

Etude de la qualité de l'air à la périphérie ouest de Lyon

Rapport de synthèse
des mesures réalisées en 2007-2008



**COmité pour le contrôle de la Pollution
Atmosphérique sur le Rhône et la région LYonnaise**
3 Allée des Sorbiers
69500 BRON
Tél. : 04 72 14 54 20
<http://www.atmo-rhonealpes.org>



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

A ce titre, COPARLY est garant de la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

Condition 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 «COPARLY, Qualité de l'air à la périphérie ouest de Lyon, Rapport de synthèse des mesures réalisées en 2007-2008».
- COPARLY n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant des résultats de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

Date de la version publiée : avril 2011

**Cette étude a été réalisée grâce au concours financier
du Grand-Lyon et de la Direction Régionale de l'Équipement.**

COPARLY tient à remercier les organismes ou personnes qui ont accepté l'implantation de stations temporaires sur leur site pour réaliser des mesures de qualité de l'air ou de paramètres météorologiques : EDF/GDF (poste de Valvert-Tassin), la Mairie de Francheville, la DIRCE (échangeur A7-A450 de Pierre-Bénite), Mme Fillon (particulier sur Francheville) et le Lycée Horticole Privé de LYON PRESSIN.

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

Résumé

En 2008, COPARLY a réalisé une étude visant à améliorer l'état des connaissances de la **qualité de l'air à la périphérie ouest de Lyon**, au regard notamment du transit routier quotidien entre cette zone et l'agglomération lyonnaise.

La zone d'étude incluait une dizaine de communes, entre Ecully et Pierre-Bénite du nord au sud et entre Lyon et Francheville d'est en ouest.

Cette étude poursuivait deux principaux objectifs :

- **Dresser un bilan de la qualité de l'air sur la périphérie ouest de Lyon**
- **Disposer d'un outil de modélisation à fine échelle sur la zone d'étude**, pour réaliser des études prospectives et apporter une aide dans la stratégie de surveillance de qualité de l'air à mener sur cette zone.

La méthodologie employée pour cette étude, inspirée de celle développée pour une précédente étude sur le quartier de la Croix-Rousse, s'est déroulée en deux temps :

Une première phase de mesures en air ambiant réalisée en 2007-2008, avec différents moyens mis en œuvre (analyseurs, préleveurs, capteurs) pour connaître les niveaux de concentrations de plus de 80 polluants. Pour cela, des mesures en continu ont été réalisées avec 3 laboratoires mobiles, sur deux sites proches du trafic (Valvert/Bd et Pierre-Bénite/A7) et un site en fond périurbain (sur Francheville). De plus, 75 sites ont été équipés de capteurs plus légers (tubes passifs), permettant ainsi d'appréhender la répartition à la fois temporelle et spatiale de la qualité de l'air.

Le présent rapport fait état du bilan de la qualité de l'air dressé à partir des résultats obtenus au cours de cette première phase.

Globalement, ce bilan montre que la pollution diminue d'est en ouest sur le domaine d'étude, en distinguant 3 grandes zones :

- autour des grands axes de circulation entre Lyon et la périphérie ouest, avec des niveaux comparables à ceux mesurés sur des sites en proximité du trafic,
- sur les communes limitrophes de Lyon, avec des niveaux équivalents à un fond urbain,
- en s'éloignant plus vers l'ouest, où les niveaux tendent vers un fond périurbain.

La synthèse vis-à-vis de la réglementation montre, d'une part, que le trafic est une source importante d'émissions pour de nombreux polluants et, d'autre part, que les niveaux de particules constituent une problématique qui concerne aussi bien la proximité automobile que les zones urbaines et périurbaines.

Légende : Risques de dépassements de valeurs réglementaires	
	Pas ou peu de risque
	Risque moyen à élevé
	Risque fort ou constaté
	Risque évalué à partir d'autres mesures que sur la zone d'étude

	Evaluation des niveaux sur la zone d'étude par rapport aux valeurs réglementaires en fonction de l'environnement du site		
	[périurbain]	[urbain]	[prox. Trafic]
SO ₂			
PM10			
NO ₂			
Ozone			
Benzène			
Formaldéhyde			
B(a)P			
Métaux lourds			

La deuxième phase consiste à étendre le domaine de modélisation à fine échelle du modèle SIRANE, afin de cartographier précisément la dispersion de la pollution (dioxyde d'azote et particules fines) sur l'ensemble de la zone d'étude.

Les résultats des travaux de modélisation sont attendus courant 2011.

Table des Matières

1. Contexte et Objectifs.....	5
2. Méthodologie	7
2.1. MATÉRIELS ET MÉTHODE	7
2.1.1. Mesures par laboratoires mobiles	7
2.1.2. Liste des polluants mesurés	11
2.1.3. Stations de référence du réseau fixe	12
2.1.4. Mesures par capteurs légers (tubes passifs)	13
2.2. ÉCHANTILLONNAGE TEMPOREL ET REPRESENTATIVITÉ ANNUELLE	15
2.2.1. Taux de fonctionnement et représentativité annuelle.....	15
2.2.2. Représentativité par rapport aux conditions météorologiques	16
2.2.3. Représentativité temporelle de l'échantillonnage des mesures	19
3. Etude de la qualité de l'air à la périphérie ouest de Lyon	20
3.1. LES OXYDES D'AZOTE (NOx).....	21
3.1.1. Emissions de NOx	21
3.1.2. Niveaux mesurés en NO	22
3.1.3. Niveaux mesurés en NO ₂	23
3.1.4. Etude de la répartition spatiale et temporelle du NO ₂	25
Variation spatiale des concentrations en NO ₂	25
Etude de la classification des sites selon leur environnement (« signatures »).....	27
Variation temporelle des concentrations en NO ₂	28
3.2. PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)	29
3.2.1. Emissions de PM10	29
3.2.2. Niveaux mesurés en PM10	30
Explication des épisodes de pollution aux particules (hiver 2007-2008).....	32
3.3. DIOXYDE DE SOUFRE (SO ₂)	34
3.3.1. Emissions en SO ₂ sur la zone d'étude	34
3.3.2. Niveaux mesurés en SO ₂	35
3.4. OZONE.....	38
3.5. COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS (COV).....	39
3.5.1. Emissions en COV sur la zone d'étude	39
3.5.2. Niveaux mesurés en COV.....	40
3.5.3. Zoom sur le Benzène.....	42
Comparaison aux valeurs réglementaires	42
Etude de la variation spatiale des niveaux mesurés en benzène	43
Etude de l'influence du trafic sur les concentrations de benzène	44
Etude des zones les plus impactées lors d'épisodes de pollution	45
3.6. ALDÉHYDES	46
3.6.1. Sources d'émissions pour les Aldéhydes.....	46
3.6.2. Niveaux mesurés en Aldéhydes	46
3.6.3. Zoom sur le formaldéhyde	48
Etude de la variation spatiale des niveaux mesurés en formaldéhyde	48
Etude de l'influence du trafic pour le Formaldéhyde	49
3.7. MÉTAUX LOURDS	51
3.7.1. Emissions de Métaux Lourds.....	51
3.7.2. Niveaux mesurés en métaux lourds.....	52
3.8. HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	54
3.8.1. Emissions de HAP	54
3.8.2. Niveaux mesurés en HAP	55
4. Synthèse, polluant par polluant	57
5. Conclusion générale	59
6. Perspectives.....	61
Annexe 1 : Définitions et valeurs réglementaires	62
Statistiques utilisées	62
Seuils réglementaires	63
Valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre (SO ₂)	64
Valeurs réglementaires concernant le dioxyde d'azote (NO ₂).....	64
Valeurs réglementaires pour les particules fines (PM ₁₀)	65
Valeurs réglementaires pour l'ozone (O ₃)	65
Valeurs réglementaires concernant les COV	66
Valeurs réglementaires concernant les HAP	66
Autres valeurs de références pour les autres COV, aldéhydes et métaux lourds.....	66
Annexe 2 : Adresses des 75 sites de mesures	68

1. Contexte et Objectifs

La situation géographique de l'agglomération lyonnaise, avec la présence de reliefs au nord et à l'ouest et d'une zone d'activité industrielle importante au sud, contribue à faire de Lyon une ville à l'atmosphère sensible. Même si les vents dominants sont majoritairement orientés sur l'axe nord-sud, les conditions de dispersion des polluants sont parfois influencées par une topographie particulière (Croix-Rousse, Fourvière, Sainte-Foy, Côtière de l'Ain...).

En outre, l'étude de la qualité de l'air sur la région lyonnaise ne peut s'envisager aujourd'hui sans prendre en compte la problématique d'infrastructures routières complexes, comme les tunnels ou les échangeurs entre des axes de transit qui, de par leurs configurations spécifiques, peuvent produire des phénomènes complexes de concentration et de dispersion des émissions automobiles.

Par ailleurs, la demande d'information de la population sur la qualité de l'air est croissante et les autorités ou les élus sont régulièrement interrogés sur l'incidence environnementale des infrastructures existantes ou futures (étude d'impacts,...). Ces différents éléments ont amené COPARLY à intégrer cette spécificité lyonnaise dans la stratégie de surveillance globale de la qualité de l'air dès 2006.

En 2007, une première étude visant à cartographier la pollution atmosphérique sur l'ensemble de la colline de la Croix-Rousse traversée par un tunnel, a permis d'établir une méthodologie innovante, combinant mesures et modélisation.

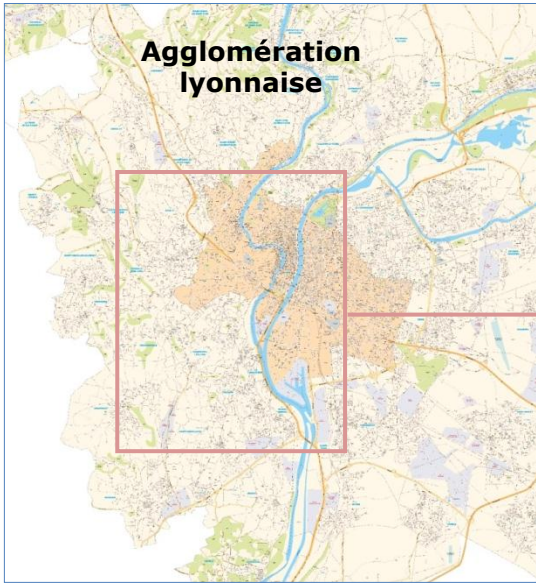
Dans la présente étude, dont les mesures ont été réalisées en 2008, une méthodologie similaire a été appliquée pour étudier la **qualité de l'air à la périphérie ouest de Lyon**, sur une zone qui concentre une population importante de riverains transitant chaque jour vers l'agglomération lyonnaise, d'ouest en est, et qui subit potentiellement l'influence du transit nord-sud.

Cette étude poursuivait deux objectifs principaux :

- **Dresser un bilan de la qualité de l'air sur la périphérie ouest de Lyon**, afin d'obtenir une meilleure connaissance de la répartition spatiale et temporelle de la pollution et de la situation vis-à-vis des valeurs réglementaires
- **Disposer d'un outil de modélisation sur la zone d'étude** afin de visualiser les zones les plus exposées à la pollution atmosphérique et d'aider à la mise en place d'une stratégie de surveillance de la qualité de l'air sur cette zone.

Dans un premier temps, ce rapport présente la méthodologie employée pour mesurer les niveaux de 85 polluants, dont certains ciblés depuis peu de temps par la réglementation (Métaux Lourds, HAP, COV), avec 3 sites laboratoires mobiles (Valvert/Bd, Francheville et Pierre-Bénite/A7) et 75 sites équipés avec des capteurs plus légers, pour étudier les variations spatiales, sous forme de cartographies, notamment pour le NO₂ et le Benzène. La deuxième partie présente l'analyse des résultats, polluant par polluant, et dresse un bilan assez exhaustif de la qualité de l'air sur la zone d'étude.

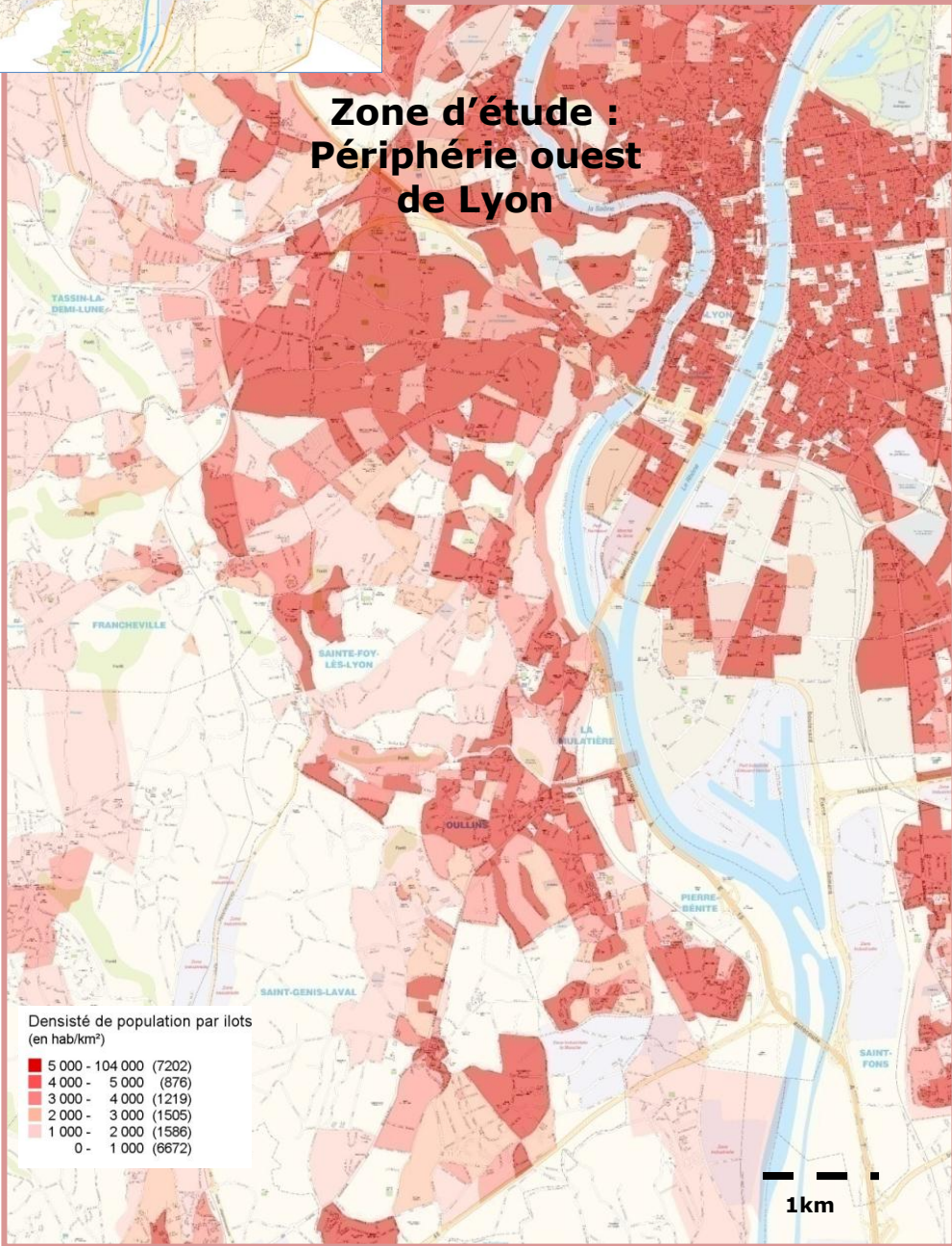
Les travaux de la seconde phase de l'étude, pour étendre le domaine de modélisation fine échelle (modèle SIRANE) à la zone d'étude et obtenir une visualisation précise de la dispersion de la pollution sur l'ensemble du domaine, seront finalisés en 2011. Cet outil permettra en outre d'améliorer la stratégie de surveillance de la qualité de l'air, de déceler en amont d'éventuelles problématiques sur certains quartiers et de réaliser des études prospectives sur la zone, dans le but final d'apporter des réponses au public et aux élus.



La zone d'étude s'étend depuis l'échangeur de Valvert (au nord) jusqu'à l'échangeur de l'A7-A450 (au sud), en passant par une dizaine de communes formant la ceinture ouest de Lyon : depuis Ecully et Tassin-la-Demi-Lune, jusqu'à Pierre-Bénite et Irigny, en passant par Francheville, Sainte-Foy-Lès-Lyon, La Mulatière, Chaponost, Saint-Genis-Laval et Oullins.

Les mesures ont également été étendues à une partie de l'agglomération lyonnaise : depuis Vaise (Lyon 9^{ème}) jusqu'à Gerland (Lyon 7^{ème}) et Vénissieux, en passant par les quais de Saône (Lyon 5^{ème}) et la presqu'île (Lyon 2^{ème}).

La population de cette zone d'étude est répartie avec une densité assez hétérogène, variant entre moins de 1000 hab.km⁻² et plus de 5000 hab.km⁻², sur un total de 430 000 habitants.



Zone d'étude et densités de population

2. Méthodologie

2.1. Matériels et méthode

La méthodologie employée pour cette étude **sur la périphérie ouest de Lyon** s'appuie sur les travaux réalisés dans le cadre d'une précédente étude (sur le quartier de la Croix-Rousse¹), avec deux approches complémentaires :

- la première, basée sur des mesures continues et des prélèvements, permettant d'étudier les variations temporelles des concentrations de 85 polluants sur des pas de temps horaires et journaliers.

Pour cette étude, **3 sites laboratoires mobiles** ont été implantés sur la zone:

- 2 sites proches du trafic, au nord et au sud de la zone (Valvert/Bd et Pierre-Bénite/A7)
- 1 site en environnement périurbain, au centre-ouest de la zone (Francheville)

Le dispositif a été complété avec 2 autres sites équipés de mâts météorologiques afin d'obtenir des mesures nécessaires à l'exploitation des mesures et à la modélisation :

- 1 à Francheville-le-bas (impasse des platanes, terrain privé)
- 1 à Saint-Genis-Laval (Chemin de Beaunant, Lycée Horticole privé de Pressin)
- la seconde approche utilise des capteurs légers (tubes passifs), permettant de cartographier la répartition spatiale de la pollution moyenne pour plusieurs polluants (dioxyde d'azote, benzène, aldéhydes). Pour cette étude, **75 sites de mesures** ont été implantés sur la zone (cf. carte plus loin).

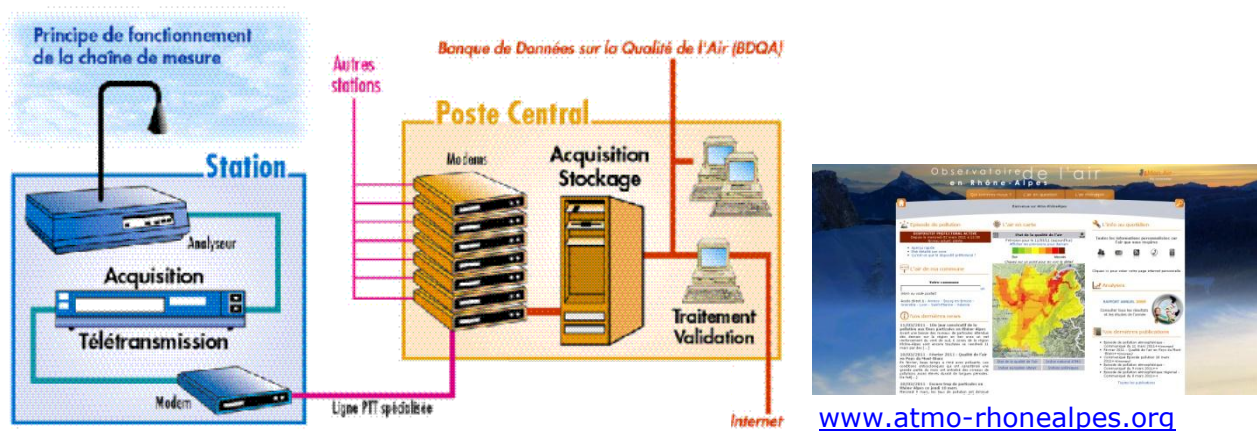
2.1.1. Mesures par laboratoires mobiles

a- Analyseurs

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

Pour effectuer des contrôles ponctuels de la qualité de l'air dans le cadre d'une étude, les associations agréées de surveillance de qualité de l'air de la région Rhône-Alpes disposent de **laboratoires mobiles** (remorques ou camion), équipés du même type d'analyseurs que ceux utilisés dans les stations fixes et gérés de la même façon (étalonnage, contrôles qualité, transmission et validation quotidienne des données). Ces analyseurs permettent de suivre l'évolution des **principaux polluants réglementés** : les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les particules (PM₁₀) et l'ozone.

Les résultats sont transmis quotidiennement au poste central informatique via une liaison téléphonique dans la banque de données de qualité de l'air, selon le schéma suivant :



¹ « Etude de la qualité de l'air sur le quartier de la Croix-Rousse » ; rapport disponible dans les publications de notre site Internet : www.atmo-rhonealpes.org

b- Prélèvements

Les laboratoires mobiles permettent également d'accueillir le matériel nécessaire pour réaliser des prélèvements ponctuels de **Métaux Lourds, HAP, COV et Aldéhydes**.

Au total, **plus de 80 composés** ont été ciblés dans le cadre de cette étude :

- 14 Métaux Lourds, dont 4 composés possédant des valeurs réglementaires (Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb). Le Chrome VI a également été mesurés, mais uniquement sur le site de Pierre-Bénite (trafic).
- 19 HAP, dont le Benzo(a)pyrène
- 40 COV : 31 composés précurseurs de l'ozone (dont le Benzène, le Toluène, le 1,3-Butadiène) et 9 composés chlorés
- 8 Aldéhydes, dont le Formaldéhyde et l'Acroléine. A noter que la mesure des Aldéhydes par prélèvements actifs n'a été réalisée que sur le site de Pierre-Bénite.

Polluants mesurés	Durée du prélèvement	Type de prélèvement	Nombre de prélèvements
14 Métaux Lourds (ML)	7 jours	Filtres (Préleveur bas débit)	2 par campagne (Total : 8 par site)
19 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	24h	Filtres + Mousses (Préleveur haut débit)	6 par campagne (Total : 24 par site)
40 Composés Organiques Volatils (COV)	24h	Prélèvement actif par canister	6 par campagne (Total : 24 par site)
8 Aldéhydes (ALD)	8h (10h-18h heure locale)	Prélèvement actif sur cartouches (DNPH)	6 par campagne (Total : 24 mais uniquement sur le site de Pierre-Bénite)

Description des prélèvements réalisés durant l'étude

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



Prélèvement de COV par Canister



Prélèvement d'aldéhydes par cartouches DNPH



Préleveur de HAP



Préleveur de métaux lourds

c- Calendrier de l'étude

Le comportement des polluants atmosphériques locaux est fortement lié aux conditions climatiques et aux saisons. En raison de la forte variabilité des niveaux mesurés 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 année¹. Un minimum de 8 semaines de mesures est requis réglementairement (soit 14% de l'année) afin de pouvoir comparer les résultats de mesures de la qualité de l'air avec les seuils réglementaires sur la base de mesures indicatives.

Pour cette étude, les mesures ont été échantillonnées sur **4 fois 2 semaines réparties sur chaque saison**, entre les années 2007 et 2008 et **réalisées de façon simultanée sur les 3 sites d'étude**.

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

- 1 Automne : du 03/12/07 au 21/12/07
- 2 Hiver : du 24/01/08 au 14/02/08
- 3 Printemps : du 23/04/08 au 16/05/08
- 4 Été : du 15/07/08 au 07/08/08

Dates des 4 campagnes de mesures échelonnées sur 2007 et 2008

d- Description des sites de mesures par laboratoires mobiles

Valvert/Bd [Trafic]

Ce site se situe en bordure du boulevard de Valvert (à 10 mètres de la voie) à environ 600 mètres du rond-point de Valvert. L'environnement est donc à forte influence trafic. Ce site est le plus septentrional des 3 sites de mesures par laboratoire mobile.

Site de mesures : Valvert/Bd (Ecully/Tassin)

Environnement du site

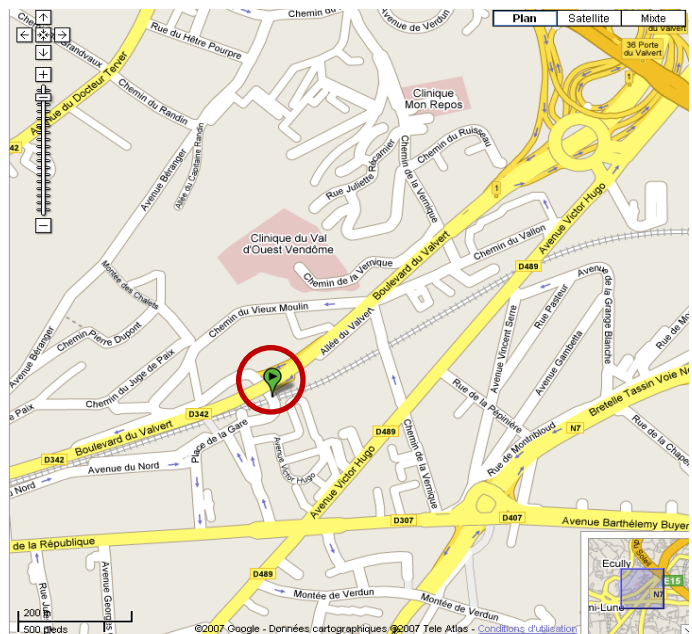
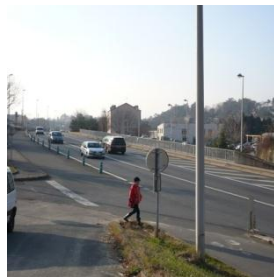
Proximité Trafic
(boulevard 2 x 1 voie)

Adresse : Bd du Valvert
(Poste GAZ-GDF n° 3233,
entre Ecully et Tassin)

Polluants mesurés

Oxydes d'azote (NO, NO₂)
Poussières (PM10)
Dioxyde de soufre (SO₂)
Ozone (O₃)

+ prélèvements
(COV, HAP, ALD, ML)



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

Francheville [Périurbain]

Ce site est localisé sur la colline de Francheville-le-haut (230 mètres d'altitude). Situé à environ 4 km du centre-ville de Lyon, il avait pour objectif de mesurer les niveaux de fond périurbain à l'ouest de Lyon.

Site de mesures : Francheville (le Haut)		
<p>Environnement du site Périurbain</p> <p>Adresse : Salle de l'iris Francheville le haut.</p>	<p>Polluants mesurés Oxydes d'azote (NO, NO₂) Poussières (PM10) Dioxyde de soufre (SO₂) Ozone (O₃)</p> <p>+ prélèvements (COV, HAP, ALD, ML)</p>	

Pierre-Bénite/A7 [Trafic]

Situé en plein cœur du nœud autoroutier entre l'A7 et l'A450 (à moins de 5 mètres de l'autoroute), ce site est à forte influence trafic. Par vent de sud-sud-est, ce site présente également une influence potentielle industrielle avec les émissions provenant de la zone du sud lyonnais.

Site de mesure : Pierre-Bénite/A7		
<p>Environnement du site Proximité trafic (autoroutier)</p> <p>Adresse : nœud autoroutier entre l'A7 et l'A450 Pierre-Bénite</p>	<p>Polluants mesurés Oxydes d'azote (NO, NO₂) Poussières (PM10) Dioxyde de soufre (SO₂) Monoxyde de carbone (CO)</p> <p>+ prélèvements (COV, HAP, ALD, ML)</p>	

2.1.2. Liste des polluants mesurés

En jaune : les polluants faisant l'objet de valeurs réglementaires à respecter.

