

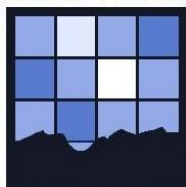
Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air 2007-2008

ETUDE SUR LA COMMUNE DE VOREPPE



Janvier 2009

ASCOPARG



www.atmo-rhonealpes.org



ASCOPARG fait partie du dispositif français de surveillance et d'information de la qualité de l'air. Leur 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, 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 Voreppe ».
- 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 M.Borel, pour avoir accepté d'accueillir un laboratoire mobile sur sa propriété durant 10 semaines de mesures, ainsi que l'industriel STEPAN Europe pour sa collaboration durant l'étude.

Dans le cadre du plan de surveillance de la qualité de l'air 2005-2010, le financement de l'étude a été assuré ASCOPARG. Les analyses chimiques spécifiques autres que réglementaires, ont été financées par l'industriel STEPAN Europe.

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

Table des matières

1	Introduction.....	8
1.1	CONTEXTE.....	8
1.1.1	<i>La qualité de l'air du Pays Voironnais / Voreppe.....</i>	8
1.1.2	<i>Etudes réalisées sur la zone.....</i>	8
1.1.3	<i>Surveillance et dispositif préfectoral d'information et d'alerte sur la zone.....</i>	9
1.2	ZONE D'ETUDE 2007-2008.....	9
1.2.1	<i>Les sources d'émissions sur la zone.....</i>	9
1.2.2	<i>Méthode de surveillance.....</i>	10
1.2.3	<i>Composés étudiés :.....</i>	12
2	Campagnes de mesures.....	13
2.1	PERIODES DE MESURES.....	13
2.1.1	<i>Date des campagnes.....</i>	13
2.1.2	<i>Conditions météorologiques.....</i>	15
2.2	REPRESENTATIVITE ANNUELLE DES CAMPAGNES DE MESURES.....	18
3	Résultats.....	20
3.1	POLLUANTS REGLEMENTES EN AIR AMBIANT.....	20
3.1.1	<i>Oxydes d'azote (NO, NO₂).....</i>	20
3.1.2	<i>Particules fines en suspension (PM₁₀).....</i>	24
3.1.3	<i>Dioxyde de soufre (SO₂).....</i>	28
3.1.4	<i>Benzène, toluène, xylènes (BTEX).....</i>	31
3.1.5	<i>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).....</i>	33
3.2	COV PRECURSEURS DE L'OZONE ET HYDROCARBURES CHLORES.....	37
3.3	AUTRES COMPOSES REGLEMENTES PAR ARRETE PREFECTORAL.....	40
3.3.1	<i>Aldéhydes (ALD) : formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine.....</i>	40
	Analyses complémentaires.....	42
3.4	COMPOSES ODORANTS.....	42
3.4.1	<i>Données connues sur la zone.....</i>	42
3.4.2	<i>Choix des traceurs odorants.....</i>	43
3.5	AUTRES COMPOSES ASSOCIES AUX PRODUCTIONS STEPAN EUROPE.....	48
3.6	AUTRES COMPOSES NON SPECIFIQUES MESURES.....	49
4	Conclusions.....	50
5	Bibliographie.....	52
	ANNEXES.....	53

Liste des figures

Figure 1 Tubes à diffusion.....	14
Figure 2 Rose des vents sur la zone de Brandegaudière à Voreppe.....	16
Figure 3 Rose des vents des 4 campagnes de mesures.....	17
Figure 4 Comparaison des moyennes sur les 4 périodes et des moyennes annuelles pour les stations fixes de référence	19
Figure 5 : Emissions d'oxydes d'azote (NOx) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération grenobloise (à gauche) (Source : Cadastre ATMO Rhône-Alpes GIE) ...	20
Figure 6 Evolution des concentrations moyennes de NO et comparaison avec les moyennes mensuelles des stations de référence	21
Figure 7 Evolution des moyennes en NO ₂ mesurées sur le site de Brandegaudière pour les 4 campagnes et comparaison aux moyennes mensuelles des stations de référence	22
Figure 8 Emissions de poussières (PM ₁₀) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération de Grenoble (à gauche) (Source : Cadastre ATMO Rhône Alpes GIE)	24
Figure 9 Evolution des concentrations moyennes en PM ₁₀ mesurées à Brandegaudière et comparaison aux moyennes mensuelles.....	25
Figure 10 Evolution horaire des concentrations de poussières en suspension (PM ₁₀), de la vitesse du vent et de la température à Brandegaudière entre le vendredi 1 ^{er} novembre 2007 et le dimanche 3 novembre 2007	25
Figure 11 Emissions de dioxyde de soufre (SO ₂) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération de Grenoble (à gauche).....	28
Figure 12 Evolution des concentrations journalières en dioxyde de soufre sur le site de Brandegaudière et comparaison aux autres sites de référence	29
Figure 13 Emissions de composés organiques volatils non méthanique (COVNM) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération de Grenoble (à gauche).....	31

Liste des tableaux

Tableau 1 Dates des 4 campagnes de mesures sur le site de Brandegaudière.....	14
Tableau 2 Tableau récapitulatif des prélèvements actifs.....	14
Tableau 3 Tableau récapitulatif des prélèvements passifs	14
Tableau 4 Liste des stations ayant servi dans le calcul de la représentativité annuelle des mesures	18
Tableau 5 Statistiques des mesures de monoxyde d'azote (NO) lors des 4 campagnes de mesures	21
Tableau 6 Statistiques des mesures de dioxyde d'azote (NO ₂) lors des 4 campagnes de mesures	22
Tableau 7 Statistiques des mesures en particules PM10 pour les 4 campagnes	26
Tableau 8 Situation par rapport à la réglementation concernant les poussières en suspension (PM ₁₀) sur le site de Brandegaudière à Voreppe	27
Tableau 9 Statistiques des mesures en dioxyde de soufre pour les 4 campagnes	29
Tableau 10 Situation par rapport à la réglementation concernant le dioxyde de soufre (SO ₂) sur le site de Brandegaudière à Voreppe	30

Résumé

La commune de Voreppe, en particulier le quartier Brandegaudière, a fait l'objet de l'été 2007 à l'été 2008, d'une série de mesures de la qualité de l'air. Cette étude avait été programmée dans le cadre du plan de surveillance de la qualité de l'air pour la région Rhône-Alpes (PRSQA 2006-2010), et avait pour but d'établir un état des concentrations dans l'air comparable à la réglementation française et européenne, sur une zone soumise à de multiples sources d'émissions polluantes (industries, circulation automobile,...) et d'évaluer l'exposition moyenne de la population à ces polluants.

En effet, le secteur de Voreppe, à proximité d'une entreprise soumise aux règles des installations classées, suscitait depuis plusieurs années l'inquiétude des riverains. Des plaintes récurrentes, concernant des nuisances odorantes, ont motivé l'analyse de composés supplémentaires spécifiques de traceurs odorants ainsi que d'autres molécules spécifiques, dont 5 composés listés par arrêté préfectoral, choisis en collaboration avec l'industriel concerné et la DRIRE.

Parallèlement à ces prélèvements, effectués dans un laboratoire mobile implanté dans le quartier de Brandegaudière, cinq autres sites de mesures ont été disposés sur la commune de Voreppe pour observer les concentrations dans l'air de 5 polluants afin d'évaluer l'influence des émissions industrielles de la zone de Brandegaudière sur le reste de la commune.

Au terme des campagnes de mesures, les concentrations dans l'air de polluants sur la commune ont montré un profil de type urbain marqué par les émissions d'origine automobile et résidentielle, et une influence industrielle restreinte au quartier de Brandegaudière.

Tous sites et toutes molécules confondus, les seules valeurs constatées non-conformes à la réglementation, ou à une valeur toxicologique de référence, ne sont pas spécifiques d'émissions industrielles.

L'analyse approfondie d'une centaine de composés organiques volatiles a cependant montré que certaines molécules présentes dans l'air sont spécifiques de l'industriel proche du site étudié, ou d'activités locales non déterminées. Certains composés ont présenté des niveaux au-dessus de références connues en milieu urbain et caractéristiques d'influences industrielles ou locales.

Concernant les odeurs, les concentrations moyennes sur 24 heures ont témoigné de la présence de 7 des 10 traceurs ciblés avec uniquement 2 journées sur 29 présentant un dépassement de seuil olfactif. Le lien entre le ressenti et la mesure d'un odorant reste difficile à établir dans ces conditions d'étude sans recourir à un jury de nez formés et des analyses spécialement dédiées à cette problématique.

Contexte

Cette étude s'est inscrite dans le cadre du Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA), établi sur 5 années, de 2005 à 2010, par les associations de surveillance de la qualité de l'air pour la région Rhône-Alpes (AASQA, 2005). Parmi différents objectifs, ce plan prévoit notamment une surveillance des lieux proches d'établissements dont les émissions industrielles sont déclarées (installations classées) et une surveillance des zones exposées à des trafics routiers importants (supérieurs à 20 000 véhicules par jour).

La commune de Voreppe et plus spécifiquement le quartier Brandegaudière, est un lieu potentiellement exposé à de multiples sources polluantes : proximité immédiate d'un industriel de la chimie, d'une centrale d'enrobés, d'une route départementale très empruntée, d'une entreprise de matériaux de construction, d'activités de restauration ... A une distance plus importante se situent d'autres sources industrielles implantées par exemple sur la zone d'activité Centralp.

Depuis plusieurs années, la population riveraine du quartier Brandegaudière, au sud de la commune de Voreppe, se plaint de nuisances odorantes, et s'interroge sur la qualité de l'air respirée sur la zone.

L'intervention de l'Ascoparg en 2007-2008 sur la commune de Voreppe, prévue dans le cadre du PSQA, a été donc réalisée dans le but d'évaluer l'état de la qualité de l'air à la fois sur la zone de Brandegaudière mais aussi sur d'autres points de la commune.

L'installation classée la plus proche de cette zone est l'usine de STEPAN Europe. Bien que la quantité de polluants émise par cet industriel soit inférieure au seuil de 150 tonnes par an de composés organiques volatils (seuil retenu pour le PSQA), cette zone a été choisie avec l'objectif principal d'étudier l'influence de cette installation et des autres sources environnantes sur la qualité de l'air.

Le dispositif mis en place comprenait 6 sites de mesure (cf. carte page 11) :

- un site équipé d'un laboratoire mobile, avec de nombreux analyseurs pour des mesures en continu ou des prélèvements, implanté dans le quartier de Brandegaudière, sur une zone d'habitation proche des émissions industrielles et du trafic.
- cinq autres sites équipés avec de mesures plus légères par tubes passifs, implantés sur la commune de Voreppe.

Quatre campagnes de mesures ont été programmées en 2007-2008 afin d'évaluer la qualité de l'air vis-à-vis des valeurs réglementaires, et de réaliser une analyse plus approfondie des concentrations de polluants ciblés susceptibles d'être émis par l'industriel STEPAN Europe.

Le contenu de l'étude et la liste des polluants étudiés, choisis également en fonction de leur potentiel odorant ont été établis en partenariat avec la DRIRE, qui a fixé par arrêté préfectoral à l'industriel STEPAN Europe, une liste de substances à surveiller dans l'environnement. Il est à noter que la commune de Voreppe et les associations riveraines ont été informées de la conduite de cette étude.

1 Introduction

1.1 Contexte

1.1.1 La qualité de l'air du Pays Voironnais / Voreppe

Dans le dispositif de surveillance de la qualité de l'air d'ASCOPARG, le pays voironnais fait l'objet d'une surveillance continue de la qualité de l'air sur deux stations fixes de mesures :

- **Voiron** : oxydes d'azote (NO, NO₂).
- **Voreppe Volouise** : oxydes d'azote (NO, NO₂), Ozone (O₃). La station est implantée depuis 2003, suite au déplacement de l'ancienne station de Voreppe située anciennement au stade Bourg Vieux.

Ces deux stations surveillaient il y a quelques années encore le polluant dioxyde de soufre (SO₂), un des traceurs de pollution d'origine industrielle et dont les concentrations sont maintenant très faibles dans la plupart des zones de la région Rhône-Alpes. Seules quelques stations de surveillance enregistrent encore des dépassements ponctuels des seuils réglementaires en SO₂. Dans l'agglomération grenobloise, les derniers dépassements enregistrés ont concerné le secteur de Champagnier dans le sud grenoblois. Dans les années 1990-2000, l'agglomération grenobloise disposait d'un dispositif de prévision des pointes de SO₂, activé en période hivernale et obligeant les industriels à utiliser des combustibles à basses teneurs en soufre.

Les données des stations de mesures sont consultables en direct sur www.atmo-rhonealpes.org.

1.1.2 Etudes réalisées sur la zone

Le pays voironnais, comme l'ensemble des territoires de l'Isère et de Rhône-Alpes bénéficient ou ont bénéficié de travaux de cartographie des concentrations de polluants :

- 2001 : cartographie estivale des concentrations d'ozone
- 2002 : cartographie hivernale du dioxyde d'azote et du benzène sur le Rhône et l'Isère
- 2002 : cartographie régionale de l'ozone
- 2005 : cartographie régionale du dioxyde d'azote et du benzène
- 2007 : cartographie régionale de l'ozone (à paraître)
- 2008 : cartographie régionale des particules fines PM₁₀ et PM_{2,5} (en cours)

La zone du Chevalon de Voreppe a fait l'objet en 1999 d'une série de mesures intensives de l'ozone, destinée à préparer la mise en œuvre d'un outil de modélisation de la qualité de l'air sur l'agglomération grenobloise.

En 2004, une étude spécifique réalisée en partenariat avec l'AREA a été réalisée sur les péages autoroutiers de Voreppe et Saint-Quentin Fallavier.

En décembre 2006, une synthèse sur la qualité de l'air a été réalisée dans le cadre du plan de déplacement urbain du pays voironnais ([document à consulter pour une information globale sur la qualité de l'air dans le pays voironnais](#)).

L'ensemble de ces travaux sont publics et disponibles au travers de la rubrique publications du site www.atmo-rhonealpes.org.

1.1.3 Surveillance et dispositif préfectoral d'information et d'alerte sur la zone

La commune de Voreppe, intégrée dans la zone de l'agglomération grenobloise, fait partie de la zone concernée par le dispositif préfectoral d'information et de recommandations des populations en cas d'épisodes de pollution en ozone, particules (PM₁₀), dioxyde de soufre ou dioxyde d'azote.

Ce dispositif prévoit selon les niveaux prévus ou atteints, une information et des recommandations sanitaires et comportementales pour la population. Cette information est relayée par les médias, les collectivités locales, les écoles et crèches, les établissements de santé. Elle est également disponible sur www.atmo-rhonealpes.org où un abonnement gratuit par mail est proposé. La consultation d'un serveur vocal (n°Azur 0 810 800 710) permet également d'accéder à cette information.

Par ailleurs, la commune de Voreppe fait partie de la zone concernée par le Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération grenobloise (PPA 2005-2010)¹.

1.2 Zone d'étude 2007-2008

1.2.1 Les sources d'émissions sur la zone

Pour évaluer les sources potentielles d'émissions polluantes d'origine industrielle, il est utile de se renseigner sur les installations classées² pour la protection de l'environnement (ICPE) présentes sur la zone d'étude. Ces informations sont publiques et accessibles sur le site internet <http://installationsclassees.ecologie.gouv.fr>.

Le tableau ci-dessous liste les entreprises faisant l'objet de déclaration d'émissions polluantes dans l'air, sur les communes de Voreppe, Moirans, Veurey, Noyarey. Sont indiquées également les distances de ces sources ponctuelles vis-à-vis des points de mesures retenus dans cette étude (cf. carte page 11).

Parmi ces 7 entreprises, aucune n'avait été retenue dans le plan régional de surveillance de la qualité de l'air (PSQA) établi en 2005, pour faire l'objet d'une surveillance ponctuelle par ASCOPARG, en raison des quantités d'émissions polluantes déclarées plus faibles que le seuil fixé dans le PSQA.

Nom Entreprise	Commune	Type d'émissions dans l'air	Distance par rapport au site de mesure le plus proche
STEPAN Europe	Voreppe	COV, benzène, oxydes de soufre	250m site 2 ; 30m site 3
THALES TED TIV	Moirans	COV, COV chlorés, composés fluorés, phénol	>2 km site 4
RADIAL SA	Voreppe	COV chlorés, acide cyanhydrique	500m site 4
PAPETERIE DE VOIRON	Voreppe	Oxydes d'azote, oxydes de soufre, protoxyde d'azote	500m site 4
CHIMIMECA	Moirans	Acide fluorhydriques, fluor	>3 km site 4
ALLIBERT TS/BATH	Moirans	COV	>5 km site 4
HERCULES SA	Voreppe	Epichlorhydrine (1-chloro-2,3-époxypropane)	> 850m site 4

Source : Emissions dans l'air ; base Irep : <http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP>

¹ http://www.isere.pref.gouv.fr/sections/environnement/espace_particuliers/qualite_de_lair

² Par définition : « Toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains »

Néanmoins, au regard des distances aux points de mesure, 3 activités polluantes sont susceptibles d'avoir une influence locale par rapport aux points de mesures : STEPAN Europe (site 2 et 3) ; PAPETERIES de VOIRON et RADIAL SA pour le site 4. Seul le site 2 est susceptible cependant d'identifier une partie des composés émis (COV).

A ces sources déclarées sur les communes avoisinantes s'ajoutent les émissions potentielles d'autres activités d'installations classées ou d'autres sources connues pour émettre des polluants :

Nom Entreprise	Commune	Produits émis ou susceptibles d'être émis	Proximité n° site de mesure
GME	Voreppe	Production d'enrobés : COV, HAP.	Site 2 et 3
Air liquide	Voreppe	Stockage, emploi d'acétylène	500m site 2 et 400m site 3
Circulation automobile (RD3)	Voreppe	Oxydes d'azote, particule, COV, benzène, HAP, métaux lourds ...	200m site 2 et 10m site3
Circulation automobile (A48-A49)	Voreppe	Oxydes d'azote, particule, COV, benzène, HAP, métaux lourds ...	60m site 4 (A48) ; 200m site 4 (A49)
Travaux voiries RD3	Voreppe	Particules, COV, benzène, HAP (pose d'enrobés, envols de poussières)	300 m site 2 et 3
Chauffage bois	Voreppe	Particules fines, HAP, benzène	Site 2 (quartier Brandegaudière)
SMAG (Agglomérés Voreppe)	Voreppe	Envols de particules	150 m site 2 et 20m site 3
Restauration Grill	Voreppe	Aldéhydes	300 m site 2 et 3

1.2.2 Méthode de surveillance

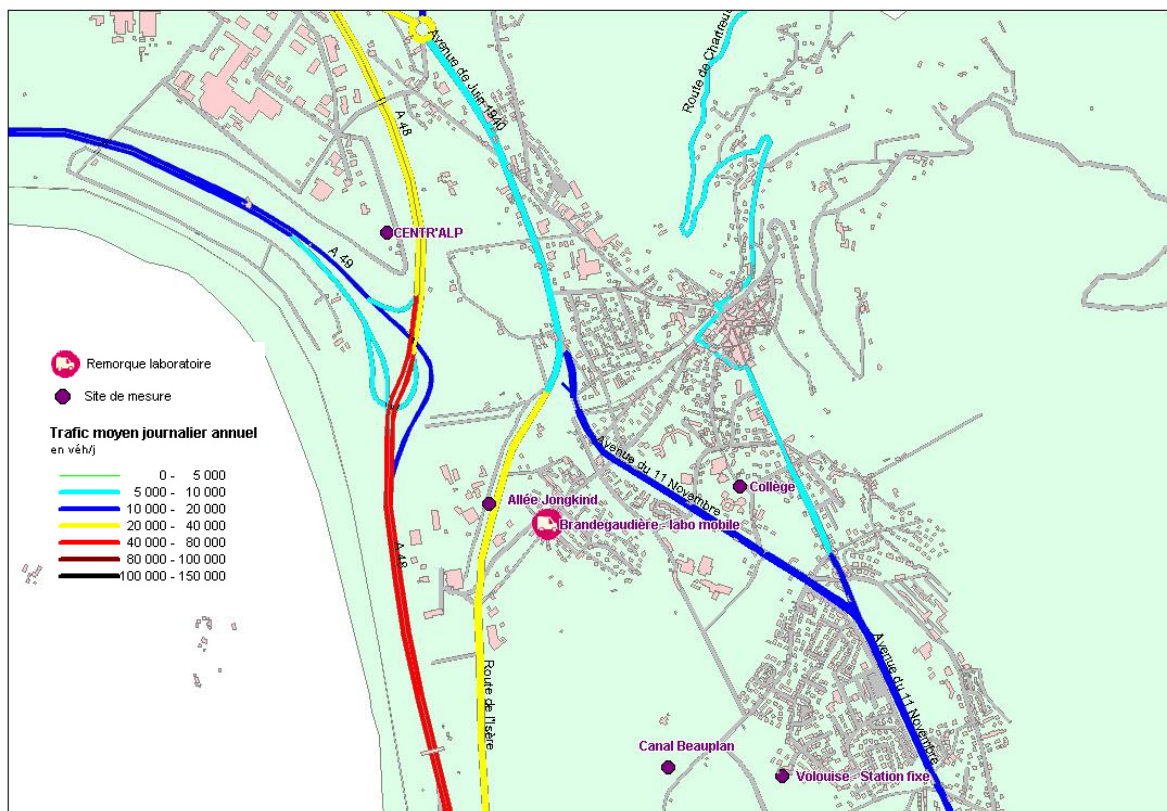
Deux approches complémentaires ont été mises en œuvre :

La première, basée sur l'utilisation de dispositifs légers de mesures (tubes à diffusion passive), apporte une connaissance sur la répartition spatiale de la pollution moyenne sur une période de plusieurs jours.

