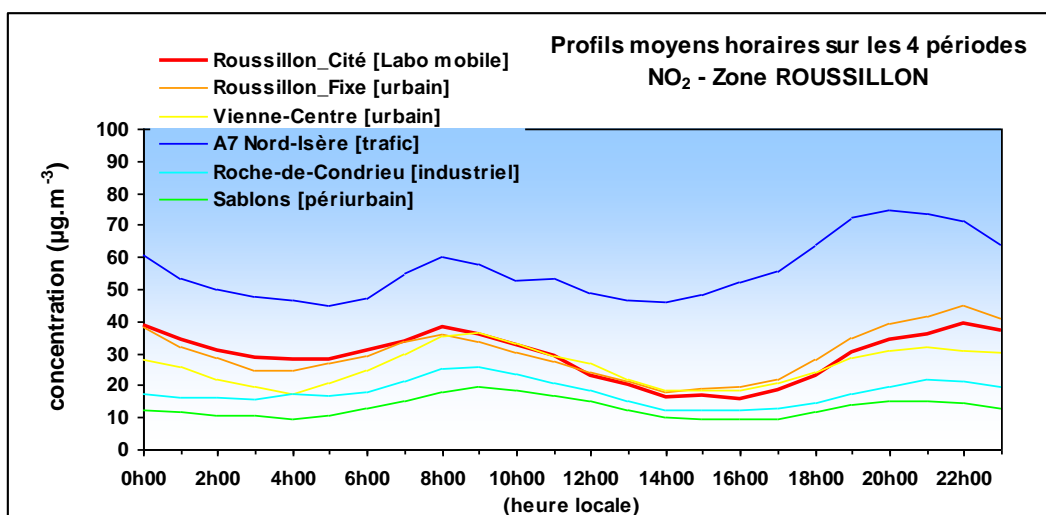
<sup>1</sup> Cadastre émissions 2003 (version 2006-1 Copyright ASCOPARG-COPARLY-SUP'AIR)

**Aucun dépassement de seuil** réglementaire n'a été constaté pour le dioxyde d'azote sur aucune zone pour l'ensemble des 4 campagnes.



Les valeurs sont sensiblement équivalentes sur les 3 zones avec **des niveaux comparables à un fond urbain dense**.

Sur Jarrie (« Grenoble-Sud »), la moyenne annuelle est plus faible, en lien avec la faible densité de population, ce qui n'est pas le cas sur la zone de « Roussillon », avec pourtant une densité de population relativement comparable. Ceci indique certainement l'influence d'une ou plusieurs sources sur cette zone.



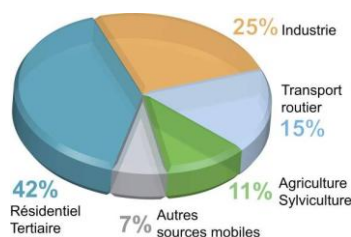
Les profils moyens horaires montrent des valeurs plus élevées aux heures où le trafic automobile est le plus dense (profils pendulaires comme sur le site « A7 Nord-Isère » en proximité du trafic autoroutier), avec des niveaux comparables à un site urbain dense comme Vienne-Centre, plus qu'à un site périurbain.

Si la séparation entre la part des émissions liées au trafic routier et celles des industries est difficile à faire à partir de ces mesures, la suite du rapport montre que cette influence est globalement sans doute plus liée à l'activité industrielle.

### 4.3. Particules non volatiles en suspension (PM<sub>10</sub>)

#### 4.3.1. Emissions

#### **Répartition des émissions en particules par secteur d'activité sur la région Rhône-Alpes (Total PM<sub>10</sub> : 32 kilotonnes)<sup>1</sup>**



Les particules en suspension peuvent provenir de certains procédés industriels (incinérations, carrières, cimenteries), des chauffages domestiques (en hiver), ou encore du trafic automobile (particules diesel, usures de pièces mécaniques et des pneumatiques...) près des voiries.

Elles sont d'autant plus dangereuses pour la santé qu'elles ont la particularité de fixer d'autres molécules plus ou moins toxiques, présentes dans leur environnement (sulfates, nitrates, hydrocarbures – dont HAP-, métaux lourds, pollens,...).

**NB :** depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, la mesure des particules a évolué sur l'ensemble du national, pour prendre en compte une fraction volatile supplémentaire et répondre ainsi aux exigences de la réglementation européenne. Afin de comparer les valeurs sur l'ensemble des mesures réalisées entre 2006 et 2007 et sur toutes les zones, les résultats présentés ici n'ont pas été ajustés de cette fraction volatile. Néanmoins, le site de « Lyon-Centre », de référence pour les typologies urbaines et industrielles, montre que cette fraction volatile représente une part supplémentaire d'environ 25 à 30% (en moyenne sur 2007).

<sup>1</sup> Cadastre émissions 2003 (version 2006-1 Copyright ASCOPARG-COPARLY-SUP'AIR)

### 4.3.2. Comparaison des résultats à la réglementation

PARTICULES EN SUSPENSION - PM <sub>10</sub>				ZONE LYON-SUD			ZONE ROUSSILLON		ZONE GRENOBLE-SUD		
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m <sup>-3</sup> )	Année d'application	Statistique Pour le calcul du dépassement	Vénissieux-Minguettes	St-Fons-Centre	Pierre-Bénite	Roussillon-Cité	Roussillon-Fixe	Jarrie	Echirolles	Pont-de-Claix
Objectif de qualité	30	2001	Moyenne annuelle	19	22	21	19	19	20	21	(*)
Valeur limite	40	2005		<u>22</u>	<u>19</u>						
Valeur limite	50 (à ne pas dépasser plus de 35 fois/an)	2005	Maximum journalier [Nombre de j de dépassements > 50]	45	58 (1j)	52 (1j)	39	42	74 (5j)	63 (2j)	(*)
<b>Seuil d'information</b>	<b>80</b>	1999		<u>78</u> (7j)	<u>56</u> (4j)						
<b>Seuil d'alerte</b>	<b>125</b>	1999									
Aucune valeur réglementaire en moyenne horaire (valeur pour information)			Maximum horaire	245	165 <u>188</u>	164	86	82 <u>225</u>	285	105	(*)

*Rappel* : les valeurs soulignées correspondent au calcul sur une année complète  
(\* ) Valeurs non valides

**Aucun dépassement des valeurs réglementaires en moyenne annuelle** n'a été observé sur aucune des 3 zones.

Le **seuil d'information et de recommandations** (80 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 24h) n'a également jamais été dépassé en moyenne journalière.

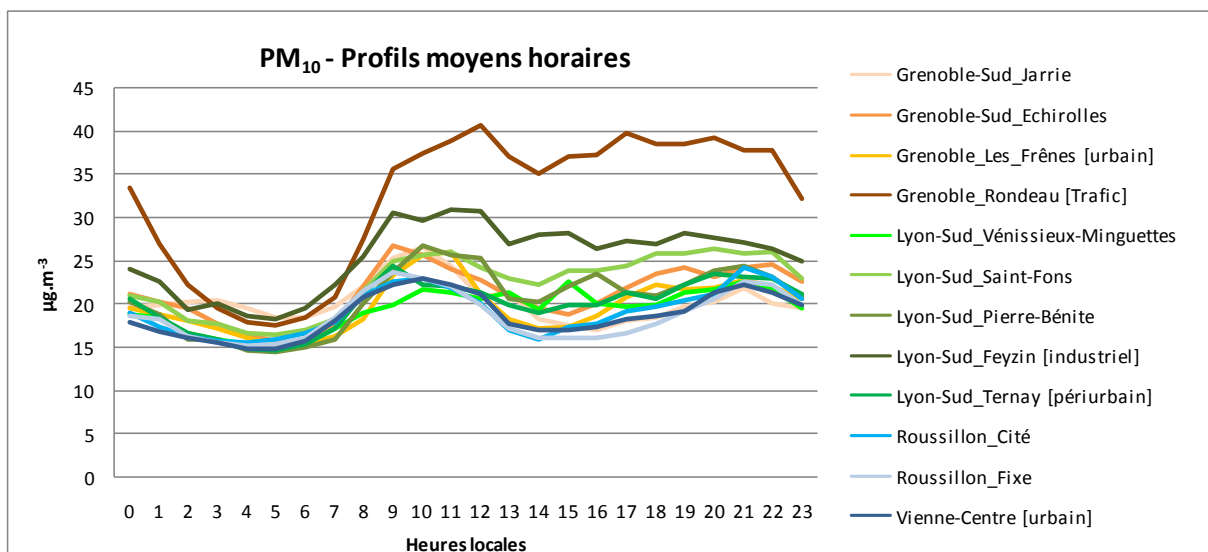
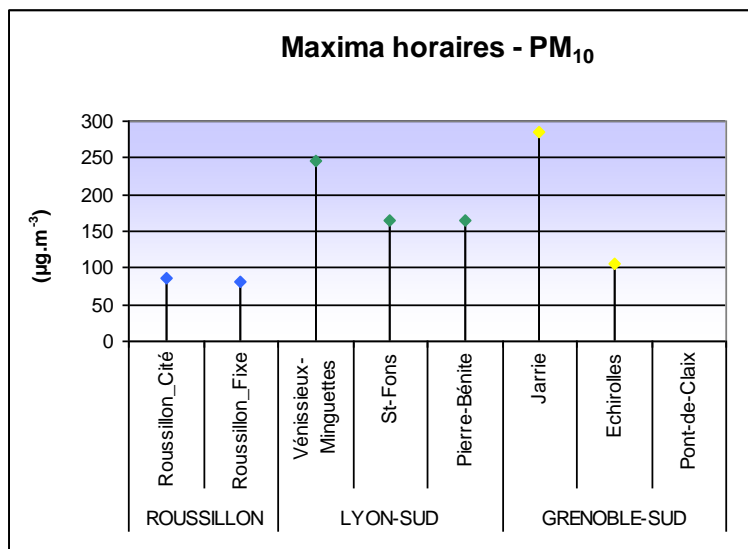
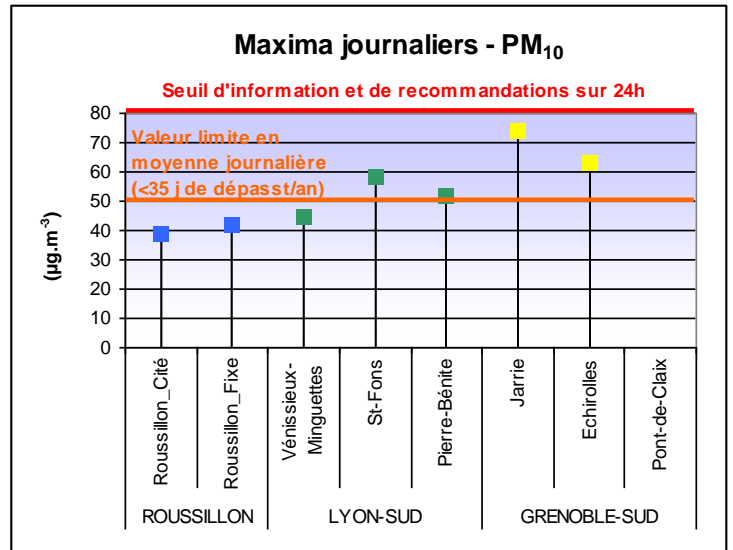
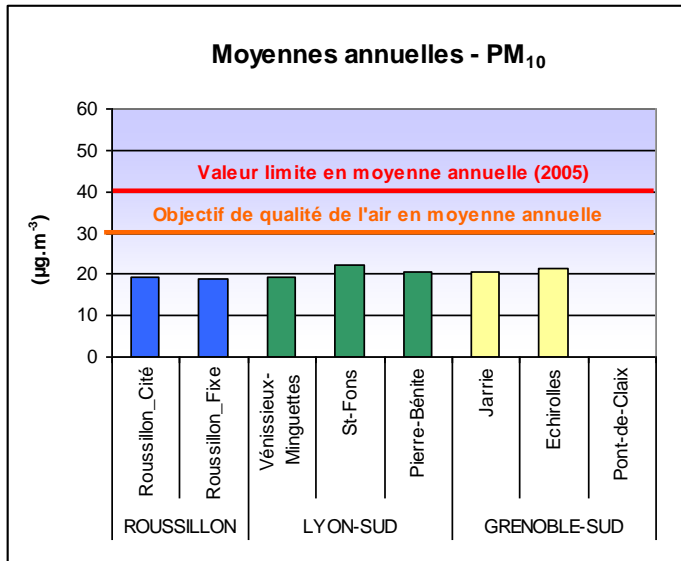
En revanche, quelques dépassements ont été constatés sur toutes les zones pour la **valeur limite** de 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière. Même si le nombre de jours concernés n'excède pas les 35 dépassements autorisés, ces moyennes sont considérées comme élevées, **d'autant que ces résultats ne sont pas ajustés de la fraction volatile des poussières<sup>1</sup>** (d'où le code de couleur rouge).

A noter que sur ou à proximité de grandes agglomérations, ces dépassements sont également observés sur des sites urbains ou périurbains. En effet, comme le montre le graphe ci-après des profils moyens horaires, la problématique des poussières n'est pas liée directement aux zones multi-émettrices qui font l'objet de cette étude, mais elle se situe a priori à une échelle bien plus large.

Enfon, même s'il n'existe pas de valeur réglementaire en moyenne horaire, les **maxima horaires observés semblent également élevés** pour des zones urbaines ou périurbaines (d'où le code de couleur orange).

Au vu de la répartition des émissions, les niveaux les plus élevés ne semblent pas liés seulement à la proximité industrielle, mais plutôt à l'urbanisation dans son ensemble (trafic, chauffage, activité industrielle,...).

<sup>1</sup> Fraction qui augmente d'environ 25% de la valeur mesurée (cf. paragraphe « émissions »), sans pour autant que le seuil réglementaire soit modifié.



## 4.4. Ozone (O<sub>3</sub>)

### 4.4.1. Emissions

L'ozone un polluant dit secondaire car il n'est pas émis directement par les activités humaines, mais est le résultat, sous l'effet du rayonnement solaire, d'un cycle complexe de réactions chimiques, mettant en jeu principalement les oxydes d'azote (NOx) et les composés organiques volatils (COV : hydrocarbures, solvants...).

Du fait du rôle joué par le soleil, les concentrations élevées d'ozone surviennent principalement l'été avec un fort ensoleillement et des températures intenses.

### 4.4.2. Comparaison des résultats à la réglementation

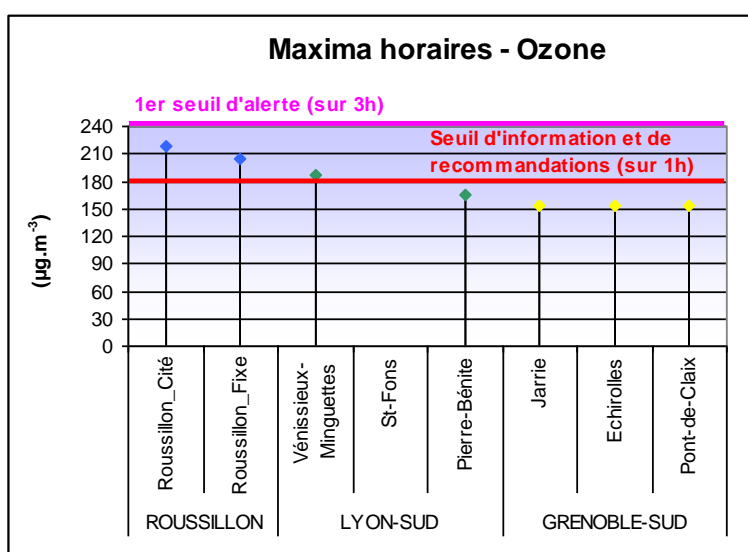
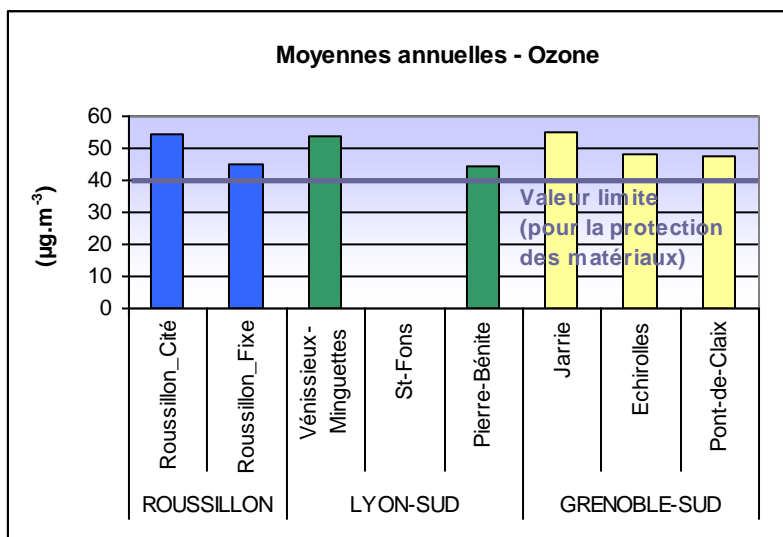
OZONE – O <sub>3</sub>				ZONE LYON-SUD			ZONE ROUSSILLON		ZONE GRENOBLE-SUD		
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m <sup>-3</sup> )	Année d'application	Statistique Pour le calcul du dépassement	Vénissieux-Minguettes	St-Fons-Centre	Pierre-Bénite	Roussillon-Cité	Roussillon-Fixe	Jarrie	Echirolles	Pont-de-Claix
Valeur limite (protection des matériaux)	40	2001	Moyenne annuelle	54	-	44	55	45 <u>39</u>	55	48	47
Valeur limite (protection de la végétation)	65	2001	Maximum journalier	134	-	116	108	94 <u>102</u>	93	89	90
Objectif de qualité (protection de la santé humaine)	120 (<25j/an)	2005 (Obj. 2010)	Maximum de la moyenne glissante sur 8h (Nb de j de dépassement)	164 (17j)	-	154 (11j)	200 (15j)	185 (13j) <u>185 (31j)</u>	139 (12j)	140 (10j)	140 (10j)
Objectif de qualité (protection de la végétation)	200	2005	Maximum horaire	186	-	165	218	205 <u>205</u>	153	154	154
Seuil d'information	180 (1h)	1999									
Seuils d'alerte	240 (3h) 300 (3h) 360 (1h)	1999									

*Rappel : les valeurs soulignées correspondent au calcul sur une année complète*

**Plusieurs dépassements de valeurs réglementaires** ont été constatés sur tous les sites de toutes les zones.

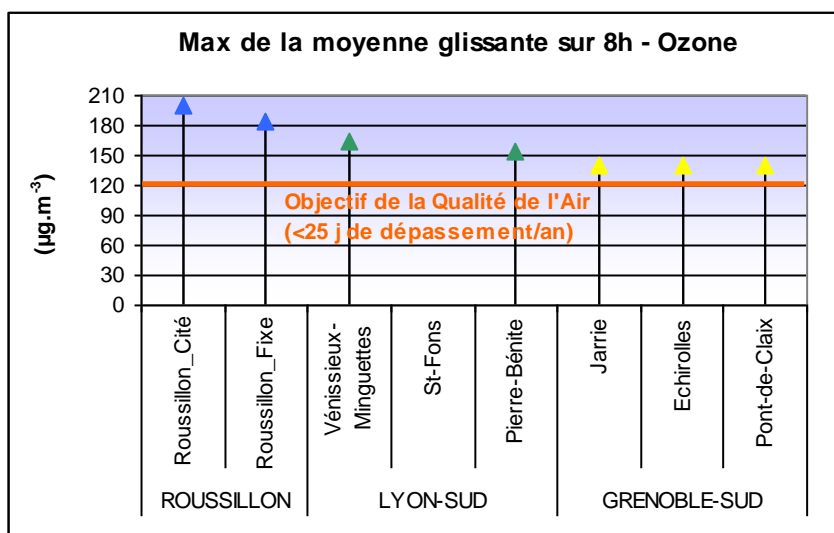
A noter que ces dépassements ont également été observés sur plusieurs sites de fond urbain du réseau fixe.





Les niveaux les plus importants en ozone sur les zones de « Lyon-Sud » et « Roussillon » sont liés aux températures élevées en juin et juillet 2006.

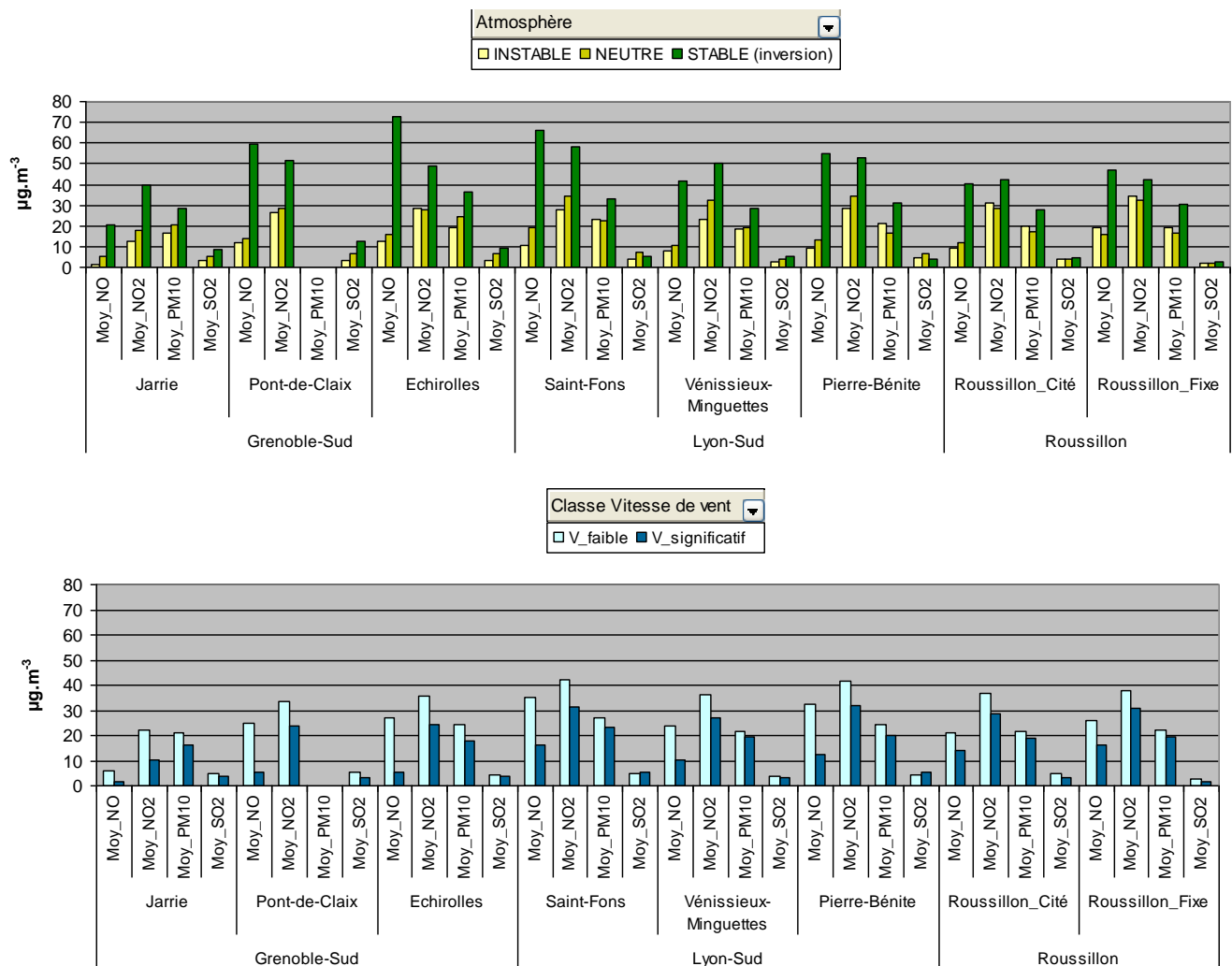
Sur la zone de « Grenoble-Sud », les mesures de la campagne estivale ont eu lieu en 2007, année où l'activité photochimique a été moins importante qu'en 2006, d'où les maxima plus faibles.



## 4.5. Analyses des conditions atmosphériques

Les graphes suivants présentent les concentrations moyennes et maximales par type de journée en fonction de la stabilité atmosphérique et de la vitesse de vent :

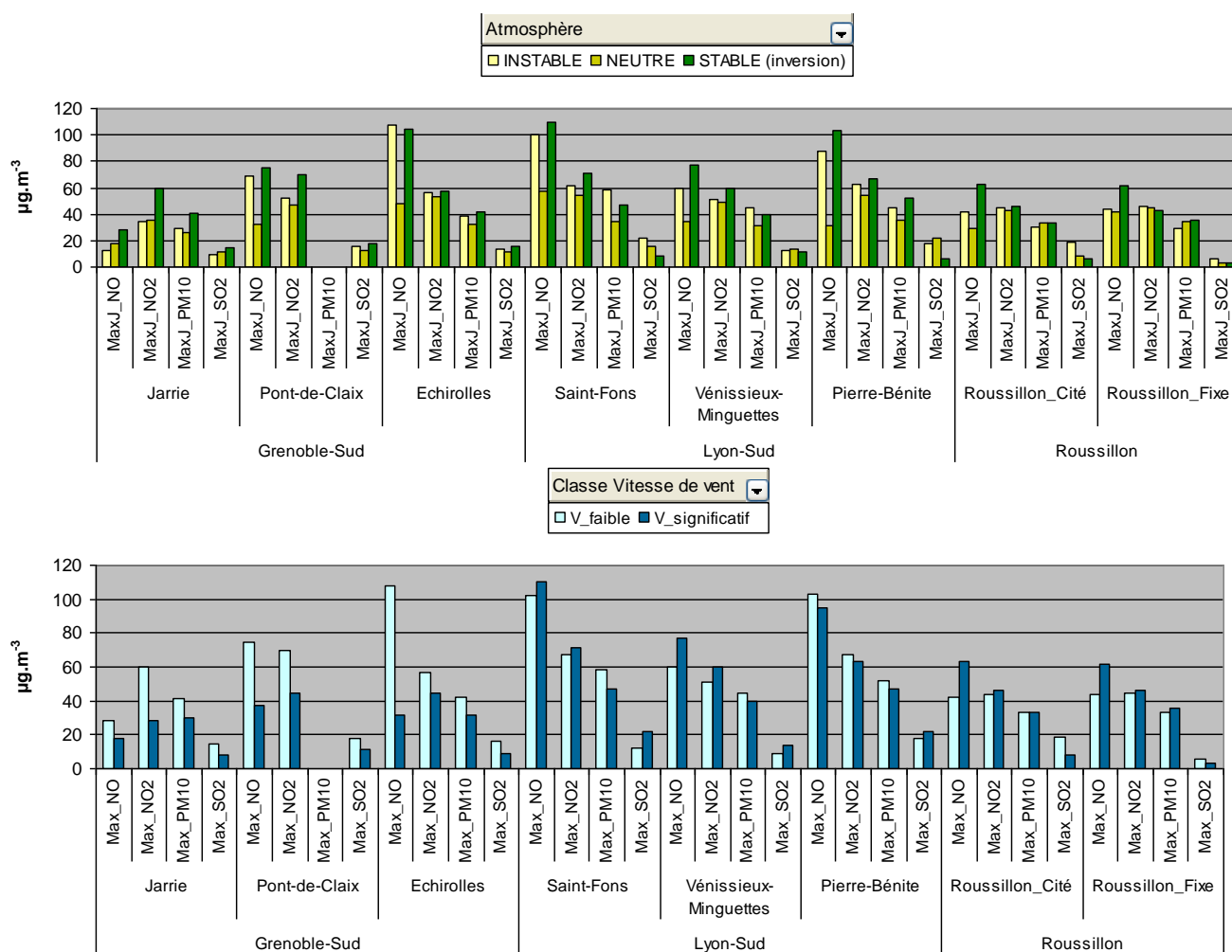
### Moyennes des polluants « classiques »



Malgré le faible nombre de jours connaissant une situation d'inversion thermique, pour tous les polluants « classiques » réglementés, les concentrations sont effectivement en moyenne plus élevées ces jours-là (avec également une vitesse du vent généralement faible).

Les niveaux sont également plus importants en moyenne sur les journées de vent faible, en lien avec une mauvaise dispersion horizontale.

## Maxima journaliers des polluants « classiques »



Le nombre de journées dans chaque classe n'étant pas équilibré sur l'ensemble des mesures et chaque journée n'étant pas équivalente en termes d'émission de polluants, la stabilité atmosphérique ou la vitesse du vent ne sont pas les seuls paramètres influençant l'observation de valeurs maximales.

Sur la zone de « Grenoble-Sud » cependant, les concentrations maximales en polluants « classiques » par vent faible se distinguent plus nettement que sur les deux autres zones, en lien certainement avec le nombre plus important de vents faibles enregistrés sur cette zone.

## 5. Résultats des polluants dits « émergents »

Pour chaque polluant, les concentrations mesurées sont d'abord présentées et comparées aux valeurs réglementaires (lorsqu'elles existent) et aux niveaux mesurés sur les sites de référence du réseau fixe.

Puis les données sont analysées, par zone ou par site, afin d'étudier les facteurs pouvant influencer l'apparition de valeurs élevées et d'évaluer lorsque cela est possible l'origine potentielle des sources d'émissions.

### **Remarques générales pour la lecture des tableaux**

Les moyennes et maxima des prélèvements (sur 24h) sont présentés, site par site, sur l'ensemble des 4 campagnes de mesure.

Comparaison aux sites fixes de référence : (fond urbain ou proximité industrielle) les statistiques ont été calculées sur une année complète entourant les 4 campagnes.

Les sites de comparaison et les durées de prélèvements sont différents suivants les polluants et les zones :




ZONE	Métaux Lourds	HAP	Aldéhydes	Composés Organiques Volatils
Lyon-Sud	1 Prélèvement 7j chaque semaine  <b>Réf [Trafic] + [urbain]</b> Lyon-Etats-Unis jusqu'au 31/12/2006 + Lyon-Centre à partir du 01/01/2007 <sup>1</sup>	1 Prélèv. 24h tous les 3j  <b>Réf [Trafic] + [urbain]</b> Lyon-Etats-Unis jusqu'au 31/12/2006 + Lyon-Centre à partir du 01/01/2007 <b>Réf [Industriel]</b> Vénissieux-village	Prélèv. Tubes 7j  <b>Réf [urbain]</b> Gerland	Moyennes Journalières (24 h) issues des mesures en continu  <b>Réf [Industriel]</b> Feysin-Stade
Grenoble-Sud	1 Prélèvement 7j chaque semaine  <b>Réf [Urbain]</b> Grenoble Les Frênes	1 Prélèv. 24h tous les 3j  <b>Réf [Urbain]</b> Grenoble Les Frênes	Prélèv. Tubes 7j  <b>Réf [urbain]</b> Grenoble Les Frênes	1 Prélèv. 24h tous les 6j  <b>Réf [Industriel-Rural]<sup>2</sup></b> Champagnier

### Comparaison aux valeurs réglementaires :

Tous les polluants mesurés dans cette étude n'ont pas forcément de valeur limite ou cible fixée par la réglementation ou les organismes de santé publique. Ceux pour lesquels il existe une valeur réglementaire au jour de parution du présent rapport (valeur limite, valeur cible, objectif de qualité de l'air ou valeur guide OMS) sont indiqués **en bleu**.

Les **moyennes** sont à comparer avec les valeurs réglementaires données sur un « long terme » (moyennes annuelles) alors que les **maxima sur 24h** sont à comparer aux valeurs « court et moyen terme » (moyennes sur 24h ou 1 semaine)

Pour une meilleure visualisation des dépassements de valeurs réglementaires, le code de couleurs suivant est utilisé :

	Dépassement de valeurs limites ou valeurs cibles
	Dépassement de valeurs guides (OMS) ou objectif de qualité de l'air
	Pas de dépassement ou pas de seuil, mais valeurs plus élevées que le fond urbain (valeurs remarquables)

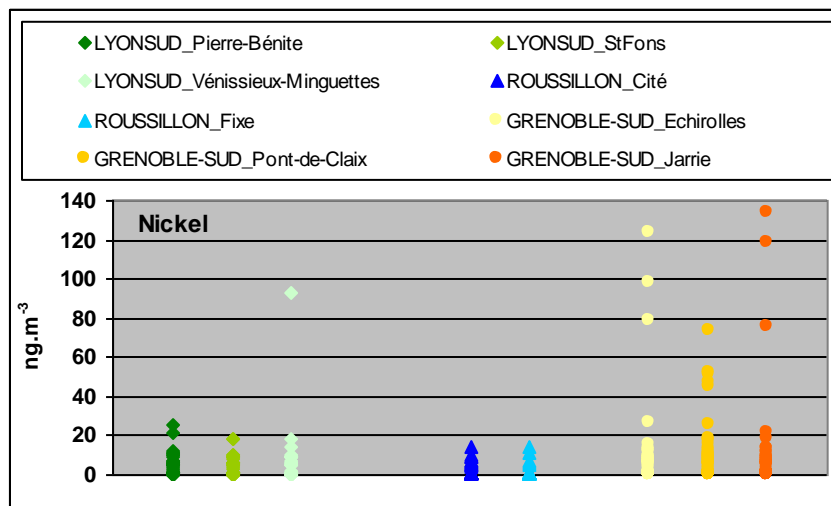
<sup>1</sup> Site déplacé à cette date avec mesure supplémentaire du Vanadium et du Manganèse

<sup>2</sup> La station de Champagnier, à 10 kilomètres au sud de Grenoble, est historiquement de typologie industrielle, car sous l'influence de l'usine chimique « Polimeri » jusqu'à sa fermeture officielle en septembre 2005. La surveillance a continué en 2006, mais aucune concentration importante en COV n'a été observée. Ce site reste pour l'instant la référence industrielle de la zone Grenoble-Sud car situé entre deux pôles chimiques (sur Jarrie et Pont-de-Claix), malgré sa situation vallonnée et légèrement surélevée (plateau à environ 100 mètres au-dessus des usines), ainsi que sa densité de population plutôt rurale (973 habitants).

## Remarques générales pour la lecture des graphes

L'exemple de graphe ci-dessous est utilisé pour présenter sur une seule colonne, tous les résultats des prélèvements réalisés sur chaque site de mesure (1 colonne par site).

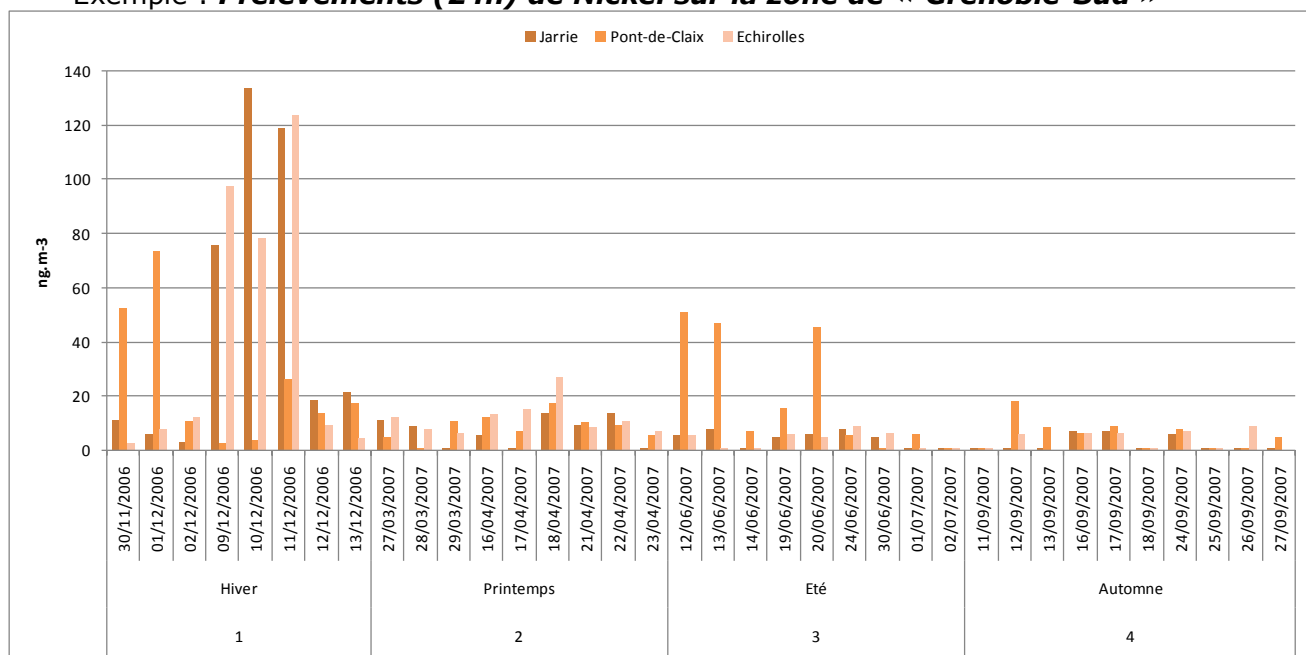
Exemple : **Distributions des concentrations en Nickel**



Ce type de distribution des concentrations présente l'avantage de visualiser directement si les valeurs les plus élevées ont été observées sur un seul ou plusieurs prélèvements. En revanche, il ne permet pas de savoir si ces résultats concernent une seule ou plusieurs campagnes.

Lorsque cela est nécessaire à la compréhension des données, ces graphes sont donc complétés avec des zooms sur certains sites ou avec des analyses complémentaires (évolutions saisonnières,...).

Exemple : **Prélèvements (24h) de Nickel sur la zone de « Grenoble-Sud »**



## 5.1. Métaux Lourds (ML)

### 5.1.1. Origines et émissions

Tous les métaux lourds sont présents naturellement à l'état de traces dans le sol. L'activité humaine peut renforcer cette présence car nombre d'entre eux jouent un rôle important dans la vie quotidienne (Plomb, Cuivre, Nickel, Zinc,...).

La combustion de combustibles fossiles solides ou liquides (charbon, produits d'origine pétrolière) est également susceptible de rejeter des métaux dans les cendres, vapeurs et fumées.

L'inventaire spatialisé des émissions en Métaux Lourds a été réalisé par ASCOPARG, COPARLY et SUP'AIR pour l'année de référence 2003.<sup>(1)</sup>

La répartition par secteur d'activité des émissions en métaux lourds a été calculée sur l'ensemble des trois zones d'études, regroupant les communes suivantes :

« Lyon-Sud » : Pierre-Bénite, Saint-Fons, Vénissieux et Feyzin

« Roussillon » : Roussillon et Salaise-sur-Sanne

« Grenoble-Sud » : Echirolles, Pont-de-Claix et Jarrie

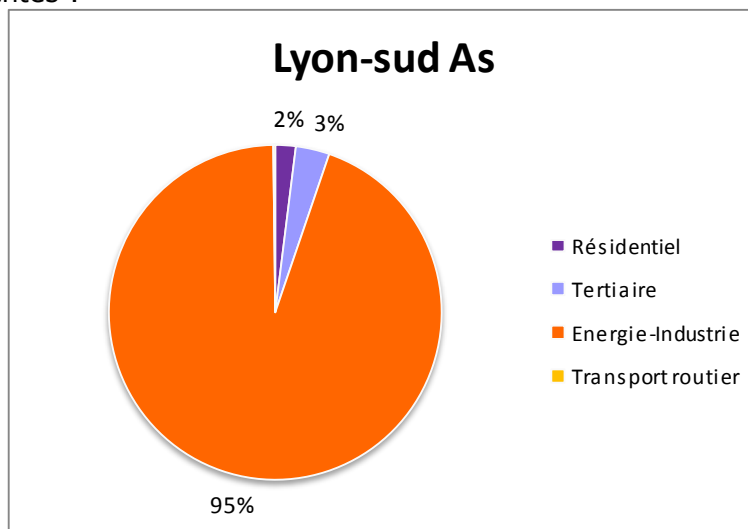
Les émissions calculées sur les communes de Lyon et Grenoble sont également présentées pour comparaison.

Les graphes sont présentés ci-après pour chacun des métaux lourds mesurés dans cette étude, à l'exception du Vanadium (car trop de données manquantes pour le secteur industriel).

