

Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2007-2008

ETUDE SUR LA COMMUNE DE SAINT LAURENT DU PONT



Janvier 2010

ASCOPARG fait partie du dispositif français de surveillance et d'information de la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application notamment le décret 98-361 du 6 mai 1998 relatif à l'agrément des organismes de surveillance de la qualité de l'air.

A ce titre et compte tenu du statut d'organisme non lucratif, ASCOPARG est garant de la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

Conditions de diffusion :

- Les données recueillies tombent dès leur élaboration dans le domaine public. Le rapport d'étude est mis à disposition sur www.atmo-rhonealpes.org, un mois après validation interne.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'association. Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'association en termes de «ASCOPARG (2008) PSQA 2007-2008 - Etude sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont ».
- ASCOPARG n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

Remerciements

ASCOPARG remercie la commune de Saint-Laurent-du-Pont, pour avoir accepté d'accueillir un laboratoire mobile durant la période d'étude, ainsi que l'industriel Vicat pour sa collaboration durant l'étude.

Pour tout renseignement, contacter le service communication : information@atmo-rhonealpes.org

Table des matières

Fiche récapitulative : mesure de qualité de l'air à Saint-Laurent-du-Pont	6
1. Introduction.....	8
1.1. ZONE D'ÉTUDE 2007-2008.....	8
1.1.1. <i>Carte et description de la zone</i>	8
1.1.2. <i>Méthode de surveillance</i>	9
2. Campagnes de mesures	11
2.1. PÉRIODES DE MESURES	11
2.1.1. <i>Date des campagnes</i>	11
2.1.2. <i>Conditions météorologiques pendant les campagnes</i>	12
2.2. REPRÉSENTATIVITÉ ANNUELLE DES CAMPAGNES DE MESURES	13
3. Résultats.....	15
3.1. POLLUANT ODORANT SPÉCIFIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE	15
3.1.1. <i>Mesures du H₂S et valeurs de référence</i>	15
3.1.2. <i>Comparaison des résultats par campagne</i>	16
3.1.3. <i>Conditions de dépassement du seuil olfactif</i>	17
3.1.4. <i>Profil horaire</i>	18
3.1. POLLUANTS RÉGLEMENTÉS EN AIR AMBIANT	20
3.1.1. <i>Oxydes d'azote (NO, NO₂)</i>	20
3.1.2. <i>Particules en suspension (PM10)</i>	22
3.1.3. <i>Ozone (O₃)</i>	24
3.1.4. <i>Dioxyde de soufre (SO₂)</i>	26
4. Conclusions.....	28
Annexe 1 : Détails du réajustement des moyennes annuelles	29
Annexe 2 : Représentation statistique par boîte à moustache	31

Liste des figures

Figure 1 : Environnement de la zone d'étude	8
Figure 2 : Stations de référence de la zone d'étude.....	10
Figure 3: Rose des vents pour les quatre campagnes sur le site du centre ville (laboratoire mobile)	12
Figure 4 : Rose des vents pour les campagnes 2 et 3 sur le site en sortie de vallée (mât météorologique)	13
Figure 5: Représentativité de l'échantillonnage temporel des campagnes.....	14
Figure 6 : Effets sanitaires du H ₂ S en fonction des concentrations dans l'air (OMS)	15
Figure 7 : Concentration du sulfure d'hydrogène en fonction des campagnes	16
Figure 8 : Concentrations du sulfure d'hydrogène par boxplot (annexe 2) pour les 4 campagnes	16
Figure 9 : Concentrations des mercaptans lors de la 2eme campagne	17
Figure 10 : Rose de pollution pour les valeurs supérieures au seuil olfactif (campagne 2)	17
Figure 11 : Répartition des heures des pics de poussières supérieures à 40µg.m ⁻³	18
Figure 12 : Profil horaire des mercaptans comparé à celui du SO ₂	19
Figure 13 : Émissions d'oxyde d'azote (NO _x) en 2006 dans l'agglomération grenobloise (à gauche) et sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont (à droite)	20
Figure 14 : Moyennes mensuelles du monoxyde d'azote	21
Figure 15 : Moyennes mensuelles du dioxyde d'azote.....	22
Figure 16 : Émissions de particules fines (PM ₁₀) en 2006 dans l'agglomération grenobloise (à gauche) et sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont (à droite)	23
Figure 17 : Statistiques des mesures des particules fines (PM ₁₀) lors des 4 campagnes de mesures	23
Figure 18 : Moyennes mensuelles des particules fines	24
Figure 19 : Moyennes mensuelles de l'ozone.....	25
Figure 20 : Statistiques des mesures de l'ozone lors des 3 campagnes de mesures valides	25
Figure 22 : Statistiques des mesures du dioxyde de soufre (SO ₂) lors des 4 campagnes de mesures	26
Figure 23 : Concentrations horaire en dioxyde de soufre lors de la 3eme campagne	27

Liste des tableaux

Tableau 1 : Environnement direct du site de mesure.....	9
Tableau 2 : Calendrier des 4 campagnes de mesures échelonnées sur 2007 et 2008.....	11
Tableau 3 : Taux de représentativité des mesures	13
Tableau 4 : Stations ayant servi dans le calcul de la représentativité annuelle des mesures	14
Tableau 5 : Statistique des mesures de monoxyde d'azote (NO) lors des 3 campagnes de mesures valides.....	21
Tableau 6 : Statistique des mesures du dioxyde d'azote (NO ₂) lors des 3 campagnes de mesures valides.....	22

Fiche récapitulative : mesure de qualité de l'air à Saint-Laurent-du-Pont

Objectif de l'étude

Cette étude s'inscrit dans le cadre du Plan de Surveillance de la qualité de l'air (PSQA), établi sur 5 années de 2005-2010 par les associations de la surveillance de la qualité de l'air pour la région Rhône-Alpes. Parmi ses différents objectifs, ce plan prévoit notamment une surveillance des lieux proches d'établissements industriels.

A Saint-Laurent-du-Pont, une cimenterie située dans les gorges de Fourvoirie en amont de la commune a connu des difficultés techniques importantes sur son système d'épuration des émissions atmosphériques. Ces problèmes temporaires de réduction des émissions, associés à des nuisances odorantes, ont alors justifié la réalisation d'un état de la qualité de l'air sur quatre périodes distinctes réparties sur les années 2007 et 2008, en partenariat avec l'industriel Vicat et la commune de Saint-Laurent-du-Pont.

Principales informations relatives aux campagnes de mesure

■ Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO, NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 microns (PM₁₀)
- Ozone (O₃)
- Sulfure d'hydrogène (H₂S) et composés Totaux Réduits Soufrés (TRS)

■ Périodes de mesures

- 1^{ère} série : du 23 avril au 5 juin 2007
- 2^{ème} série : du 13 juillet au 2 août 2007
- 3^{ème} série : du 15 octobre au 6 novembre 2007
- 4^{ème} série : du 18 janvier au 8 février 2008

■ Site de mesure

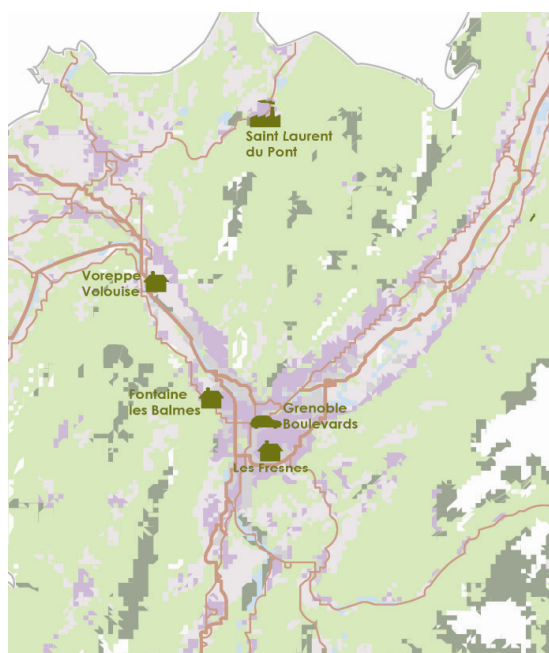
Coordonnées Postales :
Parking proximité Église et Crèche
38380 Saint-Laurent-du-Pont

Coordonnées géographiques (UTM31) :
Longitude : 5029714 N
Latitude : 713874 E




Saint-Laurent-du-Pont :
4 222 hab. soit 119.4 hab./km²

■ Environnement du site

- Cimenterie Vicat
- Distance au point de mesure 1600 m



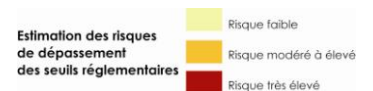
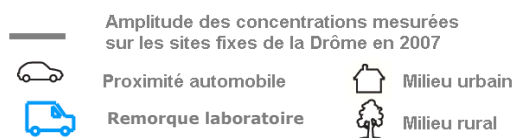
Localisation du site et emplacement des stations fixes de référence

-  : Moyen mobile de typologie industrielle
-  : Station fixe trafic
-  : Station fixe urbaine ou périurbaine

Les résultats

		Objectif de qualité	Valeur limite	Valeur limite (ou valeur cible)	Seuil d'information	Seuil d'alerte
Oxydes d'azote	<p>NO Maximum horaire 81 µg.m⁻³</p>	/	/	/	/	/
	<p>NO₂ Moyenne annuelle 21 µg.m⁻³</p>	21(VS [*])/40 (VR [*]) µg.m ⁻³ en moyenne annuelle	21/ 46 µg.m ⁻³ en moyenne annuelle	/	/	/
	<p>NO₂ Maximum horaire 188 µg.m⁻³</p>	/	/	0/ 18 dép. (230 µg.m ⁻³ en moyenne horaire)	0 dép. 200 µg.m ⁻³ en moyenne horaire. Max hor: 60 µg.m ⁻³	0 dép. 400 µg.m ⁻³ en moyenne horaire. Max hor: 60 µg.m ⁻³
Dioxyde de soufre	<p>SO₂ Moyenne annuelle 2 µg.m⁻³</p>	2/ 50 µg.m ⁻³ en moyenne annuelle	0/ 3 dép. (125 µg.m ⁻³ en moy. Jour.)	0/ 24 dép. (350 µg.m ⁻³ en moy. Hor.)	111/ 300 µg.m ⁻³ en moyenne horaire	111/ 500 µg.m ⁻³ en moyenne horaire (3 heures consécutives)
Ozone	<p>O₃ Maximum horaire 133 µg.m⁻³</p>	110/ (120 µg.m ⁻³ en max. jour. De moy. glissante 8h)	/	0/ 25 dép. (120 µg.m ⁻³ en max. jour. de moy. glissante 8h : Valeur cible 2010)	133/ 180 µg.m ⁻³ en moy. horaire	133/ 240 µg.m ⁻³ sur 3 heures consécutives ou 360 µg.m ⁻³ sur 1 heure
Particules fines PM ₁₀	<p>PM₁₀ Moyenne annuelle 26 µg.m⁻³</p>	26/ 30 µg.m ⁻³ en moyenne annuelle	26/ 40 µg.m ⁻³ en moyenne annuelle	/	/	/
	<p>PM₁₀ Maximum journalier 80 µg.m⁻³</p>	/	/	6/ 35 dép. (50 µg.m ⁻³ en moy. Jour.)	80/ 80 µg.m ⁻³ en moyenne journalière	80/125 µg.m ⁻³ en moyenne journalière

* VS : Valeur sur site * VR : valeur réglementaire



Conclusions générales :

L'étude spécifique du sulfure d'hydrogène (H₂S), à l'origine de nuisance odorante, a montré des gammes de concentrations éloignées des seuils impliquant des effets sanitaires graves. **Néanmoins, le seuil à partir duquel 50% des personnes peuvent ressentir cette odeur, a été dépassé durant 240 quarts d'heure.** Ce résultat vient donc confirmer le ressenti des habitants de Saint-Laurent-du-Pont. Ces nuisances olfactives liées au H₂S apparaissent préférentiellement en fin de journée sous un faible vent de sud et sont liées aux masses d'air amenées par les brises de pentes provenant des gorges de Fourvoirie.