En violet : les polluants possédant des valeurs guides, mais non réglementées.

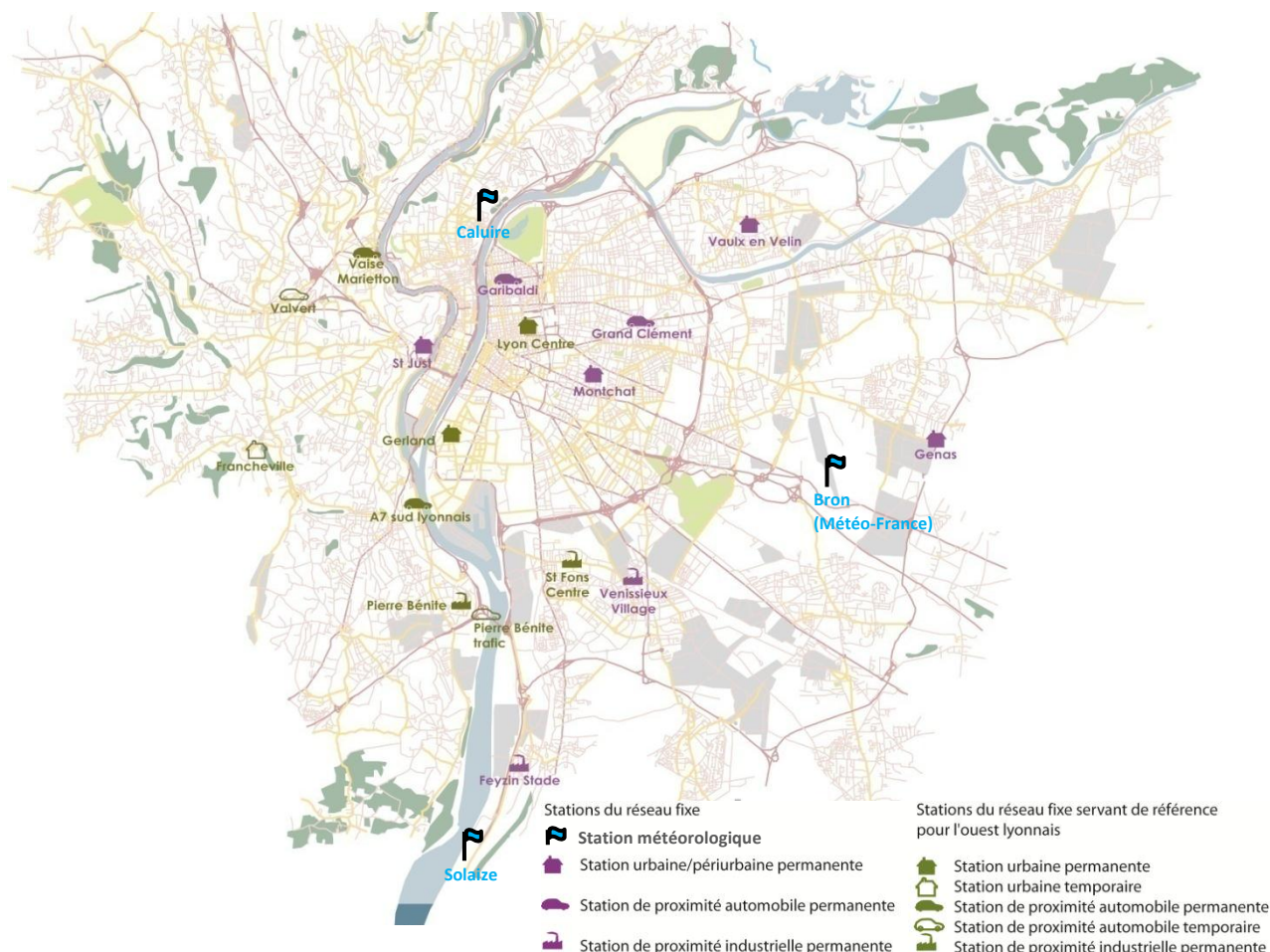
Polluants historiquement réglementés	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Aldéhydes (ALD)	Métaux Lourds (ML ou ETM)
Dioxyde soufre (SO ₂)	2-méthylfluoranthène	Formaldéhyde	Antimoine
Monoxyde d'azote (NO)	2-méthylnaphthalène	Acétaldéhyde	Arsenic
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Acénaphthène	Propionaldéhyde	Baryum
Particules fines (PM10)	Anthracène	Butyraldéhyde	Cadmium
	Benzo(a)anthracène	Benzaldéhyde	Chrome
	Benzo(a)pyrène	Isovaléraldéhyde	Cobalt
	Benzo(b)fluoranthène	Valéraldéhyde	Cuivre
	Benzo(e)pyrène	Acroléine	Manganèse
	Benzo(g,h,i)pérylène		Mercure
	Benzo(j)fluoranthène		Nickel
	Benzo(k)fluoranthène		Plomb
	Chrysène		Thallium
	Dibenzo(a,h)anthracène		Vanadium
	Fluoranthène		Zinc
	Fluorène		Chrome VI
	Indéno(1,2,3-cd)pyrène		
	Naphthalène		
	Phénanthrène		
	Pyrène		

Composés Organiques Volatils (COV)			
COV précurseurs de l'ozone :	isopentane	n-heptane	COV chlorés :
éthane	n-pentane	toluène	1,1-dichloroéthane
éthylène	1,3-butadiène	octane	1,2-dichloroéthylène
propane	trans-2-pentène	éthylbenzène	1,2-dichloroéthane
propène	1-pentène	m+p-xylène	1,1,1-Trichloroéthane
isobutane	cis-2-pentène	styrène	Tétrachlorométhane
n-butane	isoprène	o-xylène	1,1,2-trichloroéthane
acétylène	1-hexène	1,3,5-triméthylbenzène	Tétrachloroéthylène
trans-2-butène	n-hexane	1,2,4-triméthylbenzène	chlorobenzène
1-butène	benzène	1,2,3-triméthylbenzène	1,4-Dichlorobenzène
cis-2-butène	iso-octane		

2.1.3. Stations de référence du réseau fixe

Les mesures effectuées par laboratoires mobiles sont comparées à celles des stations fixes du réseau de COPARLY dont les statistiques sont connues pour l'ensemble d'une année et servent de référence.

Parmi l'ensemble des stations du réseau fixe, sept stations ont été choisies comme référence pour cette étude, en fonction de leur typologie et de leur situation géographique (6 stations en vert sur la figure ci-après + la station périurbaine de Ternay, au sud de la zone, non représentée).



Localisation des 3 sites laboratoires mobiles et des stations fixes de référence

Les stations urbaines ou périurbaines permettent de suivre l'exposition moyenne de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits « de fond » dans les centres urbains ou les zones périurbaines. **Lyon centre** et **Gerland** sont les stations urbaines de référence pour cette étude. La station de **Ternay** est une référence périurbaine.

Les stations trafic sont situées à proximité immédiate du trafic automobile et représentent donc le niveau maximum d'exposition à la pollution liée au trafic automobile. Les stations de référence pour cette étude sont : **A7 Sud Lyonnais** (trafic autoroutier) et **Vaise Marietton** (trafic de rue).

Les stations industrielles assurent une surveillance autour des zones industrielles. Pour cette étude, les stations fixes de référence sont : **Pierre-Bénite** et **Saint-Fons-Centre**.

2.1.4. Mesures par capteurs légers (tubes passifs)

Si les laboratoires mobiles permettent d'étudier précisément les variations temporelles horaires en un site représentatif donné, ils restent contraignants à mettre en place. L'utilisation de capteurs légers (tubes passifs) est plus facile à mettre en œuvre (puisque sans raccordement électrique) et permet d'étudier la **répartition spatiale de la pollution moyenne**, avec des mesures simultanées sur plusieurs points de la zone d'étude.

Cette méthode est moins fine que les analyseurs (moyenne sur une semaine plutôt que des données horaires), mais présente l'avantage d'être moins onéreuse et de pouvoir multiplier les points de mesure afin d'obtenir une vision spatiale (cartographie).

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



Matériel utilisé pour les Tubes BTX ou Aldéhydes

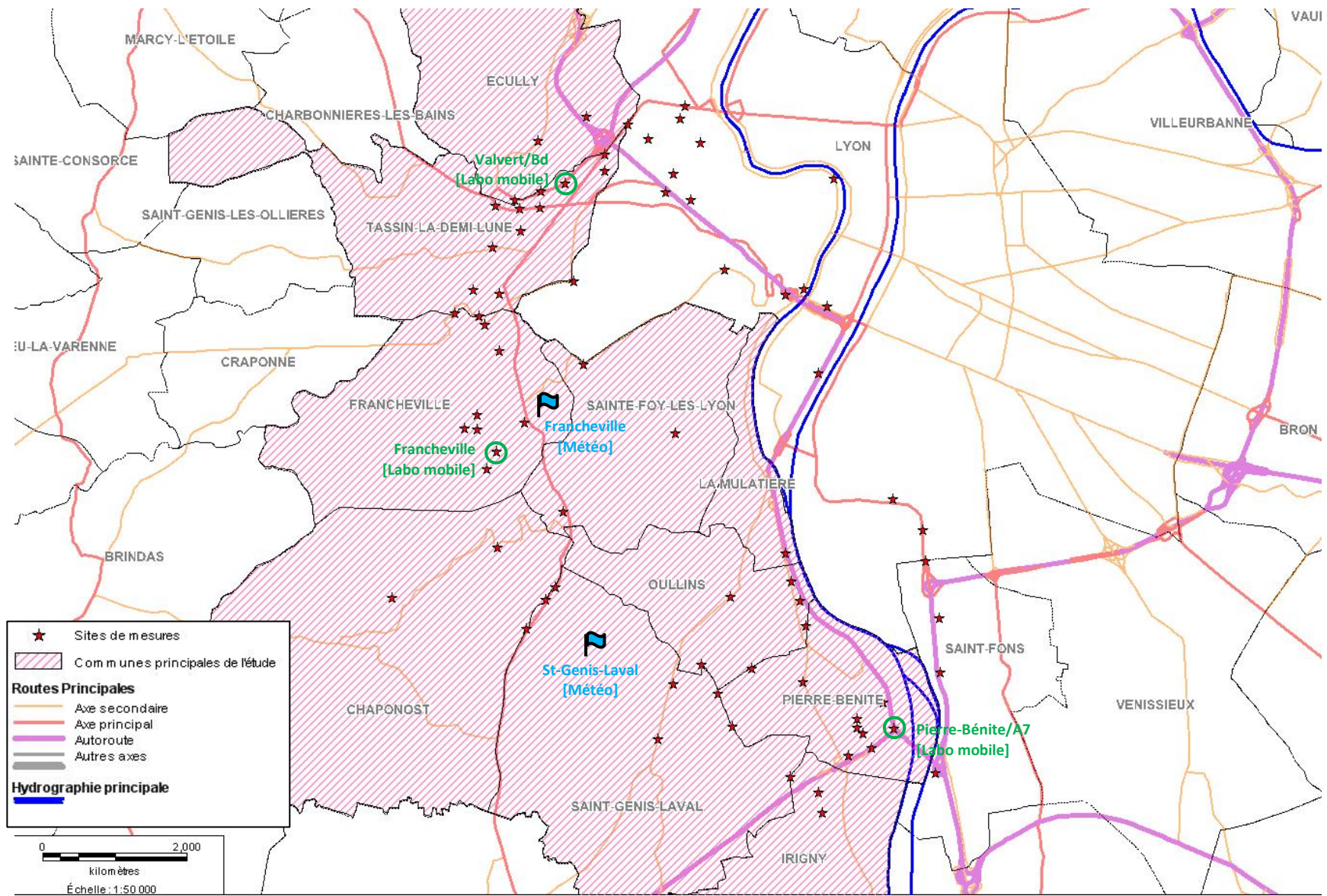


Matériel utilisé pour les Tubes NO₂

Ces mesures donnent une valeur moyenne sur une semaine. Elles permettent d'avoir une vision quantitative de certains polluants primaires (dioxyde d'azote, benzène, toluène, aldéhydes).

Pour cette étude, un maillage dense de 75 points a été mis en place afin de couvrir une grande partie de la zone (cf. figure ci-après). Sur chaque site, les concentrations moyennes hebdomadaires de **BTX¹, NO₂ et Aldéhydes** ont été mesurées sur huit semaines pendant les quatre campagnes de mesures des laboratoires mobiles (soit 2 expositions d'une semaine par campagne).

¹ BTX : Benzène, Toluène, Xylène



Localisation des 75 sites de mesures par tubes passifs

○ Les cercles verts correspondent à l'emplacement des 3 laboratoires mobiles

▤ Les drapeaux bleus correspondent à l'emplacement des 2 sites de mesures météorologiques

2.2. Echantillonnage temporel et représentativité annuelle

2.2.1. Taux de fonctionnement et représentativité annuelle

a- Analyseurs en continu

Site	Nb de jours de mesure	Représentativité annuelle (en %)	Taux de fonctionnement des analyseurs sur les 4 périodes (en % sur les 8 semaines)			
			NO _x	SO ₂	PM ₁₀	O ₃
Valvert/Bd	77	21%	94%	91%	100%	95%
Francheville	83	23%	90%	89%	99%	85%
Pierre-Bénite/A7	75	21%	100%	98%	100%	-

Tableau 1 : Taux de fonctionnement des analyseurs

Le taux de représentativité des mesures par analyseurs est supérieur à l'objectif de 14 % fixé par la directive européenne, ce qui permet une bonne comparaison des valeurs mesurées vis-à-vis des valeurs réglementaires.

b- Prélèvements

Site	Nombre de prélèvements réalisés sur les 4 périodes / Nb de prélèvements prévus (représentativité annuelle)			
	Métaux Lourds (sur 7 jours)	HAP (sur 24h)	COV (sur 24h)	Aldéhydes (sur 8h)
Valvert/bd	8 / 8 (15%)	24 / 24 (7%)	25 / 24 (7%)	-
Francheville	7 / 8 (13%)	24 / 24 (7%)	24 / 24 (7%)	-
Pierre-Bénite/A7	8 / 8 (15%)	24 / 24 (7%)	24 / 24 (7%)	24 / 24 (7%)

Taux de fonctionnement des prélèvements

Le taux de représentativité des prélèvements varie, selon les polluants, entre 7% et 15%. Il se situe donc entre le pourcentage minimum annuel de durée de mesure admissible pour une évaluation de la qualité de l'air (6%) et le pourcentage minimum requis par la directive européenne (14%).

c- Tubes passifs

Saison	Campagne	Date Début	Date Fin	Nombre de tubes analysés		
				Tubes NO ₂	Tubes BTX	Tubes Aldéhydes
Automne	1a	05/12/2007	12/12/2007	75	73	75
	1b	12/05/2007	19/06/2007	75	73	74
Hiver	2a	30/01/2008	06/02/2008	73	66	69
	2b	06/02/2008	13/02/2008	73	71	71
Printemps	3a	30/04/2008	07/05/2008	74	69	72
	3b	07/05/2008	14/08/2008	75	74	74
Eté	4a	16/07/2008	23/07/2008	74	72	72
	4b	23/07/2008	30/07/2008	75	72	75
Nb TOTAL d'analyses / Nb TOTAL d'exposition (Taux de fonctionnement global)				594 / 600 (99%)	570 / 600 (95%)	582 / 600 (97%)
% Global de représentativité annuelle (= Taux de fonctionnement x 8 sem. / 52 sem.)				15,2%	14,6%	14,9%

Taux de représentativité des tubes passifs

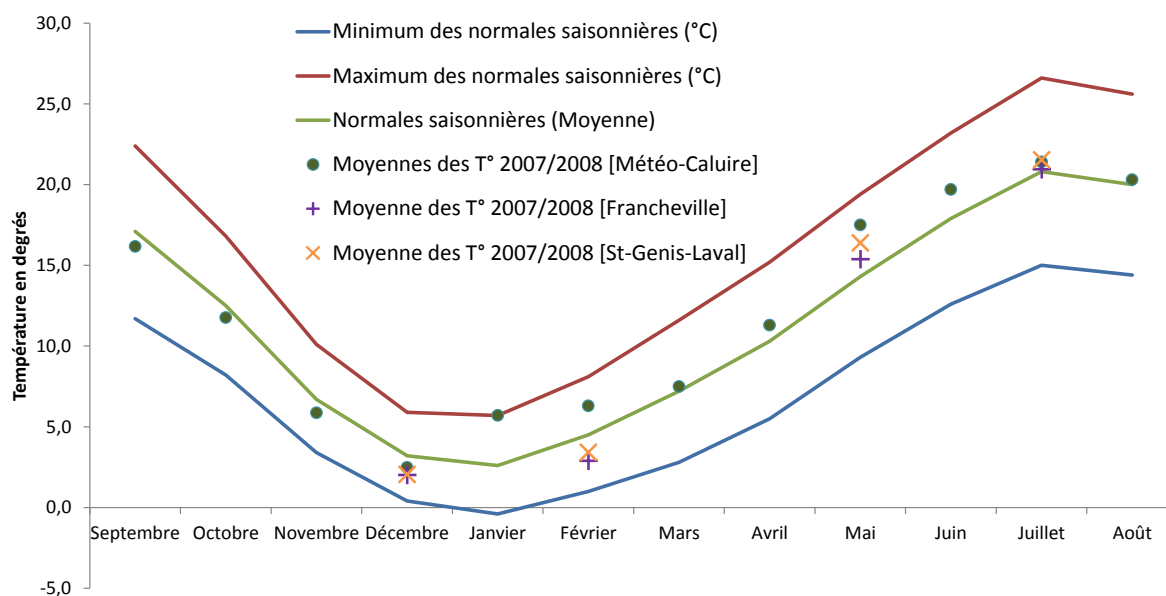
Sur les huit semaines de mesures, certains tubes n'ont pas pu être analysés en raison de leur disparition ou de leur détérioration. D'autres tubes ont par ailleurs été invalidés suite à des valeurs aberrantes. Le tableau ci-dessus indique que le pourcentage de tubes exploitables sur l'ensemble des huit campagnes de mesures est supérieur à 95%.

2.2.2. Représentativité par rapport aux conditions météorologiques

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

a- Températures

Le graphique suivant présente les températures mesurées sur les deux sites météorologiques implantés spécifiquement pour cette étude à l'ouest de Lyon (sur Francheville et Saint-Genis-Laval). Elles sont comparées aux moyennes mensuelles mesurées sur la station météo de Caluire (située au-dessus de la colline de la Croix-Rousse) et aux normales saisonnières¹.



Températures moyennes mesurées durant l'étude comparées aux normales saisonnières

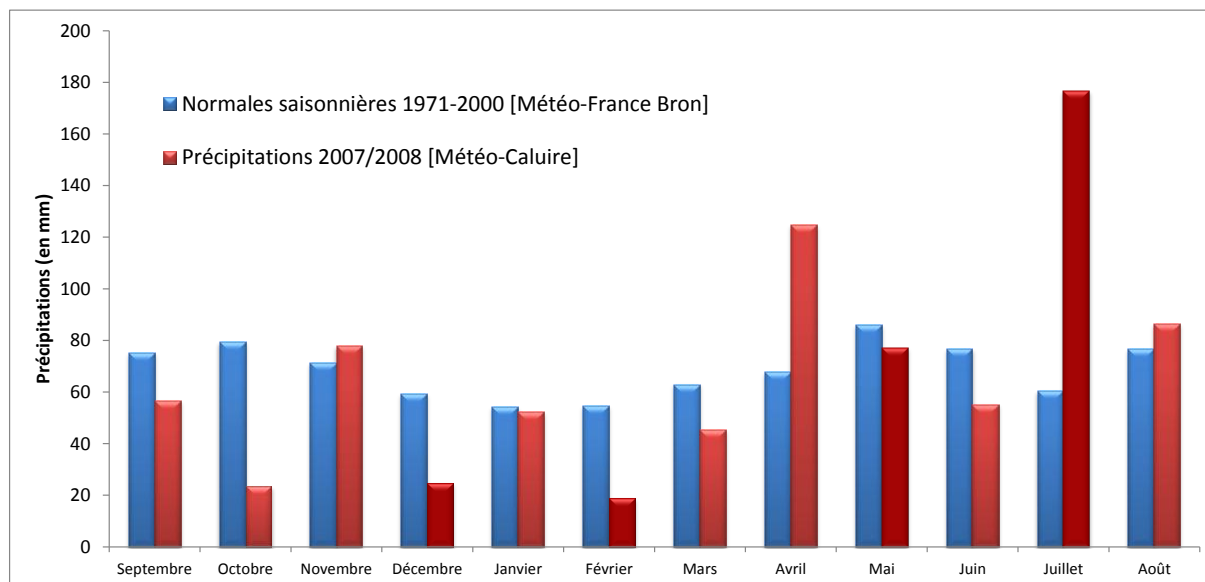
Globalement, les quatre campagnes de mesures ont été assez bien représentatives des normales saisonnières.

Les températures plus froides des deux premières campagnes (automne et hiver) compensent les moyennes plus chaudes enregistrées en mai et juillet (printemps et été). Les températures moyennes enregistrées sur les deux sites à l'ouest de Lyon sont généralement inférieures à celles mesurées à Caluire, et plus particulièrement durant la campagne de février, ce qui peut certainement s'expliquer par la situation plus encaissée de ces deux sites. Ceci montre que les paramètres météorologiques peuvent différer entre l'agglomération lyonnaise et la situation rencontrée à la périphérie ouest, d'où l'importance des mesures installées, notamment pour la modélisation de la zone d'étude.

¹ Normales saisonnières : statistiques sur 30 ans (1970-2000) calculées sur la station de référence Météo-France « Lyon-Bron ».

b- Précipitations

Le graphique suivant présente les précipitations mesurées sur la station de Caluire¹ entre septembre 2007 et août 2008, comparées aux normales saisonnières sur la station Météo-France de Lyon-Bron. Les barres en rouge plus foncé correspondent aux périodes des campagnes de mesures (décembre, février, mai, juillet).



Précipitations moyennes de 2007/2008 comparées aux normales saisonnières

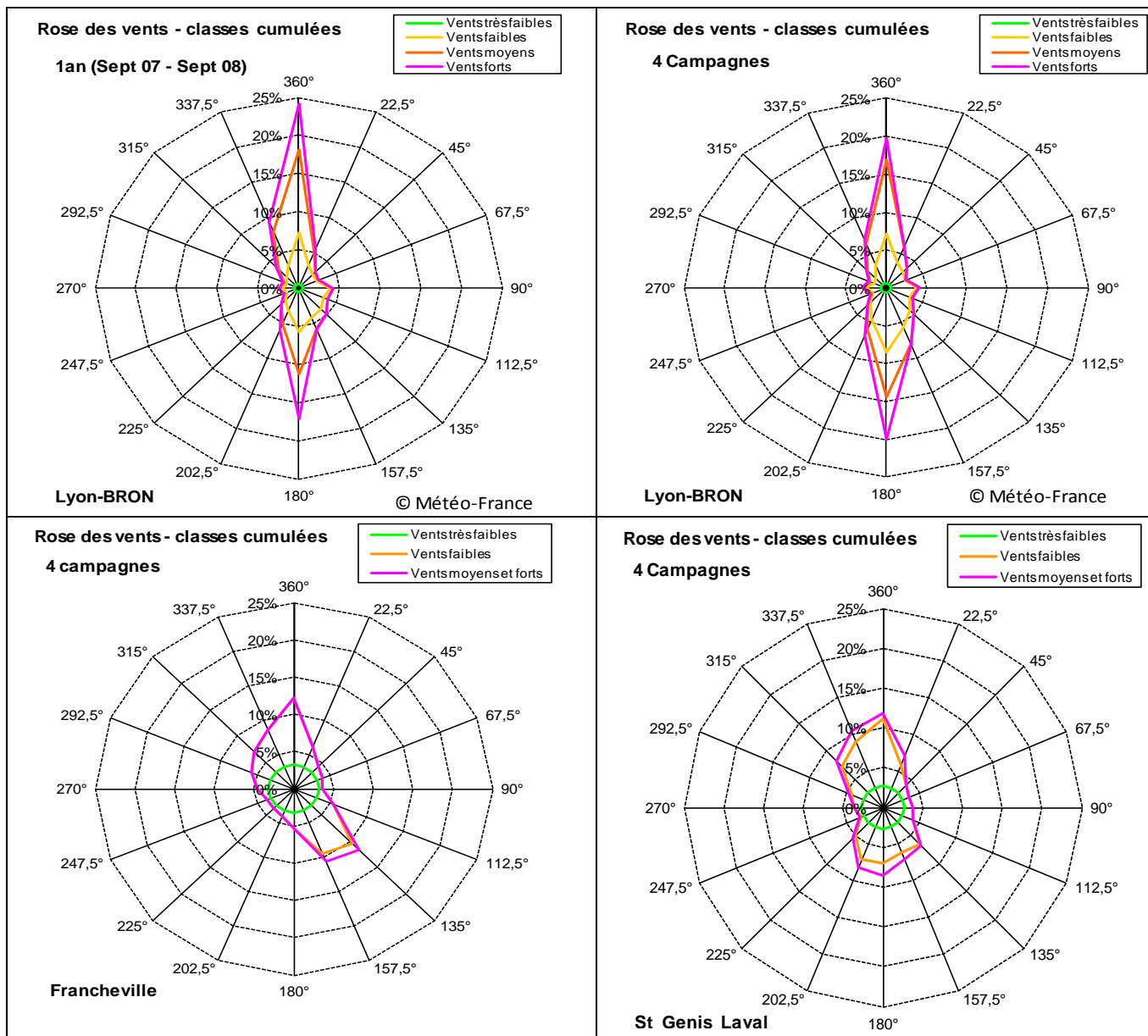
Contrairement aux températures, les précipitations enregistrées sur les campagnes de mesures sont très hétérogènes et sont relativement différentes des moyennes de saisons (sauf pour le mois de mai). Le mois de février correspond au minimum mensuel sur 2007/2008 et juillet enregistre le maximum. Malgré tout, sur l'année complète la moyenne des 4 campagnes (68mm) est proche de la moyenne annuelle (74mm).

c- Roses des vents

Une rose des vents donne des informations statistiques sur la direction d'où soufflait le vent, la vitesse à laquelle il soufflait, durant une période considérée. Elle est construite à partir du calcul des fréquences des vents qui ont été mesurés, selon des classes de vitesses et des secteurs de direction. L'axe des ordonnées représente le nombre d'apparition (en %) du vent mesuré dans chaque classe.

Les graphiques ci-après comparent les roses des vents de la station Météo-France de Lyon-Bron (Aéroport de Bron, sur l'est lyonnais) et celles des deux stations météorologiques mises en place spécifiquement pour cette étude (Francheville et Saint-Genis-Laval).

¹ Les mâts météorologiques installés à Francheville et Saint-Genis-Laval ne mesuraient pas les précipitations.



Roses des vents sur Lyon-Bron, Francheville et St-Genis-Laval

La comparaison des deux premières roses des vents sur Lyon-Bron montre que les quatre campagnes ont bien été représentatives des vitesses et directions de vent mesurées sur l'année complète, principalement dirigés sur l'axe nord-sud.