Six sites ont ainsi été répartis sur la zone d'étude, selon la méthode préconisée par l'Ineris (INERIS, 2001) pour la surveillance de retombées atmosphérique.

Sur la base des études de dispersion atmosphérique mises à disposition par la DRIRE et STEPAN Europe, les sites ont été répartis comme suit :

- **2 sites** sur la zone de retombée maximale des polluants : site 3-Jongkind [proximité industrielle et automobile] ; site 2-Brandegaudière [zone habitée],
- **2 sites** afin d'évaluer l'influence des émissions en fin de zone d'influence « sous le vent » et « au vent » de l'installation : site 1-Canal Beauplan [site rural] ; site 4-Centralp [proximité industrielle et autoroutière]
- **2 sites** pour évaluer les niveaux de polluants hors influence : site 6-Station fixe Volouise [zone urbaine habitée] et site 5-Collège [zone urbaine habitée]



Les campagnes de mesures sur les 6 sites ont été réalisées sur les quatre saisons et permettent une vision qualitative (détecté ou non) et quantitative (concentration) des composés ciblés dans l'arrêté préfectoral concernant l'industriel STEPAN Europe, à savoir : benzène, triméthylbenzène, naphthalène, formaldéhyde, acétaldéhyde et acroléine.

La seconde approche, basée sur la mesure automatique et sur des prélèvements actifs, s'appuie sur un appareillage de mesures temporaires embarqué dans un laboratoire mobile. Plus complexe et coûteuse à mettre en œuvre, elle permet d'étudier les variations dans le temps des concentrations de polluants. Les résultats sont disponibles sur des pas de temps horaires (mesures en continu), ou sur 24 heures ou 1 semaine (prélèvements).

Le site retenu pour accueillir ce dispositif, a été installé dans le quartier Brandegaudière (*site 2-Brandegaudière*).

Les mesures ont été réalisées durant 8 semaines réparties sur 4 saisons, sur les mêmes périodes que les prélèvements par tubes passifs. Les résultats peuvent ainsi être comparés aux autres valeurs disponibles sur la même période (tubes passifs, stations fixes du réseau de surveillance d'ASCOPARG).

1.2.3 Composés étudiés :

Mesures temporelles (continues et prélèvements)		
Réglémentés en air ambiant	Mesures analyseurs	NO, NO ₂ , Particules PM10, SO ₂
	Prélèvements actifs	19 HAP (benzo[a]pyrène), benzène
	Prélèvements actifs canisters	COV précurseurs de l'ozone
Réglémentés en air ambiant par arrêté préfectoral sur la zone de Voreppe	Prélèvements actifs	Aldéhydes : Formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine
	Prélèvements actifs canisters	Composés organiques volatils (1,2,4-triméthylbenzène)
	Prélèvements actifs	19 HAP (naphtalène)
COV odorants	Prélèvements actifs canisters	COVs ciblés odorants spécifiques de productions STEPAN
Autres COVs mesurés	Prélèvements actifs canisters	COV majoritairement présents dans les prélèvements, dont composés organochlorés
Mesures spatiales (tubes passifs)		
Réglémentés par arrêté	Mesures passives	Aldéhydes : Formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine
	Mesures passives	COV : 1,2,4-triméthylbenzène, benzène
	Mesures passives	HAP : naphtalène

2 Campagnes de mesures

2.1 Périodes de mesures

Le comportement des polluants atmosphériques locaux (processus de transport et d'accumulation des polluants) est fortement lié aux conditions climatiques (pluviométrie, vent, température et ensoleillement).

L'hiver, la réactivité des polluants dans l'air est faible. Les polluants primaires, comme les oxydes d'azote (NOx) ou les poussières en suspension (PM₁₀) peuvent être présents à des concentrations importantes, car les phénomènes météorologiques sont favorables à leur accumulation dans l'atmosphère (absence de dispersion verticale liée à la présence d'une inversion de température par exemple).

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).

Le comportement des polluants atmosphériques locaux est ainsi fortement lié aux conditions climatiques et aux saisons. 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 respirée sur toute une année³. 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.

2.1.1 Date des campagnes

A Voreppe, des **mesures en continu** ont été réalisées à l'aide d'un laboratoire mobile installé dans le quartier Brandegaudière. Ces mesures concernaient les oxydes d'azote (NOx), les poussières en suspension de taille inférieure à 10 microns (PM₁₀), le dioxyde de soufre (SO₂) et les paramètres météorologiques (vent, température, pluviométrie).

Des **prélèvements actifs** de Composés Organiques Volatils (dont certains COV odorants), d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et d'aldéhydes, ont été réalisés sur ce site.

Certains Composés Organiques Volatils (dont le benzène, le toluène, le triméthylbenzène, et le naphthalène) ont aussi été mesurés sur 5 autres sites de Voreppe par **tubes à diffusion passive**.

Mesures temporelles : laboratoire mobile implanté sur le site de Brandegaudière à Voreppe

Afin de comparer les résultats à la réglementation, 8 semaines de mesures (4 campagnes de 2 semaines) ont été réalisées entre juillet 2007 et avril 2008 ; chaque campagne étant choisie pour être caractéristique d'une saison.

Dates	Saison	Début	Fin	Durée (jours)
Campagne 1	Eté	23/07/2007	16/08/2007	23,6
Campagne 2	Automne	25/10/2007	12/11/2007	17,9
Campagne 3	Hiver	08/01/2008	23/01/2008	14,9
Campagne 4	Printemps	05/04/2008	21/04/2008	16,5

³ 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.

Tableau 1 Dates des 4 campagnes de mesures sur le site de Brandegaudière

Le taux de représentativité des mesures réalisées par laboratoire mobile est ainsi supérieur et conforme à l'objectif de 14% fixé par la réglementation pour des mesures indicatives.

Mesures temporelles : prélèvements actifs

Lors de chaque campagne de mesures, une série de 6 prélèvements était programmée sur le site de Brandegaudière.

Suite à un problème technique survenu lors de la première campagne, une 5^{ème} série de mesures a été réalisée en août 2008 pour les aldéhydes afin d'obtenir un échantillonnage suffisamment représentatif sur l'année. Par la même occasion, 5 prélèvements supplémentaires de COV par canister ont été réalisés pour confirmer les résultats de l'été 2007, et tenter d'observer l'efficacité d'un système d'épuration additionnel (condenseur) mis en place par l'entreprise STEPAN Europe.

Polluants	Méthode de prélèvement actif	Nombre de prélèvement x Durée du prélèvement
Composés Organiques Volatils (COV)	Canisters	29 x 24 heures
Aldéhydes	Cartouches	23 x 8 heures
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Filtres + mousses	24 x 24 heures

Tableau 2 Tableau récapitulatif des prélèvements actifs

Mesures spatiales par tubes à diffusion

En complément des mesures effectuées par le laboratoire mobile, d'autres ont été réalisées par tubes à diffusion.



Figure 1 Tubes à diffusion

L'échantillonnage passif est basé sur le transfert de matière d'une zone à une autre sans mouvement actif de l'air. Le contact de l'air à analyser avec le milieu réactif est dans ce cas induit par la convection naturelle et la diffusion (Loi de Fick).

Cette méthode qui présente l'avantage d'être relativement facile à mettre en place et moins onéreuse par rapport aux autres méthodes de prélèvement, donne une concentration moyenne sur plusieurs jours avec la possibilité d'explorer de nombreux sites à moindre coût.

Dans le cadre de cette étude, l'utilisation de tubes passifs a permis la mesure des polluants suivants sur 6 sites dans le secteur de Voreppe :

Polluants	Méthode de prélèvement passif	Nombre de prélèvement x Durée du prélèvement
Composés Organiques Volatils : benzène, toluène, 1,2,4-triméthylbenzène, naphtalène	Tubes à diffusion (Radiello – Code 130)	8 x 1 semaine
Aldéhydes : formaldéhyde, acétaldéhyde, et l'acroléine	Tubes à diffusion (Radiello – Code 165)	8 x 1 semaine

Tableau 3 Tableau récapitulatif des prélèvements passifs

2.1.2 Conditions météorologiques

Vitesse du vent :

La vitesse du vent influe directement sur la dispersion des polluants. Ainsi, en dessous de 3 m.s^{-1} (environ 10 km.h^{-1}), le vent ne crée pas de conditions très favorables pour la dispersion des polluants.

A Voreppe, les meilleures conditions de dispersion par le vent ont été enregistrées lors des campagnes n°3 et 4, avec une vitesse du vent supérieure à 3 m.s^{-1} pendant 20% du temps. Lors des deux premières campagnes, le vent a été plus faible ($>$ à 3 m.s^{-1} pendant 8% du temps lors de la campagne n°1 et seulement 2% du temps lors de la campagne n°2).

Direction du vent :

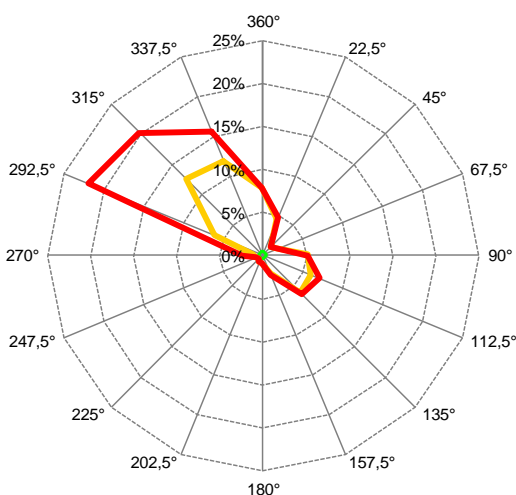
Les figures suivantes illustrent les roses des vents pour les 4 campagnes de mesures.

Les données météorologiques des campagnes n°1, 3 et 4 sont issues des mesures d'ASCOPARG sur le site de Brandegaudière (laboratoire mobile ASCOPARG). Pour la campagne n°2, elles sont issues des mesures de l'anémo-girouette situé sur le site de l'usine STEPAN-Europe car, pour cette campagne, les données d'ASCOPARG ont dû être invalidées. A noter que la comparaison entre les deux sites de mesure a montré une équivalence entre ces deux points de mesures (voir en annexe).

Classes des vitesses	
Vents très faibles	$< 1 \text{ m.s}^{-1}$ (représenté par un cercle vert car sans direction privilégiée)
Vents faibles	$[1 \text{ m.s}^{-1} ; 3 \text{ m.s}^{-1}[$
Vents moyens à forts	$> 3 \text{ m.s}^{-1}$

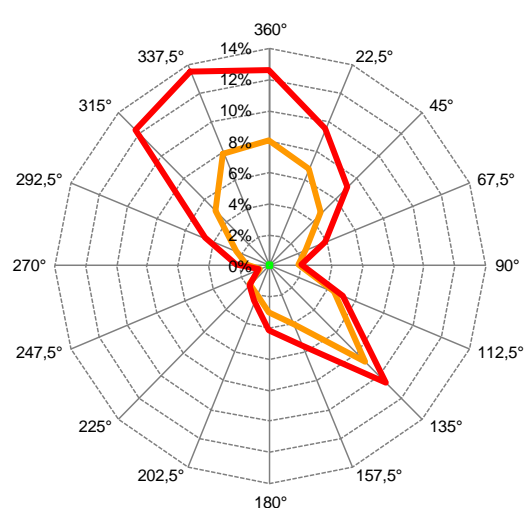
Rose des vents - classes cumulées

Campagne 1



Rose des vents - classes cumulées

Campagne 2



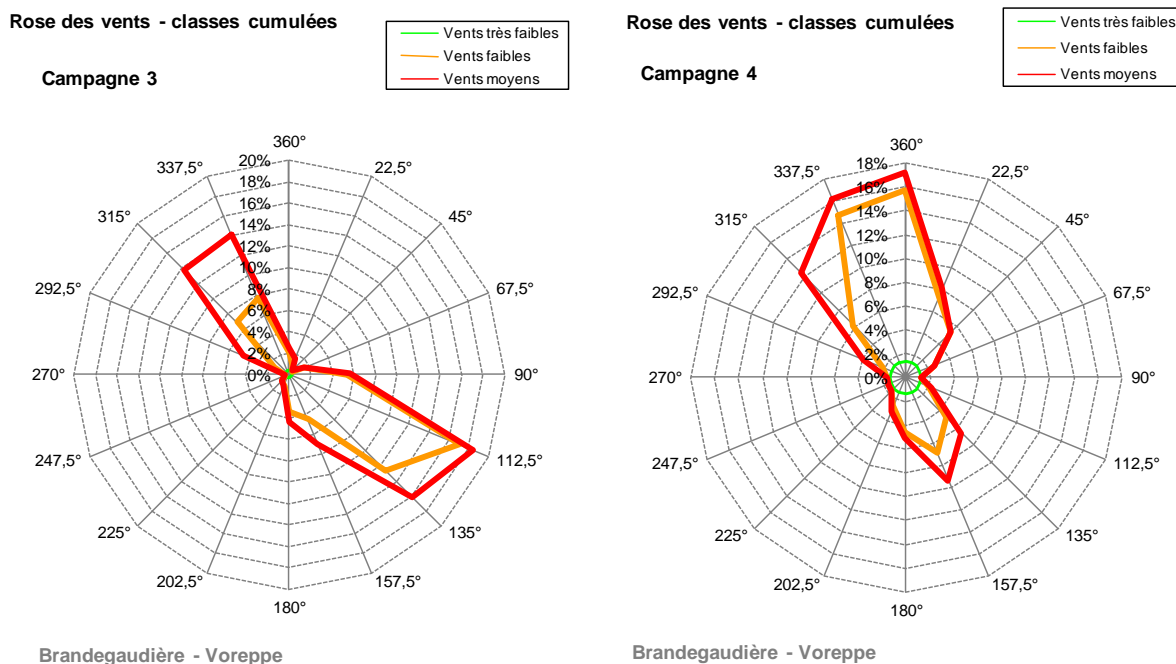


Figure 2 Rose des vents sur la zone de Brandegaudière à Voreppe

Les roses des vents des 4 campagnes de mesures sont similaires avec une majorité de vents moyens à forts (supérieurs à 3 m.s^{-1}) en provenance des secteurs Ouest/Nord-Ouest à Nord.

Ces directions de vent sont liées à la topographie locale : en effet le site de Brandegaudière à Voreppe se situe à l'extrémité nord de la vallée qui constitue la branche nord-ouest du Y grenoblois. Dans ce secteur, la direction du vent est très influencée par la proximité du relief.

L'analyse de la roses des vents représentant les 4 campagnes (figure suivante) montre la situation défavorable du quartier Brandegaudière qui est majoritairement sous le vent de masse d'air provenant de plusieurs sources potentielles de pollution : STEPAN Europe, centrale d'enrobés, fabrication de matériaux de construction (SMAG), zone d'activité Centr'Alp, trafic automobile (RD3, A48, A49).

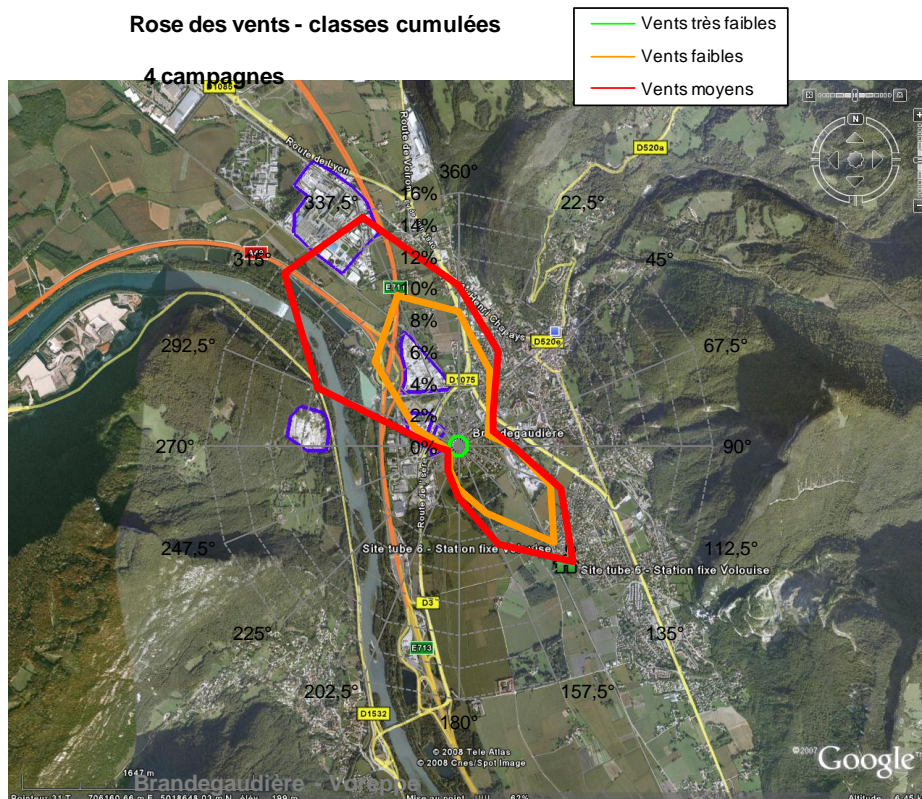
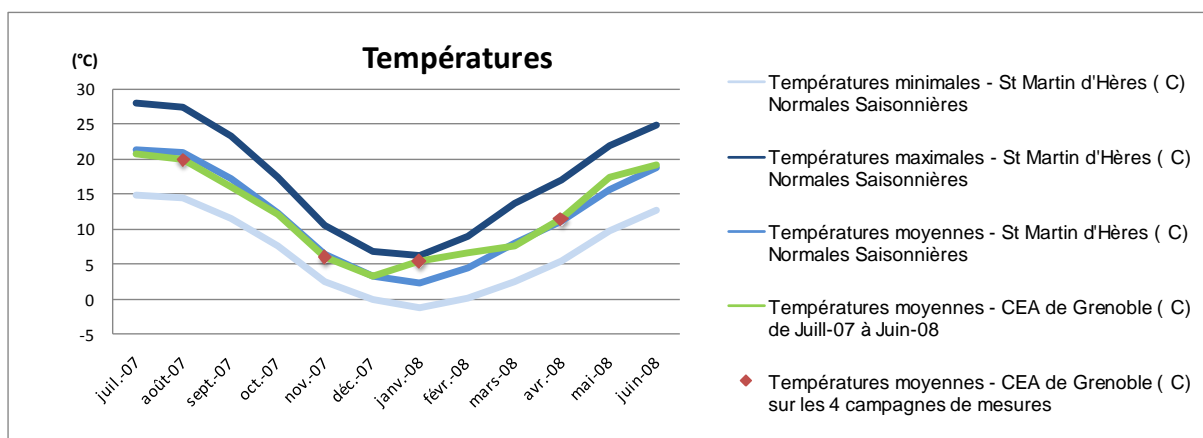


Figure 3 Rose des vents des 4 campagnes de mesures

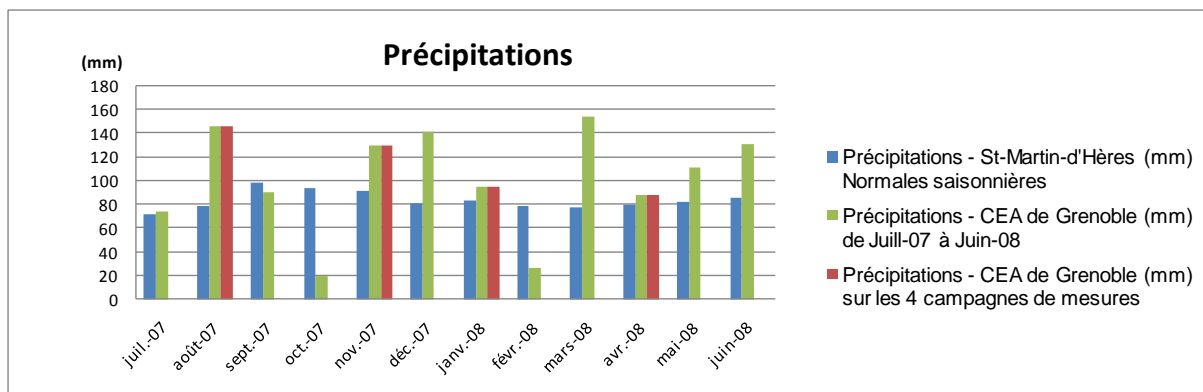
Températures et précipitations

Ces deux paramètres sont également des facteurs importants pouvant avoir une influence sur les niveaux de pollution observés.

Les graphes ci-dessous présentent l'évolution des données mensuelles relevées sur le site Météo-France le plus proche de la zone de Voreppe (le site du CEA à Grenoble), sur l'ensemble de l'année entourant les 4 campagnes de mesures (entre juillet 2007 et Juin 2008). Les données sont comparées aux normales saisonnières (calculées sur les 30 dernières années sur la station de Saint-Martin-d'Hères).



Les températures ont été dans l'ensemble proches des normales saisonnières, excepté pour la campagne hivernale, avec un mois de janvier 2008 plutôt doux et, par conséquent, moins propice aux phénomènes de stagnation de la pollution (inversions de températures,...).



Les deux premières campagnes (été et automne 2007) ont été particulièrement pluvieuses par rapport aux normales de saison, ce qui entraîne généralement une baisse des niveaux de pollution.

L'ensemble de ces données permet notamment de mieux appréhender le prochain paragraphe consacré à la représentativité annuelle.