Pour ce qui est des polluants classiques, l'étude aura mis en évidence des concentrations relativement basses exceptées pour les poussières qui présentent des concentrations comparables aux niveaux mesurés en environnement urbain ou périurbain. Pour ces dernières, le seuil d'information et de recommandations a été atteint pendant les campagnes de mesures, et il existe à l'échelle annuelle un risque de non respect de l'objectif de qualité et de la valeur limite.

1. Introduction

Le but de cette étude est double :

- d'une part, les mesures effectuées par l'ASCOPARG permettent d'évaluer l'état de la qualité de l'air sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont et de confronter les valeurs mesurées aux valeurs réglementaires
- d'autre part, les mesures ont pour objectif d'évaluer la pollution particulaire, et soufrière potentiellement odorante (en particulier le H₂S et les mercaptans).

Le dispositif mis en place comprenait un laboratoire mobile, équipé d'analyseurs pour des mesures continues, implanté au centre ville de Saint-Laurent-du-Pont.

Quatre campagnes ont été programmées en 2007-2008 afin d'évaluer la qualité de l'air vis à vis des valeurs réglementaires, mais aussi de réaliser une analyse approfondie des concentrations des polluants odorants susceptibles d'être émis par la cimenterie.

1.1. Zone d'étude 2007-2008

1.1.1. Carte et description de la zone

La zone étudiée se situe dans le massif de la Chartreuse. La cimenterie Vicat est implantée sur le lieu dit de La Pérelle, dans les gorges du « Guiers Mort » qui débouchent sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont, ville comptant environ 4300 habitants (densité moyenne de 122 hab./km²).

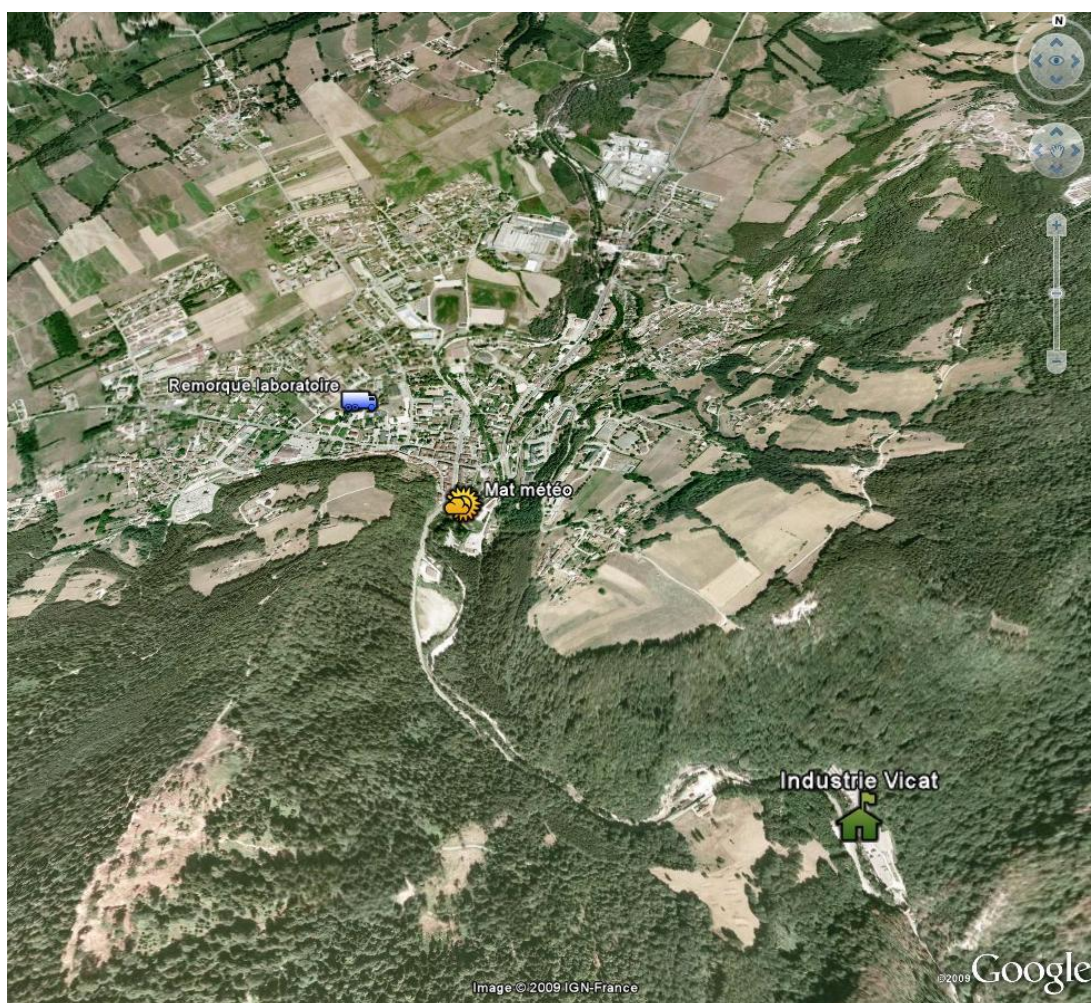


Figure 1 : Environnement de la zone d'étude

Les mesures de qualité de l'air ont été effectuées dans le centre ville à côté de l'église, lieu disposant des critères de population et de dégagement requis pour une surveillance de la population.


Site de mesures par laboratoire mobile	
<p>Typologie du site de mesures</p> <p>Centre ville sous influence industrielle</p>	<p>Polluants mesurés</p> <p>Oxydes d'azote (NO, NO₂) Poussières (PM10) Dioxyde de soufre (SO₂) Ozone (O₃) Hydrogène sulfuré (H₂S) et Mercaptans</p>
	

Tableau 1 : Environnement direct du site de mesure

1.1.2. Méthode de surveillance

Mesures par remorque laboratoire mobile

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, les associations agréées de surveillance de 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 et gérés de la même façon (étalonnage, contrôles qualité, transmission et validation quotidienne des données).

Ces analyseurs permettent de suivre les variations temporelles des **4 principaux polluants réglementés** : les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les particules et l'ozone. Étant donné que l'objectif de cette étude était principalement l'évaluation de la pollution soufrée et odorante, une mesure spécifique de sulfure d'hydrogène a été mise en place.

Les mesures sont disponibles sur des pas de temps quart-horaires et horaires (mesures en continu). Les résultats sont transmis quotidiennement au poste central informatique via liaison téléphonique dans la banque de données de qualité de l'air.

Choix des stations fixes de référence

Chaque composé mesuré peut être comparé aux résultats disponibles au niveau de la région Rhône-Alpes dans différents environnements (fond urbain, proximité avec le trafic automobile, proximité industrielle). Quatre stations fixes de références ont été sélectionnées en fonction de leur emplacement géographique, de leur typologie et des polluants qui y sont mesurés.

Quatre stations ont servi de référence dans cette étude :

- Grenoble les Frênes et Fontaines les Balmes : de typologie **urbaine**, elles permettent de suivre l'exposition moyenne de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits « de fond » dans le centre urbain
- Voreppe Volouise : de typologie périurbaine. Les stations **périurbaines** permettent le suivi moyen d'exposition de la population aux phénomènes de pollution dits « de fond » à la périphérie des centres urbains
- Grenoble Boulevards : de typologie trafic. Les stations **trafic** sont situées à proximité immédiate du trafic automobile et représentent donc le niveau maximum d'exposition à la pollution liée au trafic automobile