Pour chaque graphe, le pourcentage est relatif au total des émissions indiqué dans le tableau ci-dessous :

Emissions totales <sup>(1)</sup> (en tonnes)	Lyon-sud	Roussillon	Grenoble-sud	Lyon	Grenoble
Arsenic (As)	28,0	30,1	6,0	11,4	2,9
Cadmium (Cd)	14,1	8,9	717,1	67,6	6,2
Nickel (Ni)	805,3	77,4	717,1	238,8	102,7
Plomb (Pb)	49,6	153,0	40,7	265,7	22,9
Manganèse (Mn)	120,0	9,2	161,3	111,9	47,8

Le graphe ci-dessous est donné à titre d'exemple afin de mieux visualiser la légende des secteurs représentés :

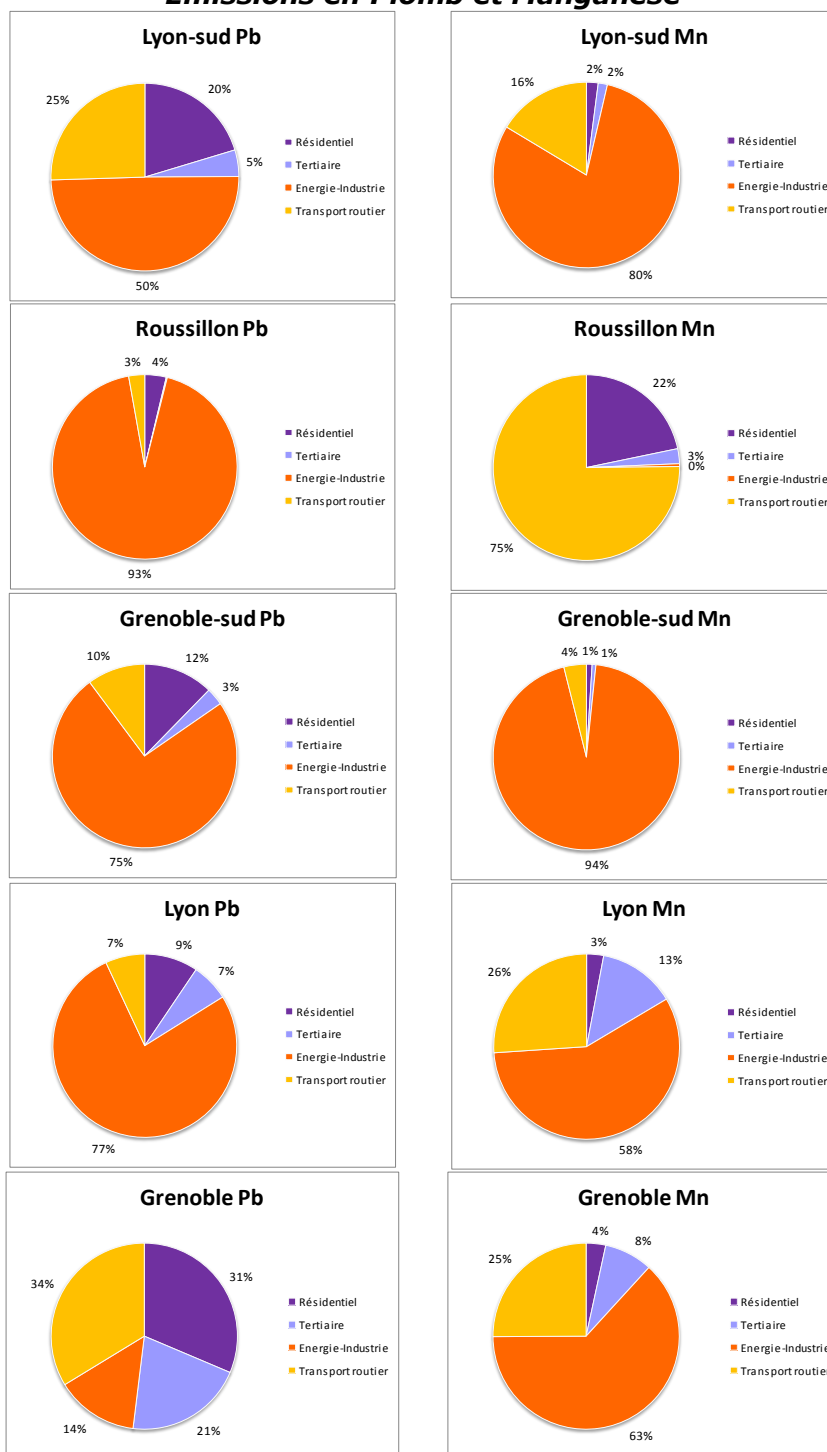


<sup>1</sup> Source : Cadastre ASCOPARG-COPARLY-SUP'AIR (Année 2003 - v2008-1)

## Emissions en Arsenic, Cadmium et Nickel



## **Emissions en Plomb et Manganèse**



Ces graphes montrent que, pour les trois zones d'étude, les métaux lourds sont émis majoritairement par le secteur Industrie-Energie.

A noter des émissions faibles pour le Manganèse sur la zone de « Roussillon » avec une part du trafic à 75% et une contribution industrielle réduite.

Sur les agglomérations de Lyon et Grenoble, même si la part du secteur industrie-énergie reste importante pour certains métaux lourds, celle des autres secteurs n'est pas non plus négligeable, voire parfois majoritaire.



### 5.1.2. Comparaison aux valeurs réglementaires

Valeurs Réglementaires METAUX LOURDS (ng.m <sup>-3</sup> )		Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb	Manganèse	Vanadium
Valeur limite ou cible - Long Terme (Directives)	(Moy. 1an)	6	5	20	500		
Objectif QA ou Valeur Guide - Long Terme (OMS)	(Moy. 1an)		5		250	150	
Valeur guide - Court Terme (OMS)	(Moy. 24h)						1000

Résultats METAUX LOURDS (ng.m <sup>-3</sup> )	Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb	Manganèse	Vanadium	
	<b>MOYENNES</b>						
ROUSSILLON_Cité	0,3	0,1	2,9	7,3	4,1	0,7	} Moyenne des prélèvements sur 24h
ROUSSILLON_Fixe	0,2	0,1	1,8	7,3	4,7	0,4	
LYON-SUD_Pierre-Bénite	0,7	0,1	5,0	15,8	10,1	3,3	
LYON-SUD_Saint-Fons	0,8	0,1	4,7	13,0	12,9	4,2	
LYON-SUD_Vénissieux-Minguettes	0,1	0,1	7,3	11,7	10,1	3,4	
GRENOBLE-SUD_Jarrie	0,1	0,2	14,3	10,7	13,9	2,2	
GRENOBLE-SUD_Pont-de-Claix	0,2	0,2	14,2	16,8	13,3	2,2	
GRENOBLE-SUD_Echirolles	0,3	0,2	15,1	13,6	14,2	2,6	
Réf. LYON (Trafic + Urbain) - 1 an	0,7	0,5	5,2	11,7	(7,4)	(5,3)	} Moyenne de prélèvements sur 7j
Réf. GRENOBLE (Urbain) - 1 an	0,6	0,4	3,7	14,4			
	<b>MAXIMA</b>						
ROUSSILLON_Cité	3,6	0,1	13,9	18,5	9,3	4,6	} Max des prélèvements sur 24h
ROUSSILLON_Fixe	1,5	0,1	14,2	19,0	9,6	3,0	
LYON-SUD_Pierre-Bénite	4,7	1,5	25,9	88,1	38,3	23,9	
LYON-SUD_Saint-Fons	5,5	2,4	18,2	49,1	42,4	21,6	
LYON-SUD_Vénissieux-Minguettes	0,1	0,1	92,6	51,2	32,6	14,0	
GRENOBLE-SUD_Jarrie	0,1	2,0	133,6	72,8	106,8	16,0	
GRENOBLE-SUD_Pont-de-Claix	0,9	1,7	73,6	63,6	56,8	8,8	
GRENOBLE-SUD_Echirolles	2,2	1,8	123,6	100,9	58,3	7,8	
Réf. LYON (Trafic + Urbain) - 1 an	2,6	1,6	27,8	36,7	(12,5)	(8,9)	} Max des prélèvements sur 7j
Réf. GRENOBLE (Urbain) - 1 an	1,2	1,1	8,4	68,6			

	Dépassement de valeurs limites ou valeurs cibles
	Dépassement de valeurs guides (OMS) ou objectif de qualité de l'air
	Pas de dépassement ou pas de seuil, mais valeurs plus élevées que le fond urbain (valeurs "remarquables")

Pour les 4 métaux lourds réglementés (As, Cd, Ni et Pb), les niveaux mesurés respectent les valeurs cibles fixées pour 2012 en moyenne annuelle (voir aussi graphe page suivants).

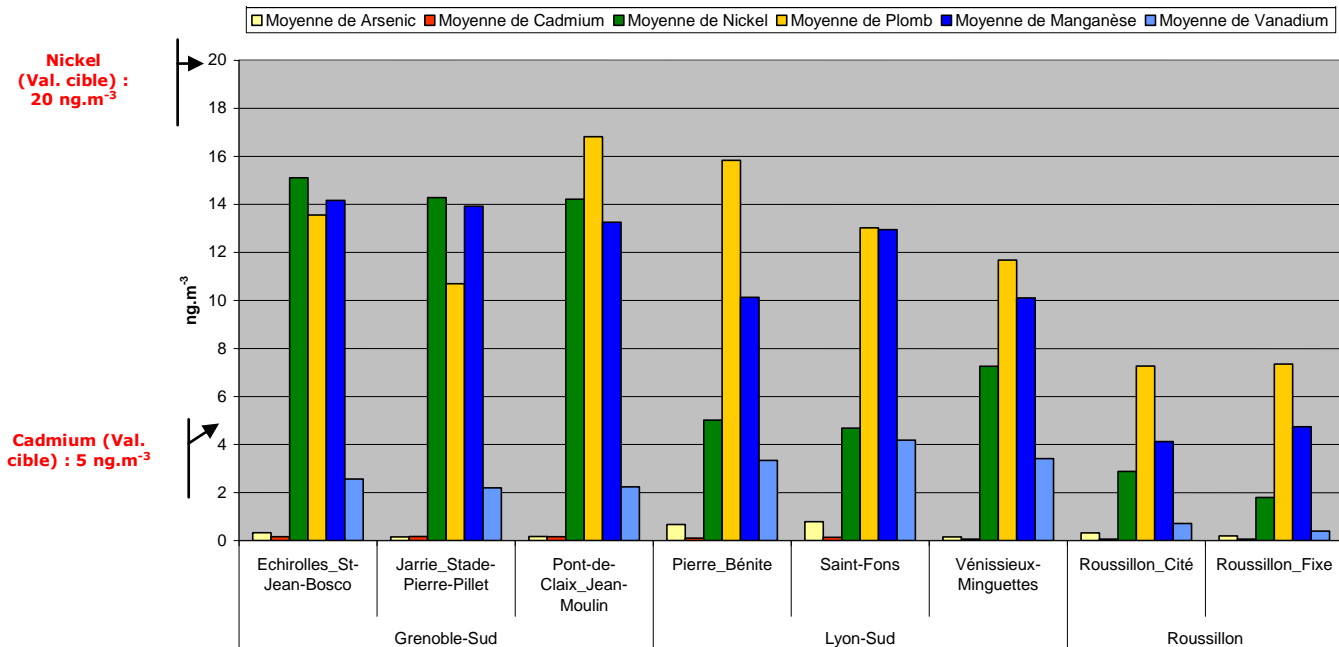
Pour le Manganèse et la Vanadium<sup>1</sup>, les niveaux sont nettement inférieurs aux valeurs guides fixées par l'OMS.

Compte tenu de la différence des durées des prélèvements, la comparaison directe entre les mesures réalisées pour cette étude et celles des stations fixes de référence ne peut se faire que sur les moyennes annuelles. Néanmoins, la différence des niveaux maximum entre les trois zones justifie les valeurs qualifiées de « remarquables ».

<sup>1</sup> Comme mentionné précédemment (« Représentativité des mesures ») pour les zones de « Lyon-Sud » et « Roussillon », les valeurs en Manganèse et en Vanadium ne concernent que 3 saisons, car les analyses de ces deux métaux n'ont débuté qu'à partir de la 2<sup>ème</sup> campagne (estivale) sur ces deux zones.

## Moyennes annuelle des Métaux Lourds sur chaque site des 3 zones d'étude Comparaison aux valeurs réglementaires

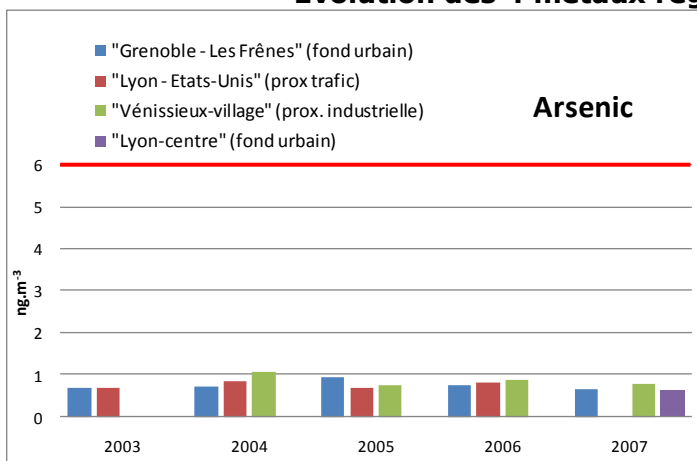
Valeurs réglementaires (hors échelle)  
Vanadium (val guide) : 1000 ng.m<sup>-3</sup> (sur 24h)  
Plomb (obj. Qual.-Val lim) : 250-500 ng.m<sup>-3</sup>  
Manganèse (Val guide) : 150 ng.m<sup>-3</sup>



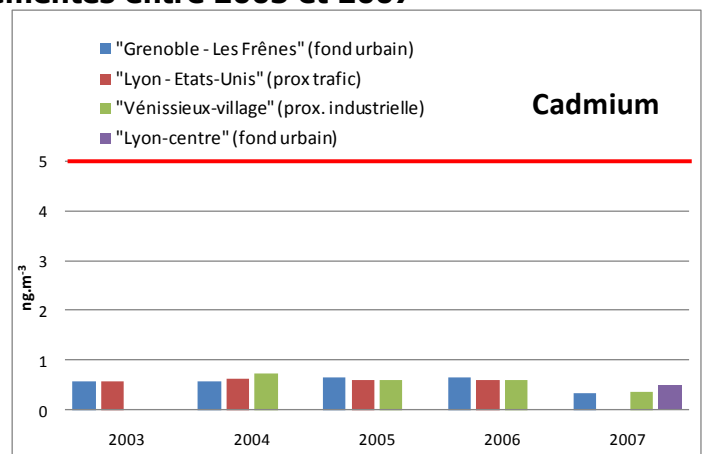
### 5.1.3. Valeurs de références mesurées au cours des dernières années

La surveillance régulière des métaux lourds sur la région Rhône-Alpes remonte à 2003, avec des mesures en proximité trafic et industrielle sur la région lyonnaise et en fond urbain sur la zone grenobloise. Depuis 2007, cette surveillance a été étendue sur plusieurs autres sites de fond urbain, dont le site de Lyon-Centre.

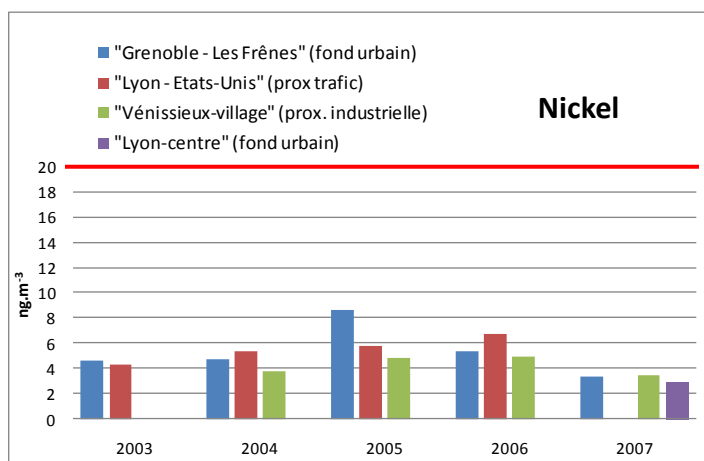
### Evolution des 4 métaux réglementés entre 2003 et 2007



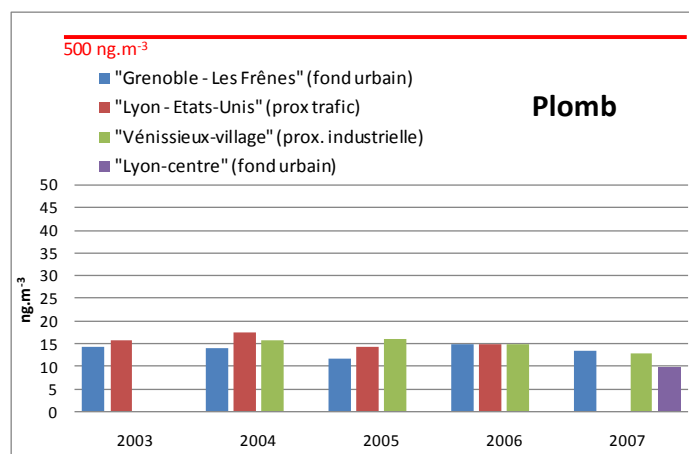
Les mesures d'Arsenic ne présentent pas d'évolution notable depuis 2004. Elles sont inférieures au seuil réglementaire de 6 ng.m<sup>-3</sup>.



Les mesures de Cadmium ne présentent pas d'évolution notable depuis 2003. Elles sont inférieures au seuil réglementaire de 5 ng.m<sup>-3</sup>.



Les mesures de Nickel ne présentent pas d'évolution notable depuis 2003. Elles respectent le seuil réglementaire de 20 ng.m<sup>-3</sup>.

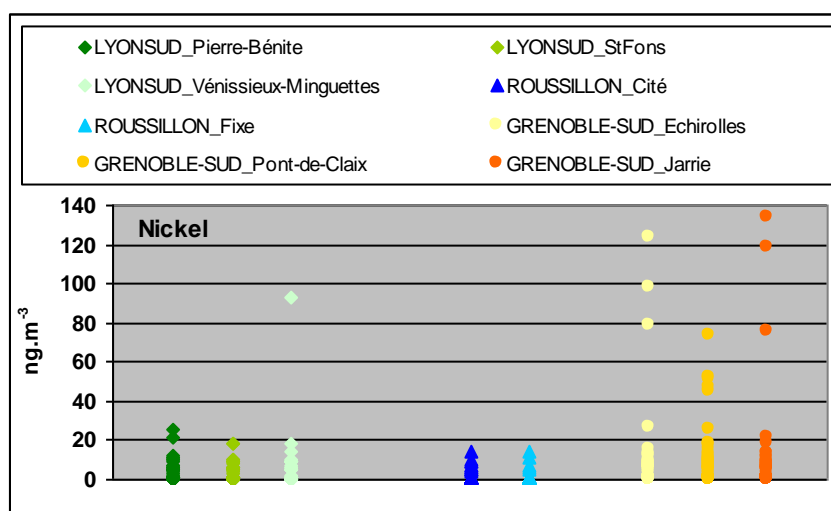


Les mesures de Plomb ne présentent pas d'évolution notable depuis 2004. Elles sont nettement inférieures à la valeur limite de 500 ng.m<sup>-3</sup> mais également à l'objectif de qualité de l'air fixé à 250 ng.m<sup>-3</sup>.

#### 5.1.4. Etude des valeurs « remarquables »

- Concernant le **Nickel**

##### Distributions des concentrations en Nickel



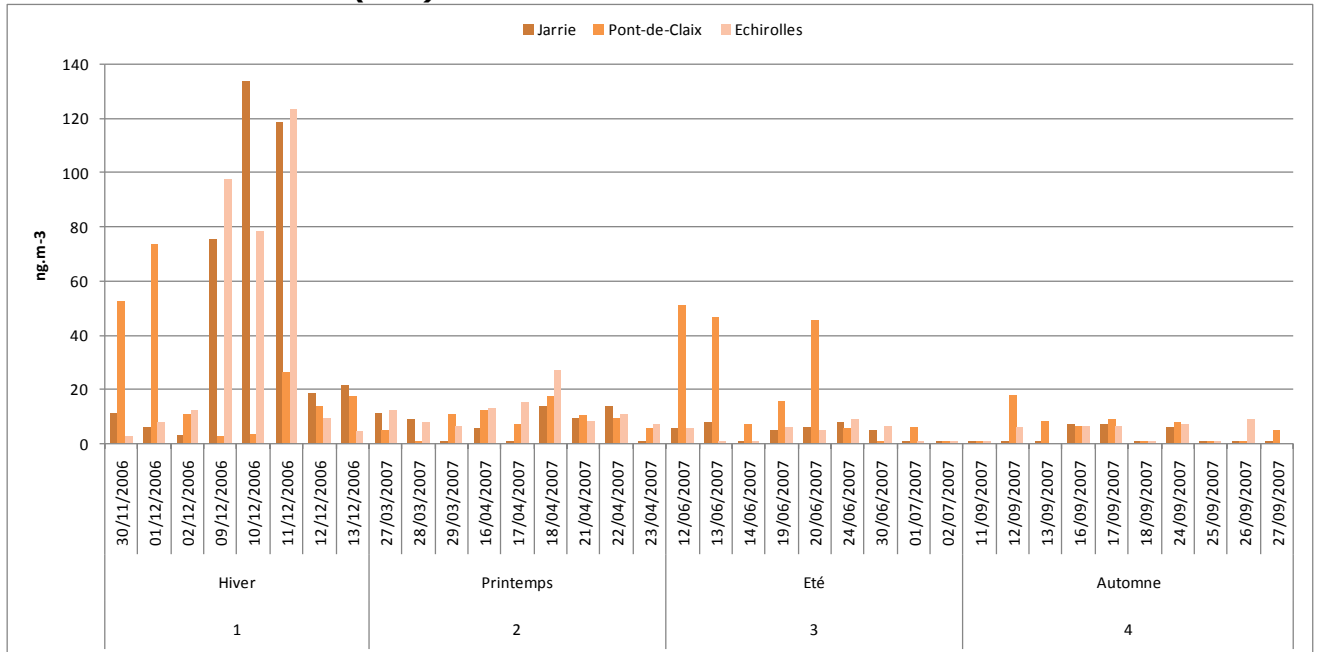
Sur la zone de « Lyon-Sud », le site de Vénissieux-Minguettes a enregistré une seule valeur vraiment plus élevée que sur les deux autres sites de la même zone, en juin et par vent de Sud significatif (env. 3 m.s<sup>-1</sup>). Cette valeur ainsi que les autres concentrations peuvent s'expliquer par la présence de plusieurs établissements industriels émetteurs de Nickel sur cette zone.

La zone de « Grenoble-Sud » se distingue avec des valeurs plus élevées que sur les autres zones. Ces valeurs ont été observées sur les 3 sites étudiés, principalement en période hivernale et par vent faible, mais sans forcément en situation d'inversion thermique (cf. graphe ci-dessous et aussi plus loin : « analyses complémentaires »).

Sur les sites de Jarrie et Echiroles, pourtant distants de plusieurs kilomètres et séparés par le relief, elles ont été observées les mêmes jours, mais par vent faible (< 1m.s<sup>-1</sup>). Ceci semble donc indiquer la présence de sources distinctes à proximité des deux lieux

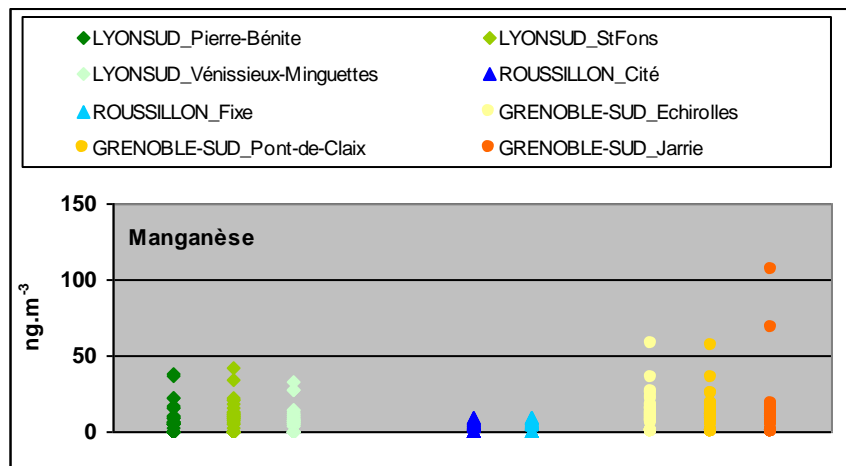
de mesures, dont l'origine peut être aussi bien résidentielle qu'industrielle ou manufacturière (combustion de fuel lourd, incinération, imprimerie, carrosserie,...)<sup>1</sup>. Sur le site de Pont-de-Claix, les mesures ne sont pas du tout corrélées aux 2 autres sites et des valeurs plus élevées ont également été observées en été. Ces émissions pourraient donc provenir d'une autre source encore, mais plutôt d'origine industrielle ou manufacturière (incinération, imprimerie,...).

### Prélèvements (24h) de Nickel sur la zone de « Grenoble-Sud »



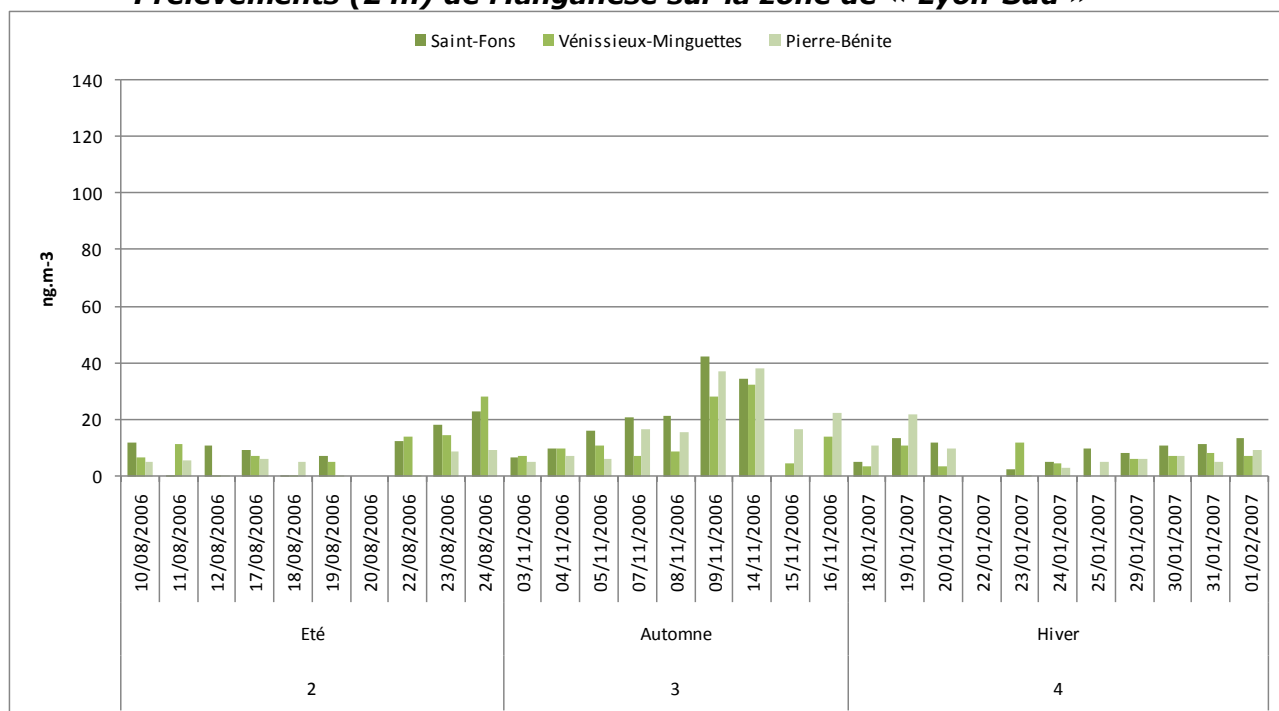
### Concernant le Manganèse

Pour le Manganèse, les valeurs sont plus élevées sur la zone de « Lyon-Sud » et « Grenoble-Sud » que sur la zone de « Roussillon ». Ces valeurs sont à surveiller, même si elles ne dépassent pas la valeur guide recommandée par l'OMS de 150 ng.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle.



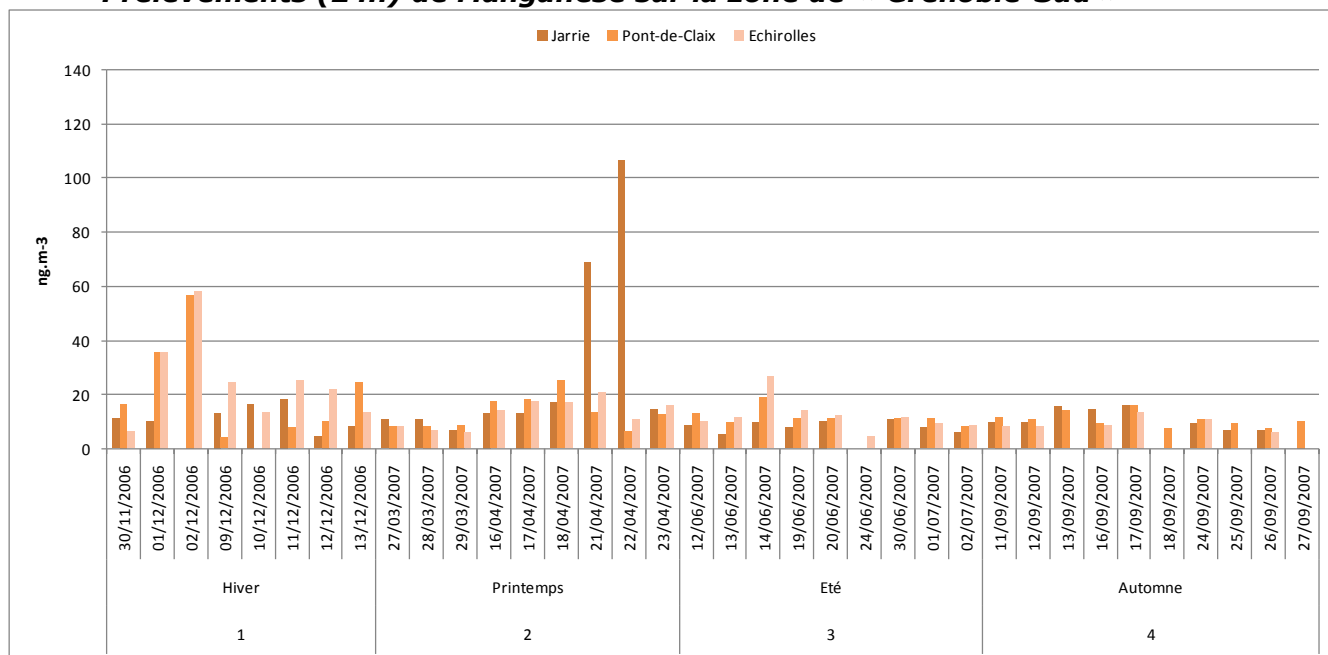
<sup>1</sup> La part du Nickel dans les émissions du trafic automobile est a priori très faible (<5% cf. paragraphe « émissions »)

### Prélèvements (24h) de Manganèse sur la zone de « Lyon-Sud »



Sur la zone de « Lyon-Sud », les valeurs les plus élevées sont observées à différentes périodes de l'année, principalement par vent faible ou de Nord. A noter que, certains jours, des valeurs élevées en HAP et en certains COV non chlorés (Benzène, Toluène, Xylènes,...) ont également été observées. L'origine des émissions de Manganèse sur cette zone pourrait donc être liée à des sources industrielles (incinération,...) mais aussi, dans une certaine proportion, au trafic automobile.

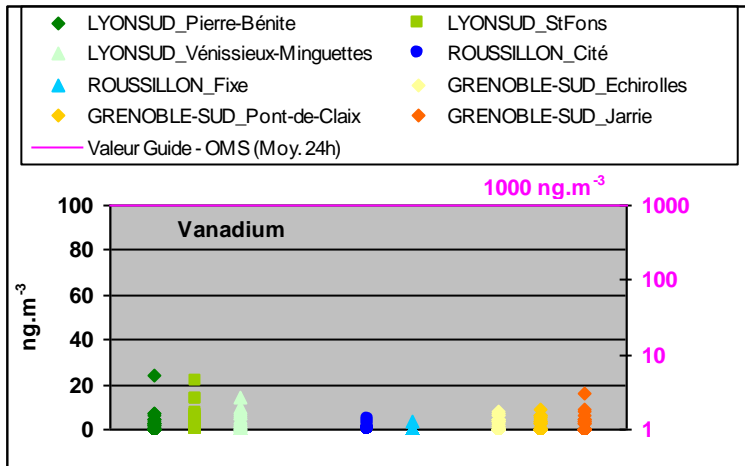
### Prélèvements (24h) de Manganèse sur la zone de « Grenoble-Sud »



Les sites de Pont-de-Claix et Echirolles enregistrent quasiment les mêmes valeurs sur deux jours en période hivernale correspondant à une situation d'inversion thermique (voir aussi « analyses complémentaires »). Les prélèvements de HAP, Aldéhydes et COV

réalisés ces mêmes jours montrent également des valeurs supérieures ou égales à leur percentile 90<sup>1</sup> pour plusieurs composés pouvant être émis par le trafic automobile. La source d'émissions semble donc être commune aux deux sites, avec probablement une part d'origine automobile, à laquelle peut s'ajouter une part industrielle (incinération).

Sur le site de Jarrie, en revanche, les deux valeurs « remarquables » ont été mesurées au printemps, par vent de Sud. L'origine de ces émissions reste à déterminer.

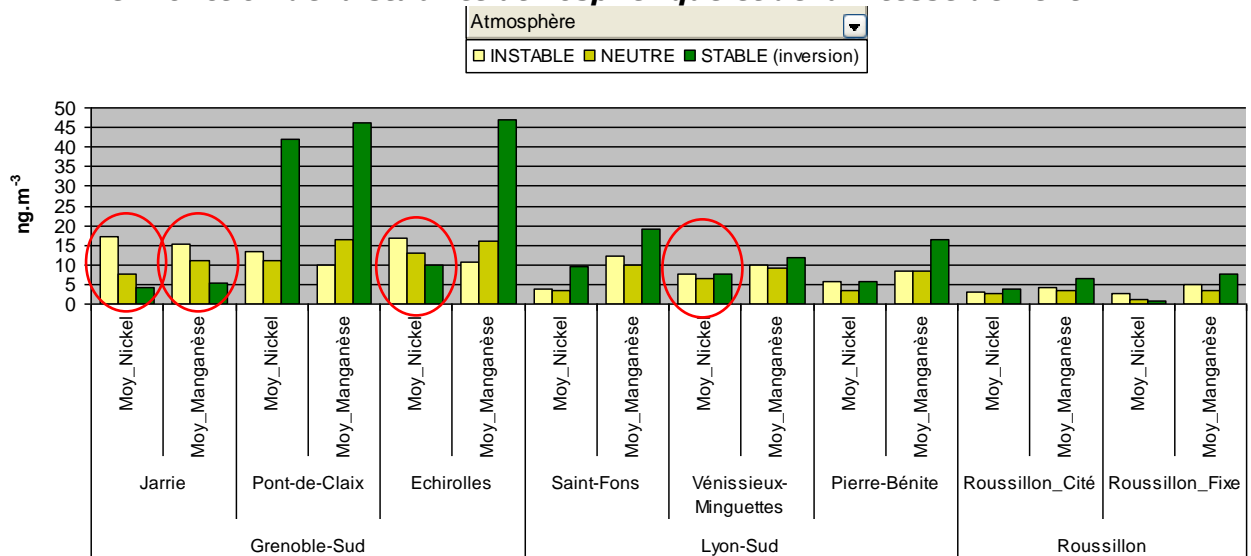


Pour le **Vanadium**, la seule valeur guide existante en moyenne sur 24h recommandée par l'OMS est très élevée (1000 ng.m<sup>-3</sup>) et n'a jamais atteinte sur l'ensemble des campagnes de mesures, ni sur le réseau fixe.

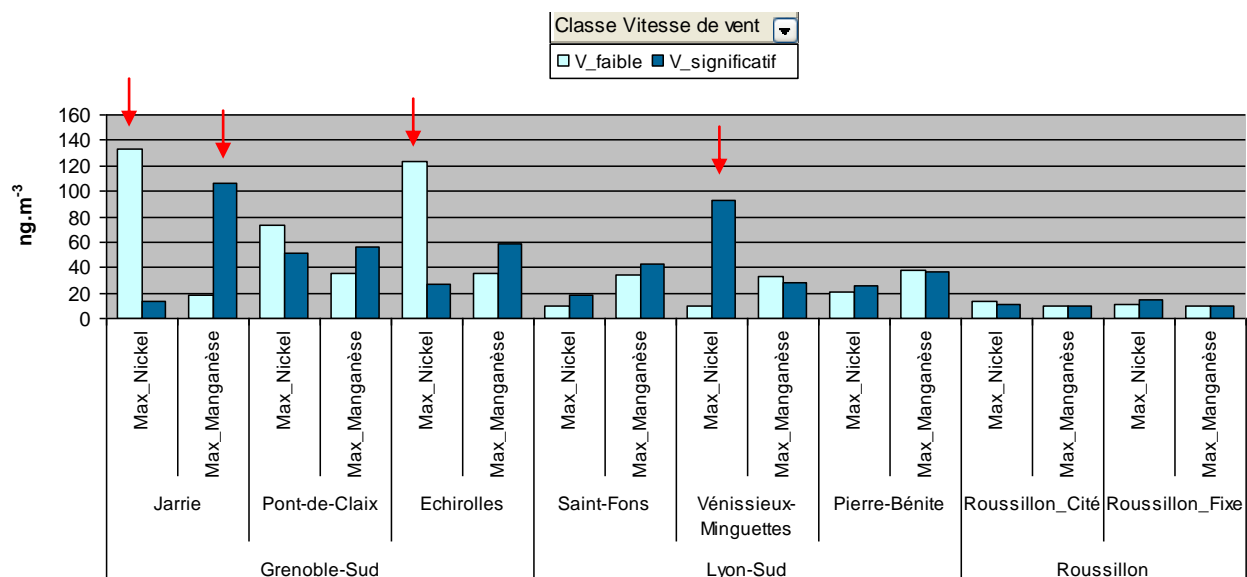
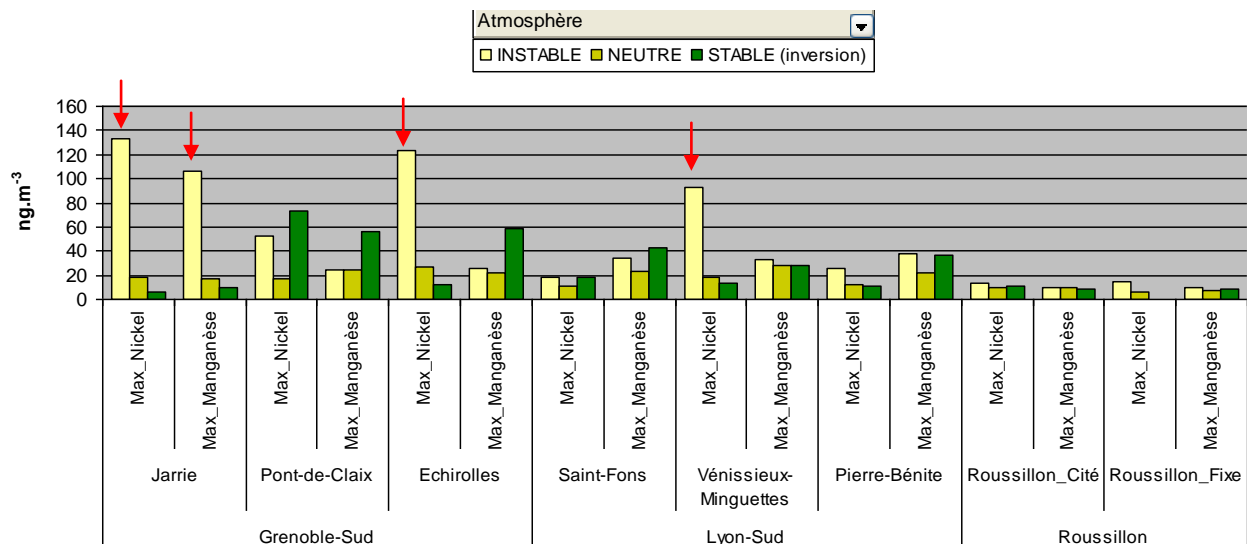
A noter qu'il est difficile de tirer de conclusion sur ce polluant, puisque la mesure n'a débuté régulièrement sur le réseau fixe qu'en 2007.