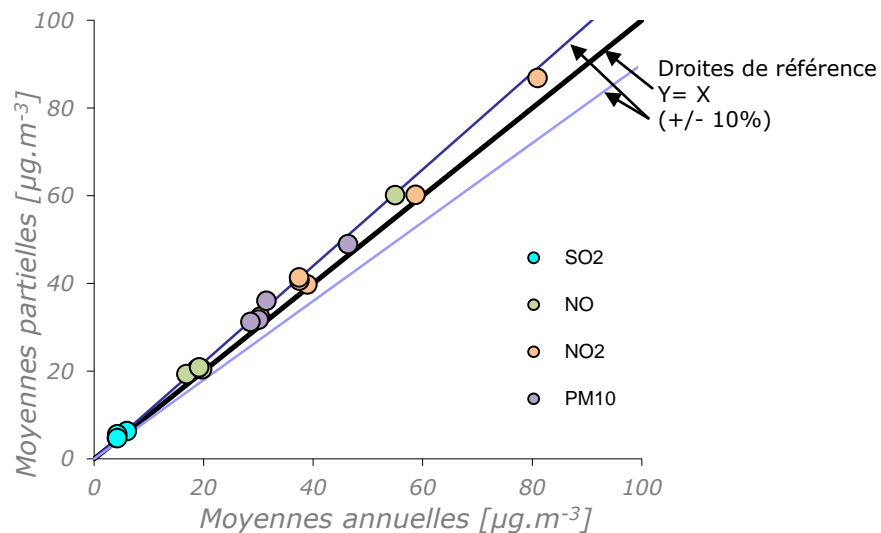
La comparaison avec les deux autres roses (Francheville et St-Genis-Laval, sur les 4 campagnes) montre que les vents mesurés sur l'ouest lyonnais sont majoritairement dirigés suivant le même axe nord-sud, avec un léger décalage sur Francheville des vents de sud, en provenance plutôt du sud-est. Ces graphes montrent également que l'ouest lyonnais connaît a priori plus de périodes de vents très faibles (< 3-4 km/h) que l'est lyonnais et moins de vents forts (> 20 km/h), ce qui peut s'expliquer par la différence de topographie de ces deux zones.

2.2.3. Représentativité temporelle de l'échantillonnage des mesures

Même si l'échantillonnage des quatre campagnes respecte les exigences de la directive (14% de l'année complète), il est nécessaire de vérifier que les mesures effectuées sont représentatives de l'année 2007 afin de pouvoir les comparer les résultats aux valeurs réglementaires.

Cette vérification est réalisée avec les stations fixes de référence du réseau de COPARLY qui fonctionnent toute l'année, en comparant les moyennes mesurées pendant les campagnes de mesures (moyennes dites « partielles ») aux moyennes annuelles réelles (calculées de septembre 2007 à septembre 2008).

Le graphique suivant présente les résultats de cette comparaison effectuée sur les sept stations fixes de référence pour cette étude, représentatives d'environnements différents (urbain, périurbain, trafic et industriel). La représentativité de l'échantillonnage est d'autant meilleure que la moyenne partielle (moyenne sur les 8 semaines de mesures de l'étude, réparties sur les 4 saisons) est proche de la moyenne annuelle (moyenne sur 12 mois de mesures de la station fixe).



Comparaison des moyennes partielles (4 campagnes) et des moyennes annuelles sur les stations fixes

Sur les sites fixes de référence, l'écart calculé entre les huit semaines de mesures et la moyenne annuelle est relativement faible, quel que soit le polluant considéré. Les moyennes sur les 4 campagnes de l'étude ont une légère tendance à la surestimation, mais la différence n'excède pas 10%, ce qui représente une incertitude acceptable.

Ce graphe montre donc que l'échantillonnage temporel effectué pour cette étude a permis d'avoir une bonne représentativité des concentrations moyennes annuelles. De plus, la répartition des mesures sur 4 saisons a permis de bien mesurer les variations au sein de l'échantillon, avec des campagnes pendant les semaines les moins pluvieuses et les plus froides (campagne hiver) mais aussi pendant le mois le plus chaud et le plus pluvieux (campagne d'été).

En résumé, l'échantillonnage temporel de cette étude a donc permis une bonne représentativité de la moyenne annuelle, avec également une bonne évaluation des minima et maxima.

3. Etude de la qualité de l'air à la périphérie ouest de Lyon

Explications préalables

Analyse des résultats de mesure

Les parties qui suivent présentent l'étude des niveaux mesurés pour chaque polluant, avec une comparaison aux principales valeurs réglementaires, lorsqu'elles existent.

Le détail de la réglementation et les définitions de certains termes statistiques utilisés dans ce rapport sont présentés en Annexe 1.

La dernière partie présente une synthèse des résultats analysés précédemment, polluant par polluant.

Inventaire des émissions

Un inventaire des émissions est une description qualitative et quantitative des rejets de certaines substances dans l'atmosphère issues de sources anthropiques et/ou naturelles.

Un inventaire se présente généralement sous la forme d'un « cadastre » : il s'agit d'une répartition géographique des émissions de polluants sur un maillage régulier. Ce cadastre permet ainsi de visualiser la répartition spatiale (sous forme de cartes) des émissions d'un polluant donné, sur une zone définie, mais aussi de représenter la répartition des sources de ce polluant classées selon les principaux secteurs d'activités (transports, industries, résidentiel, tertiaire).

Les cartes et données d'émissions présentées dans ce rapport sont issues du cadastre régional des émissions atmosphériques, à l'échelle kilométrique, développé depuis près de 10 ans par les Associations Agréées de Surveillance de la qualité de l'air de la région Rhône-Alpes. Toutes les activités potentiellement émettrices sont prises en compte dans la mesure du possible.

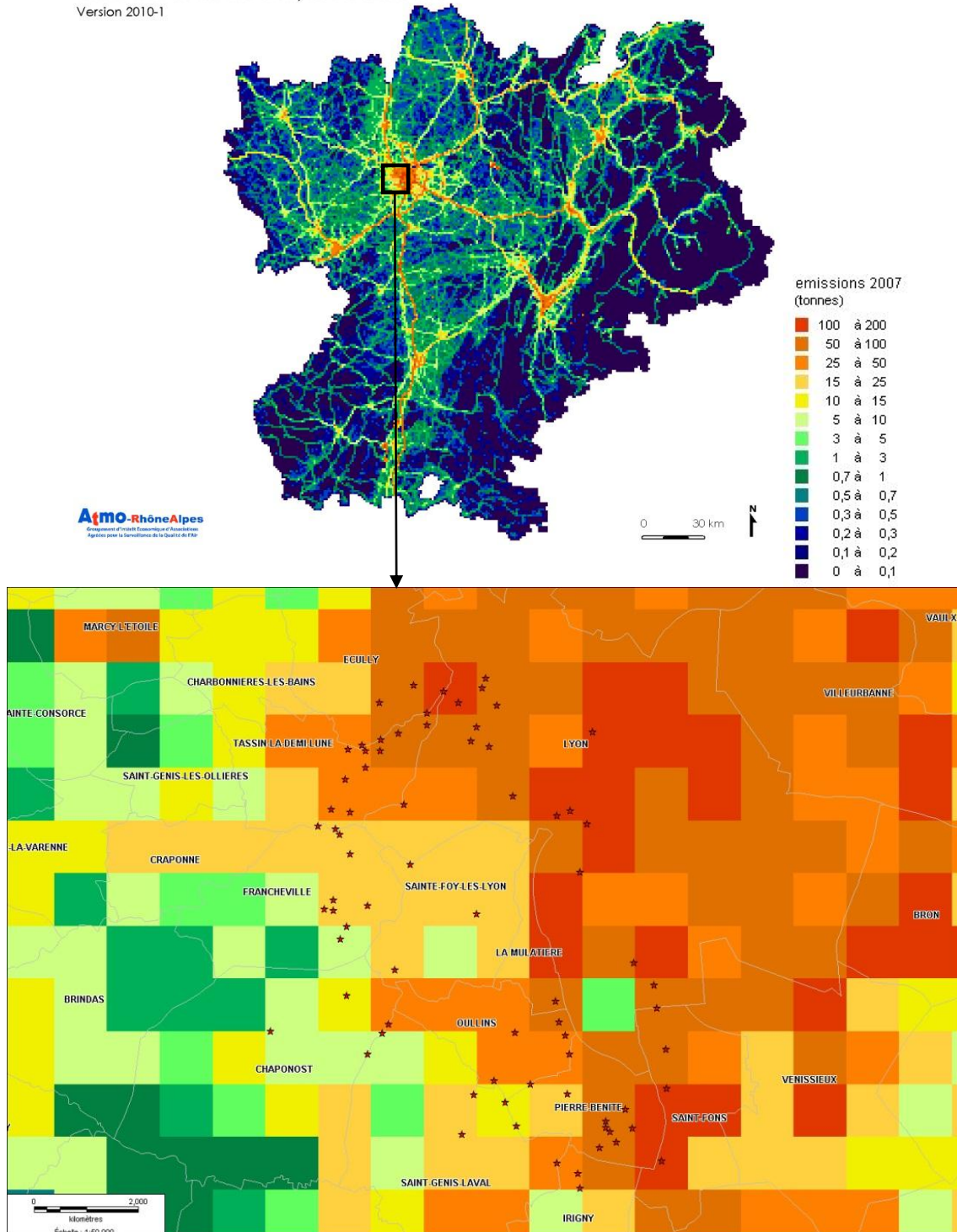
A noter également que l'intensité des émissions n'est pas le seul paramètre à prendre en compte pour expliquer les niveaux de qualité de l'air. En effet, les concentrations mesurées sont également liées à la configuration des bâtiments (une rue de type « canyon » peut favoriser l'accumulation des polluants) et aux conditions météorologiques (stabilité de l'atmosphère, dispersion par le vent ou le lessivage par les précipitations).

3.1. Les Oxydes d'azote (NOx)

3.1.1. Emissions de NOx

Le terme oxydes d'azote (NOx) désigne principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂).

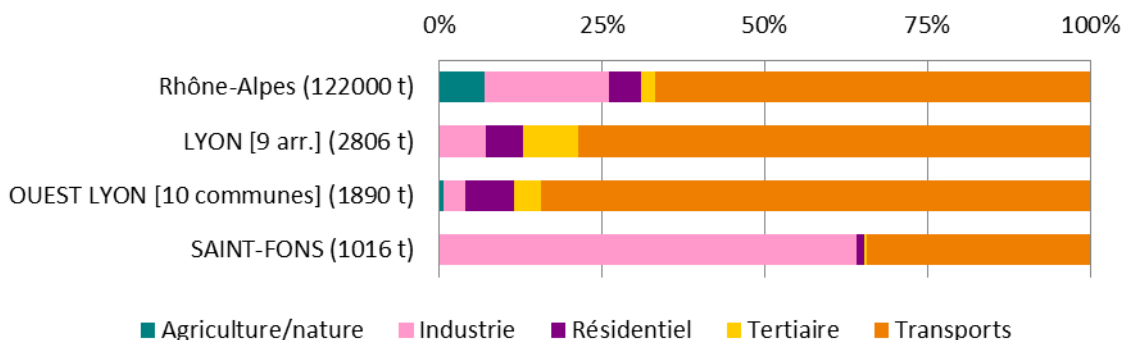
Carte des émissions d'oxydes d'azote 2007
Version 2010-1



Répartition spatiale des émissions de NOx en Rhône-Alpes et sur la zone d'étude pour l'année 2007
(Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

La carte de répartition spatiale montre une diminution des émissions de NOx d'est en ouest, depuis le centre-ville de Lyon vers les communes situées le plus à l'ouest.

Répartition des émissions de NOx par secteurs d'activités



Répartition des émissions de NOx par secteurs d'activités pour l'année 2007
(Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

En Rhône Alpes, deux-tiers des émissions en oxydes d'azote proviennent du transport routier (67% des émissions en 2007).

Sur Lyon et sur les communes à l'ouest de Lyon, la part des émissions dues aux transports est également majoritaire, alors que sur Saint-Fons, marquant le début de la zone industrielle du sud lyonnais, la part du secteur industriel devient prépondérante.

A noter que le total des émissions de NOx sur l'ensemble des 9 arrondissements de Lyon est 1,5 fois plus important que sur les 10 communes prises en compte dans cette étude. Ceci recoupe la différence déjà observée au niveau de la répartition spatiale des émissions.

3.1.2. Niveaux mesurés en NO

Il n'existe pas de valeurs réglementaires pour le NO.

	Moyenne Annuelle ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maximum horaire ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Percentile 98 horaire ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Site de référence présentant la meilleure corrélation avec le site laboratoire mobile (Coeff de corrélation linéaire)
A7 sud Lyonnais [trafic]	125	780 le 29/01/08	422	
Pierre-Bénite/A7 [trafic]	82	657 le 29/01/07	362	A7 sud Lyonnais (0,82)
Vaise [trafic]	55	554 le 07/02/07	286	
Valvert/Bd [trafic]	43	532 le 29/01/08	327	Vaise (0,85)
Lyon centre [urbain]	19	347 le 12/02/08	143	
Ternay [périurbain]	17	426 le 13/02/08	140	
Francheville [périurbain]	12	170 le 20/12/07	95	Gerland (0,76)

Statistiques descriptives pour le monoxyde d'azote

Sur les sites à proximité du trafic, les niveaux de monoxyde d'azote (NO) sont très largement supérieurs aux niveaux de fond périurbains ou urbains. Ces mesures montrent donc l'influence directe du trafic automobile sur les niveaux de NO.

3.1.3. Niveaux mesurés en NO₂

La réglementation fixe pour le dioxyde d'azote plusieurs valeurs à respecter, dont notamment un **objectif de qualité** fixé à 40 µg.m⁻³ en moyenne annuelle. Elle fixe également une **valeur limite** qui décroît d'année en année, pour atteindre en 2010 la même valeur que l'objectif de qualité : en 2008, elle est fixée à 44 µg.m⁻³ (voir détails en Annexe 1).

A noter que, malgré les plans d'actions menés au niveau local (PPA, PDU,...)¹ cette valeur est encore souvent dépassée sur des sites de proximité automobile en Rhône-Alpes et sur le reste du territoire.

Sur un plus court terme, il existe deux seuils en moyenne horaire, à partir desquels certaines dispositions et/ou mesures d'urgences peuvent être prises au niveau local (réduction de vitesse sur les grands axes,...) :

- un **niveau d'information et de recommandations** pour les personnes sensibles (200 µg.m⁻³ sur 1h)
- et un **niveau d'alerte** (400 µg.m⁻³ sur 1h)

	Moyenne annuelle (µg.m ⁻³)	Maximum horaire (µg.m ⁻³)	Percentile 98 Horaire (µg.m ⁻³)	Site de référence présentant la meilleure corrélation avec le site laboratoire mobile (Coeff de corrélation linéaire)
A7 Sud lyonnais [Trafic]	81	297 _{le 12/02/08}	184	
Pierre-Bénite/A7 [Trafic]	68	210 _{le 29/01/08}	145	A7 sud Lyonnais (0.81)
Vaise-Marietton [Trafic]	59	231 _{le 29/10/07}	138	
Valvert/Bd [trafic]	44	219 _{le13/02/08}	139	Lyon centre (0.80)
Lyon centre [Urbain]	37	157 _{le 13/02/08}	98	
Ternay [Périurbain]	30	150 _{le 22/12/07}	82	
Francheville [Périurbain]	25	143 _{le 12/02/08}	81	Gerland (0.79)

Site	Saison	Printemps (2008)	Été (2008)	Automne (2007)	Hiver (2008)
Pierre-Bénite/A7 [Trafic]	Moyenne sur la période	66	56	69	85
	Percentile 98 H	128	139	146	182
	Maximum H	181	186	178	210
	Date du Maximum H	15/05/08 09:00	15/07/08 18:00	06/12/07 13:00	29/01/08 12:00
Valvert/Bd [trafic]	Moyenne sur la période	33	28	48	68
	Percentile 98 H	87	68	120	168
	Maximum H	110	99	162	219
	Date du Maximum H	30/04/08 21:00	24/07/08 22:00	05/12/07 18:00	13/02/08 19:00
Francheville [Périurbain]	Moyenne sur la période	15	13	37	38
	Percentile 98 H	46	37	94	105
	Maximum H	81	50	113	143
	Date du Maximum H	07/05/08 21:00	30/07/08 20:00	17/12/07 14:00	12/02/08 16:00

Statistiques descriptives du NO₂ sur les 3 sites d'étude et des sites de référence.

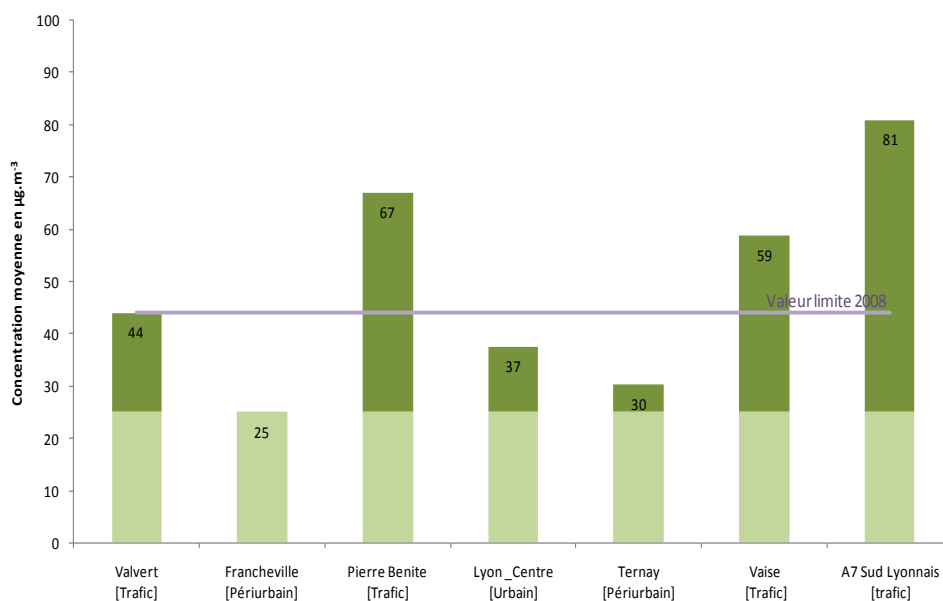
Le site de **Pierre-Bénite/A7** est caractéristique d'un site trafic, aussi bien au niveau du maximum horaire (193 µg.m⁻³) que de la moyenne annuelle (67 µg.m⁻³).

¹ PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère – PDU : Plan de Déplacements Urbains

Le site de **Valvert/Bd** présente une moyenne annuelle moins élevée ($44 \mu\text{g.m}^{-3}$), mais qui reste supérieure au fond urbain mesuré sur Lyon-Centre ($37 \mu\text{g.m}^{-3}$). Par ailleurs, le maximum relevé sur ce site ($219 \mu\text{g.m}^{-3}$) et le percentile P98 ($139 \mu\text{g.m}^{-3}$) montre également clairement la signature d'un site trafic (données comparables au site trafic de Vaise-Marietton).

Sur le site de **Francheville**, les niveaux moyens sont comparables avec ceux du site périurbain de Ternay.

Le graphique ci-après compare les moyennes annuelles estimées sur les 3 sites d'étude (à partir des 8 semaines de mesures) aux moyennes annuelles complètes mesurées sur des sites de référence, ainsi qu'à la valeur limite réglementaire applicable en 2008 ($44 \mu\text{g.m}^{-3}$). La partie en vert plus clair correspond au niveau mesuré sur le site de Francheville, considéré dans ce rapport comme le fond périurbain de la zone d'étude.



Comparaison des moyennes annuelles en NO_2 (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)

Type de seuil	Valeur à respecter (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)	Base de calcul	Valeurs mesurées durant les 4 campagnes sur les 3 sites mobiles		
			Pierre-Bénite/A7 [Trafic]	Valvert/Bd [Trafic]	Francheville [Périurbain]
Objectif de qualité	40	Moyenne annuelle			
Valeur limite	40 (en 2010)	Moyenne annuelle	68	44	25
	44 (en 2008)				
	46 (en 2007)				
Valeur limite	200 sur 1h (en 2010)	Nombre d'heures de dépassements sur la période (18 dép. autorisés/an)	1 dép	3 dép	0 dép
	220 sur 1h (en 2008)		0 dép	0 dép	0 dép
	230 sur 1h (en 2007)		0 dép	0 dép	0 dép
Seuil d'information	200 sur 1h	Nombre d'heures de dépassements sur la période	1 dép	3 dép	0 dép
		Nombre de Jours où le seuil a été dépassé	1 dép	2 dép	0 dép
Seuil d'alerte	400 sur 1h	Nombre d'heures de dépassements sur la période	0 dép	0 dép	0 dép
		Nombre de Jours où le seuil a été dépassé	0 dép	0 dép	0 dép

Situation vis-à-vis des valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote (NO_2)

Sur le site de **Francheville**, aucun dépassement de seuils réglementaires n'a été observé sur l'ensemble des quatre campagnes de mesures.

Sur le site de **Pierre-Bénite/A7**, la moyenne annuelle est estimée à $68 \mu\text{g.m}^{-3}$. Cette valeur n'est pas conforme à l'objectif de qualité de $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ (qui est également la valeur limite pour 2010), ni à la valeur limite pour 2008 fixée à $44 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Le site de **Valvert/Bd** présente quant à lui une moyenne annuelle intermédiaire estimée à $44 \mu\text{g.m}^{-3}$. Cette valeur est conforme à l'objectif de qualité, mais elle est égale à la valeur limite pour 2008 et n'est donc pas conforme à cette valeur réglementaire. D'autre part, cette moyenne reste nettement supérieure au fond urbain mesuré sur Lyon-Centre ($37 \mu\text{g.m}^{-3}$).

Sur ces deux sites influencés par le trafic, le seuil d'information a été dépassé à une ou deux reprises. Les maxima ont été atteints entre fin janvier et début février 2008, pendant un épisode de pollution qui a touché l'ensemble de la région Rhône-Alpes ainsi que plusieurs villes de France.

A noter que sur le site de Pierre-Bénite/A7, à proximité directe d'un trafic autoroutier, les valeurs horaires ont approché le seuil d'information à plusieurs reprises et ce, pour toutes les campagnes de mesures.

3.1.4. Etude de la répartition spatiale et temporelle du NO_2

Variation spatiale des concentrations en NO_2

Le NO_2 étant un bon traceur de la pollution liée au trafic, il constitue généralement un indicateur de choix pour définir la typologie d'un site (trafic, urbain, périurbain), même si les concentrations mesurées dépendent également de l'environnement local du site de mesure (présence d'arbres, d'habitations, d'immeubles,...).

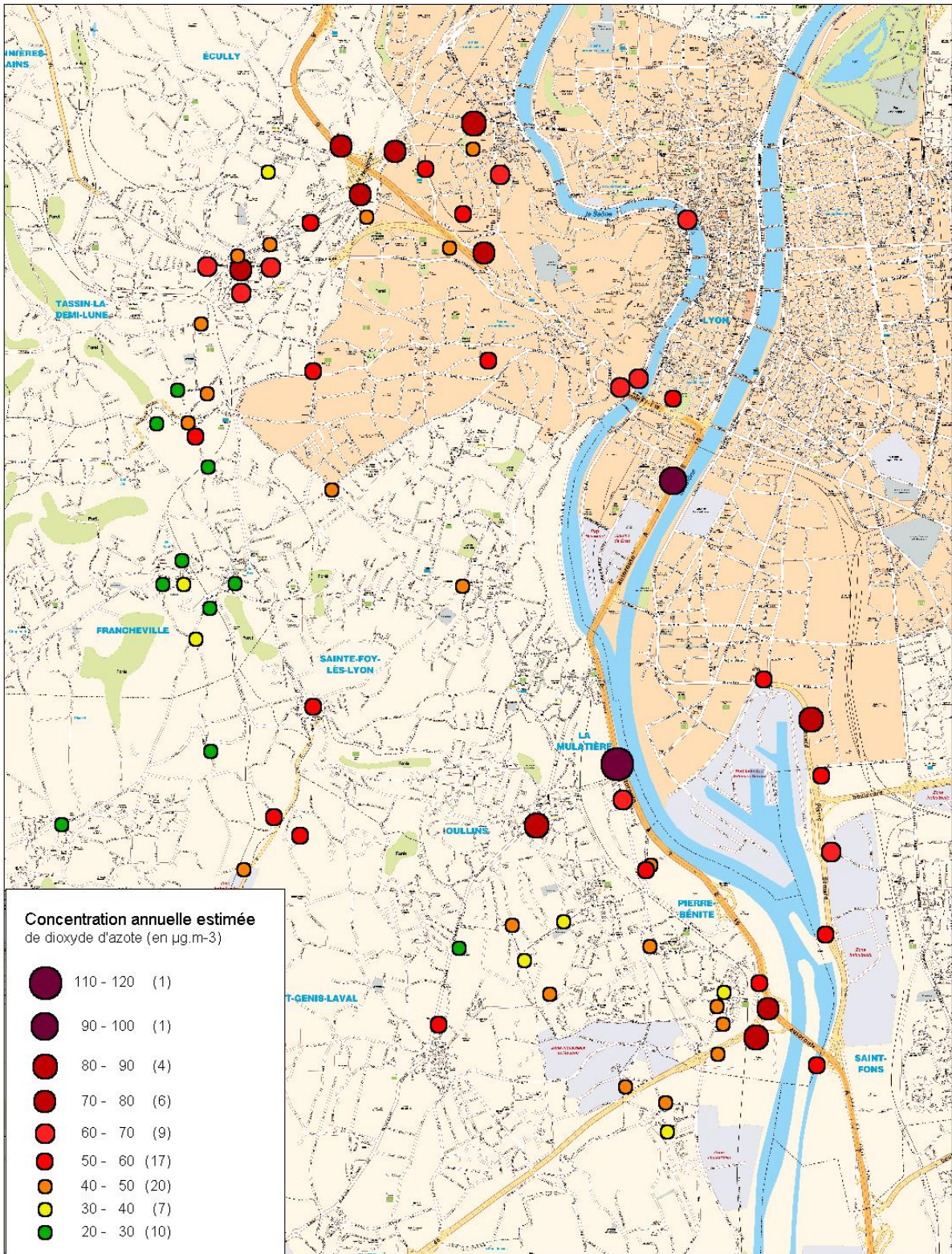
Les valeurs de NO_2 mesurées avec les capteurs légers (tubes passifs) permettent d'obtenir une information spatialisée des concentrations de ce polluant sur toute la zone d'étude.

En effet, la carte page suivante, des concentrations en moyenne annuelle, montre que certaines zones sont plus impactées que d'autres, en particulier le long des grands axes routiers, où les valeurs dépassent largement l'objectif de qualité de $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ (Autoroute A7, quais du Rhône et de Saône, carrefour du Valvert,...).

La zone sud de Lyon (Gerland et St-Fons) ainsi que certaines zones sur Vaise et Tassin-la-Demi-Lune (rue Marietton et carrefour des Trois Renards) présentent également des points où les concentrations en moyenne annuelle peuvent être supérieures à l'objectif de qualité.

Les niveaux les plus faibles sont observés sur la partie la plus à l'ouest de la zone d'étude (Francheville, Chaponost), mais sur les sites les plus éloignés des axes routiers fortement fréquentés.

Au global, sur les 75 sites sondés, plus des trois-quarts (58) dépassent l'objectif de qualité et valeur limite en 2010 ($40 \mu\text{g.m}^{-3}$), et environ deux-tiers (46) dépassent la valeur limite à respecter en 2008 ($44 \mu\text{g.m}^{-3}$).