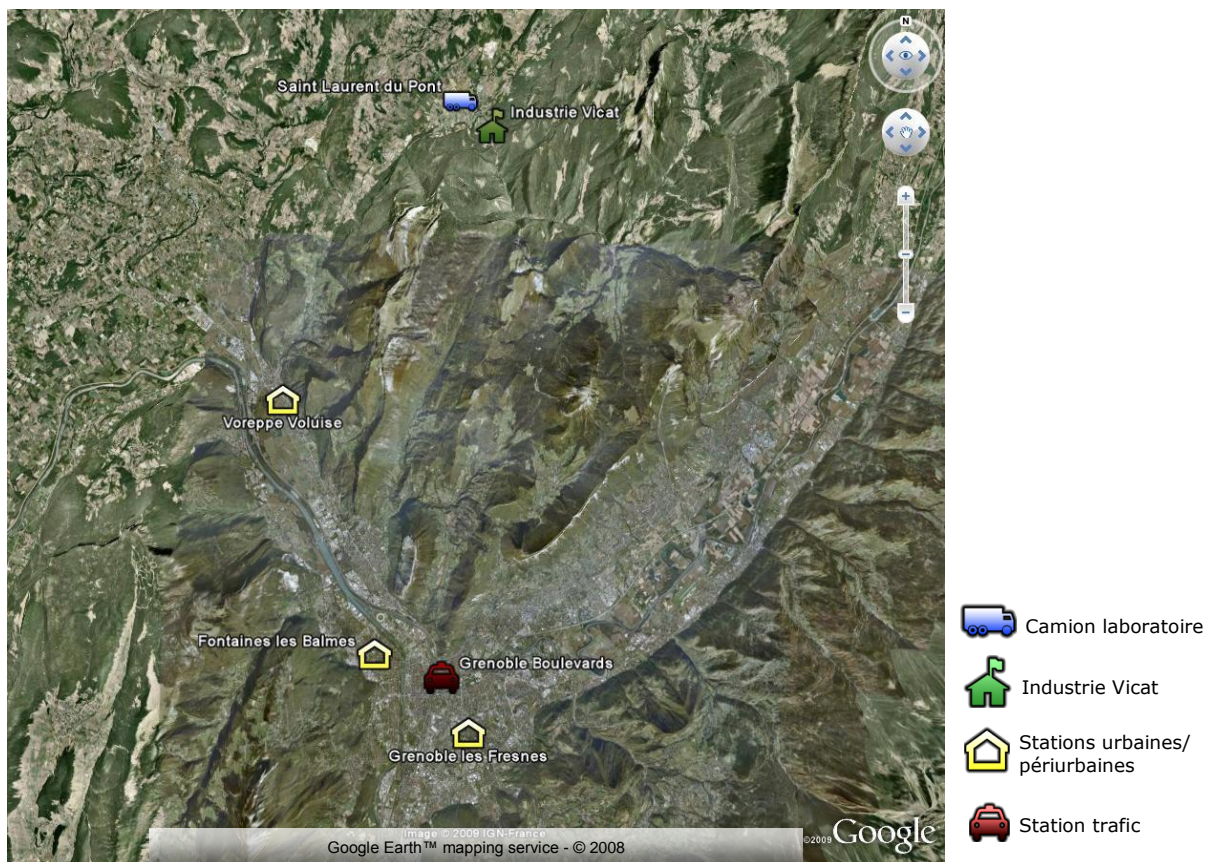


Figure 2 : Stations de référence de la zone d'étude

Mesures météorologiques

Le comportement des polluants atmosphériques locaux est fortement lié aux conditions climatiques et aux saisons.

De manière générale, les concentrations maximales des polluants primaires sont mesurées durant **l'hiver**, période présentant les plus forts taux d'émissions (chauffage notamment) et qui peut réunir les conditions climatiques les moins favorables à la dispersion des polluants : inversion de température, faibles précipitations, vitesse de vent faible,...

L'été, la réactivité des polluants est plus importante. La température, et le rayonnement solaire plus intense, jouent un rôle déterminant en influençant la vitesse de nombreuses réactions chimiques et en favorisant l'apparition de polluants dits « secondaires » dont l'ozone (O₃).

Des mesures météorologiques sont donc effectuées afin de corrélérer d'éventuelles variations des concentrations aux variations des conditions météorologiques. La vitesse et direction du vent et la température sont disponibles directement sur la remorque laboratoire. Un mât météorologique supplémentaire a par ailleurs été mis en place pendant deux campagnes de mesures (Rayonnement solaire global, vitesse Vent, direction Vent, Précipitations, Pression, Humidité Relative, Température) en sortie de la vallée du Guiers Mort.

2. Campagnes de mesures

2.1. Périodes de mesures

2.1.1. Date des campagnes

Polluants classiques

En raison de la forte variabilité de la qualité de l'air sur un territoire, mais aussi dans le temps, les mesures se doivent d'être également réparties dans l'année pour représenter au mieux la qualité de l'air respiré sur toute une année¹. **Un minimum de 8 semaines de mesures** est ainsi requis réglementairement (soit 14% de l'année) afin de pouvoir comparer les résultats de mesures de la qualité de l'air avec les seuils réglementaires sur la base de mesures indicatives.

Pour cette étude, les mesures ont été échantillonnées sur quatre campagnes, réparties sur chaque saison, entre les années 2007 et 2008.

Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars
	1		2			3			4		

- 1** Printemps : du 23/04/07 au 05/06/07 (sauf pour le H₂S du 03/05/07 au 05/06/07)
- 2** Été : du 14/07/07 au 02/08/07
- 3** Automne: du 16/10/07 au 06/11/07
- 4** Hivers : du 22/01/08 au 08/02/08

Tableau 2 : Calendrier des 4 campagnes de mesures échelonnées sur 2007 et 2008

Les mesures météorologiques supplémentaires ont été effectuées lors des campagnes 2 (été) et 3 (automne).

Mesures de sulfure d'hydrogène et Mercaptans

Lors de la première campagne, l'ASCOPARG a pu réaliser des mesures spécifiques de H₂S. Lors des campagnes suivantes, pour des raisons de disponibilité des appareillages, ce sont les composés TRS (Totaux Réduits Soufrés) qui ont été analysés. Ce paramètre présente l'avantage de mesurer l'ensemble des mercaptans (soufrés odorants) mais sans pouvoir distinguer les concentrations de H₂S. Les concentrations de TRS sont ainsi exprimées en équivalents H₂S.

¹ Conformément à la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe et la directive 2004/7/CE.

2.1.2. Conditions météorologiques pendant les campagnes

Les mesures de vent de la première campagne ont montré qu'il était difficile de caractériser les mouvements de masse d'air descendant de la vallée du Guiers Mort à partir du site de mesure de la place de l'Église. Une mesure météorologique complémentaire a ainsi été implantée lors des campagnes 2 et 3 en sortie de vallée.

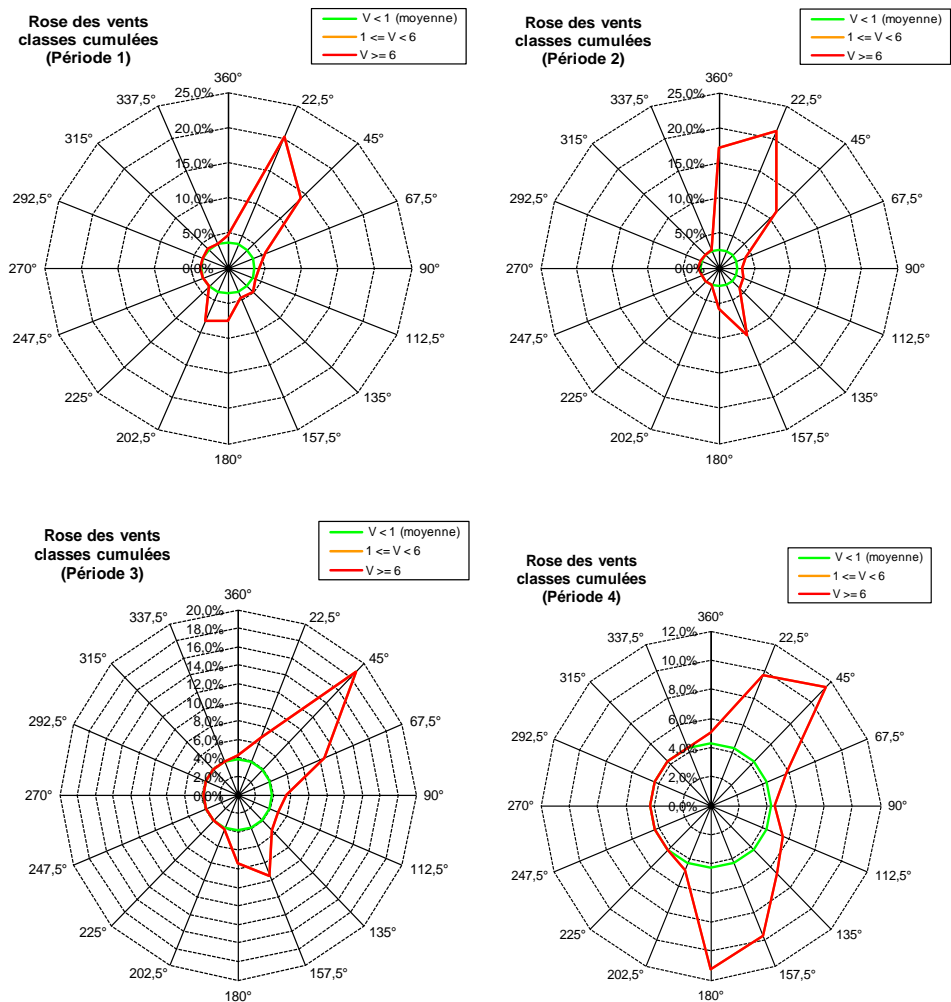


Figure 3: Rose des vents pour les quatre campagnes sur le site du centre ville (laboratoire mobile)

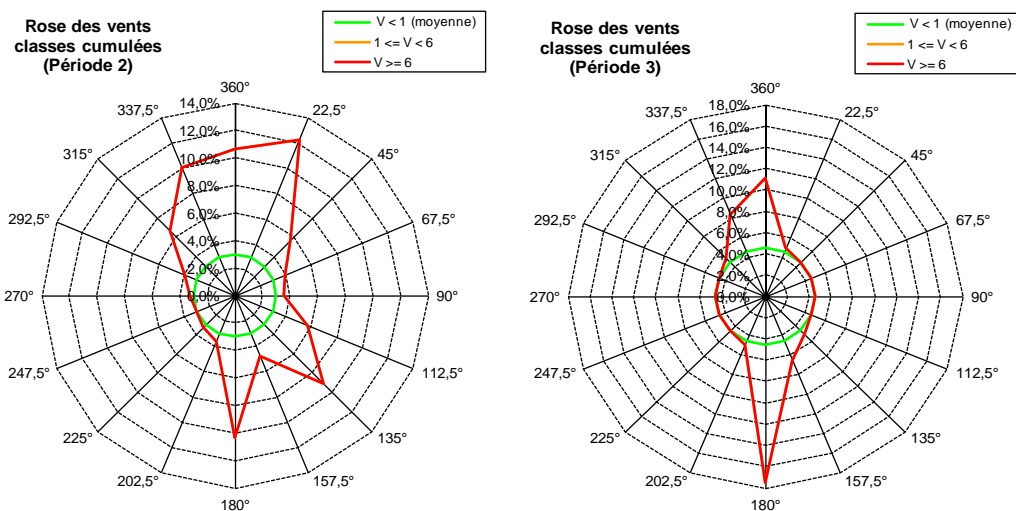


Figure 4 : Rose des vents pour les campagnes 2 et 3 sur le site en sortie de vallée (mât météorologique)

Des différences sont notables entre la rose des vents en sortie de vallée et la rose des vents du centre ville. Mais pour un site donné, elles restent relativement homogènes en fonction des saisons. Les vents dans le centre ville proviennent majoritairement des secteurs Nord/Nord-est alors qu'en sortie de vallée les vents sont plutôt orientés Nord/Sud. Ces différences de directions sont liées à la topographie locale. Dans la mesure du possible, les vents en sortie de vallée seront utilisés pour l'exploitation des résultats de qualité de l'air.