### 5.1.5. Analyse des conditions météorologiques

#### Moyennes et Maxima pour le Nickel et le Manganèse en fonction de la stabilité atmosphérique et de la vitesse de vent



<sup>1</sup> Le percentile 90 représente la valeur dépassée par seulement 10% de l'ensemble des valeurs mesurées.

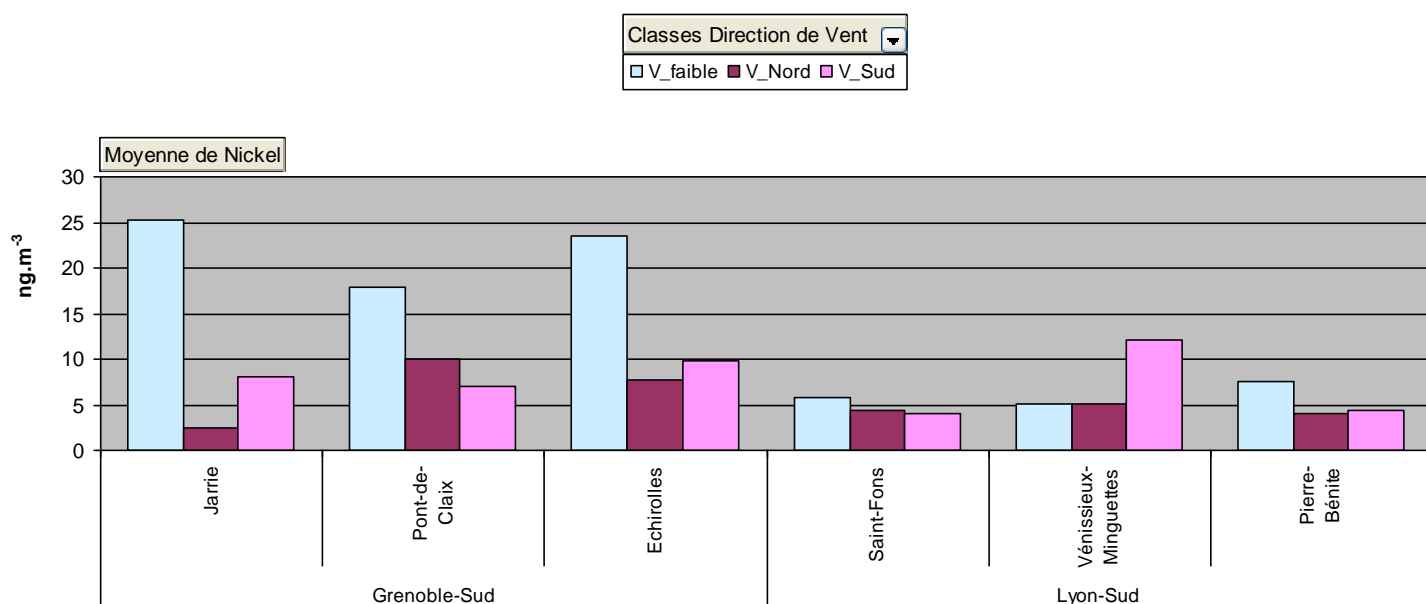


Pour les métaux lourds, certaines concentrations élevées sont observées sans inversion thermique, se distinguant très nettement des autres jours.

Ces valeurs correspondent soit à des situations de vent faible, soit de vent plus significatif, dépendant du polluant et/ou du site sur la zone.

Ceci montre que les sources sur une même zone peuvent être multiples, plus ou moins proches, et que les niveaux peuvent varier en fonction des conditions de dispersion des émissions.

## Moyennes en Nickel et en Manganèse en fonction de la direction du vent

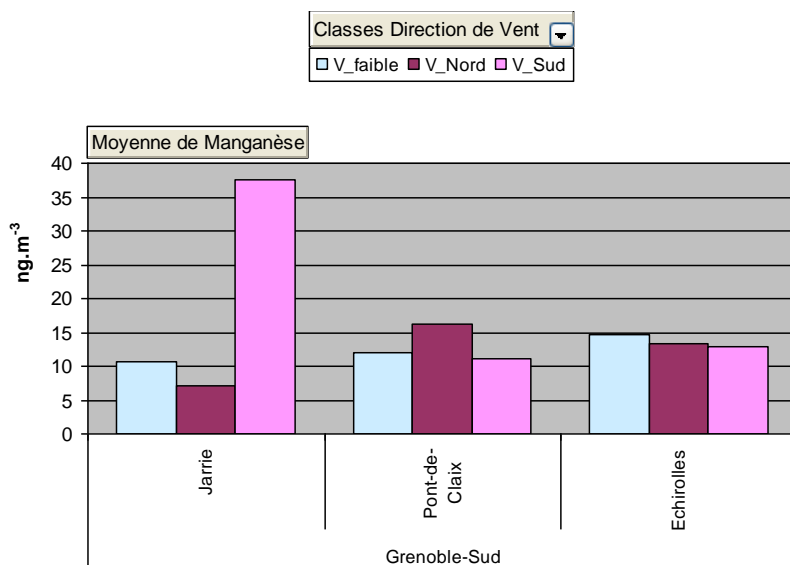


Sur la zone de « Grenoble-Sud », la seule grande source ponctuelle recensée en métaux lourds (dont le Nickel et le Manganèse) se trouve sur la plateforme de Pont-de-Claix.

Sur les 3 sites de cette zone, les valeurs sont plus élevées en moyenne par vent faible, indiquant plutôt une origine des sources en proximité.

Sur le site de Jarrie, la moyenne par vent de sud se distingue de celle par vent de nord, dans la direction où se situent les activités industrielles par rapport au site de mesure.

Par contre, la distinction est moins nette sur les sites d'Echirolles et Pont-de-Claix, en lien peut-être avec la présence d'autres activités émettrices de Nickel.



Sur la zone de « Lyon-Sud » plusieurs émetteurs industriels de métaux lourds sont répertoriés dont un des plus importants pour le Nickel est la raffinerie de Feyzin, située au sud des 3 sites. Sur le site de Vénissieux-Minguettes, la moyenne plus élevée par vent de sud est due à une « valeur remarquable » maximale beaucoup plus élevée que sur les deux autres sites de la zone, qui pourrait être liée, entre autre, aux émissions de la raffinerie.

Concernant le Manganèse, seul le site de Jarrie semble enregistrer une moyenne plus importante par vent de sud. Il est probable que des émissions, a priori non répertoriés, soient à l'origine de ces valeurs.

Sur les autres zones, malgré la présence d'émetteurs connus bien localisés, l'analyse ne montre aucune direction privilégiée.

**NB :** Cet exemple montre cependant bien les limites de l'exercice.



## 5.2. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

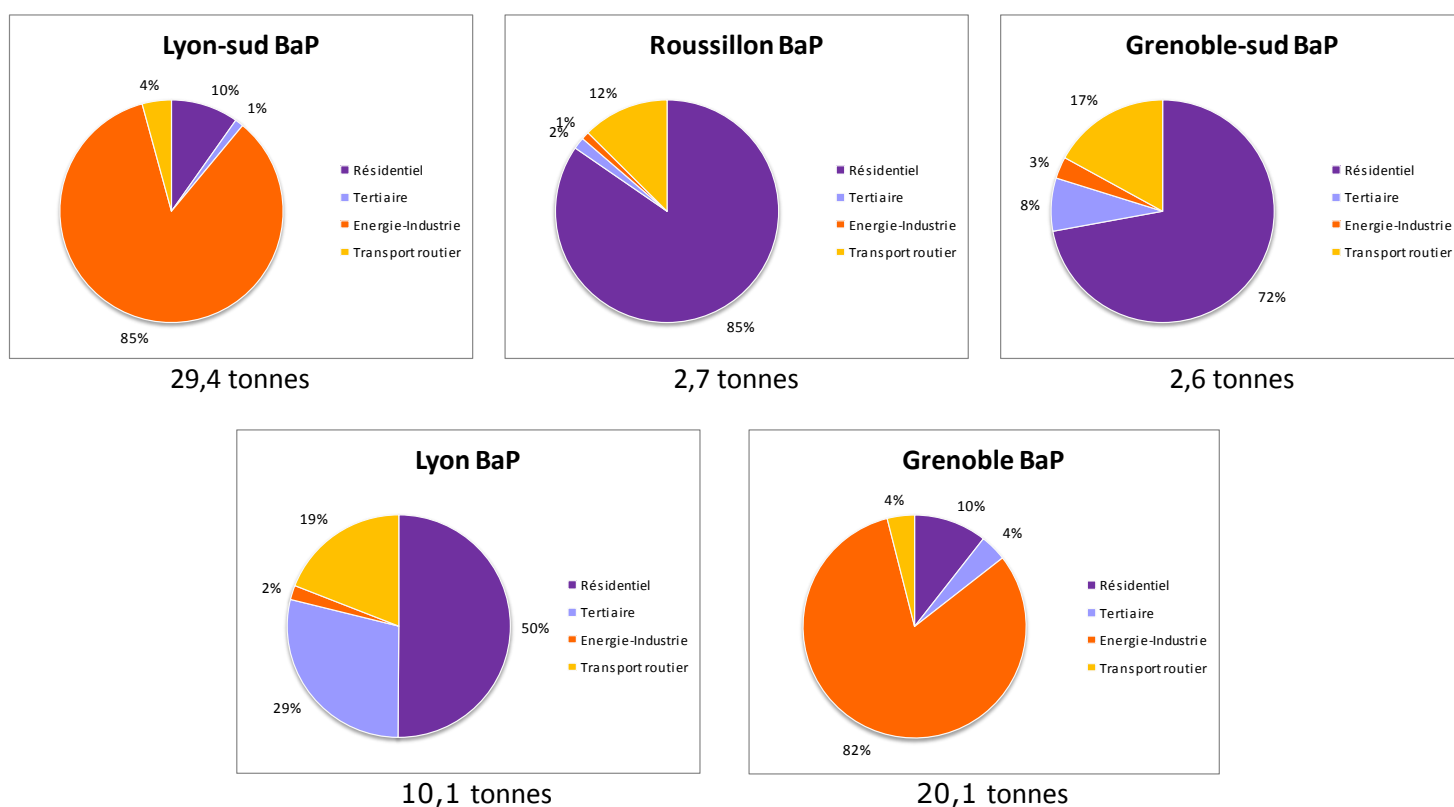
### 5.2.1. Origines et émissions

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques, communément appelés HAP, forment une sous-famille des Composés Organiques Volatils (COV), constitués d'atomes de carbone et d'hydrogène dont la structure des molécules comprend au moins deux cycles aromatiques (cycle du benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Le Benzo(a)pyrène (B(a)P) est un des HAP les plus toxiques. Il est maintenant reconnu comme cancérigène pour l'homme par l'IARC<sup>1</sup>. Ce composé sert de référence pour calculer la toxicité des autres HAP (cf. volet « Santé » du rapport).

Les HAP sont générés essentiellement par des processus de combustion incomplète de la matière organique à haute température, comme c'est le cas de la combustion du carburant automobile, la combustion domestique (charbon, bois...), la production industrielle (aciéries...), la production d'énergie (centrales électriques fonctionnant au pétrole ou au charbon...) ou encore des incinérateurs.

#### Répartition des émissions de Benzo(a)Pyrène par secteur d'activité <sup>2</sup>



Les émetteurs industriels de HAP implantés en région Rhône-Alpes font partie des plus importants de France. Depuis 2005, l'émetteur industriel principal de HAP qui fait l'objet d'une surveillance régulière se situe sur la commune de Vénissieux.

Le secteur résidentiel arrive en seconde position (émissions réparties sur toute la région), avec comme principale source la combustion du bois.

<sup>1</sup> International Association for Research on Cancer

<sup>2</sup> Source : Cadastre ASCOPARG-COPARLY-SUP'AIR (Année 2003 - v2008-1)

### 5.2.2. Comparaison aux valeurs réglementaires

Seul le **Benzo(a)pyrène** possède un seuil réglementaire, fixé à **1 ng.m<sup>-3</sup>** comme valeur cible **en moyenne annuelle**.

Valeurs Réglementaires HAP (ng.m <sup>-3</sup> )		Benzo(a)pyrène
Valeur cible - Long Terme (2012 Directives)		(Moy. 1an) <b>1</b>

Résultats HAP (ng.m <sup>-3</sup> )	Naphthalène	2-méthyl-naphthalène	Acénaphthène	Fluorène	Phénanthrène	Anthracène	Fluoranthène	Pyrène	2-méthylfluoranthène	Benzo(a)anthracène	Chrysène	Benzo(e)pyrène	Benzo(f)fluoranthène	Benzo(b)fluoranthène	Benzo(k)fluoranthène	Benzo(a)pyrène	Dibenzo(a,h)anthracène	Benzo(g,h,i)épéyène	Indéno(1,2,3-cd)pyrène	HAP TOTAUX
	MOYENNES																			
ROUSSILLON Cité	0,6	0,4	0,2	1,1	6,1	0,5	2,4	1,7	0,0	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,2	0,4	0,1	0,5	0,5	17
ROUSSILLON Fixe	0,6	0,4	0,3	1,4	7,5	0,5	3,1	2,3	0,0	0,6	0,9	1,0	0,4	1,1	0,4	0,7	0,1	0,7	0,8	23
LYON-SUD Pierre-Bénite	0,4	0,3	0,1	0,9	5,3	0,3	3,3	2,7	0,0	0,2	0,6	0,5	0,3	0,6	0,2	0,3	0,0	0,4	0,3	17
LYON-SUD Saint-Fons	0,8	0,5	0,3	1,4	14,9	1,0	9,9	6,3	0,0	0,8	2,0	1,4	0,7	2,0	0,6	0,7	0,1	0,8	0,7	45
LYON-SUD Vénissieux-Minguettes	0,7	0,5	0,3	1,3	16,6	0,8	12,4	7,3	0,0	0,6	2,3	1,4	0,6	2,3	0,6	0,5	0,1	0,7	0,6	50
GRENOBLE-SUD Jarrie	1,4	0,7	0,8	3,1	21,2	1,7	6,7	2,9	0,0	0,5	0,7	0,6	0,5	0,9	0,3	0,6	0,0	0,6	0,7	44
GRENOBLE-SUD Pont-de-Claix	0,8	0,4	0,2	1,1	5,7	0,5	2,1	1,7	0,0	0,3	0,5	0,5	0,3	0,7	0,3	0,5	0,0	0,6	0,5	17
GRENOBLE-SUD Echirolles	0,8	0,4	0,2	1,2	6,3	0,6	2,4	2,1	0,0	0,5	0,7	0,7	0,4	0,9	0,3	0,6	0,1	0,7	0,6	19
Réf. LYON (Trafic + Urbain) - 1 an	0,8	0,5	0,5	1,4	12,3	0,7	10,3	6,7	0,0	0,8	2,3	1,4	0,7	2,3	0,7	0,7	0,1	0,8	0,7	44
Réf. GRENOBLE (Urbain) - 1 an	0,8	0,4	0,2	1,2	6,6	0,6	2,3	1,9	0,0	0,4	0,7	0,6	0,4	0,9	0,3	0,6	0,1	0,7	0,7	20
Réf. LYON (Industriel) - 1 an	0,7	0,4	0,4	1,4	39,6	2,6	56,0	35,8	0,0	3,6	11,0	5,5	2,2	9,5	2,5	1,8	0,3	1,9	1,6	177
Réf. LYON (Industriel) - 4 camp. Lyon-Sud	0,5	0,4	0,2	0,9	27,8	1,9	37,6	23,4	0,0	2,1	6,7	3,8	1,6	6,3	1,7	1,4	0,2	1,5	1,4	120
MAXIMA																				
ROUSSILLON Cité	3,0	1,3	0,7	5,3	23,5	2,4	7,2	6,1	0,0	2,2	2,8	4,2	1,7	3,6	1,5	2,7	0,4	2,8	3,0	73
ROUSSILLON Fixe	3,8	1,6	0,8	5,6	22,2	2,1	8,7	8,3	0,0	4,7	5,8	6,6	2,4	7,6	3,1	5,2	0,7	4,3	6,2	93
LYON-SUD Pierre-Bénite	2,3	1,0	0,6	4,7	40,7	3,4	21,3	13,4	0,0	1,4	3,4	2,8	1,7	4,0	1,4	1,7	0,1	2,1	1,9	107
LYON-SUD Saint-Fons	3,3	3,3	1,4	4,5	68,2	4,3	48,4	32,5	0,0	5,8	13,7	7,2	3,2	11,8	3,6	3,2	0,5	2,9	2,6	215
LYON-SUD Vénissieux-Minguettes	2,1	2,9	1,8	4,7	84,3	4,0	65,2	33,5	0,0	3,7	13,6	9,9	3,7	15,7	4,5	3,0	0,5	3,6	3,3	220
GRENOBLE-SUD Jarrie	9,6	3,4	2,3	12,0	52,3	7,7	17,3	15,2	0,0	4,9	6,5	5,6	5,1	6,9	2,9	5,8	0,6	4,8	6,3	162
GRENOBLE-SUD Pont-de-Claix	2,9	1,5	0,8	5,1	23,6	3,4	9,0	8,8	0,0	2,6	3,5	3,9	1,8	4,2	1,7	3,3	0,4	3,6	3,1	83
GRENOBLE-SUD Echirolles	6,0	2,6	1,2	8,1	32,4	4,5	12,9	11,8	0,1	4,2	5,3	5,4	2,8	6,2	2,4	4,6	0,7	4,6	4,1	120
Réf. LYON (Trafic + Urbain) - 1 an	6,9	3,3	4,7	13,1	137,7	10,1	109,5	73,5	0,0	12,2	27,4	10,7	4,5	21,2	5,8	5,3	0,8	4,8	4,6	448
Réf. GRENOBLE (Urbain) - 1 an	6,5	2,6	1,2	9,4	36,9	5,5	14,7	14,9	0,0	6,5	8,6	4,6	3,8	8,6	2,9	6,8	1,0	6,1	6,2	144
Réf. LYON (Industriel) - 1 an	5,2	3,6	5,3	11,2	385,7	28,9	402,1	267,8	0,0	67,7	133,0	62,0	20,1	97,6	24,7	18,8	2,1	14,2	11,7	1387
Réf. LYON (Industriel) - 4 camp. Lyon-Sud	2,1	3,6	0,8	3,8	104,3	9,3	235,1	148,4	0,0	9,4	50,5	31,7	11,8	54,6	13,4	8,6	1,1	8,6	7,6	663

- Dépassement de valeurs limites ou valeurs cibles
- Dépassement de valeurs guides (OMS) ou objectif de qualité de l'air
- Pas de dépassement ou pas de seuil, mais valeurs plus élevées que le fond urbain (valeurs "remarquables")

Si aucun dépassement de cette valeur limite n'est constaté en moyenne annuelle, quelques valeurs sont qualifiées de « remarquables », notamment vis-à-vis des niveaux de fond urbain à Grenoble (a priori sans influence trafic ou industrielle).

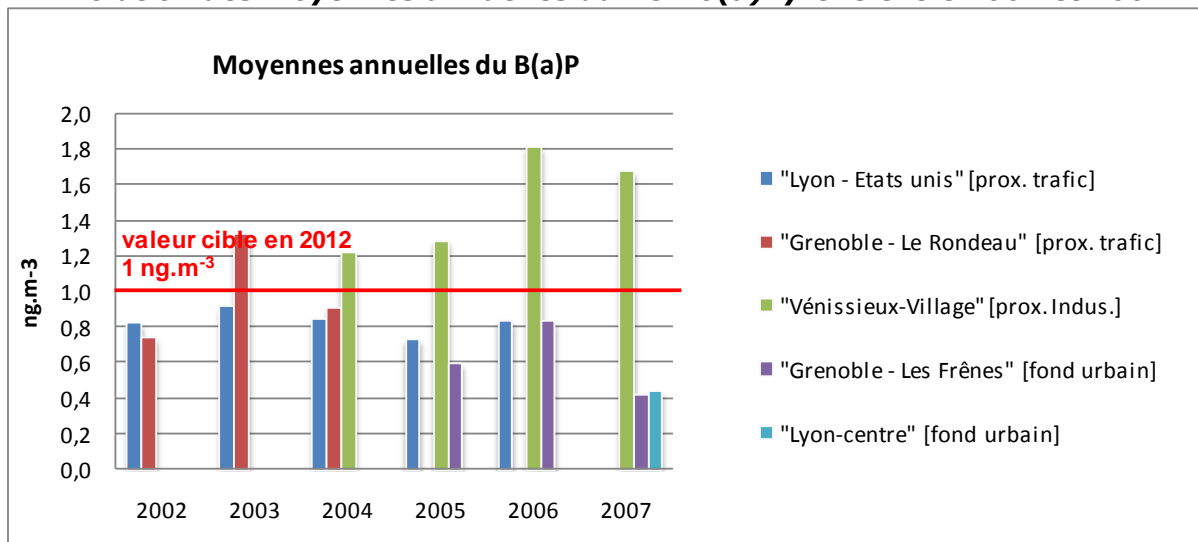
**NB<sub>1</sub>** : Le site « LYON (industriel) » est un site de référence pour la surveillance d'un émetteur important en HAP, situé sur la commune de Vénissieux. La comparaison des moyennes et maxima calculés sur une année complète, puis uniquement sur les dates des 4 campagnes réalisées sur la zone de Lyon-Sud, montre qu'à proximité directe de sources d'émissions, les mesures peuvent présenter de fortes fluctuations et qu'un nombre important de prélèvements est nécessaire pour assurer une bonne représentativité de la moyenne annuelle (cf. cercles rouges).

**NB<sub>2</sub>**: Sur le site de Saint-Fons, il n'y a eu aucun prélèvement exploitable sur toute la période estivale (cf. « dysfonctionnements »). Au vu des faibles valeurs mesurées sur les 2 autres sites de la zone « Lyon-Sud » sur cette même période, la moyenne sur ce site avec seulement 3 saisons a été tout de même comparée comme une moyenne annuelle.

### 5.2.3. Valeurs de références mesurées au cours des dernières années

Le programme de surveillance des HAP sur la région Rhône-Alpes a débuté en 2002, avec deux sites en proximité trafic, sur Lyon et Grenoble. A partir de 2004, la surveillance s'est étendue à la proximité industrielle et au fond urbain.

#### **Evolution des moyennes annuelles du Benzo(a)Pyrène entre 2002 et 2007**



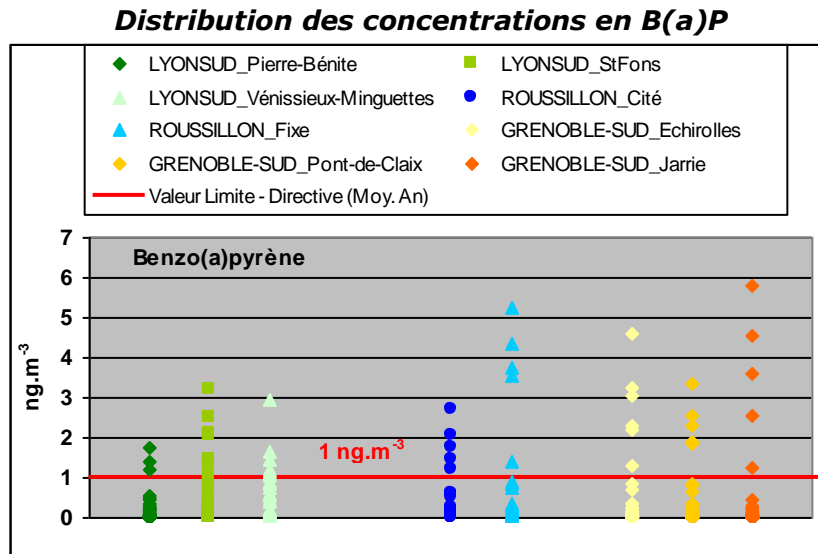
Sur le site de surveillance industrielle situé dans le sud lyonnais (Vénissieux), le seuil réglementaire de  $1 \text{ ng.m}^{-3}$  est dépassé chaque année.

En proximité automobile, les niveaux de B(a)P ont été relativement stables et juste en dessous de la valeur réglementaire, à l'exception du site Grenoble-Rondeau en 2003.

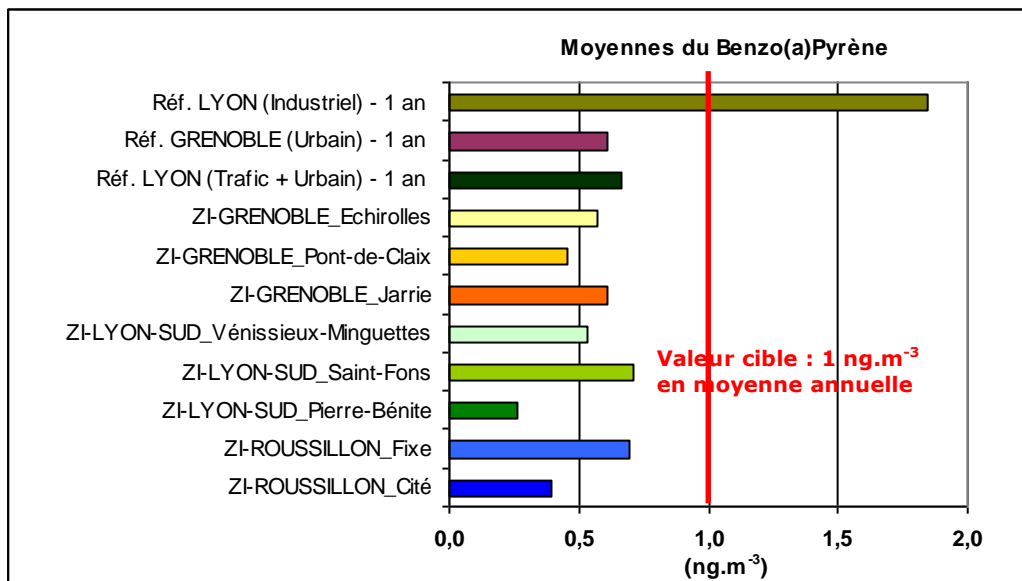
L'historique des mesures en fond urbain ne remonte qu'à partir de 2005 mais elles sont toutes en dessous du seuil réglementaire. Aucune tendance ne se dessine réellement car les niveaux fluctuent d'année en année.

### 5.2.4. Etude du Benzo(a)pyrène

Si, sur 24h de prélèvement, la valeur de  $1 \text{ ng.m}^{-3}$  pour le Benzo(a)pyrène est souvent dépassée ...



... cette valeur cible n'est pas dépassée en moyenne annuelle sur tous les sites étudiés, ni sur les sites de fond urbain du réseau fixe.

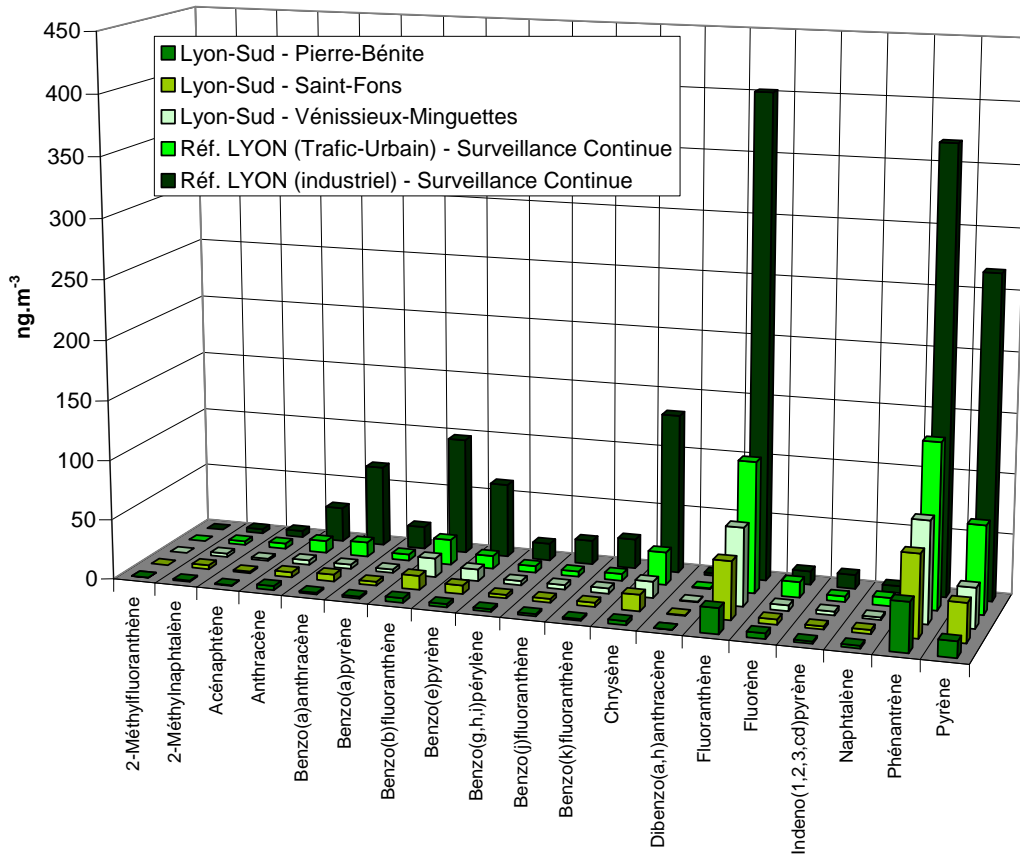


En revanche, elle peut l'être sur une zone sous l'influence directe d'un site industriel ayant des émissions importantes en HAP, à l'instar du site de référence de la zone « Lyon-Sud » (sur la commune Vénissieux) pour la surveillance industrielle des HAP.

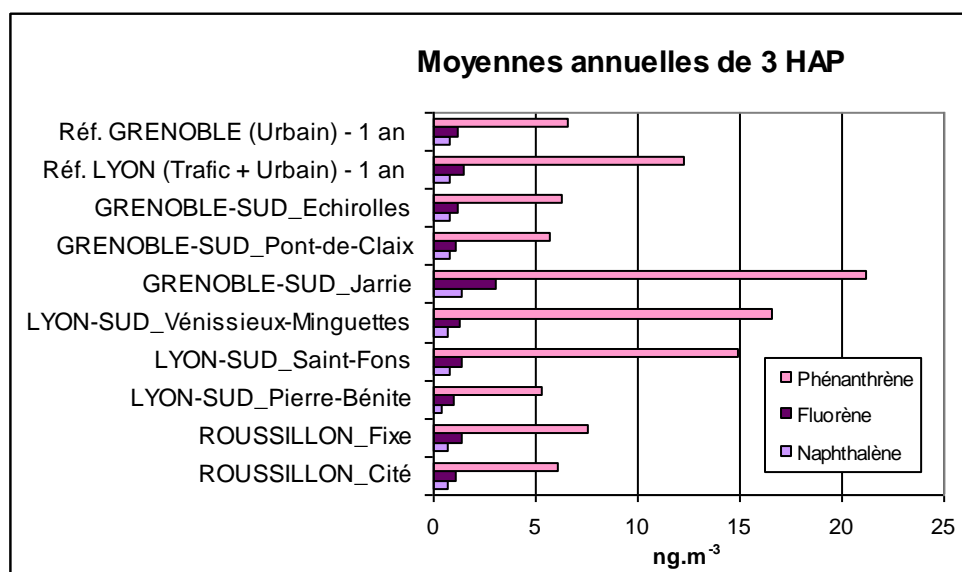
### 5.2.5. Etude des valeurs « remarquables »

- Sur la zone « Lyon-Sud », le principal émetteur industriel de HAP, situé sur la commune de Vénissieux, semble avoir une influence sur les mesures des autres sites à proximité, avec des niveaux décroissant en fonction de la distance.

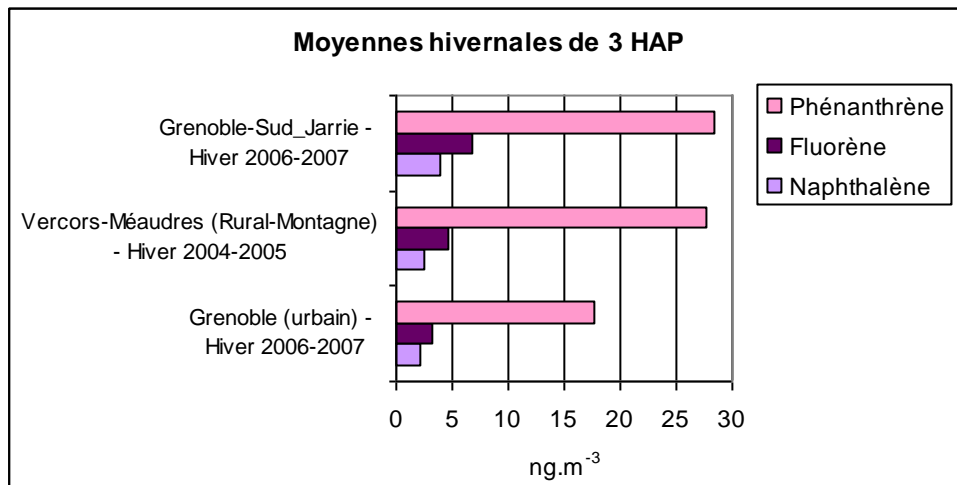
**HAP – Maxima sur 24h**



- Sur le site de Jarrie (zone « Grenoble-Sud »), les niveaux de certains composés comme le Fluorène, le Phénanthrène ou le Naphtalène, sont plus élevés en moyenne sur l'année que sur tous les sites, toutes zones confondues (voir graphe ci-dessous).



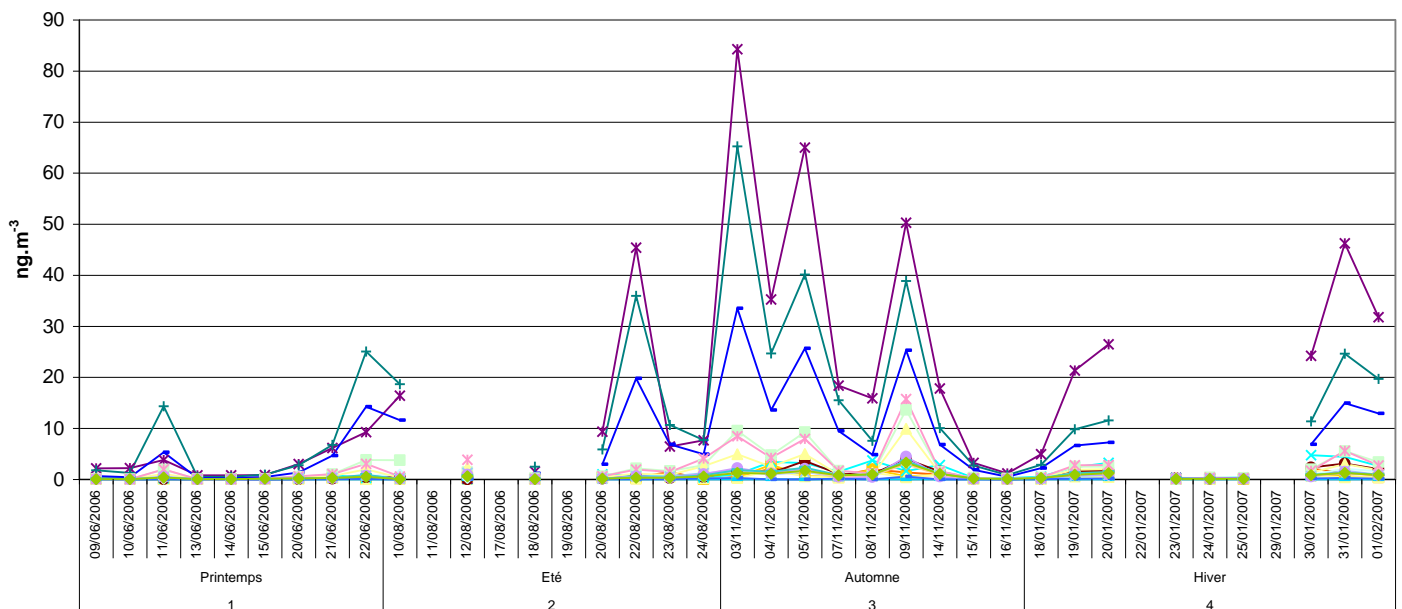
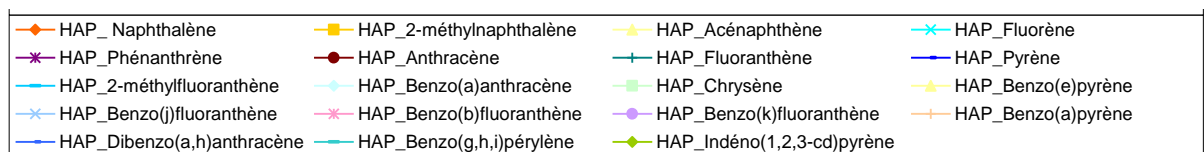
Les niveaux maximum ont été observés en hiver, comme sur les autres sites de la même zone, avec des conditions atmosphériques stables, notamment en situation d'inversions thermiques (cf. page suivante).



Or, les moyennes de ces 3 HAP calculées uniquement sur cette période hivernale sont tout à fait comparables avec des moyennes mesurées en hiver 2004-2005 à Méaudre, commune rurale du Vercors, dont l'origine avait été potentiellement attribuée au chauffage résidentiel (au bois).

Compte tenu de la similitude à la fois des mesures et de l'environnement du site (rural, résidentiel), il n'est donc pas impossible qu'une partie des HAP mesurés à Jarrie soit liée à ce type d'émissions.

### Evolution des niveaux des 19 HAP sur le site Vénissieux-Minguettes

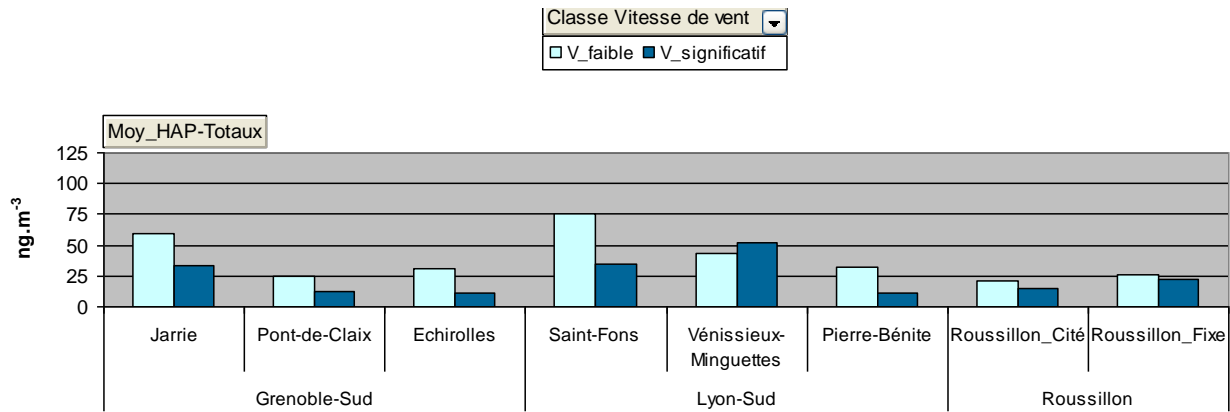
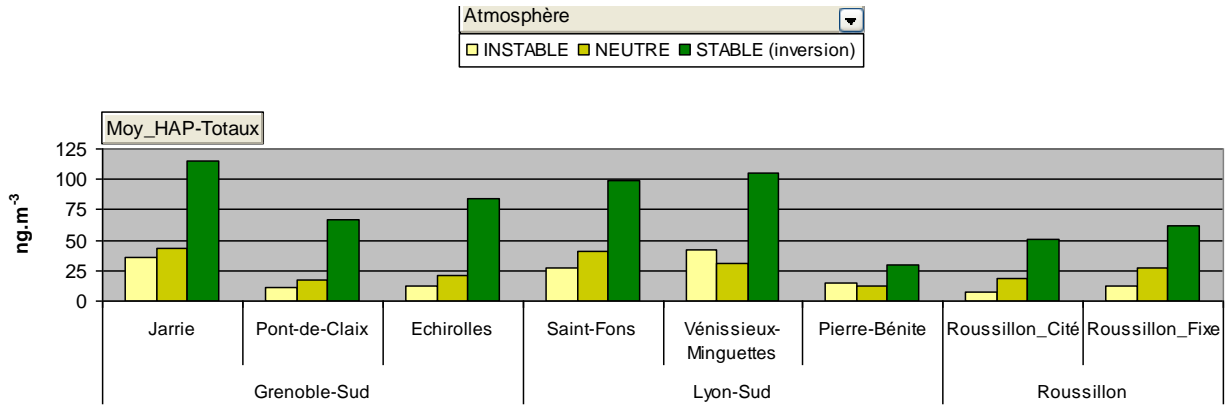


Comme le montre l'exemple ci-dessus, pour tous les sites, la très bonne corrélation entre tous les HAP permet de restreindre l'étude des HAP dans leur ensemble à celle de la valeur des HAP totaux (somme des concentrations de tous les HAP).