2.2 Représentativité annuelle des campagnes de mesures

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 4 périodes de mesures de l'étude (moyenne partielle sur 8 semaines) à la moyenne annuelle réelle (moyenne sur 365 jours).

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 mesures vis-à-vis des variations saisonnières et donc climatiques.

Stations de mesures		Polluants mesurés			
Site	Typologie	SO ₂	NO	NO ₂	PM ₁₀
Grenoble Boulevards	[trafic]		X	X	X
St Martin d'Hères	[urbain]	X	X	X	X
Fontaine Les Balmes	[urbain]		X	X	X
Grenoble Les Frênes	[urbain]	X	X	X	X
Voreppe Volouise	[périurbain]		X	X	

Tableau 4 Liste des stations ayant servi dans le calcul de la représentativité annuelle des mesures

Le graphique suivant montre que, pour l'ensemble des sites de référence et des polluants, le calcul de la moyenne annuelle à partir de 8 semaines de campagnes de mesures (notée moyenne partielle) sous estime légèrement la véritable moyenne annuelle (écart d'environ 10% pour les NOx et 15% pour les PM10).

Ceci peut s'expliquer par les paramètres météorologiques étudiés précédemment : des campagnes estivale et automnale pluvieuses et une campagne hivernale peu propice à l'accumulation des polluants, entraînant une représentativité légèrement biaisée par rapport au reste de l'année.

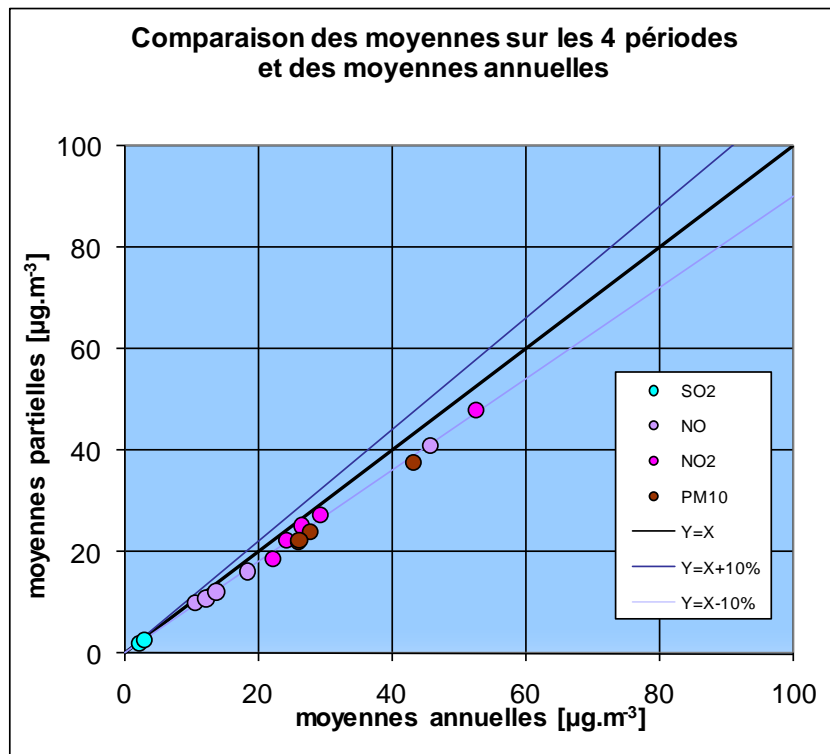


Figure 4 Comparaison des moyennes sur les 4 périodes et des moyennes annuelles pour les stations fixes de référence

Par conséquent, la moyenne annuelle a été recalculée (par une méthode de redressement statistique tenant compte des variabilités saisonnières) afin d'obtenir une meilleure estimation à comparer aux valeurs réglementaires pour les polluants NOx et PM₁₀.

3 Résultats

3.1 Polluants réglementés en air ambiant

3.1.1 Oxydes d'azote (NO, NO₂)

Sources d'émissions

Les oxydes d'azote (NOx) 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 NOx. Sur la commune de Voreppe, ce même secteur représente 80% des émissions de NOx, du fait de la présence de l'autoroute A48.

Le secteur industriel constitue le deuxième émetteur de NOx sur la commune de Voreppe avec 14% des émissions. A l'échelle de l'agglomération, ce secteur représente 16% des émissions de NOx.



Figure 5 : Emissions d'oxydes d'azote (NOx) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération grenobloise (à gauche) (Source : Cadastre ATMO Rhône-Alpes GIE)

Niveaux mesurés en monoxyde d'azote (NO)

Le monoxyde d'azote (NO) ne possède pas de valeurs réglementaires à respecter, mais sa mesure fournit une information importante sur l'influence du trafic automobile.

Les sites Brandegaudière et Voreppe-Volouise se situent dans un environnement de type périurbain.

La comparaison des niveaux mesurés en NO par rapport à d'autres sites de référence montre que le secteur étudié de Voreppe subit une influence modérée du trafic automobile (cf. tableau 5 ci-après).

En effet, les niveaux moyens en NO mesurés sur ces 2 sites (12 µg.m⁻³) sont légèrement supérieurs à ceux mesurés sur d'autres sites, périurbains (5-8 µg.m⁻³) ou ruraux (2 µg.m⁻³) et plutôt comparables aux niveaux enregistrés en fond urbain sur l'agglomération grenobloise (10-11 µg.m⁻³).

Toutefois ces niveaux restent très nettement inférieurs à ceux mesurés en proximité immédiate de grands axes de circulation comme la Rocade sud ou les Grands boulevards (niveaux inférieurs d'un facteur 4, avec 41 µg.m⁻³ en moyenne sur les grands boulevards à Grenoble).

L'évolution des concentrations moyennes de NO entre chaque campagne de mesures a par ailleurs été cohérente avec les autres sites de référence. Les niveaux moyens les plus importants ont été mesurés lors de la campagne n°3 (janvier 2008). En effet, l'automne et

l'hiver constituent les périodes les plus propices à l'accumulation dans l'atmosphère des polluants dits primaires comme les NOx et les poussières.

**Moyennes mensuelles sur 1 an
Monoxyde d'azote (NO)**

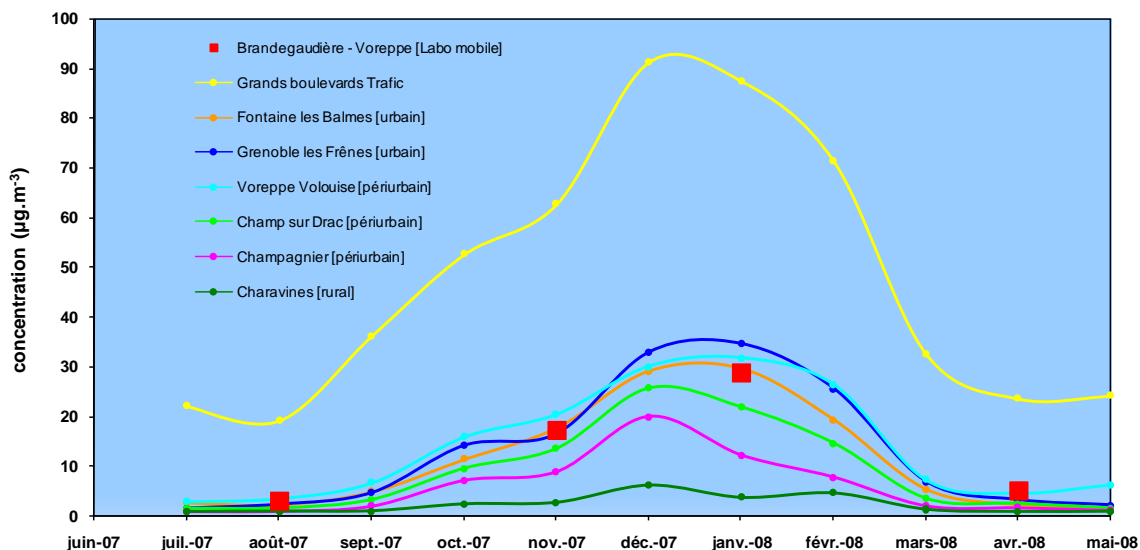


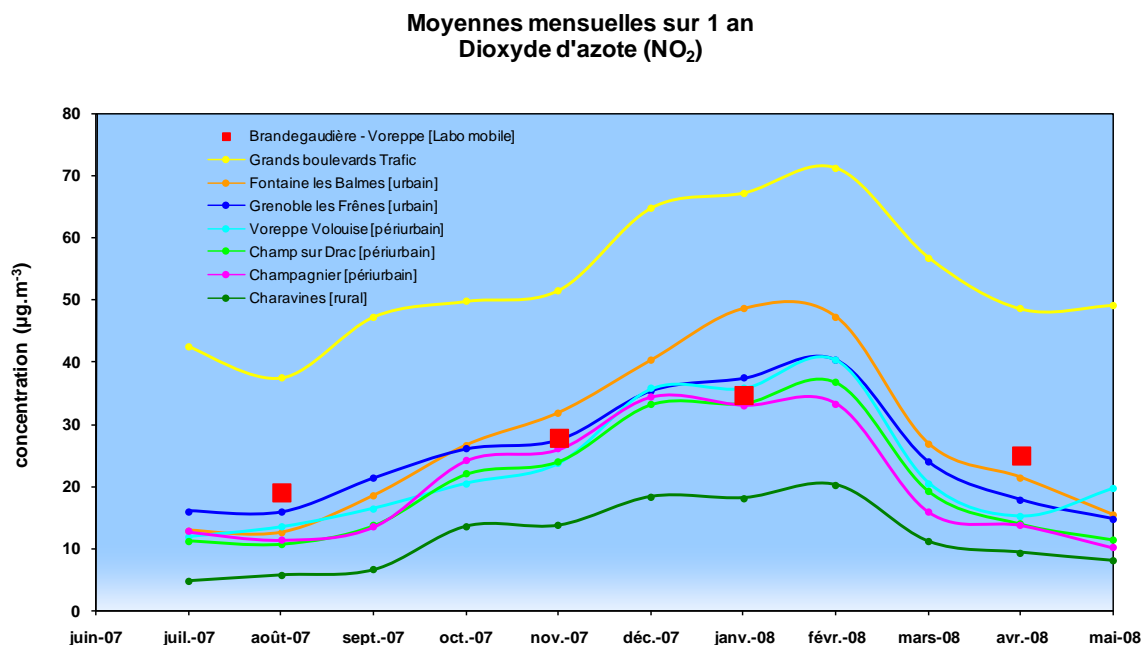
Figure 6 Evolution des concentrations moyennes de NO et comparaison avec les moyennes mensuelles des stations de référence

Site	Brandegaudière - Voreppe	Grands boulevards	Fontaine les Balmes	Grenoble les Frênes	Voreppe Volouise	Champ sur Drac	Champagnier	Charavines
Typologie	[Labo mobile]	Trafic	[urbain]	[urbain]	[périurbain]	[périurbain]	[périurbain]	[rural]
Moyenne sur la période	12	41	10	11	12	8	5	2
Ecart-type	25	50	22	22	24	15	10	3
Percentile 98 horaire	88	198	78	90	95	60	37	10
Percentile 50 horaire (médiane)	3	23	1	1	2	1	1	1
Minimum horaire	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum horaire	280	423	291	173	191	148	124	57
Date du Maximum horaire	10/01/08 09:00	21/01/08 08:00	10/01/08 09:00	09/01/08 08:00	10/01/08 09:00	08/11/07 08:00	09/01/08 15:00	08/11/07 07:00
Minimum journalier	0	6	0	0	0	0	0	0
Maximum journalier	77	151	73	86	76	56	47	13
Date du Maximum journalier	02/11/2007	10/01/2008	10/01/2008	09/01/2008	09/01/2008	09/01/2008	09/01/2008	21/01/2008

Tableau 5 Statistiques des mesures de monoxyde d'azote (NO) lors des 4 campagnes de mesures

Niveaux mesurés en dioxyde d'azote (NO₂)

Les mesures du dioxyde d'azote (NO₂) semblent confirmer l'influence du trafic automobile sur la zone d'étude à Brandegaudière : comme pour le NO, les niveaux en NO₂ (26 µg.m⁻³ en moyenne) sont du même ordre que ceux mesurés en site urbain de fond (22 à 25 µg.m⁻³), et supérieurs aux niveaux périurbains (18-19 µg.m⁻³). Ils sont cependant deux fois inférieurs aux niveaux en proximité directe des grands axes de circulation automobile (48 µg.m⁻³).



**Figure 7 Evolution des moyennes en NO₂
mesurées sur le site de Brandegaudière pour les 4 campagnes
et comparaison aux moyennes mensuelles des stations de référence**

Site	Brandegaudière - Voreppe	Grands boulevards	Fontaine les Balmes	Grenoble les Frênes	Voreppe Volouise	Champ sur Drac	Champagnier	Charavines
Typologie	[Labo mobile]	[Trafic]	[urbain]	[urbain]	[périurbain]	[périurbain]	[périurbain Surveillance industrielle]	[rural]
Moyenne sur la période	26	48	25	22	19	18	19	10
Ecart-type	16	26	20	15	14	14	14	8
Percentile 98 horaire	64	110	77	59	57	54	56	32
Percentile 50 horaire (médiane)	23	46	20	20	15	15	15	8
Minimum horaire	0	1	0	0	0	0	0	1
Maximum horaire	88	170	102	80	121	72	88	54
Date du Maximum horaire	20/01/08 17:00	10/01/08 17:00	07/04/08 06:00	09/04/08 07:00	10/01/08 10:00	09/01/08 14:00	08/11/07 18:00	17/01/08 20:00
Minimum journalier	8	22	5	5	3	3	2	3
Maximum journalier	51	86	59	44	50	44	49	28
Date du Maximum journalier	09/01/2008	10/01/2008	14/01/2008	08/11/2007	09/01/2008	09/01/2008	09/01/2008	21/01/2008

**Tableau 6 Statistiques des mesures de dioxyde d'azote (NO₂)
lors des 4 campagnes de mesures**

Situation vis-à-vis de la réglementation pour les NOx

L'étude de la représentativité des mesures sur les sites de référence a montré que, pour les oxydes d'azote (NO et NO₂), la moyenne calculée à partir des 4 campagnes de mesures était légèrement sous-estimée par rapport à la moyenne annuelle (d'environ 10% ; cf. § précédents).

La moyenne annuelle sur le site de Brandegaudière a donc été recalculée⁴ en conséquence et estimée à 28 µg.m⁻³ (plutôt que 26 µg.m⁻³). Ce résultat confirme l'influence de la circulation automobile sur le quartier Brandegaudière.

Même en tenant compte de ce réajustement, **aucun dépassement de valeurs réglementaires concernant le dioxyde d'azote, pour la protection de la santé humaine, n'a été constaté sur le site de Brandegaudière.**

D'autre part, les valeurs mesurées sur les autres sites fixes urbains de référence ne laissent présager d'aucun risque éventuel de dépassement sur une année complète.

La valeur limite pour la protection de la végétation est fixée à 30 µg.m⁻³ en moyenne annuelle pour les oxydes d'azote (NOx). Cette valeur est dépassée en moyenne sur les 8 semaines de mesures sur le site de Brandegaudière. A noter que sur l'année complète, en Isère, seules une station rurale et une station périurbaine respectent cette valeur.

Seuils réglementaires	Valeur à Respecter (en µg.m ⁻³)	Statistique pour le dépassement	Valeur mesurée à Brandegaudière – Voreppe	Situation par rapport à la réglementation
Valeur limite pour protection de la végétation	30	Moyenne annuelle en oxydes d'azote (NO ₂ + NO équivalent)	44 µg.m ⁻³ (moyenne des NOx sur 8 semaines)	
Objectif de qualité de l'air et valeur limite en 2010	40	Moyenne annuelle	26 µg.m ⁻³ (moyenne sur 8 semaines)	
Valeur limite en 2008	44		28 µg.m ⁻³ (estimation de la moyenne annuelle)	
Valeur limite en 2010	200	Maximum horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois/an	88 µg.m ⁻³ (Maximum horaire sur les 8 semaines)	
Valeur limite en 2008	220			
Seuil d'information et de recommandations	200	Maximum de la moyenne horaire	88 µg.m ⁻³ (le 20/01/2008 à 18h)	
Seuil d'alerte	400			

- Aucun dépassement constaté
- Valeur en limite de dépassement (entre 80% et 100% du seuil) ou risque probable estimé de dépassement
- Dépassement constaté de la valeur réglementaire

⁴ Calcul par redressement statistique tenant compte des variabilités saisonnières

3.1.2 Particules fines en suspension (PM₁₀)

Sources d'émissions de particules

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'agréger d'autres molécules plus ou moins toxiques, présentes dans l'environnement (sulfates, nitrates, hydrocarbures dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques, métaux lourds, pollens,...).

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

Le trafic automobile représente 36% des émissions de PM₁₀ à Voreppe (contre 19% pour l'agglomération de Grenoble). Le secteur industriel à Voreppe représente 40% des émissions de PM₁₀ (contre 60% pour l'agglomération grenobloise).

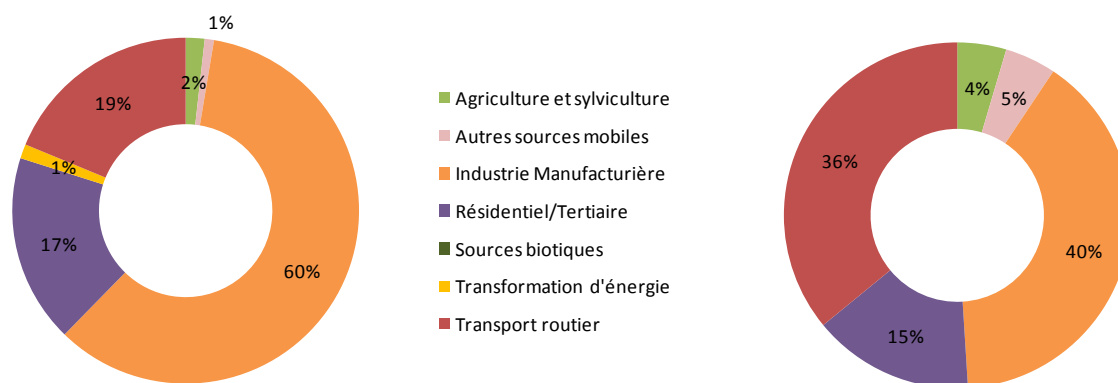


Figure 8 Emissions de poussières (PM₁₀) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération de Grenoble (à gauche) (Source : Cadastre ATMO Rhône Alpes GIE)

Niveaux mesurés en particules fines

Comme pour les oxydes d'azote, les concentrations moyennes de PM₁₀ les plus importantes ont été mesurées lors de la campagne n°2 (automne) et 3 (hiver). Lors de ces deux campagnes, les conditions météorologiques ont été favorables à la production et à l'accumulation des poussières. En effet, la part du chauffage dans les émissions de poussières est liée aux températures ; elle est maximale en automne et en hiver.

Pendant les campagnes 1, 3 et 4, les niveaux de poussières ont été proches des niveaux mesurés en fond urbain à Grenoble. En revanche, lors de la campagne n°2 (25/10/07 au 12/11/07), les niveaux de poussières mesurés à Brandegaudière ont été en moyenne supérieurs de 10 µg.m⁻³ aux niveaux mesurés à Grenoble.

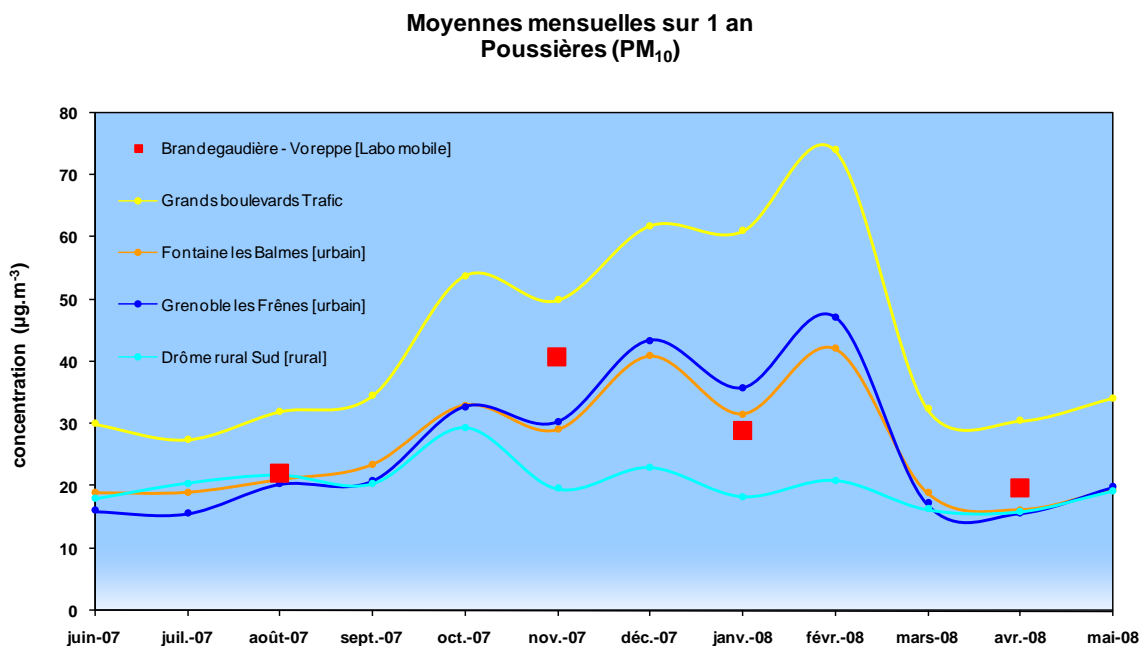


Figure 9 Evolution des concentrations moyennes en PM₁₀ mesurées à Brandegaudière et comparaison aux moyennes mensuelles

Ces niveaux de PM₁₀ plus élevés lors de la campagne n°2 pourraient s'expliquer par l'utilisation du chauffage qui est un émetteur de poussières. Cette influence du chauffage s'observe notamment la nuit ou le week-end, avec des concentrations de poussières plus importantes. Ce fut notamment le cas entre le vendredi 1^{er} novembre et le dimanche 3 novembre où, lorsque les températures et le vent ont été faibles à Voreppe, des hausses de poussières ont été observées dans la nuit de samedi à dimanche et de dimanche à lundi (cf. graphe suivant).