2.2. Représentativité annuelle des campagnes de mesures

Site	Nb de jours de mesure	Représentativité annuelle (en %)	Taux de fonctionnement des analyseurs sur les 4 périodes (en % sur les 4 campagnes)			
			NO _x	SO ₂	PM ₁₀	O ₃
Saint-Laurent-du-Pont	98	27% : PM et SO ₂ 21% : NO _x 18% : O ₃	71%	95%	100%	65%

Tableau 3 : Taux de représentativité des mesures

Un problème technique étant survenu sur un analyseur d'oxydes d'azote pendant la période hivernale, les données d'oxydes d'azote et d'ozone ont dû être invalidées. Le taux global de fonctionnement durant l'étude de ces analyseurs a été réduit mais reste cependant conforme à la représentativité annuelle requise de 14 %.

Une vérification de représentativité de l'ensemble des analyses a été réalisée pour l'année 2007 afin de s'assurer de la comparabilité avec les valeurs réglementaires. Les sites fixes des réseaux de surveillance de la qualité de l'air, par rapport aux laboratoires mobiles, offrent des mesures en continu tout au long de l'année. Sur ces sites, il est donc possible de comparer la moyenne sur les périodes de mesures de l'étude (moyenne partielle de toutes les campagnes) à la moyenne annuelle réelle (moyenne sur 365 jours) et d'en déduire la qualité de la représentativité annuelle.

Pour effectuer cette comparaison, 4 sites fixes ont été étudiés.

Stations de mesures		Polluants mesurés			
Site	Typologie	SO ₂	O ₃	NO ₂	PM ₁₀
Grenoble Boulevards	[trafic]			X	X
Fontaine Les Balmes	[urbain]	X	X	X	X
Grenoble Les Frênes	[urbain]	X	X	X	X
Voreppe Volouise	[périurbain]		X	X	

Tableau 4 : Stations ayant servi dans le calcul de la représentativité annuelle des mesures

La figure 5 montre que la représentativité des PM₁₀ est tout à fait convenable. La moyenne des 4 campagnes est donc bien représentative de la moyenne annuelle.

Pour le NO₂, la moyenne partielle (calculée sur les campagnes) est beaucoup plus faible que la moyenne annuelle. L'invalidation de la série de données hivernale a ainsi engendré un biais sur le calcul de la moyenne annuelle.

A contrario, pour l'ozone, la moyenne partielle surestime la moyenne annuelle.

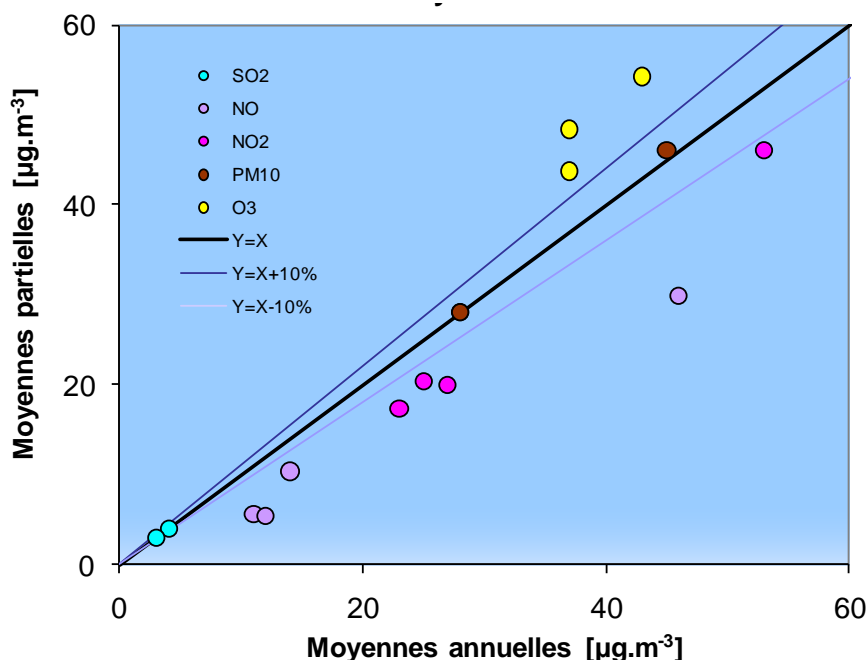


Figure 5: Représentativité de l'échantillonnage temporel des campagnes

Afin d'estimer au mieux les moyennes annuelles mesurées sur les sites fixes de référence et de permettre une meilleure comparaison aux valeurs réglementaires qui sont exprimées en moyenne annuelle, la moyenne estimée à partir des campagnes de mesures a donc été réajustée :

Ce réajustement correspond à une diminution de -20% pour l'ozone et une augmentation de 21% pour le dioxyde d'azote (NO₂).

3. Résultats

3.1. Polluant odorant spécifique de la zone d'étude

3.1.1. Mesures du H₂S et valeurs de référence

Effets sanitaires

A température ambiante le sulfure d'hydrogène est un gaz incolore, plus lourd que l'air, facilement reconnaissable à son odeur "d'œuf pourri".

Le seuil olfactif du H₂S communément retenu est de **11 µg.m⁻³ (1 ppb = 1.42 µg.m⁻³)** ; il correspond à une concentration ressentie par 50% d'une population². Cependant la sensibilité individuelle est très variable et peut survenir à des niveaux de l'ordre de 0.3 µg.m⁻³ ; la littérature faisant état d'une fourchette allant de 0.3 à 14 µg.m⁻³ pour ce polluant.

La sensation olfactive n'augmente pas avec la concentration du gaz dans l'air ; il peut même arriver que l'odeur décelable à de très faibles concentrations s'atténue ou même disparaisse à forte concentration [INERIS-Janvier 2000].

Le premier effet grave sur la santé de l'H₂S est l'irritation oculaire à partir d'une concentration dans l'air de 15000 µg.m⁻³. Cependant selon les références américaines (calEPA 1999), nausées et maux de tête peuvent survenir lors d'une exposition d'une heure à une concentration de 42 µg.m⁻³.

Seuils	Effets
11 µg.m⁻³	Détection olfactive
15-30 mg.m ⁻³	Irritation oculaire
70-140 mg.m ⁻³	Dommages sérieux oculaires
210-350 mg.m ⁻³	Perte du sens olfactif
450-750 mg.m ⁻³	Œdème pulmonaire

Figure 6 : Effets sanitaires du H₂S en fonction des concentrations dans l'air (OMS)

Réglementation

Il n'existe pas de réglementation pour l'hydrogène sulfuré en air ambiant extérieur mais seulement des valeurs guides définies par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) :

- 150 µg.m⁻³ en moyenne journalière
- 7 µg.m⁻³ sur ½ heure

A titre informatif, l'organisme de surveillance de la qualité de l'air ORAMIP fixe un seuil à ne pas dépasser sur un quart d'heure de 50 µg.m⁻³. Les résultats en H₂S sur Saint-Laurent-du-Pont seront comparés au seuil olfactif (11 µg.m⁻³) et au seuil choisi par ORAMIP (50 µg.m⁻³), relativement proche des références américaines citées plus haut.

² ORAMIP : Mesure de qualité de l'air, Saint Gaudens et Miramont de Comminges

3.1.2. Comparaison des résultats par campagne

Le sulfure d'hydrogène fait partie de la famille des mercaptans. Comme il a été précisé au paragraphe 2.1.1, un analyseur de sulfure d'hydrogène a été mis en place lors de la 1^{ère} campagne. Il a ensuite été remplacé par un analyseur de mercaptans pour les trois autres campagnes.

Sur la base des mesures effectuées, il est intéressant de comparer les résultats obtenus en fonction des différentes campagnes. Les deux premières campagnes détectent le plus de composés odorants (3.7% et 7.7% des données sont supérieures au seuil olfactif pour les deux premières campagnes contre 1.2% et 0% pour les deux suivantes). A titre de comparaison, entre 1999 et 2005 l'organisme de surveillance de la qualité de l'air ORAMIP a mesuré en proximité industrielle un pourcentage annuel de dépassement du seuil olfactif variant de 1.5% à 5%.

	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Moyenne en $\mu\text{g.m}^{-3}$	1.4	4.2	1.2	1.0
% supérieur au seuil olfactif	3.7	7.7	1.0	0.0

Figure 7 : Concentration du sulfure d'hydrogène en fonction des campagnes

Pour rappel, la 1^{ère} campagne concerne le H_2S , et les mercaptans pour les 3 autres (qui incluent le H_2S). Les résultats des campagnes 2 à 4 sont donc majorants par rapport au seuil olfactif qui ne concerne que le H_2S .

Plus précisément la campagne 2 présente des niveaux beaucoup plus élevés que les autres campagnes. Le seuil indicatif de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ en données quart-horaires a été dépassé 19 fois en tout dont 17 fois pendant la deuxième campagne. La chute des niveaux et des dépassements de seuils olfactifs à partir de la campagne d'automne (campagne 3) est très nette et correspond probablement à un retour à la normale des systèmes d'épuration des fumées de la cimenterie.

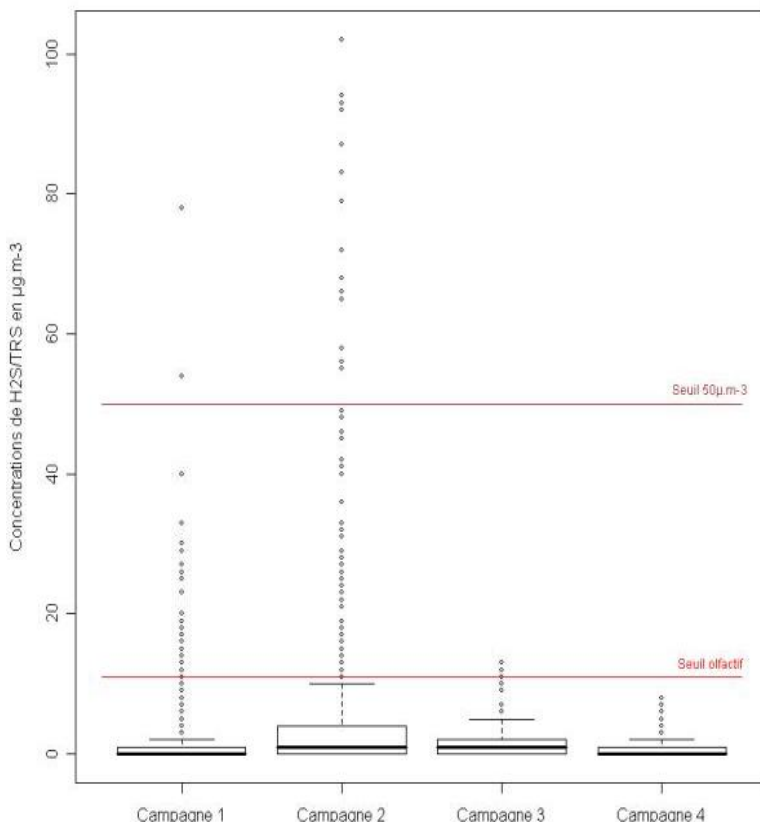


Figure 8 : Concentrations du sulfure d'hydrogène et TRS par boxplot (annexe 2) pour les 4 campagnes.