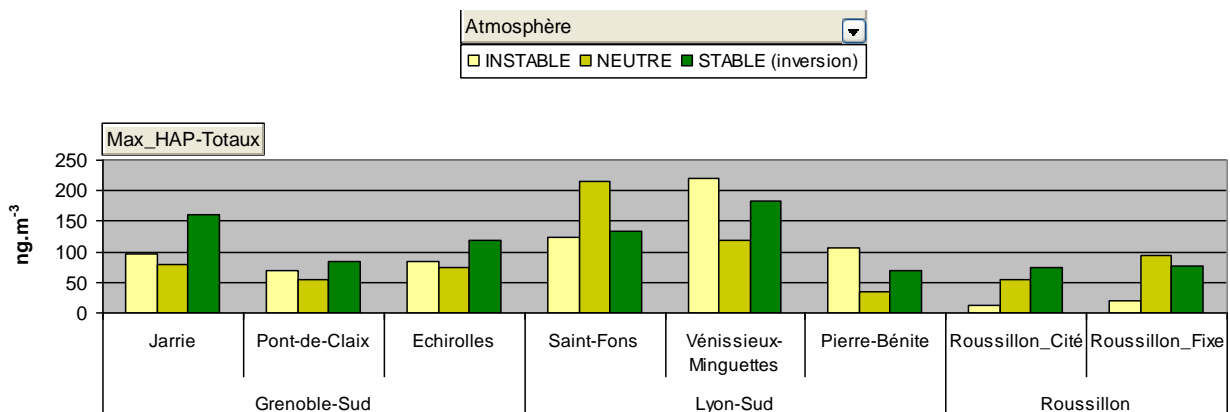
### 5.2.6. Etude des conditions météorologiques

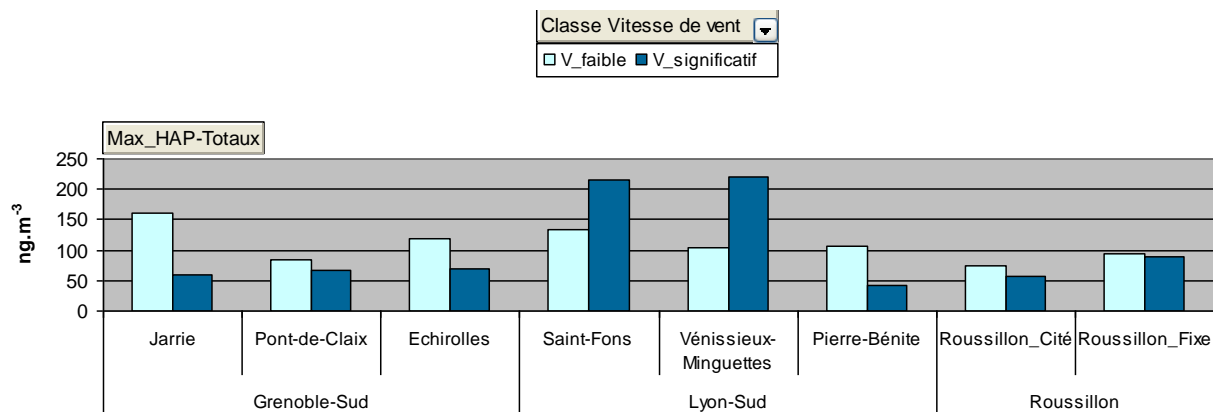
Les graphes ci-dessous présentent les moyennes de HAP-totaux en fonction de la stabilité atmosphérique.

#### Moyennes des prélèvements de HAP-Totaux



#### Maxima (24h) des prélèvements de HAP-Totaux





Comme pour les polluants gazeux réglementés, les concentrations en HAP sont en moyenne plus élevées les jours avec une situation d'inversion thermique et/ou de vent faible.

A noter que des valeurs maximales observées des jours d'atmosphère neutre ou instable peuvent être nettement plus élevées, en lien certainement avec des émissions plus ou moins proches du point de mesure (notamment sur la zone de Lyon-Sud).



## 5.3. Aldéhydes (ALD)

### 5.3.1. Origines et émissions

Les aldéhydes (tout comme les cétones) sont des composés organiques volatils faisant partie de la sous-famille des composés carbonyles, où un atome de carbone est relié à un atome d'oxygène par une double liaison (C=O).

Le Formaldéhyde (appelé aussi Formol ou Méthanal) et l'Acétaldéhyde sont des composés dont les fortes concentrations provoquent des irritations (du nez, de la gorge et des yeux). Le formaldéhyde est classé depuis juin 2004 par le CIRC<sup>1</sup> comme cancérigène certain (groupe 1) et l'acétaldéhyde a été classé comme cancérigène possible.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de cadastre spécifique aux émissions d'aldéhydes, ni sur la région Rhône-Alpes, ni au niveau national (CITEPA<sup>2</sup>).

La littérature indique cependant qu'une part importante des émissions en air ambiant de ces deux composés est due aux véhicules à moteur non équipés de pots catalytiques.

Le Formaldéhyde peut être également émis par l'industrie, dans des procédés de fabrication de résines ou de colles et de mousses polyuréthanes, dans l'industrie des textiles, des colorants, du papier et des cosmétiques, mais aussi par des réactions photochimiques avec d'autres composés organiques volatils.

En air intérieur, le Formaldéhyde est un des principaux polluants étudiés car il se retrouve en fortes proportions dans les objets de fabrications industrielles citées précédemment, dans des produits désinfectants, germicides, insecticides, fongicides,... ou bien encore dans les fumées de cigarette ou de cuisson.

L'acétaldéhyde peut être émis par des procédés industriels et par des réactions photochimiques. Il fait également partie des substances prioritaires étudiées en air intérieur.

Les autres aldéhydes mesurés dans cette étude sont a priori moins irritants et moins nocifs pour la santé. Leurs concentrations en air ambiant sont également souvent moins importantes que les deux composés précédents.

### 5.3.2. Comparaison aux valeurs réglementaires

Depuis 2007, il existe deux valeurs guides pour le **Formaldéhyde**, préconisée par l'AFSSET<sup>3</sup>, pour l'**air intérieur** :

Valeurs Réglementaires ALDEHYDES ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )		Formaldéhyde
Val Guide Air Intérieur - Long Terme (AFSSET)	(Moy. 1an)	10
Val Guide Air Intérieur - Court Terme (AFFSET)	(Moy. 2h)	50

<sup>1</sup> International Association for Research on Cancer (<http://www.iarc.fr>)

<sup>2</sup> Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (<http://www.citepa.org>)

<sup>3</sup> Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (<http://www.afsset.fr>)

Résultats ALDEHYDES ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Propionaldéhyde	Butyraldéhyde	Benzaldéhyde	Isovaléraldéhyde	Valéraldéhyde	
	<b>MOYENNES</b>							
ROUSSILLON Cité	2,4	1,2	0,1	0,2	0,7	0,3	0,1	} Moyenne des prélèvements sur 8h (10h-18h)
ROUSSILLON Fixe	8,8	2,0	0,3	0,3	1,4	0,3	0,2	
LYON-SUD_Pierre-Bénite	8,5	3,0	0,4	0,3	1,6	0,3	0,2	
LYON-SUD_Saint-Fons	2,7	10,6	0,8	0,8	1,4	0,7	0,2	
LYON-SUD_Vénissieux-Minguettes	2,6	2,2	0,3	0,3	0,7	0,3	0,1	
GRENOBLE-SUD_Jarrie	18,4	3,9	0,6	0,6	3,7	0,3	0,4	
GRENOBLE-SUD_Pont-de-Claix	3,0	1,4	0,3	0,3	1,4	0,3	0,1	
GRENOBLE-SUD_Echirolles	2,6	1,3	0,2	0,4	0,7	0,3	0,1	
Réf. LYON (Urbain) - 1 an	2,6	1,7	0,6	2,0	0,2	0,3	0,5	} Moyenne de prélèvements sur 7j
Réf. GRENOBLE (Urbain) - 1 an	2,3	1,4	0,5	1,5	0,3	0,3	0,3	
	<b>MAXIMA</b>							
ROUSSILLON Cité	7,1	2,6	0,1	0,5	1,0	0,3	0,2	} Max des prélèvements sur 8h (10h-18h)
ROUSSILLON Fixe	36,5	8,8	1,1	0,7	4,2	0,3	0,6	
LYON-SUD_Pierre-Bénite	41,0	6,4	1,3	1,1	4,9	0,4	0,6	
LYON-SUD_Saint-Fons	12,2	58,3	5,0	4,9	4,1	4,1	1,8	
LYON-SUD_Vénissieux-Minguettes	8,2	5,7	1,1	1,6	1,3	0,3	0,3	
GRENOBLE-SUD_Jarrie	53,7	9,9	1,5	1,6	12,7	0,6	1,5	
GRENOBLE-SUD_Pont-de-Claix	22,2	4,3	0,8	1,0	7,9	0,3	0,5	
GRENOBLE-SUD_Echirolles	5,2	3,7	0,6	1,1	1,2	0,3	0,2	
Réf. LYON (Urbain) - 1 an	3,9	2,8	1,2	6,1	0,2	0,4	1,3	} Max des prélèvements sur 7j
Réf. GRENOBLE (Urbain) - 1 an	3,7	2,4	0,8	4,1	0,3	0,3	0,6	

- Dépassement de valeurs limites ou valeurs cibles
- Dépassement de valeurs guides (OMS) ou objectif de qualité de l'air
- Pas de dépassement ou pas de seuil, mais valeurs plus élevées que le fond urbain (valeurs "remarquables")

Comme pour les métaux lourds, du fait que les durées de prélèvements diffèrent entre les mesures de l'étude et les stations de référence, seules les moyennes sur une année peuvent être comparées directement.

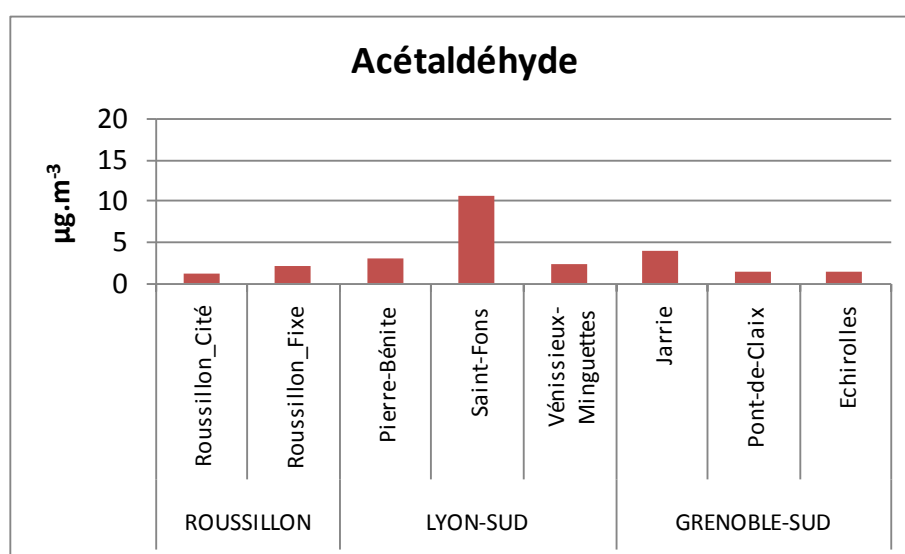
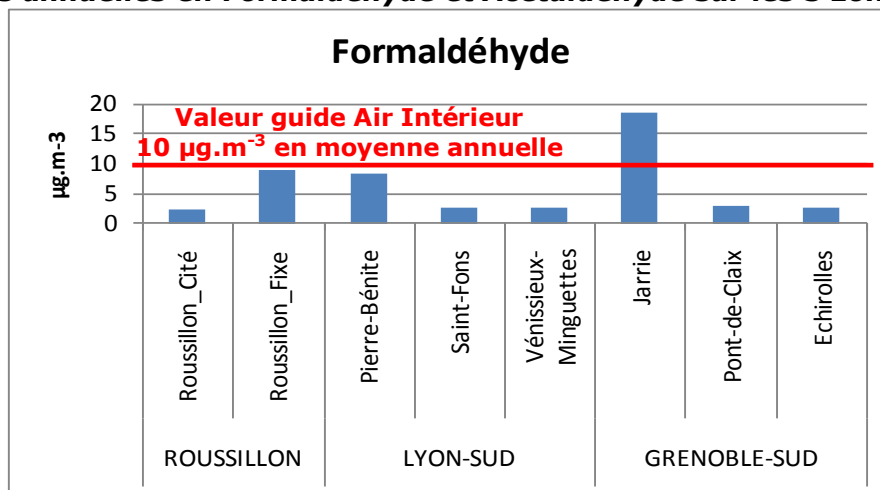
Néanmoins, pour le **Formaldéhyde**, sur un des sites de chaque zone, les valeurs mesurées en air ambiant paraissent très élevées en comparaison des valeurs guides préconisées en **air intérieur**.

Sur le site de Jarrie (« Grenoble-Sud »), la valeur guide est dépassée en moyenne annuelle et deux prélèvements sur 24h dépassent également la valeur guide en moyenne sur 2h (cf. graphes ci-après).

Pour l'**Acétaldéhyde**, il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur guide, mais le site de Saint-Fons se distingue de tous les autres sites de par sa moyenne annuelle et son maximum sur 24h.

Pour les autres composés, les concentrations ont été la plupart du temps en-dessous des seuils de détection de l'appareil.

### Moyennes annuelles en Formaldéhyde et Acétaldéhyde sur les 3 zones d'étude



#### 5.3.3. Valeurs de référence mesurées au cours des dernières années

Avant cette étude, il n'existait pas de valeurs de référence pour les aldéhydes en air ambiant sur les zones du « sud lyonnais » ou du « sud grenoblois ».

Sur la zone de « Roussillon », le réseau de surveillance SUP'Air a effectué des prélèvements entre 1997 et 1998 pour étudier les aldéhydes et d'autres COV.

Les mesures ont été réalisées sur une année et sur deux sites (mais pas simultanément): 41 prélèvements (24h) sur le même emplacement que le site « Roussillon\_Fixe » de cette étude, puis 9 prélèvements dans l'enceinte de la zone portuaire de Salaise-sur-Sanne, sous l'influence potentielle des émissions de la plateforme industrielle de Roussillon.

La synthèse des résultats est présentée dans le tableau ci-dessous :

Site	Polluant	Nombre prel.	Année	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Roussillon_Fixe [urbain]	Formaldéhyde	41	1997	3,8	2,1	1,2	9,5
Zone portuaire [prox. indus]	Formaldéhyde	9	1998	10,8	3	7,7	15,6
Roussillon_Fixe [urbain]	Acétaldéhyde	41	1997	2,1	1	0,6	4,7
Zone portuaire [prox. indus]	Acétaldéhyde	9	1998	4,6	2,2	2,1	8,6

Pour compléter ces valeurs, quelques niveaux de référence ont pu être trouvés sur le territoire français et à l'étranger :

**Niveaux en Formaldéhyde et Acétaldéhyde observés à Paris entre 2001 et 2004**  
(Mesures sur 24h toute l'année)

Formaldéhyde ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )					
Site	Année	Moy. an	P50 J	P98 J	Max J
Paris 7ème [fond urbain]	2001	4,4	4,1	9,6	13
Paris 1er Les Halles [fond urbain]	2003	4,3	4	9,5	14
Paris 1er Les Halles [fond urbain]	2004	3	2,7	6,1	11,7
Acétaldéhyde ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )					
Site	Année	Moy. an	P50 J	P98 J	Max J
Paris 7ème [fond urbain]	2001	2,2	1,9	5	6,7
Paris 1er Les Halles [fond urbain]	2003	2,7	2,5	6,1	8,1
Paris 1er Les Halles [fond urbain]	2004	2	1,9	4,3	5,7

**Niveaux observés au Québec entre 1989 et 1999** (Prélèvements 24h)

**Formaldéhyde**

Station	Période	Nombre	Moyenne Écart-type Médiane Minimum Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
Pointe-aux-trembles [urbaine]	1999	56	3,95	1,64	3,56	1,71	9,27
	1994-1999	282	3,34	1,72	2,91	0,37	12,03
	1989-1999	460	3,22	1,73	2,88	0,37	12,03
	1989-1993	178	3,02	1,73	2,72	0,38	11,55
Ontario [urbaine]	1999	55	2,97	1,85	2,60	0,89	9,62
	1994-1999	283	2,82	1,63	2,49	0,71	10,51
	1989-1999	359	2,94	1,63	2,57	0,71	10,51
	1989-1993	76	3,38	1,54	3,04	1,05	8,37
Varenes 1 [périurbaine]	1999	53	1,64	1,49	1,22	0,33	8,60
	1994-1999	280	2,01	1,46	1,66	0,33	12,53
Varenes 2 [périurbaine]	1999	45	2,14	1,28	1,87	0,92	6,96
	1994-1999	78	2,36	1,46	1,92	0,61	6,96

**Acétaldéhyde**

Station	Période	Nombre	Moyenne Écart-type Médiane Minimum Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
Pointe-aux-trembles [urbaine]	1999	56	2,54	0,89	2,39	1,25	6,38
	1994-1999	282	2,35	1,25	2,06	0,16	8,81
	1989-1999	460	2,30	1,22	2,04	<0,05	8,81
	1989-1993	178	2,21	1,18	2,01	<0,05	6,78
Ontario [urbaine]	1999	55	2,18	1,38	1,92	0,65	7,74
	1994-1999	283	2,06	1,28	1,73	0,50	8,20
	1989-1999	359	2,11	1,26	1,78	0,50	8,20
	1989-1993	76	2,27	1,19	2,01	0,56	6,65
Varenes 1 [périurbaine]	1999	53	1,49	1,17	1,24	0,40	6,63
	1994-1999	280	1,56	0,98	1,34	0,28	6,89
Varenes 2 [périurbaine]	1999	45	1,64	1,08	1,36	0,55	6,15
	1994-1999	78	1,53	0,91	1,31	0,55	6,15

Ces résultats montrent que :

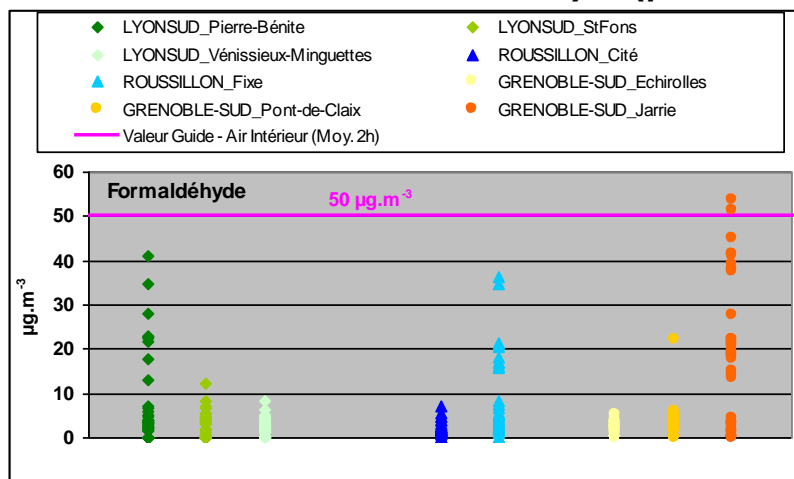
- les moyennes en fond urbain se situent généralement entre 3 et 5  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pour le formaldéhyde et autour de 2 ou 3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pour l'acétaldéhyde.
- les maxima sur 24h n'excèdent pas 15  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pour le formaldéhyde et 10  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pour l'acétaldéhyde.
- Sur la zone de Roussillon, les concentrations d'aldéhyde n'ont pas diminué. Les maxima de la présente étude sont même plus élevés.

### 5.3.4. Etude des valeurs « remarquables » et des variations saisonnières

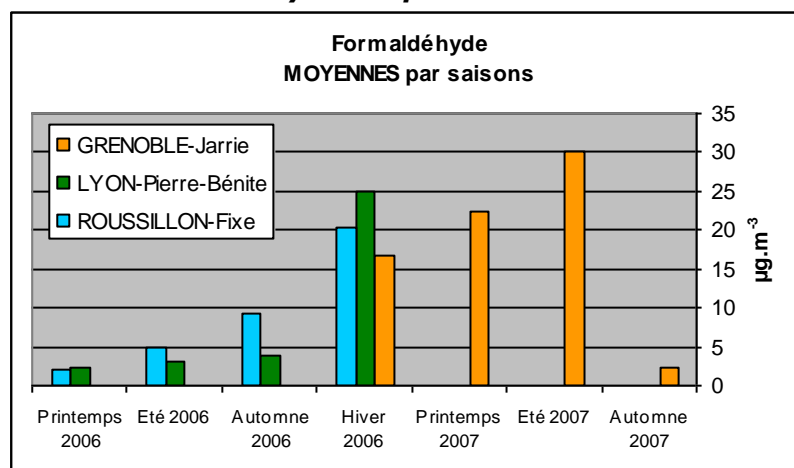
#### • Formaldéhyde

Les valeurs les plus élevées en Formaldéhyde ont été observées sur les sites de « Pierre-Bénite », « Roussillon\_Fixe » et « Jarrie » :

#### *Distribution des concentrations en Formaldéhyde (prélèvements 24h)*



#### *Moyennes par saisons*



Sur les zones de « Lyon-Sud » (Pierre-Bénite) et « Roussillon » (Roussillon\_Fixe), les niveaux maximum sont observés en hiver.

Sur la zone de « Grenoble-Sud » (Jarrie), en revanche, les valeurs sont élevées sur les trois premières saisons, avec une moyenne maximale en été, dont l'origine pourrait être photochimique. Puis, à l'automne 2007, une baisse conséquente est observée sur tous les prélèvements. Plusieurs pistes ont été explorées, en concertation avec les membres du Comité de Pilotage (industriels, services de l'Etat,...), pour tenter d'expliquer l'origine de cette baisse, mais aucune n'a permis d'apporter une explication probante.

D'autre part, les émissions industrielles en Formaldéhyde recensées sur les trois zones ne permettent pas a priori d'expliquer de tels niveaux observés en air ambiant.

Un autre axe de recherche pourrait être envisagé avec le recensement d'établissements utilisant des colles ou des résines pour l'emballage, la fabrication d'agglomérés,...

A noter que l'analyse statistique des données de ces prélèvements ne montre pas de corrélation probante avec d'autres COV ou avec l'ozone, ni avec aucun autre polluant.

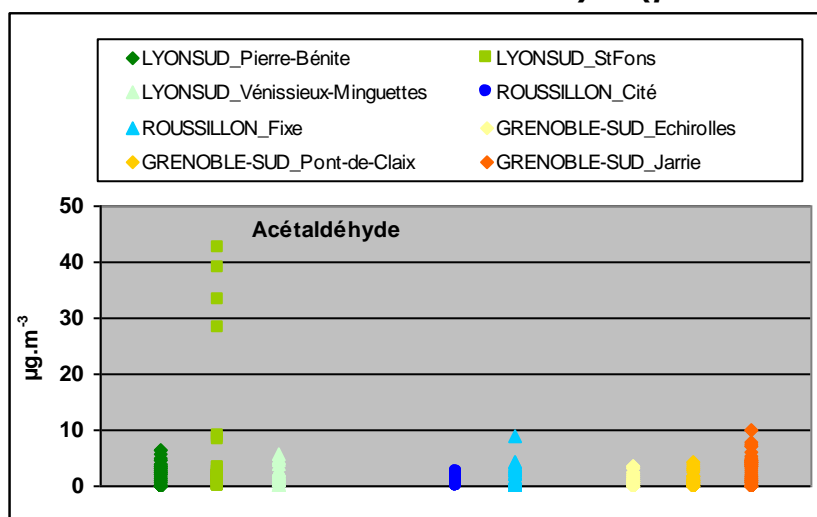
**Au vu de ces résultats, des mesures complémentaires semblent donc à préconiser pour suivre l'évolution des niveaux en formaldéhyde sur les 3 zones.**

- **Acétaldéhyde**

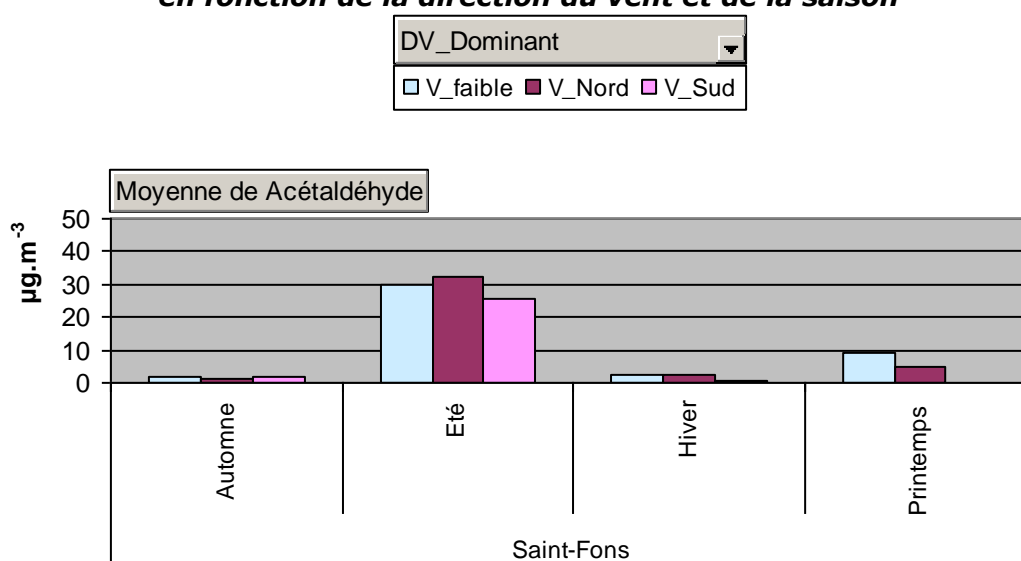
Pour l'**Acétaldéhyde**, seul le site de « Saint-Fons » (sur la zone de « Lyon-Sud ») a enregistré plusieurs valeurs importantes.

La moyenne annuelle sur ce site est 3 à 6 fois plus élevée que les autres sites ou qu'en fond urbain.

**Distribution des concentrations en Acétaldéhyde (prélèvements 24h)**



**Etude des moyennes sur le site de Saint-Fons en fonction de la direction du vent et de la saison**



Les valeurs les plus élevées ont été observées en période estivale et les moyennes sont relativement équivalentes quelle que soit la direction du vent.

Il semblerait donc possible de privilégier la piste d'une origine photochimique, mais sans oublier que cela implique la présence de précurseurs dont l'origine est souvent industrielle (à l'instar de l'éthylène ou de l'acétylène).

Reste que ces composés sont a priori présents sur les trois zones, et pas exclusivement à proximité du site de « Saint-Fons ».

A noter également que des émissions industrielles d'acétaldéhyde sont recensées dans la zone sud lyonnais, mais plus proches du site « Pierre-Bénite » que de « Saint-Fons ».

**La véritable origine de ces valeurs « remarquables » en acétaldéhyde sur le site de « Saint-Fons » reste donc à définir.**

## 5.4. Autres Composés Organiques Volatils (COV)

### 5.4.1. Origines et émissions

Les COV sont des composés constitués de carbone et d'hydrogène (composés organiques ou hydrocarbures) pouvant facilement se trouver dans l'atmosphère sous forme gazeuse (volatils) du fait qu'ils s'évaporent facilement dans les conditions normales de température et de pression (20°C et 10<sup>5</sup> Pa).

Les sources de COV peuvent être d'origine anthropique ou naturelle (provenant de la végétation). Cependant, les COV mesurés dans le cadre du présent rapport, sur des zones à forte densité urbaine et à proximité d'activités industrielles, sont a priori associés essentiellement aux émissions des activités humaines.

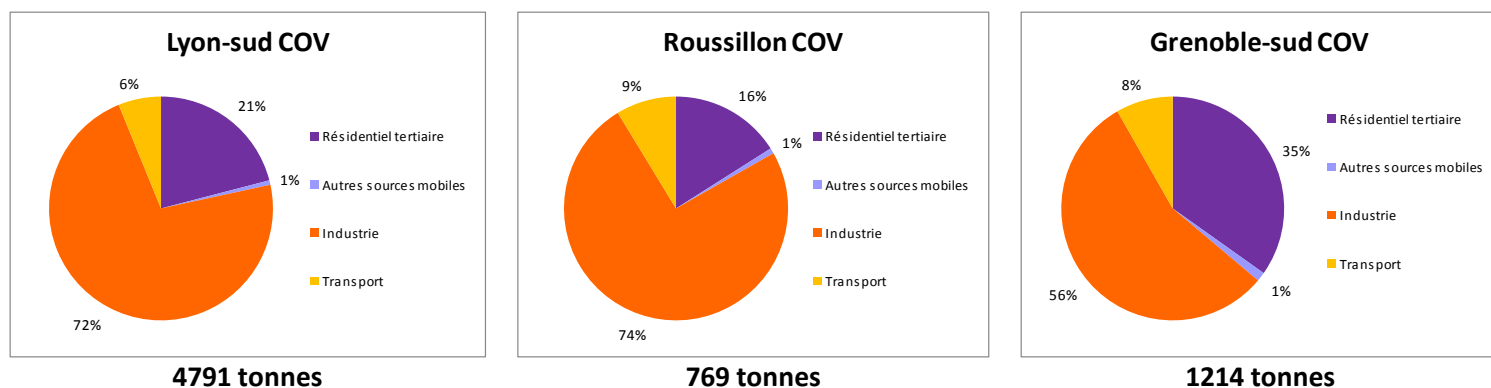
Celles-ci sont regroupées en cinq principales catégories : l'industrie, le transport, le résidentiel tertiaire, l'agriculture (engrais chimiques et pesticides) et les autres sources mobiles (aériennes, ferroviaires, fluviales, navales,...).

Les émissions de COV d'origine industrielle sont produites par les raffineries de pétrole, les industries pétrochimiques, les imprimeries, les incinérateurs, et les produits de plastique, les scieries ainsi que les usines de panneaux agglomérés et de pâtes et papiers. A noter que la plupart des COV chlorés sont d'origine industrielle.

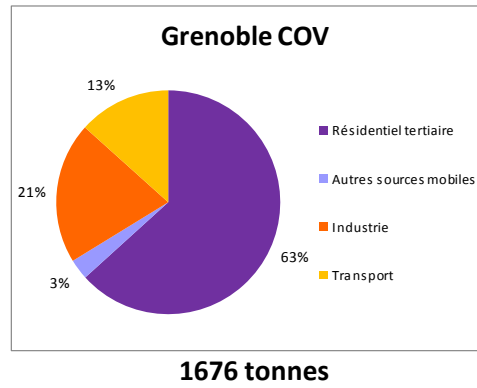
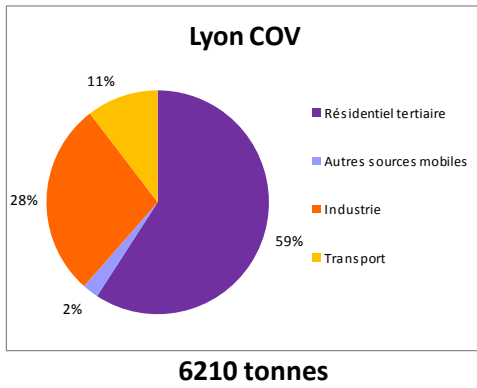
Certains des COV émis par l'industrie peuvent être également issus du transport, comme c'est cas du benzène, du toluène ou des xylènes (appelés aussi HAM : hydrocarbures aromatiques monocycliques), ou bien encore l'éthylène, l'acétylène ou l'iso-pentane (voir plus loin).

Les émissions de la catégorie résidentielle tertiaire peuvent provenir de la commercialisation de l'essence et du diesel, de l'utilisation de solvants à des fins non industrielles, du chauffage résidentiel au bois ou encore du nettoyage à sec, ainsi que toutes les émissions de sources diffuses qui ne sont pas incluses dans les autres catégories.

#### Répartition des émissions en COV totaux<sup>1</sup> par secteur d'activité sur les 3 zones d'étude et sur Lyon et Grenoble



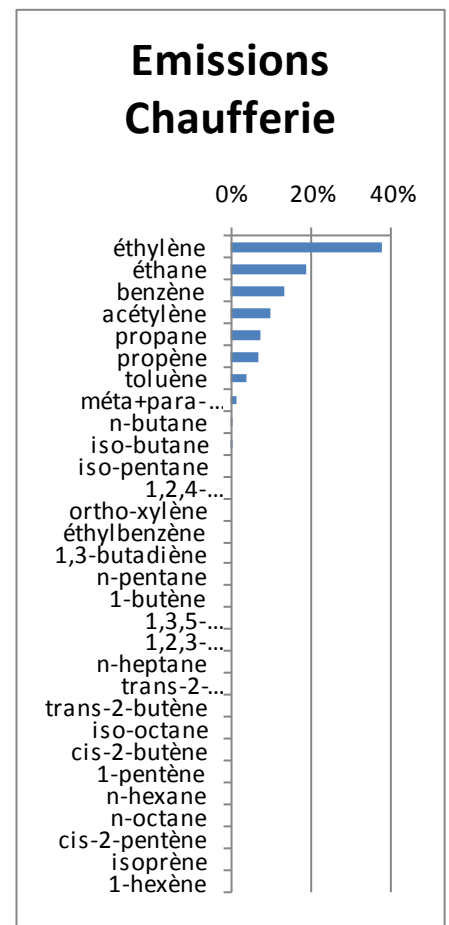
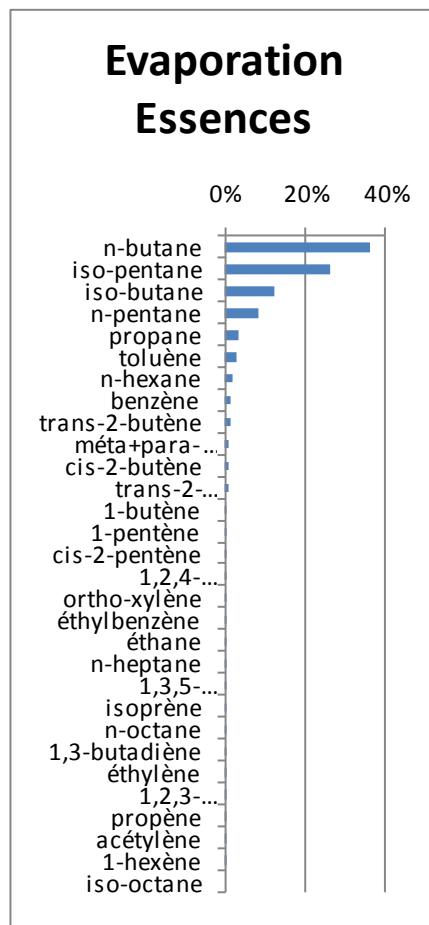
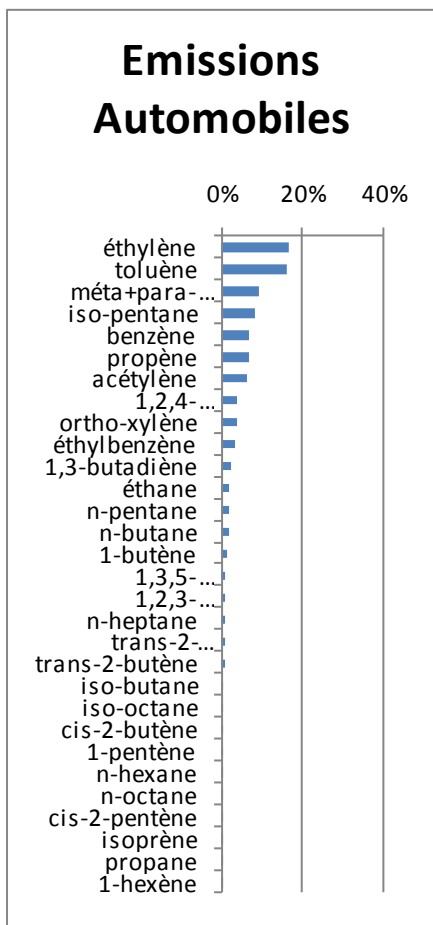
<sup>1</sup> Source ASCOPARG-COPARLY-SUP'AIR : Cadastre Année 2003 (v2006-1) ; COV Non Méthaniques



Sur les trois zones étudiées, les COV sont émis en grande majorité par le secteur industriel. En revanche, sur les agglomérations de Lyon et Grenoble, la part du secteur résidentiel et tertiaire augmente considérablement.

Là encore, il convient de noter que la présence d'un COV peut provenir de plusieurs sources d'émissions, comme le montrent les graphes ci-dessous, présentent la répartition des émissions des COV précurseurs de l'ozone pour trois types de sources :

**Spéciation standard des COV (en % de la fraction massique)  
pour 3 types de profils émetteurs<sup>1</sup>**



Enfin, il n'y a pas pour l'instant de cadastre pour les **COV chlorés**, mais il est reconnu qu'ils sont émis principalement par les activités industrielles.

<sup>1</sup> Source : Rapport de l'Ecole des Mines de Douai « Caractérisation du comportement spatio-temporel des COV en atmosphère urbaine et périurbaine » (Nov. 2005) ; Base GENEMIS (<http://genemis.iier.uni-stuttgart.de>)



La liste (non exhaustive) ci-dessous indique l'origine connue de certains des COV mesurés dans cette étude et dont les résultats seront développés dans la suite de ce rapport <sup>1</sup> :

### **Benzène, Toluène, Xylènes** (ortho, méta et para-xylène)

Ces composés font partie de la famille des hydrocarbures monocycliques aromatiques (HAM) et sont généralement odorants. Ils font partie des précurseurs de l'ozone.

Le benzène est reconnu comme cancérigène (classe I) par le Centre International de Recherche contre le Cancer (IARC). Le toluène est également reconnu pour sa toxicité. Les xylènes sont un peu moins nocifs pour la santé mais peuvent entraîner des effets non désirables lors d'exposition à des concentrations élevées même pour des périodes courtes (maux de têtes, vertiges, pertes d'équilibre...)

Ils sont présents dans les produits pétroliers, les processus de combustion (carburants, fumée de cigarette, ...) ou les vapeurs d'essences. Ils sont également utilisés en chimie de synthèse, dans les peintures ou encore comme solvants.

### **1,3-Butadiène**

Le 1,3-butadiène est un cancérogène reconnu. C'est aussi un précurseur de l'ozone.

Les sources principales sont les gaz d'échappement des moteurs (essence ou diesel), et dans une moindre proportion la combustion de la biomasse et les sources industrielles (production de caoutchouc synthétique notamment).

### **Isoprène (ou 2-méthyl-1,3-butadiène)**

L'isoprène existe à l'état naturel dans les plantes, les animaux ou le corps humain et se retrouve dans l'air ambiant en faibles concentrations. Il peut devenir un polluant toxique s'il est présent en grandes quantités.

Plus chimiquement actif que le butadiène, l'isoprène est très utilisé dans l'industrie chimique et notamment pour la production d'un caoutchouc synthétique utilisé dans la fabrication des pneumatiques de voitures.

Il participe également aux réactions photochimiques du processus de formation d'ozone.

### **Ethylène**

L'éthylène est produit naturellement par certains fruits comme les pommes ou les poires, mais sa présence dans l'air ambiant est principalement due aux gaz d'échappements de véhicules, à la combustion du bois et à l'industrie. A noter qu'il est fortement présent dans la fumée cigarette.

Il n'est pas a priori cancérigène, mais c'est est un asphyxiant à fortes concentrations. Enfin, il est parmi les composés les plus réactifs des processus photochimiques.

### **Alcanes (Ethane, Propane, Iso-Butane, n-Butane, Iso-Pentane, n-Pentane, n-Hexane, i-Hexane, Iso-Octane, n-Heptane, n-Octane)**

Ce sont des hydrocarbures saturés faisant partie des précurseurs de l'ozone. Ils sont potentiellement émis par l'automobile et utilisés, pour certains, comme solvants dans l'industrie. Ils font partie également de la liste des 31 COV précurseurs de l'ozone.

### **Chloroéthylène (ou CVM - chlorure de vinyle monomère)**

Le CVM est un cancérigène pour l'homme reconnu par l'IARC. Sa source est principalement industrielle. Il est utilisé dans la fabrication de matières plastiques (PVC,...) et sert également en synthèse organique ou pour produire d'autres hydrocarbures chlorés.