Cartographie des concentrations en moyenne annuelle du NO_2 (mesures par tubes passifs)

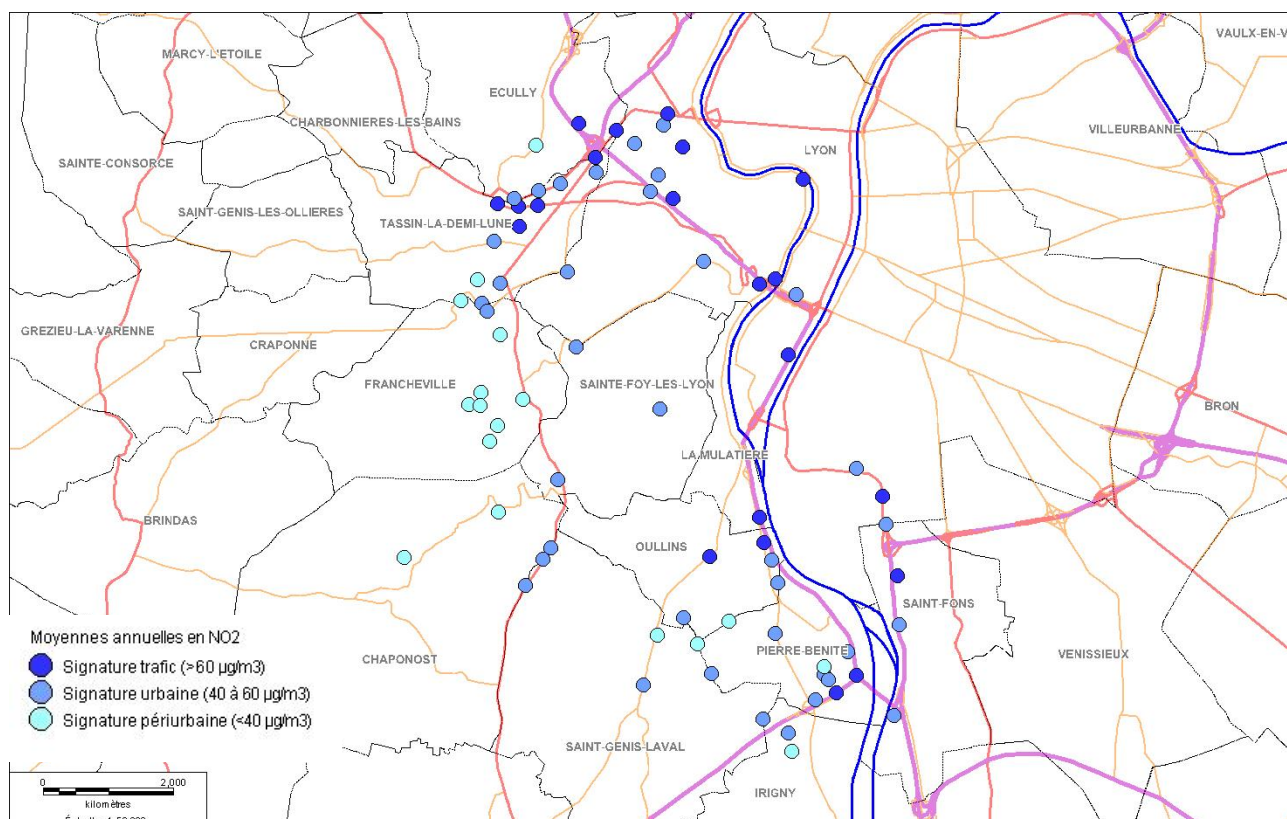
Etude de la classification des sites selon leur environnement (« signatures »)

Les 75 sites de mesures ont été regroupés selon trois classes ou « signatures », en fonction des valeurs mesurées en moyenne annuelle.

NB : Les seuils pour définir ces classes ont été déterminés à partir des moyennes observées sur les stations de référence du réseau fixe sur une année.

Cette classification est représentée sur la carte ci-après :

- **Bleu clair** : Signature « périurbaine » : Moyennes $< 40 \mu\text{g.m}^{-3}$
(cette classe représente donc tous les sites qui respectent l'objectif de qualité)
- **Bleu ciel** : Signature « urbaine » : Moyennes entre $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ et $60 \mu\text{g.m}^{-3}$
- **Bleu foncé** : Signature « trafic » : Moyennes $> 60 \mu\text{g.m}^{-3}$



Moyennes annuelles en NO₂ regroupées par « signature » (urbaine, périurbaine ou trafic)

	Nombre de sites	Concentration Moyenne en $\mu\text{g.m}^{-3}$	Comparaison vis-à-vis du niveau de fond périurbain
Signature trafic ($>60 \mu\text{g.m}^{-3}$)	21	74	2,5 fois plus élevé
Signature urbaine (entre $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ et $60 \mu\text{g.m}^{-3}$)	37	48	1,6 fois plus élevé
Signature périurbaine ($<40 \mu\text{g.m}^{-3}$)	17	30	-

Comparaison des trois « signatures » en NO₂ : trafic, urbain, périurbain

Signature périurbaine : 17 sites avec des concentrations annuelles en NO₂ qui se situent en moyenne autour de $30 \mu\text{g.m}^{-3}$, et qui respectent donc l'objectif de qualité. Ces points sont localisés principalement sur les communes de Francheville et Chaponost ainsi que sur Pierre-Bénite.

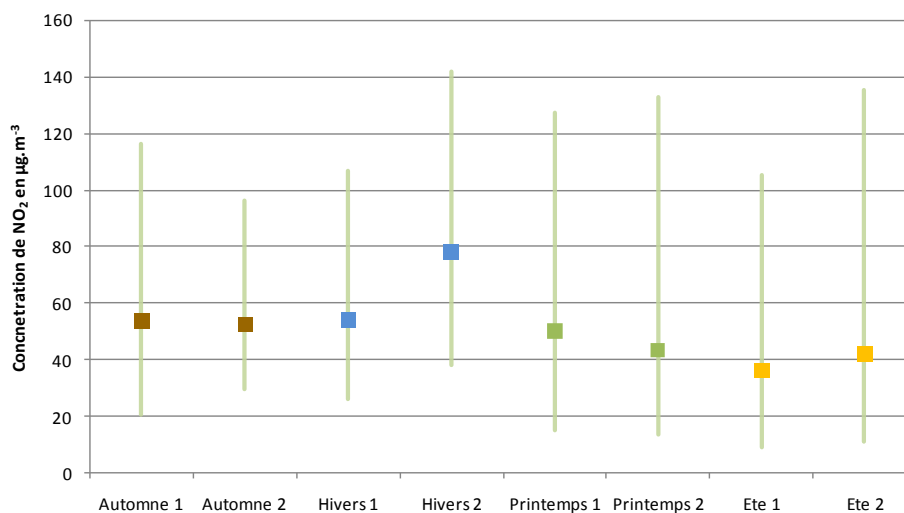
Signature urbaine : 37 sites avec des niveaux compris entre 40 et $60 \mu\text{g.m}^{-3}$, soit en moyenne 1,6 fois plus élevé que le niveau de fond périurbain, et qui ne sont donc pas conformes à l'objectif de qualité. Ces sites sont situés le long d'axes routiers plus ou

moins fréquentés (Bd du Valvert, route de Brignais, A450) ou dans des zones urbanisées à forte densité de population (Lyon 5^{ème}, Oullins, Vaise, Ecully).

Signature trafic : 21 sites avec des concentrations qui dépassent 60 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle, et qui dépassent nettement l'objectif de qualité. Ces niveaux de concentrations sont en moyenne 2,5 fois plus élevés que le niveau de fond périurbain et sont caractéristiques d'une réelle proximité trafic. Ces niveaux sont mesurés principalement sur les sites positionnés le long des grands axes (du type A7 ou N383), proches de nœuds routiers (Valvert, A450/A7) ou de certaines zones habitées présentant un trafic dense et/ou une circulation difficile à certaines heures (quais de Rhône et de la Saône Trois Renards, Vaise-Marietton).

Variation temporelle des concentrations en NO_2

Le graphique suivant permet d'étudier les variations des concentrations mesurées en fonction des campagnes et donc des saisons.



Variation des concentrations en NO_2 au cours des campagnes de mesures

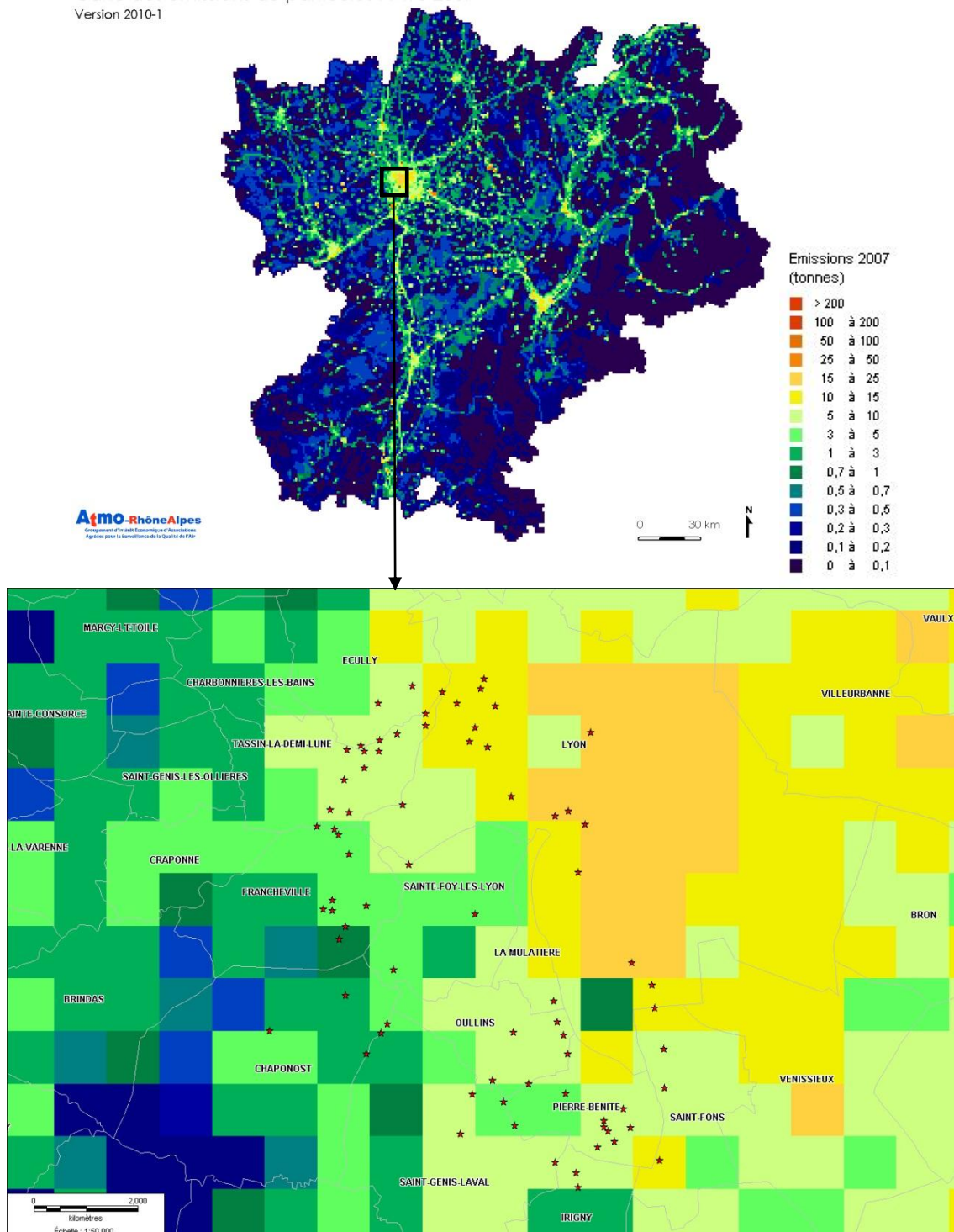
A noter que la concentration moyenne du NO_2 sur l'ensemble de l'ouest lyonnais varie du simple au double entre la 2^{ème} campagne d'hiver (78 $\mu\text{g.m}^{-3}$, semaine avec des conditions météorologiques propices à l'accumulation de la pollution) et la 1^{ère} campagne d'été (36 $\mu\text{g.m}^{-3}$).

3.2. Particules en suspension (PM10)

Les particules fines en suspension constituent une problématique importante car elles ont un impact sanitaire majeur.

3.2.1. Emissions de PM10

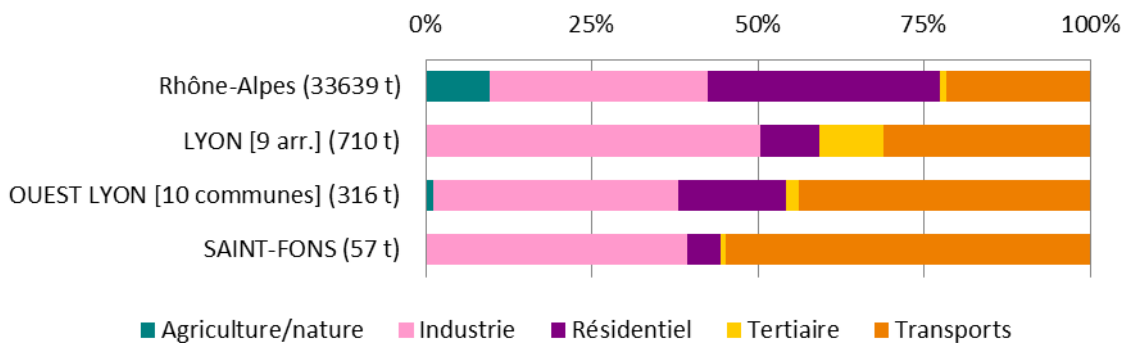
Carte des émissions de particules PM10 2007
Version 2010-1



Répartition spatiale des émissions de PM10 en Rhône-Alpes et sur la zone d'étude pour l'année 2007
(Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

Comme pour les NOx, la carte de répartition spatiale montre une diminution des émissions de PM10 entre l'est et l'ouest de la zone d'étude.

Répartition des émissions de PM₁₀ par secteurs d'activités



Répartition des émissions de PM₁₀ par secteurs d'activités pour l'année 2007
(Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

Sur l'ensemble de la région Rhône-Alpes, les sources d'émissions de particules proviennent pour environ 1/3 du secteur industriel et un autre 1/3 du secteur résidentiel. A noter également que la part liée au secteur résidentiel varie en fonction des saisons : elle est plus importante lors de la période de chauffage (entre octobre et mars, variable en fonction des années). Les transports viennent en 3^{ème} position, comptant pour presque 1/4 des émissions de particules.

Sur Lyon, la quantité totale des émissions de PM₁₀ est environ deux fois plus importante que sur l'ensemble des 10 communes étudiées à l'ouest de Lyon. Mais d'un point de vue qualitatif, à l'est ou à l'ouest de la zone d'étude, le secteur industriel et les transports représentent à eux deux plus de 75% des émissions.

A noter tout de même que la part relative du secteur résidentiel est deux fois plus important à la périphérie ouest de Lyon, en lien certainement avec une part importante du chauffage résidentiel sur cette zone.

Sur la commune de Saint-Fons, au sud de Lyon, les émissions totales sont quantitativement moins élevées que sur l'ensemble des 9 arrondissements de Lyon ou que sur les 10 communes de la périphérie ouest, mais la part relative due au trafic routier est plus importante que sur ces deux zones (plus de 50% des émissions). Ceci est dû à la présence de nombreux axes de transit routier, comme l'Autoroute A7 à l'est et le Boulevard périphérique au nord. L'activité industrielle est également une source importante d'émissions de particules. Sur cette commune, la part du secteur industriel ajoutée aux transports forme près de 90% des émissions totales.

3.2.2. Niveaux mesurés en PM₁₀

Parmi les valeurs réglementaires, les poussières PM₁₀ font l'objet d'une **valeur limite pour la protection de la santé humaine en moyenne annuelle** fixée à 40 µg.m⁻³ et d'un **objectif de qualité** fixé à 30 µg.m⁻³.

Une autre **valeur limite pour la protection de la santé humaine en moyenne journalière** est fixée à 50 µg.m⁻³ et ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an.

Les **seuils d'information et de recommandations** (80 µg.m⁻³) et le **seuil d'alerte** (125 µg.m⁻³) sont calculés en moyenne sur 24h (règles définies par arrêté préfectoral).

Le détail de la réglementation est présenté en Annexe 1.

Entre septembre 2007 et octobre 2008, trois importants épisodes de pollutions aux poussières sont à noter :

- fin décembre 2007
- fin janvier 2008
- mi février 2008

Durant ces périodes, le **seuil d'information** a été dépassé pendant plusieurs jours, sur plusieurs stations de la région Rhône-Alpes. Les campagnes de mesures réalisées dans le cadre de cette étude ont été concernées par la quasi-totalité de ces épisodes.

Type de seuil	Valeur à respecter ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Base de calcul	Valeurs mesurées sur les 4 campagnes				Valeurs mesurées sur l'année complète		
			Pierre Bénite/A7 [Trafic]	Valvert/Bd [Trafic]	Francheville [Périurbain]	Lyon-Centre [Urbain]	Lyon-Centre [Urbain]	Ternay [Périurbain]	A7 sud Lyonnais [Trafic]
Objectif de qualité	30	Moyenne annuelle	44	37	27	34	30	31	46
Valeur limite	40	Moyenne annuelle	44	37	27	34	30	31	46
Valeur limite	50 sur 1 jour	Nombre de J où le seuil à été dépassé (35 autorisés/an)	17	17	12	15	42	39	102
Seuil d'information	80 sur 24h	Nombre de J où le seuil à été dépassé	10 dép	5 dép	1 dép	8 dép	14 dép	13 dép	31 dép
Seuil d'alerte	125 sur 24h	Nombre de J où le seuil à été dépassé	0 dép	0 dép	0 dép	0 dép	1 dép	2 dép	4 dép

Situation vis-à-vis des valeurs réglementaires pour les PM10

	Moyenne annuelle ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maximum journalier ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Percentile horaire 98	Pour les laboratoires mobiles : meilleure corrélation avec un site de référence (Coeff de corrélation linéaire)
Valvert/Bd [trafic]	36	100 _{le 13/02/08}	115	Lyon-Centre (0.88)
Pierre-Bénite/A7 [Trafic]	43	118 _{le 29/01/08}	117	Lyon-Centre (0.91)
A7 sud Lyon [Trafic]	46	141 _{le 22/12/07}	125	
Lyon-Centre [Urbain]	30	128 _{le 14/02/08}	98	
Ternay [Périurbain]	31	144 _{le 22/12/07}	100	
Francheville [Périurbain]	26	91 _{le 20/12/07}	81	Lyon-Centre (0.93)

Statistiques descriptives pour les particules en suspension (PM10)

Le site de **Francheville** présente des concentrations en particules moins élevées en moyenne que les autres sites urbains et périurbains. La moyenne annuelle sur ce site ($27 \mu\text{g.m}^{-3}$) est conforme à l'objectif de qualité et elle respecte donc également la valeur limite.

En revanche, le seuil journalier de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ a été dépassé 12 fois sur la période des campagnes (représentant 21% de l'année) et le seuil d'information a également été dépassé une fois sur Francheville (maximum journalier de $91 \mu\text{g.m}^{-3}$). A titre de comparaison, sur le site urbain de Lyon-Centre, le seuil d'information a été dépassé 8 jours sur la période des quatre campagnes et 14 jours sur l'année complète.

Même si ces fortes valeurs enregistrées sur Francheville ne sont pas dues a priori à des émissions très localisées, mais sont plutôt liées à des conditions climatiques peu favorables à la dispersion, ceci montre bien que les communes situées à la périphérie

ouest de Lyon peuvent être impactées lors d'épisodes de pollution aux particules généralisés à l'ensemble de la région.

Le site de **Valvert/Bd** présente des niveaux plus élevés que les sites urbains, mais légèrement plus faibles que les deux autres sites trafic situés en bordure de l'autoroute A7. La moyenne annuelle ($34 \mu\text{g.m}^{-3}$) respecte la valeur limite, mais n'est pas conforme à l'objectif de qualité.

Sur le site de **Pierre-Bénite/A7** les niveaux sont plus élevés que sur les 2 autres sites d'étude et sont assez comparables au site trafic A7 Sud Lyonnais (situé en bordure de l'A7 à La Mulatière). La moyenne annuelle sur ce site ne respecte ni l'objectif de qualité, ni valeur limite, mais à l'instar de la plupart des sites trafic du réseau fixe.

Sur ces deux sites à proximité du trafic, le seuil d'information a été atteint ou dépassé entre 5 et 10 fois sur l'ensemble des campagnes de mesures. Par ailleurs, le seuil journalier de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ a été dépassé 17 jours.

Or, sur les sites fixes de Lyon-Centre (urbain) et Ternay (périurbain), cette valeur de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ a été dépassée environ 15 fois sur l'ensemble des 4 campagnes, mais plus que les 35 jours de dépassements autorisés sur l'année complète.

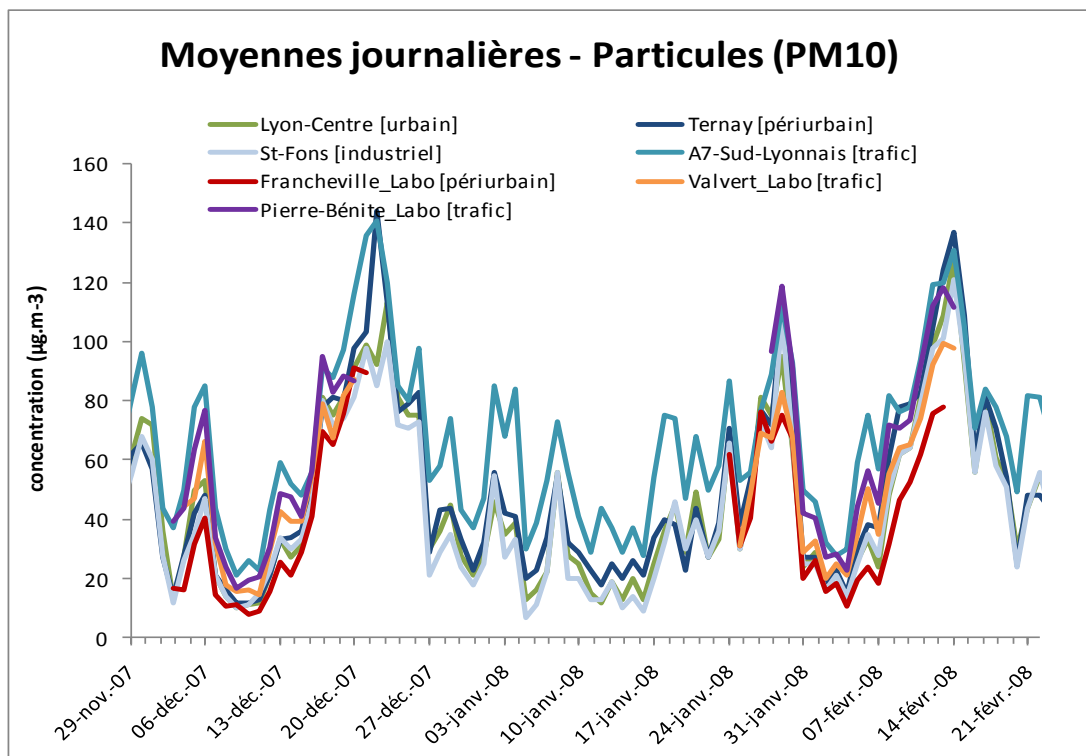
Par conséquent, il existe une forte probabilité que la valeur limite pour la protection de la santé en moyenne journalière de $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ ne soit pas respectée sur une grande partie des communes situées à la périphérie ouest de Lyon.

Pour les particules, l'influence du trafic est donc visible mais moins marquée que pour le NO_2 . En particulier, il est intéressant de noter que lors d'épisodes de pollution aux particules, certains maxima journaliers observés en typologie urbaine ou périurbaine peuvent être autant, voire plus élevés qu'en typologie trafic ($128 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour Lyon-Centre et $144 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour Ternay et $141 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour A7-Sud-Lyonnais). Les maxima sur les trois sites étudiés sont moins élevés car les campagnes de mesures n'ont pas couvert la totalité des épisodes et notamment les périodes où les maxima sur les autres sites ont été atteints (cf. graphique page suivante).

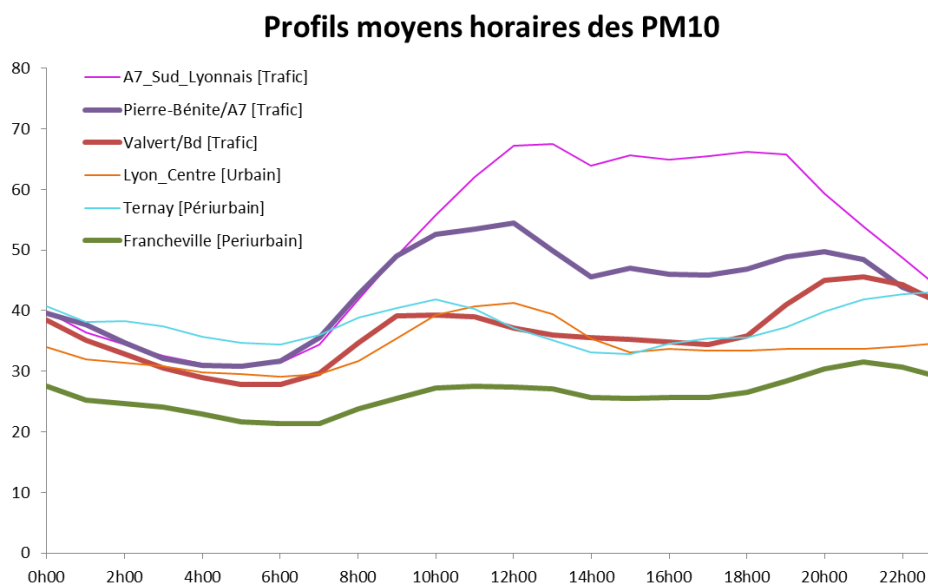
Explication des épisodes de pollution aux particules (hiver 2007-2008)

En situation anticyclonique, avec un temps froid et une atmosphère très stable, des phénomènes d'inversion de température peuvent bloquer les polluants au sol et favoriser leur accumulation de jour en jour. En période hivernale, avec des températures basses, ce phénomène est souvent amplifié par des émissions en particules plus importantes dues au chauffage intensif. Durant l'hiver 2007-2008, ce type d'épisode de pollution a touché l'ensemble de l'agglomération lyonnaise, dont la périphérie ouest de Lyon, mais également plusieurs villes de la région Rhône-Alpes.

Les graphiques suivant présentent les concentrations en PM10 mesurées en moyennes journalières entre décembre 2007 et février 2008, ainsi que les profils moyens horaires sur l'ensemble des quatre campagnes de mesures.