3.1.3. Conditions de dépassement du seuil olfactif

Les dépassements du seuil olfactif ont été plus fréquents lors de la 2^{ème} campagne. Afin d'évaluer le plus précisément les conditions d'apparition de nuisances olfactives, cette période a fait l'objet d'une analyse plus approfondie.

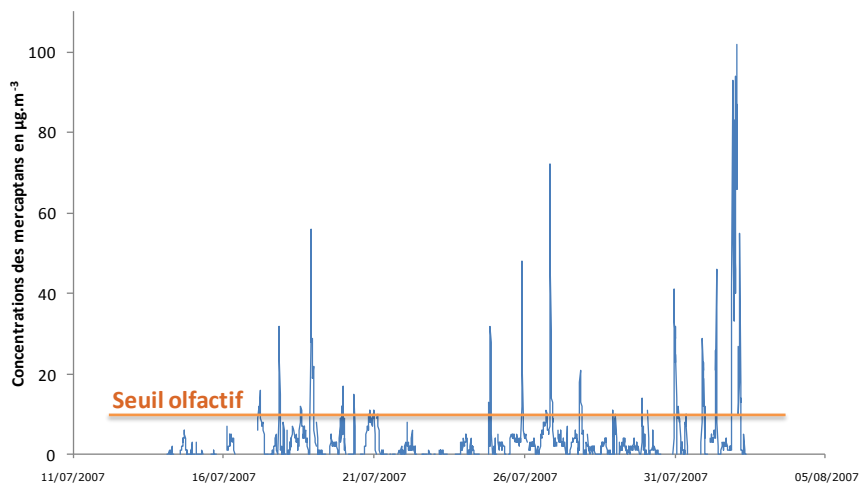


Figure 9 : Concentrations des mercaptans lors de la 2^{ème} campagne

Le seuil olfactif ($11 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a été dépassé pendant 111 quarts d'heure au cours de la deuxième campagne. Par définition, le seuil olfactif correspond à une concentration ressentie par 50% d'une population. Ainsi durant ces journées, si l'on considère que les mesures peuvent être représentatives de l'air respiré sur le centre de Saint-Laurent-du-Pont, environ 50% des habitants ont pu ressentir des odeurs soufrées entre le 13 juillet 2007 et le 02 août 2007.

Influence de l'orientation du vent

La rose de pollution met en évidence la fréquence des dépassements du seuil olfactif par tranche de directions de vent. Ces derniers ont lieu majoritairement lorsque les vents sont orientés au Sud, direction correspondant à la sortie de vallée du Guiers mort où se situe la cimenterie. Plus précisément, 87% des dépassements du seuil olfactif ont eu lieu lorsque le vent était compris entre 157° et 202° .

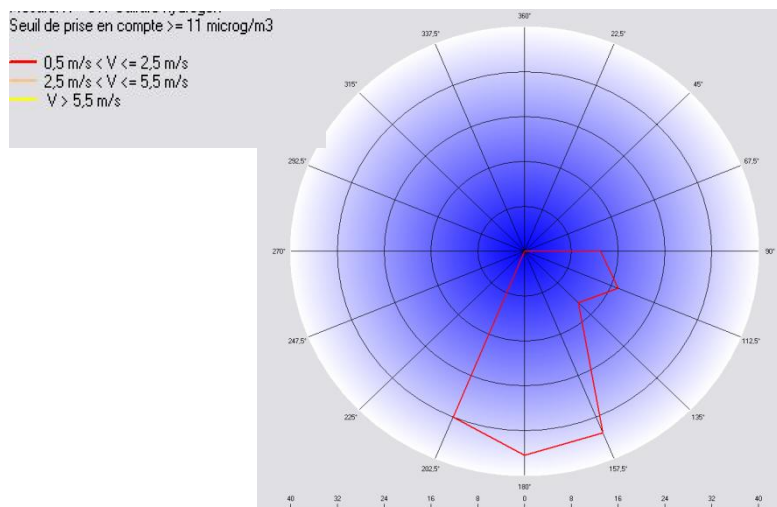


Figure 10 : Rose de pollution pour les valeurs supérieures au seuil olfactif (campagne 2)

Les dépassements sont observés par vents faibles avec une vitesse du vent comprise préférentiellement entre 0.5 et 1.3 m.s⁻¹.

3.1.4. Profil horaire

Les profils horaires journaliers sur la totalité des campagnes indiquent que les plages horaires de fin de journée sont propices à des pointes de H₂S potentiellement odorantes, mais aussi à des hausses de concentrations des poussières. Pour le H₂S, 55% des dépassements du seuil olfactif apparaissent entre 20h et minuit. Ce phénomène est très probablement lié aux brises de pentes qui descendent dans les gorges le soir et la nuit.



Brise de pente la nuit

Brise de pente le jour

De même, la fréquence d'apparition de pointes de concentration de poussières est plus importante entre 20h et minuit. Ces résultats sont obtenus en retenant le seuil arbitraire de 40 µg.m⁻³, et montrent que les brises de pentes pourraient en partie expliquer les hausses de concentrations. Cependant, la rose de pollution des poussières ne permet pas d'affirmer que ces hausses sont en relation directe avec la cimenterie. Il convient de préciser que le chauffage résidentiel peut contribuer tout autant à la hausse des concentrations de particules en fin de journée.

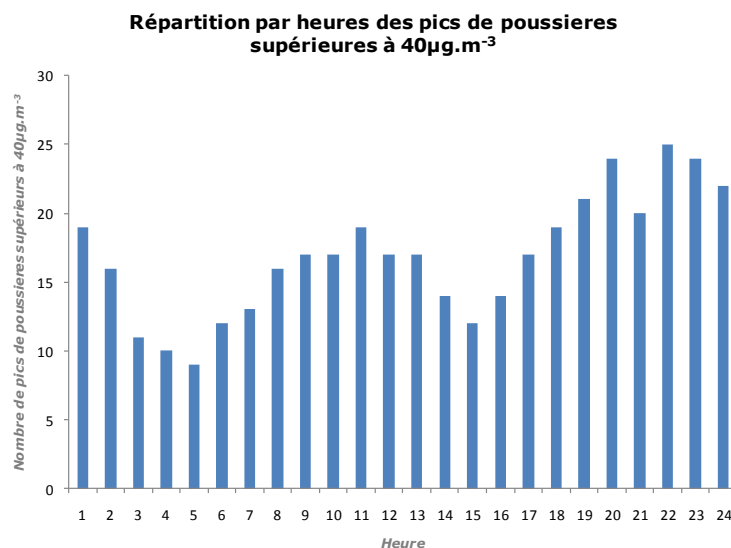


Figure 11 : Répartition des heures des pics de poussières supérieures à 40µg.m⁻³

Le profil horaire des mercaptans (TRS) sur l'ensemble des campagnes semble corrélé à celui de dioxyde de soufre. Le coefficient de corrélation linéaire est égal à 0.6. Sur l'ensemble des campagnes, le maximum horaire du H₂S est relevé à la même date et même heure que le maximum horaire du SO₂.

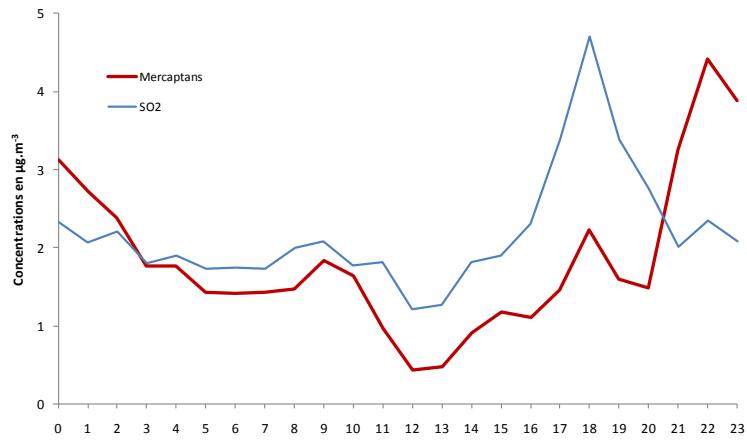


Figure 12 : profil horaire des mercaptans comparé à celui du SO₂

3.1. Polluants réglementés en air ambiant

3.1.1. Oxydes d'azote (NO, NO₂)

Sources d'émissions

Les oxydes d'azote (NO_x) sont formés lors des combustions de carburants et combustibles fossiles. Dans l'agglomération de Grenoble, en 2006, le trafic automobile représentait 48% des émissions de NO_x. Sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont, ce même secteur représente 62% des émissions de NO_x.

Le secteur industriel constitue le deuxième émetteur de NO_x sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont avec 16%. A l'échelle de l'agglomération, ce secteur représente aussi 16% des émissions de NO_x.

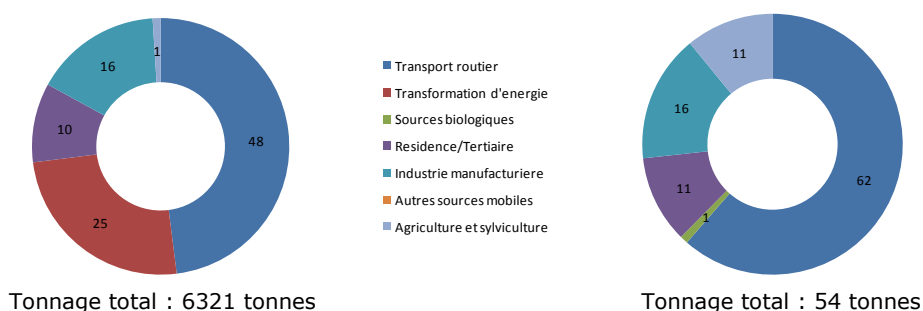


Figure 13 : Émissions d'oxyde d'azote (NO_x) en 2006 dans l'agglomération grenobloise (à gauche) et sur la commune de Saint-Laurent-du-Pont (à droite)

Niveaux mesurés en oxydes d'azote

Il n'existe pas de valeurs réglementaires pour le NO, mais sa mesure fournit une information importante sur l'influence automobile.

Pour les stations de référence, les niveaux les plus élevés ont été mesurés lors de la campagne hivernale qui constitue la période la plus propice à l'accumulation des polluants primaires : tous les maxima des stations de référence ont été atteints pendant cette période. Or, cette campagne a dû être invalidée pour Saint-Laurent-du-Pont, en raison de problèmes techniques. Les niveaux de NO présentés sont donc sous-estimés en raison de l'absence d'une période polluée dans les résultats. Néanmoins, le tableau 5 compare les différents niveaux mesurés sur les 3 campagnes valides et montre que Saint-Laurent-du-Pont subit une influence très modérée du trafic automobile. Les concentrations maximales mesurées sont inférieures à l'ensemble des stations de référence.