---

<sup>1</sup> Le caractère toxique a été indiqué uniquement pour les composés reconnus cancérigènes pour l'homme. Pour plus d'information sur l'impact sanitaire, il est préférable de se reporter au deuxième rapport de cette étude (volet « Santé »). A noter que tous les composés chlorés sont de toxicité reconnue.

### **Chlorométhane**

Il est utilisé entre autre dans la fabrication de caoutchoucs et silicones, comme agent d'extraction pour graisses ou parfums, comme fluide réfrigérant ou encore comme propulseur d'aérosol.

### **Dichlorométhane**

Son caractère volatil et sa capacité à dissoudre une grande panoplie de composés organiques font du dichlorométhane un solvant idéal pour de nombreux procédés chimiques. Il est utilisé principalement comme décapant pour la peinture ou comme dégraissant, mais également dans l'industrie alimentaire (pour décaféiner le café et pour préparer des extraits de divers arômes tels que le houblon). Il sert aussi de gaz propulseur pour les aérosols, d'agent moussant (mousses de polyuréthane) ou encore de pesticide pour stocker les fraises et les céréales.

### **Chloroéthane (ou chlorure d'éthyle)**

A partir des années 20 et pendant la majeure partie du vingtième siècle, le chloroéthane a été massivement utilisé pour la synthèse du principal additif de l'essence plombée. Après le retrait progressif des carburants au plomb entre 1976 et 2000, la production de chlorure d'éthyle a fortement chuté.

Il est toujours utilisé comme liquide réfrigérant, liquide propulseur pour aérosols, agent d'entraînement des mousses polymérisables, solvant des corps gras et des résines ou encore comme agent éthylant dans la synthèse de certains colorants et de médicaments. Il peut également servir d'anesthésiant local, pour calmer la douleur à la suite de piqûre d'insecte ou pour une petite chirurgie locale, mais pas en anesthésie générale en raison de sa toxicité.

### **Tétrachloroéthylène (ou perchloroéthylène)**

Le tétrachloroéthylène est le solvant le plus couramment utilisé pour le nettoyage à sec. Il est également présent dans certains solvants pour la peinture ou pour enlever les taches. Il sert aussi à dégraisser les pièces métalliques dans les industries automobile et métallurgique.

### **1,2-Dichloroéthane (ou dichlorure d'éthylène)**

A la base, c'est un liquide incolore huileux qui possède une odeur proche du chloroforme. Il est utilisé en grande majorité dans les processus de production du chlorure de vinyle monomère (CVM). Il peut être employé dans la production de solvants chlorés (1,1,1-trichloroéthane, trichloroéthylène et tétrachloroéthylène) et c'est également un solvant pour les cires, les graisses, les huiles, les résines et le caoutchouc.

### **Chlorobenzène**

Le chlorobenzène est ou a été utilisé comme intermédiaire de synthèse en chimie, notamment pour fabriquer des pesticides (comme le DDT qui est aujourd'hui interdit ou fortement réglementé), des désherbants ou des fongicides.

Substance nocive, son utilisation est réglementée en France et dans de nombreux pays.

### **Tétrachlorométhane (ou tétrachlorure de carbone)**

En chimie organique, le tétrachlorure de carbone est souvent employé en tant que solvant, même si son usage tend à diminuer en raison de sa forte toxicité. Il est ainsi souvent remplacé par le chloroforme ou le dichlorométhane.

Dans l'union européenne, compte tenu des mesures pour protéger la couche d'ozone, sa production et son importation sont interdites depuis 1995.

#### 5.4.2. Comparaison aux valeurs réglementaires

Parmi les COV mesurés dans cette étude, seul le **Benzène** possède des valeurs réglementaires :

- une valeur limite en moyenne annuelle de  $5 \mu\text{g.m}^{-3}$  en 2010, avec une marge autorisée décroissant chaque année :

2005	$10 \mu\text{g.m}^{-3}$
2006	$9 \mu\text{g.m}^{-3}$
2007	$8 \mu\text{g.m}^{-3}$
2008	$7 \mu\text{g.m}^{-3}$
2009	$6 \mu\text{g.m}^{-3}$
2010	$5 \mu\text{g.m}^{-3}$

- un objectif de qualité de l'air en moyenne annuelle :  $2 \mu\text{g.m}^{-3}$ .

Concernant le 1,3-butadiène, il n'existe pas de seuil réglementaire en France. En revanche, au Royaume-Uni, la Stratégie Nationale de Qualité de l'Air pour l'Angleterre, l'Écosse, le Pays de Galles et l'Irlande du Nord a publié en 2000 un objectif de moyenne annuelle de  $2,25 \mu\text{g.m}^{-3}$  (1 ppb) à atteindre en 2003.

Enfin, quatre autres composés possèdent une valeur guide préconisée par l'OMS à plus ou moins long terme : Toluène, Dichlorométhane, 1,2-dichloroéthane et Tétrachloroéthylène.

Valeurs Réglementaires COV ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ )		1,3-Butadiène	Benzène	Toluène	Dichlorométhane	1,2-Dichloroéthane	Tétrachloroéthylène
<b>Valeur limite - Long Terme (2010 - Directives)</b>	(Moy. 1an)		<b>5</b>				
<b>Objectif QA (Roy.Uni) ou Valeur Guide (OMS) - Long Terme</b>	(Moy. 1an)	<b>2,25</b>	<b>2</b>				<b>250</b>
<b>Valeur guide - Moyen Terme (OMS)</b>	(Moy. 7j)			<b>260</b>	<b>450</b>		
<b>Valeur guide - Court Terme (OMS)</b>	(Moy. 24h)				<b>3000</b>	<b>700</b>	

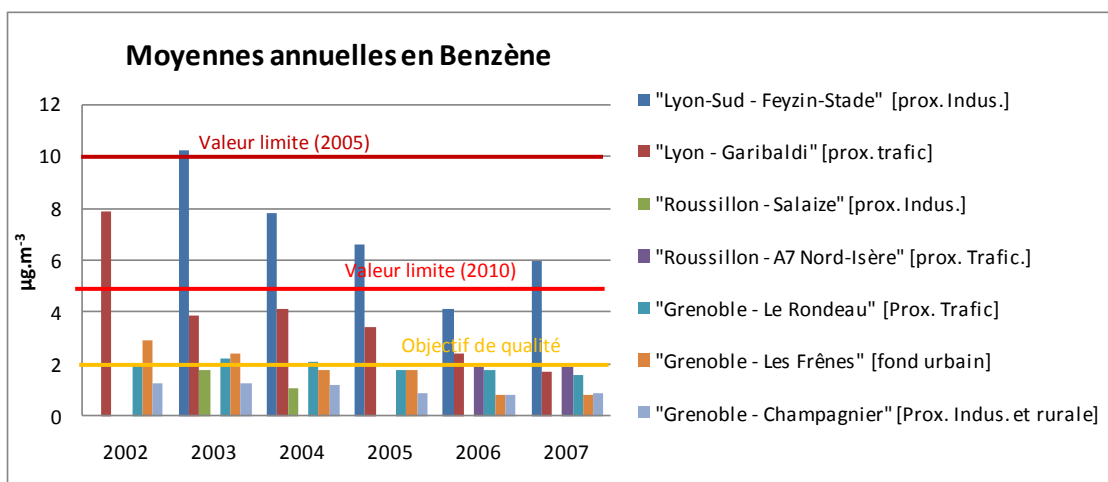
Plusieurs des COV mesurés ont une toxicité reconnue par les différents organismes de santé, mais avec des seuils qui ne peuvent pas être directement traduits en valeur guide (cf. volet « Santé » du rapport). C'est le cas, par exemple, de tous les composés chlorés produits uniquement par l'activité humaine. Ces composés ont été indiqués **en vert** pour information.

Pour présenter les résultats des 48 composés organiques volatils mesurés, les tableaux ont été scindés en deux parties et les composés ont été regroupés en quatre grandes familles : alcanes, alcènes/alcynes, composés aromatiques et composés chlorés (à noter que ces derniers n'ont pas de comparaison de mesure sur le réseau fixe).

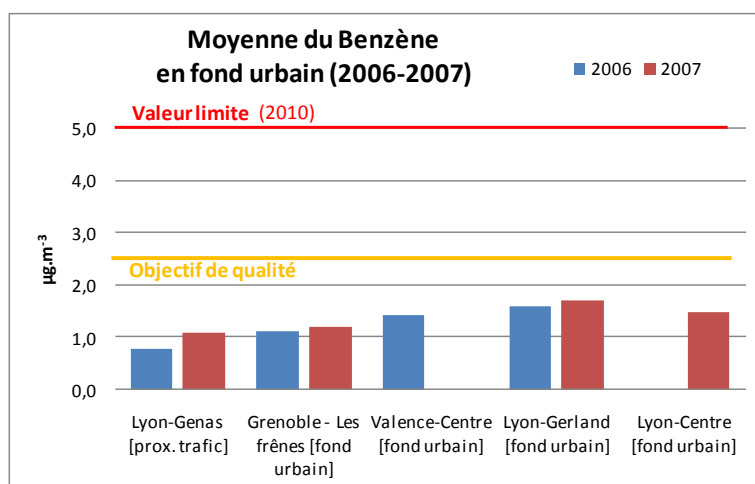


### 5.4.3. Valeurs de référence mesurées au cours des dernières années

La surveillance régulière des COV en région Rhône-Alpes a débuté en 2002. Les niveaux de benzène montrent une tendance générale plutôt en baisse, quelle que soit la typologie de site (industrielle, trafic ou fond urbain)

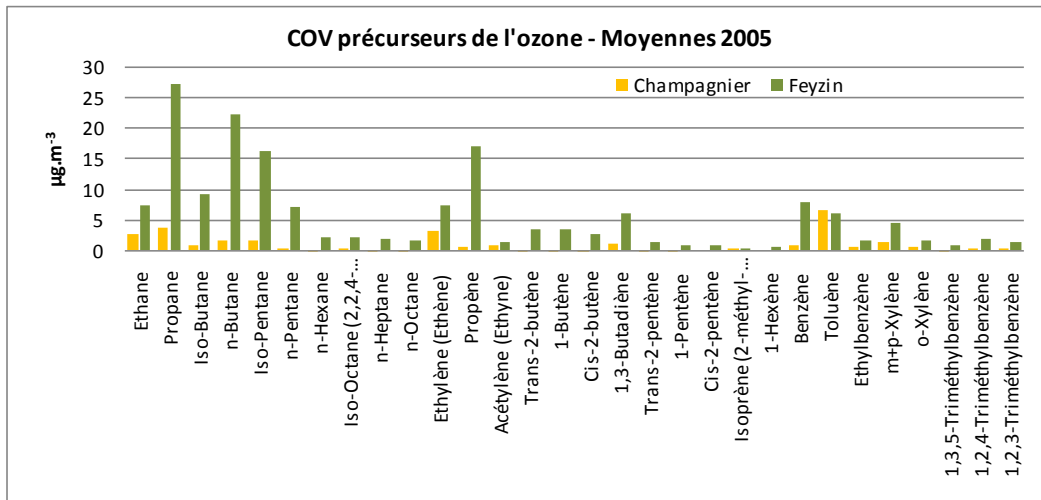


Depuis 2006, le suivi du Benzène sur des sites de fond urbain s'est étoffé. Les niveaux en 2007 ont très légèrement augmenté par rapport à 2006, mais ils respectent en moyenne annuelle l'objectif de qualité de l'air de 2 µg.m<sup>-3</sup>.



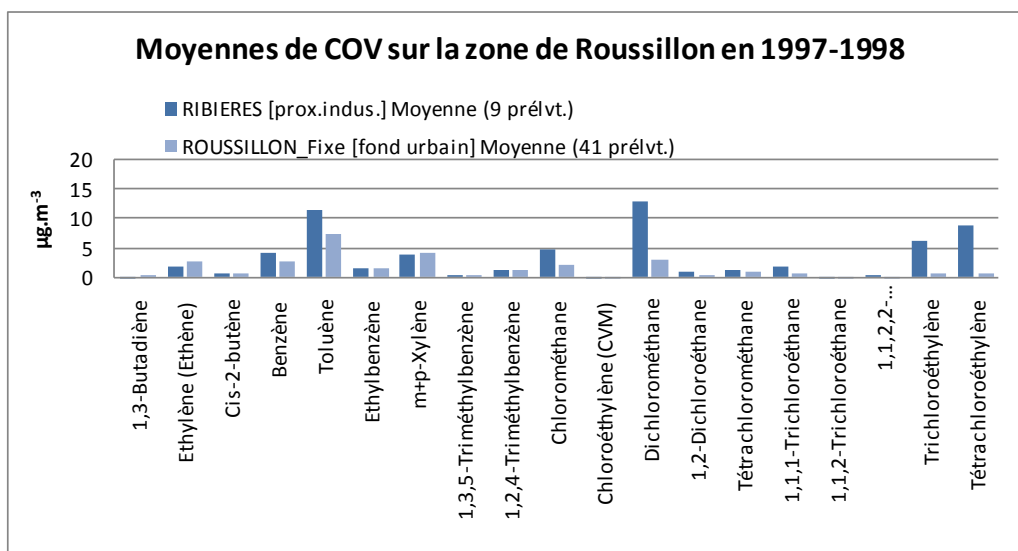
Concernant les autres COV précurseurs de l'ozone, la surveillance continue a été réalisée sur les sites de Feyzin et Champagnier, en proximité industrielle. Les données ci-après présentent quelques valeurs mesurées sur ces deux sites pouvant servir de référence pour les zones du sud lyonnais et du sud grenoblois : la moyenne en 2005 (année de référence pour la première valeur limite en benzène) et le maximum journalier observé entre 2002 et 2007.

COV (µg.m <sup>-3</sup> )		Alcanes										Alcènes/Alcynes										Aromatiques									
		Ethane	Propane	Iso-Butane	n-Butane	Iso-Pentane	n-Pentane	n-Hexane	Iso-Octane (2,2,4-Triméthylpentane)	n-Heptane	n-Octane	Ethylène (Ethène)	Propène	Acétylène (Ethyne)	Trans-2-butène	1-Butène	Cis-2-butène	1,3-Butadiène	Trans-2-pentène	1-Pentène	Cis-2-pentène	Isoprène (2-méthyl-1,3-butadiène)	1-Hexène	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	m+p-Xylène	o-Xylène	1,3,5-Triméthylbenzène	1,2,4-Triméthylbenzène	1,2,3-Triméthylbenzène
Champagnier	Moy. 2005	2,7	3,7	0,8	1,6	1,6	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	3,1	0,6	0,8	0,1	0,1	0,1	1,1	0,1	0,1	0	0,3	0	0,9	6,7	0,5	1,5	0,7	0,1	0,4	0,3
Feyzin	Moy. 2005	7,3	27	9,2	22	16	7,1	2	2	1,7	1,6	7,2	17	1,2	3,3	3,5	2,5	6	1,2	0,7	0,7	0,3	0,4	7,7	6	1,5	4,4	1,6	0,7	1,7	1,4
Champagnier	Max. J 2002-2007	10	19	11	13	40	10	6,2	3,8	6	4	38	4,2	5	1,4	1,4	0,8	34	1,8	0,9	1,2	4,6	0,9	5,6	32	4,3	14	4,8	1,5	3	1,8
Feyzin	Max. J 2002-2007	29	308	128	278	88	52	13	27	11	7,3	42	279	6,5	42	83	28	177	11	7,4	6,2	2,7	10	422	86	8,9	19	11	6,2	13	12



Enfin, des valeurs de référence sont disponibles sur la zone de « Roussillon » pour certains COV, dont des composés chlorés, avec des mesures réalisées par le réseau SUP'Air entre 1997 et 1998<sup>1</sup> :

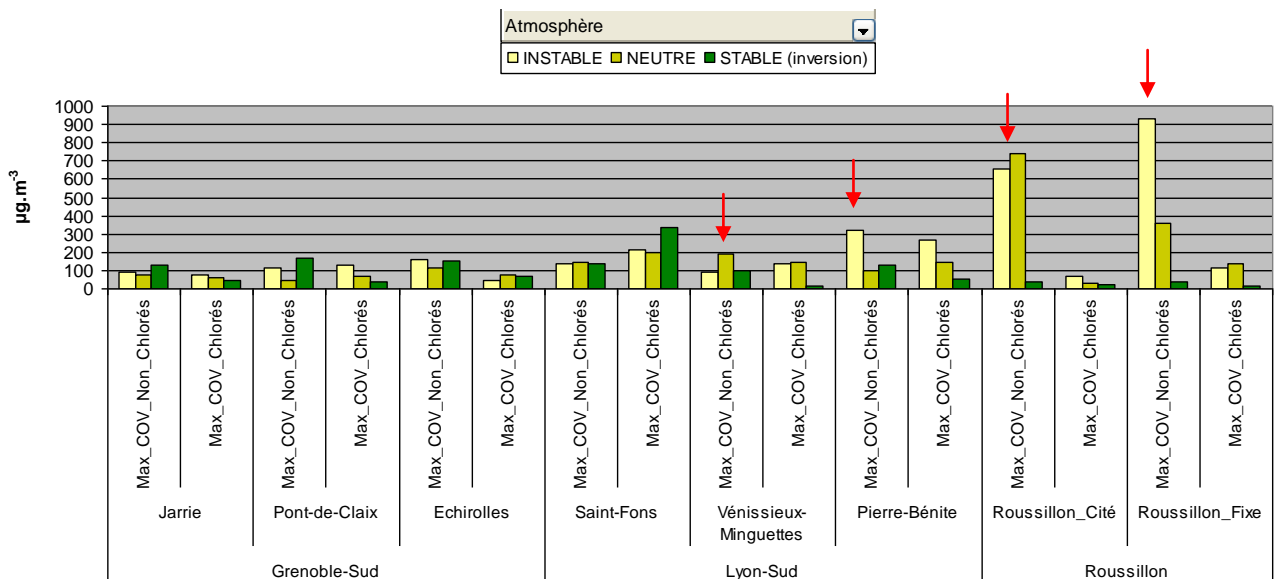
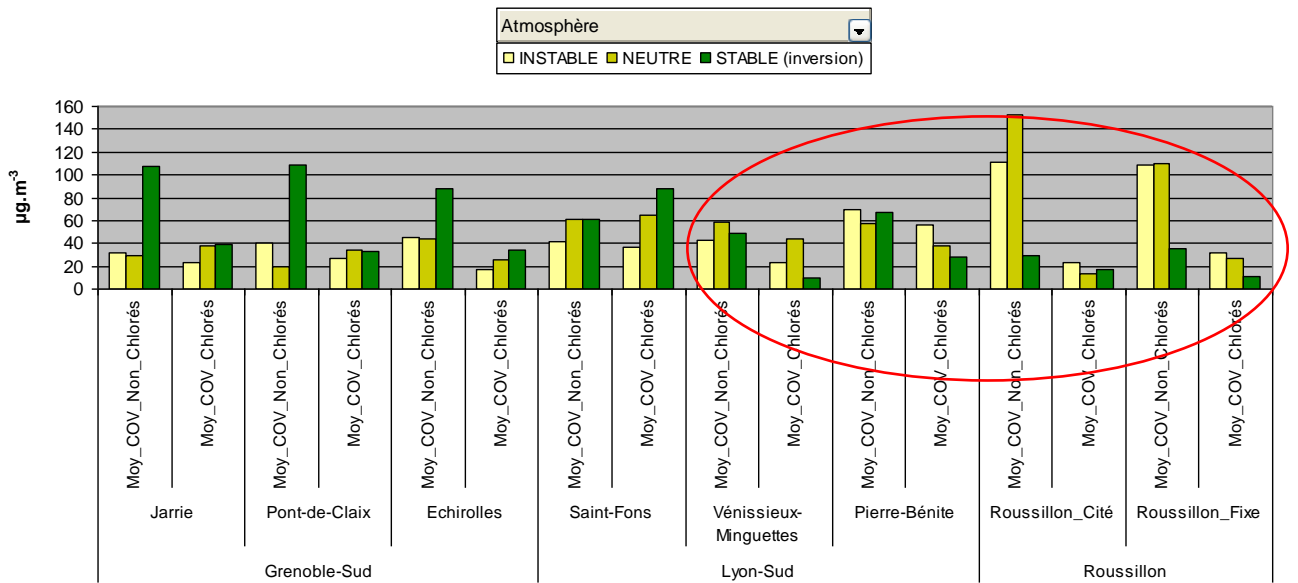
Résultats en µg.m <sup>-3</sup>	COV	Alcènes/Alcynes			Aromatiques						Chlorés									
		1,3-Butadiène	Ethylène (Ethène)	Cis-2-butène	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	m+p-Xylène	1,3-Triméthylbenzène	1,2,4-Triméthylbenzène	Chlorométhane	Chloroéthylène (CVM)	Dichlorométhane	1,2-Dichloroéthane	Tétrachlorométhane	1,1,1-Trichloroéthane	1,1,2-Trichloroéthane	1,1,2,2-Tétrachloroéthane	Trichloroéthylène	Tétrachloroéthylène
ROUSSILLON_Fixe [fond urbain]	Moyenne (41 prélvt.)	0,3	2,8	0,7	2,8	7,3	1,5	4,0	0,4	1,2	2,1	0,1	3,0	0,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7
RIBIERES [prox.indus.]	Moyenne (9 prélvt.)	0,2	1,9	0,6	4,3	11,6	1,5	3,8	0,4	1,2	4,7	0,1	12,8	0,8	1,1	1,8	0,1	0,3	6,2	8,7
ROUSSILLON_Fixe [fond urbain]	Max (24h)	1,4	7,4	2,6	10,1	28,7	5,7	14,1	1,6	4,2	7,1	0,6	14,9	1,2	2,2	1,2	0,0	0,2	1,4	3,2
RIBIERES [prox.indus.]	Max (24h)	0,3	4,0	1,6	12,3	20,7	2,8	7,5	1,1	3,0	13,2	0,4	25,1	3,4	3,8	7,8	0,2	1,0	24,1	33,1

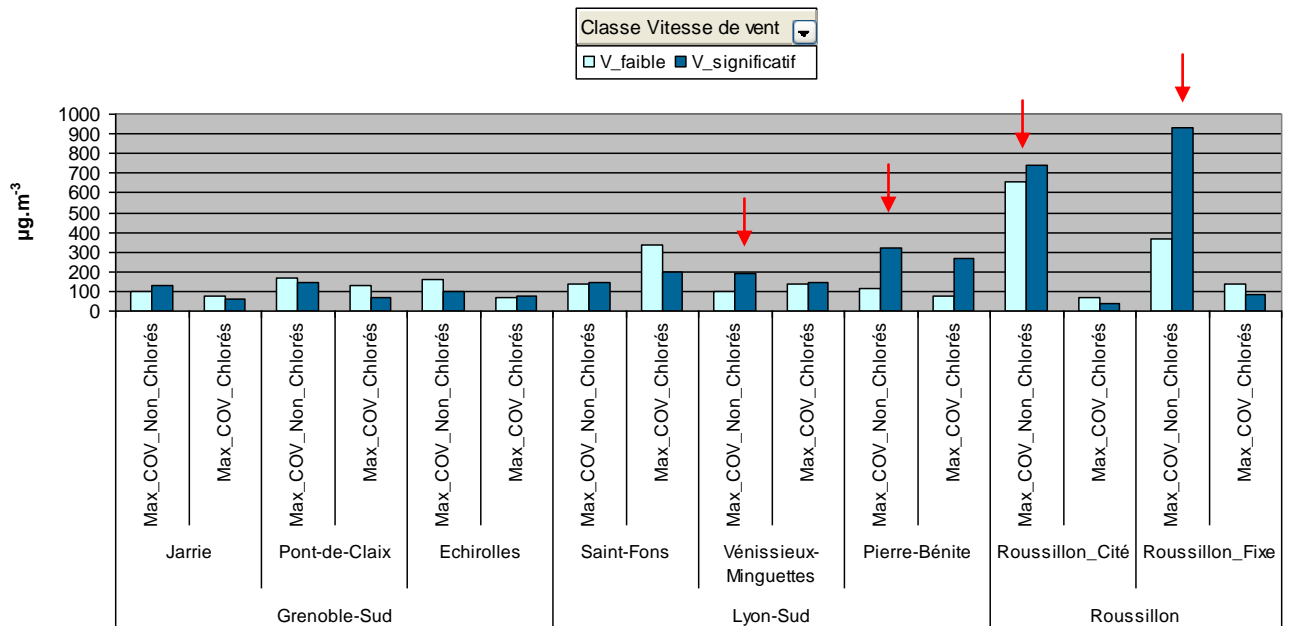


<sup>1</sup> (cf. § Valeurs de référence pour les Aldéhydes) : Mesures réalisées sur le site de « Roussillon\_Fixe » (41 prélèvements) et sur le terrain d'une entreprise (9 prélèvements), implantée dans la zone portuaire de Salaise-sur-Sanne, sous l'influence potentielle des émissions de la plateforme de Roussillon.

#### 5.4.4. Etude des conditions météorologiques

#### Moyennes et Maxima des COV (Somme des COV chlorés et COV non chlorés) en fonction de la stabilité atmosphérique



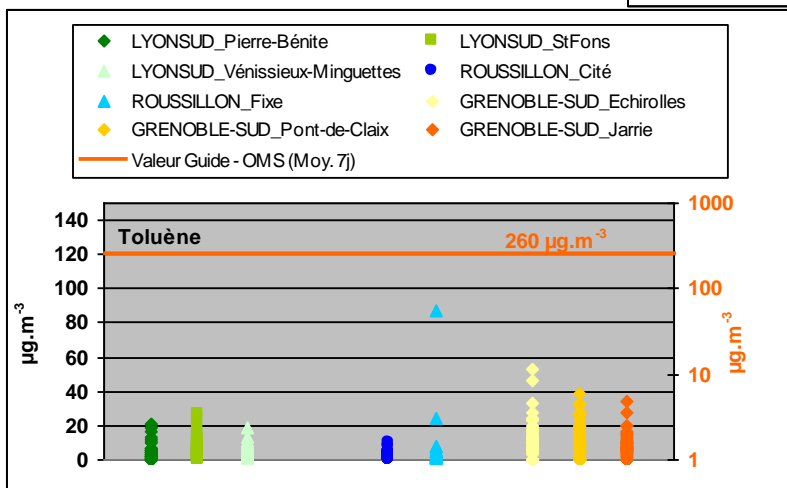
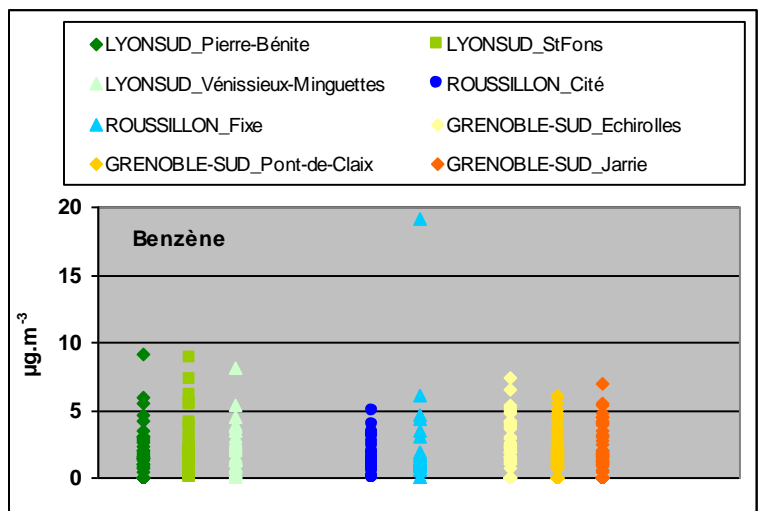


Comme pour les métaux lourds, les COV présentent des concentrations plus élevées sur certains sites lors de journées ne connaissant pas forcément une inversion thermique. Ces valeurs correspondent soit à des situations de vent faible, soit de vent plus significatif, dépendant du polluant et/ou du site sur la zone. Les paragraphes qui suivent tâcheront de donner des indications sur les directions de vents et l'origine potentielle des sources lorsque cela sera possible.

#### 5.4.5. Etude des valeurs « remarquables » pour les composés réglementés

##### ➤ Concentrations en Benzène et en Toluène

En ce qui concerne le **Benzène**, les niveaux sont globalement comparables sur tous les sites, avec des moyennes qui dépassent l'objectif de qualité de l'air ( $2 \mu\text{g.m}^{-3}$ ), mais qui restent inférieures à la valeur limite en moyenne annuelle ( $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ ).



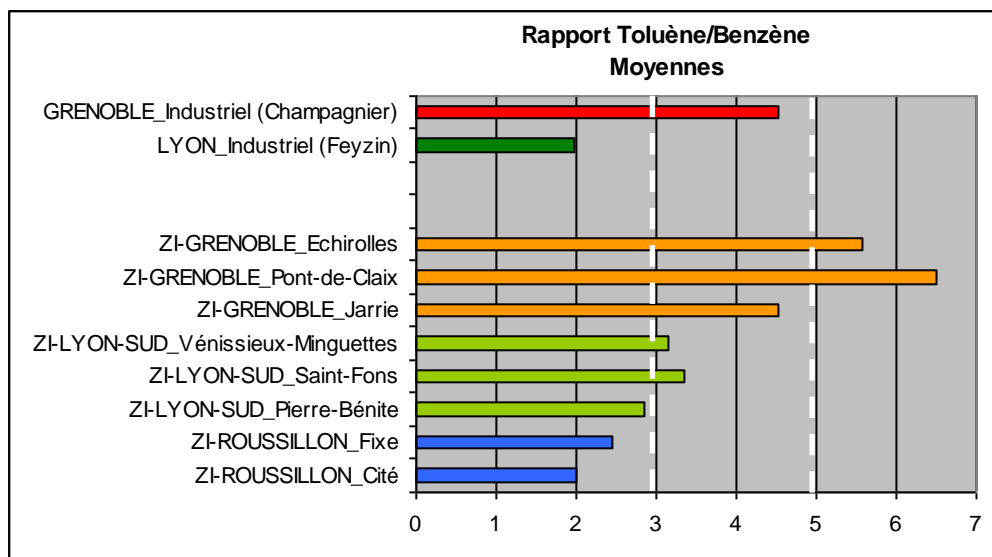
Pour le **Toluène**, les valeurs mesurées sur 24h ont été bien inférieures à la valeur guide préconisée en moyenne sur 7 jours ( $260 \mu\text{g.m}^{-3}$ ). Cependant, les valeurs peuvent être qualifiées de « remarquables » sur les trois zones étudiées, car les moyennes et maxima sont du même ordre de grandeur que ceux du site de surveillance industrielle du sud lyonnais « Feyzin-Stade ».



Le graphe ci-dessous nous renseigne sur l'origine des émissions pour les 3 zones étudiées, à partir du rapport Toluène/Benzène :

En effet, les émissions du trafic automobile sont généralement caractérisées par un ratio Toluène/Benzène compris entre 3 et 5.

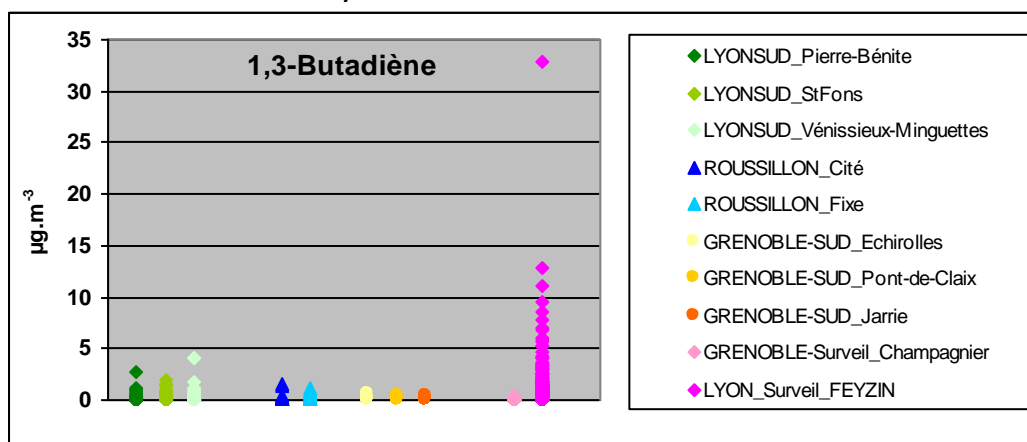
Un ratio en dehors de cette plage indique une émission plus forte en benzène (si rapport T/B <3) ou en Toluène (si rapport T/B >5), liée généralement à la présence d'une autre source d'émissions (production industrielle ou stockage et évaporation).



Pour ce qui concerne le Benzène et le Toluène :

- La zone de « Grenoble-Sud » paraît globalement influencée par le trafic automobile, avec sans doute également une part d'émissions industrielles en Toluène sur le site de Pont-de-Claix et, dans une moindre mesure, sur le site à Echiroilles.
- La zone de « Roussillon » paraît subir une influence industrielle pour les émissions en Benzène, comparable au site de Feyzin. Ceci rejoint les observations faites précédemment, à l'analyse des niveaux en dioxyde d'azote.
- La zone de « Lyon-Sud », quant à elle, semble être sous l'influence des deux types d'émissions. Cela peut s'expliquer par la présence, sur l'ensemble de cette zone, d'activités industrielles et d'un tissu routier (et autoroutier) important.

#### ➤ Concentrations en 1,3-Butadiène



L'objectif de qualité de l'air du Royaume-Uni de 2,25 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle est respecté sur tous les sites étudiés.

Cette valeur a été même très rarement dépassée en moyenne sur 24h, sauf sur les sites de la zone « Lyon-Sud », sur laquelle se trouve un émetteur répertorié pour ce polluant. Au sud de cet émetteur, sur le site de surveillance industrielle à Feyzin, des dépassements sont régulièrement observés tout au long de l'année. Les concentrations en moyenne annuelle sur ce site sont même parfois supérieures à l'objectif de qualité du Royaume-Uni ( $2,25 \mu\text{g.m}^{-3}$ ).

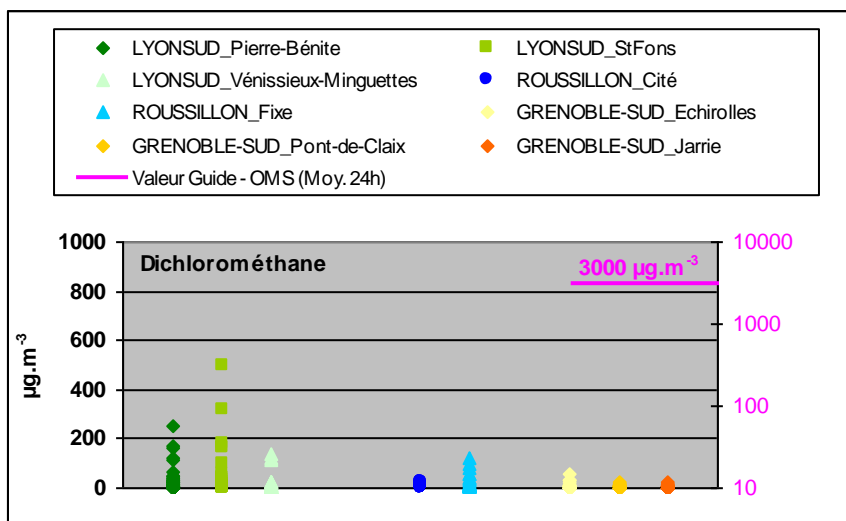
Sur la zone de « Grenoble-Sud », où le seul site émetteur répertorié pour ce polluant a cessé son activité depuis 2005, les concentrations sont en grande majorité en-dessous du seuil de détection.

A noter que sur la base d'une évaluation des risques et dans l'attente d'une réglementation pour ce polluant, l'INERIS proposait en 1999 les valeurs limites de  $15 \mu\text{g.m}^{-3}$  sur 24h et  $0,1 \mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne annuelle<sup>1</sup>.

### ➤ Concentrations en Dichlorométhane

Pour le **Dichlorométhane**, même si les valeurs guides sont a priori respectées, il est à noter que ce composé est présent sur les 3 zones, avec des niveaux différents selon les zones.

Les valeurs les plus élevées sont observées sur la zone de « Lyon-Sud », principalement par vent de sud sur tous les sites. A noter que plusieurs sources d'émissions en Dichlorométhane sont effectivement recensées sur la partie sud de cette zone.

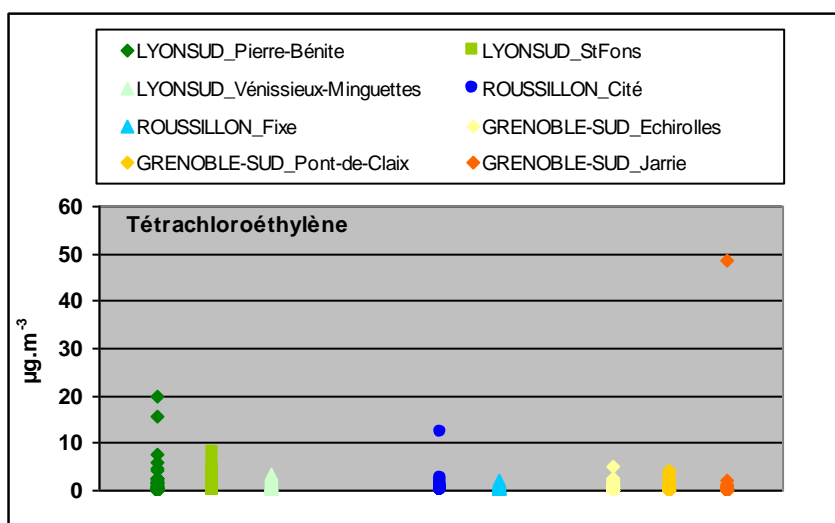


Sur les zones de « Roussillon » et « Grenoble-sud », les niveaux sont moins élevés mais néanmoins non négligeables pour un milieu urbain. Cela peut s'expliquer encore par la présence d'émetteurs connus pour ce polluant.

Même si aucun dépassement de valeur guide n'a été constaté, un suivi ponctuel ou régulier des niveaux en Dichlorométhane sur chacune des zones paraît tout de même conseillé.

<sup>1</sup> Rapport de l'INERIS sur le 1,3-butadiène : INERIS EMA-ACI-1999-34F505

## ➤ Concentrations en Tétrachloroéthylène et 1,2-Dichloroéthane



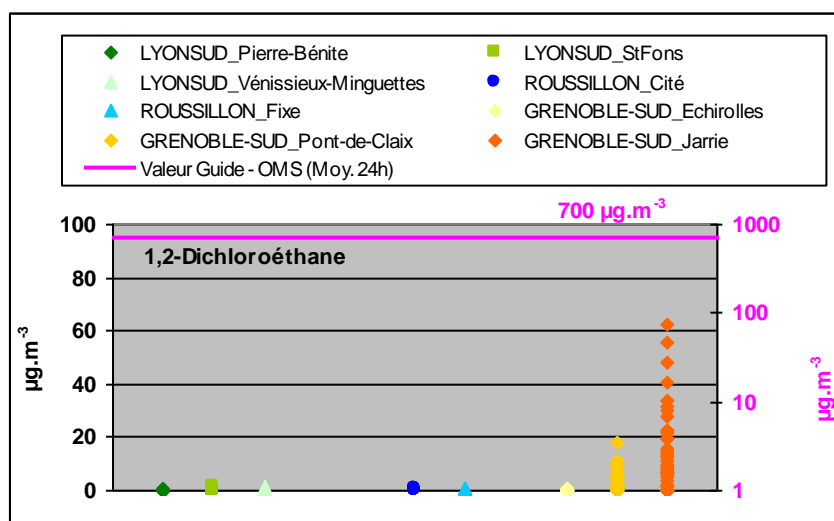
Le **Tétrachloroéthylène** est présent sur les trois zones, avec des moyennes sur chaque zone du même ordre de grandeur, mais des différences de niveaux observées entre les sites d'une même zone.

Mise à part une valeur maximale mesurée une seule fois sur Jarrie, les valeurs les plus élevées sont observées sur la commune de Pierre-Bénite. A noter qu'en en 2003 et 2004, des émissions industrielles de ce polluant ont été répertoriées dans le périmètre de ces deux sites.

Même si la valeur guide en moyenne annuelle est largement respectée, les résultats de certains prélèvements sur 24h ne paraissent pas négligeables pour un milieu urbain dense en population.