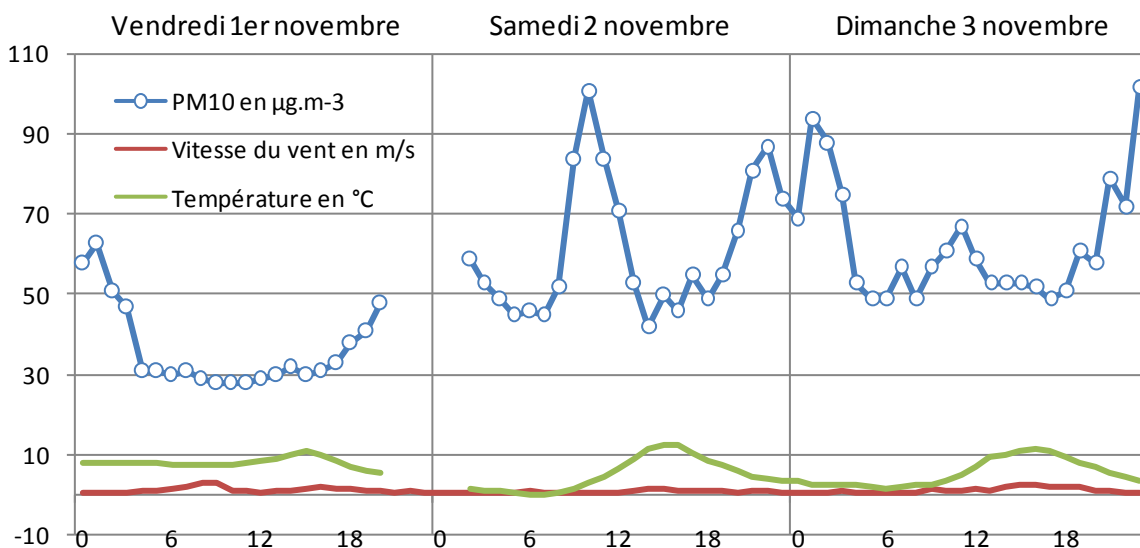


Figure 10 Evolution horaire des concentrations de poussières en suspension (PM₁₀), de la vitesse du vent et de la température à Brandegaudière entre le vendredi 1^{er} novembre 2007 et le dimanche 3 novembre 2007

La comparaison des valeurs mesurées en PM₁₀ avec des sites de référence (cf. tableau suivant) montre que les niveaux moyens de poussières en suspension sur le site de Brandegaudière à Voreppe (28 µg.m⁻³) sont supérieurs à ceux mesurés en situation de fond dans l'agglomération de Grenoble (22 µg.m⁻³), mais restent nettement inférieurs aux niveaux mesurés en proximité du trafic automobile (38 µg.m⁻³ en moyenne sur les grands boulevards

à Grenoble). Il convient de rappeler que le site est à 200 mètres environ de la route départementale et que les niveaux de poussières, comme d'autres polluants d'origine automobile, sont d'autant plus élevés que la distance à la voirie est réduite.

Site	Brandegaudière - Voreppe	Grands boulevards	Fontaine les Balmes	Grenoble les Frênes	Drôme rural Sud
Typologie	[Labo mobile]	Trafic	[urbain]	[urbain]	[rural]
Moyenne sur la période	28	38	22	22	19
Ecart-type	18	21	14	15	9
Percentile 98 horaire	76	93	59	60	41
Percentile 50 horaire (médiane)	23	33	18	19	16
Minimum horaire	0	4	0	0	0
Maximum horaire	155	139	102	140	47
Date du Maximum horaire	25/07/07 07:00	12/01/08 23:00	07/11/07 10:00	08/08/07 10:00	02/08/07 14:00
Minimum journalier	10	16	6	6	0
Maximum journalier	77	80	65	66	40
Date du Maximum journalier	04/11/2007	29/10/2007	04/11/2007	04/11/2007	27/10/2007

Tableau 7 Statistiques des mesures en particules PM10 pour les 4 campagnes

Situation vis-à-vis de la réglementation pour les particules fines

Il existe deux valeurs réglementaires en moyenne annuelle pour les PM₁₀ : un objectif de qualité de l'air, fixé à 30 µg.m⁻³, et une valeur limite fixée à 40 µg.m⁻³.

L'étude de la représentativité des mesures sur les sites de référence a montré que, pour les particules PM₁₀, la moyenne calculée à partir des 4 campagnes de mesures était légèrement sous-estimée par rapport à la moyenne annuelle (d'environ 15% cf. § précédents).

La moyenne annuelle sur le site de Brandegaudière a donc été recalculée⁵ en conséquence et estimée à 31 µg.m⁻³ (plutôt que 28 µg.m⁻³).

Cette moyenne annuelle se situerait donc juste au-dessus de l'objectif de qualité de l'air, mais resterait inférieure à la valeur limite.

La valeur limite en moyenne journalière est fixée à 50 µg.m⁻³, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an, pour la protection de la santé humaine.

Sur le site de Brandegaudière, la valeur de 50 µg.m⁻³ a été dépassée 5 jours sur l'ensemble des 8 semaines de mesures.

Sur d'autres sites de référence urbaine, cette valeur a été également dépassée entre 2 et 5 jours sur la même période ; en revanche, sur l'année complète, elle est dépassée entre 33 et 47 jours.






Il est donc fort probable que, sur le site de Brandegaudière à Voreppe, cette valeur limite en moyenne journalière ne soit pas respectée.

Il existe deux seuils pour les personnes sensibles à ne pas dépasser en moyenne sur 24h (entre 17h la veille et 16h locale) : le seuil d'information et de recommandations fixé à 80 µg.m⁻³ et le seuil d'alerte fixé à 125 µg.m⁻³.

Il n'y a eu aucun dépassement constaté sur l'ensemble des 8 semaines de mesures sur le site de Brandegaudière, mais le risque de dépassement du premier seuil (information et recommandations) n'est pas nul sur la zone de Voreppe (maximum sur 24h mesuré : 74 µg.m⁻³).

A noter que sur l'ensemble du bassin grenoblois et des autres zones urbaines de la région, ce seuil est souvent dépassé plusieurs fois dans l'année.

⁵ Calcul par redressement statistique tenant compte des variabilités saisonnières

Seuils réglementaires	Valeur à respecter (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)	Statistique pour le dépassement	Valeur mesurée à Brandegaudière – Voreppe	Situation par rapport à la réglementation
Objectif de qualité	30		28 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (moyenne sur 8 semaines)	
Valeur limite	40	Moyenne annuelle	31 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (estimation de la moyenne annuelle)	
Valeur limite	50	Moyenne journalière ⁽⁶⁾ à ne pas dépasser plus de 35 j/an	77 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (Max de la moy. J sur les 8 semaines) 5 (nb de j de dép. sur les 8 semaines) >35 (estimation du Nb de j de dép. sur l'année)	
Seuil d'information et de recommandations	80	Moyenne sur 24h ⁽⁷⁾	74 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (le 04/11/2007)	
Seuil d'alerte	125	Moyenne sur 24h ⁽²⁾	74 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (le 04/11/2007)	




-  Aucun dépassement constaté
-  Valeur en limite de dépassement (entre 80% et 100% du seuil) ou risque estimé de dépassement
-  Dépassement constaté de la valeur réglementaire

Tableau 8 Situation par rapport à la réglementation concernant les poussières en suspension (PM₁₀) sur le site de Brandegaudière à Voreppe

⁶ La moyenne journalière est calculée à partir des 24 mesures horaires de la journée.

⁷ La moyenne sur 24h est calculée chaque jour (J) à 16h, à partir des 24 mesures horaires entre (J-1) 17h et (J) 16h (règles fixées par arrêté préfectoral).

3.1.3 Dioxyde de soufre (SO₂)

Sources d'émissions du dioxyde de soufre

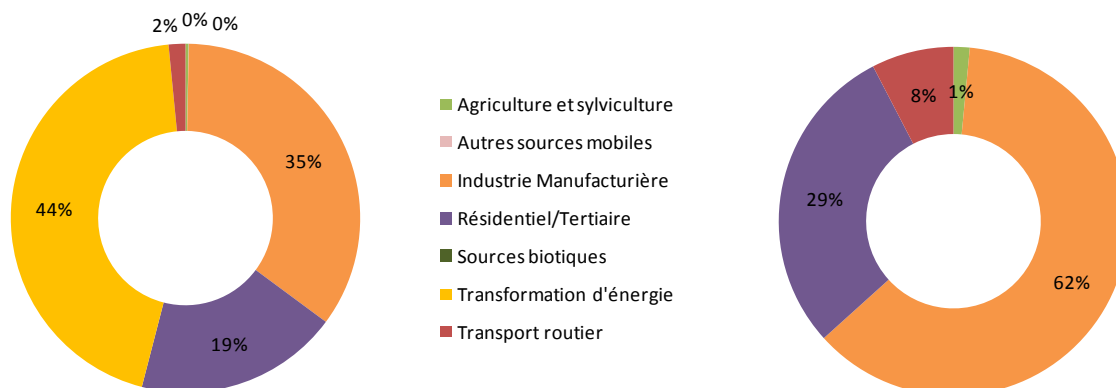


Figure 11 Emissions de dioxyde de soufre (SO₂) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération de Grenoble (à gauche) (Source : Cadastre ATMO Rhône Alpes GIE)

Le trafic automobile représente 8% des émissions de dioxyde de soufre (SO₂) sur la commune de Voreppe alors qu'il ne représente que 2% des émissions de dioxyde de soufre à l'échelle de l'agglomération de Grenoble.

Le secteur industriel représente 62% des émissions alors qu'au niveau de l'agglomération de Grenoble le secteur transformation d'énergie est le premier émetteur (44%) devant l'industriel (35%). Les émissions sur Voreppe ne représentent cependant que 2% de celles émises sur l'agglomération grenobloise.

Niveaux mesurés en dioxyde de soufre

Malgré la présence d'un tissu industriel non négligeable sur la zone de Voreppe, les niveaux mesurés en dioxyde de soufre sur le site de Brandegaudière sont très faibles et comparables à d'autres sites urbains de référence situés sur l'agglomération grenobloise.

Aucune valeur élevée n'a été observée sur l'ensemble des 8 semaines de mesures, ni même en situation a priori défavorable, lorsque le vent provenait du secteur industriel.

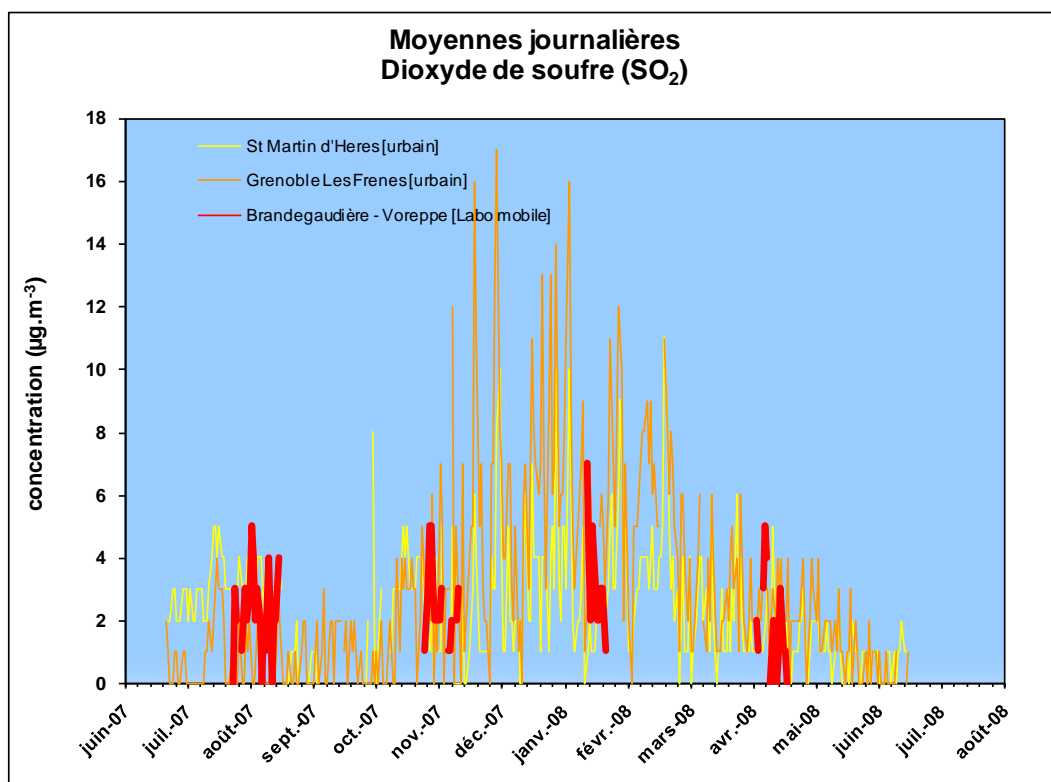


Figure 12 Evolution des concentrations journalières en dioxyde de soufre sur le site de Brandegaudière et comparaison aux autres sites de référence

Le tableau suivant illustre les statistiques des mesures de dioxyde de soufre lors des 4 campagnes de mesures.

Site	Brandegaudière - Voreppe	St-Martin d'Hères	Grenoble les Frènes
Typologie	[Labo mobile]	[urbain]	[urbain]
Moyenne sur la période	2	2	3
Ecart-type	3	2	5
Percentile 98 horaire	9	7	14
Percentile 50 horaire (médiane)	2	2	2
Minimum horaire	0	0	0
Maximum horaire	18	34	81
Date du Maximum horaire	29/10/07 12h00	03/11/07 13h00	08/11/07 11h00
Minimum journalier	0	0	0
Maximum journalier	7	5	12
Date du Maximum journalier	13/01/2008	03/11/2007	08/11/2007

Tableau 9 Statistiques des mesures en dioxyde de soufre pour les 4 campagnes

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

Toutes les valeurs mesurées en dioxyde de soufre sur le site de Brandegaudière sont nettement inférieures aux valeurs réglementaires.

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

Seuils réglementaires	Valeur à Respecter (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)	Statistique pour le dépassement	Valeur mesurée à Brandegaudière – Voreppe	Situation par rapport à la réglementation
Valeur limite pour protection de la végétation	20	Moyenne annuelle Moyenne hivernale (du 1er octobre au 31 mars)	2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (moyenne sur 8 semaines) 3 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (moyenne sur la campagne d'hiver)	😊
Objectif de qualité de l'air	50	Moyenne annuelle	2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (moyenne sur 8 semaines)	😊
Valeur limite en moyenne journalière	125	Maximum journalier à ne pas dépasser plus de 3 jours / an	7 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (maximum journalier sur 8 semaines)	😊
Valeur limite en moyenne horaire	350	Maximum horaire à ne pas dépasser plus de 24 fois/an	18 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (Maximum horaire sur les 8 semaines)	😊
Seuil d'information et de recommandations	300	en moyenne horaire (dépassement sur 1h)	18 $\mu\text{g.m}^{-3}$	😊
Seuil d'alerte	500	en moyenne horaire (sur 3h consécutives)	(Maximum horaire le 29/10/2007 à 12h)	😊

Tableau 10 Situation par rapport à la réglementation concernant le dioxyde de soufre (SO₂) sur le site de Brandegaudière à Voreppe

3.1.4 Benzène, toluène, xylènes (BTEX)

Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) font partie de la famille des COV (Composés Organiques Volatils). Parmi les nombreux COV, seul le benzène (C₆H₆) fait l'objet d'une réglementation, notamment en raison de son effet sur la santé humaine.

Les plus fortes concentrations en benzène sont souvent enregistrées en proximité des voies de circulation routière très fréquentées ou dans l'environnement de sources industrielles.

**Repère réglementaire
Benzène**
Valeur limite annuelle 2010 = 5 µg.m⁻³
Objectif de qualité = 2 µg.m⁻³



Figure 13 Emissions de composés organiques volatils non méthanique (COVNM) en 2006 à Voreppe (à droite) et dans l'agglomération de Grenoble (à gauche) (Source : Cadastre ATMO Rhône Alpes GIE)

Les niveaux de benzène enregistrés sur le site n°2 « Brandegaudière » sont de 1,1 µg.m⁻³. Ce chiffre représente l'estimation de la concentration moyenne annuelle calculée à l'aide de 24 prélèvements de 24 heures.

Ce résultat est conforme à l'objectif de qualité pour le benzène et à la valeur limite annuelle à respecter pour 2010.

Les sources de ce composé sont pourtant multiples sur la zone : les émissions de l'industriel proche, tenu par arrêté préfectoral à une surveillance environnementale du benzène, la circulation automobile sur la route départementale 3 très empruntée⁸, le chauffage au bois (CITEPA, 2008)⁹, la production d'enrobé ou les travaux de réfection de voiries.

A titre de comparaison, le tableau ci-après présentant les concentrations de référence en benzène dans différents environnements de la région Rhône-Alpes, permet de conclure quant aux niveaux très modérés sur le quartier de Brandegaudière à Voreppe.

Site [typologie]		Benzène	Toluène	m+p-xylène	o-xylène	éthylbenzène
Voreppe-Brandegaudière	Moyenne	1,1	2,4	1,8	0,7	0,7
	Maximum sur 24h	2,3	4,3	3,3	1,7	1,1
Grenoble [urbain]	Moyenne de sept07-sept08	1,0	3,3	1,9	0,6	0,7
	Maximum sur 24h de sept07-sept08	2,9	10,4	6,3	1,8	2,2
Lyon [urbain]	Moyenne de mars07-mars08	1,8	5,1	3,3	1,4	1,1
	Maximum sur 24h de mars07-mars08	4,6	126,8	6,5	2,5	2,4
Sud grenoblois [industriel] 2006-2007	Moyenne	2,6-2,9	10,0-15,4	3,8-9,7		1,1-3,1
Sud lyonnais [industriel]	Moyenne annuelle 2007	6,0	-	-	-	-
Grenoble [proximité automobile]	Moyenne annuelle 2007	2,0	-	-	-	-

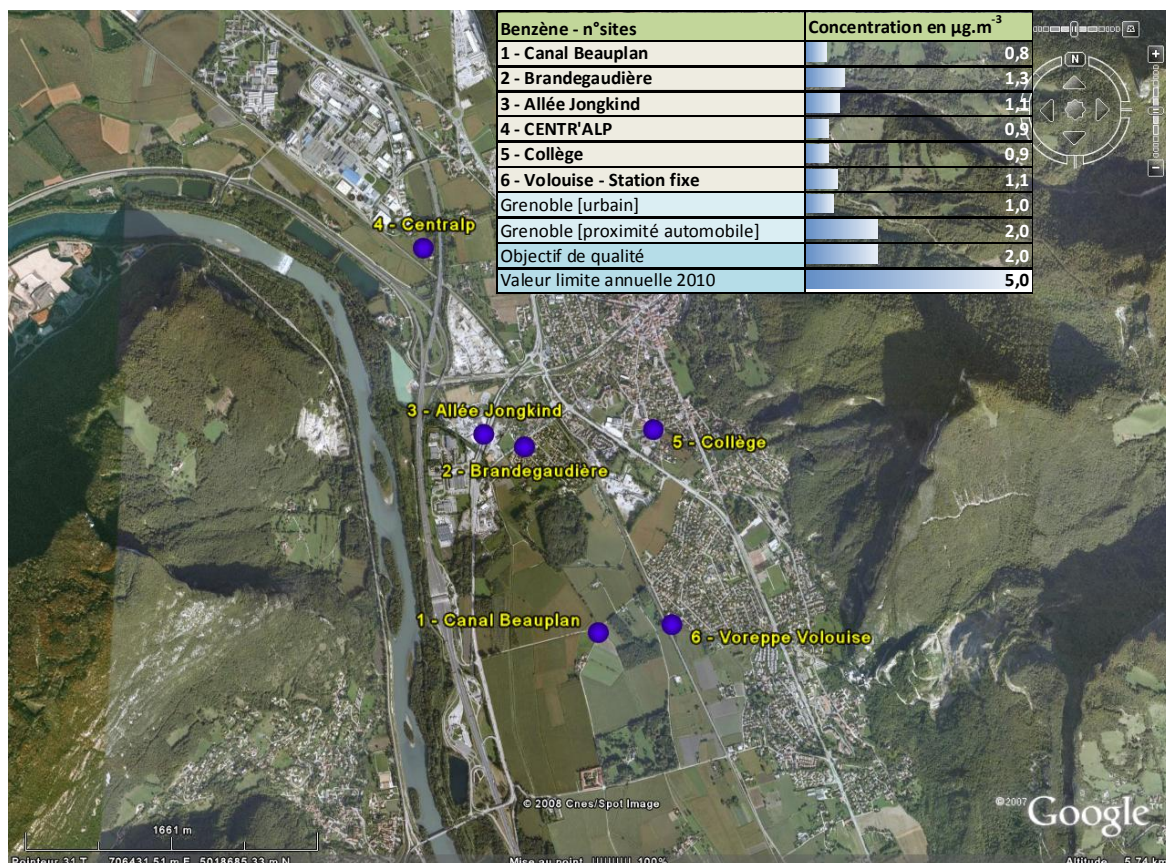
⁸ Trafic supérieur à 20 000 véhicules par jour

⁹ Le chauffage au bois est une source non négligeable d'émission de benzène selon le Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) : www.citepa.org. Le secteur résidentiel tertiaire représente 76% des émissions de benzène en particulier en raison de la combustion du bois ; 15% pour le transport routier.