Evolution des concentrations journalières en PM10 durant les épisodes de particules



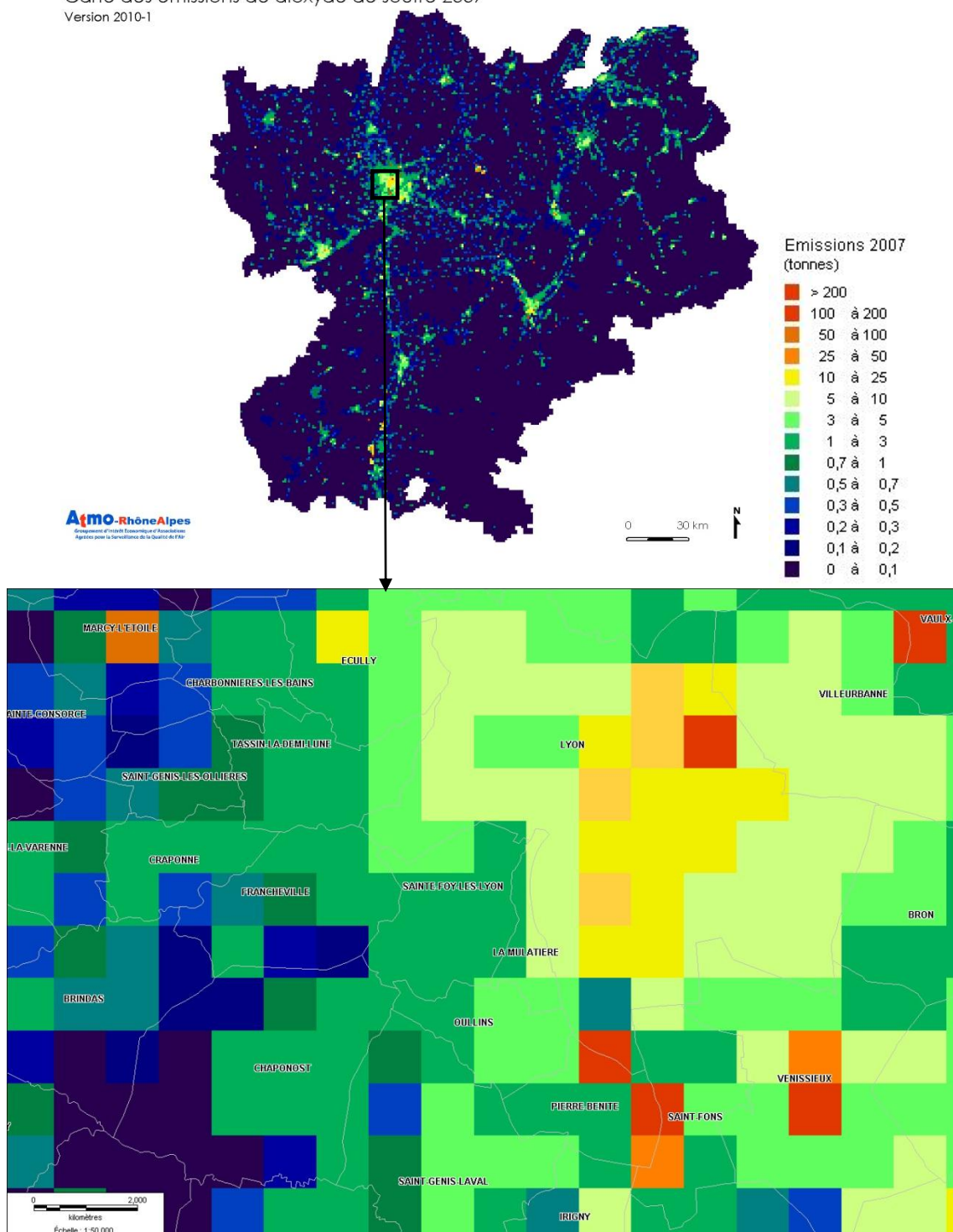
Profils moyens horaires des concentrations en PM10

Le site Pierre-Bénite/A7 présente des concentrations élevées, avec des pics aux heures de pointes, en lien avec sa typologie trafic. Il est intéressant de noter que les niveaux restent tout de même inférieurs à ceux mesurés sur le site A7_sud_lyonnais, pourtant situé à la même distance de l'autoroute A7 et avec a priori les mêmes conditions de trafic. Cette différence, visible entre 10h et 22h, peut s'expliquer par une situation topographique plus confinée pour le site A7_sud_lyonnais et également par une certaine influence des émissions de l'agglomération lyonnaise (distance plus proche).

3.3. Dioxyde de soufre (SO₂)

3.3.1. Emissions en SO₂ sur la zone d'étude

Carte des émissions de dioxyde de soufre 2007
Version 2010-1

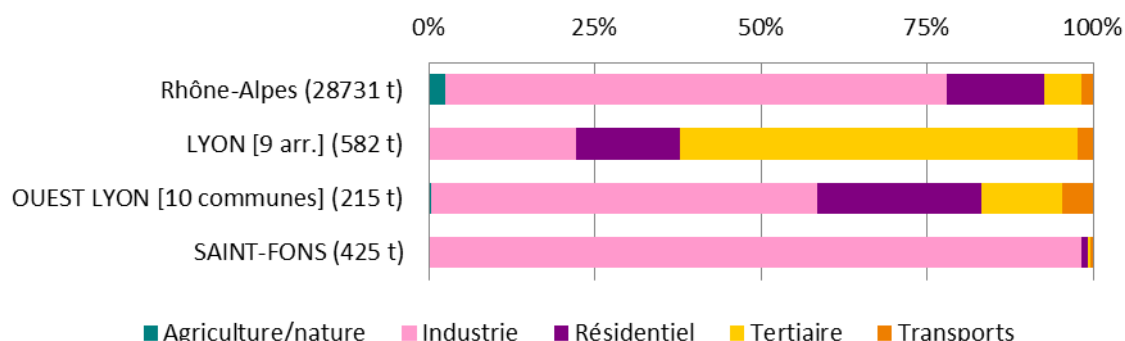


Répartition spatiale des émissions de SO₂ en Rhône-Alpes et sur la zone d'étude pour l'année 2007
(Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

Le dioxyde de soufre est un polluant essentiellement industriel : plus de 75% des émissions de la région Rhône-Alpes proviennent de l'industrie, notamment des centrales thermiques et des grandes installations de combustion. La carte de répartition spatiale montre bien que les émissions de SO₂ sont relativement faibles sur l'ensemble du territoire, sauf en certains points bien localisés autour de sources industrielles.

Les concentrations annuelles mesurées dans une grande majorité des centres urbains sont d'ailleurs très faibles.

Répartition des émissions de SO₂ par secteurs d'activités



Répartition des émissions de SO₂ par secteurs d'activités pour l'année 2007 (Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

Sur Lyon, le secteur tertiaire est majoritaire et les secteurs industriel et résidentiel viennent respectivement en 2^{ème} et 3^{ème} position.

Sur les 10 communes de la périphérie ouest, les émissions totales de SO₂ sont deux à trois fois moins importantes. Elles proviennent majoritairement du secteur industriel, puis des secteurs résidentiel et tertiaire.

Sur la zone de Saint-Fons, le secteur résidentiel représente à lui seul plus de 95% des émissions, avec un total proche de celui de Lyon.

3.3.2. Niveaux mesurés en SO₂

Parmi les valeurs réglementaires, le SO₂ fait l'objet d'un **objectif de qualité de l'air** fixé à 50 µg.m⁻³ en moyenne annuelle.

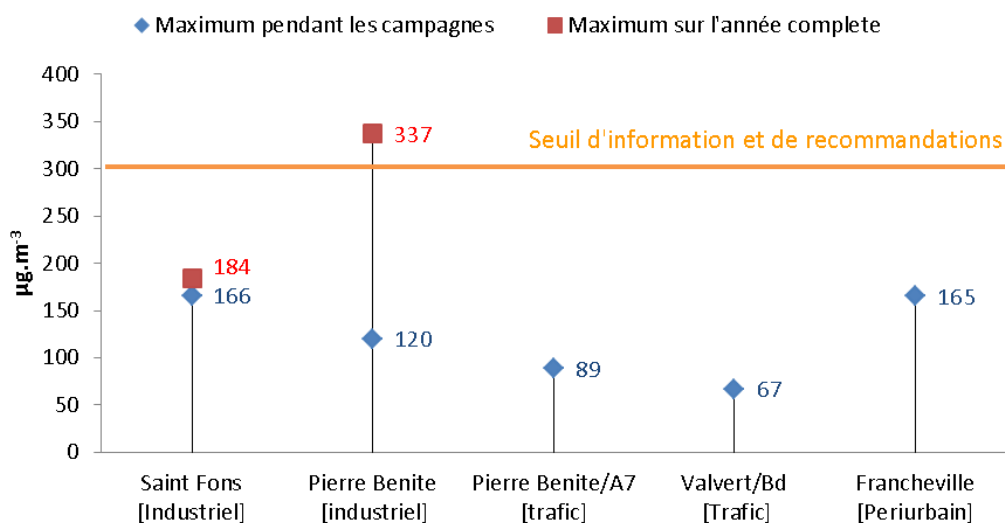
A plus court terme, il existe un **seuil d'information et de recommandations** pour les personnes sensibles (300 µg.m⁻³ sur 1h) et un **seuil d'alerte** (500 µg.m⁻³ sur 3h), à partir desquels des dispositions d'information et/ou d'urgences sont mises en place (actions auprès des industriels pour une réduction des émissions,...).

Le détail des valeurs réglementaires est présenté en Annexe 1.

Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)	Base de calcul	Valeurs mesurées durant les 4 campagnes sur les 3 sites mobiles et le site de référence Lyon-Centre			
			Pierre-Bénite/A7	Valvert/Bd	Francheville	Lyon-Centre
Objectif de qualité	50	Moyenne annuelle	4	3	3	6
Valeur limite	125 sur 1 jour	Moyenne journalier à ne pas dépasser plus de 3 fois	0	0	0	0
Valeur limite	350 sur 1h	Moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 fois	0	0	0	0
Seuil d'information	300 sur 1h	Nombre de jour où le seuil à été dépassé	0	0	0	0
Seuil d'alerte	500 sur 3h	Nombre de jour où le seuil à été dépassé	0	0	0	0

Situation vis-à-vis des valeurs réglementaires pour le SO₂

Maxima mesurés en dioxyde de soufre



Comparaison des maxima horaires en SO₂ entre les sites

Sur l'ensemble des 4 campagnes de mesures, aucun dépassement n'a été observé sur aucun site. En revanche, sur l'année complète, le seuil d'information et de recommandations sur 1h a été dépassé 1 fois sur le site fixe industriel de Pierre-Bénite (site de surveillance à proximité des industries du sud lyonnais, dont certaines sont fortement émettrices de SO₂).

(valeurs en µg.m ⁻³)	Moyenne annuelle	Maximum horaire	Maximum journalier	Percentile 98 horaire
Saint-Fons [Industriel]	6	166 le 03/05/08	71 le 21/12/07	31
Pierre-Bénite [Industriel]	5	225 le 20/12/07	93 le 21/12/07	38
Valvert/Bd [trafic]	3	67 le 09/02/08	14 le 09/02/08	29
Pierre-Bénite/A7 [Trafic]	5	89 le 04/05/08	14 le 04/05/08	30
Lyon-Centre [Urbain]	6	89 le 29/01/08	28 le 21/12/07	28
Gerland [Urbain]	5	86 le 20/12/07	63 le 21/12/07	26
Francheville [Périurbain]	3	165 le 08/02/08	30 le 20/12/07	19

Statistiques descriptives pour le SO₂

Le maximum de 165 µg.m⁻³ mesuré le 08/02/08 sur le site de Francheville peut paraître élevé pour un site périurbain éloigné des sources émettrices de SO₂. Cependant, les autres valeurs statistiques montrent que le site de Francheville n'est pas soumis à une pollution directe et constante au dioxyde de soufre (98% des valeurs mesurées sont inférieures à 19 µg.m⁻³) et que ce maximum reste une valeur isolée.

Par ailleurs, la rose de pollution moyenne réalisée sur la période où ce maximum a été enregistré (campagne d'hiver), montre que la majorité des fortes concentrations en SO₂ ont été mesurées avec un vent provenant du secteur sud-est, correspondant à la direction de la zone industrielle du sud lyonnais.

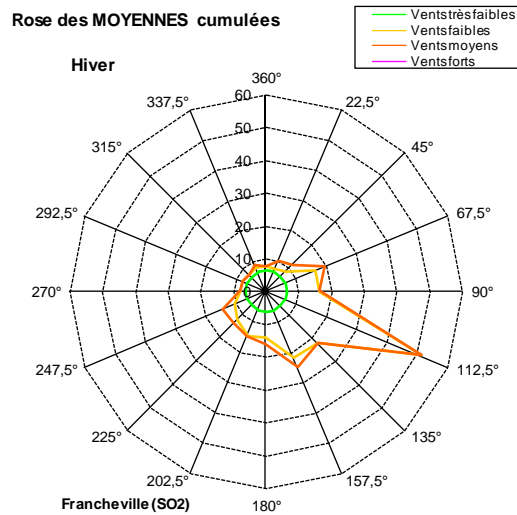


Figure 1 : Rose de pollution pour le Dioxyde de soufre sur le site de Francheville pour la campagne hivernale, à partir des données météorologiques mesurées sur le site de Saint-Genis-Laval.

Moyennes SO ₂ en µg.m ⁻³	Annuelle	Printemps	Été	Automne	Hiver
Pierre bénite/A7 [Trafic]	5	7	2	5	8
Valvert/Bd [Trafic]	3	4	1	2	5
Francheville [Périurbain]	3	2	1	4	5

Moyennes en SO₂ sur l'année et pour les 4 saisons

A chaque saison, les moyennes de Pierre Bénite/A7 [Trafic] ont été légèrement supérieures aux moyennes de deux autres sites, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'il était plus proche des industries du sud lyonnais.

De manière générale, sur les trois sites sondés de la zone d'étude sur l'ouest lyonnais, les valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre ont été largement respectées.

3.4. Ozone

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

Du fait du rôle joué par le soleil, les pics d'ozone surviennent principalement l'été avec un fort ensoleillement et des températures élevées, qui peuvent conduire à de fortes concentrations d'ozone dans l'air ambiant.

Les mesures d'ozone dans le cadre de cette étude ont été réalisées essentiellement à titre d'information. Seuls deux des trois sites (Valvert et Francheville) ont été équipés d'un analyseur d'ozone.

OZONE – O ₃				Valeurs sur les 4 périodes (valeurs sur l'année complète)			
				Zone d'étude Ouest Lyonnais		Stations de référence	
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)	Année d'application	Statistique Pour le calcul du dépassement	Valvert/Bd [Trafic]	Francheville [Périurbain]	Lyon-Centre [urbain]	Ternay [Périurbain]
Valeur limite (protection des matériaux)	40	2001	Moyenne annuelle	42	43	48 (43)	44 (41)
Valeur limite (protection de la végétation)	65	2001	Maximum journalier	97	101	104 (104)	98 (98)
Objectif de qualité (protection de la santé humaine)	120 (<25j de dép. /an)	2005 (Obj. 2010)	Maximum de la moyenne glissante sur 8h	136 10 dép.	131 8 dép.	137 9 dép. (12 dép.)	145 7 dép. (12 dép.)
Objectif de qualité (protection de la végétation)	200	2005	Maximum horaire	158	155	150 (156)	158 (186)
Seuil d'information	180 (1h)	1999					
Seuils d'alerte	240 (3h) 300 (3h) 360 (1h)	1999					

Situation vis-à-vis des valeurs réglementaires pour l'ozone

Les niveaux en ozone sont relativement comparables sur tous les sites de la zone d'étude. Même si les moyennes annuelles et maxima journaliers dépassent les valeurs limites pour la protection des matériaux et de la végétation, **les niveaux mesurés sur la zone d'étude pour l'ensemble des quatre périodes de mesure n'ont pas dépassé les valeurs réglementaires pour la santé humaine.**

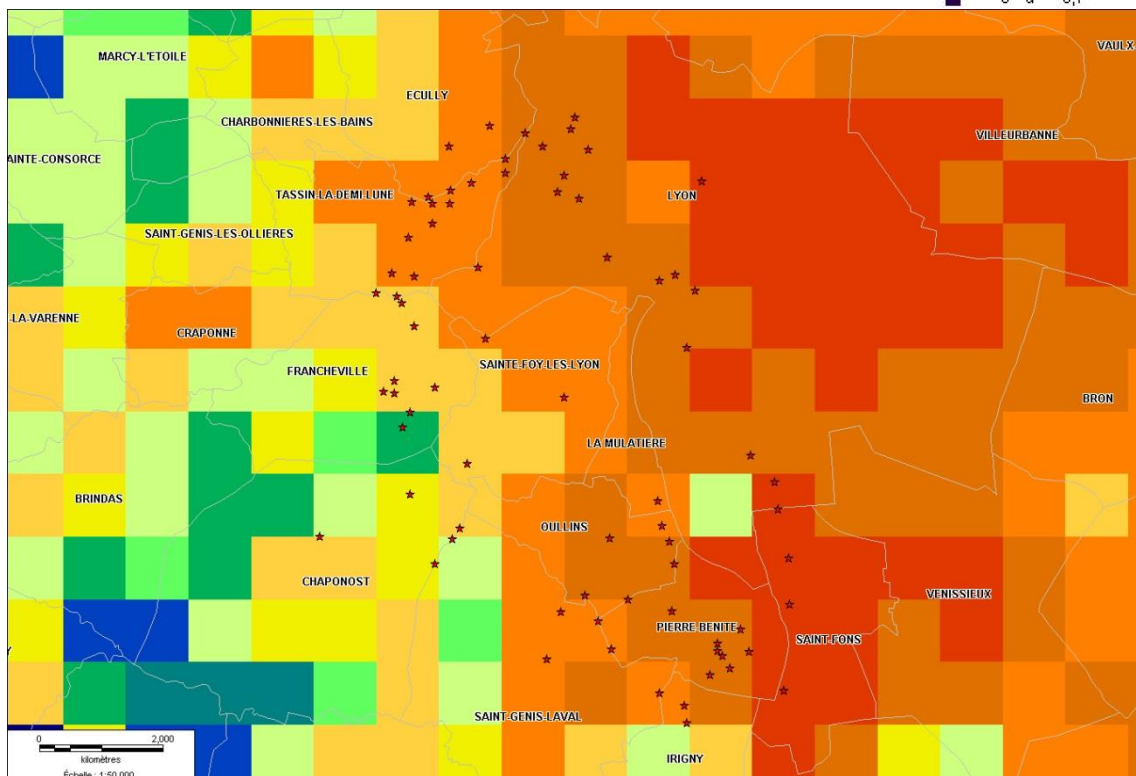
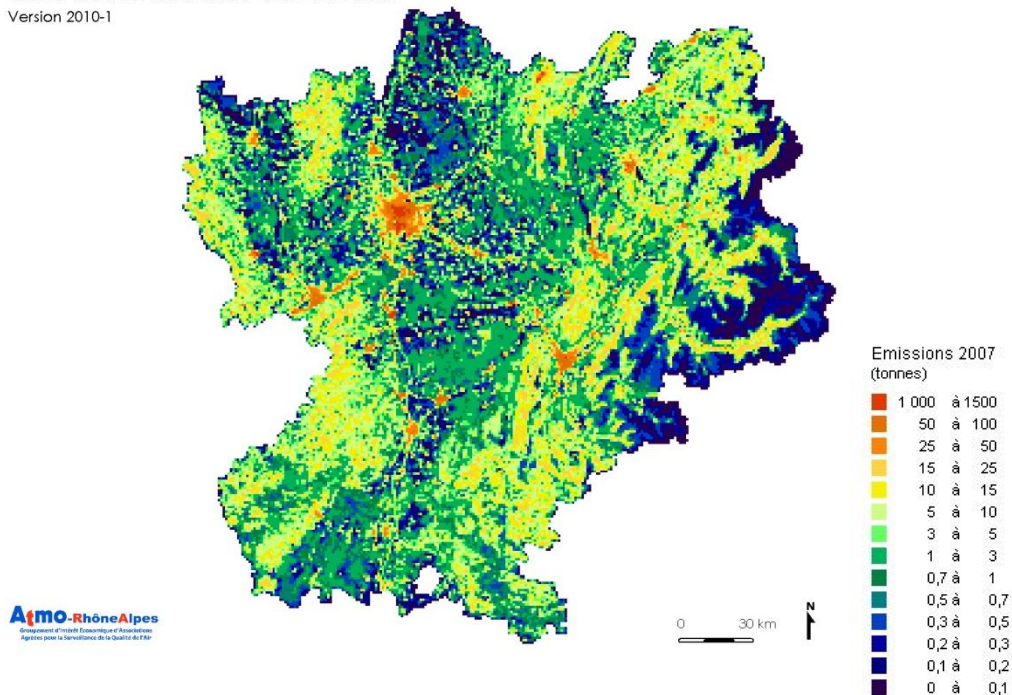
Sur l'ensemble de l'année, **seul le site de Ternay a dépassé une fois le seuil d'information** et de recommandations pour les personnes sensibles.

Pour cette étude, aucun événement particulier n'est à signaler sur la mesure de ce polluant. A noter tout de même qu'en 2008 l'ensemble de la zone du bassin lyonnais n'a pas été très marquée par des épisodes de pollution à l'ozone (principalement à cause d'un été maussade).

3.5. Composés Organiques Volatils (COV)

3.5.1. Emissions en COV sur la zone d'étude

Carte des émissions de COVNM 2007
Version 2010-1

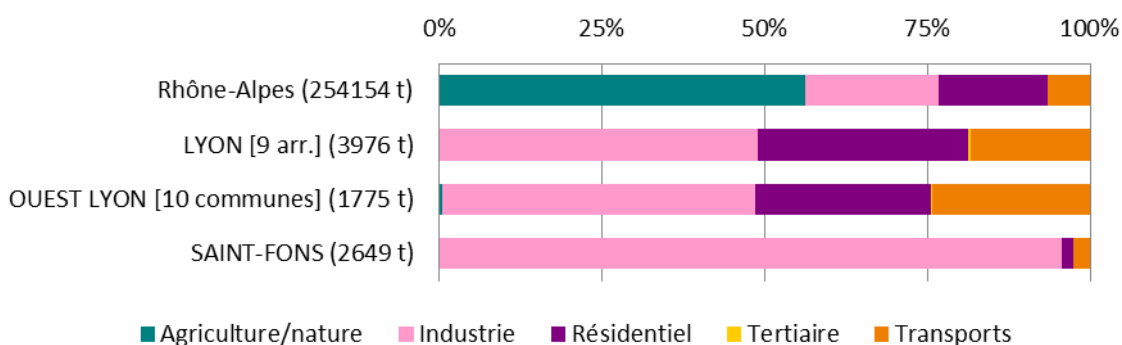


Répartition spatiale des émissions de COV non méthaniques en Rhône-Alpes et sur la zone d'étude pour l'année 2007 (Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

La carte de répartition spatiale des émissions de COVNM¹ montre encore une fois une nette différence entre Lyon à l'est et les communes de la périphérie ouest.

¹ Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

Répartition des émissions de COVNM par secteurs d'activités



Répartition des émissions de COVNM par secteurs d'activités pour l'année 2007
(Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

A l'échelle de la région Rhône-Alpes, les COV d'origine naturelle (émis par les forêts de résineux,...) représentent une part importante des émissions. Mais, dans les grandes agglomérations, les émissions de COV sont émises principalement par les activités humaines : ils entrent notamment dans la fabrication de certains produits chimiques ou sont émis lors des combustions incomplètes de différents combustibles fossiles. Les plus fortes concentrations de COV sont donc généralement enregistrées à proximité de certains sites industriels et des axes de circulation routière importante.

Sur Lyon et à l'ouest de Lyon, les émissions des COV sont qualitativement équivalentes, avec une même répartition des émissions par secteurs d'activités, même si, de façon quantitative, les émissions totales sur Lyon sont deux fois plus importantes que sur les communes de la ceinture ouest.

Au sud de Lyon, sur la commune de Saint-Fons, les émissions de COV sont très majoritairement dues au secteur industriel (à plus de 90%).

3.5.2. Niveaux mesurés en COV

Les laboratoires mobiles utilisés ne disposent pas d'analyseurs permettant la mesure en continu des COV. En revanche, des mesures indicatives sur un pas de temps journalier ont pu être réalisées pour 40 COV, avec des prélèvements par canisters sur les 3 sites laboratoires mobiles (6 prélèvements de 24h par campagne).

Par ailleurs, des mesures avec des capteurs légers (tubes passifs) ont également permis d'observer les variations spatiales pour les principaux COV émis par le trafic (Benzène, Toluène et Xylènes) sur les mêmes 75 sites avec des mesures de NO₂.

Parmi les 40 COV mesurés, seul le benzène est soumis à des valeurs réglementaires en air ambiant, car il présente des risques mutagènes et cancérigènes.

Il existe pour ce polluant un **objectif de qualité de l'air (ObjQ)** fixé à 2 µg.m⁻³ et une **valeur limite pour la protection de la santé (VL)** fixée à 5 µg.m⁻³ pour 2010.

Pour certains des autres COV, il existe des valeurs réglementaires dans d'autres pays (Royaume-Uni) ou des seuils préconisés par l'OMS. Ces valeurs sont présentées en Annexe 1.

Le tableau ci-après présente les moyennes annuelles estimées à partir des prélèvements canisters, pour les 40 COV mesurés, sur les 3 sites de l'étude et le site de référence Lyon-Centre.

Technique de mesure		Prélèvements (canisters)					
Durée moyenne de chaque prélèvement		24 h					
Nombre de préltvt		24	25	24	41	76	
COV (µg.m-3)		Nom et Typologie des sites de prélèvement					
		[Trafic]	[Trafic]	[Périurbain]	[Urbain]	[Urbain]	
FAMILLE	COV	PIERRE-BENITE/A7	VALVERT/Bd	FRANCHEVILLE	LYON-Centre (Moy. 2007)	LYON-Centre (Moy. 2008)	Valeurs de référence (moy. annuel)
Alcanes	éthane	4,2	32,6	3,2	4,4	4,3	
Alcanes	propane	9,1	13,0	3,1	3,7	3,7	
Alcanes	isobutane	2,4	4,0	1,5	1,8	2,0	
Alcanes	n-butane	4,9	5,2	2,5	3,9	4,8	
Alcanes	isopentane	3,8	3,3	1,6	4,1	4,2	
Alcanes	n-pentane	1,7	1,4	2,4	1,4	1,9	
Alcanes	n-hexane	0,6	0,4	0,3	0,8	1,4	
Alcanes	iso-octane	1,0	1,0	0,6	0,8	0,9	
Alcanes	n-heptane	0,5	0,3	0,2	0,4	0,6	
Alcanes	octane	0,3	0,2	0,1	0,3	0,5	
Alcènes/Alcynes	éthylène	3,3	3,1	1,9	3,6	2,8	
Alcènes/Alcynes	propène	2,2	1,0	0,7	1,0	1,2	
Alcènes/Alcynes	acétylène	1,0	1,2	0,7	1,0	1,0	
Alcènes/Alcynes	trans-2-butène	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	
Alcènes/Alcynes	1-butène	0,6	0,3	0,3	0,3	0,9	
Alcènes/Alcynes	cis-2-butène	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	
Alcènes/Alcynes	1,3-butadiène	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3	2,25 (Roy-Uni)
Alcènes/Alcynes	trans-2-pentène	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	
Alcènes/Alcynes	1-pentène	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	
Alcènes/Alcynes	cis-2-pentène	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	
Alcènes/Alcynes	isoprène	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	
Alcènes/Alcynes	1-hexène	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	
Aromatiques	benzène	1,9	1,5	1,0	1,8	1,6	2 (ObjQ) 5(VL)
Aromatiques	toluène	4,0	3,2	1,9	5,5	6,9	
Aromatiques	éthylbenzène	1,0	0,9	0,5	1,1	1,0	
Aromatiques	m+p-xylène	2,5	2,3	1,3	3,3	2,9	
Aromatiques	styrène	5,7	0,9	1,0	2,4	1,8	
Aromatiques	o-xylène	1,0	0,8	0,5	1,5	1,2	
Aromatiques	1,3,5-triméthylbenzène	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	
Aromatiques	1,2,4-triméthylbenzène	1,0	0,7	0,5	1,0	1,1	
Aromatiques	1,2,3-triméthylbenzène	0,4	0,4	0,4	1,0	0,9	
chlorés	1,1-dichloroéthane	1,4	1,3	0,5	1,2	0,3	
chlorés	1,2-dichloroéthylène	0,4	0,4	0,4	6,6	0,2	
chlorés	1,2-dichloroéthane	1,7	1,3	0,6	1,1	1,0	
chlorés	1,1,1-Trichloroéthane	1,7	0,5	0,5	1,3	0,8	
chlorés	Tétrachlorométhane	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
chlorés	1,1,2-trichloroéthane	0,4	0,4	0,5	1,6	1,8	
chlorés	Tétrachloroéthylène	2,0	0,6	0,4	0,5	0,8	250 (OMS)
chlorés	chlorobenzène	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	
chlorés	1,4-Dichlorobenzène	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	

Moyennes annuelles des 40 COV estimées à partir des prélèvements canisters

Pour l'ensemble des 40 COV mesurés, les niveaux sont relativement faibles, y compris sur les 2 sites en proximité trafic, et pour la plupart **comparables aux niveaux mesurés sur le site de fond urbain de Lyon-Centre**.