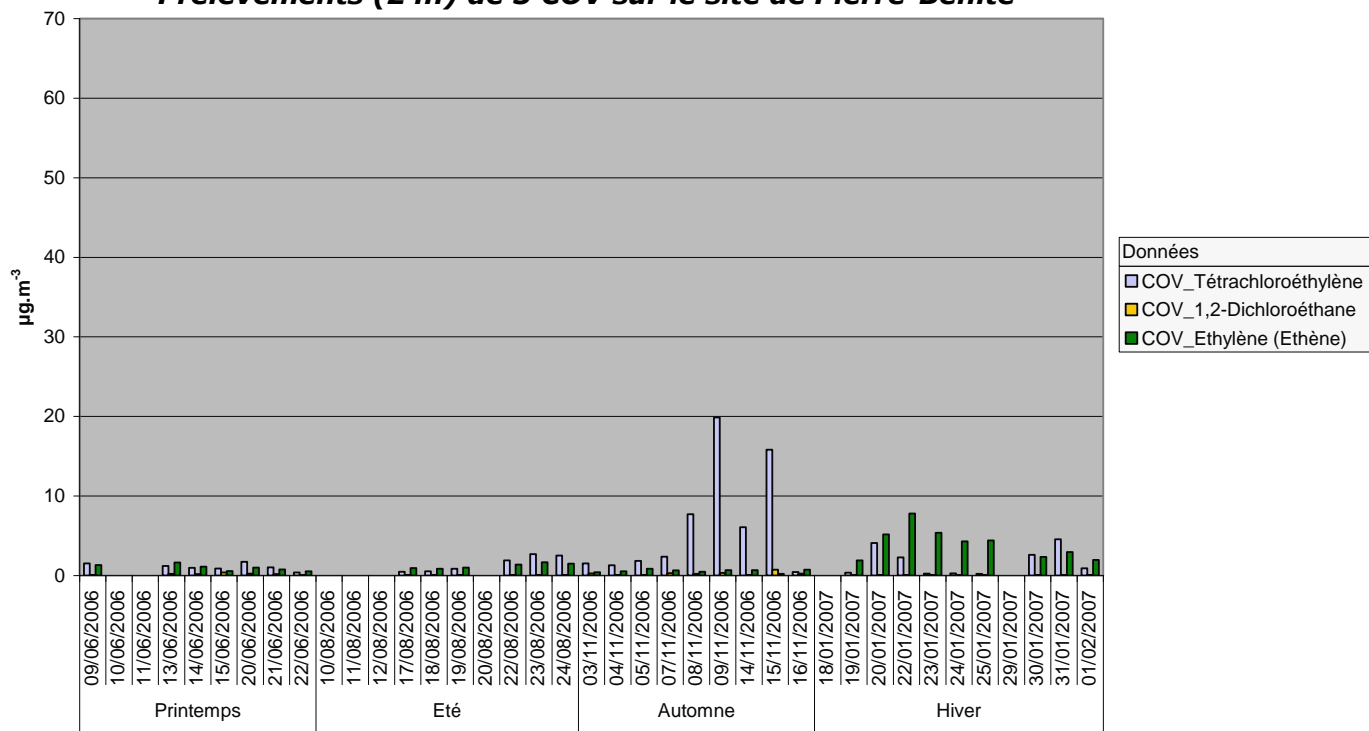
Pour le **1,2-Dichloroéthane**, des valeurs non nulles n'ont été observées que sur la zone de « Grenoble-Sud », et plus exactement sur les deux sites de la zone les plus proches d'un émetteur répertorié pour ce polluant (sur la commune de Jarrie).

Ces valeurs sont qualifiées dans ce rapport de « remarquables », même si les concentrations mesurées sont toutes inférieures à la valeur guide préconisée par l'OMS sur 24h.

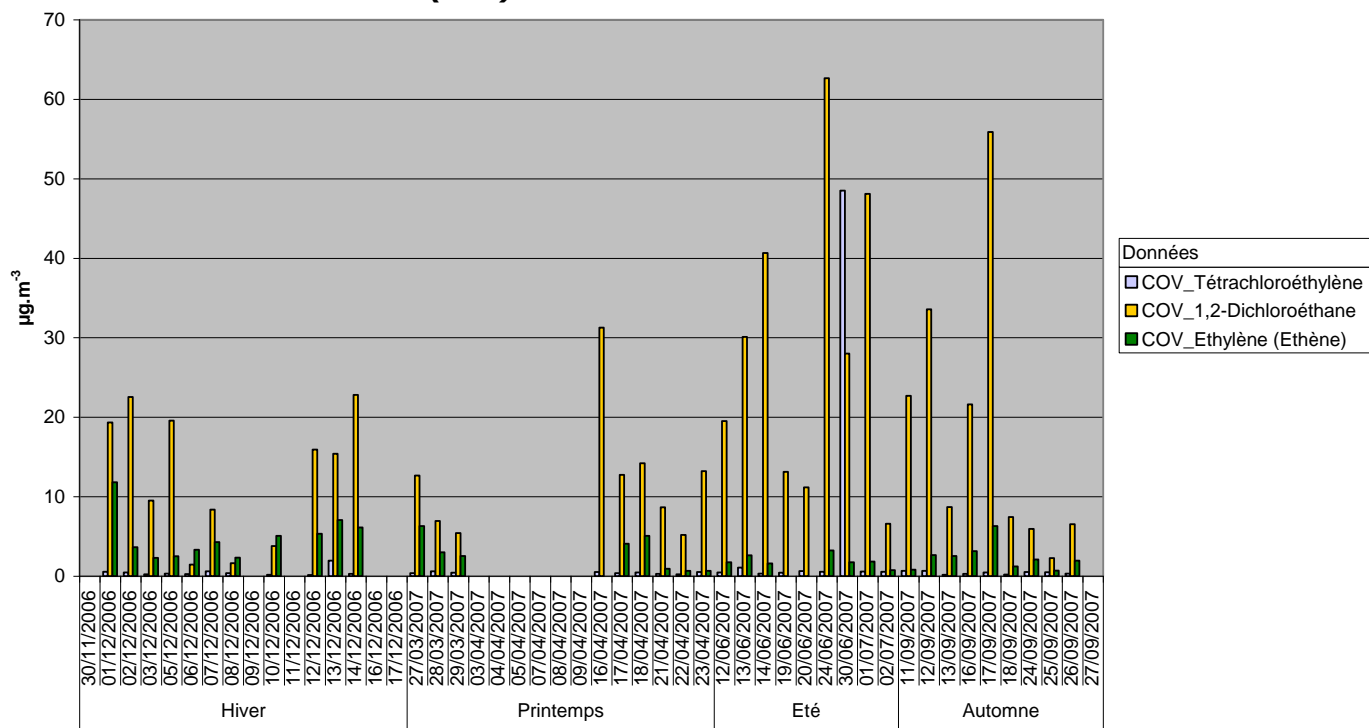


Selon la littérature, le Tétrachloroéthylène (ou encore Perchloroéthylène) est un composé chimique produit à partir du 1,2-Dichloroéthane, lui-même formé à partir de l'éthylène. Les mesures ne font pourtant ressortir aucune corrélation probante entre ces 3 polluants (cf. graphes suivants).

### Prélèvements (24h) de 3 COV sur le site de Pierre-Bénite



### Prélèvements (24h) de 3 COV sur le site de Jarrie

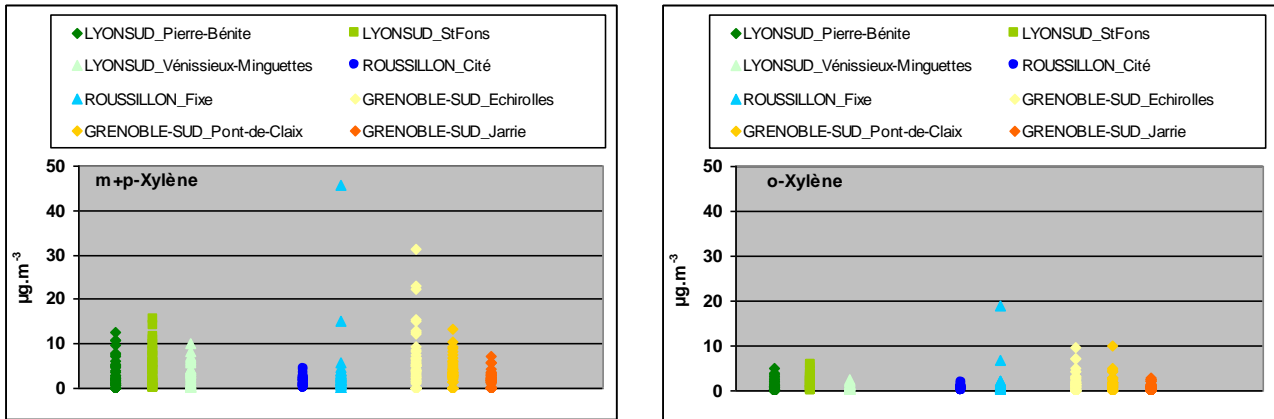


#### 5.4.6. Etude des valeurs « remarquables » pour les autres composés

Parmi les autres COV pour lesquels il n'existe pas de valeur guide, mais dont la toxicité est reconnue, les mesures réalisées dans le cadre de cette étude ont montré plusieurs composés dont les valeurs ont été qualifiées de « remarquables », car nettement supérieures à la limite de détection et en partant de l'hypothèse que ces composés ne devraient pas a priori être présents en si grande quantité en atmosphère urbaine.

##### ➤ Les Xylènes (méta, para et ortho-xylènes)

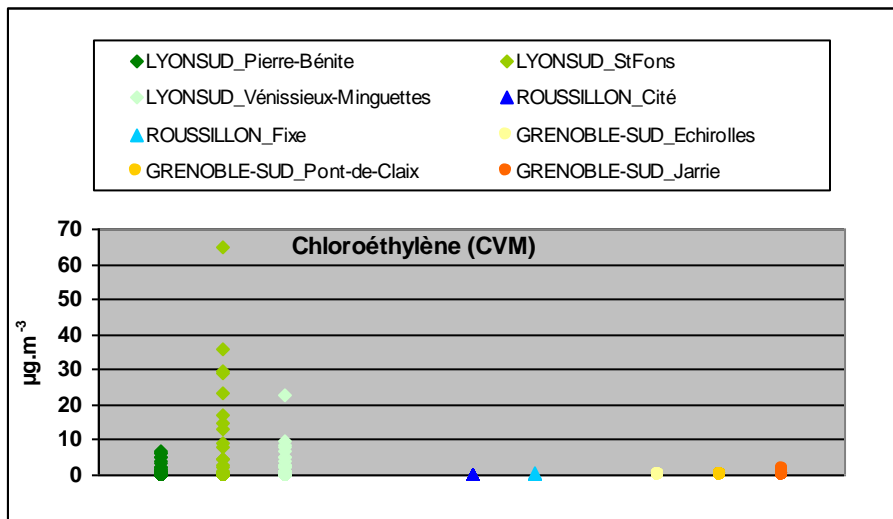
De la famille des composés aromatiques comme le Benzène et le Toluène, ils peuvent être à l'origine d'odeurs plus ou moins gênantes.



Sur au moins un site des trois zones, des concentrations sur 24h non négligeables ont été mesurées.

L'origine de ces valeurs peut être liée au trafic automobile, mais également aux industries de la pétrochimie, de l'impression, du caoutchouc ou encore à l'évaporation des stockages d'essences.

##### ➤ Le Chlorure de Vinyle Monomère (CVM ou Chloroéthylène),

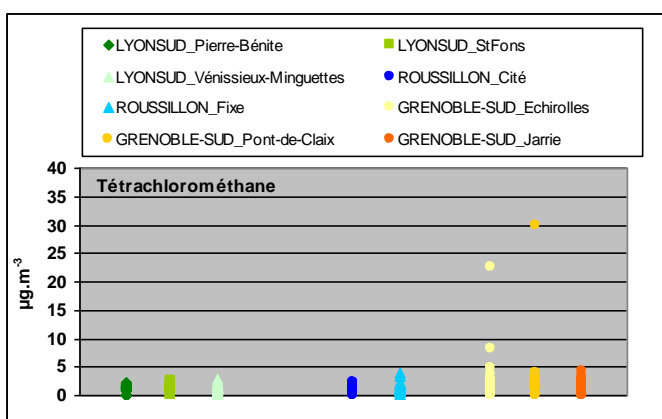
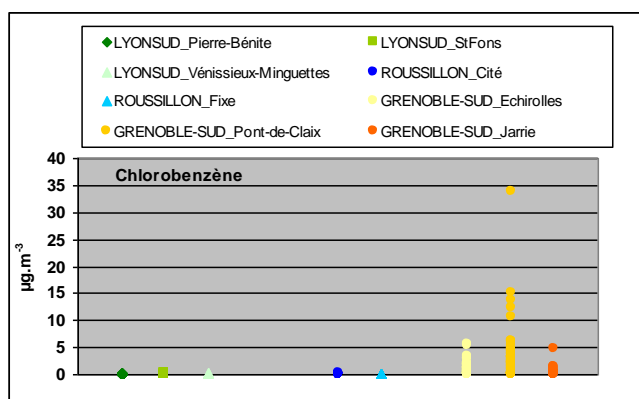
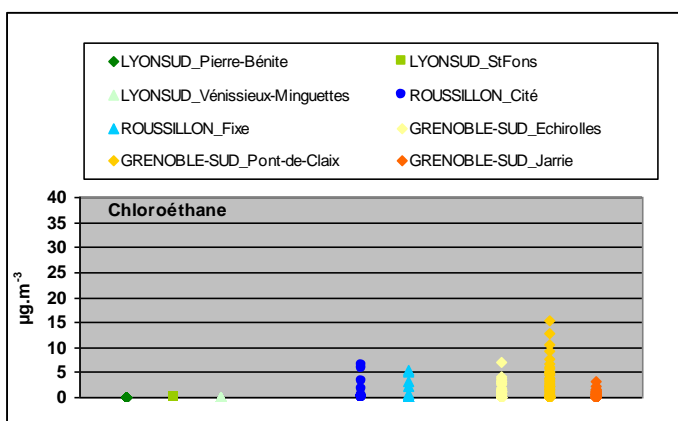
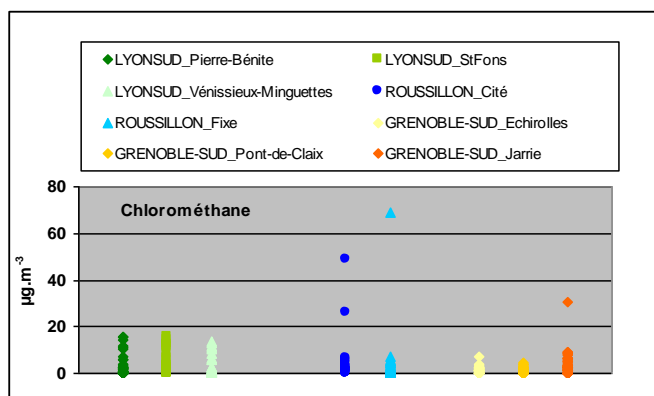


Comme le 1,3-Butadiène, ce composé est spécifique à la zone de « Lyon-Sud », puisque les concentrations sont observées uniquement sur les 3 sites de cette zone. A noter qu'il existe un émetteur connu et répertorié sur la zone en question.

➤ **Quatre composés chlorés :**

Des concentrations non nulles en **Chlorométhane** et en **Chloroéthane** ont été mesurées sur deux ou trois zones. A noter que si des émetteurs sont effectivement répertoriés sur les 3 zones pour le Chlorométhane, ce n'est pas le cas pour le Chloroéthane.

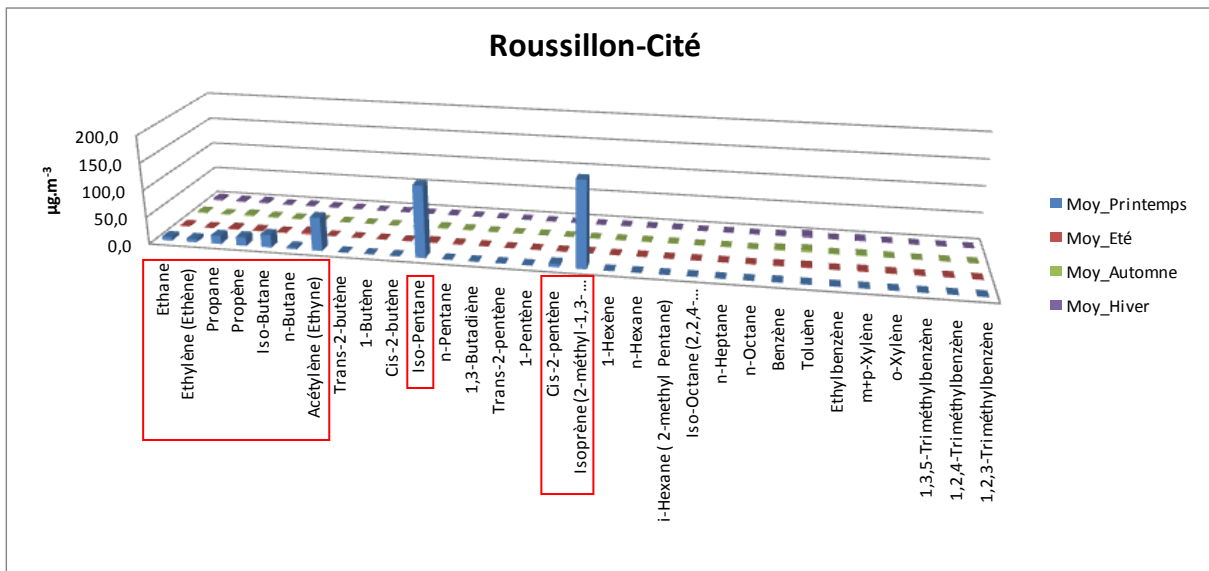
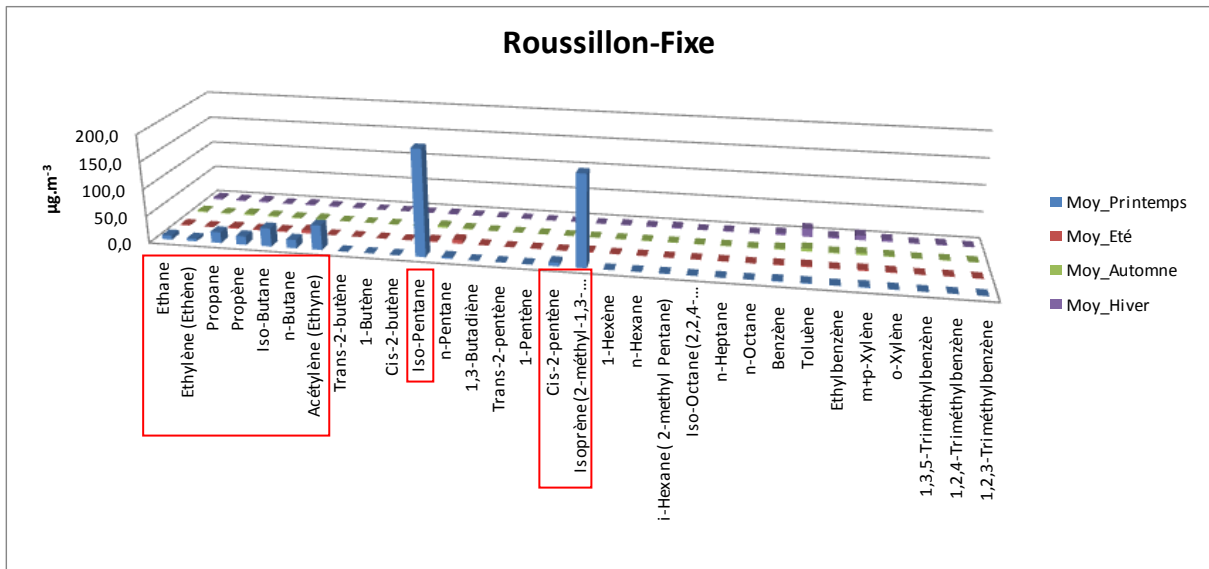
Le **Chlorobenzène** et le **Tétrachlorométhane**, semblent plus spécifiques à la zone du sud grenoblois, où des émetteurs sont connus et répertoriés.



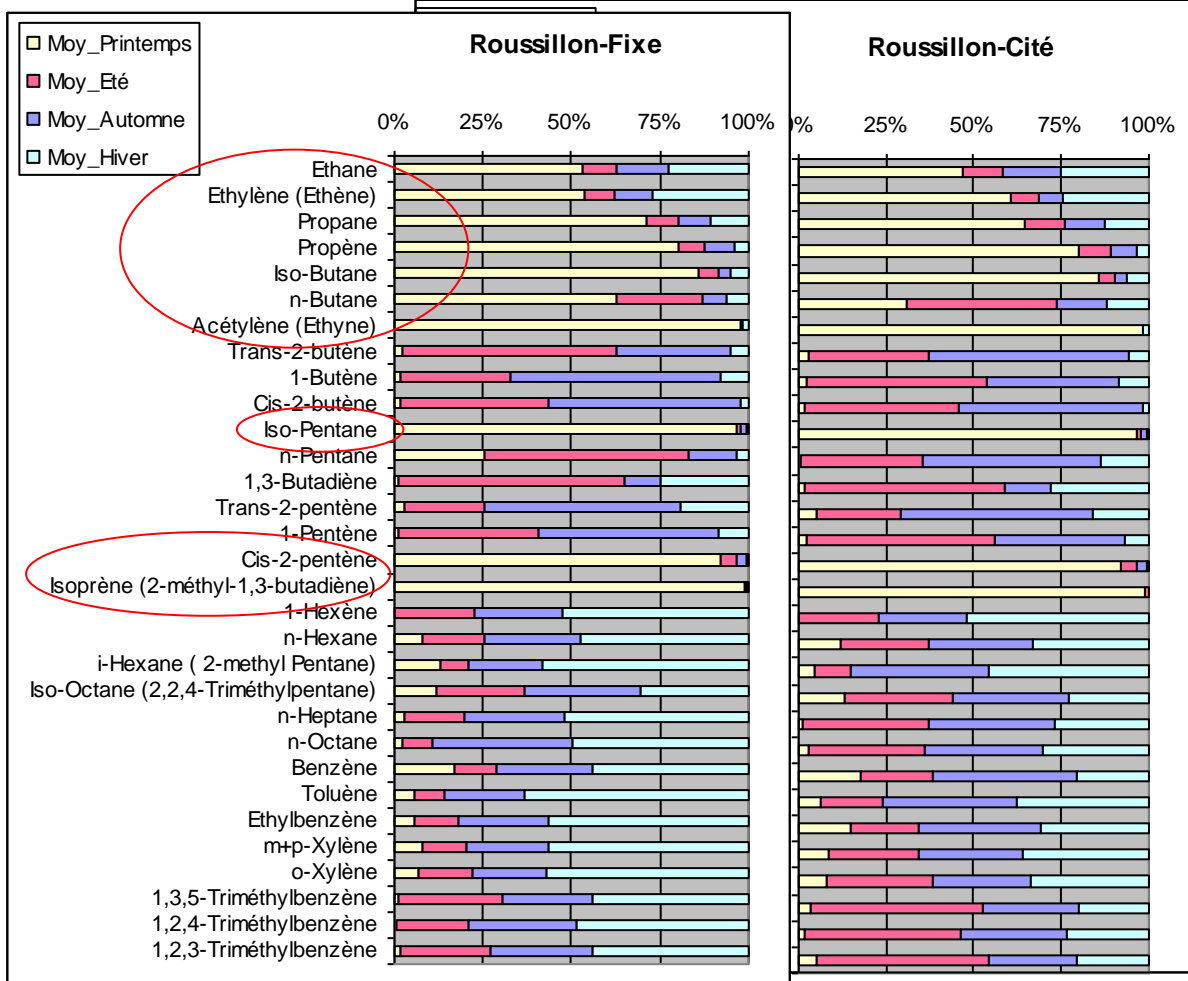
➤ **COV non chlorés précurseurs de l'ozone**

Enfin, sur les deux sites de la zone de « Roussillon », plusieurs COV parmi les **composés précurseurs de l'ozone** (alcanes/alcènes/alcynes) ont été mesurés avec des niveaux très élevés, mais uniquement sur la première campagne de mesure, au printemps 2006, comme le montrent les graphes suivants (concentrations moyennes par saison, en valeurs absolues, puis en valeurs relatives).

**Concentrations moyennes par saison**



**Représentation des moyennes en valeurs relatives (% cumulé sur les 4 saisons)**



Ces mesures font notamment apparaître des niveaux en isoprène encore jamais rencontrés sur le réseau, mais dont la source reste inconnue.

Même si certains de ces COV font partie potentiellement des émissions du trafic automobile (Ethylène, Iso-Pentane, Acétylène,... cf. § Emissions et origines des COV), les valeurs mesurées semblent vraiment trop élevées pour être attribuées à ce type de source. De plus, les niveaux ont été observés sur plusieurs jours, en période de vent assez faible, avec également des hausses de concentrations enregistrées en chlorométhane et en dioxyde de soufre.

L'origine de l'Isoprène peut être naturelle et due aux émissions de certaines essences d'arbres. Cependant, les niveaux rencontrés ne permettent pas de retenir cette hypothèse. Les concentrations connues en milieu rural ne montrent jamais de valeurs dépassant une dizaine de microgramme par mètre cube.

L'origine de ces concentrations semblerait donc plutôt liée à une activité industrielle, mais spécifique à cette période ou ayant cessée depuis.



#### 5.4.7. Sur quels COV agir en priorité ?

La « loi de Pareto » énonce le principe suivant : « dans tout groupe de choses contribuant à un effet commun, la majeure partie de l'effet est attribuable à un nombre relativement faible de ces choses ». Cette loi, aussi connue sous le nom de « loi des 80/20 », est souvent utilisée dans les prises de décisions car elle permet d'agir sur 20 % de causes qui produisent 80 % des effets.

Ce principe a donc été testé sur les données de mesures de COV, afin de faire ressortir le poids relatif de chaque composé.

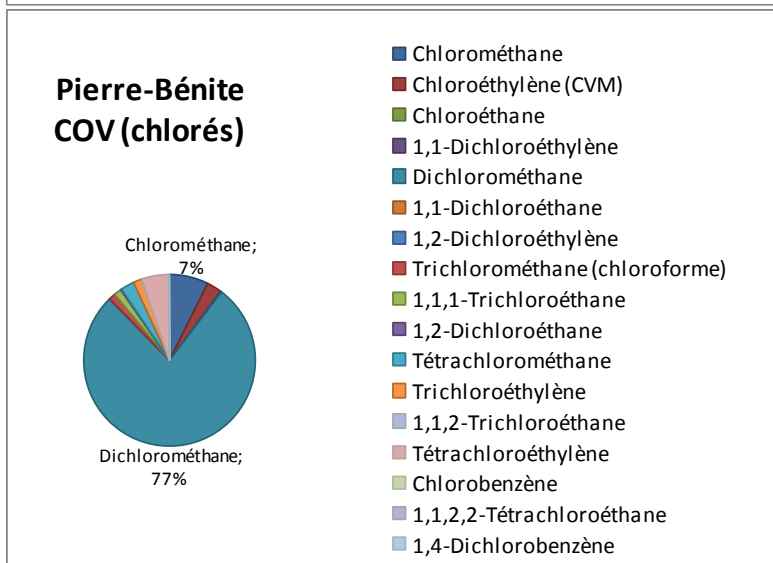
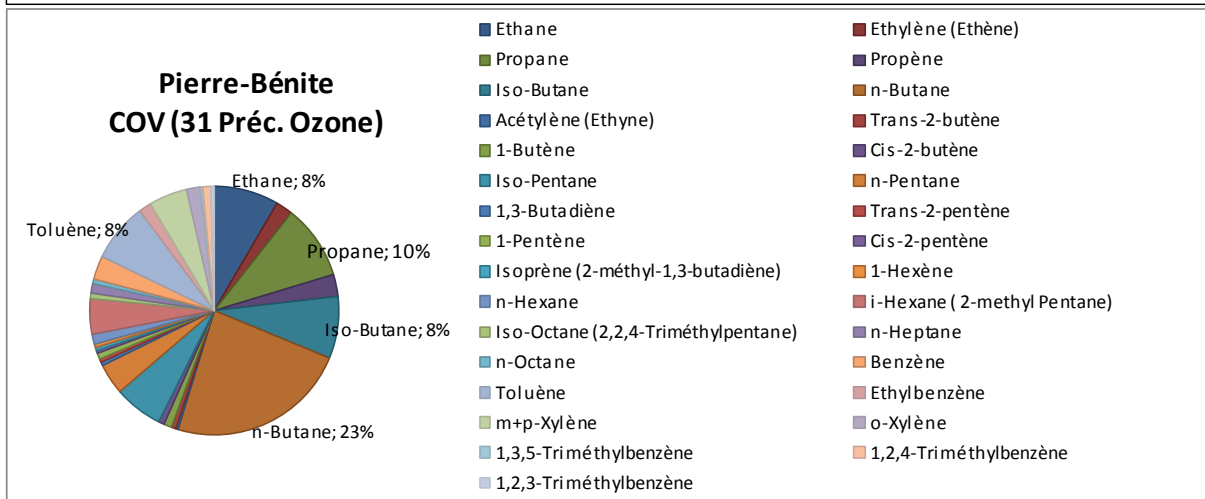
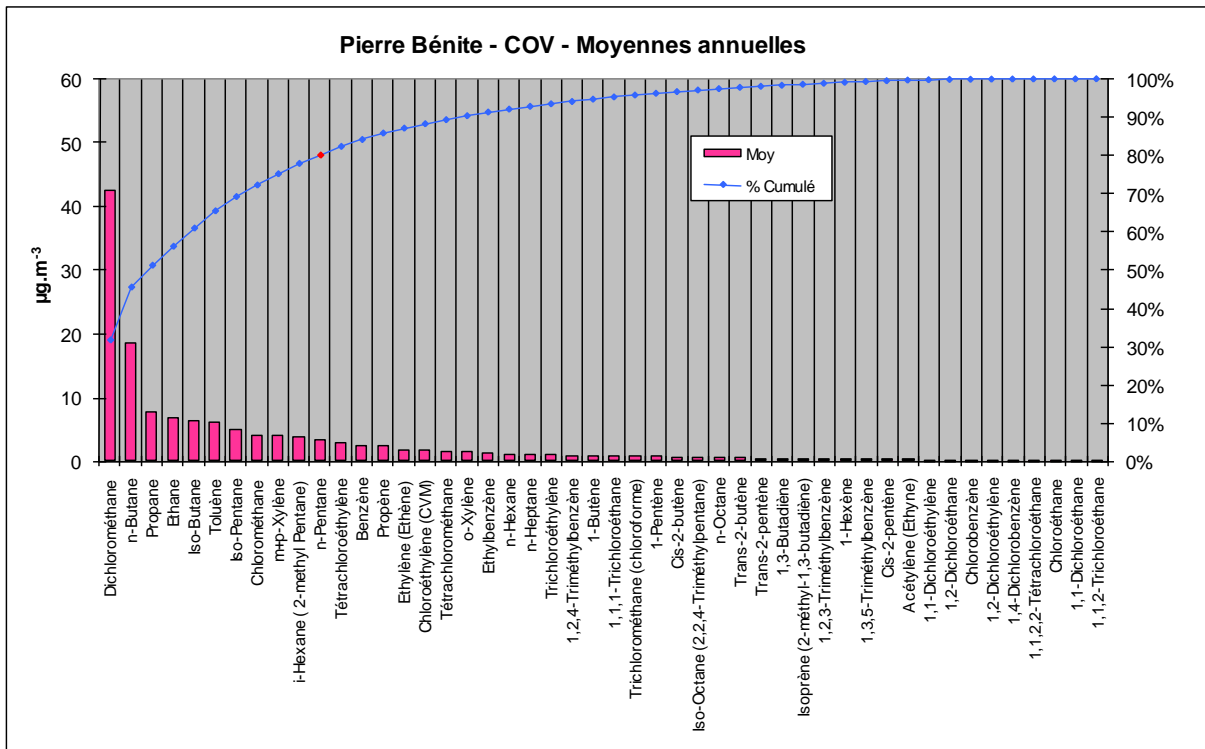
Les résultats sont illustrés à l'aide de diagrammes de Pareto qui présentent, sur chaque site de mesure, l'histogramme des concentrations classées selon les valeurs décroissantes (sur l'échelle de gauche), avec la courbe des valeurs cumulées en pourcentage relatif à la somme totale des COV (sur l'échelle de droite).

Afin de mieux comparer les résultats, les données sont complétées avec les camemberts de répartition des COV, en séparant les composés en deux groupes (chlorés et non chlorés, avec un % relatif au total de chacun des groupes) et en utilisant le même code de couleur par COV sur chaque site.

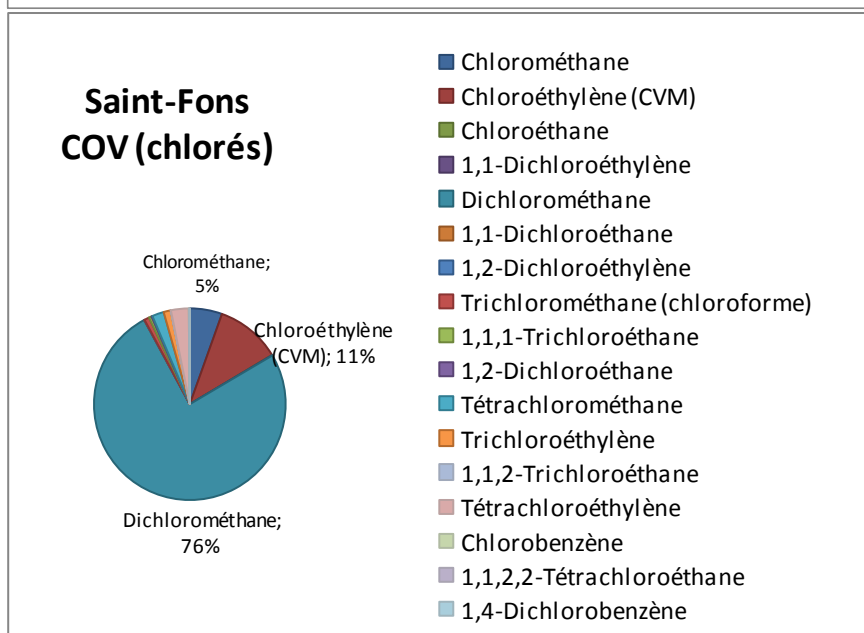
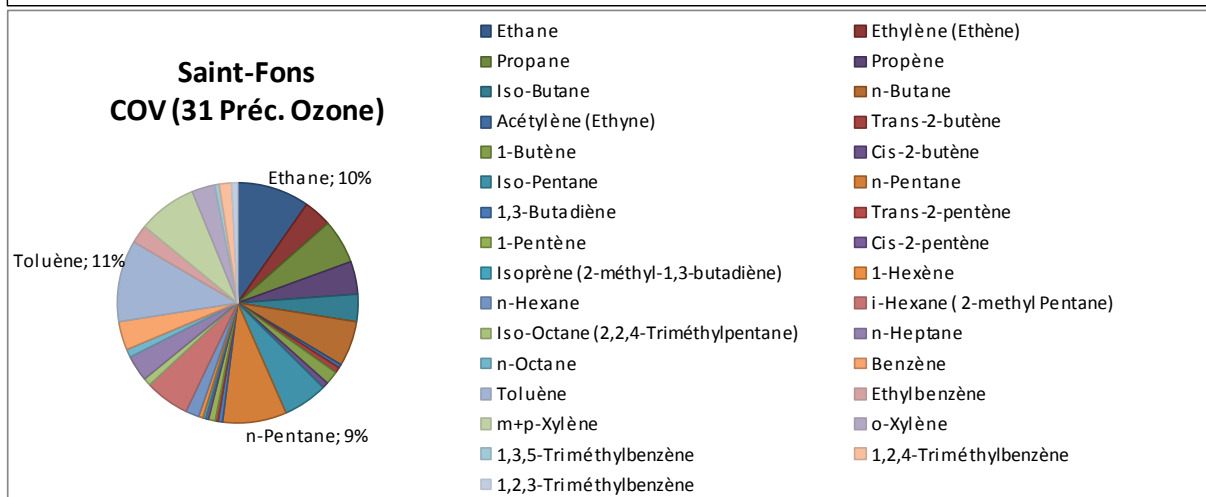
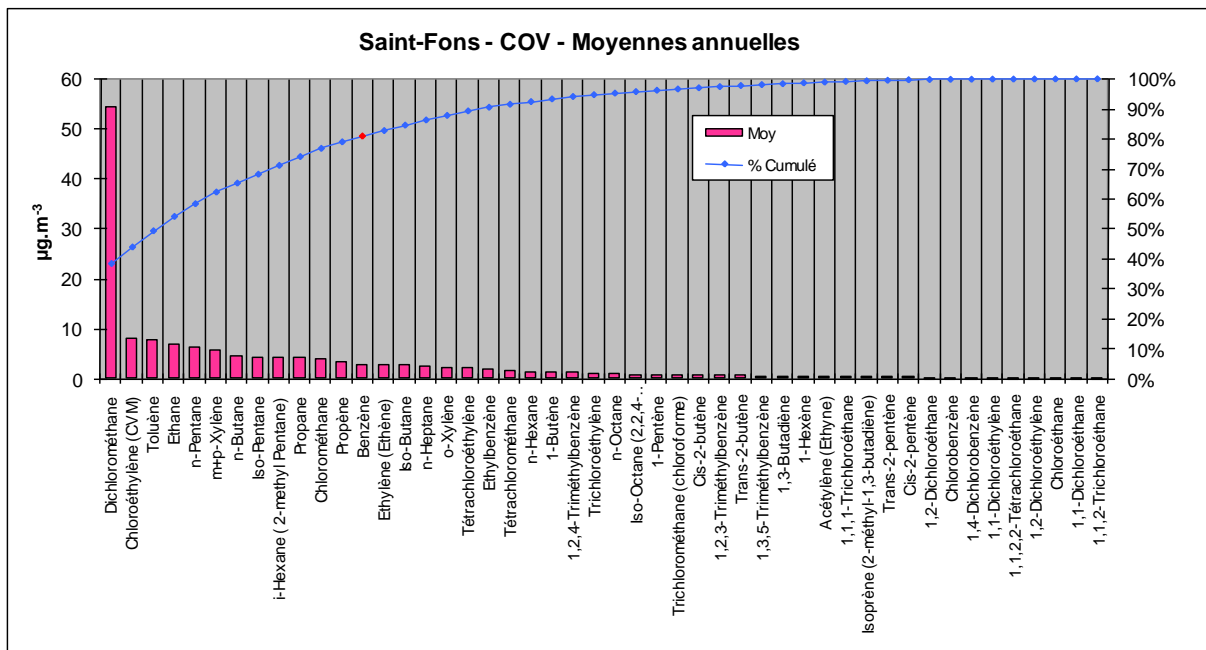
Ces données peuvent être utilisées notamment pour savoir sur quels composés il serait préférable d'agir en priorité pour réduire les concentrations de COV dans l'air ambiant.

A noter que cet exercice est pratiqué sur la concentration des composés et que le même type de raisonnement pourrait être tenu en ne tenant compte que des composés présentant un risque sanitaire avéré (cf. volet « Santé »).