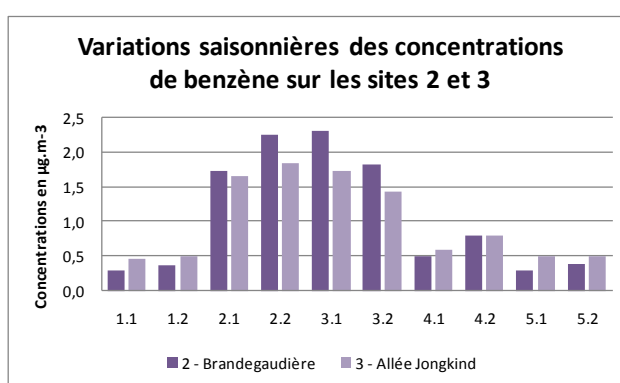
Variation spatiale

Le benzène fait partie des composés dont la variation spatiale a pu être étudiée en 6 points du domaine d'étude. Les mesures ont été réalisées par tubes à diffusion passive, technique moins précise mais dont la représentativité dans le temps est meilleure en raison de la durée plus importante d'exposition (56 jours contre 24 pour le prélèvement actif).

Les faibles concentrations et amplitudes observées sur la carte ci-après, permettent de conclure au respect de l'objectif de qualité concernant le benzène sur l'ensemble de la zone d'étude.



Les niveaux de benzène sur les sites 3 et 6 sont proches de ceux mesurés en fond urbain sur l'agglomération grenobloise. Paradoxalement, les niveaux enregistrés sur le site 2 (Brandegaudière) apparaissent légèrement plus élevés, alors que ce point est plus éloigné de la route et de l'émetteur industriel que le site 3. Sur ces deux points en particulier, il est intéressant d'observer l'historique de l'évolution du benzène en fonction des saisons. Le graphique montre pendant les périodes froides (2.1 à 3.2) des niveaux de benzène plus élevés dans le quartier Brandegaudière (site 2) qu'à proximité des sources industrielles et trafic (site 3), à l'inverse des autres périodes. Il est ainsi probable que le chauffage résidentiel, notamment au bois, soit à l'origine de cette particularité. En effet, il est connu que ce type de chauffage est un émetteur important de benzène au sein des émissions du secteur résidentiel et tertiaire, comme le montre de nombreux travaux sur les inventaires d'émission. Le même phénomène a été observé aux mêmes périodes dans le quartier Volouise (site 6) avec des concentrations hivernales au-dessus de celles observées en proximité automobile et industrielle (site 3).

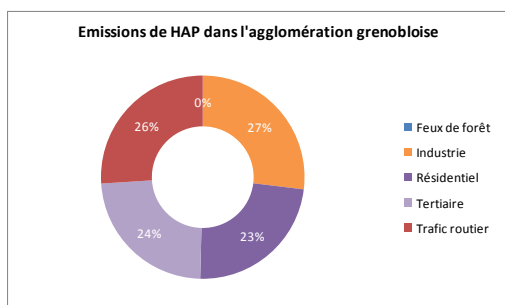


3.1.5 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

HAP totaux

Les HAP sont surveillés dans l'air ambiant en raison du caractère cancérigène de certains d'entre eux dont **le benzo(a)pyrène** qui est le seul à posséder une valeur réglementaire : **valeur cible applicable en 2012, fixée à 1 ng.m⁻³** par la Directive 2004/107/CE. Ce texte impose également la surveillance d'une liste de HAP, comprenant le benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(j)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, indeno(1,2,3-cd)pyrène, dibenzo(a,h)anthracène. Les composés HAP sont surveillés dans l'air ambiant sur les agglomérations grenobloise et lyonnaise depuis l'année 2000. Cette surveillance a déjà fait l'objet de deux rapports détaillés (Atmo-RhôneAlpes, 2006 ; 2008).

Les HAP sont présents dans l'atmosphère urbaine car ils sont émis à la fois par les combustibles fossiles et la combustion de biomasse (végétaux, bois) (CITEPA, 2008). Ces composés, selon leurs caractéristiques peuvent être présents dans l'air sous forme gazeuse ou particulaire. Ces deux formes ont été prélevées sur le site 2-Brandegaudière durant 24 prélèvements de 24 heures.

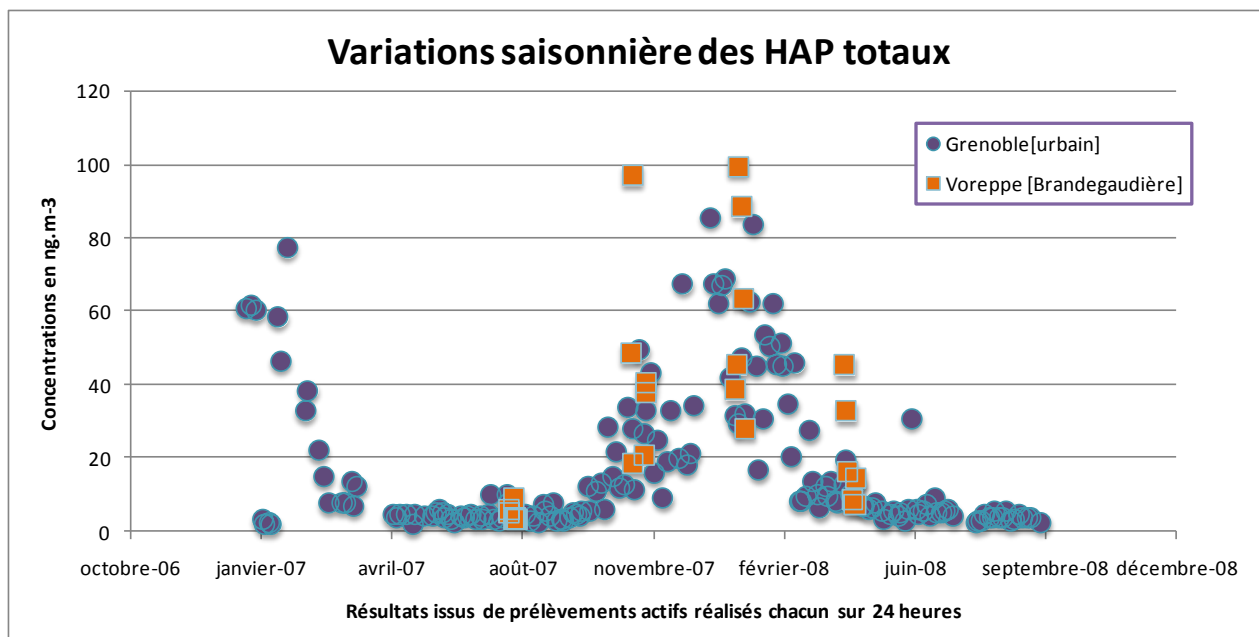


Source :
Atmo-
RhôneAlpes
GIE inventaire
des émissions
de HAP en
2003
(v2008-1)

	Signification des abréviations HAP	Forme
NAP	Naphtalène	Gazeux
2-metNAP	2-méthylnaphtalène	Gazeux
AC	Acénaphène	Gazeux
FL	Fluorène	Gazeux
PHE	Phénanthrène	Gazeux
AN	Anthracène	Gazeux
FA	Fluoranthène	Particulaire/Gazeux
PY	Pyrène	Particulaire/Gazeux
2-metFA	2-méthylfluoranthène	Particulaire/Gazeux
BaA	Benzo(a)anthracène	Particulaire/Gazeux
CHR	Chrysène	Particulaire
BeP	Benzo(e)pyrène	Particulaire
BjFA	Benzo(j)fluoranthène	Particulaire
BbFA	Benzo(b)fluoranthène	Particulaire
BkFA	Benzo(k)fluoranthène	Particulaire
BaP	Benzo(a)pyrène	Particulaire
BBahA	Dibenzo(a,h)anthracène	Particulaire
BghiP	Benzo(g,h,i)pérylène	Particulaire
IP	Indeno(1,2,3,cd)pyrène	Particulaire

Les concentrations de HAP totaux (sommées des concentrations des composés listés dans le tableau) observées durant l'étude varient dans les mêmes proportions que celles du site de référence en milieu urbain sur Grenoble. Les variations saisonnières sont importantes et les concentrations sont les plus hautes en hiver. Deux raisons à ces maxima hivernaux : les conditions météorologiques propices à la stagnation des masses d'air et à l'accumulation des polluants, et les sources plus importantes de combustion liées au chauffage.

Pour mémoire, l'analyse des concentrations de particules fines (PM₁₀) a montré des concentrations s'élevant ponctuellement en période froide, la nuit, en dehors des heures de pointes du trafic routier : leur provenance pourrait être, comme pour le benzène, le chauffage résidentiel du quartier.



Le Benzo(a)pyrène

Benzo[a]pyrène en ng.m ⁻³	Moyenne	Max. sur 24h
Site 2 -Brandegaudière	0,69	2,77
Grenoble [urbain] juil07 à avr08 (période étude)	0,66	2,93
Grenoble [urbain] 2007	0,41	2,93
Grenoble sud [industriel] campagnes 2006-2007	0,60	5,80
Grenoble [trafic] 2004	0,94	4,30

Repère réglementaire

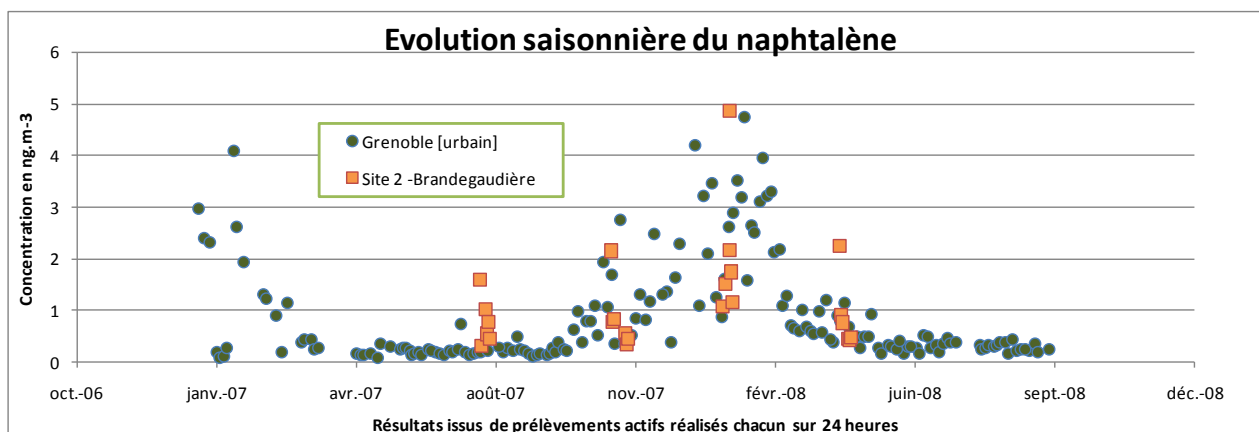
Valeur cible annuelle
année 2012
B(a)P = 1 ng.m⁻³

La concentration en moyenne annuelle estimée de B(a)P sur Voreppe respecte la valeur cible, comme sur tous les autres sites surveillés en Isère.

Comme le montre le graphique précédent, les concentrations de HAP peuvent varier fortement pendant l'année, ce qui rend difficile l'estimation de la concentration moyenne annuelle.

Sur la même période englobant les 4 saisons, la concentration sur Voreppe est similaire à celle de Grenoble [urbain] et conforme à la réglementation.

Naphtalène

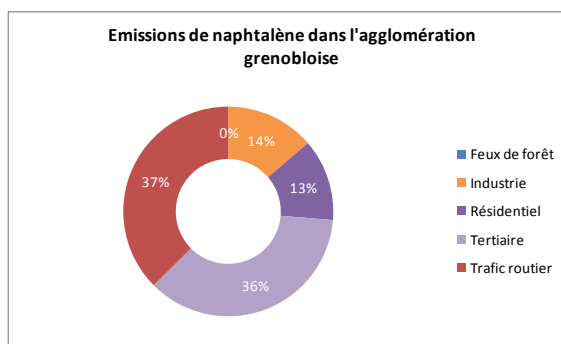


Ce composé (dont l'abréviation est notée NAP) est le plus volatile des HAP mesurés par prélèvement actif et le plus difficile à quantifier par la méthode de référence de prélèvement à haut débit.

Les concentrations de naphtalène ne sont actuellement pas réglementées en air ambiant. Les effets cancérogènes et non cancérogènes de ce polluant sur l'animal, ont amené des pays comme le Canada à recommander une valeur guide de 22,5 µg.m⁻³ sur 24 heures pour l'air ambiant concernant la santé humaine, et de 36 µg.m⁻³ sur 30 mn pour les odeurs.

La commission européenne a établi en 2005 une limite d'exposition sur le long terme à 10 µg.m⁻³.

Selon Santé CANADA (Environnement CANADA, Juillet 2008), le naphtalène est utilisé dans de nombreuses fabrication (chimique, pharmaceutique, cosmétique). Il est également présent dans certains produits de consommation (solvant, additifs des essences, antiparasitaires). Mais la source d'exposition de la population générale au naphtalène proviendrait à 99% de l'air intérieur dont les concentrations maximales peuvent dépasser les 100 µg.m⁻³.



Source : Atmo-RhôneAlpes GIE inventaire des émissions en 2003 V2008-1

Les sources de naphtalène dans l'air ambiant de l'agglomération grenobloise sont principalement issues du trafic routier et susceptibles d'être émis aussi par l'industriel STEPAN Europe sur la commune de Voreppe.

Les concentrations de naphtalène durant l'étude ont été analysées à l'aide de prélèvements haut-débit. Les résultats obtenus sont de l'ordre de ceux rencontrés sur les autres sites de référence. Ces résultats, en raison de la technique de référence employée sont très probablement sous-estimés, car présentant des concentrations de l'ordre du nanogramme par mètre cube d'air.

L'analyse spatiale réalisée par une autre méthode (tube à diffusion passive) délivre par contre des concentrations souvent en-dessous de la limite de détection sur les 6 points de mesures, sauf sur le *site2-Brandegaudière* et *3-Allée Jongkind*. Ces résultats, plus cohérents avec les niveaux connus dans l'environnement, varient de 2 à 3,8 µg.m⁻³ et sont très en-dessous de la valeur guide canadienne (22,5 µg.m⁻³). L'expression de la concentration des

résultats par tubes passifs en $\mu\text{g.m}^{-3}$ et la valeur tout à fait standard des concentrations a été confirmée par le laboratoire Radiello¹⁰.

Ainsi, sur le quartier Brandegaudière et sur la référence grenobloise, les niveaux moyens de naphtalène suivent également les variations saisonnières liées à la météorologie avec une hausse de concentration en hiver.

Les sources potentielles d'émission de naphtalène sur la zone sont multiples : la circulation automobile, les émissions industrielles de STEPAN soumises à arrêté préfectoral, la production d'enrobé (DRIRE Normandie, 2004), et spécifiquement sur la campagne de mesure estivale, les émissions résiduelles dues à la pose d'enrobés sur la RD3 (à 200 mètres du site).

Les niveaux plus élevés observés par rapport au site de référence lors de la campagne estivale (juillet 07 ; cf. graphique page précédente), tout en restant très en-deçà des valeurs repères, sont ainsi potentiellement dus à des émissions industrielles ou produites lors des travaux d'enrobage de la voirie.

Naphtalène en ng.m^{-3} (prél. Haut débit)	Moyenne	Max.
Site 2 –Brandegaudière	1,15	4,87
Grenoble [urbain] juil07-avr08 (période étude)	1,23	4,75
Grenoble [urbain] 2007	0,70	4,19
Grenoble sud [industriel] campagnes 2006-2007	1,40	9,60
Grenoble [trafic] 2004	0,84	2,69

Repères
Valeur guide CANADA NAP = 22,5 $\mu\text{g.m}^{-3}$
Commission européenne Limite d'exposition long terme 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$

Variation spatiale du naphtalène

Les périodes présentant des détections de naphtalène par la méthode des tubes passifs sont les suivantes :

- Du 30/10/2007 au 8/11/2007 : site 2 (3,8 $\mu\text{g.m}^{-3}$) et site 3 (3,0 $\mu\text{g.m}^{-3}$)
- Du 8/1 au 15/1 2008 : site 3 (2,1 $\mu\text{g.m}^{-3}$)

Ces concentrations sont cependant très proches du seuil de détection de 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ et conformes aux valeurs guides connues concernant ce polluant.

Ainsi, concernant le naphtalène, les concentrations mesurées sont proches du fond urbain grenoblois et conformes aux valeurs repères quels que soient le site de mesures et la méthode de mesures employée.

Durant la campagne de l'été 2007, le site 2-Brandegaudière a montré des mesures se distinguant de celles enregistrées sur le site de référence grenoblois. Ces dernières montrent une influence locale spécifique à cette période dont la source peut être industrielle ou liée la manipulation d'enrobés (pose ou production).

¹⁰ Fondation Maugeri, PADOVA : communication personnelle de Paolo Sacco, octobre 2008

3.2 COV précurseurs de l'ozone et hydrocarbures chlorés

Les COV sont présents dans l'atmosphère urbaine et peuvent être émis par de nombreuses sources (industrielles, naturelles, automobiles, combustions, utilisation de solvants ...). Ces composés, notamment en été participent avec les oxydes d'azote à la formation de l'ozone dans l'air : 30 d'entre eux sont surveillés pour leur potentiel de formation de l'ozone et ainsi nommés « précurseurs » de l'ozone.

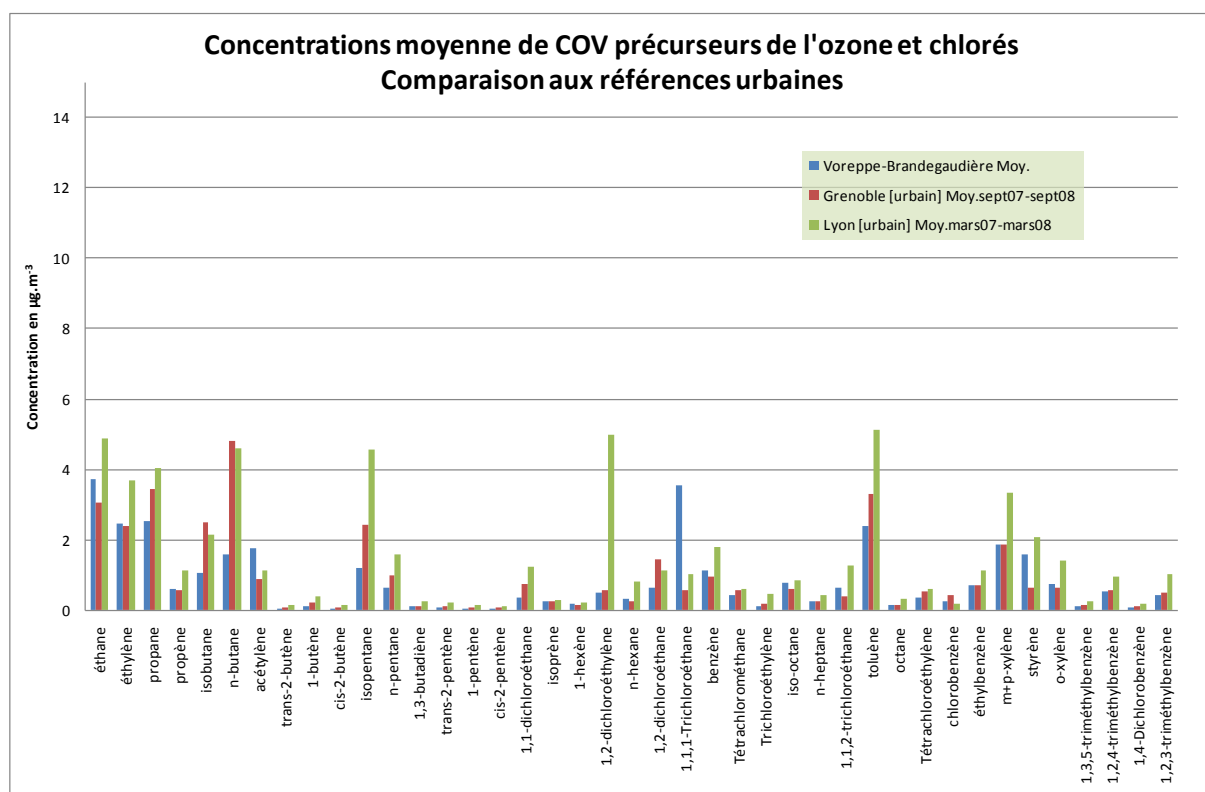
La surveillance de ces composés dans l'air est réalisée actuellement dans le cadre du plan régional de surveillance de la qualité de l'air (PSQA) dans 4 agglomérations de la région (Grenoble, Lyon, Saint-Etienne, Valence) et sur un site rural (plaine de Bièvre). D'autres résultats, obtenus lors d'une étude (ASCOPARG, COPARLY, SUP'AIR, 2006-2007) sur les grandes zones industrielles de la région Rhône-Alpes, viennent compléter une base de résultats de référence qu'il est possible de comparer aux résultats sur Voreppe.