Site	St Laurent du Pont	Fontaines les Balmes	Grenoble Boulevards	Grenoble Les Fresnes	Voreppe Volouise
Typologie	[Labo mobile]	[urbain]	[trafic]	[urbain]	[périurbain]
Moyenne sur l'année	2 (redressée)	11	46	12	14
Moyenne sur la période	1	6	30	5	10
Écart-type	6	12	36	13	17
Percentile 98 horaire	20	47	132	46	65
Percentile 50 horaire (médiane)	0	1	19	0	3
Minimum horaire	0	0	0	0	0
Maximum horaire	81	166	377	134	141
Date du Maximum horaire	23/10/07 09:00	29/10/07 09:00	29/10/07 18:00	29/10/07 10:00	02/11/07 11:00
Minimum journalier	0	0	2	0	0
Maximum journalier	13	44	93	36	75
Date du Maximum journalier	29/10/2007	02/11/2007	29/10/2007	29/10/2007	02/11/2007

Tableau 5 : Statistiques des mesures de monoxyde d'azote (NO) lors des 3 campagnes de mesures valides

Il en va de même avec les niveaux moyens qui restent inférieurs à ceux mesurés sur les sites de référence de l'agglomération grenobloise. L'évolution des concentrations moyennes de NO durant les 3 campagnes montre bien que les maxima n'ont pu être caractérisés à Saint-Laurent-du-Pont (Figure 14).

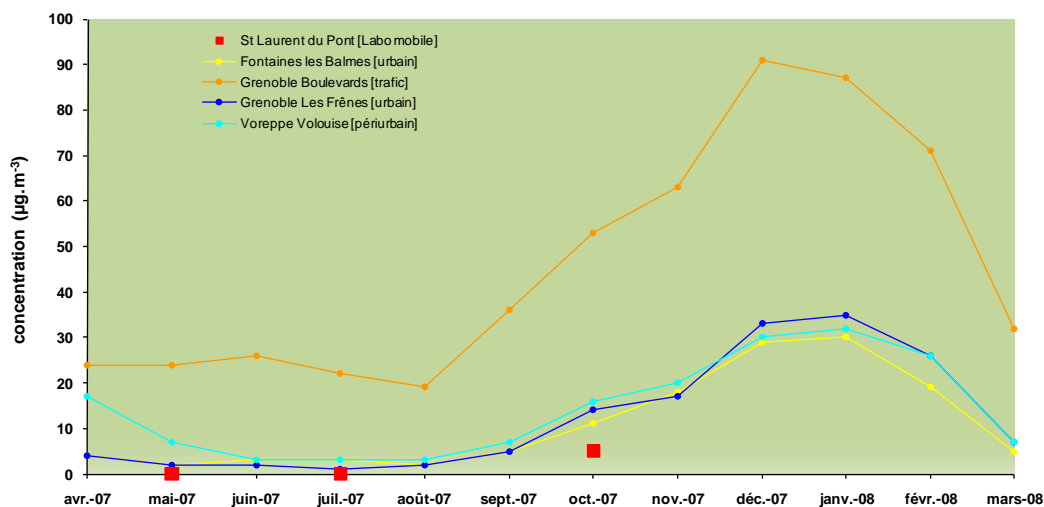


Figure 14 : Moyennes mensuelles du monoxyde d'azote

Niveaux mesurés en dioxyde d'azote (NO₂)

Les niveaux de dioxyde d'azote à Saint-Laurent-du-Pont se situent dans la gamme de concentrations moyennes des niveaux périurbains grenoblois (21 µg.m⁻³ en moyenne). Ils restent en moyenne inférieurs aux niveaux mesurés sur les sites de typologie urbaine (25-30 µg.m⁻³) ou trafic (50 µg.m⁻³) aussi bien en termes de moyenne que de maximum. Tout comme le monoxyde d'azote, la période hivernale manquante limite la bonne caractérisation des maxima (figure 15).

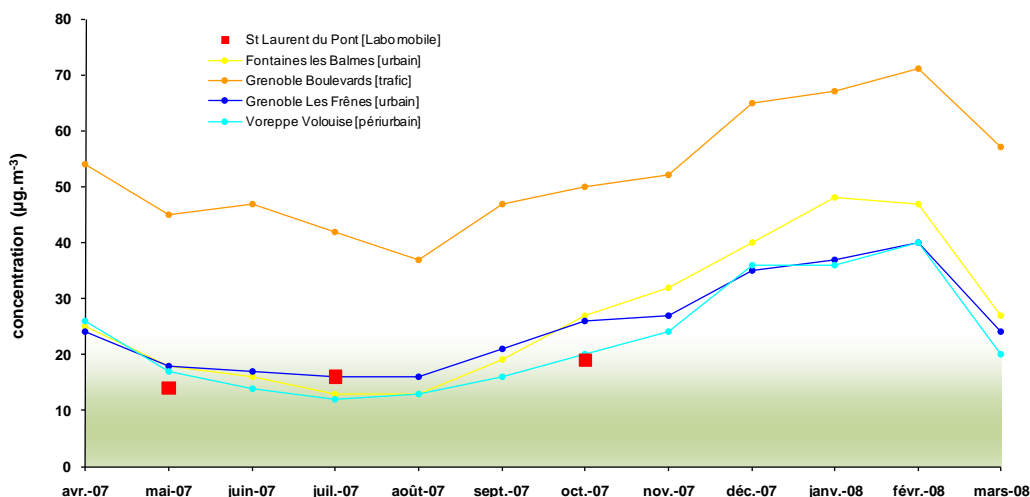


Figure 15 : Moyennes mensuelles du dioxyde d'azote

Les niveaux observés restent cependant bien en dessous des valeurs réglementaires en vigueur. L'objectif de qualité est en effet fixé à $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle et la valeur limite à $46 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Site	St Laurent du Pont	Fontaines les Balmes	Grenoble Boulevards	Grenoble Les Frênes	Voreppe Volouise
Typologie	[Labo mobile]	[urbain]	[trafic]	[urbain]	[périurbain]
Moyenne sur l'année	21 (redressée)	27	53	25	23
Moyenne sur la période	16	20	46	20	17
Écart-type	10	13	22	14	11
Percentile 98 horaire	41	53	99	59	47
Percentile 50 horaire (médiane)	13	17	43	17	15
Minimum horaire	0	0	1	0	0
Maximum horaire	60	92	164	89	72
Date du Maximum horaire	10/05/07 09:00	29/10/07 19:00	29/05/07 15:00	24/05/07 18:00	29/10/07 19:00
Minimum journalier	6	5	15	5	3
Maximum journalier	31	49	68	51	37
Date du Maximum journalier	31/05/2007	17/10/2007	26/04/2007	17/10/2007	17/10/2007

Tableau 6 : Statistiques des mesures du dioxyde d'azote (NO₂) lors des 3 campagnes de mesures valides

3.1.2. Particules en suspension (PM10)

Sources d'émissions

Le terme PM₁₀ désigne l'ensemble des poussières en suspension de taille inférieure à 10 microns (1 microns = 10^{-6}m).

Depuis plusieurs années les particules fines en suspension constituent une problématique importante car elles peuvent être très nocives pour la santé des populations.

L'origine des poussières est multiple. Les particules en suspension peuvent provenir de certains procédés industriels (incinération, carrières, cimenteries), du chauffage (en hiver) ou encore du trafic automobile (particules diesel, usure de pièces mécaniques et pneumatiques...) près des voiries.

Les poussières sont d'autant plus dangereuses pour la santé qu'elles ont la particularité d'agrèger d'autres molécules plus ou moins toxiques, présentes dans l'environnement (sulfates, nitrates, hydrocarbures dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques, métaux lourds, pollens,...).

Les industries (44%) et les émissions résidentielles (40%) représentent une grande partie des émissions à Saint-Laurent-du-Pont (contre respectivement 60% et 17% dans l'agglomération grenobloise).

La part liée au trafic est moindre à Saint-Laurent-du-Pont (9%) alors qu'elle représente environ 19% sur l'agglomération grenobloise.



Figure 16 : Émissions de particules fines (PM10) en 2006 dans l'agglomération grenobloise (à gauche) et sur la commune de Saint Laurent du Pont (à droite)

Niveaux mesurés en particules fines

Pendant la période d'étude, 4 épisodes de pollution aux particules sont à signaler sur la région : le premier en mai 2007, le deuxième au mois de décembre 2007 avec des niveaux élevés et persistants ayant impliqué des dépassements du seuil d'alerte, le troisième en janvier 2008 et le dernier entre le 10 et 20 février 2008.

Site	St Laurent du Pont	Fontaine Les Balmes	Grenoble Boulevards	Les Frênes
Typologie	[Labo mobile]	[urbain]	[trafic]	[urbain]
Moyenne sur la période	26	27	43	26
Écart-type	17	18	27	19
Percentile 98 horaire	74	74	117	76
Percentile 50 horaire (médiane)	22	22	36	22
Minimum horaire	1	0	1	0
Maximum horaire	132	97	224	147
Date du Maximum horaire	29/01/08 11:00	29/01/08 18:00	29/01/08 18:00	25/01/08 06:00
Minimum journalier	5	6	12	5
Maximum journalier	80	74	119	78
Date du Maximum journalier	29/01/2008	29/01/2008	28/01/2008	29/01/2008

Figure 17 : Statistiques des mesures des particules fines (PM10) lors des 4 campagnes de mesures

Les quatre campagnes de mesures menées sur Saint-Laurent-du-Pont couvrent deux de ces quatre épisodes de pollution. Les moyennes mesurées restent malgré tout représentatives de l'année complète et ne nécessitent pas de réajustement. Le maximum journalier (calculé de 00h à 23h) relevé à Saint-Laurent-du-Pont s'élève à 80 µg.m⁻³

pendant l'épisode de janvier 2008, valeur correspondant à celle du seuil d'information et de recommandations pour les populations sensibles.

La moyenne annuelle estimée à $26 \mu\text{g.m}^{-3}$ respecte la valeur limite fixée à $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ et l'objectif de qualité fixé à $30 \mu\text{g.m}^{-3}$. Les niveaux mesurés sont caractéristiques d'un fond urbain et comparables à ceux mesurés sur les stations grenobloises des Frênes et de Fontaine Les Balmes (avec des moyennes de $26 \mu\text{g.m}^{-3}$ et $27 \mu\text{g.m}^{-3}$).