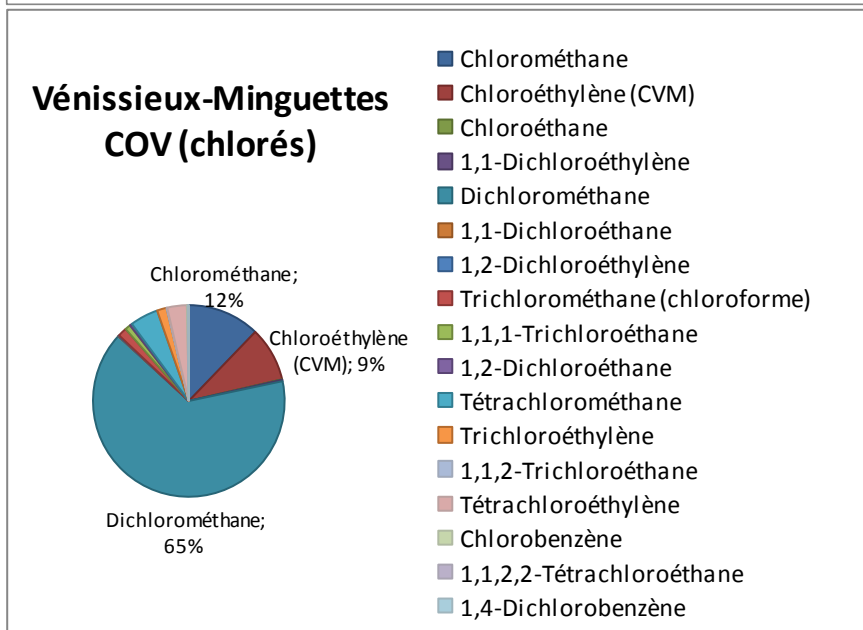
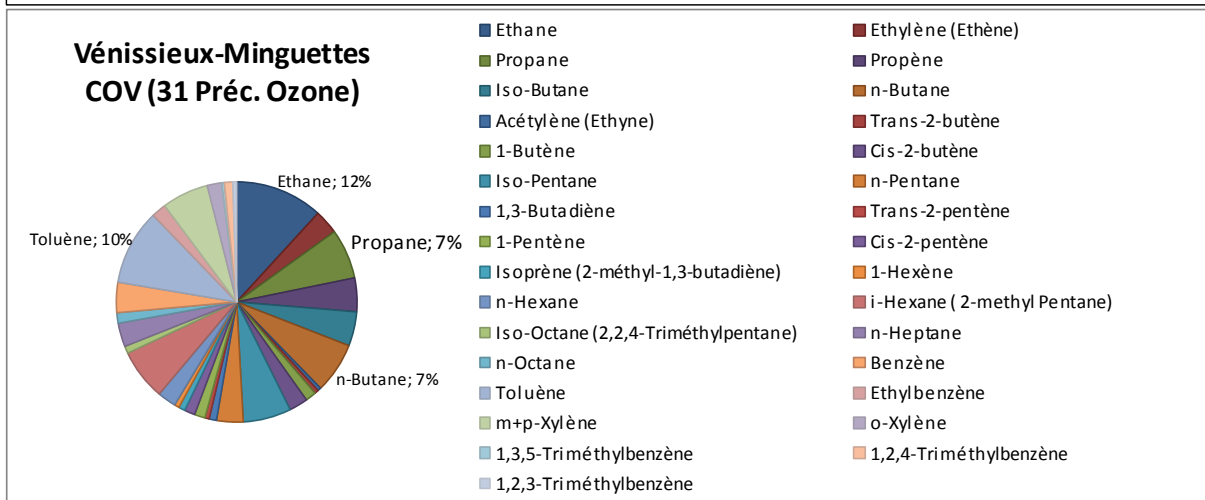
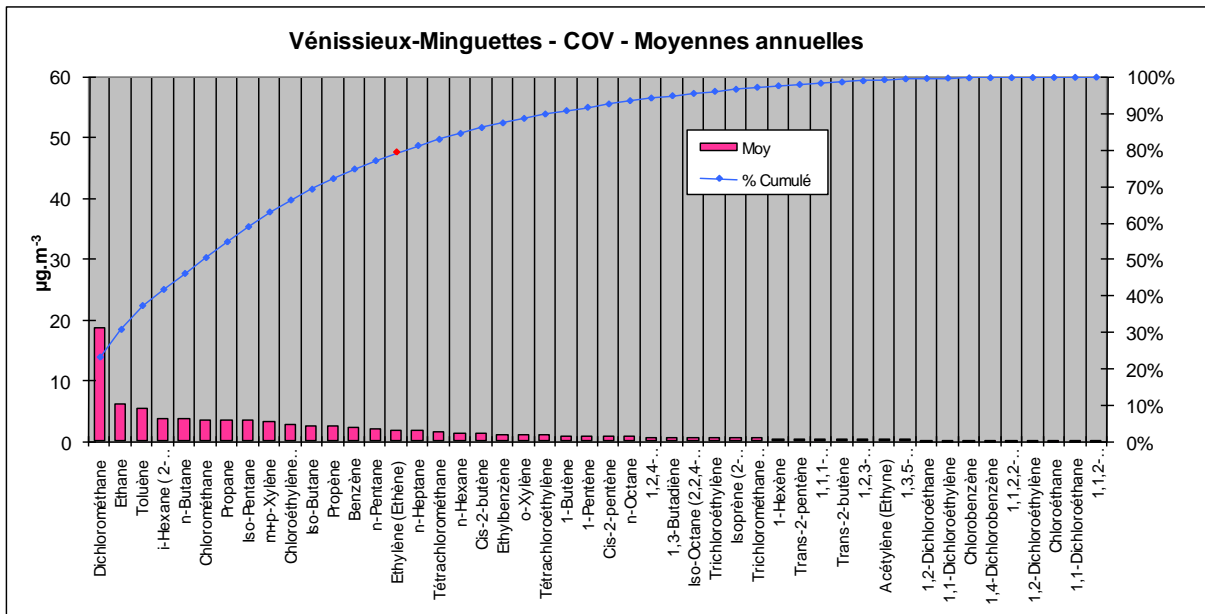
➤ **Zone « Lyon-Sud » - Pierre-Bénite**



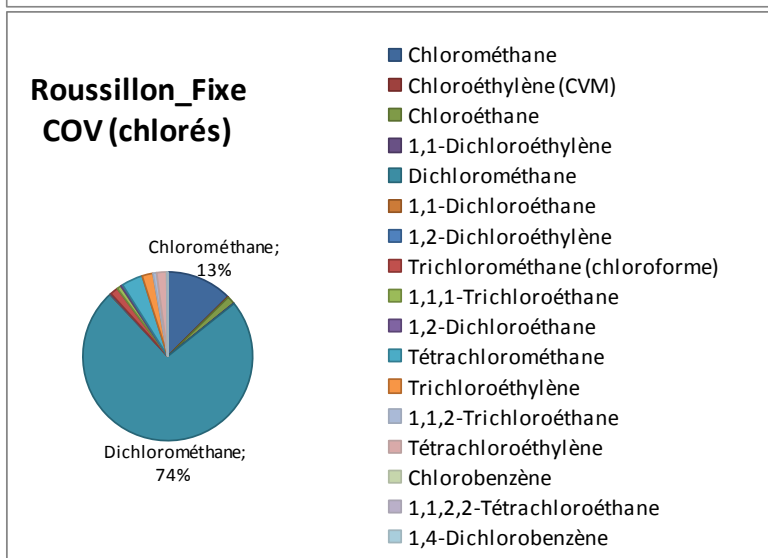
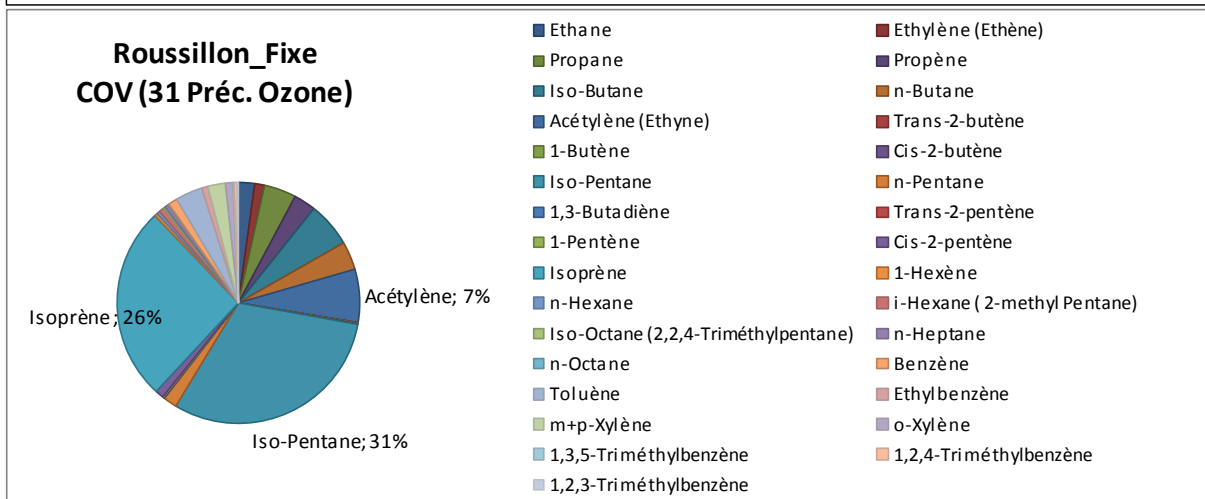
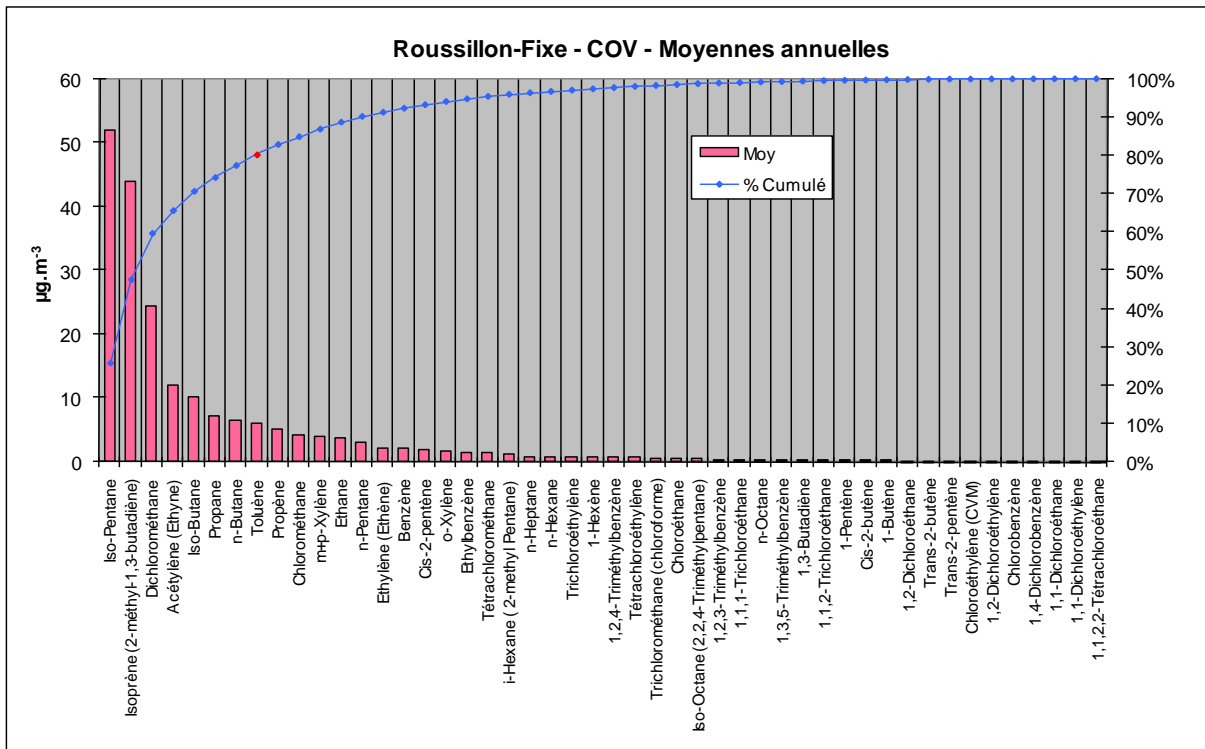
➤ **Zone « Lyon-Sud » - Saint-Fons**



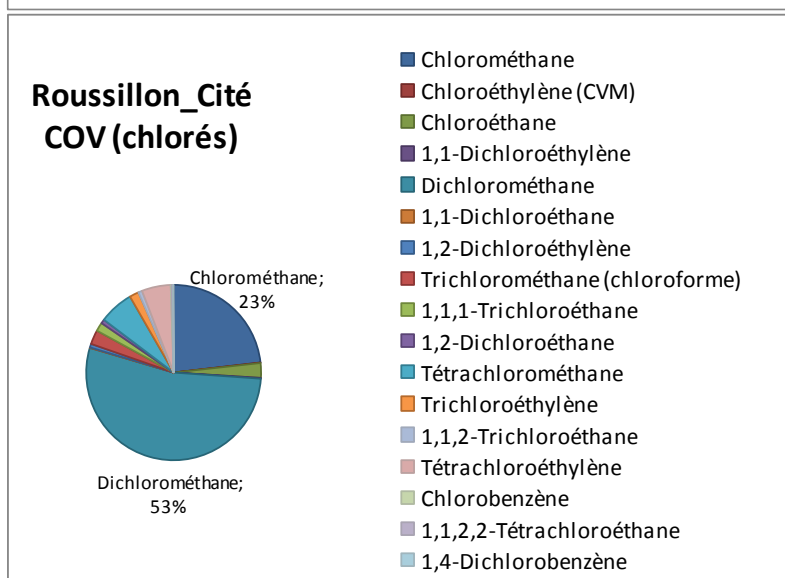
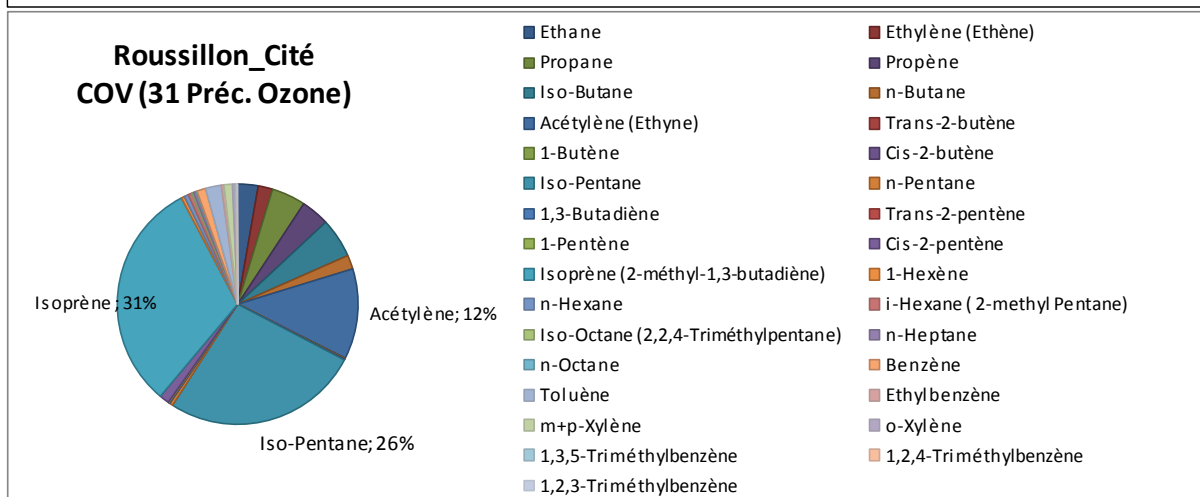
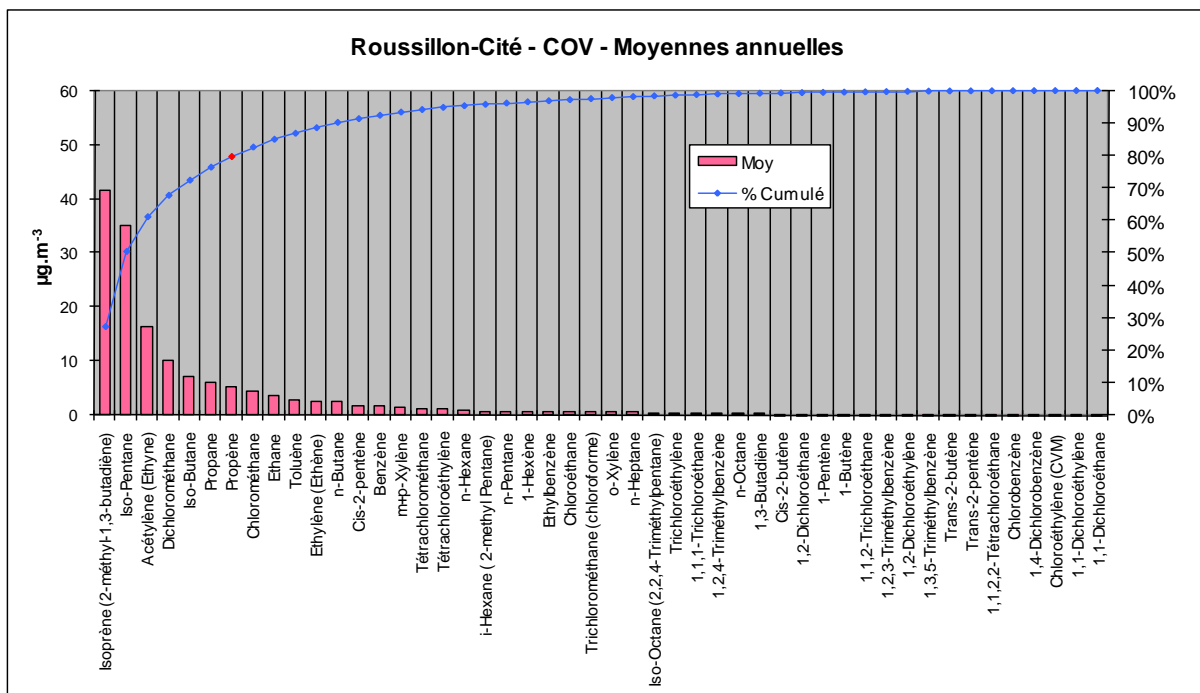
➤ **Zone « Lyon-Sud » - Vénissieux-Minguettes**



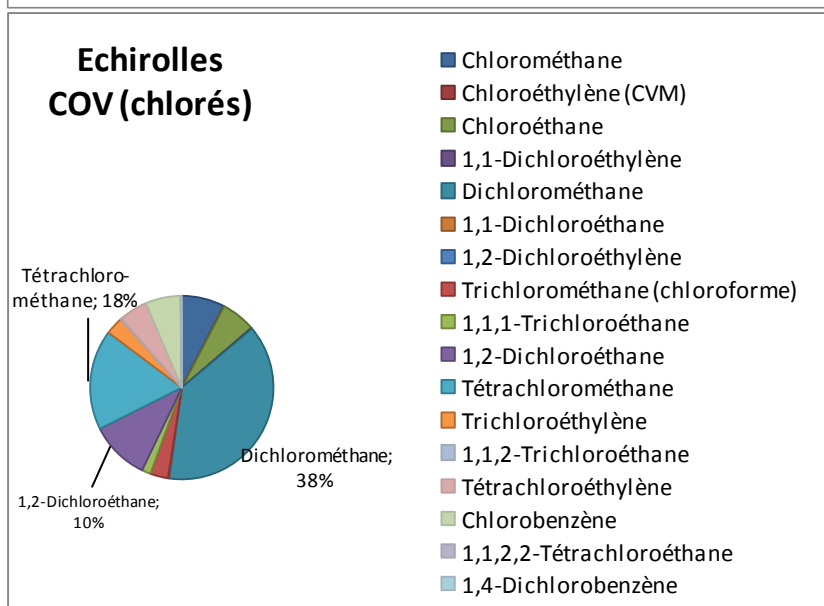
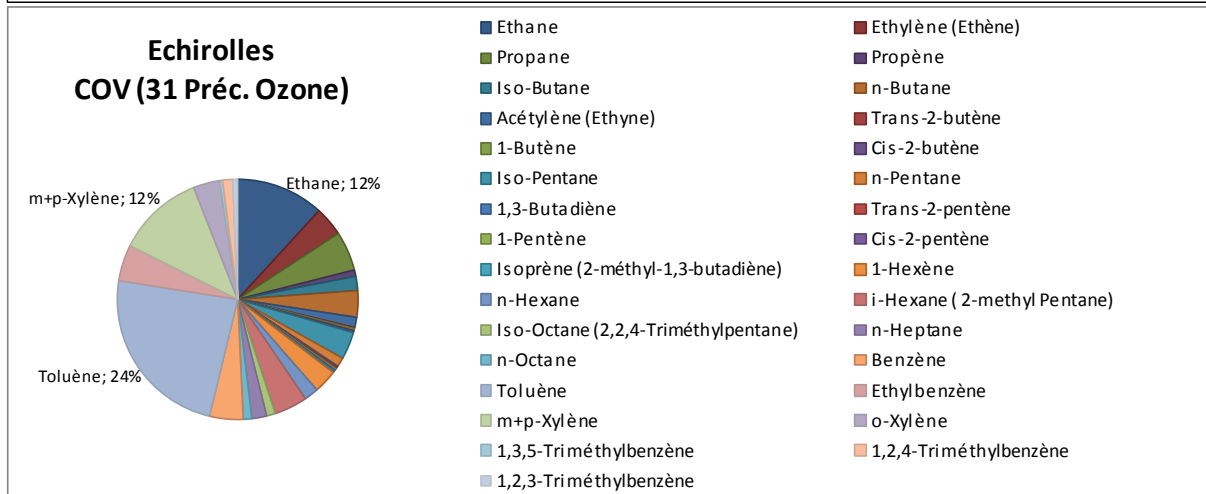
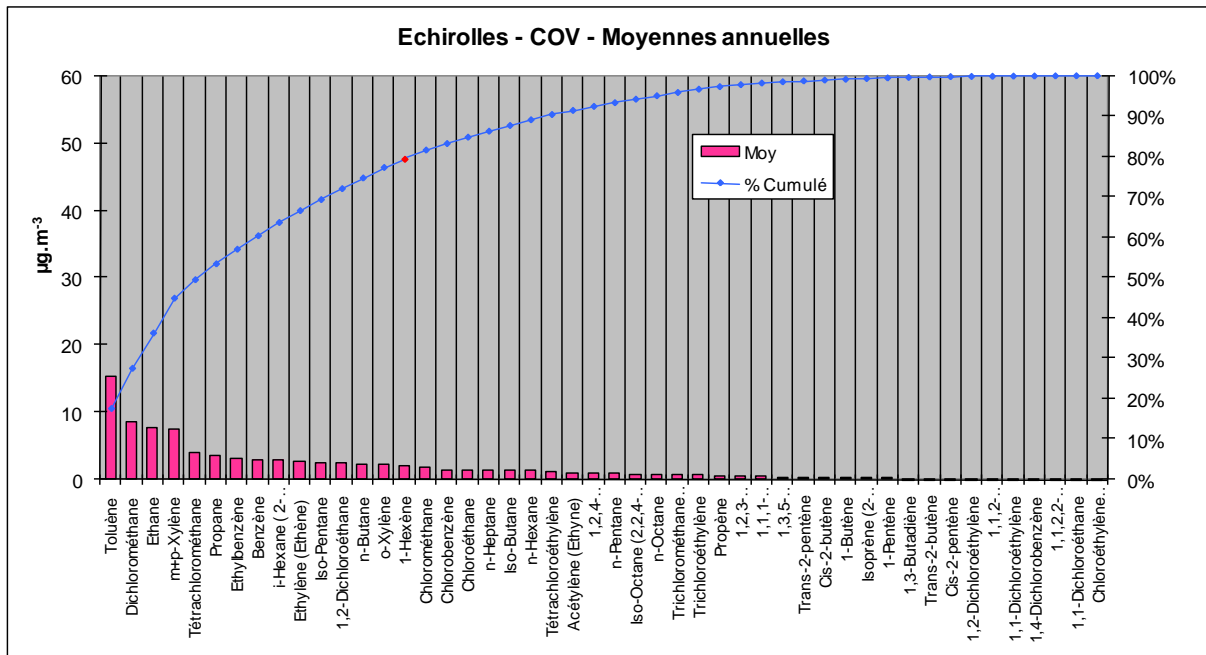
➤ **Zone « Roussillon » - Roussillon\_Fixe**



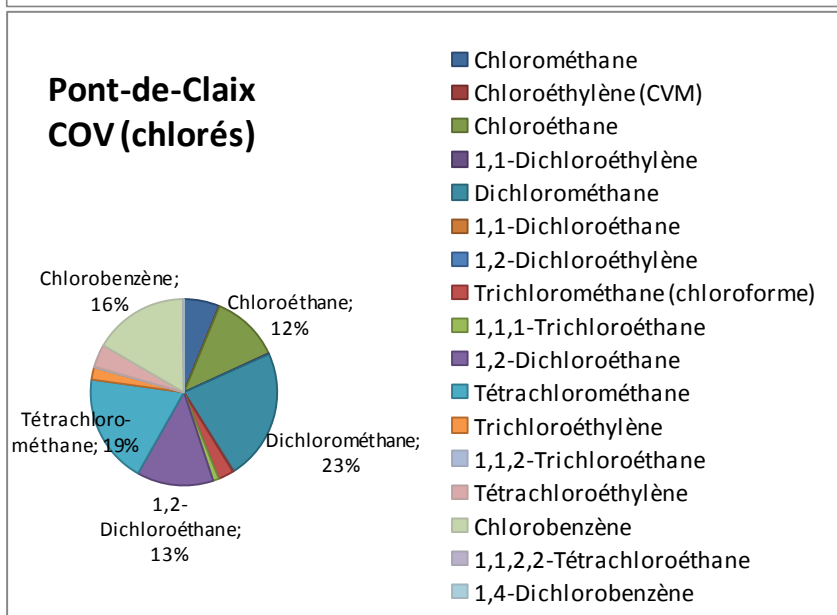
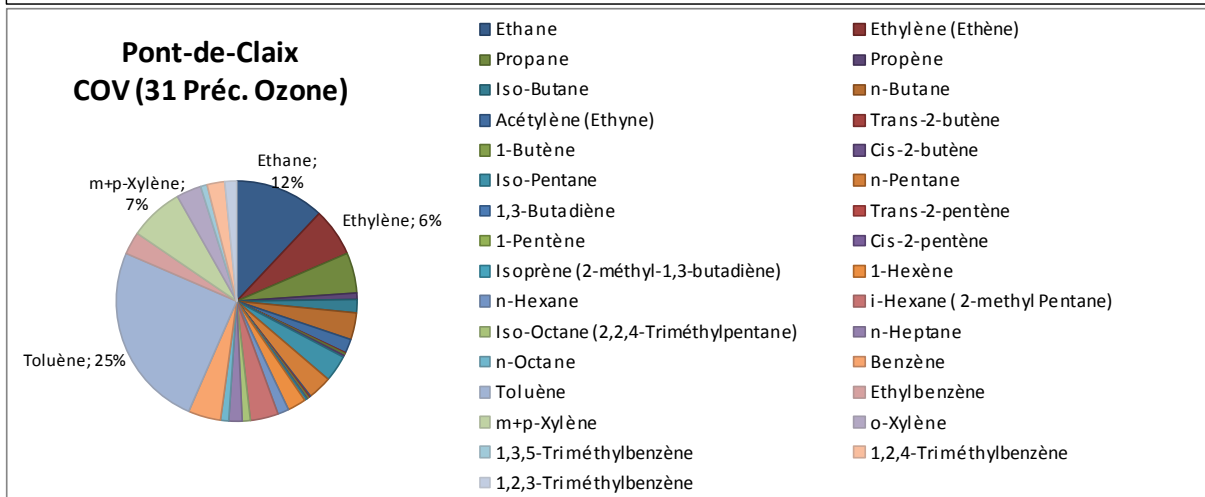
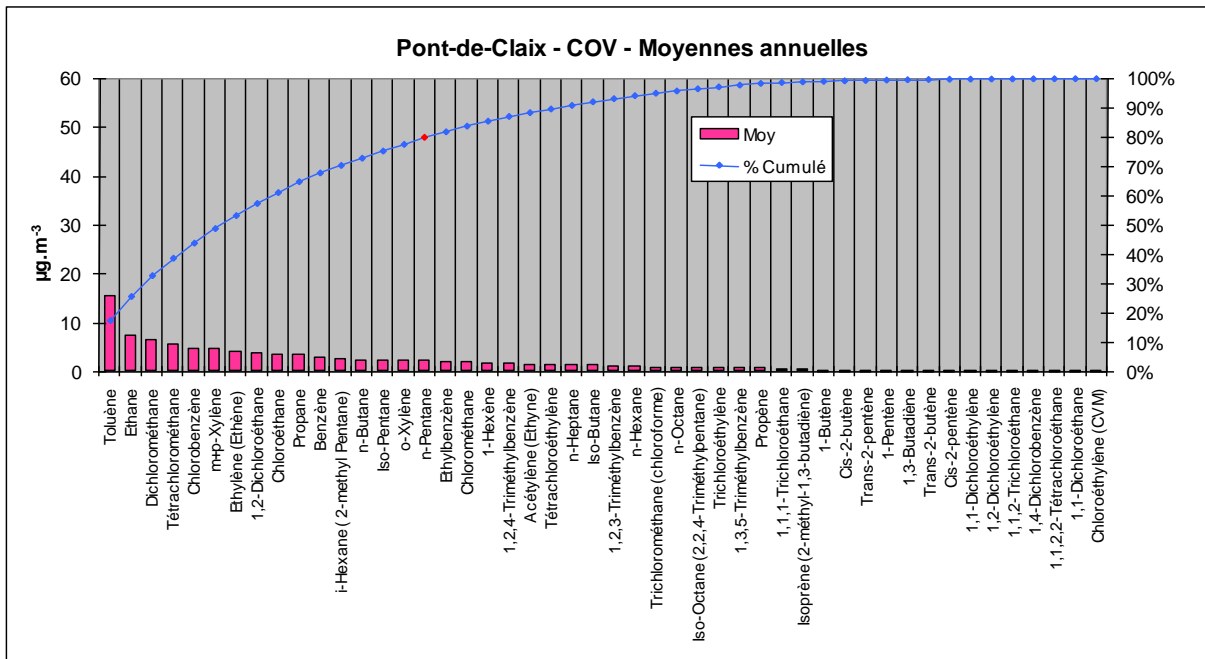
➤ **Zone « Roussillon » - Roussillon\_Cité**



➤ **Zone « Grenoble-Sud » - Echirolles**

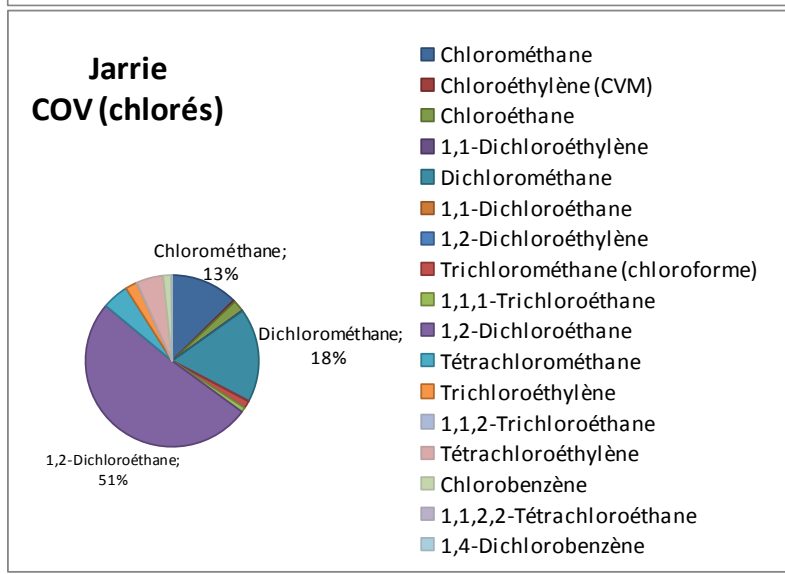
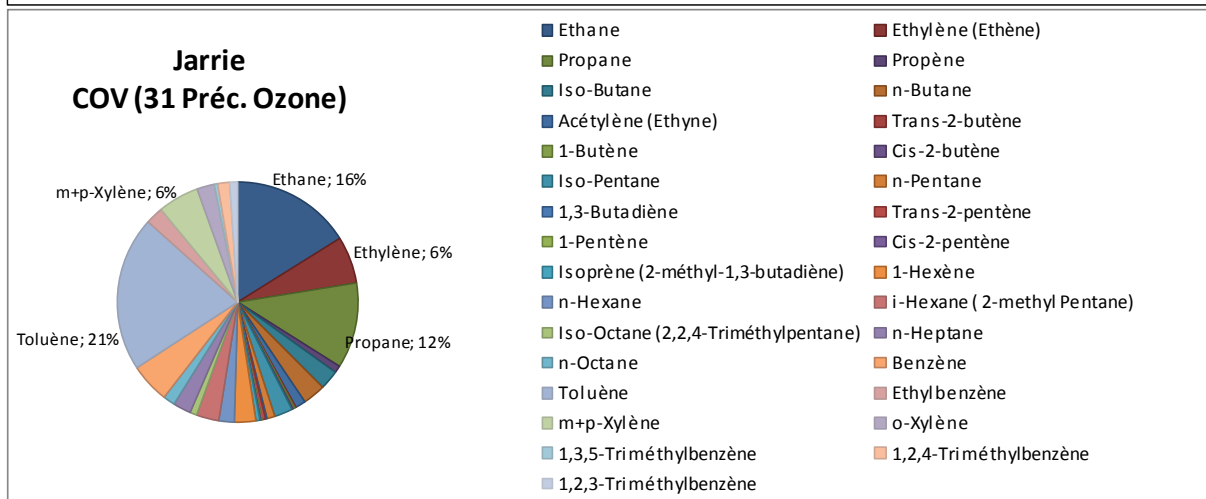
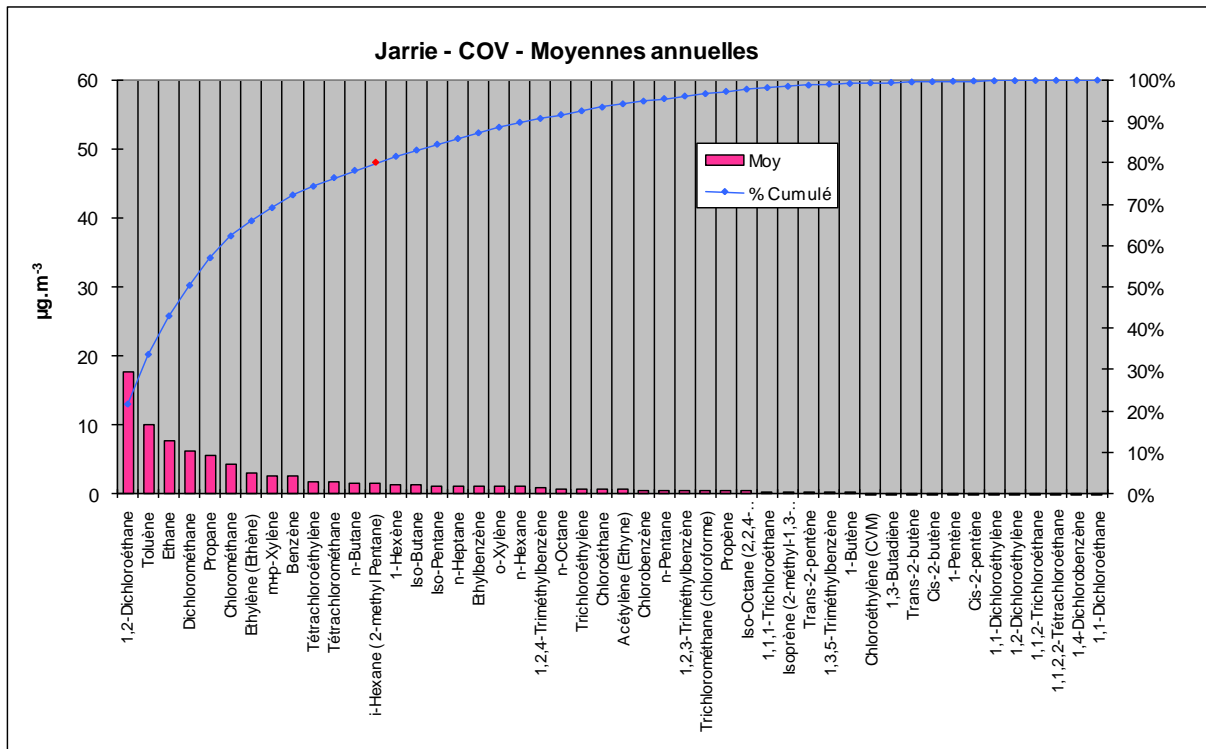


➤ **Zone « Grenoble-Sud » - Pont-de-Claix**





➤ **Zone « Grenoble-Sud » - Jarrie**



## 5.5. Analyses complémentaires

### 5.5.1. Analyses statistiques

Un certain nombre d'analyses statistiques a été réalisé sur l'ensemble des données mesurées, afin d'étudier les corrélations temporelles ou spatiales entre les différents prélèvements réalisés.

Les résultats comparatifs sur l'ensemble des trois zones d'études montrent que les valeurs mesurées sont différentes pour presque tous les polluants émergents qui ont été mesurés dans cette étude. Ceci paraît normal, au vu de l'éloignement des zones entre elles et de leurs particularités au niveau des émissions, de l'urbanisation ou encore du relief.

En revanche, les valeurs mesurées entre plusieurs sites « intra-zone » montrent des différences en fonction de la famille de polluant considérée :

Pour les **métaux lourds** l'homogénéité des mesures est telle qu'un seul site de surveillance sur une même zone semble être suffisant pour un suivi des niveaux.

Pour les **HAP**, en l'absence d'émetteur important à proximité, un seul site de surveillance sur une même zone semble être également suffisant. Par contre, à proximité d'un émetteur, la surveillance doit être réalisée avec une fréquence de mesures suffisante pour ne pas rater des valeurs élevées et évaluer au mieux la valeur moyenne annuelle.

Pour les **Aldéhydes**, et notamment le Formaldéhyde et l'Acétaldéhyde, les niveaux sont très différents en fonction de la localisation du site. En attendant une meilleure connaissance des sources d'émissions sur l'ensemble de la région Rhône-Alpes, il est donc préconisé de réaliser une surveillance sur les sites où ont été observées les valeurs élevées.

Pour les autres **COV**, le nombre de composés analysés (48) est trop important pour dégager une tendance générale. Néanmoins, l'étude de la répartition des COV donne un aperçu des composés à surveiller sur chacun des sites de cette étude en fonction de leur concentration (cf. § précédent).

A noter que, depuis quelques années, un programme spécifique pour la surveillance de ces composés est en cours sur l'ensemble de la région Rhône-Alpes par les différentes Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air, avec un certain nombre d'actions mises en œuvre (cf. § Conclusions et Perspectives), dont cette étude faisait partie. Ce programme s'appuie notamment sur une surveillance accrue à proximité de zones d'émissions industrielles mais également sur un suivi des niveaux dans plusieurs zones urbaines.

### 5.5.2. Mesures de Mercure à Champ-sur-Drac (Zone Grenoble-Sud Jarrie)

Selon l'OMS, les niveaux ambiants de mercure sont de l'ordre de 5 à 10 ng.m<sup>-3</sup> et ne présenteraient pas d'effet direct sur la santé, mais l'exposition à des concentrations plus élevées pourrait avoir un impact sanitaire.

En 2002, un projet de directive-fille européenne concernant le mercure proposait une valeur limite seuil de 50 ng.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, mais l'adoption de cette valeur a été reportée dans l'attente de plus amples connaissances sur le comportement du mercure dans l'atmosphère. La directive européenne 2004/107/CE reconnaît que le mercure est un métal lourd dangereux pour la santé humaine et l'environnement, mais ne fixe de valeurs cibles ou limites que pour quatre métaux lourds (arsenic, cadmium, nickel et plomb) et le benzo(a)pyrène.

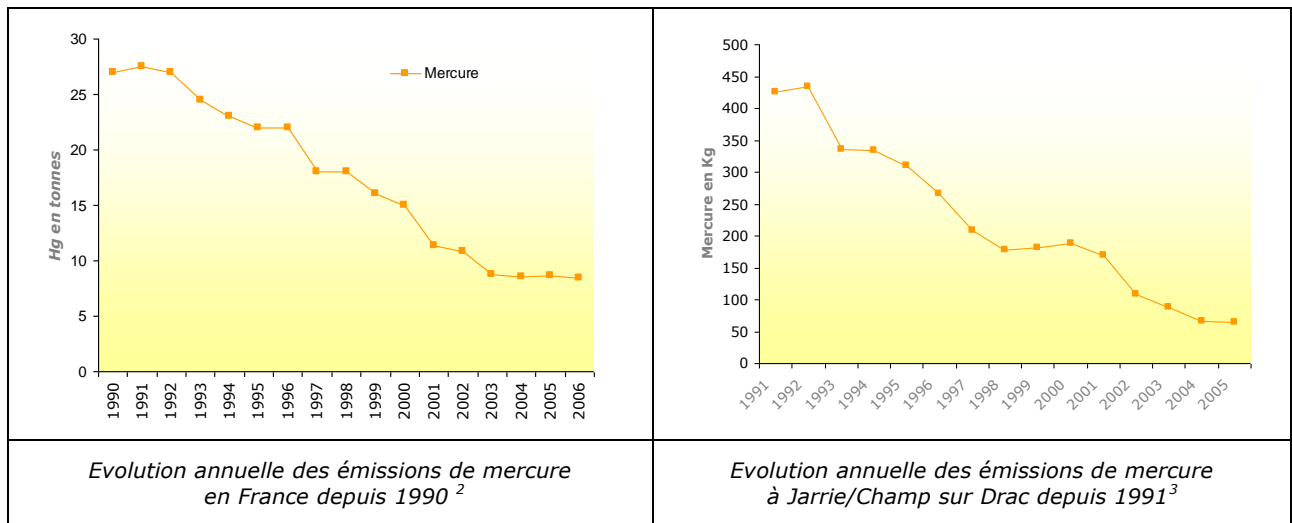
En France, le mercure est un composé encore peu surveillé en routine, mis à part sur quelques sites en proximité industrielle.