L'histogramme des concentrations moyennes présenté ci-après, permet de visualiser les niveaux de COV sur la zone d'étude, et de les comparer aux sites de référence.

La plupart des composés¹¹ sur le site 2-Brandegaudière sont en-dessous des niveaux des sites de référence, excepté un groupe de 4 composés qui demeure cependant dans des gammes de concentrations moyennes très faibles :

- Le 1,1,1-trichloroéthane
- Le 1,1,1,2-trichloroéthane
- Le styrène
- L'acétylène

L'étude des maxima sur la période (non présentée dans ce document), aboutit aux mêmes constatations.



¹¹ Dont le 1,2,4-triméthylbenzène faisant l'objet d'un zoom ci-après

Concentrations en $\mu\text{g.m}^{-3}$	1,1,1-Trichloroéthane	1,1,2-Trichloroéthane	Styrène	Acétylène	1,2,4-Triméthylbenzène
Voreppe-Brandegaudière Moyenne	3,5	0,6	1,6	1,8	0,1
Voreppe-Brandegaudière Maximum sur 24h	29,3	6,2	4,1	4,2	0,3
Grenoble [urbain] Max.sept07-sept08	1,7	0,9	2,8	3,2	0,5
Grenoble [urbain] Moy.sept07-sept08	0,6	0,4	0,6	0,9	0,1
Sud grenoblois [proximité industrielle] Moy.	0,4	<ld	-	1,2	1,5
Sud grenoblois [proximité industrielle] Max.	1,4	<ld	-	4,7	9,2

Le **1,1,1 trichloroéthane** (INRS, 2007) est un solvant industriel (dégraissage, nettoyage) très utilisé dont la manipulation et l'importation sont interdits par la communauté européenne depuis 1996 en raison de potentiel de formation de l'ozone. Sa synthèse chimique peut être réalisée à partir du **1,1,2 trichloroéthane** (INERIS, 2006), composé également présent dans les analyses, et potentiellement présent en tant qu'impureté dans le 1,1,1 trichloroéthane. L'utilisation du 1,1,2-trichloroéthane, depuis 1991 ne peut être qu'industrielle lorsque il entre à des proportions supérieures à 0,1% dans la composition de substances destinées par exemple au nettoyage ou est utilisé comme intermédiaire réactionnel. **Les concentrations de ces deux composés sur Voreppe restent dans la gamme des concentrations observées à proximité de zones industrielles de la région Rhône-Alpes (sud grenoblois, Roussillon ou sud lyonnais) et n'ont pas été, à ces niveaux, jugés par la CIRE¹² comme pouvant provoquer un effet sanitaire.**

Le **styrène** et l'**acétylène**, ne sont également pas des composés connus pour être manipulés ou susceptibles d'être émis sur la zone. L'acétylène est couramment utilisé comme traceur de la pollution d'origine automobile (ATMO PACA, 2004) ; il fait également partie des traceurs du chauffage domestique (LCSQA, 2004). Le styrène est également émis par la circulation automobile et peut être généré par une combustion¹³ de plastiques ou de polystyrènes. **Les concentrations mesurées restent cependant proches du fond urbain grenoblois et lyonnais.**

Ces quatre composés ne sont ni manipulés ni produits par l'industriel STEPAN Europe situé à proximité du lieu de prélèvement. Leurs niveaux, bien que très modérés, montrent une influence de type industrielle ou trafic, en comparaison aux références connues. La proximité au trafic automobile est une source potentielle de styrène et d'acétylène (ADEME, 1998) ; ce qui n'est pas le cas des deux formes du trichloroéthane dont la présence est probablement liée à une utilisation locale.

1,2,4-triméthylbenzène

Les niveaux de concentration de ce composé, faisant partie de la liste des composés concernés par l'arrêté préfectoral de la société STEPAN Europe, ont fait l'objet d'un zoom spécifique.

Egalement considéré précurseurs de l'ozone (cf. précédent histogramme), les mesures ont été réalisées à la fois sur le site 2-Brandegaudière (méthode active et passive) et sur les 5 autres sites (méthode passive) pour observer la variation spatiale de ce polluant.

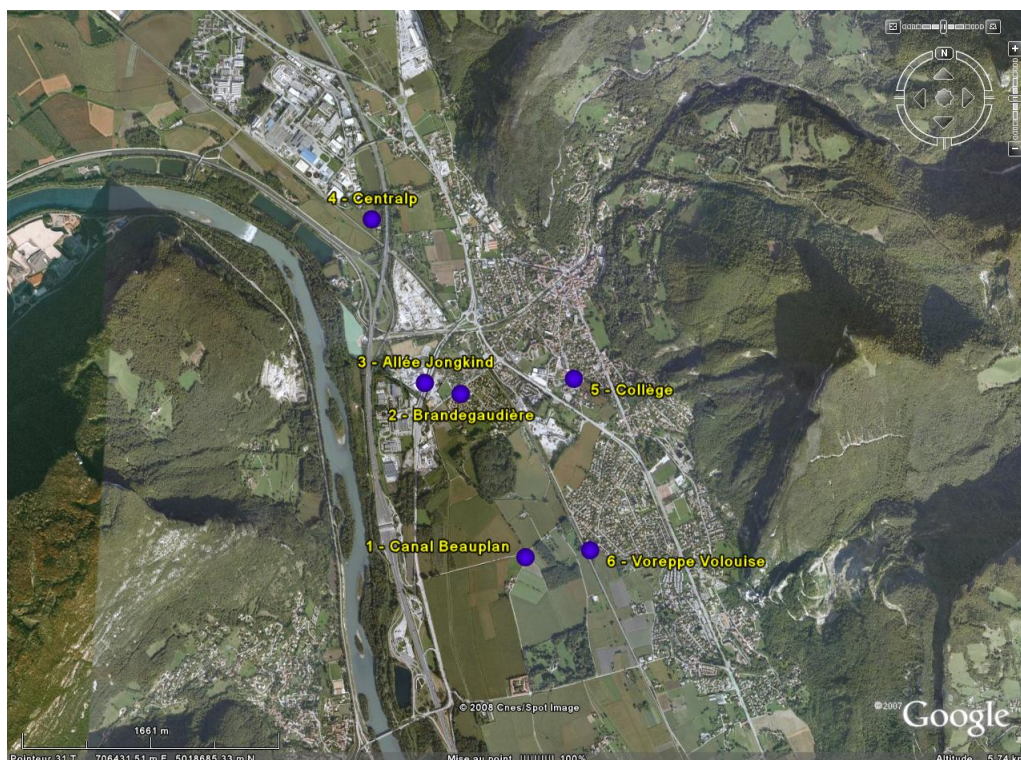
Trois composés COVs (benzène, toluène et 1,2,4-triméthylbenzène) ont ainsi été mesurés par tube passif.

Les concentrations estimées en moyenne annuelle sont très proches du fond urbain grenoblois. Les différences de concentrations entre les sites sont faibles et à relativiser au

¹² CIRE : Cellule Inter Régionale d'Epidémiologie

¹³ Les feux, constatés par un riverain à proximité de la zone d'étude en juillet et août 2007 peuvent être à l'origine de la présence de styrène.

regard de la moindre précision des tubes à diffusion passive, qui visent principalement à observer les variations de concentration entre les sites de mesures.



Repères
1,2,4-triméthylbenzène

Valeurs médianes observées par l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur

Air intérieur 4,1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
Air extérieur 1,4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

L'analyse de la variation spatiale des rapports de concentrations entre les 3 polluants montre cependant une singularité sur le site 3 "Allée Jongkind" proche de l'industriel STEPAN Europe (cf. tableau ci-après) : le rapport toluène/benzène (couramment utilisé pour identifier la source automobile) est constant sur l'ensemble des sites, alors que celui concernant le 1,2,4-triméthylbenzène/benzène se distingue sur le site 3.

Sur ce site n°3, la concentration moyenne est également la plus élevée (1,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), en comparaison de celles des autres sites où les moyennes ne dépassent pas 0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ et restent dans le niveau fond observé dans l'agglomération grenobloise (0,6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Concentration en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Benzène	Toluène	1,2,4-triméthyl benzène	Rapport Toluène / Benzène	Rapport 1,2,4-triméthyl benzène / benzène
1 - Canal Beauplan	0,8	1,9	0,3	2,2	0,4
2 - Brandegaudière	1,3	2,5	0,5	2,0	0,4
3 - Allée Jongkind	1,1	2,9	1,5	2,5	1,3
4 - CENTR'ALP	0,9	2,2	0,4	2,4	0,4
5 - Collège	0,9	2,2	0,3	2,4	0,4
6 - Volouise - Station fixe	1,1	2,2	0,3	2,0	0,3

Concernant le composé 1,2,4-triméthylbenzène, quels que soient les sites étudiés et la méthode de mesures employée, les concentrations sont faibles et proches du fond urbain grenoblois et inférieures aux niveaux habituellement rencontrés en air intérieur (OQAI, 2004).

3.3 Autres composés réglementés par arrêté préfectoral

3.3.1 Aldéhydes (ALD) : formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine

Huit composés aldéhydes ont été mesurés durant cette étude à l'aide de deux méthodes complémentaires à l'instar du benzène : en 6 points par tube à diffusion passive et par prélèvement actif sur le site 2-Brandegaudière.

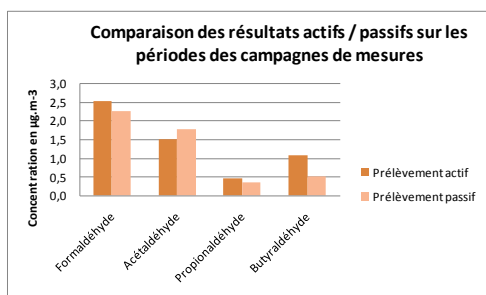
L'**acétaldéhyde**, le **formaldéhyde** et l'**acroléine** ont fait l'objet d'une attention particulière puisqu'ils appartiennent également à la liste des composés dont la surveillance est fixée dans l'arrêté préfectoral concernant l'industriel STEPAN Europe. Cependant, aucune réglementation en air ambiant n'existe pour ces composés. Seul le formaldéhyde, depuis 2007, dispose de deux valeurs guides¹⁴ pour l'air intérieur.

Ces substances font partie également des produits potentiellement émis par la circulation automobile. Le **formaldéhyde**, également présent dans l'air urbain, provient aussi d'autres sources (circulation automobile, certains matériaux et solvants) et entre dans les réactions photochimiques complexes de production de l'ozone. Le formaldéhyde est un polluant majeur en air intérieur où les concentrations moyennes sont de l'ordre de 20 µg.m⁻³.

Parmi ces 8 aldéhydes mesurés, trois présentent des concentrations en dessous des limites de détection des appareillages : le benzaldéhyde, l'isovaléraldéhyde, le valéraldéhyde.

L'**acroléine** est quasiment non détectée sur les 6 points du domaine d'étude, hormis une seule fois¹⁵ sur le site 2-Brandegaudière à une concentration de 0,24 µg.m⁻³ très proche du seuil de détection (limite qui varie selon les performances du laboratoire de 0,2 à 0,6 µg.m⁻³). Ce résultat peut de ce fait être considéré comme marginal. Les mesures d'acroléine réalisées durant la même semaine sur le même site par prélèvement actif présentent également toutes des concentrations inférieures au seuil de détection. Sur le site de référence de Grenoble [urbain], l'acroléine n'a jamais été détectée ainsi que sur l'ensemble des mesures déjà réalisées sur la région Rhône-Alpes.

La méthode de référence par prélèvement actif a été confrontée, sur le site 2-Brandegaudière, à la méthode par tube à diffusion passive. Bien que non réalisées sur les mêmes pas de temps¹⁶, les mesures peuvent être considérées comme concordantes car présentant des gammes de concentrations équivalentes (voir histogramme ci-dessous).



Repère

Valeur guide air intérieur AFSSET

Formaldéhyde (long terme) = 10 µg.m⁻³

Formaldéhyde (court terme) = 25 µg.m⁻³

Concentrations moyennes des campagnes en µg.m ⁻³	Formaldéhyde	Acétaldéhyde	Propionaldéhyde	Butyraldéhyde	Benzaldéhyde	Isovaléraldéhyde	Valéraldéhyde	Acroléine
(ld = limite de détection)								
1 - Canal Beauplan	1,9	1,2	0,4	1,1	<ld	<ld	<ld	<ld
2 - Brandegaudière	2,5	1,5	0,5	1,1	<ld	<ld	<ld	<ld
2 - Brandegaudière (prél.actifs)	2,3	1,8	0,3	0,5	0,9	<ld	<ld	<ld
3 - Allée Jongkind	2,4	1,8	0,5	1,2	<ld	<ld	<ld	<ld
4 - CENTR'ALP	2,0	1,4	0,4	1,1	<ld	<ld	<ld	<ld
5 - Collège	2,0	1,2	0,4	1,1	<ld	<ld	<ld	<ld
6 - Volouise - Station fixe	2,2	1,2	0,4	1,2	<ld	<ld	<ld	<ld
Grenoble [urbain]	2,3	1,6	0,5	1,6	<ld	<ld	<ld	<ld
Sud grenoblois [prox.industrielle]	2,6 à	1,3	0,2	0,3	0,7	0,3	0,1	-
3 sites - 2006-2007 (prél.actifs)	18,4	à 3,9	à 0,6	à 0,6	à 3,7		à 0,4	

¹⁴ Valeurs guides AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail) – www.afsse.fr

¹⁵ Semaine du 8 au 15 janvier 2008.

¹⁶ Prélèvement actif sur 8 heures (6 fois par campagne), prélèvement passif sur 7 jours (2 fois par campagne).

Variation spatiale

Au regard des résultats présentés dans le tableau ci-dessus, les concentrations observées sur les sites de mesures sont faibles et similaires au fond urbain du site de référence grenoblois.

La variation spatiale entre les sites est très faible. Seul l'acétaldéhyde apparaît légèrement au-dessus des autres sites concernant les sites 2 et 3, en restant cependant très proche du niveau de fond grenoblois.

Ainsi les niveaux d'aldéhyde mesurés sur les 6 sites de la commune de Voreppe peuvent être qualifiés sur l'ensemble des campagnes de comparables au fond urbain de l'agglomération grenobloise. En particulier, les aldéhydes dont la surveillance est soumise à un arrêt préfectoral, ne présentent pas des niveaux témoignant d'une influence industrielle sur les sites éloignés. Les niveaux des sites 2 et 3 (Quartier Brandegaudière), concernant l'acétaldéhyde uniquement, sont environ 10% au-dessus du fond urbain : cette faible différence pourrait être en partie attribuable à la source industrielle ou automobile.

Analyses complémentaires

3.4 Composés odorants

3.4.1 Données connues sur la zone

Plusieurs études sur les odeurs, notamment avec un sondage de la population, ont été réalisées sur Voreppe depuis 2005 par l'entreprise STEPAN Europe :

- Etude de la société BURGEAP (2005) : enquêtes auprès de la population riveraine, mesures olfactométriques à la source, modélisation. Etude réalisée en partenariat avec l'ADEME.
- Analyses olfactométriques (Odotech) : février 2007 et octobre 2008. Mesure d'efficacité de l'oxydateur thermique (mesures d'odeurs) installé suite aux préconisations de l'étude 2005.

L'étude réalisée en 2005 a montré que le fond odorant provenait de multiples sources sur le quartier de Brandegaudière, dont les caractéristiques odorantes sont les suivantes :

- Chimie, dont STEPAN Europe
- Goudron (centrale d'enrobés)
- Traitement des déchets :
 - Déchetterie de la Buisse
 - Station d'épuration (Aquapole)
 - Aquantis (station de traitement des eaux)
- Guérimand (papeterie de Voiron)

Concernant les odeurs provenant de STEPAN Europe spécifiquement, il a été montré que les odeurs attribuées en 2005 à l'entreprise provenaient principalement de deux types de productions (Ninate, Esteramine) et du bassin d'eaux usées. Selon les modélisations réalisées par le bureau d'étude, l'impact olfactif maximal semblait restreint à un périmètre de 500 mètres englobant notamment une partie du quartier de Brandegaudière (dont le site de mesures n°2 de la présente étude).

Comme l'ont confirmé les mesures météorologiques de cette étude, le quartier Brandegaudière est sous l'effet d'une orientation très défavorable des vents qui véhiculent les odeurs. En effet la majorité des masses d'air proviennent du nord-ouest après être passées sur un axe comprenant la majorité des sources d'émissions répertoriées sur la zone.

L'étude menée en 2005 a montré que le fond odorant était issu de la production continue d'Esteramine à laquelle s'ajoutait la production de Ninate ; la combinaison de ces deux situations pouvait ainsi être à l'origine du déclenchement des plaintes d'odeurs. Par ailleurs, la modélisation des émissions odorantes du bassin d'eaux usées mettaient en évidence une zone d'influence ne dépassant pas les limites de l'usine.

A noter que depuis 2007, un oxydateur thermique a été installé pour réduire les odeurs dues aux productions de Ninate et Esteramine. Selon les mesures d'odeurs issues des rapports 2007 et 2008 de la société Odotech, la réduction des émissions odorantes ¹⁷traitées par l'oxydateur thermique est supérieure à 90%.

¹⁷ Réduction des concentrations d'odeur de 6740 unité d'odeur/m³ à 400 u.o/m³

3.4.2 Choix des traceurs odorants

Un des objectifs de l'étude ASCOPARG étant de faire le lien entre concentration de polluants dans l'air et ressenti d'odeur, il convient de choisir certains composés traceurs qui pourront ensuite être analysés dans les 29 prélèvements de 24 heures recueillis sur le site 2-Brandegaudière ; et déjà utilisés pour quantifier les COV précurseurs de l'ozone et les COV chlorés.

Ainsi 10 composés organiques volatils ont été choisis sur la base des études réalisées sur la zone. Ces derniers sont représentatifs des productions de **Ninate** et **Esteramine**, mais susceptibles d'être émis par d'autres sources.

En raison du pas de temps 24 heures, nous ne sommes pas dans les conditions idéales pour enregistrer des concentrations dépassant les seuils odorants. En effet, les seuils olfactifs peuvent être atteints pendant des durées très courtes de l'ordre de la minute ou de l'heure sans que la concentration moyenne sur une journée ne dépasse le seuil.

Une analyse plus précise de la situation odorante aurait nécessité un dispositif avec un jury de nez volontaire tel que celui mis en place sur le projet RespiraLyon¹⁸ et des mesures instantanées à réaliser au moment du ressenti de l'odeur. Cette phase de l'étude avait été envisagée mais n'a pu être financée dans le cadre du présent travail.

Il convient également de préciser que le lien entre odeurs et concentration dans l'air est aussi très difficile à établir en raison de la très grande sensibilité de l'odorat humain qui est capable de détecter des concentrations non détectables à l'analyse.

Cependant, un ressenti d'odeur peut être considéré comme une nuisance importante et ne pas toujours présenter des concentrations détectables, ou ayant un impact sur la santé.

Concentrations des composés odorants traceurs

Composés odorants (1)	Famille chimique	Détection / Quantification	Taux de détection (3)	de	Période spécifique de détection	Moyenne 4 campagnes Été07>Pr.08 En $\mu\text{g.m}^{-3}$	Maxima sur 24 heures En $\mu\text{g.m}^{-3}$
Ethanol	Alcool	Oui	20% (été 2007)	(été	Été 07	64 (256-été 07)	548
3 pentanol	Alcool	Non détecté	-	-	-	-	-
2,3-butanedione	Cétone	Oui	87%	Toutes		26	552
2-Heptanol-5-methyl	Alcool	Non détecté	-	-	-	-	-
Nonane	Alcane	Non détecté	43%	Aut.07/Été08		0,15	0,58
Acétaldéhyde	Aldéhyde	Oui	100% (2)	Toutes		1,8 (2)	3,2 (2)
Hexanal	Aldéhyde	Oui	100%	Toutes		1,4	6,5
Heptanal	Aldéhyde	Oui	83%	Toutes sauf été 08		3,0	16,0
Octanal	Aldéhyde	Oui	38%	Été-automne 07		0,5	2,6
Nonanal	Aldéhyde	Oui	24%	Été-automne 07		0,3	2,5

(1) Méthode de prélèvement par canister sur 24 heures sur l'ensemble des composés du tableau ; excepté l'acétaldéhyde.

(2) Méthode par prélèvement actif sur 8 heures le même jour (10h-18h). Pas de prélèvements en été 07 ; reprogrammés été 08

(3) Taux de résultats en % au-dessus de la limite de détection du laboratoire

Le tableau ci-dessus permet de noter les informations suivantes :

- l'absence de détection de 3 des 10 composés traceurs.
- Parmi les 7 restants, deux composés issus des productions d'esteramine sont détectés sur toutes les analyses (100% du temps) : acétaldéhyde et hexanal,
- Un des composés (2,3-butanedione) n'est pas détecté systématiquement mais l'est cependant durant toutes les campagnes (86% du temps).

¹⁸ Pour plus d'information : www.respiralyon.org

- Trois composés n'ont été détectés que sur une des 5 campagnes (été 2007) : Ethanol, octanal, nonanal.
- Les concentrations moyennes d'éthanol et de 2,3-butanedione peuvent être qualifiées d'élevées, en notant toutefois que l'éthanol n'a été détecté que durant la campagne de l'été 07. Ces composés ne font pas l'objet de réglementation en air ambiant, ni de valeurs toxicologiques de référence, et ne disposent pas de seuils odorants connus. Les maxima relevés lors de l'été 2007 pour ces deux composés sont concordants avec ceux de l'alcool isopropylique (IPA) dont les résultats sont abordés au chapitre 4.2.