Seuls l'**éthane** sur le site de Valvert/Bd, et le **propane** sur ce même site et celui de Pierre-Bénite/A7, présentent des moyennes plus élevées que sur les autres sites, dû à plusieurs prélèvements avec des concentrations élevées (maximum sur 24h relevé : 89 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour l'éthane sur Valvert/Bd et 35 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour le propane Pierre-Bénite/A7). A titre de comparaison, les concentrations maximales (sur 24h) observées sur des sites proches de la zone industrielle du sud lyonnais sont de 45 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour l'éthane (site de « Vénissieux-Village ») et 308 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour le propane (site de « Feyzin-Stade »).

Ces deux composés ne sont pas considérés comme toxiques et sont présents dans le gaz naturel. L'hypothèse d'une fuite issue du poste de gaz GDF à côté duquel était implanté le site de Valvert/Bd (voir photo ci-contre) paraît peu probable. En revanche, le propane est également présent dans les émissions liées à certaines sources d'énergie (chauffage au gaz,...) ou dans l'évaporation de certaines essences (GPL,GNV,...).

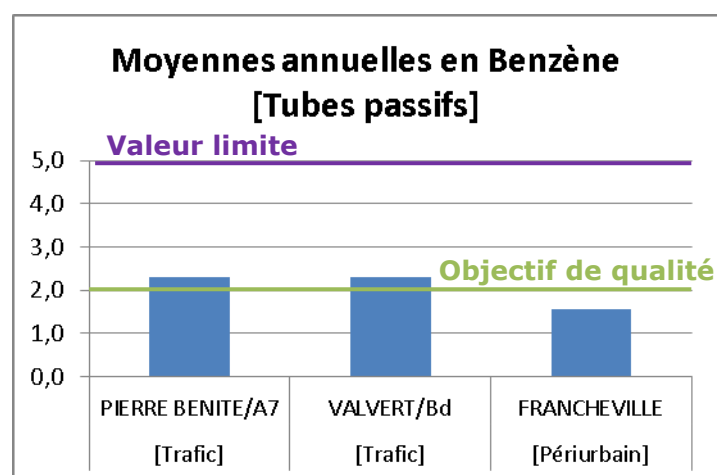


Photo du site « Valvert/Bd » à proximité d'un poste de gaz GDF

3.5.3. Zoom sur le Benzène

Comparaison aux valeurs réglementaires

Concernant le **Benzène**, les moyennes annuelles comparées à la réglementation sont celles des prélèvements par tubes passifs (moyennes estimées à partir 8 semaines complètes d'exposition).



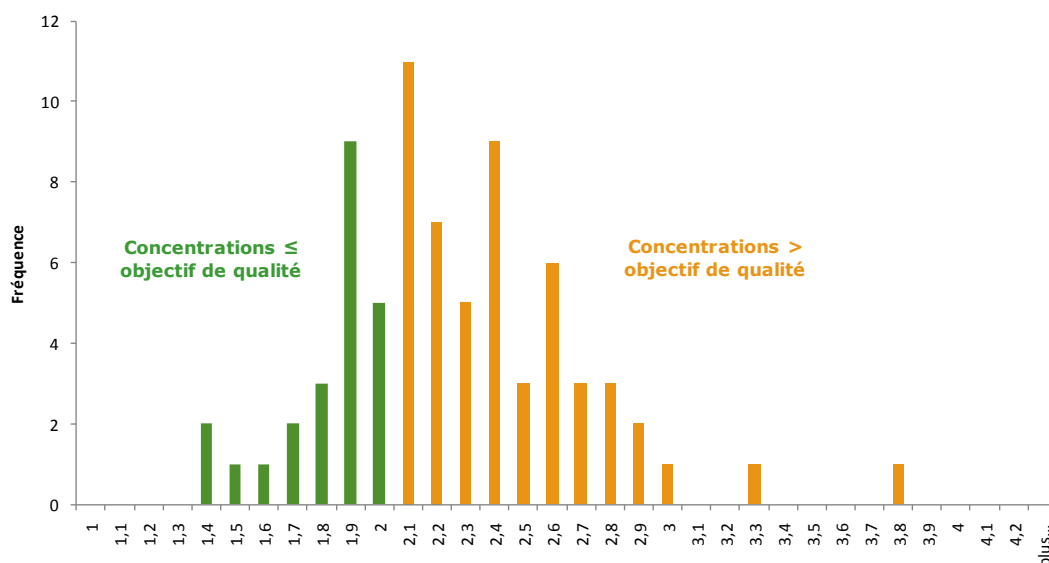
Moyennes annuelles en benzène estimées avec les capteurs légers (tubes passifs)

Sur les 2 sites de typologie trafic, les moyennes annuelles en benzène dépasse légèrement l'objectif de qualité (2 $\mu\text{g.m}^{-3}$) mais respecte la valeur limite (5 $\mu\text{g.m}^{-3}$).

Sur le site périurbain de Francheville, la moyenne annuelle en benzène est conforme à l'objectif de qualité et de surcroît à la valeur limite.

Etude de la variation spatiale des niveaux mesurés en benzène

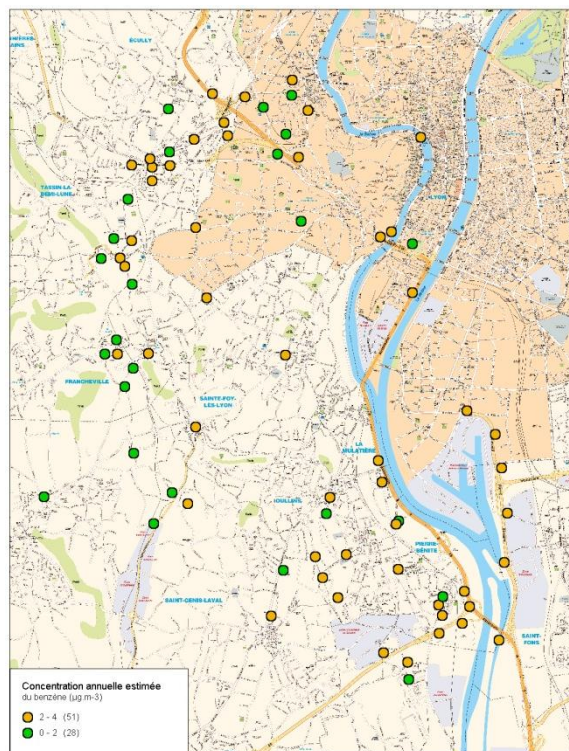
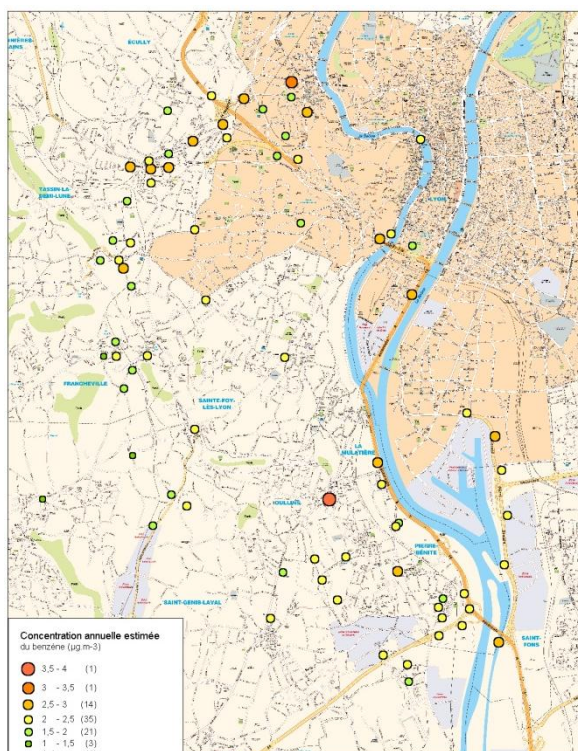
Le graphique ci-dessous présente la répartition des valeurs de concentrations en benzène mesurées par tubes passifs sur l'ensemble des 75 sites de l'étude.



Histogramme des concentrations de benzène mesurées par tubes passifs

Les niveaux moyens de benzène mesurés avec les tubes passifs sont compris entre 1,4 µg.m⁻³ et 3,7 µg.m⁻³.

En tout point de la zone d'étude, la valeur limite annuelle pour la protection de la santé est respectée. En revanche, sur plus de deux-tiers des sites sondés (51 sur 75) la concentration de benzène en moyenne annuelle n'est pas conforme à l'objectif de qualité (voir aussi carte ci-dessous).



Cartographies des concentrations de benzène en moyenne annuelle (à gauche) et de répartition des sites pour lesquels l'objectif de qualité n'est pas respecté (à droite).

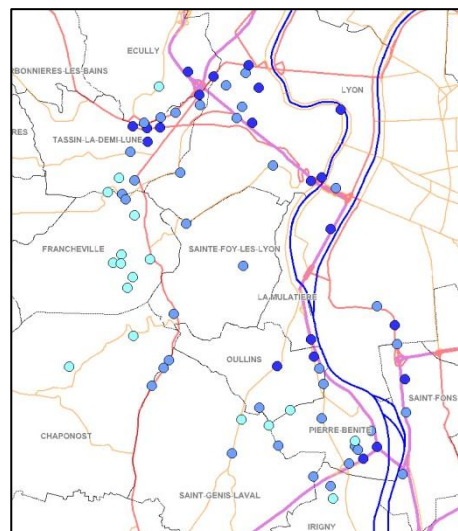
Ces deux cartes montrent que les sites qui respectent la valeur de l'objectif de qualité sont plutôt situés sur les communes les plus à l'ouest de la zone d'étude et sur quelques points éloignés ou en altitude par rapport aux axes routiers principaux. Il est à noter également que les concentrations en benzène diminuent rapidement en s'éloignant d'un point fortement influencé par le trafic (Etoile d'Alaï, carrefour Valvert,...).

Etude de l'influence du trafic sur les concentrations de benzène

Partant de l'hypothèse que le NO₂ est un traceur de la pollution liée au trafic, les différentes concentrations mesurées pour le benzène ont été regroupées et étudiées en fonction de la même classification que celle définie pour le NO₂ (voir paragraphes consacrés à ce polluant).

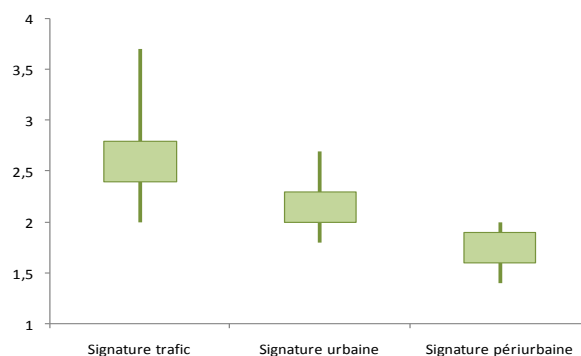
La classification utilisée pour le NO₂ est rappelée sur la carte ci-contre :

- en bleu foncé : signature « trafic »
- en bleu ciel : signature « urbaine »
- en bleu clair : signature « périurbaine »



La représentation graphique utilisée ci-dessous (type « boîte à moustache ») permet d'observer les maximum et minimum pour chaque classe ainsi que la boîte bornée par le 1^{er} et le 3^{ème} quartile (Percentiles 25 et 75). Cette boîte contient donc 50% des données et sa hauteur nous renseigne sur la dispersion des résultats et des valeurs les plus souvent mesurées.

	Signature trafic	Signature urbaine	Signature périurbaine
Maximum	3,7	2,7	2
3 ^{ème} quartile	2,4	2	1,6
Moyenne	2,6	2,2	1,8
1 ^{er} quartile	2,3	2,3	1,9
Minimum	2	1,8	1,4



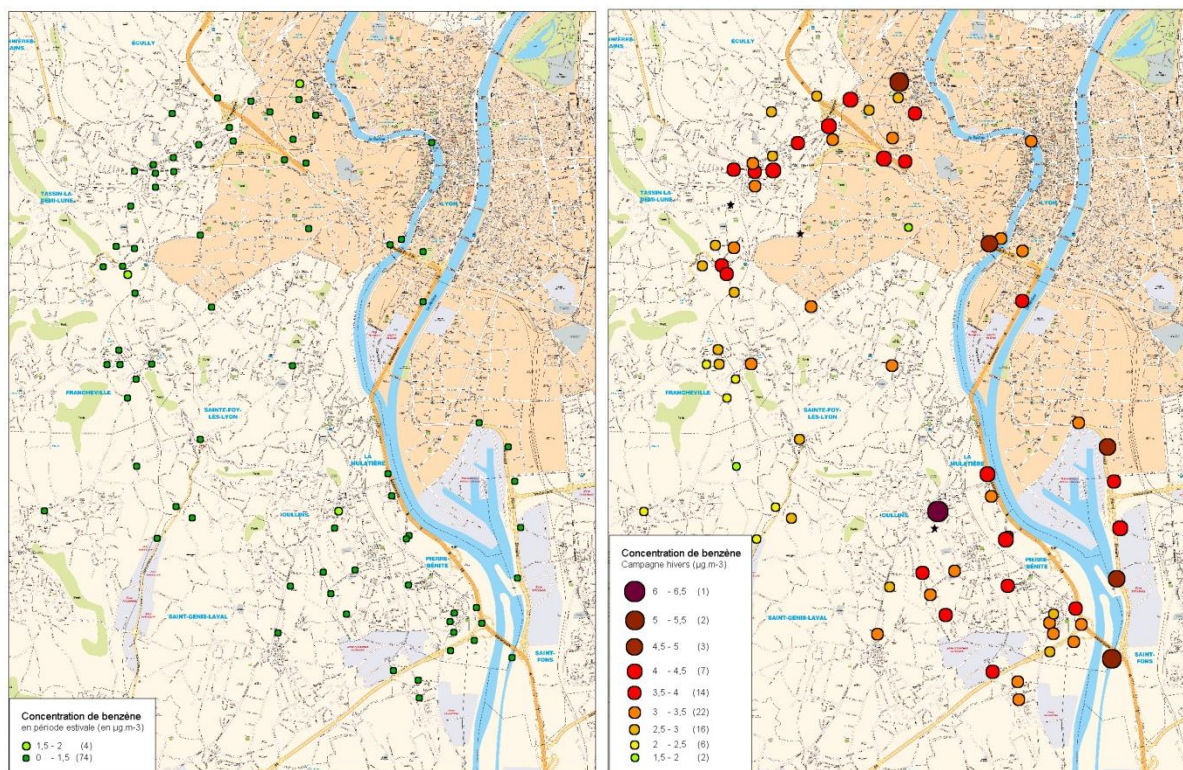
Statistiques des concentrations en benzène en fonction de la signature des sites

Cette représentation graphique (ci-dessus à droite) permet d'observer la différence de répartition des valeurs entre les 3 classes définies : la concentration moyenne des sites avec une signature trafic est de 2,6 µg.m⁻³ contre 2,2 µg.m⁻³ pour la signature urbaine et 1,8 µg.m⁻³ pour la signature périurbaine, avec une différence statistiquement significative entre chaque classe.

Il y a donc un effet notable de la proximité trafic sur la concentration de benzène.

Etude des zones les plus impactées lors d'épisodes de pollution

Les deux cartes ci-dessous présentent les concentrations en benzène pendant la campagne hivernale (à droite) et la campagne estivale (à gauche). Cette comparaison permet de mettre en évidence la zone d'impact principale lors d'épisode de pollution.



Cartographies des concentrations de benzène pour la campagne estivale (à gauche) et la campagne hivernale (à droite).

Statistique	Annuelle	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Nb	74	74	70	72	76
Max	3,7	4,5	6,2	2,5	2,0
Min	1,4	1,8	1,8	0,9	0,6
Moyenne	2,2	3,1	3,3	1,4	1,0

Statistiques descriptives des concentrations de benzène en fonction de la saison

En période estivale les concentrations sont très faibles et homogènes sur l'ensemble de la zone sondée : elles varient entre 0,6 µg.m⁻³ et 2 µg.m⁻³. Par contre, lors de la campagne hivernale, qui a eu lieu pendant un important épisode de pollution, les concentrations en benzène sont beaucoup plus élevées et hétérogènes : elles varient entre 1,8 µg.m⁻³ et 6,2 µg.m⁻³, avec une moyenne globale de 3,3 µg.m⁻³.

Bien que les concentrations de tous les sites augmentent en période hivernale, l'écart entre la période hivernale et estivale n'est pas le même pour toutes les zones : il est moins important pour les sites localisés les plus à l'ouest, avec une faible densité d'axes routiers (Francheville, Chaponost, Sainte-Foy-Lès-Lyon,...) que pour les sites plus fortement influencés par le trafic : au nord (Valvert, Trois Renard), au centre (le long de l'A7 et des quais) et au sud (Pierre-Bénite, le long des axes principaux).

Ceci montre bien encore une fois l'effet notable de la proximité du trafic sur les concentrations mesurées en benzène.

3.6. Aldéhydes

3.6.1. Sources d'émissions pour les Aldéhydes

Le formaldéhyde et l'acétaldéhyde sont les deux principaux aldéhydes mesurés dans l'air. Une part importante des émissions de ces deux composés peut être due aux véhicules à moteur non équipés de pots catalytiques.

Le formaldéhyde peut être également émis par l'industrie, dans des procédés de fabrication de résines ou de colles et de mousses polyuréthanes, dans l'industrie des textiles, des colorants, du papier et des cosmétiques, mais aussi par des réactions photochimiques avec d'autres composés organiques volatils. En air intérieur, le Formaldéhyde est un des principaux polluants étudiés car il se retrouve en fortes proportions dans les objets de fabrications industrielles citées précédemment, dans des produits ménagers (désinfectants, insecticides,...) ou bien encore dans les fumées de cigarette ou de cuisson.

L'acétaldéhyde peut être émis par des procédés industriels et par des réactions photochimiques et se retrouve également en air intérieur.

La connaissance des niveaux actuels de concentrations des aldéhydes dans l'air ambiant peut s'avérer également très utile pour de futures études qui pourront être menées sur la problématique des biocarburants.

3.6.2. Niveaux mesurés en Aldéhydes

Il n'existe pas de valeur réglementaire pour les Aldéhydes en air ambiant. Les seules valeurs de référence existantes sont des valeurs guides en air intérieur (cf. Annexe 1).

Pour rappel, les Aldéhydes ont été mesurés par tubes passifs afin d'estimer la moyenne annuelle sur les 75 sites de mesures, dont les 3 sites laboratoires mobiles.

Sur le site de Pierre-Bénite/A7, des mesures complémentaires ont été réalisées avec des prélèvements actifs sur 8h (cartouches DNPH), dans le but de recenser d'éventuelles hausses de concentrations à proximité du trafic et sur un pas de temps plus court.

Technique de mesure	Prélèvements (cartouches)	Tubes passifs					
Durée moyenne de chaque prélèvement	8h	7 jours					
Nombre de prélèvement	24	8	8	8	48	51	
	[Trafic]	[Trafic]	[Trafic]	[Périurbain]	[urbain]	[urbain]	
ALD ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	PIERRE-BENITE/A7	PIERRE-BENITE/A7	VALVERT/Bd	FRANCHEVILLE	GERLAND (Moy 2007)	GERLAND (Moy 2008)	Valeurs de référence (moy. annuelle)
Formaldéhyde	3,9	3,0	2,8	2,2	2,7	2,5	10 (Air int)
Acétaldéhyde	2,3	2,2	1,9	1,6	1,8	1,8	
Propionaldéhyde	0,4	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	
Butyraldéhyde	0,3	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1	
Benzaldéhyde	0,7	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
Isovaléraldéhyde	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	
Valéraldéhyde	<LD	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	
Acroléine	<LD	<LD	<LD	<LD	-	<LD	

(<LD = Majorité des valeurs inférieures ou égales à la Limite de Détection)

Moyennes annuelles pour les Aldéhydes

Sur les 3 sites laboratoires mobiles de cette étude, les concentrations moyennes sont **comparables à celles mesurées sur le site de fond urbain à Gerland pour l'ensemble des composés**. La différence avec les niveaux des deux sites de typologie trafic est très faible.

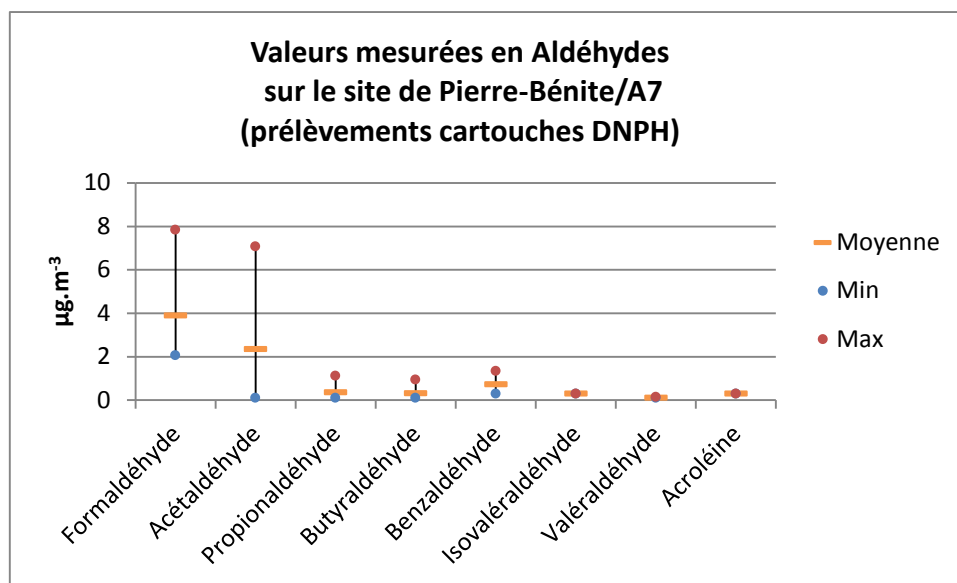
Les deux composés majoritaires sont le formaldéhyde et l'acétaldéhyde.

Pour le formaldéhyde, les niveaux mesurés en moyenne annuelle sont bien inférieurs à la valeur guide préconisées en air intérieur ($10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) et comparables aux niveaux de fond urbain mesurés à Gerland.

Les valeurs sont légèrement plus élevées sur les deux sites de typologie trafic, notamment sur Pierre-Bénite/A7. Il faut rappeler que la zone de Pierre-Bénite est également potentiellement influencée par la proximité d'émissions industrielles en aldéhydes.

Concernant l'Acroléine, toutes les mesures réalisées ont été inférieures à la limite de détection.

Il en a été pratiquement de même pour le benzaldéhyde et l'isovaléraldéhyde.

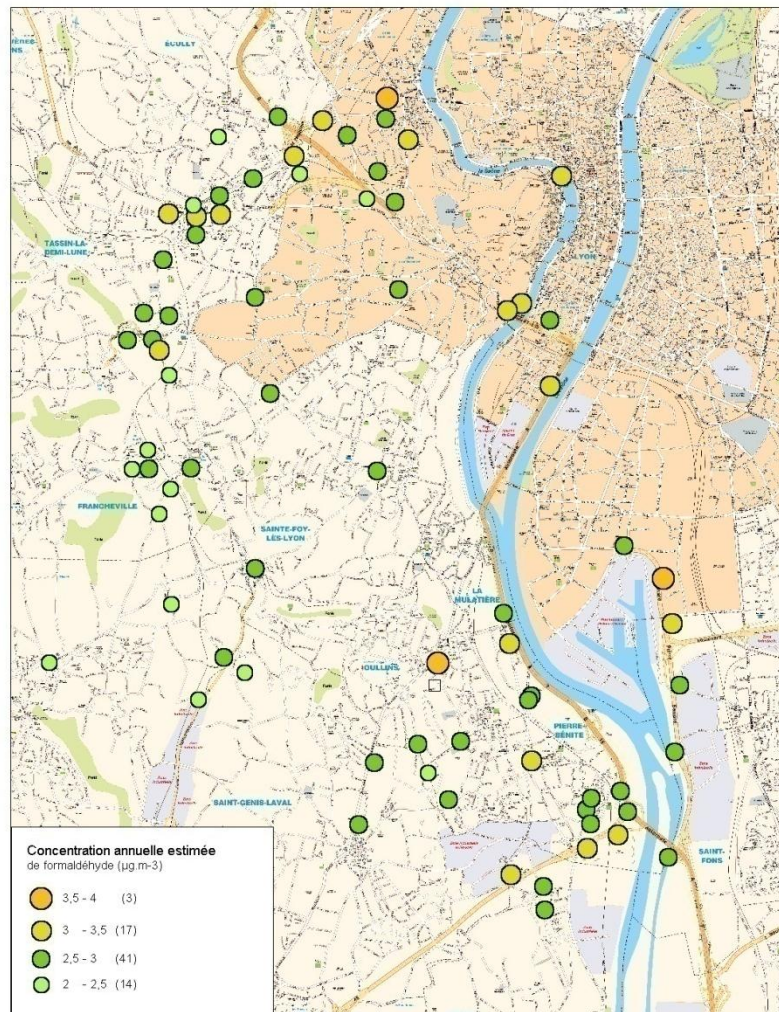


Variabilité des concentrations mesurées sur 8h sur le site Pierre-Bénite/A7

Les mesures réalisées par prélèvement de 8h sur le site de Pierre-Bénite/A7 montrent que le formaldéhyde et l'acétaldéhyde présentent la plus grande variabilité journalière :
Pour le formaldéhyde, les niveaux varient entre 2 et $8 \mu\text{g}/\text{m}^{-3}$.
Pour l'acétaldéhyde, les niveaux varient entre 0 et $7 \mu\text{g}/\text{m}^{-3}$.

3.6.3. Zoom sur le formaldéhyde

Etude de la variation spatiale des niveaux mesurés en formaldéhyde



Cartographie des concentrations en moyenne annuelle pour le Formaldéhyde

La carte ci-dessus, des moyennes annuelles estimées, montre que les concentrations en formaldéhyde sont réparties de manière plus homogène que le NO_2 ou le benzène.