La seule station de la région Rhône-Alpes disposant d'un appareil de mesure en continu du mercure gazeux<sup>1</sup> est implantée sur la commune de Champ-sur-Drac, à environ 2km au sud d'une source émettrice de mercure située sur la zone « Grenoble Sud Jarrie ».

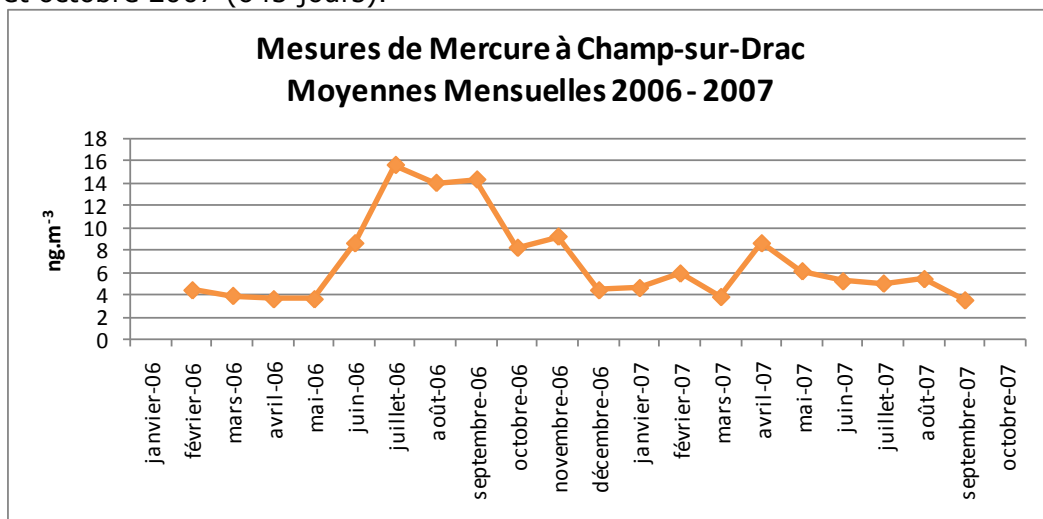
Cet émetteur exerce la majorité de son activité dans la chimie de base, mais il est spécialisé depuis le début du siècle dans la fabrication de chlore et de ses dérivés.

En 2005, un inventaire spécifique des émissions de mercure réalisé par l'ASCOPARG a montré que 61% des émissions de mercure de la région grenobloise provenaient de cet émetteur, contre 39% émis par des incinérateurs.

Par ailleurs, il est à noter que les données d'émissions sur la zone de Jarrie/Champ-sur-Drac ont diminué de 85% en 14 ans (entre 1991 et 2005), ce qui semble être également l'évolution nationale des émissions de Mercure.



Les données de mesures du mercure à Champ sur Drac ont été analysées entre janvier 2006 et octobre 2007 (645 jours).



<sup>1</sup> A noter que cette station mesure également le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et l'ozone.

<sup>2</sup> Source : CITEPA/CORALIE/Format SECTEN

[http://www.citepa.org/emissions/nationale/ML/ml\\_hg.htm](http://www.citepa.org/emissions/nationale/ML/ml_hg.htm)

<sup>3</sup> Sources :

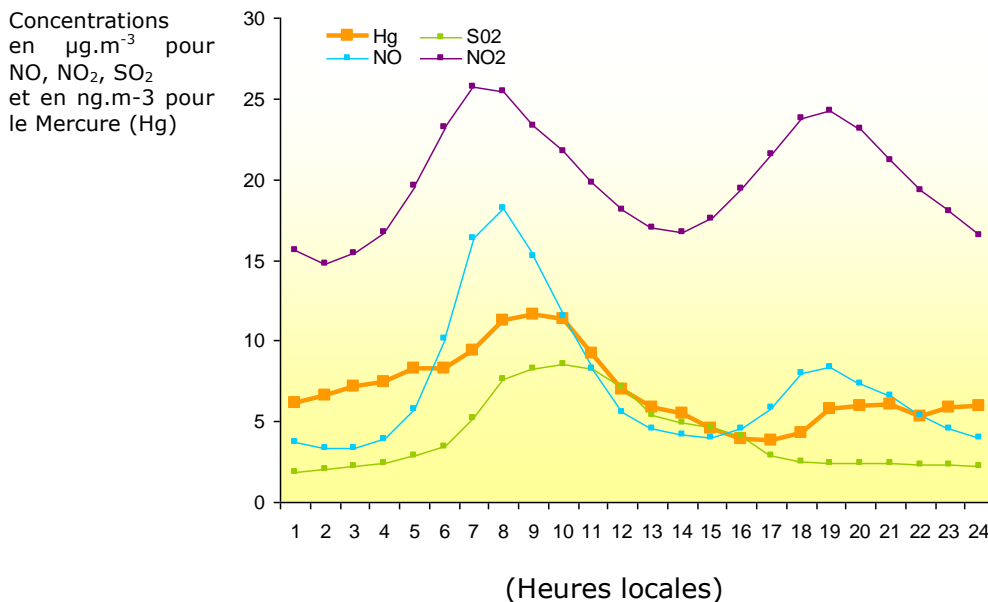
- de 2000 à 2005 : recensements DRIRE des émissions des Grandes Sources Ponctuelles (GSP)

- de 1991 à 2000 : données fournies par Arkema-Jarrie, issues du rapport : "Le mercure dans l'industrie française de production de chlore : Etat des lieux et perspectives" de Marc Senant - France Nature Environnement (2007)

Les principaux résultats montrent que :

- La moyenne en 2006 s'élève à  $8,1 \text{ ng.m}^{-3}$  et à  $5,3 \text{ ng.m}^{-3}$  en 2007 (moyenne globale :  $6,9 \text{ ng.m}^{-3}$ ) ; cet écart s'expliquant par une différence des conditions météorologiques entre 2006 et 2007 d'une part et une variation des facteurs d'émissions d'autre part.
- 90% des données horaires sont inférieures à  $16 \text{ ng.m}^{-3}$
- 2% des données horaires sont supérieures à  $50 \text{ ng.m}^{-3}$ , avec un maximum de  $138,6 \text{ ng.m}^{-3}$
- 35% de la période de mesure présente des concentrations horaires inférieures à  $2 \text{ ng.m}^{-3}$

D'autre part, l'étude des conditions météorologiques montre que les niveaux les plus élevés sont observés lorsque les vents proviennent de la direction correspondante au lieu des émissions industrielles (Nord/Nord-Est, avec même une accumulation des concentrations par vents faibles), et que l'amplitude thermique journalière semble jouer un rôle dans les variations des concentrations.



Le profil horaire du mercure dans l'air ambiant s'apparente plutôt à celui du dioxyde de soufre qu'à celui des oxydes d'azote, avec une hausse des concentrations essentiellement le matin, vers 9h-10h, à l'heure où retombent généralement les polluants accumulés dans les couches supérieures de l'atmosphère (fin des inversions thermiques).

En conclusion, les mesures de mercure à Champ-sur-Drac semblent se situer typiquement dans la gamme de concentration d'un site subissant l'influence d'émissions industrielles, mais avec des niveaux relativement modérés au regard des projets de valeur réglementaire européens.

## 6. Synthèse des résultats

### 6.1. Synthèse par zones

Les mesures de cette étude ont été réalisées sur trois zones d'habitations de la région Rhône-Alpes pouvant être qualifiées de zones « multi-émettrices », puisque tissées par de nombreux axes routiers, également proches des émissions liées à des activités industrielles, auxquelles s'ajoutent celles des secteurs résidentiel et tertiaire.

#### 6.1.1. Zone de « Lyon-Sud »

Dans l'ensemble, les valeurs mesurées sur cette zone pour les polluants réglementés « classiques » ne sont pas beaucoup plus importantes que sur les autres zones. Même si les niveaux en poussières semblent élevés, le problème ne semble pas se limiter à la zone d'activités industrielles, mais à une échelle bien plus large.

La différence se situe plus au niveau des polluants dits « émergents » :

- Métaux lourds : un suivi des niveaux, notamment du Nickel et du Manganèse est préconisé, même si cette zone n'a pas forcément enregistré les concentrations les plus élevées. A noter que d'après le cadastre des émissions, les sources pour ces deux polluants dans le sud lyonnais sont principalement d'origine industrielle.
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : Sur les trois sites étudiés, les moyennes annuelles en Benzo(a)pyrène ne dépassent pas le seuil réglementaire de  $1 \text{ ng.m}^{-3}$ . Les niveaux de certains autres HAP ont été 3 à 4 fois plus élevés qu'en fond urbain, notamment sur les sites de Saint-Fons et Vénissieux, les plus proches du principal émetteur de la région Rhône-Alpes situé sur la commune de Vénissieux.
- Aldéhydes : Des valeurs importantes ont été enregistrées sur le site de Pierre-Bénite pour le Formaldéhyde, avec une moyenne annuelle proche de la valeur guide de  $10 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$  préconisées en air intérieur. Sur le site de Saint-Fons, des concentrations importantes ont également été observées en Acétaldéhyde, avec une moyenne 3 à 6 fois plus élevée que sur les autres sites ou qu'en fond urbain (toutes zones confondues). L'origine de ces émissions n'a pas été identifiée et des mesures complémentaires sont donc à préconiser sur ces sites.
- Autres Composés Organiques Volatils : Plusieurs composés ont été mesurés avec des valeurs plus élevées qu'en fond urbain (valeurs dites « remarquables »). Certains composés comme le Benzène, Toluène, Xylènes sont communs à toutes les zones, et peuvent avoir une origine liée à l'ensemble des secteurs d'activités (trafic, industries, résidentiel et tertiaire).

La présence d'autres composés comme le Chlorométhane et le Dichlorométhane, également communs aux trois zones étudiées mais avec des niveaux variables, s'explique plutôt par une origine industrielle. Enfin, quelques autres composés sont observés plus spécifiquement dans le sud lyonnais, comme le 1,3-Butadiène ou le Chloroéthylène (CVM), ce qui peut s'expliquer par la présence d'émetteurs industriels recensés pour ces polluants sur la zone.

#### 6.1.2. Zone de « Roussillon »

Sur cette zone, les niveaux en dioxyde d'azote paraissent un peu élevés au vu de la densité de population relativement faible, ce qui semble indiquer une influence marquée d'une ou plusieurs sources (trafic et industrielles).

Même si les niveaux en poussières ont été moins élevés que sur les deux autres zones durant la période d'étude, la problématique pour ces polluants se pose tout de même pour cette zone.

En ce qui concerne les polluants « émergents » :

- Métaux lourds : Aucune valeur réellement notable n'a été observée.

- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : Les deux sites sondés dans cette étude n'ont pas montré de niveaux véritablement remarquables pour ces polluants.
- Aldéhydes : Des niveaux importants en Formaldéhyde ont été enregistrés, uniquement sur le site fixe de Roussillon, proches de la valeur guide de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne annuelle préconisées en air intérieur, dont la source n'a pas été identifiée.
- Autres Composés Organiques Volatils : Outre les composés communs à toutes les zones (cf. § précédent « Lyon-Sud »), des niveaux importants ont été mesurés pour plusieurs COV précurseurs de l'ozone (Isoprène, Acétylène, Iso-pentane et autres alcanes...). Ces niveaux ont été observés sur les deux sites de la zone de Roussillon, mais uniquement sur la première campagne de mesure, au printemps 2006. Des mesures complémentaires semblent nécessaires pour confirmer l'hypothèse de l'origine des émissions, qui se penche pour l'instant plutôt vers une activité industrielle ponctuelle. A noter enfin sur cette zone, des concentrations non nulles en chloroéthane, observées également dans la zone du sud grenoblois mais pas dans le sud lyonnais.

### 6.1.3. Zone de « Grenoble-Sud »

Concernant les polluants « classiques » sur cette zone, le site de Jarrie enregistre des niveaux en dioxyde d'azote moins élevés que sur les deux autres sites, en lien avec une plus faible densité de population. Pour les poussières, en revanche, les niveaux sont semblables à ceux mesurés sur l'ensemble de l'agglomération grenobloise.

Concernant les polluants « émergents » :

- Métaux lourds : Les niveaux en Nickel et en Manganèse ont été les plus élevés sur cette zone, sur les trois sites de mesure, dont l'origine n'a pas été clairement établie. Un suivi de ces métaux lourds est donc préconisé sur l'ensemble de la zone.
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : Sur les trois sites sondés, les moyennes annuelles en Benzo(a)pyrène ne dépassent pas le seuil réglementaire de  $1\text{ng.m}^{-3}$ . Néanmoins, les niveaux observés pour certains autres HAP sur le site de Jarrie mériteraient des mesures complémentaires.
- Aldéhydes : Des niveaux très élevés en Formaldéhyde ont été enregistrés uniquement sur le site de Jarrie, mais dépassant la valeur guide de  $10 \mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne annuelle préconisées en air intérieur. La source de ces émissions n'a pas pu être définie et il est à noter que les niveaux ont considérablement chuté à la dernière campagne de mesure. Une surveillance ou un suivi pour ce polluant semble donc à préconiser.
- Autres Composés Organiques Volatils : Outre les composés communs à toutes les zones et multi-sources (cf. § « Lyon-Sud »), certains composés chlorés ont été observés plus spécifiquement sur la zone du sud grenoblois, comme le chloroéthane, le 1,2-dichloroéthane, le tétrachlorométhane ou encore le chlorobenzène, ce qui peut s'expliquer par la présence d'émetteurs répertoriés sur la zone pour ces polluants. Néanmoins, même si certaines valeurs ont été qualifiées de « remarquables », du fait que ces composés chlorés ne devraient pas être présents *a priori* en milieu urbain sans influence industrielle, les concentrations ne semblent pas trop élevées (voir aussi rapport du volet Santé de l'étude).  
Un simple suivi des niveaux sur la zone semblerait donc suffisant.

## 6.2. Synthèse par polluants

### 6.2.1. Polluants « classiques »

#### Dioxyde de soufre

- Les niveaux sont inférieurs aux valeurs réglementaires sur les trois zones.
- Les valeurs mesurées ont été faibles dans l'ensemble sur tous les sites de l'étude.
- Comme observé depuis déjà quelques années, ce polluant ne semble plus être un véritable traceur de la pollution industrielle, exception faite de la proximité d'émetteurs importants.

#### Oxydes d'azote

- Les niveaux sont inférieurs aux valeurs réglementaires sur les trois zones.
- Les valeurs sont sensiblement équivalentes sur tous les sites de l'étude, avec des niveaux comparables à un fond urbain plutôt dense.
- Sur le site de Jarrie (zone de Grenoble-Sud), la moyenne annuelle est plus faible, dû certainement à une plus faible densité de population et une moindre proximité des sources trafic.
- Ce n'est pas le cas sur les deux sites de la zone de « Roussillon », avec pourtant une densité de population relativement faible, ce qui indique l'influence d'une ou plusieurs sources sur cette zone.

#### Particules fines (fraction non volatile)

- Aucun dépassement des valeurs réglementaires en moyenne annuelle n'a été observé sur aucune des 3 zones.
- Le seuil d'information et de recommandations en moyenne journalière n'a également jamais été dépassé.
- En revanche, quelques dépassements ont été constatés sur toutes les zones pour la valeur limite en moyenne journalière.
- Au vu de la répartition des émissions, les niveaux les plus élevés ne semblent pas liés seulement à la proximité industrielle, mais plutôt à l'urbanisation dans son ensemble (trafic, chauffage, activité industrielle,...).
- A noter enfin que ces résultats en particules ne sont pas ajustés de la fraction volatile (qui représente environ 25% de la valeur mesurée).

### 6.2.2. Polluants « émergents »

#### Métaux Lourds (ML)

- Les niveaux ont été inférieurs aux valeurs réglementaires sur les trois zones.
- Quelques valeurs sont à surveiller pour le Nickel sur la zone de Grenoble-Sud et sur la zone de Lyon-Sud (commune de Vénissieux).
- L'évolution des niveaux en Manganèse est également à surveiller sur ces deux zones.

#### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

- Sur l'ensemble des 19 composés mesurés, la seule valeur réglementaire concerne le benzo(a)pyrène en moyenne annuelle. Elle n'a été dépassée sur aucun des huit sites étudiés. En revanche, elle est régulièrement dépassée à proximité d'un site de référence pour la surveillance industrielle d'un émetteur de HAP sur la commune de Vénissieux (zone « Lyon-Sud »). Les mesures sur ce site montrent d'ailleurs l'importance de l'échantillonnage temporel pour la représentativité de la mesure lorsqu'elle est réalisée à proximité d'émissions importantes de HAP. En outre, l'influence de cet émetteur semble avoir été observée sur une large partie de la zone d'étude.
- Sur le site de Jarrie (zone de « Grenoble-Sud »), des niveaux plus élevés que le fond urbain ont été mesurés en Fluorène, Phénanthrène et Naphtalène, dont la source reste à déterminer.
- A noter enfin la très bonne corrélation de tous les HAP entre eux.

### **Aldéhydes (ALD)**

- Les deux seules valeurs guides existantes auxquelles ont été comparées les mesures concernent le Formaldéhyde, en moyenne annuelle et sur 2h, pour la qualité de l'air intérieur.
- Sur un des sites de chaque zone, les valeurs mesurées en Formaldéhyde dans l'air ambiant paraissent très élevées, puisque proches des valeurs guides pour l'air intérieur. Ce composé doit donc être surveillé sur les trois zones.
- Ces valeurs ont même été dépassées sur le site de Jarrie (zone « Grenoble-Sud »), même si une baisse significative des niveaux a été observée lors de la dernière campagne de mesure.
- Les niveaux en Acétaldéhyde semblent également à surveiller sur le site de Saint-Fons, au nord de la zone de « Lyon-Sud ».

### **Autres Composés Organiques Volatils (COV)**

- Sur l'ensemble des 48 composés mesurés, seul le Benzène possède une valeur limite et un objectif de qualité de l'air fixés par la réglementation en moyenne annuelle. Sur l'ensemble des 8 sites des 3 zones étudiées, la moyenne annuelle estimée en Benzène se situe juste au-dessus de l'objectif de qualité de l'air, mais reste inférieure à la valeur limite. Pour comparaison, sur le site de surveillance industrielle à proximité de la raffinerie de Feyzin, sur la zone « Lyon-Sud », la moyenne annuelle peut être de 2 à 3 fois plus importante.
- Pour les autres COV, seuls 5 composés possèdent une valeur guide préconisée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) à plus ou moins long terme : Dichlorométhane, Toluène, 1,3-Butadiène, 1,2-Dichloroéthane et Tétrachloroéthylène.
- A noter que plusieurs autres composés qui ont été mesurés sont de toxicité reconnue et possèdent des valeurs seuils OMS, mais qui ne peuvent être directement traduites en valeur guides comparables aux résultats bruts. La deuxième partie de cette étude (volet « Santé ») devrait permettre d'apporter une réponse sur l'impact sanitaire des valeurs mesurées pour ces composés.
- Les niveaux en COV ne sont pas qualifiables dans leur ensemble, puisqu'ils peuvent être homogènes ou bien très différents, en fonction du composé mesuré ou du site de mesure, y compris sur une même zone :  
Certains composés sont communs à toutes les zones industrielles étudiées :
  - Benzène, Toluène (source mixte : trafic, industrielle, résidentiel, tertiaire)
  - Chlorométhane, Dichlorométhane, Tétrachloroéthylène (source industrielle)D'autres composés ont été observés spécifiquement sur une seule zone :
  - Chlorure de Vinyle Monomère (« Lyon Sud »)
  - Isoprène, Isopentane, Acétylène,... (« Roussillon »)
  - 1,2-Dichloroéthane, Tétrachlorométhane, Chlorobenzène (« Grenoble-Sud »)



## 7. Conclusions et Perspectives

Cette étude a permis d'améliorer les connaissances sur les niveaux de polluants réglementés et « émergents » dans des quartiers d'habitation à proximité de trois grandes zones d'activités industrielles de la région Rhône-Alpes : le sud lyonnais, le sud grenoblois et la zone de Roussillon située dans la vallée du Rhône.

Pour la première fois, il a été possible d'analyser un aussi grand nombre de polluants avec des mesures simultanées sur plusieurs sites d'une même zone.

Pour la première fois également, les niveaux mesurés ont pu faire l'objet d'une évaluation de risques sanitaires. Ce deuxième volet « Santé », complémentaire à cette étude, fait l'objet d'un autre rapport, édité par la CIRE indépendamment de celui-ci.

Au niveau de la surveillance de la qualité de l'air, pour l'ensemble des 85 polluants étudiés sur les trois zones d'étude, les résultats sont globalement satisfaisants, même si un certain nombre de polluants nécessite des mesures complémentaires ou un suivi régulier, notamment dans la famille des Composés Organiques Volatils. Ce suivi apparaît d'autant plus nécessaire que, d'un point de vue réglementaire, seuls 18 des 85 polluants mesurés possèdent des valeurs de référence en air ambiant ou en air intérieur (valeurs limites, objectifs de qualité de l'air ou valeurs guide).

### 85 polluants mesurés

- ✓ 5 polluants « classiques » réglementés
- ✓ 6 Métaux Lourds : Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb, Manganèse et Vanadium
- ✓ 7 Aldéhydes, dont le Formaldéhyde
- ✓ 19 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, dont le Benzo(a)pyrène
- ✓ 48 Composés Organiques Volatils :
  - 31 précurseurs de l'ozone, dont le Benzène et le 1,3-Butadiène
  - + 17 composés chlorés, dont le Chlorure de Vinyle Monomère (CVM)

### Synthèse de la qualité de l'air sur les trois zones investiguées

Polluants disposant de valeurs de référence (pour le long et/ou le court terme)		Sud lyonnais	Sud grenoblois	Zone de Roussillon
Polluants historiquement réglementés	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )			
	Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )			
	Particules fines (PM <sub>10</sub> )			
	Ozone (O <sub>3</sub> )			
COV précurseurs de l'ozone et composés chlorés	Benzène			
	Toluène, 1,3-Butadiène, Dichlorométhane, 1,2-Dichloroéthane, Tétrachloroéthylène			
Aldéhydes	Formaldéhyde			
Métaux lourds	Arsenic, Cadmium, Plomb, Vanadium			
	Nickel, Manganèse			
HAP	Benzo(a)pyrène			
	Autres HAP			

#### Légende :

- Dépassement constaté d'une valeur limite
- Dépassement constaté d'une valeur guide ou d'un objectif de qualité de l'air
- Pour les polluants « classiques » ou historiquement mesurés : valeurs en limite de dépassement (entre 80% et 100% d'un seuil réglementaire)
- Pour les autres composés : valeurs plus élevées que les concentrations habituellement mesurées en milieu urbain
- Concentrations faibles ou comparables à celles habituellement mesurées en milieu urbain

## Perspectives au niveau de la surveillance de la qualité de l'air

Les données recueillies dans le cadre de cette étude participeront à l'évolution de la surveillance de la qualité de l'air en région Rhône-Alpes et permettront de poursuivre les programmes déjà engagés pour le suivi des niveaux des polluants dits « émergents », sur les zones étudiées dans un premier temps, étendus par la suite à d'autres territoires.

### Métaux lourds

- En parallèle de cette étude, une surveillance fixe des ces polluants a déjà été mise en place depuis 2007, sur des sites de fond urbain de la région Rhône-Alpes (Lyon, Grenoble, St-Etienne) et un site de proximité industrielle dans le sud lyonnais (Vénissieux). Depuis 2008, cette mesure concerne 14 métaux lourds.
- Ce dispositif paraît satisfaisant puisque la présente étude montre qu'un seul site de mesure semble être suffisant pour assurer la surveillance sur une même zone.

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

- Depuis 2004, la surveillance fixe des niveaux des HAP est assurée à Lyon et à Grenoble, d'abord en proximité trafic, puis en situation de fond urbain. Depuis 2006, la mesure a été étendue à l'agglomération de St-Etienne.
- En parallèle, une étude spécifique a été menée sur la commune de Vénissieux, dans le sud lyonnais, afin d'analyser une zone exposée à une source connue d'émissions de HAP, d'origine industrielle. Deux points de mesures de HAP ont été investigués en 2007 : le premier au sud de l'émetteur, le second dans le centre de Lyon afin d'évaluer le niveau de fond de l'agglomération. Un troisième point, au nord de l'émetteur est en cours d'installation.
- Afin de répondre à la problématique liée à la combustion de la biomasse, les AASQA de Rhône-Alpes sont impliquées depuis 2007 dans un projet d'études national sur des traceurs spécifiques comme le « Levoglucosan ». Elles disposent en plus d'un cadastre régional des émissions de HAP.
- Au vu des résultats de cette étude, il ne semble pas nécessaire de compléter ce dispositif sur la zone de « Roussillon ». En revanche, dans le cadre d'une autre étude, il pourrait être utile d'assurer un suivi des niveaux sur la zone de Jarrie.

### Aldéhydes

- Jusqu'à présent, les Aldéhydes ne font principalement que l'objet d'une surveillance globale, avec des moyennes annuelles mesurées à l'aide de tubes passifs, sur des sites de fond urbain ou sur des cartographies de zones d'études.
- Un projet de cartographie à l'échelle de la région Rhône-Alpes a été évoqué pour les prochaines années et un recensement des sources « probables » est actuellement réalisé dans le cadre des travaux en cours sur le cadastre des émissions.
- Cette étude était la première proposant un suivi des niveaux aussi complet avec des prélèvements actifs. En effet, d'après les résultats, il est possible d'observer sur certains sites des niveaux de Formaldéhyde en air ambiant très élevés, proches ou même au-dessus des valeurs guides préconisées en air intérieur. Il paraît donc important de prévoir une surveillance plus fréquente des Aldéhydes (Formaldéhyde et Acétaldéhyde) avec, dans un premier temps, des mesures sur les sites de cette étude où ont été observées les valeurs élevées et, par la suite, une investigation sur d'autres sites.

### Autres Composés Organiques Volatils (COV)

- Un vaste programme de surveillance des COV est mis en œuvre depuis ces dernières années sur les départements du Rhône, de l'Isère, de la Loire, de la Drôme et de l'Ardèche avec, entre autres, le suivi des plusieurs composés en fond urbain, sur quatre grandes agglomérations de la région Rhône-Alpes. Ce programme s'organise autour de plusieurs actions menées en parallèle et vise notamment à évaluer

l'exposition de la population à plusieurs composés ayant un impact reconnu sur la santé (Benzène, 1,3-Butadiène, composés chlorés, précurseurs de l'ozone,...).

- Concernant spécifiquement la surveillance industrielle, depuis 2006, COPARLY a décidé de renforcer la surveillance des COV sur le sud lyonnais, en partenariat avec la raffinerie de Feyzin, avec la mise en place de deux analyseurs de mesures en continu, identiques à celui de la station de Feyzin, sur deux autres sites, au nord et au sud.
- Au vu des résultats de cette étude, il paraît en effet important d'améliorer la connaissance et le suivi des niveaux de tous ces composés. Une surveillance plus attentive est notamment préconisée pour le Benzène et le Dichlorométhane, dont les niveaux sont plus élevés que le fond urbain et que certaines valeurs recommandées par l'OMS.

## Perspectives pour la réduction des émissions de polluants

Le second volet « sanitaire » de l'étude montre notamment que certaines valeurs d'expositions chroniques par inhalation peuvent présenter des risques potentiels d'un point de vue sanitaire. Une liste de polluants prioritaires a été établie pour préconiser la mise en œuvre d'actions de réduction des émissions : **chlorure de vinyle monomère, benzène, 1,3-butadiène, tétrachloroéthylène, 1,2-dichloroéthane, acétaldéhyde et formaldéhyde.**

Afin de réduire les niveaux de pollution dans l'air ambiant, la réglementation prévoit la mise en œuvre de plans d'actions et, en Rhône-Alpes, plusieurs actions concernant les émissions industrielles et automobiles sont menées dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement, des Plans de Déplacements Urbains et des Plans de Protection de l'Atmosphère.

Certains résultats notables sont déjà visibles notamment grâce aux mesures de réduction des émissions engagées depuis plusieurs années par les industriels et les services de l'Etat. A titre d'exemple, pour les émissions industrielles de benzène, l'objectif de réduction français a été fixé à 35 % entre 2001 et 2010, alors qu'entre 2001 et 2007, la baisse constatée en Rhône-Alpes est d'environ 60%.

Tous ces programmes seront donc poursuivis et renforcés au vu des résultats de cette étude. L'élaboration prochaine du « Plan Régional Santé Environnement 2 » sera l'occasion de mettre l'accent sur les polluants considérés comme prioritaires.

## Annexe 1 : Liste des polluants ciblés

### ✓ Métaux Lourds

Métaux Lourds	Abréviation	PNSE-PRSE	Directives	OMS	Toxicité	Arr. industriel	Analysés
Arsenic	As		x	x	oui	x	x
Cadmium	Cd	x	x	x	oui	x	x
Nickel	Ni		x	x	oui	x	x
Plomb	Pb	x	x	x	oui	x	x
Manganèse	Mn			x	oui	x	x
Vanadium	V			x	oui	x	x
Mercuré (gaz)	Hg	x			oui	x	
Chrome (III et VI)	Cr			x	oui	x	
<b>TOTAL retenus</b>							<b>6</b>

*NB : Le Mercure est un polluant émis principalement sous forme gazeuse. Il est mesuré en continu sur le site de Champ-sur-Drac dans la zone d'étude « de Grenoble-Sud ». Le Chrome n'a pas été retenu car la séparation de la partie réellement toxique (CrVI) demandait une analyse particulière qui s'avérait trop coûteuse pour cette étude.*

### ✓ Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HAP	Abréviation	PNSE-PRSE	Directives	OMS	Toxicité	Arr. industriel	Analysés
Benzo(a)pyrène	BaP		x	x	oui		x
Benzo(a)anthracène	BaA		x		oui		x
Benzo(b)fluoranthène	BbF		x		oui		x
Benzo(j)fluoranthène	BjF		x		oui		x
Benzo(k)fluoranthène	BkF		x		oui		x
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	IP		x		oui		x
Dibenzo(a,h)anthracène	DbahA		x		oui		x
Phénanthrène	PHE				oui		x
Anthracène	ANT						x
Fluoranthène	FA				oui		x
Pyrène	PY				oui		x
Chrysène	CHR				oui		x
Benzo(g,h,i)pérylène	BghiP						x
Naphthalène	NA						x
2-méthyl-naphthalène	2-metNAP						x
Acénaphthène	AC						x
Fluorène	FL						x
2-méthylfluoranthène	2-metFA						x
Benzo(e)pyrène	BeP						x
<b>TOTAL retenus</b>							<b>19</b>

✓ **Aldéhydes**

<b>Aldéhydes</b>	<b>PNSE-PRSE</b>	<b>Directives</b>	<b>OMS</b>	<b>Toxicité</b>	<b>Arr. Industriel</b>	<b>Analysés</b>
<b>Formaldéhyde</b>			x	oui	x	x
<b>Acétaldéhyde</b>				oui	x	x
<b>Propionaldéhyde</b>						x
<b>Butyraldéhyde</b>						x
<b>Benzaldéhyde</b>						x
<b>Isovaléraldéhyde</b>						x
<b>Valéraldéhyde</b>						x
Acroléine					x	
<b>TOTAL retenus</b>						<b>7</b>

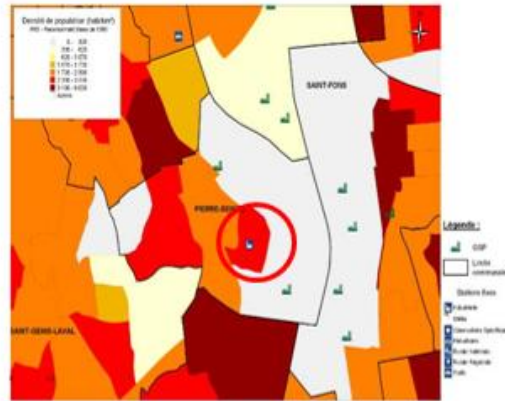
*NB : la mesure de l'acroléine n'a pas été retenue pour des raisons à la fois techniques et budgétaires.*

✓ **Composés Organiques Volatils**

Composés Organiques Volatils	Famille	PN(R)SE	Directives	OMS	Toxicité	Arr. Industriel	Analysés	
Ethane	Alcanes		x				x	
Propane			x				x	
Iso-Butane				x			x	
n-Butane				x			x	
Iso-Pentane				x			x	
n-Pentane				x			x	
n-Hexane				x			x	
i-Hexane ( 2-methyl Pentane)				x			x	
Iso-Octane (2,2,4-Triméthylpentane)				x			x	
n-Heptane				x			x	
n-Octane				x			x	
Ethylène (Ethène)	Alcènes/Alcyne		x				x	
Propène				x			x	
Acétylène (Ethyne)				x			x	
Trans-2-butène				x			x	
1-Butène				x			x	
Cis-2-butène				x			x	
1,3-Butadiène			x	x	x	oui	x	
Trans-2-pentène				x			x	
1-Pentène				x			x	
Cis-2-pentène				x			x	
Isoprène (2-méthyl-1,3-butadiène)				x		oui	x	
1-Hexène			x			x		
Benzène	Aromatiques	x	x	x	oui	x	x	
Toluène			x	x	oui		x	
Ethylbenzène				x			x	
m+p-Xylène				x			x	
o-Xylène				x			x	
1,3,5-Triméthylbenzène				x			x	
1,2,4-Triméthylbenzène				x			x	
1,2,3-Triméthylbenzène				x			x	
Chlorométhane	Halogénés (Chlorés)				oui	x	x	
Chloroéthylène (CVM)			x		x	oui	x	x
Chloroéthane						oui		x
1,1-Dichloroéthylène						oui	x	x
Dichlorométhane					x	oui	x	x
1,1-Dichloroéthane						oui		x
1,2-Dichloroéthylène						oui		x
Trichlorométhane (chloroforme)						oui	x	x
1,1,1-Trichloroéthane						oui	x	x
1,2-Dichloroéthane					x	oui	x	x
Tétrachlorométhane						oui	x	x
Trichloroéthylène					x	oui	x	x
1,1,2-Trichloroéthane						oui	x	x
Tétrachloroéthylène					x	oui	x	x
Chlorobenzène						oui		x
1,1,2,2-Tétrachloroéthane						oui	x	x
1,4-Dichlorobenzène						oui		x
<b>TOTAL retenus</b>							<b>48</b>	

## Annexe 2 : Fiches de sites

### Fiche de site – Pierre-Bénite



**Zone :** ZI Lyon Sud

**Nom du site :** Pierre Bénite (en parallèle du site fixe)

**Coordonnées :** (UTM31) X: 642438 - Y: 5062337 - Alt: 180 m

**Adresse :** Gpe scolaire des Hautes Roches - rue des cerisiers

**Commune :** PIERRE BENITE (69310)



## Fiche de site – Saint-Fons



**Zone :** ZI Lyon Sud

**Nom du site :** Saint-Fons (en parallèle du site fixe)

**Coordonnées :** (UTM31) X: 645029 - Y: 5063284 - Alt: 177m

**Adresse :** Stade municipal – 64 rue Carnot

**Commune :** SAINT-FONS (69190)





# Fiche de site – Vénissieux-Minguettes



**Zone :** ZI Lyon Sud  
**Nom du site :** Vénissieux-Minguettes  
**Coordonnées:** (UTM31) X: 645439 - Y: 5061815 - Alt: 218m  
**Adresse :** Maison des fêtes et des familles - 2 av. Div. Leclerc  
**Commune :** VENISSIEUX (69200)



## Fiche de site – Roussillon-Fixe



**Zone :** ZI Roussillon

**Nom du site :** Roussillon-Fixe (en parallèle du site fixe)

**Coordonnées :** (UTM31) X: 641354 - Y: 5025413 - Alt: 161m

**Adresse :** Lycée de l'Edit – 24 avenue du lycée

**Commune :** ROUSSILLON (38150)



## Fiche de site – Roussillon-Cité



**Zone :** ZI Roussillon

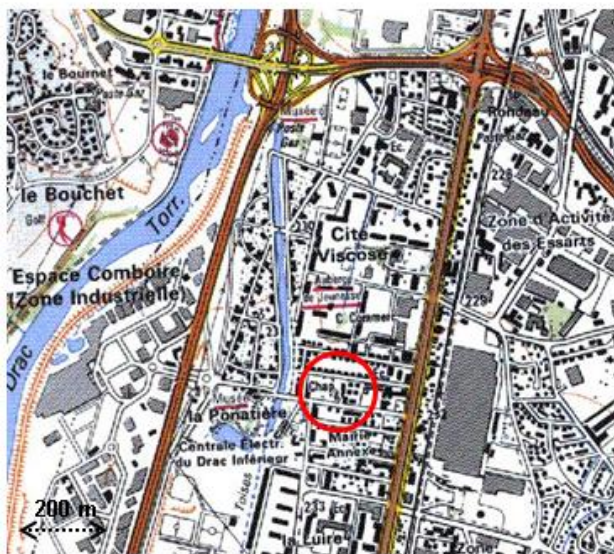
**Nom du site :** Roussillon-Cité

**Coordonnées :** (UTM31) X: 640953 - Y: 5024335 - Alt: 149m

**Adresse :** Cité ouvrière - Place de la Cité (Pétanque Roussillonnaise)

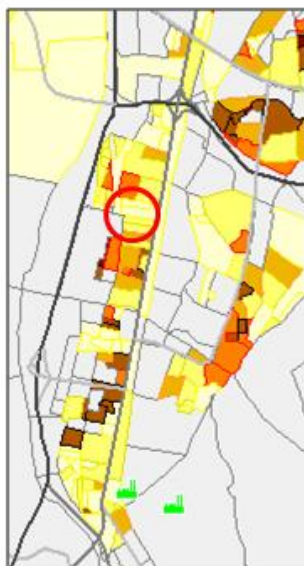
**Commune :** ROUSSILLON (38150)

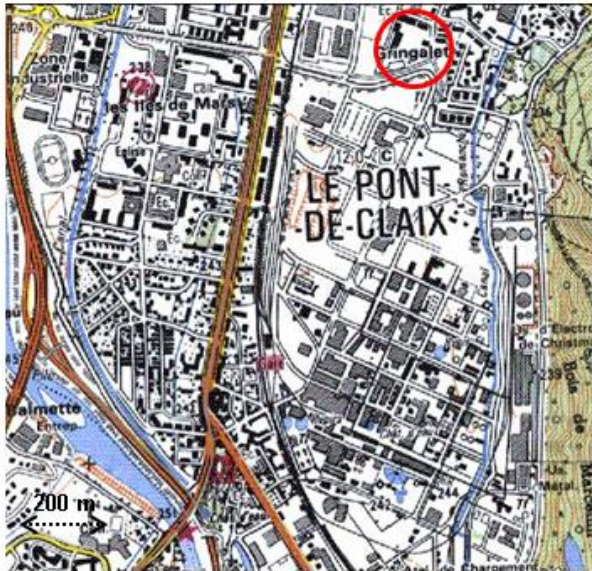




## Fiche de Site : Echirolles – Eglise-St-Jean-Bosco

**Zone :** Nord-Ouest de la Plateforme chimique de Pont-de-Claix  
**Emplacement :** Eglise Jean Bosco (Jardin de particuliers)  
**Coordonnées :** (UTM31) X: 0712491 - Y: 5003114 - Alt: 203m  
**Adresse :** 12 rue Paul Vaillant Couturier  
**Commune :** Echirolles (38130)





## Fiche de Site : Pt-de-Claix – Ecole-Jean-Moulin

**Zone :** Nord de la Plateforme Chimique de Pont-de-Claix  
**Emplacement :** Ecole Maternelle Jean Moulin  
**Coordonnées :** (UTM31) X: 0712884 - Y: 5001558 - Alt: 239m  
**Adresse :** 3 rue du Dr Vaillant  
**Commune :** Pont-de-Claix (38800)





## Fiche de Site : Jarrie – Stade-Pierre-Pillet

**Zone :** Nord-Est de la Plateforme de Jarrie

**Emplacement :** Stade de Jarrie (Pierre Pillet)

**Coordonnées :** (UTM31) X: 0715956 - Y: 4996670 - Alt: 276m

**Adresse :** 157 rue du Stade

**Commune :** Jarrie (38560)