Repères

2,3-butanedione

Composé volatile présent dans le beurre, crèmes, produits lactés, vins.
Odeur caractéristique : fromage, beurre, transpiration fermentée.
Utilisé comme agent de saveur.

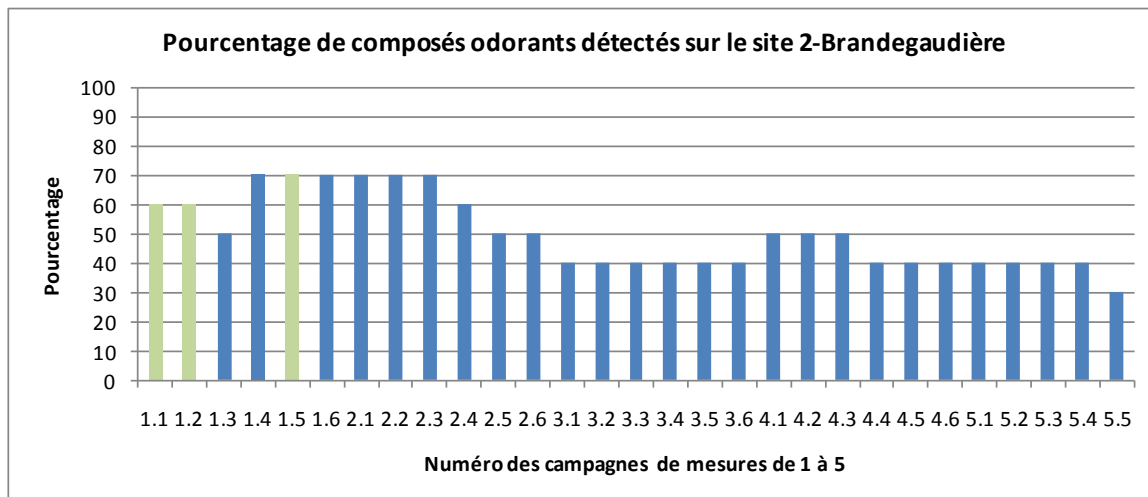
Concentrations observées en milieu professionnel : 14 à 350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
(0,004 à 98 ppm).

Il n'existe pas de valeur toxicologique de référence concernant ce composé

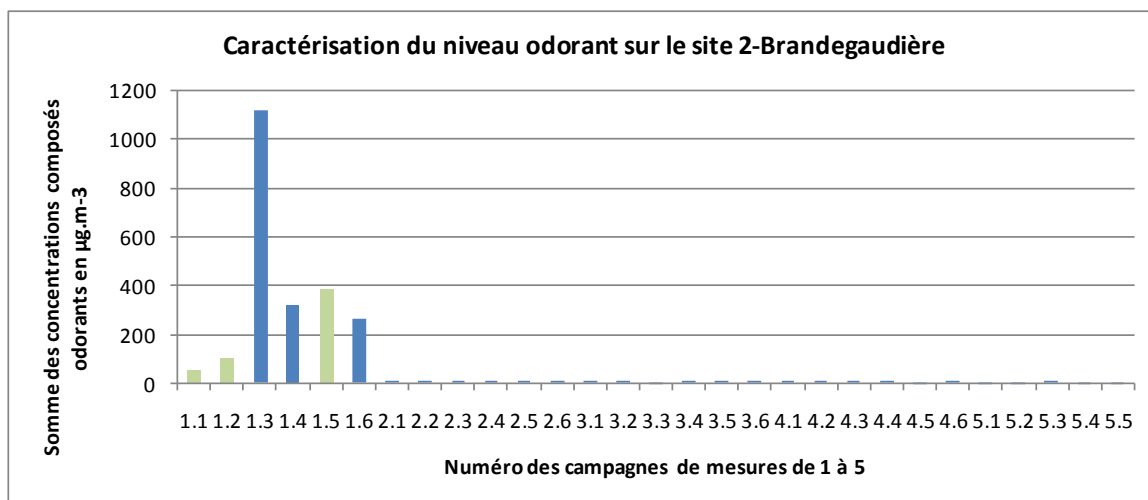
Evolution de la détection des composés odorants tout au long des campagnes

Sur la base des composés odorants détectés lors des campagnes, il est intéressant de visualiser le pourcentage de composés détectés lors des 29 prélèvements, afin de tenter de distinguer les journées susceptibles d'être touchées par des nuisances odorantes.

Les deux premières campagnes détectent le plus de composés (50 à 70% selon les jours) alors que les suivantes enregistrent entre 30 et 50% de détection.



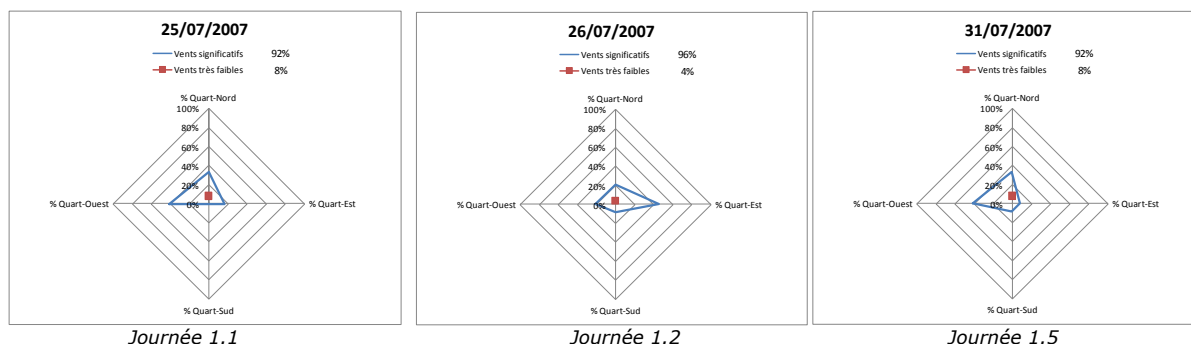
Dans un second temps, la somme des concentrations des traceurs sur les journées de mesures permet d'apporter une information sur la « charge » odorante. Ainsi, en termes de concentration, la première campagne se distingue particulièrement.



Le propriétaire du terrain sur lequel a été installé le laboratoire mobile procède régulièrement à des relevés journaliers, odorants et météorologiques, qui ont été croisés avec ces informations.

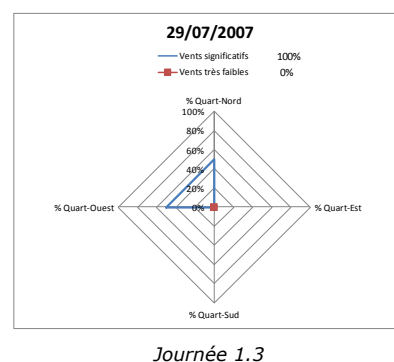
Trois journées de la campagne estivale 2007 (jours 1.1 ; 1.2 ; 1.5 marqués en vert) correspondent à un ressenti d'odeur qualifiée de type « STEPAN ». Ces journées ne présentent pas forcément les concentrations les plus élevées dans l'air comme l'indique l'historique de la somme des concentrations¹⁹ des composés.

¹⁹ Cette somme n'est pas pondérée du potentiel odorant de chaque composé ; ce paramètre n'étant pas connu.



Influence de l'orientation des vents

Les roses des vents simplifiées (ci-contre) sur les 3 dates correspondant au ressenti d'odeurs montrent le pourcentage de vent provenant de chaque direction. Ces 3 journées ne semblent pas les plus défavorables au niveau des directions de vent par rapport à la journée du 29/07/2007 (journée 1.3), par exemple, qui présente des vents en totalité en provenance du quart nord-ouest.



Cette observation des vents est par contre concordante avec la somme des concentrations de composés odorants mesurée le 29 juillet 07, mais ne fait pas l'objet ce jour là de relevés d'odeurs²⁰.

L'absence de relevés d'odeurs pendant les campagnes 3 à 5 (hiver 07 à été 08), semble corrélée avec les faibles concentrations d'odorants analysés. Cependant, il convient de noter que les odeurs continuent d'être ressenties régulièrement, selon les relevés d'odeur mis à disposition par le riverain.

Interprétation vis à vis des seuils odorants connus

Composés odorants	Gammes des concentrations mesurées sur 24 heures sur le site 2 Concentration exprimée en ppb ²¹	Seuil odorant en ppb	Ecart par rapport au seuil
Ethanol	0,1 à 286	84 000 (1)	0 à 0,3%
Acétaldéhyde	0,2 à 1,7	50 (1) - 15 (2)	1,3 à 11 % (2)
Hexanal	0,06 à 1,6	4 (2)	0,2 à 40%
Heptanal	0,1 à 3,4	3 (2)	3,3% à 113% (7% des analyses dépassent le seuil odorant)
Nonanal	0,05 à 0,40	1 (2)	5 à 40%

(1) Selon l'INRS (2005) : comparaison des seuils olfactifs de substances chimiques avec des indicateurs de sécurité
 (2) Base de données www.odour.org.uk

L'analyse des concentrations moyennes obtenues sur 24 heures avec les seuils olfactifs connus pour les traceurs odorants permettent de noter les points suivants :

²⁰ Les relevés sont utilisés à titre indicatif et dépendent de la présence du riverain.

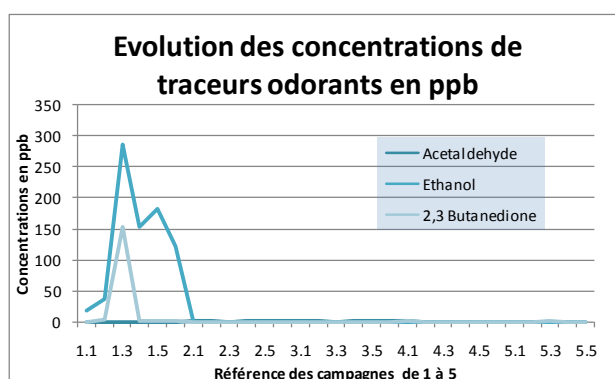
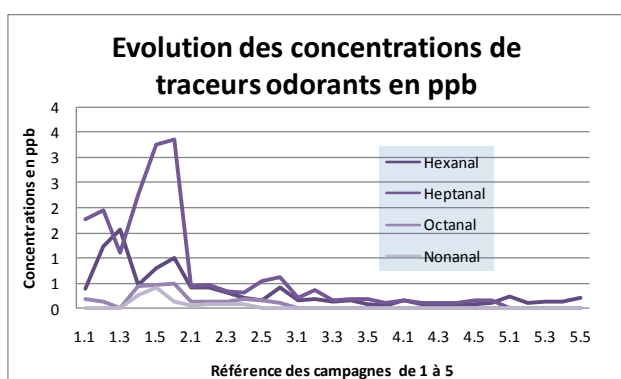
²¹ ppb : unité de concentration signifiant « partie par billion (ou milliard) ». 1ppb = 1 mole de gaz pour 1 milliard de moles d'air.

- Bien que présent en concentrations élevées durant l'été 2007, l'**éthanol** présente des niveaux éloignés du seuil odorant.
- Les concentrations d'**acétaldéhyde** sont également éloignées du seuil odorant.
- Les concentrations des aldéhydes **hexanal/heptanal/nonanal** peuvent pour certains prélèvements se rapprocher (hexanal, nonanal) ou dépasser (heptanal) leurs seuils odorants.

Le potentiel odorant de la famille des aldéhydes est particulièrement élevé, avec des seuils de concentration en ppb très bas.

Ainsi, ces résultats représentant des concentrations moyennes sur 24 heures, peuvent pour certains déjà dépasser les seuils odorants sur ce pas de temps.

Il convient également de retenir, comme l'illustrent les graphiques ci-dessous, que les concentrations d'odorants ont montré les niveaux les plus élevés durant les deux premières campagnes (été et automne 2007) et sont en baisse sensible sur les 3 suivantes.



Concernant le lien entre concentrations mesurées et seuils olfactifs connus, les résultats obtenus sur le quartier Brandegaudière sur 29 prélèvements de 24 heures, ont montré qu'un composé sur les 5 a dépassé les seuils olfactifs (heptanal) durant l'étude. Ce phénomène s'est par ailleurs concentré sur la première campagne de mesures durant l'été 2007 et ne s'est pas répété durant l'été 2008. Les niveaux des quatre autres composés sont éloignés ou se sont approchés au maximum de 40% de la valeur des seuils olfactifs.

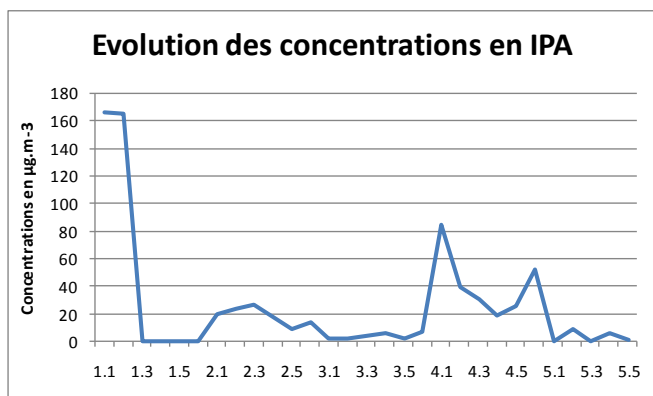
Les niveaux de 2 composés odorants se sont élevés ponctuellement à des maxima proches de $500 \mu\text{g.m}^{-3}$ lors de la campagne estivale 2007 (éthanol, 2,3-butanedione). Ces concentrations n'ont plus été observées sur les campagnes suivantes. La 2,3-butadione est cependant présente sur l'ensemble des campagnes avec une moyenne annuelle estimée à $26 \mu\text{g.m}^{-3}$. Ces deux composés ne disposent de valeur réglementaire en air ambiant, ni de valeur toxicologique de référence.

3.5 Autres composés associés aux productions STEPAN Europe

Une liste de composés associés aux productions d'esteramine et ninate a également été analysée. Les résultats sont présentés en **annexe 2**.

Les conclusions concernant ces composés sont les suivantes:

- 13 des 33 molécules ne sont jamais détectées à l'analyse,
- Un seul composé supplémentaire se distingue par rapport à ceux déjà mis en évidence. Il s'agit de l'alcool isopropylique (IPA) qui présente en moyenne ou en maxima des niveaux du même ordre que l'éthanol évoqué au chapitre précédent.



Repères

IPA Iso Propyl Alcohol

L'alcool isopropylique est principalement utilisé comme agent désinfectant. Il est couramment utilisé dans le secteur alimentaire, pharmaceutique, électronique, dans la formulation de peintures et vernis ...

Le seuil olfactif de ce composé peut varier de 37 à 610 ppm (15000 à 24000 µg.m⁻³).

Il n'existe pas de réglementation en air ambiant, ni de valeur toxicologique de référence concernant l'IPA

L'IPA provient en partie d'émissions diffuses de cuves de stockage d'une autre production de l'entreprise STEPAN Europe. Depuis le 16 août 2008, quelques jours avant la 5^{ème} campagne de mesures, un dispositif permettant de récupérer les vapeurs d'IPA lors des phases de remplissage a été mis en service (condenseur). Ce dernier a permis de récupérer et recycler près de 4 tonnes après 3 mois de fonctionnement. Ce traitement est complété par un traitement final des vapeurs non condensées sur un oxydateur thermique fonctionnant depuis janvier 2007. Cette deuxième partie du traitement est actuellement en test et sa mise en service est programmée en janvier 2009.

En conclusion, l'analyse d'une liste plus complète de composés issus des productions étudiées a montré des concentrations globalement tout à fait modérées avec notamment 13 des 33 substances jamais détectée. **Seul le composé IPA se distingue dans cette liste ; il a récemment fait l'objet d'investissement dans un but de réduction des émissions.**

3.6 Autres composés non spécifiques mesurés

Pour cette dernière liste de composés, les résultats sont présentés en **annexe 3**. Parmi eux, certains composés sont susceptibles d'être manipulés par STEPAN Europe²², d'autres peuvent provenir d'autres activités ou sont présents à des concentrations faibles. **A noter que la plupart des composés présentent des concentrations proches des seuils de détection à l'analyse et peuvent considérés comme représentatifs du « fond urbain ».**

Quatre composés cependant sur cette liste de 29 composés se distinguent :

- **L'acétone** : est systématiquement détectée et présente des concentrations moyennes représentatives d'une proximité industrielle : estimation de la moyenne annuelle à **24 $\mu\text{g.m}^{-3}$** (maxima 24h à 54 $\mu\text{g.m}^{-3}$). Ces concentrations sont supérieures à celles mesurées sous influence industrielle sur la commune de Frogès en 2001, ou à Roussillon en 1998, (6 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne ; maxima à 58 $\mu\text{g.m}^{-3}$). Le seuil odorant de l'acétone est à 13 000 ppb, au-dessus des concentrations observées (22 ppb en maxima).
- **Le dichlorométhane** : solvant très utilisé et présent dans l'air en proximité industrielle. La moyenne annuelle est de **3,5 $\mu\text{g.m}^{-3}$** (maxima 24h à 14,4 $\mu\text{g.m}^{-3}$). Les concentrations de ce composé sont de l'ordre de 6 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (maxima 24h à 56 $\mu\text{g.m}^{-3}$) en moyenne dans le sud grenoblois sous influence industrielle (Echirrolles, Le Pont-de-Claix, Jarrie).
- **L'acide acétique** : concentration moyenne mesurée à **5,6 $\mu\text{g.m}^{-3}$** (maxima 24h à 55 $\mu\text{g.m}^{-3}$). Les concentrations connues dans l'air sont rares concernant ce composé ; il est utilisé par l'entreprise STEPAN Europe, naturellement présent dans le vinaigre, ou présent dans la composition de produits d'usage courant. Le ministère du travail²³ fixe une valeur limite d'exposition en atmosphère de travail de 25 000 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (10 ppm), correspondant au seuil à partir duquel des irritations peuvent être ressenties.
- **1,1',3,1'' terphényl-4-ol** : concentration moyenne mesurée à **7,5 $\mu\text{g.m}^{-3}$** (maxima 24h à 26,2 $\mu\text{g.m}^{-3}$). Aucune donnée de référence n'est disponible concernant ce composé.

Ainsi, concernant cette liste complémentaire, 25 des 29 composés présentent de faibles concentrations. Les concentrations d'acétone et de dichlorométhane montrent une influence qui peut être qualifiée d'industrielle avec des niveaux proches de ceux observés dans de précédentes études sur la région Rhône-Alpes. L'acide acétique et le 1,1',3,1'' terphényl-4-ol enregistrent des niveaux témoignant de l'influence d'une source locale, sans pouvoir toutefois les comparer à des références existantes en air ambiant.

²² Certains composés ont été ajoutés à la liste initialement prévue à des fins de suivi

²³ Information issue des fixes toxicologiques de l'INRS : www.INRS.fr

4 Conclusions

La commune de Voreppe, en particulier le quartier Brandegaudière, a fait l'objet depuis l'été 2007 jusqu'à l'été 2008, d'une série de mesures de la qualité de l'air. Ces dernières avaient pour but d'établir, dans le cadre du plan 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 et européenne, sur une zone soumise à de multiples sources d'émissions polluantes (industrielles, circulation automobile). Ce secteur de Voreppe, à proximité d'une entreprise soumise aux règles des installations classées, suscite depuis plusieurs années l'inquiétude des riverains. Les plaintes de ces derniers, concernant notamment des nuisances odorantes, ont motivé la réalisation d'analyses spécifiques de traceurs odorants. Ces derniers, ainsi que d'autres molécules spécifiques, dont 5 composés listés par arrêté préfectoral, ont été listés en collaboration avec l'industriel concerné, et la DRIRE.

Le dispositif mis en place a consisté en l'implantation d'un laboratoire mobile sur le quartier Brandegaudière pour la mesure automatique ou le prélèvement actif des principaux polluants réglementés, complétés de mesures de vitesse et direction du vent. Sur ce site ont été prélevés les composés organiques volatils dont certains traceurs, issus de deux productions de STEPAN Europe identifiées comme les plus odorantes. En Rhône-Alpes, seul le dispositif RespiraLyon a déjà mis en œuvre des analyses chimiques dans l'air dans le but de faire le lien entre concentrations mesurées et odeurs ressenties.

Parallèlement, cinq autres sites de mesures ont été disposés sur la commune de Voreppe pour observer la variation de 5 polluants sur la zone d'étude (acétaldéhyde, acroléine, benzène, triméthylbenzène, naphthalène). Ces derniers sont des composés listés par arrêté préfectoral comme devant faire l'objet d'une surveillance dans l'environnement.

Des mesures météorologiques complémentaires réalisées pendant l'étude, ont montré que la majeure partie des vents proviennent du secteur nord-ouest ; ce qui rend le quartier Brandegaudière particulièrement exposé aux masses d'air provenant des principales sources de polluants.