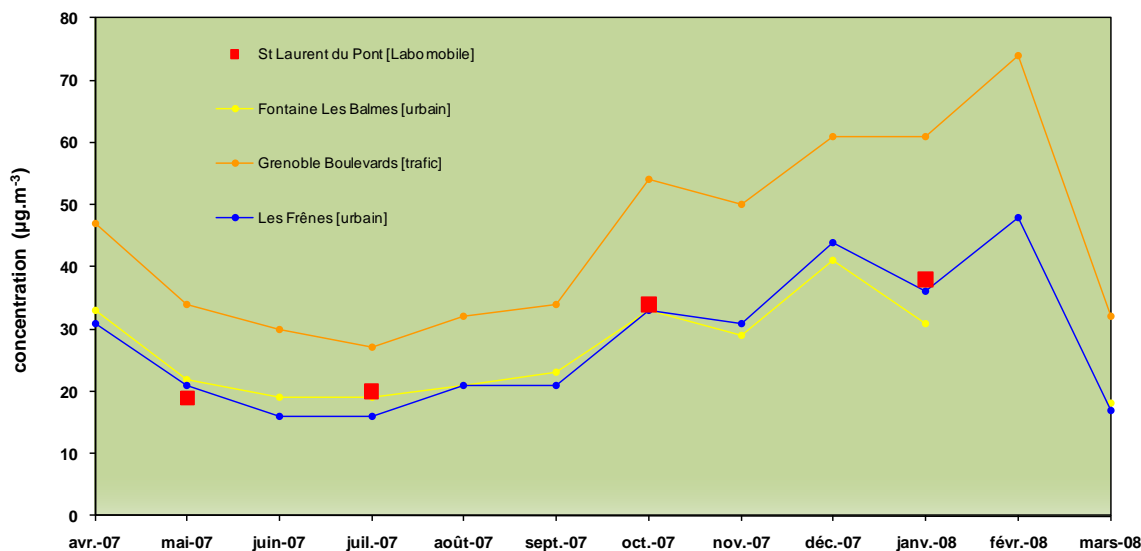


Figure 18 : Moyennes mensuelles des particules fines

La valeur limite en moyenne journalière est fixée à $50 \mu\text{g.m}^{-3}$, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an, pour la protection de la santé humaine. Sur ce site, le seuil de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ a été dépassé 5 jours sur l'ensemble des 4 campagnes de mesures. Sur le site des Frênes, qui présente la plus forte corrélation linéaire avec le site de Saint-Laurent-du-Pont (0.87), la valeur seuil a également été dépassée 5 fois pendant les campagnes de mesures ; en revanche sur l'année complète elle a été dépassée 34 fois. Par comparaison avec le site de référence grenoblois, nous pouvons ainsi estimer que le site de Saint-Laurent-du-Pont présente un risque important de dépassement de la valeur limite en moyenne journalière sur une année complète.

Il existe deux seuils pour les personnes sensibles (moyenne sur 24h entre 17h la veille et 16h locale) : le seuil d'information et de recommandations fixé à $80 \mu\text{g.m}^{-3}$ et le seuil d'alerte fixé à $125 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Le seuil d'information et de recommandations a été atteint une fois pendant la campagne de mesure hivernale. Ce dépassement a eu lieu le 29 janvier 2008 lors d'un épisode de pollution généralisé sur toute la région.

3.1.3. Ozone (O3)

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

Du fait du rôle joué par le soleil, les pics d'ozone surviennent principalement l'été avec un fort ensoleillement et des températures élevées, qui peuvent conduire à de fortes concentrations dans l'air ambiant. L'invalidation de la campagne hivernale a donc peu de conséquence pour l'étude des concentrations maximales.

Par rapport aux années antérieures, l'année 2007 a été particulièrement épargnée par les pics de pollution à l'ozone. Les conditions météorologiques maussades de l'été sont à l'origine de ce constat, l'ozone se formant sous l'action du rayonnement solaire.

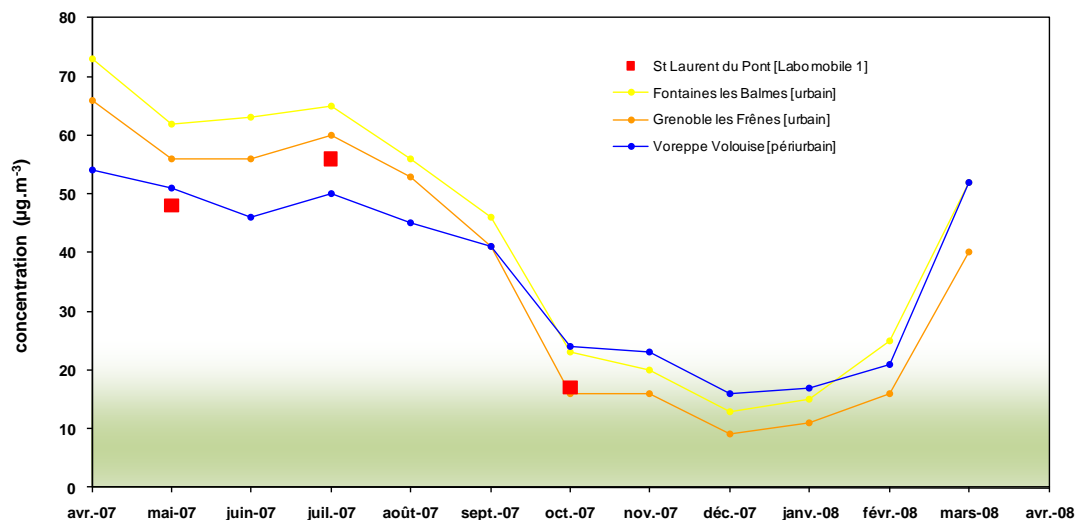


Figure 19 : Moyennes mensuelles de l'ozone

Les niveaux de concentrations à Saint-Laurent-du-Pont sont comparables aux niveaux mesurés sur la station périurbaine de Voreppe. A noter que les 3 stations de référence atteignent toutes leur maximum annuel le 17 ou le 25 juillet pendant la campagne estivale menée à Saint-Laurent-du-Pont. Les concentrations relevées à l'aide du laboratoire mobile pendant la campagne estivale donne ainsi un aperçu réaliste des maxima d'ozone de Saint-Laurent-du-Pont.

Site	St Laurent du Pt	Fontaine Les Balmes	Les Frênes	Voreppe Volouise
Typologie	[Labo mobile]	[urbain]	[urbain]	[périurbain]
Moyenne sur l'année	32 (redressée)	42	37	36
Moyenne sur la période	40	54	48	44
Écart-type	29	38	39	34
Percentile 98 horaire	108	136	134	119
Percentile 50 horaire (médiane)	35	51	43	39
Minimum horaire	0	0	0	0
Maximum horaire	133	165	158	143
Date du Maximum horaire	17/07/07 19:00	01/08/07 19:00	17/07/07 17:00	01/08/07 18:00
Minimum journalier	4	2	1	6
Maximum journalier	72	103	103	94
Date du Maximum journalier	22/05/2007	17/07/2007	17/07/2007	16/07/2007
Maximum de la moyenne sur 8h	110	144	139	128

Figure 20 : Statistique des mesures de l'ozone lors des 3 campagnes de mesures valides

Sur la période d'étude, les valeurs réglementaires sont ainsi toutes respectées. Néanmoins, il existe un risque que l'objectif de qualité ($120 \mu\text{g.m}^{-3}$ comme maximum de la moyenne sur 8h) n'ait pas été respecté sur l'année complète, étant donné que la valeur $110 \mu\text{g.m}^{-3}$ a été atteinte pendant les campagnes. Ce risque reste malgré tout

modéré pour l'année 2007 sachant que la semaine la plus sensible à l'ozone était incluse dans la période des campagnes.

Quant au seuil d'information et de recommandations fixé à 180 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, aucun dépassement n'est à noter pendant la période d'étude et il est peu probable que le seuil puisse être dépassé sur Saint-Laurent-du-Pont.

3.1.4. Dioxyde de soufre (SO₂)

Sources d'émissions

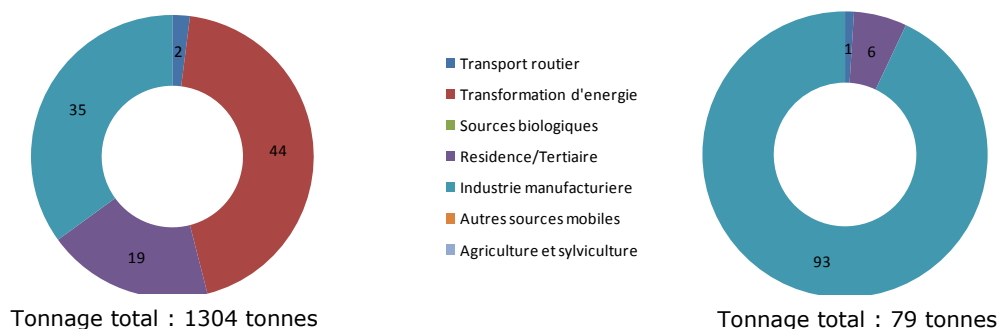


Figure 21 : Émissions de dioxyde de soufre (SO₂) en 2006 dans l'agglomération grenobloise (à gauche) et sur la commune de Saint Laurent du Pont (à droite)

Sur Saint-Laurent-du-Pont, 93% des émissions de dioxyde de soufre proviennent de l'industrie, alors que sur l'agglomération grenobloise le secteur de la transformation d'énergie est le premier émetteur (44%) devant l'industrie (35%).

Le secteur résidentiel représente 19% des émissions de dioxyde de soufre sur l'agglomération grenobloise alors qu'il ne représente que 6 % sur Saint-Laurent-du-Pont.

Niveaux mesurés en dioxyde de soufre

En termes de moyenne annuelle, le SO₂ mesuré sur le site étudié présente des niveaux relativement faibles malgré la présence d'émissions industrielles.

Site	St Laurent du Pont	Fontaines les Balmes	Grenoble Les Fresnes
Typologie	[Labo mobile]	[urbain]	[urbain]
Moyenne sur la période	2	3	2
Écart-type	6	3	4
Percentile 98 horaire	11	13	14
Percentile 50 horaire (médiane)	1	3	1
Minimum horaire	0	0	0
Maximum horaire	111	56	54
Date du Maximum horaire	28/10/07 18:00	29/10/07 11:00	30/01/08 14:00
Minimum journalier	0	1	0
Maximum journalier	15	10	12
Date du Maximum journalier	19/10/2007	29/10/2007	28/01/2008

Figure 22 : Statistique des mesures du dioxyde de soufre (SO₂) lors des 4 campagnes de mesures

Durant la campagne 3, des hausses de dioxyde de soufre ont été mesurées : le maximum quart horaire atteint $209 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Le seuil réglementaire d'informations et de recommandations (fixé à $300 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en moyenne annuelle) est malgré tout loin d'être atteint (le maximum horaire atteint $111 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ le 28/10/07).