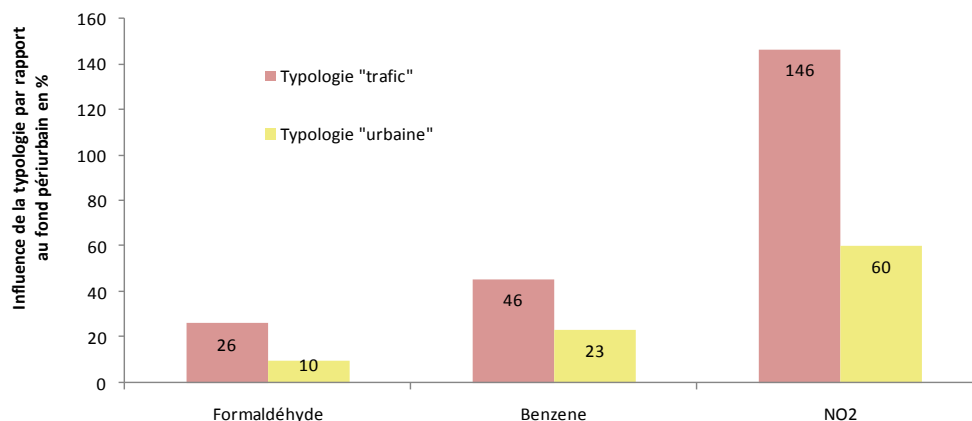
Pour l'ensemble des 75 sites de mesures, les concentrations mesurées sont bien en dessous de la valeur guide en air intérieur ($10 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle).

A noter que même les moyennes les plus élevées mesurées sur une semaine sont inférieures à cette valeur.

Etude de l'influence du trafic pour le Formaldéhyde

Comme pour le NO₂ et le benzène, un découpage par « signature » a été réalisé afin d'étudier l'influence du trafic sur les niveaux en formaldéhyde.

Le graphique suivant résume l'augmentation (en %) des niveaux des deux signatures, trafic et urbaine, par rapport au niveau de fond périurbain pour les 3 polluants mesurés par tubes passifs (NO₂, benzène et formaldéhyde).



Comparaison des concentrations de formaldéhyde, benzène et NO₂, pour les signatures « trafic » et « urbaine », en pourcentage relatif au niveau de fond périurbain

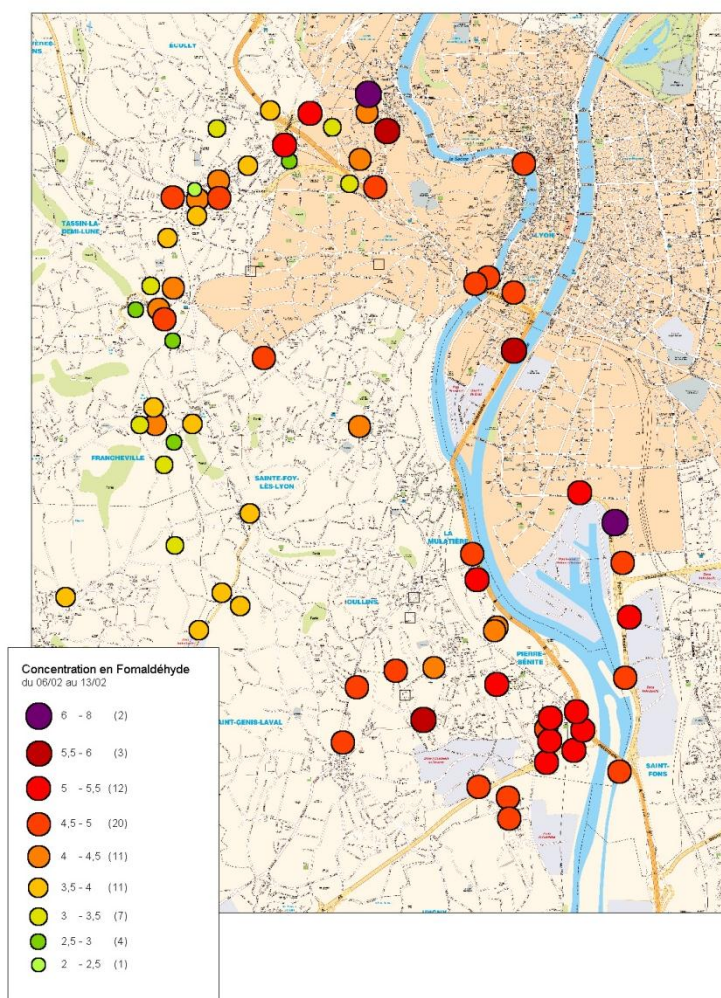
Pour le NO₂, comme déjà vu, les concentrations sont en moyenne 2,5 fois plus élevée que le fond périurbain sur les sites de la classe « trafic » (+146%) et environ 1,5 fois plus élevées sur les sites « urbains » (+60%).

Pour le Benzène, les différences de niveaux sont moins importantes : facteur 1,5 (+46%) pour les sites « trafic » et 1,2 (+23%) pour les sites « urbains ».

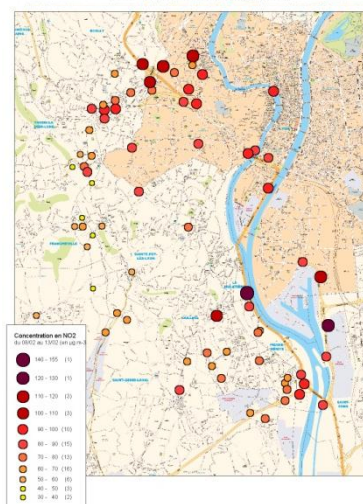
Pour le formaldéhyde, les sites de signature trafic sont également ceux où les concentrations sont les plus élevées (+23%), mais **l'influence est beaucoup moins marquée que pour le NO₂ ou le Benzène**.

Cette différence, entre ces 3 classes de typologie, est encore moins visible pendant les épisodes de pollution (voir cartes ci-après).

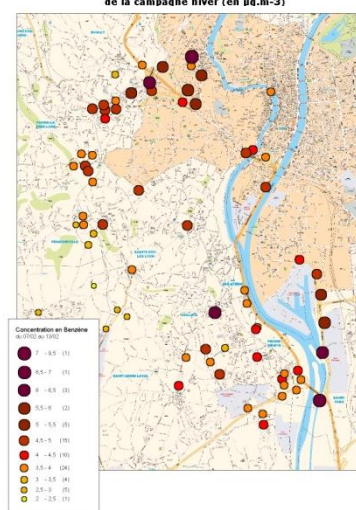
Concentration en Formaldéhyde lors de la 2^{ème} semaine de la campagne hiver (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)



Concentration en NO₂ lors de la 2^{ème} semaine de la campagne Hiver (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)



Concentrations en benzène lors de la 2^{ème} semaine de la campagne hiver (en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)



Répartition spatiale des concentrations en formaldéhyde (à gauche) en NO₂ (en haut à droite) et en benzène (en bas à droite) lors de la 2^{ème} semaine de la campagne de mesure hivernale

Durant la 2^{ème} semaine de la période hivernale, ayant connu les niveaux de pollution les plus élevés, les concentrations en formaldéhyde sur toute la zone de Pierre-Bénite sont relativement plus homogènes que celle en NO₂ ou en Benzène. Il semblerait donc que sur cette zone, proche du sud lyonnais, les émissions des sources industrielles viennent s'ajouter à celles liées au trafic.

Formaldéhyde ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Minimum	Moyenne de toute la zone	Maximum	Maximum relevé sur le site de
Camp 1 (Automne)	Sem 1	1,4	2,5	4,1	Vaise Marietton
	Sem 2	2,4	3,5	5,2	Oullins
Camp 2 (hiver)	Sem 1	1,5	2,6	4,3	Oullins
	Sem 2	2,3	4,4	6,3	Vaise Marietton
Camp 3 (Printemps)	Sem 1	1,5	2,2	3,2	Lyon 5/Periph sud S
	Sem 2	0,1	2,0	3,0	Valvert/Bd
Camp 4 (été)	Sem 1	1,9	2,3	3,2	Vaise Marietton
	Sem 2	1,6	3,0	4,3	Oullins

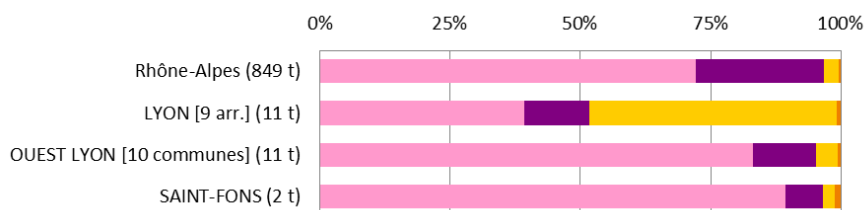
Statistiques descriptives pour les mesures par tubes passifs du Formaldéhyde

3.7. Métaux Lourds

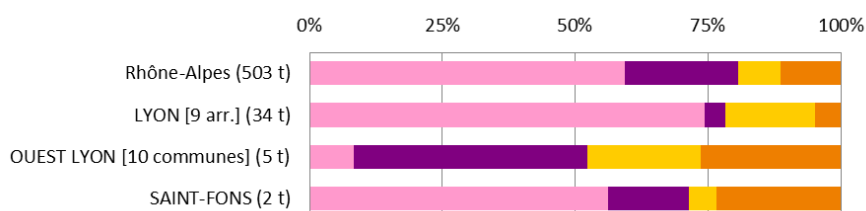
3.7.1. Emissions de Métaux Lourds

Concernant les métaux lourds, seuls l'Arsenic, le Cadmium, le Nickel et le Plomb sont réglementés en moyenne annuelle (cf. Annexe 1).

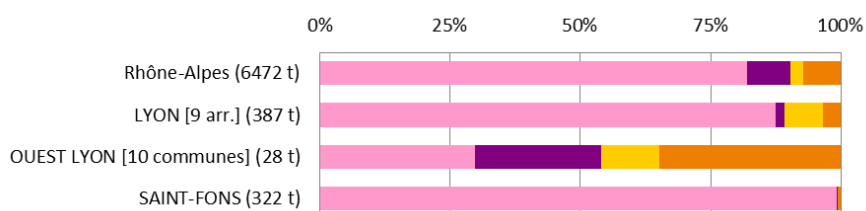
Répartition des émissions de Métaux Lourds (Arsenic) par secteurs d'activités



Répartition des émissions de Métaux Lourds (Cadmium) par secteurs d'activités



Répartition des émissions de Métaux Lourds (Nickel) par secteurs d'activités



Répartition des émissions de Métaux Lourds (Plomb) par secteurs d'activités



■ Agriculture/nature ■ Industrie ■ Résidentiel ■ Tertiaire ■ Transports

Répartition des émissions de Métaux Lourds par secteurs d'activités pour l'année 2007 (Source : Cadastre ATMO-Rhône-Alpes version 2010-1)

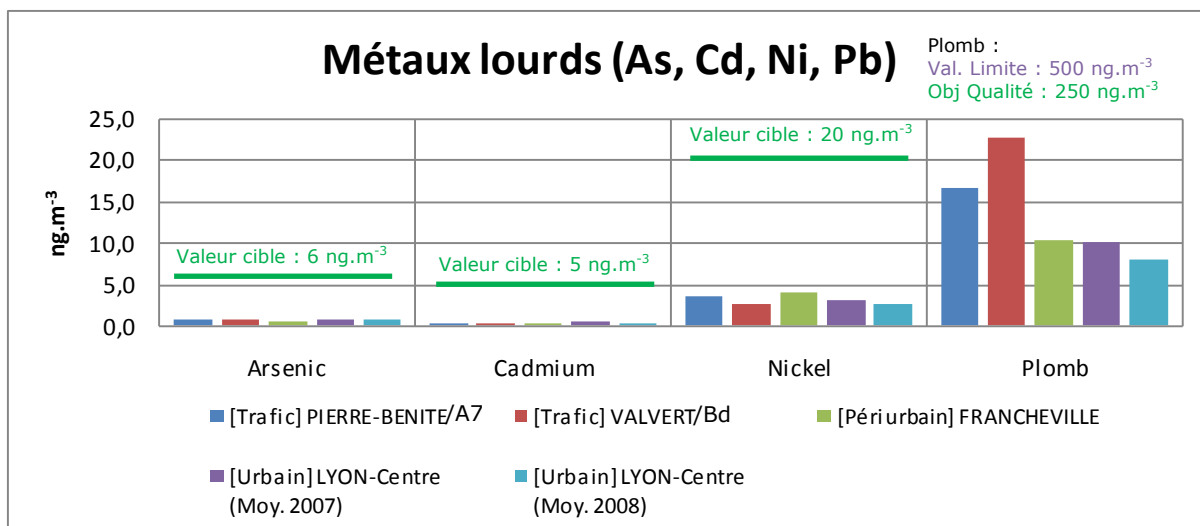
En règle générale, les métaux lourds sont émis principalement par le secteur industriel. En revanche, sur la zone à l'ouest de Lyon, le secteur résidentiel et les transports sont souvent prépondérants, avec des quantités émises beaucoup plus faibles que sur Lyon.

3.7.2. Niveaux mesurés en métaux lourds

Le tableau ci-dessous présente les concentrations en moyennes annuelles mesurées sur les 3 sites d'étude, comparées à celles mesurées sur le site de référence urbaine Lyon-Centre et aux valeurs réglementaires.

Technique de mesure	Prélèvements (filtres)					
Durée moyenne de chaque prélèvement	7 jours					
Nombre de prélèvement	8	8	7	49	45	
Métaux Lourds (ng.m ⁻³)	Nom et Typologie des sites de prélèvement					
	[Trafic]	[Trafic]	[Périurbain]	[Urbain]	[Urbain]	
	PIERRE-BENITE/A7	VALVERT/BD	FRANCHEVILLE	LYON-Centre (Moy. 2007)	LYON-Centre (Moy. 2008)	Valeurs de référence (moy. annuelle)
Antimoine	11,1	4,9	2,7	2,6	2,6	
Arsenic	0,6	0,8	0,5	0,7	0,6	6
Baryum	23,9	11,6	8,6	-	8,0	
Cadmium	0,3	0,3	0,2	0,5	0,2	5
Chrome	12,3	6,7	6,2	3,8	12,0	
Cobalt	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	
Cuivre	87,8	46,1	19,2	25,8	22,2	
Manganèse	20,0	11,9	7,7	8,0	7,3	
Mercuré	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Nickel	3,5	2,5	4,0	3,1	2,6	20
Plomb	16,5	22,6	10,3	10,0	7,8	250
Thallium	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Vanadium	2,1	1,5	1,2	3,3	2,1	
Zinc	89,0	57,6	50,9	51,6	47,9	
Chrome VI (ng.m⁻³)	PIERRE-BENITE/A7					
Nombre de prélèvement	6	-	-	-	-	
Moyenne	0,18	-	-	-	-	
Maximum	0,35	-	-	-	-	

Moyennes annuelles pour les Métaux Lourds



Situation vis-à-vis des valeurs réglementaires pour l’Arsenic, le Cadmium, le Nickel et le Plomb

Pour l’Arsenic, le Cadmium, le Nickel et le Plomb, les niveaux mesurés sont nettement inférieurs aux valeurs réglementaires.

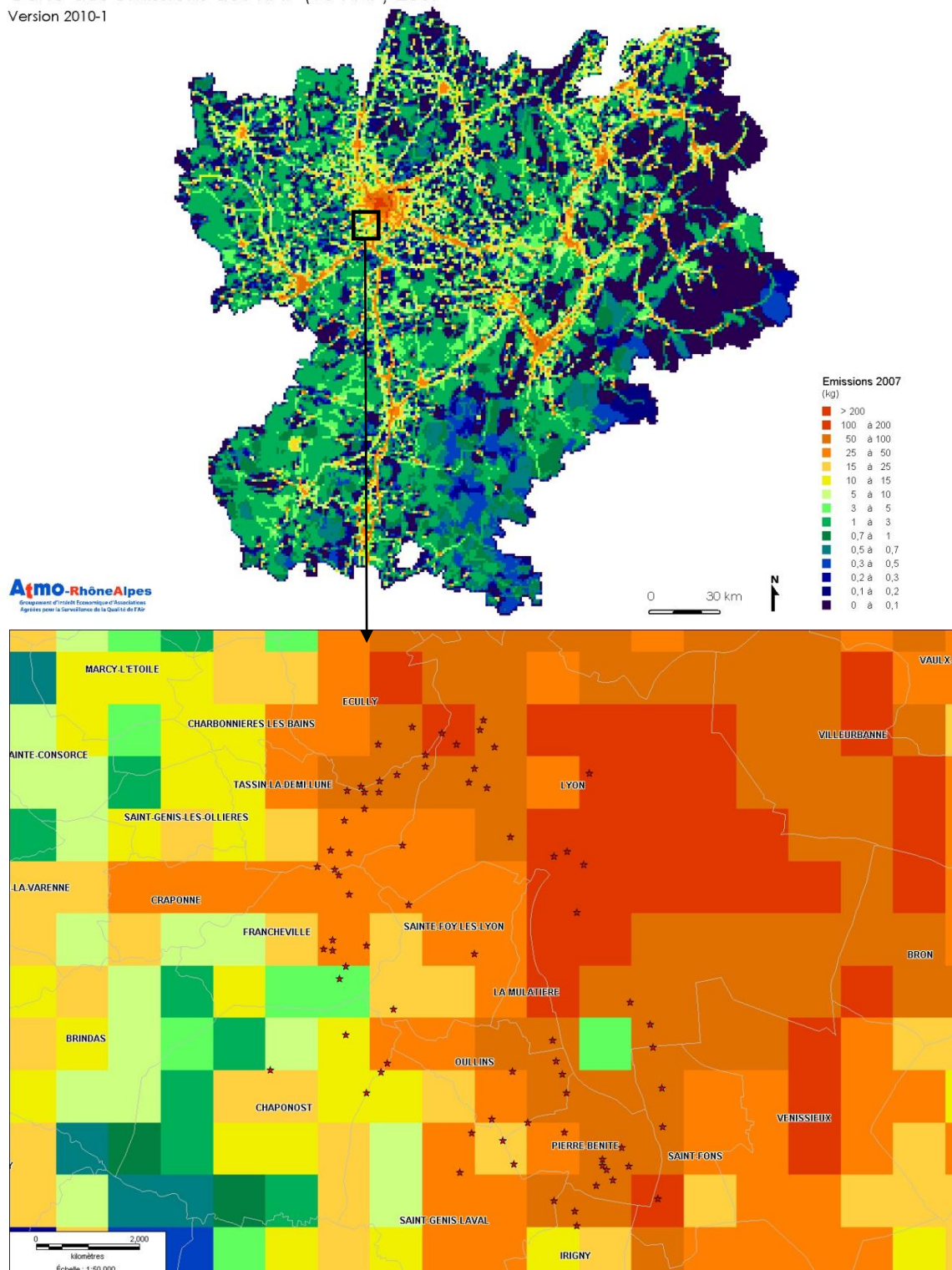
Pour l’ensemble des autres métaux lourds, les niveaux sur le site périurbain de Francheville sont tout à fait **comparables aux niveaux de fond urbain mesurés sur l’agglomération lyonnaise**. Sur les deux autres sites de typologie trafic, les moyennes sont légèrement plus importantes, mais ne présentent pas de valeurs anormalement élevées.

Le **Chrome VI** n’est pas réglementé, mais ses effets cancérigènes sont reconnus. Ce composé n’a été mesuré que sur le site de Pierre-Bénite/A7, le plus influencé par le trafic, afin d’avoir une référence en proximité automobile. Aucune comparaison n’est possible avec d’autres mesures du réseau fixe en 2008. En revanche, des mesures réalisées sur le site urbain de Lyon-Centre après cette date ont montré des niveaux comparables.

3.8. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

3.8.1. Emissions de HAP

Carte des émissions des HAP (16 HAP) 2007
Version 2010-1



Répartition spatiale des émissions de HAP (16 composés) en Rhône-Alpes et sur la zone d'étude pour l'année 2007 (Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

Répartition des émissions de HAP (16 composés) par secteurs d'activités



Répartition des émissions de HAP par secteurs d'activités pour l'année 2007 (Source : Cadastre ATMO-RhôneAlpes version 2010-1)

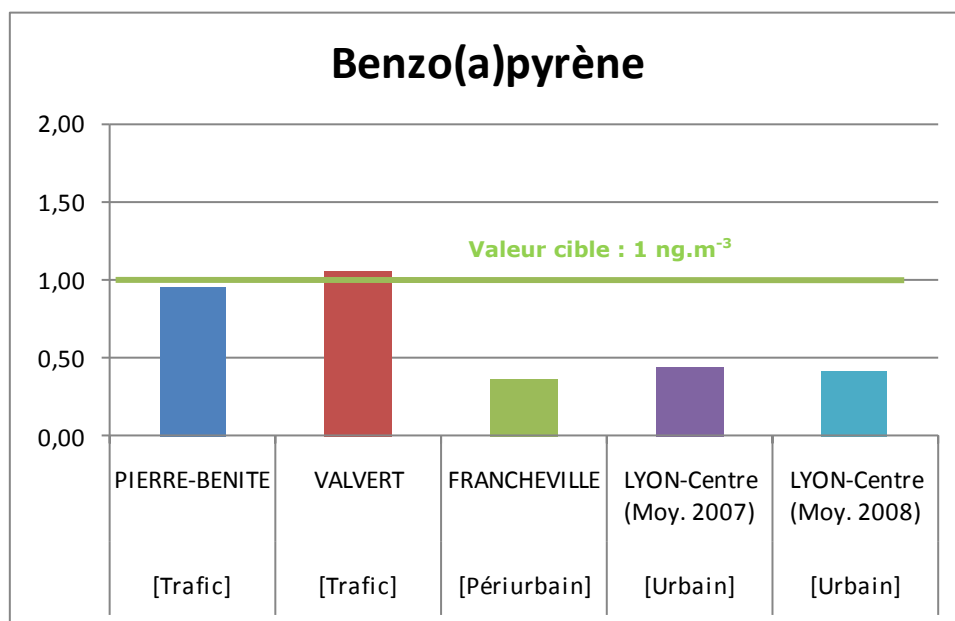
A l'échelle de Rhône-Alpes, les émissions de HAP sont partagées entre le secteur résidentiel (principalement en lien avec le chauffage au bois) et le secteur des transports. Sur la zone d'étude, autour de Lyon, le trafic routier constitue partout une part majoritaire des émissions de HAP. C'est pourquoi la carte de répartition spatiale ne montre pas, comme pour les autres polluants, une aussi grande différence entre l'est et l'ouest de la zone.

A noter tout de même quelques différences de répartition entre les zones : une part relative plus importante des émissions du tertiaire sur Lyon que sur la zone ouest, et sur cette dernière, une part relative du secteur résidentiel plus importante, en lien certainement avec un mode de chauffage différent.

Sur Saint-Fons, le secteur des transports est nettement majoritaire.

3.8.2. Niveaux mesurés en HAP

Concernant les HAP, seul le benzo(a)pyrène est réglementé avec une valeur cible à respecter en moyenne annuelle, fixée à 1 ng.m^{-3} (cf. Annexe 1).



Situation vis-à-vis de la réglementation pour le Benzo(a)pyrène

Technique de mesure	Prélèvements (filtres + mousses)					
Durée moyenne de chaque prélèvement	24 h					
Nombre de prélvt	24	24	24	110	126	
HAP (ng.m⁻³)	Nom et Typologie des sites de prélèvement					
	[Trafic]	[Trafic]	[Périurbain]	[Urbain]	[Urbain]	
	PIERRE-BENITE/A7	VALVERT/BD	FRANCHEVILLE	LYON-Centre (Moy. 2007)	LYON-Centre (Moy. 2008)	Valeurs de référence (moy. annuelle)
Naphthalène	1,7	2,3	1,0	1,0	1,0	
2-méthyl-naphthalène	0,8	0,8	0,3	0,5	0,4	
Acénaphthène	0,3	0,8	0,2	0,4	0,5	
Fluorène	2,1	2,9	1,4	1,4	1,3	
Phénanthrène	15,0	14,1	7,0	10,2	10,8	
Anthracène	1,3	1,5	0,5	0,5	0,5	
Fluoranthène	6,3	6,0	2,6	6,1	6,2	
Pyrène	4,5	4,2	1,7	3,9	3,5	
2-méthylfluoranthène	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Benzo(a)anthracène	0,9	0,9	0,3	0,4	0,4	
Chrysène	1,6	1,4	0,6	1,2	1,1	
Benzo(e)pyrène	0,8	0,7	0,3	0,8	0,8	
Benzo(j)fluoranthène	0,8	0,9	0,4	0,4	0,6	
Benzo(b)fluoranthène	1,6	1,4	0,7	1,3	1,2	
Benzo(k)fluoranthène	0,5	0,5	0,2	0,4	0,3	
Benzo(a)pyrène	0,96	1,1	0,4	0,4	0,4	1
Dibenzo(a,h)anthracène	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	
Benzo(g,h,i)pérylène	1,0	1,1	0,5	0,6	0,5	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,9	1,0	0,4	0,5	0,4	

Moyennes annuelles estimées pour les HAP

Sur le site périurbain de Francheville, pour l'ensemble des HAP, les niveaux sont équivalents ou inférieurs aux niveaux de fond urbain mesurés au centre de l'agglomération lyonnaise.

Sur les deux autres sites de typologie trafic, les niveaux sont légèrement plus élevés pour pratiquement tous les HAP, avec notamment des valeurs proches ou légèrement au-dessus de la valeur cible de 1 ng.m⁻³ à respecter en moyenne annuelle pour le Benzo(a)pyrène.

A noter cependant que les moyennes enregistrées sur ces deux sites sont à peu près du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées à proximité d'autres sites trafic (sites « Etats-Unis » à Lyon et « Le Rondeau » à Grenoble), et inférieures à celles rencontrées parfois à proximité de sources industrielles émettrices de HAP (moyenne annuelle de 1,6 à 1,8 ng.m⁻³ sur le site « Vénissieux-Village »).

4. Synthèse, polluant par polluant

➤ **Dioxyde d'azote (NO₂)**

Les concentrations en NO₂ sur l'ensemble de la zone d'étude présentent des variations spatiales avec des niveaux qui ont tendance à diminuer vers l'ouest, en s'éloignant du centre-ville de Lyon. Cette variation s'explique notamment en raison de l'environnement du site de mesure (proximité trafic, zone urbaine ou périurbaine).

Certaines zones sont plus impactées que d'autres : en particulier le long des grands axes autoroutiers au nord et au sud de la zone (Autoroute A7, Boulevards de ceinture, rond-point et Boulevard du Valvert), mais aussi sur des zones urbaines très fréquentées (carrefour des Trois Renards à Tassin, ou rue Marietton à Vaise), ainsi que sur Lyon (principalement le long des quais de Saône).

Sur les 75 sites sondés, plus des trois-quarts (58) dépassent l'objectif de qualité et valeur limite en 2010 (40 µg.m⁻³), et environ deux-tiers (46) dépassent la valeur limite à respecter en 2008 (44 µg.m⁻³).

A noter qu'il existe aussi des variations saisonnières : les concentrations moyennes varient du simple au double entre une semaine estivale et une semaine hivernale.

➤ **Particules (PM₁₀)**

Pour les particules, l'influence du trafic est visible mais moins marqué que pour le NO₂. La valeur limite en moyenne annuelle (fixée à 40 µg.m⁻³) est respectée sur le site trafic de Valvert/Bd (37 µg.m⁻³), mais pas sur celui de Pierre-Bénite/A7 (44 µg.m⁻³).

Concernant la valeur limite en moyenne journalière (50 µg.m⁻³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), les niveaux mesurés sur seulement huit semaines montrent une forte probabilité que ce seuil soit dépassé sur une grande partie de la zone d'étude, y compris sur la partie la plus à l'ouest.