Les polluants classiques réglementés dans l'air ambiant

Les niveaux d'oxydes d'azote montrent une influence de la circulation automobile certaine avec des niveaux similaires au fond urbain grenoblois et supérieurs aux stations fixes périurbaines comme celle de Voreppe Volouise. Les concentrations de particules sont supérieures au fond urbain grenoblois, influencée à la hausse par les résultats de la campagne automnale réalisée en période froide. Durant cette dernière des hausses de particules ont été observées durant certaines nuits, en dehors de périodes de pointe de circulation ; il est très probable que le chauffage résidentiel en soit la cause. Cette hypothèse semble confirmée par les analyses de benzène, composé émis en partie par la combustion du bois, dont les niveaux durant ces périodes sont plus élevés dans les quartiers résidentiels (Brandegaudière ou Volouise) qu'en proximité automobile. En revanche, les concentrations de HAP sont similaires au fond urbain grenoblois, malgré la présence d'émetteurs potentiels (centrale d'enrobés, travaux routiers, circulation ...). Dans la famille des HAP, le naphthalène, réglementé sur la zone par arrêté, suit des variations identiques au fond urbain grenoblois, excepté lors de l'été 2007. **Les niveaux de naphthalène restent conformes aux valeurs repères quel que soit le site de mesures.**

Sur le plan réglementaire, les moyennes annuelles estimées en oxydes d'azote respectent toutes les valeurs, excepté le seuil de protection de la végétation. Les niveaux de particules PM10 ne sont pas conformes à l'objectif de qualité mais respectent la valeur limite annuelle. Le risque de ne pas respecter le nombre de dépassements de la valeur limite journalière ou de dépasser le seuil d'information et de recommandations **est important pour les particules PM10**. Il convient de préciser que la plupart des zones de la région sont dans ce cas. Les résultats en benzène, benzo[a]pyrène (HAP), dioxyde de soufre, proches du fond urbain, sont conformes à la réglementation.

COV précurseurs de l'ozone et COV chlorés

Ces 41 composés mesurés, montrent pour la plupart des niveaux en dessous de ceux des sites de référence grenoblois ; à l'exception de quatre composés qui se distinguent par des concentrations légèrement plus élevées mais cependant tout à fait modérées : le 1,1,1-trichloroéthane, le 1,1,2-trichloroéthane, le styrène et l'acétylène. Ces quatre composés ne sont ni manipulés, ni produits par l'industriel proche STEPAN Europe mais témoignent cependant de l'influence de sources potentiellement multiples (industrielle, automobile, combustions, utilisation de solvants).

Concernant le composé 1,2,4-triméthylbenzène, réglementé par arrêté pour l'industriel STEPAN Europe, quels que soient les sites étudiés et la méthode de mesures employées, les concentrations sont proches du fond urbain grenoblois et inférieures aux niveaux habituellement rencontrés par exemple en air intérieur. Les concentrations sur le site 3-*Allée Jongkind*, en proximité industrielle et automobile, sont toutefois supérieures aux 5 autres sites.

Autres composés soumis à arrêtés préfectoral : les aldéhydes

Mesurés sur les 6 sites de la commune de Voreppe, les niveaux d'aldéhydes peuvent être qualifiés sur l'ensemble des campagnes de comparables au fond urbain de l'agglomération grenobloise. En particulier, les aldéhydes dont la surveillance est soumise à un arrêté préfectoral, ne présentent pas des niveaux témoignant d'une influence industrielle sur les sites éloignés. Les niveaux des sites 2 et 3 (Quartier Brandegaudière), concernant l'acétaldéhyde uniquement, sont environ 10% au-dessus du fond urbain : cette faible différence pourrait être en partie attribuable à la source industrielle ou automobile.

Analyse de composés odorants

Concernant la comparaison entre les concentrations de 5 des 10 traceurs odorants mesurés et disposant de seuils olfactifs connus : les résultats obtenus sur le quartier Brandegaudière sur 29 prélèvements de 24 heures, ont montré qu'un seul composé a dépassé son seuil olfactif parmi les 5 (heptanal). Ce phénomène s'est par ailleurs concentré sur la première campagne de mesures durant l'été 2007 et ne s'est pas répété durant l'été 2008. Les niveaux des quatre autres composés sont éloignés ou se sont approchés au maximum de 40% de la valeur des seuils olfactifs. Par ailleurs 3 des 10 traceurs odorants n'ont jamais été détectés.

Les niveaux de 2 composés odorants se sont élevés ponctuellement à des maxima proches de $500 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lors de la campagne estivale 2007 (éthanol, 2,3-butanedione). Ces concentrations n'ont plus été observées sur les campagnes suivantes. La 2,3-butadione est cependant présente sur l'ensemble des campagnes avec une moyenne annuelle estimée à $26 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ces deux composés ne disposent de valeur réglementaire en air ambiant, ni de valeur toxicologique de référence.

Autres composés issus des émissions STEPAN Europe

L'analyse d'une liste complémentaire de composés issus des productions étudiées a montré des concentrations globalement tout à fait modérées, avec 13 des 33 substances qui n'ont jamais été détectées. Seul l'alcool isopropylique (IPA) se distingue dans cette liste ; ce composé a récemment fait l'objet d'investissement dans un but de réduction des émissions. Il ne fait l'objet d'aucune valeur réglementaire en air ambiant, ni de valeur toxicologique de référence.

Autres composés présents sur la zone

Concernant cette liste complémentaire de composés, 25 des 29 substances présentent de faibles concentrations. Les concentrations d'acétone et de dichlorométhane montrent une influence qui peut être qualifiée d'industrielle avec des niveaux proches de ceux observés dans de précédentes études sur la région Rhône-Alpes. Deux composés (acide acétique ; 1,1',3,1"" terphényl-4-ol) enregistrent des niveaux témoignant de l'influence d'une source locale, sans pouvoir toutefois les comparer à des références existantes en air ambiant.

Les résultats recueillis au cours de cette étude ont permis de dresser un état des lieux de la qualité de l'air sur la zone de Brandegaudière, quartier de Voreppe exposé à de multiples sources d'émissions. Le nombre de mesures réalisées sur quatre saisons a permis une bonne estimation de l'exposition moyenne des habitants aux composés mesurés.

Le nombre important de paramètres analysés a permis d'étudier : la conformité par rapport aux réglementations existantes, la présence de composés odorants ou spécifiques des productions STEPAN Europe et l'influence d'autres sources d'émissions présentes sur la zone.

L'étude de composés spécifiques en 5 autres points de la commune de Voreppe, n'a pas montré d'influences directes industrielles ou automobile, quelle qu'en soit la provenance, excepté sur le site 3-Allée Jongkind à proximité de STEPAN Europe et de la route RD3. En revanche, les émissions résidentielles liées au chauffage sont probablement à l'origine de concentrations atypiques en benzène (quartiers Brandegaudière et Volouise) et en particules fines PM10 (Brandegaudière).

5 Bibliographie

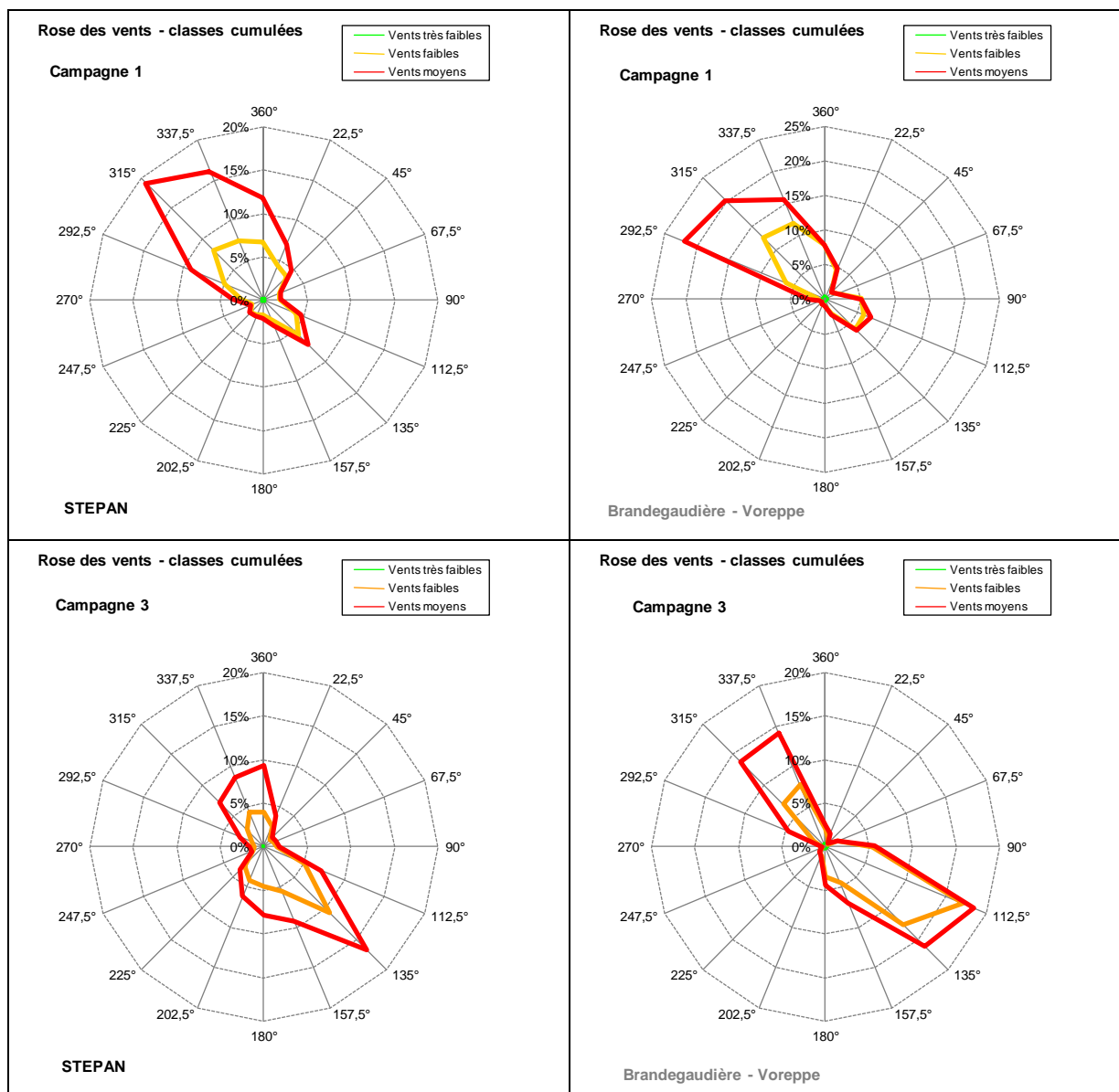
- AASQA. (2005). *Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air*.
- ADEME. (1998). *Emissions de polluants et consommation liées à la circulation automobile*. ADEME Edition.
- ASCOPARG, COPARLY, SUP'AIR. (2006-2007). *Etude*. Travail réalisé avec le partenariat et le concours financier de la DRASS Rhône-Alpes.
- ATMO PACA. (2004). *Etude des COV sur le quartier de Mourepiane à Marseille*.
- Atmo-RhôneAlpes. (2006 ; 2008). *Surveillance des HAP - Bilan 2000-2006 ; Etude Vénissieux*. www.atmo-rhonealpes.org/publications.
- CITEPA. (2008). *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France*. Page 213;219: <http://www.citepa.org/publications/SECTEN-fevrier2008.pdf>.
- DRIRE Normandie. (2004). *Demande d'autorisation d'exploiter une centrale d'enrobage à chaud*. http://www.drire.gouv.fr/basse-normandie/environnement/arretes_rapports/ECM_RAP.doc.
- Environnement CANADA. (Juillet 2008). *Approche de gestion des risques proposée pour le naphthalène*. http://www.ec.gc.ca/substances/ese/fre/challenge/batch1/batch1_91-20-3_rm_fr.pdf.
- INERIS. (2006). *Fiche technique 1,1,2-trichloroéthane*. http://rsde.ineris.fr/fiches/fiche_112Trichloroethane_v2.pdf.
- INERIS. (2001). *Méthode de surveillance des retombées autour d'une UIOM*.
- INRS. (2007). *Fiche toxicologique du 1,1,1-trichloroéthane*.
- LCSQA. (2004). *Etude 9 - Caractérisation du comportement spatio-temporel des COV en atmosphère urbaine et périurbaine*. Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air.
- OQAI. (2004). *Qualité de l'air intérieur dans les logements*. <http://www.air-interieur.org>.

Annexe 1

Éléments de comparaison des roses de vent de STEPAN EUROPE et d'ASCOPARG (site de Brandegaudière)

La figure suivante présente les roses des vents du site STEPAN (à gauche) et d'ASCOPARG (site de Brandegaudière à droite) lors des campagnes 1 et 3. Bien que sur 2 sites à environ 300 mètres de distances, ces résultats sont très concordants et permettent de valider les mesures de vent réalisées sur le site de STEPAN.




Les mesures de vent du laboratoire mobile ASCOPARG n'ayant pu servir en raison d'une panne durant la campagne n°2, ce sont les données du site STEPAN qui ont servi à l'interprétation de cette campagne.



Annexe 2 :

Concentrations en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sur le site 2-Brandegaudière des composés associés aux productions « Ninat » et « Esteramine » de STEPAN EUROPE




	Produits spécifique de		Concentration 4 campagnes moyenne annuelle	Maxima 24h 5 campagnes	% détection 5 campagnes	N° campagne avec détection				
	NINATE	ESTERAMINE				C1	C2	C3	C4	C5
Composés carbonylés (aldéhydes / cétones)										
Acétaldéhyde (prél. actif 8h)		X	1,8	3,2	100					
Propionaldéhyde		X	0,2	0,6	59					
Pentanal		X	0,3	2,2	24					
Hexanal		X	1,5	6,5	100					
Heptanal		X	3,7	16,0	83					
Octanal		X	0,6	2,6	38					
Nonanal		X	0,3	2,5	24					
2,3 Butanedione	X		26,0	552,3	83					
Alcane										
i-Hexane (2-methyl Pentane) = alcane en C6	X		0,7	1,2	13					
Alcane en C6 = pentane- 2 tet 3 methyl = n- Hexane = i-Hexane	X									
Alcane en C7 = pentane 2,4-dimethyl = n-Heptane	X									
Cyclohexane 1 methyl 3 pentyl	X									
n-Hexane = alcane en C6		X	0,5	0,5	25					
n-Heptane = alcane en C7		X	0,2	0,7	25					
Nonane		X	0,2	0,6	43					
Alcène										
1-Propène 2-methyl	X									
3 Heptène	X		0,7	4,95	4					
Alcène en C6 = hexene = hexane 2,4 dimethyl	X									
Alcène en C8 = Octènes = 2 hexene 5,5 dimethyl	X									
Alcène en C7 = 3 et 2 heptene	X									
Alcène en C9	X									
3 Heptene 2,2,4,6,6 pentamethyl	X									
1,3,8 P menthatriene	X									
Hydrocarbures aromatiques										
Benzene		X	1,5	4,3	100					
Toluene	X	X	3,5	9,7	100					
Somme des Ethyltoluenes	X		0,3	0,8	96					
Somme des Trimethylbenzenes	X		0,5	1,5	96					
Famille des C10H14 = Somme des Benzène-methyl et ethyl	X									
Alcools										
IPA (alcool isopropylique)	X	X	29,7	165,8	75					
3 Pentanol	X									
Ethanol	X		64,0	548,7	4					
2 Heptanol 5 methyl	X									

 non détecté
 pas de mesures
 détecté durant la période

Annexe 3



Concentrations en $\mu\text{g.m}^{-3}$ d'autres composés présents dans les analyses du site 2-Brandegaudière

Autres composés mesurés sur la zone								
	Concentration 4 campagnes moyenne annuelle	Maxima 24h 5 campagnes	% détection 5 campagnes	N° campagne avec				
				C1	C2	C3	C4	C5
Composés carbonylés (aldéhydes / cétones)								
Acétone	24	54	100					
Décanal	0	0	7					
Alcanes								
2,2,4 TriméthylPentane = isooctane	0,1	0,4	43					
n-Octane	0,2	0,8	35					
Undecane	0,4	1,4	87					
Tridecane	0,2	0,9	13					
Tétradécane	0,2	0,7	13					
Propane 2-méthoxy								
Alcanes chlorés								
Chlorométhane	0,4	1,3	21					
Chloroéthane	0,3	1,0	26					
Dichlorométhane	3,5	14,4	100					
Trichlorométhane (chloroforme)	0,7	3,0	74					
1.1 Dichloroéthane								
1.2 Dichloroéthane	0,6	1,7	96					
1.1.1Trichloroéthane	0,2	0,5	74					
1.1.2 Trichloroéthane								
Tétrachlorométhane	0,9	2,1	100					
1.1.2.2 Tétrachloroéthane								
Alcènes								
Hexène = alcène C6H12 = alcane en C6	0,2	0,7	16					
Alcènes chlorés								
Chloroéthylène	0,1	0,1	9					
1.1 Dichloroéthène								
1.2 Dichloroéthène								
Trichloroéthylène	0,3	0,8	83					
Tétrachloroéthylène (perchloroéthylène)	0,6	2,4	100					
Hydrocarbures aromatiques								
Chlorobenzène	0,1	0,4	91					
1,4 Dichlorobenzène	0,1	0,1	26					
Acides								
Acide acétique	5,6	55,0	59					
Acide acétique butyl ester	0,8	8,3	48					
Phénol								
1,1,3,1 Terphényl-4-ol	7,5	26,2	38					

 non détecté
 pas de mesures
 détecté durant la période


Annexe 4 : Réglementation en air ambiant

Document de synthèse sur la réglementation européenne publié dans le magazine Report'Air, avec l'aimable autorisation de l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Alsace (ASPA)





Définition des normes de qualité de l'air


Les valeurs, niveaux, seuils ou indicateurs du glossaire de la directive font l'objet de définitions précises qu'il est utile de connaître...
 Report'Air vous propose, au dos de cette fiche, un tableau des normes en vigueur...

› Valeur limite : 


Niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

› Valeur cible : 


Niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

› Niveau critique : 


Niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, autres plantes ou écosystèmes naturels, mais pas sur des êtres humains.

› Objectif à long terme : 


Niveau à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

› Seuil d'information : 

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population et pour lequel des informations immédiates et adéquates sont nécessaires.


› Seuil d'alerte : 

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et à partir duquel les États membres doivent immédiatement prendre des mesures.

› IEM - Indicateur d'exposition moyenne : 
*calculé au niveau national**

Niveau moyen déterminé sur la base des mesures effectuées dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine sur l'ensemble du territoire d'un État membre et qui reflète l'exposition de la population. Il est utilisé afin de calculer l'objectif national de réduction de l'exposition et l'obligation en matière de concentrations relatives à l'exposition pour les PM_{2.5}. L'IEM est construit à partir des données des capteurs situés dans les agglomérations de l'ensemble du territoire de l'état membre.

Objectif national de réduction de l'exposition	
Concentration en 2010 sur 3 ans en µg/m ³	Objectif de réduction d'ici 2020
≤ 8,5	0%
8,5 < C < 13	10%
13 ≤ C < 18	15%
18 ≤ C < 22	20%
> 22	18 µg/m ³

› AOT40 (exprimé en µg/m³ par heure) : 

Somme cumulée des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 parties par milliard) et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 h. mesurées quotidiennement entre 8 h. et 20 h. (heure de l'Europe centrale - CET).

Valeurs cibles			
Particules (PM2,5)	Santé	25 µg/m³ - moyenne sur 3 années consécutives	A partir de 2010
Ozone (O₃)	Santé	120 µg/m³ - maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, moyenne sur 3 ans	A partir de 2010
	Végétation	18 000 µg/m³.h - AOT 40 calculé à partir de valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet en moyenne sur 5 ans	A partir de 2010
Arsenic (As)	Santé, environnement	6 ng/m³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	A partir de 2013
Cadmium (Cd)	Santé, environnement	5 ng/m³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	A partir de 2013
Nickel (Ni)	Santé, environnement	20 ng/m³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	A partir de 2013
Benzo(a)pyrène	Santé, environnement	1 ng/m³ - moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10	A partir de 2013
Valeurs limites			
Dioxyde de soufre (SO₂)	Santé	350 µg/m³ - moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an (centile 99,7)	Depuis 2005
	Santé	125 µg/m³ - moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (centile 99,2)	Depuis 2005
Dioxyde d'azote (NO₂)	Santé	200 µg/m³ - moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99,8)	A partir de 2010
	Santé	40 µg/m³ - moyenne annuelle	A partir de 2010
Benzène (C₆H₆)	Santé	5 µg/m³ - moyenne annuelle	A partir de 2010
Monoxyde de carbone (CO)	Santé	10 mg/m³ - maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures	Depuis 2005
Plomb (Pb)	Santé	0,5 µg/m³ - moyenne annuelle	Depuis 2005 (2010 en prox. indus.)
Particules (PM10)	Santé	50 µg/m³ - moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90,4)	Depuis 2005
	Santé	40 µg/m³ - moyenne annuelle	Depuis 2005
Particules (PM2,5)	Santé	25 µg/m³ - moyenne sur 3 années consécutives	A partir de 2015
	Santé	20 µg/m³ - moyenne sur 3 années consécutives	A partir de 2020 (à confirmer)
Objectifs à long terme			
Ozone (O₃)	Santé	120 µg/m³ - maximum journalier de la moyenne sur 8 heures pendant une année civile	Date non précisée
	Végétation	6 000 µg/m³.h - AOT 40 calculé à partir de valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet	Date non précisée
Seuils d'information et d'alerte			
Dioxyde de soufre (SO₂)	Alerte	500 µg/m³ - moyenne horaire 3 heures consécutives	
Dioxyde d'azote (NO₂)	Alerte	400 µg/m³ - moyenne horaire 3 heures consécutives	
Ozone (O₃)	Alerte	240 µg/m³ - moyenne horaire (3 heures consécutives pour la mise en œuvre de plan d'actions à court terme)	
	Information	180 µg/m³ - moyenne horaire	
Niveaux critiques			
Dioxyde de soufre (SO₂)	Végétation	20 µg/m³ - moyenne annuelle et du 1 ^{er} octobre au 31 mars	
Oxydes d'azote (NO_x)	Végétation	30 µg/m³ - moyenne annuelle	