Ce phénomène, qui n'est pas visible sur les autres sites de références montre, malgré des pointes modérées, l'influence des émissions industrielles voisines. Les hausses de concentrations apparaissent préférentiellement lorsque le vent provient des gorges.

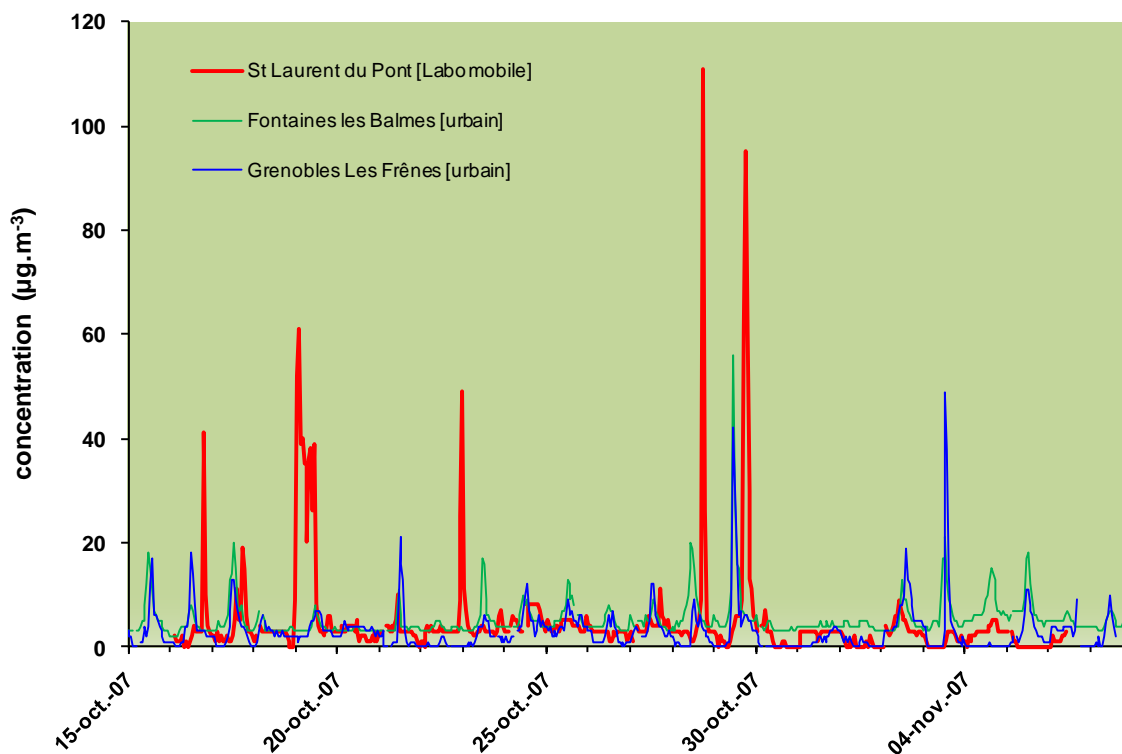


Figure 23 : Concentrations horaires en dioxyde de soufre lors de la 3^{ème} campagne

Situation vis-à-vis de la réglementation pour le dioxyde de soufre

Toutes les valeurs mesurées en dioxyde de soufre sur le site de Saint-Laurent-du-Pont sont nettement inférieures aux valeurs réglementaires.

Aucun dépassement n'a été constaté pour ce polluant sur ce site, ni d'ailleurs sur le reste des sites fixes de référence de l'agglomération grenobloise.

4. Conclusions

La commune de Saint-Laurent-du-Pont a fait l'objet entre le printemps 2007 et le printemps 2008 d'une campagne de mesures de qualité de l'air. Cette dernière avait pour but, dans le cadre de surveillance de la qualité de l'air pour la région Rhône Alpes, un état des concentrations dans l'air comparable à la réglementation française sur une zone peuplée soumise à des influences industrielles.

D'autre part, les plaintes des riverains de Saint-Laurent-du-Pont, concernant notamment des nuisances odorantes ont motivé la réalisation d'analyses spécifiques de traceurs odorants.

Le dispositif mis en place a consisté en l'implantation d'un laboratoire mobile pour la mesure automatique des polluants réglementés. Un mât météorologique supplémentaire a par ailleurs été installé pendant une partie de la période d'étude. Les mesures de polluants classiques ont été complétées par un analyseur spécifique permettant de mesurer les mercaptans dont le sulfure d'hydrogène, principal polluant responsable des nuisances odorantes.

Analyse des apparitions des nuisances odorantes

En ce qui concerne l'étude spécifique du sulfure d'hydrogène, les gammes de concentrations mesurées sont loin des seuils qui impliquent des effets sanitaires graves. Néanmoins, les nuisances odorantes ont bien été présentes, principalement lors de la première et seconde campagne. En effet, le seuil olfactif retenu à $11\mu\text{g.m}^{-3}$ a été dépassé durant 240 quarts d'heure, soit 3 % du temps. On estime que 50% d'une population peut ressentir l'odeur du H_2S lorsque le seuil olfactif est atteint ou dépassé.

Ces nuisances olfactives sont apparues durant les campagnes préférentiellement en fin de journée sous un faible vent de sud et sont probablement liées aux brises de pentes des gorges de Fourvoirie.

Les profils horaires mettent en évidence une corrélation entre le dioxyde de soufre et le sulfure d'hydrogène avec une importante hausse des concentrations à respectivement 18h et 21h.

Les concentrations en particules présentent aussi une hausse en fin de journée qui pourrait être liée en partie aux émissions potentielles issues de la cimenterie amenées par les brises de pentes, ou à celles liées aux chauffages résidentiels.

Polluants classiques réglementés en air ambiant

Les niveaux en oxydes d'azote montrent une influence très modérée du trafic automobile. Les concentrations, relativement basses, sont inférieures aux concentrations de l'agglomération grenobloise.

Outre la hausse des concentrations en fin de journée, les concentrations moyennes en poussières sont comparables aux niveaux mesurés en typologie urbaine et périurbaine.

D'un point de vue réglementaire, toutes les valeurs concernant les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre sont respectées. L'objectif de qualité a été respecté en ce qui concerne les poussières mais il existe un risque moyen que la valeur limite (35 jours de dépassements de $50\mu\text{g.m}^{-3}$) ait été dépassée. Par ailleurs pendant la période des campagnes, le seuil d'information et de recommandations a été atteint pour les poussières.

Annexe 1 : Détails du réajustement des moyennes annuelles

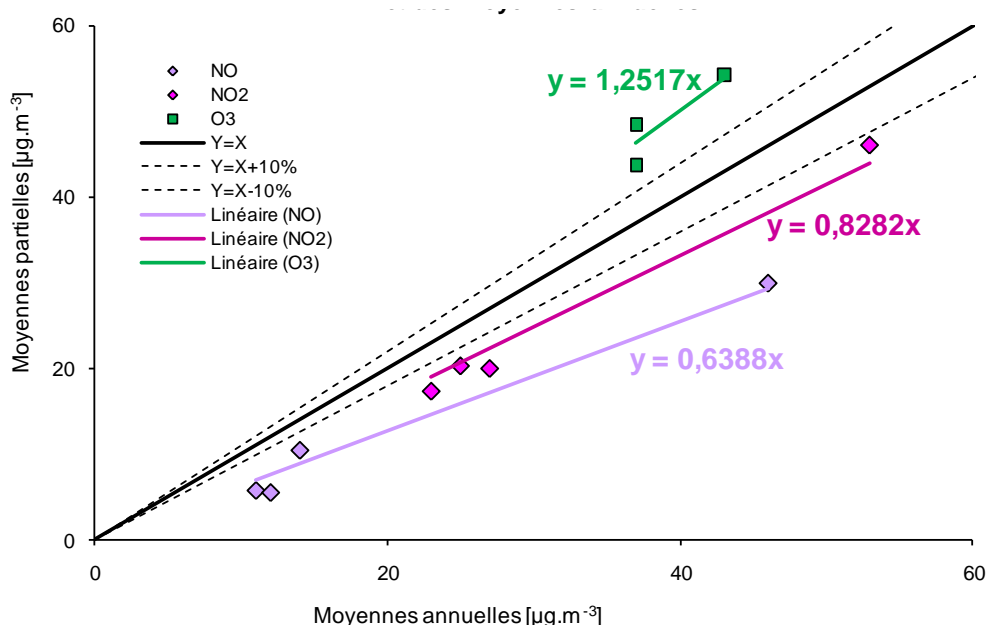
Cette annexe présente la méthode de réajustement utilisée pour estimer la moyenne annuelle de l'ozone et des oxydes d'azote.

Les sites fixes des réseaux de surveillance de la qualité de l'air, par rapport aux laboratoires mobiles, offrent des mesures en continu tout au long de l'année. Sur ces sites, il est donc possible de comparer la moyenne sur les périodes de mesures de l'étude (moyenne partielle de toutes les campagnes) à la moyenne annuelle réelle (moyenne sur 365 jours) et d'en déduire la qualité de la représentativité annuelle, ainsi qu'un rapport de réajustement.

	Fontaine Les Balmes [urbain]	Grenoble boulevards [urbain]	Les Fresnes [urbain]	Voreppe Volouise [périurbain]
NO				
Moyenne sur les 4 périodes	6	30	5	10
Moyenne annuelle	11	46	12	14
NO2				
Moyenne sur les 4 périodes	20	46	20	17
Moyenne annuelle	27	53	25	23
O3				
Moyenne sur les 4 périodes	54	non mesuré	48	44
Moyenne annuelle	43	non mesuré	37	37

Comparaison des moyennes partielles et annuelles pour les stations fixes du réseau

De ce tableau peut être déduit le graphique suivant permettant de trouver pour chaque polluant un quotient adéquat pour l'ajustement.



Comparaison graphique des moyennes partielles et annuelles du réseau fixe

Au final, chaque moyenne partielle est réajustée grâce au coefficient déterminé précédemment. La moyenne redressée est ainsi représentative de l'année complète.

	Moyenne partielle	Moyenne redressée par quotient	% de redressement
NO	1	2	57%
NO2	15	18	21%
O3	40	32	-20%

Estimation des Moyennes redressées sur Saint-Laurent-du-Pont pour chaque polluant

Annexe 2 : Représentation statistique par boîte à moustache

La représentation par boîte à moustache (ou boxplot) a été utilisée afin de représenter la répartition des données de sulfure d'hydrogène par campagne. La boîte à moustache résume quelques caractéristiques (médiane, quartiles, etc....) de plusieurs séries de données à comparer.