Par ailleurs, le seuil d'information (80 µg.m⁻³ sur 24h) peut également être dépassé sur cette zone, notamment lors d'épisodes de pollution généralisés à l'ensemble du département ou de la région.

➤ **Dioxyde de soufre (SO₂)**

De manière générale, sur les trois sites sondés de la zone d'étude sur l'ouest lyonnais, les valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre ont été largement respectées.

Les quelques pointes parfois observées semblent provenir des activités industrielles implantées sur le sud lyonnais.

➤ **Ozone (O₃)**

Pour cette étude sur l'ouest lyonnais, aucun événement particulier n'est à signaler sur la mesure de ce polluant. A noter qu'en 2008, avec un été maussade, l'ensemble de la zone du bassin lyonnais n'a pas été très marquée par des épisodes de pollution à l'ozone.

➤ **Composés Organiques Volatils (COV)**

Pour l'ensemble des 40 COV mesurés, les niveaux sont relativement faibles (y compris sur les 2 sites en proximité trafic) et pour la plupart comparables aux niveaux qui sont mesurés sur le site de fond urbain de Lyon-Centre.

Benzène : En tout point de la zone d'étude, la valeur limite en moyenne annuelle pour la protection de la santé est respectée (5 µg.m⁻³). Par contre, 51 sites (soit 68% des sites sondés) présentent une concentration qui dépasse l'objectif de qualité (2 µg.m⁻³)

Les sites qui respectent cette valeur réglementaire sont situés préférentiellement à l'ouest de la zone d'étude et sur quelques points en altitude par rapport aux axes principaux.

Cette étude montre qu'il y a un effet notable de la proximité trafic sur les concentrations mesurées en benzène, même si les niveaux diminuent de manière significative en s'éloignant du trafic (de quelques dizaines de mètres).

➤ **Aldéhydes**

Sur les trois sites laboratoires de cette étude, les concentrations moyennes ont été comparables à celles observées sur le site de fond urbain à Gerland pour l'ensemble des composés mesurés. La différence avec les niveaux sur les deux sites de typologie trafic est très faible. Les deux composés majoritaires sont le Formaldéhyde et l'Acétaldéhyde.

Formaldéhyde : Les moyennes annuelles sont toutes inférieures à $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (valeur guide référence en air intérieur).

Pour l'ensemble des 75 sites de mesures, les sites en proximité automobile sont ceux où les concentrations en Formaldéhyde sont les plus élevées (+23% par rapport au fond périurbain), marquant l'influence du trafic, mais de manière beaucoup moins marquée que pour le NO_2 ou le Benzène.

➤ **Métaux Lourds**

Pour les quatre composés réglementés (Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb), les niveaux mesurés en moyenne annuelle sont nettement inférieurs aux valeurs réglementaires.

Pour l'ensemble des autres métaux lourds, les niveaux sur le site périurbain de Francheville sont comparables aux niveaux de fond urbain mesurés sur l'agglomération lyonnaise. Sur les deux autres sites de typologie trafic, les moyennes sont légèrement plus importantes, mais ne présentent pas de valeurs anormalement élevées.

➤ **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**

Pour l'ensemble des HAP, les niveaux sur le site périurbain de Francheville sont équivalents ou inférieurs aux niveaux de fond urbain mesurés au centre de l'agglomération lyonnaise.

Sur les deux autres sites de typologie trafic, les niveaux sont légèrement plus élevés pour pratiquement tous les HAP, avec notamment des valeurs pour le Benzo(a)pyrène proches ou légèrement au-dessus de la valeur cible à respecter en moyenne annuelle. Cependant, l'ensemble des moyennes enregistrées sur ces deux sites sont du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées à proximité d'autres sites trafic, et en tout cas bien inférieures à celles rencontrées parfois à proximité de sources industrielles émettrices de HAP.

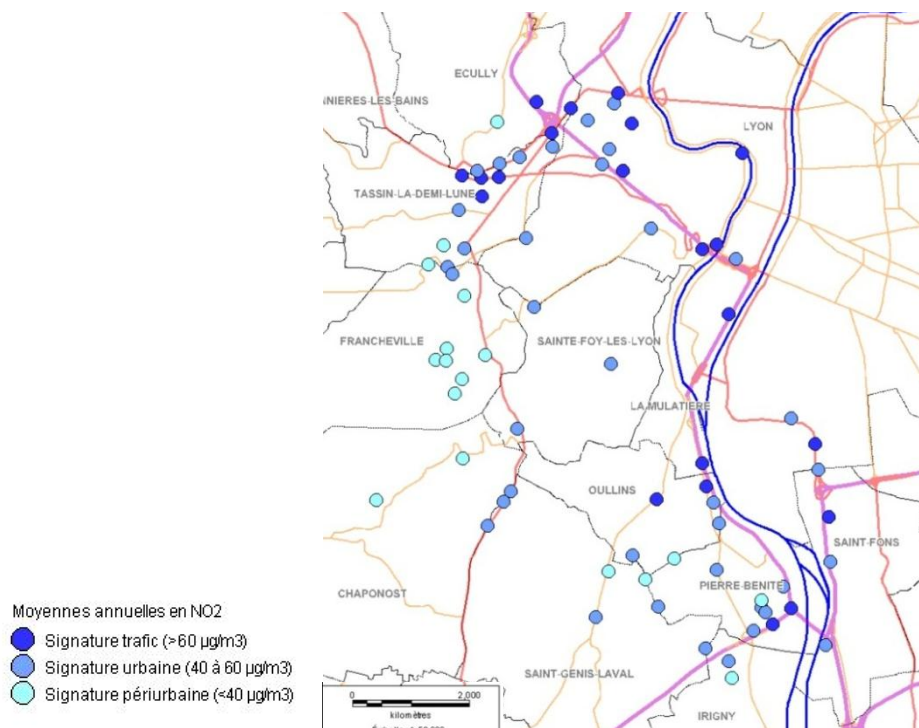
5. Conclusion générale

La combinaison de différentes techniques de mesures, avec 3 sites laboratoires mobiles équipés d'analyseurs ou de préleveurs, et 75 sites équipés de capteurs plus légers a permis de dresser un **bilan exhaustif de la qualité de l'air sur la périphérie ouest de Lyon, pour plus de 80 polluants**.

De manière globale, ce bilan fait ressortir **trois grandes zones** sur la périphérie ouest de Lyon, qu'il convient de distinguer en termes de qualité de l'air :

- Une première zone autour des grands axes d'entrées/sorties à l'ouest de Lyon, où les niveaux de pollution sont majoritairement liés à la **proximité du trafic routier** venant de l'ouest, mais aussi du nord et du sud de l'agglomération. Cette zone forme une sorte de ceinture entre le centre-ville de Lyon et les communes avoisinantes à l'ouest : depuis le carrefour des Trois Renards, le Boulevard de Valvert, en passant par l'Autoroute A7 mais aussi le long des quais de Saône, jusqu'à l'A450 et la fin du Boulevard périphérique Sud, entre Saint-Fons et Gerland.
- Une deuxième zone avec des niveaux de pollution globalement comparables à un **fond urbain**, liés à la fois à l'impact du trafic local (zones à fortes densités de population) et plus lointain (grands axes de la première zone), mais également des émissions pouvant provenir de l'agglomération lyonnaise, notamment au niveau des particules en période hivernale. Cette zone englobe principalement les communes les plus proches de Lyon (Tassin-la-Demi-Lune, Sainte-Foy-Lès-Lyon, La Mulatière, Oullins et Pierre-Bénite), avec des niveaux pouvant être variables entre différents quartiers à l'intérieur de ces communes.
- Enfin, en s'éloignant vers les communes les plus à l'ouest de la zone, les niveaux de pollution diminuent peu à peu pour tendre vers des niveaux qualifiés de **fond périurbain**. L'impact du trafic reste visible, mais de manière locale, sur les axes de transit les plus fréquentés (Etoile d'Alaï, Route de Brignais RD342). Les problèmes de pollution rencontrés sur cette zone concernent principalement les niveaux de particules en hiver, dont la problématique est à la fois locale, liée au chauffage résidentiel, et d'ordre plus générale, avec l'influence des épisodes de pollution sur l'agglomération lyonnaise et sur la zone industrielle du sud lyonnais.

La répartition des 3 types de « signatures » (proximité trafic, urbaine et périurbaine) est notamment visible sur la cartographie des moyennes annuelles en NO₂ :



Le tableau suivant résume la **synthèse vis-à-vis de la réglementation**, qui montre notamment que :

- ❖ le trafic est une source importante d'émissions pour de nombreux polluants.
- ❖ les niveaux de particules constituent une problématique qui concerne aussi bien la proximité automobile que les zones urbaines et périurbaines.

	Evaluation des niveaux sur la zone d'étude par rapport aux valeurs réglementaires en fonction de l'environnement du site		
	[périurbain]	[urbain]	[prox. Trafic]
SO ₂			
PM ₁₀			
NO ₂			
Ozone			
Benzène			
Formaldéhyde			
B(a)P			
Métaux lourds			

Légende : Risques de dépassements de valeurs réglementaires

	Pas ou peu de risque
	Risque moyen à élevé
	Risque fort ou constaté
	Risque évalué à partir d'autres mesures que sur la zone d'étude

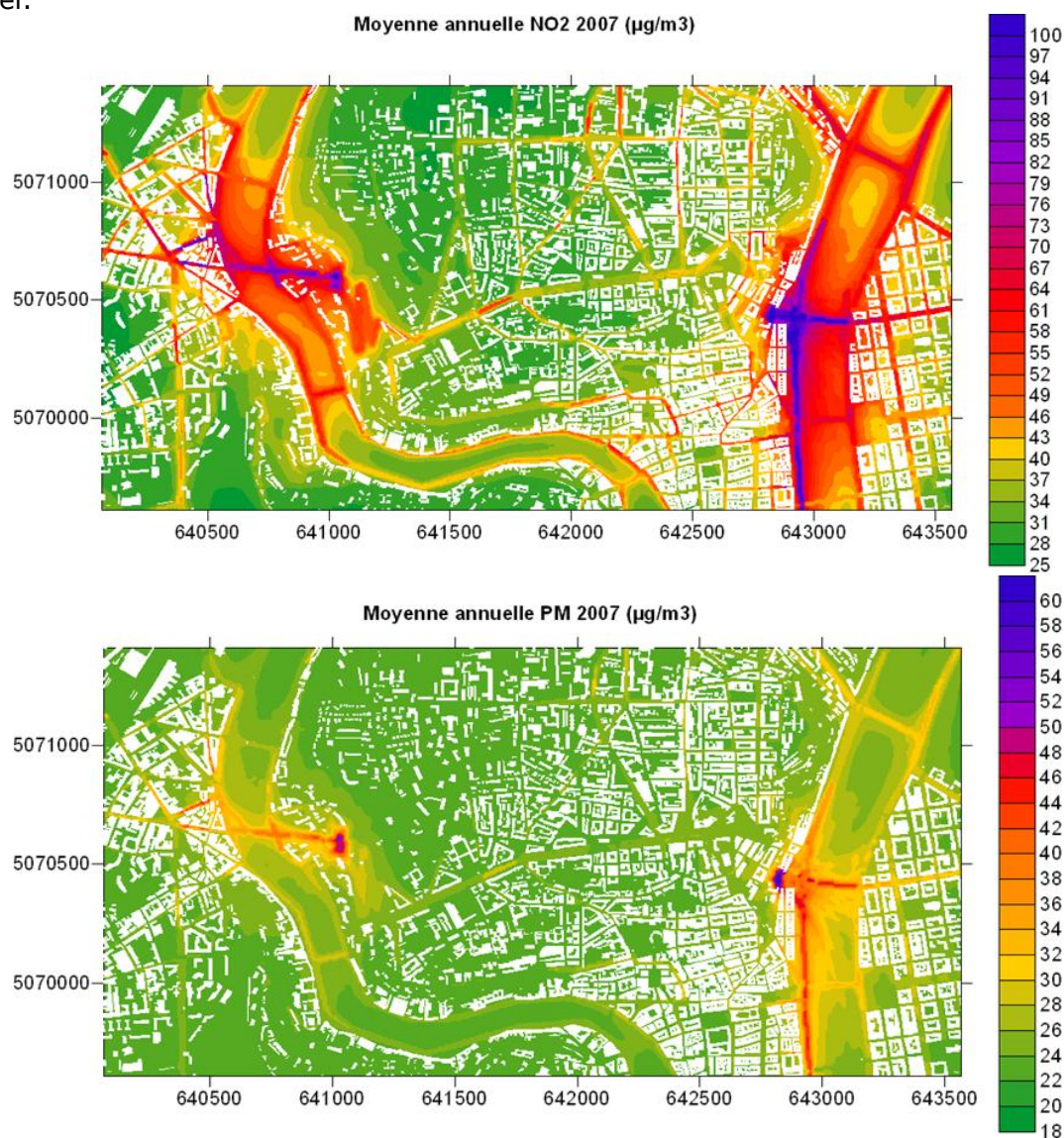
L'impact du trafic automobile est notamment visible au niveau du NO₂ et du benzène. Pour le NO₂, sur les 75 sites sondés, plus des trois-quarts (58) dépassent l'objectif de qualité et valeur limite en 2010 (40 µg.m⁻³), et environ deux-tiers (46) dépassent la valeur limite à respecter en 2008 (44 µg.m⁻³). Pour le benzène, 68% des sites sondés (51) présentent une concentration qui dépasse l'objectif de qualité (2 µg.m⁻³). Les prochains travaux de modélisation permettront d'étudier plus précisément la répartition des concentrations de NO₂ à l'échelle de la rue et de mieux estimer l'exposition des populations sur la zone d'étude.

Quant à la problématique des particules, des actions devront être menées pour tenter de réduire les niveaux de concentrations, en tenant compte du fait que le territoire concerné est bien plus vaste que la zone d'étude et que les sources d'émissions sont variées (trafic, chauffage, industries,...).

6. Perspectives

Cette étude s'inscrit dans la continuité des travaux menés par COPARLY pour améliorer l'outil de modélisation « SIRANE », mis en place depuis les années 2000 pour cartographier les niveaux de pollution sur l'agglomération lyonnaise à l'échelle de la rue.

Une première étude réalisée en 2006-2007 sur le quartier de la Croix-Rousse avait permis d'améliorer l'outil pour étudier la problématique des tunnels lyonnais et, d'une manière plus générale, de mieux prendre compte les effets de reliefs entourant l'agglomération lyonnaise. Les cartes ci-dessous présentent les résultats obtenus pour la modélisation du NO₂ et des PM₁₀ en moyennes annuelles sur le quartier de la Croix-Rousse, montrant notamment un fort impact visible au niveau des entrées/sorties du tunnel.



Au moment de la rédaction de ce rapport, les travaux pour étendre le domaine de modélisation de SIRANE vers la zone d'étude à l'ouest de Lyon sont en cours.

A l'image des travaux réalisés sur le quartier de la Croix-Rousse, ces travaux permettront d'obtenir une visualisation à la fois plus large et plus précise de la répartition spatiale des concentrations, avec des cartographies à fine échelle du dioxyde d'azote et des particules, sur l'ensemble de la zone d'étude.

Les premiers résultats sont attendus courant 2011.

Annexes

Annexe 1 : Définitions et valeurs réglementaires

Statistiques utilisées

La surveillance de la qualité de l'air vise à mesurer la concentration des polluants gazeux ou particuliers dans l'air ambiant. Cette concentration s'exprime en unité de masse par unité de volume d'air prélevé ramenée aux conditions normales de température (20°C) et de pression (1 atm).

Les unités les plus couramment utilisées sont :

le **microgramme par mètre cube ($\mu\text{g.m}^{-3}$)**

ou le **nanogramme par mètre cube (ng.m^{-3})**¹.

L'analyse des résultats fait appel à différents paramètres statistiques dépendant des choix faits dans les textes réglementaires et permettant d'appréhender les effets de pointe ou les effets chroniques.

Moyenne horaire

Moyenne arithmétique des valeurs quart-horaires mesurées par l'analyseur (une moyenne horaire est valide si au moins 3 valeurs quart-horaires qui la composent le sont).

Moyenne journalière

Moyenne arithmétique des valeurs horaires de 0 à 23 heures (une moyenne journalière est valide si au moins 18 valeurs horaires le sont).

Percentiles 98

Valeur dépassée par exactement 2% des données de la série statistique. Le percentile 98, comme la valeur maximale, est un indice du taux de pointe de pollution.

Percentiles : P75, P50 et P25 (ou 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} Quartiles)

Valeur dépassée par exactement 75% (premier quartile), 50% (deuxième quartile ou Médiane), 25% (troisième ou dernier quartile) des données de la série statistique.

Estimation de la moyenne annuelle

Les moyennes mesurées pendant les périodes de mesures permettent de calculer une estimation de la moyenne sur l'année. Par abus de langage, cette estimation de la moyenne pendant les campagnes est assimilée à la moyenne sur la totalité de l'année. Ceci est justifié du fait que l'échantillonnage temporel permet d'avoir une bonne représentativité des concentrations annuelles moyennes.

¹ 1 microgramme = 1 millionième de gramme (10^{-6} g) ; 1 nanogramme = 1 milliardième de gramme (10^{-9} g)

Seuils réglementaires

Les niveaux mesurés sur les différents sites de cette étude sont comparés aux valeurs fixées par la réglementation française et européenne (voir le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008)¹.

La définition des seuils fixés par ces textes réglementaires est donnée ci-dessous :

Seuil d'alerte : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de toute la population (ou un risque de dégradation de l'environnement) à partir duquel des mesures d'urgence et d'information du public doivent être prises.

Seuil d'information et de recommandations : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles, et à partir duquel des informations actualisées doivent être diffusées à la population.

Valeur limite pour la protection de la santé : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement. En cas de dépassement, la réglementation prévoit la mise en place de plans d'actions (PDU², PPA,...) afin d'essayer de réduire les émissions et de respecter ces valeurs, dans une période donnée.

Valeur cible ou **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement. Il s'agit d'une valeur de confort (valeur guide ou valeur cible), ou d'un objectif de qualité de l'air à atteindre, si possible, dans une période donnée.

¹ Le décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008 est la transcription en droit français des directives européennes 2002/3/CE du 12 février 2002 relative à l'ozone, 2004/107/CE du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques ainsi que 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.

Les documents sur les polluants et la réglementation sont disponibles sur notre site Internet : <http://www.atmo-rhonealpes.org>

² PDU : Plan de Déplacements Urbains ; PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

Valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre (SO₂)

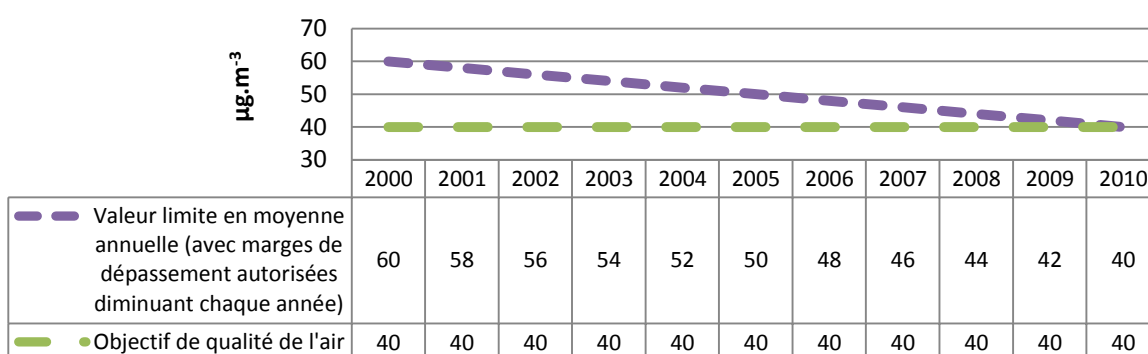
Seuils réglementaires	Valeur à respecter en µg .m ⁻³	Période de calcul
Seuil d'information et de recommandations	300 (sur 1h)	Maximum horaire
Seuil d'alerte	500 (sur 3h)	Maximum horaire (sur 3h consécutives)
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350	Maximum horaire
	125	Maximum journalier
Objectif de qualité	50	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la végétation	20	Moyenne annuelle

Valeurs réglementaires concernant le dioxyde d'azote (NO₂)

La réglementation définit pour le dioxyde d'azote (NO₂) plusieurs valeurs à respecter :

- un **objectif de qualité** à 40 µg.m⁻³ en moyenne annuelle
- une **valeur limite pour la protection de la santé** qui devra correspondre au seuil de 40 µg.m⁻³ défini pour l'objectif de qualité en 2010. (avant cette date des marges de dépassement de la valeur limite sont autorisées).

	Valeur à respecter en µg .m ⁻³	Période de calcul
Seuil d'information et de recommandations	200 (sur 1h)	Maximum horaire
Seuil d'alerte	400 (sur 1h)	Maximum horaire
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine en moyennes horaires	200 (en 2010) 220 (en 2008)	Centile 98 des moy. horaires (< 18 heures/an)
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine en moyenne annuelle	44 (en 2008) 40 (en 2010)	Moyenne annuelle
Objectif de qualité	40	Moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la végétation	30	Moyenne annuelle en oxydes d'azote (NO ₂ + NO en équiv. NO ₂)



Evolution des valeurs réglementaires concernant le dioxyde d'azote entre 2000 et 2010

NB 1: Pour le monoxyde d'azote (NO), il n'existe pas de valeurs réglementaires. Concernant ce polluant, il n'y a qu'une valeur limite en moyenne annuelle pour les oxydes d'azote (NO₂ + NO en équivalent NO₂).

NB 2: Les valeurs de tous les seuils réglementaires sont régulièrement réévaluées pour prendre en compte des résultats d'études médicales et/ou épidémiologiques.

Valeurs réglementaires pour les particules fines (PM₁₀)

Seuils réglementaires	Valeur à respecter en µg .m ⁻³	Période de calcul
Seuil d'information et de recommandations	80 (sur 24h)	Moyenne sur 24h
Seuil d'alerte	125 (sur 24h)	Moyenne sur 24h
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	50	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	(< 35 jours/an)	Moyenne annuelle
Objectif de qualité	40	Moyenne annuelle
	30	Moyenne annuelle

Pour la **valeur limite pour la protection de la santé**, la moyenne journalière est calculée à partir des 24 mesures horaires de la journée.

Concernant les **seuils d'information et de recommandations** ainsi que le **seuil d'alerte**, 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 de déclenchement fixées par arrêté préfectoral).

NB : En 2011, la réglementation pour les particules a changé, avec notamment un abaissement des seuils fixés pour les PM₁₀. Les nouveaux dispositifs préfectoraux sont disponibles sur notre site Internet : <http://www.atmo-rhonealpes.org>

Valeurs réglementaires pour l'ozone (O₃)

Seuils réglementaires	Valeur à respecter en µg .m ⁻³	Période de calcul
Seuil d'information et de recommandations	180 (sur 1h)	Maximum horaire
Seuil d'alerte	240 (sur 3h)	Maximum horaire
	300 (sur 3h)	
	360 (sur 1h)	
Objectif de qualité (protection de la végétation)	200	Maximum horaire
Objectif de qualité (protection de la santé humaine)	120 (< 25 jours/an)	Maximum de la moyenne glissante sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par an
Valeur limite pour la protection de la végétation	65	Maximum journalier
Valeur limite pour la protection des matériaux	40	Moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection des matériaux	18 000 (µg/m³).h 6 000 (µg/m³).h	AOT40¹ (valeur cible) AOT40 (Obj. de qualité)

¹ AOT40 (exprimé en µg/m³ par heure) signifie le cumul de surcharge en ozone : somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 ppb) et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures.

Valeurs réglementaires concernant les COV

Seul le **benzène** possède des valeurs réglementaires :

- ✓ **Valeur limite** à $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle
- ✓ **objectif de qualité** à $2 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle

Valeurs réglementaires concernant les HAP

Sur l'ensemble des 19 HAP mesurés, seul le **Benzo(a)pyrène** possède une valeur réglementaire :

- ✓ **valeur cible** fixée à 1ng.m^{-3} en moyenne annuelle

Autres valeurs de références pour les autres COV, aldéhydes et métaux lourds

Parmi ces nombreux polluants, seuls quelques composés possèdent des valeurs de références :

Sur l'ensemble des 41 COV mesurés, seul le **Benzène** est réglementé au niveau européen.

Pour 4 autres COV, il existe quelques valeurs de références dans d'autres pays ou des valeurs guides recommandées par l'OMS¹, établies pour des expositions à plus ou moins long terme :

- ✓ **1,3 Butadiène** : **Objectif de qualité** au Royaume-Uni fixé à $2,25 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle
- ✓ **Tétrachloroéthylène** : **Valeur guide** préconisée par l'OMS de $250 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle
- ✓ **Toluène** : **Valeur guide** préconisée par l'OMS de $260 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur 7 jours
- ✓ **1,2-Dichloroéthane** : **Valeur guide** préconisée par l'OMS de $700 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur 24h

Pour les Aldéhydes, il n'existe aucune valeur réglementaire en air ambiant.

En revanche, pour le **Formaldéhyde**, il existe deux **valeurs guides en air intérieur** recommandées par l'AFSSET², correspondant respectivement à des expositions à court et long termes :

- ✓ $50 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition sur 2 heures
- ✓ $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition en moyenne annuelle

Pour les Métaux Lourds (ou Eléments Traces Métalliques), il existe des valeurs réglementaires dans l'air ambiant pour certains d'entre eux :

- ✓ **Arsenic** : **valeur cible** fixée à 6ng.m^{-3} en moyenne annuelle
- ✓ **Cadmium** : **valeur cible** fixée à 5ng.m^{-3} en moyenne annuelle
- ✓ **Nickel** : **valeur cible** fixée à 20ng.m^{-3} en moyenne annuelle
- ✓ **Plomb** : **valeur limite** de 500ng.m^{-3} en moyenne annuelle

Pour les autres métaux lourds, en l'absence de seuils réglementaires, les valeurs prises pour référence sont les **valeurs guides** recommandées par l'OMS à plus ou moins long terme, pour quelques composés :

- ✓ **Manganèse** : 150ng.m^{-3} en moyenne annuelle
- ✓ **Vanadium** : 1000ng.m^{-3} sur 24h.

¹ OMS Organisation Mondiale de la Santé

² AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

Légende des valeurs de références		
Valeur limite		
Valeur cible		
Objectif de qualité de l'air		
Valeur guide (OMS)		
Valeur guide air intérieur (AFFSET)		

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

Tableau résumé des valeurs réglementaires existantes pour les COV, ALD, HAP, ML

Annexe 2 : Adresses des 75 sites de mesures

Nom du site	Adresse/Localisation	X UTM31	Y UTM31
Valvert_Ecully	Parking Rue de la Source, Tassin	638182.69	5069546.44
Trois_Renard_O	N7 - Parc de l'orangerie, Tassin	637563.07	5069358.97
Trois_Renard	place des 3 renards, Tassin	637886.42	5069322.99
Trois_Renard_S	20 av. Maréchal Foch, Tassin	637892.39	5069018.46
Trois_Renard_E	Av. République / Av. Clémenceau, Tassin	638169.2	5069330.83
Trois-Renard_N	Av. F.Rossevelt / Bd Valvert, Tassin	637821	5069438.26
Ecully_centre	Jardin des Condamines - Chemin de Grandvaux / Av. du Dr Terver, Ecully	638151.19	5070246.03
Valvert_N	10 av. de Verdun, Lyon 9	638805.74	5070568.07
Valvert_E	Rue Marietton / rue du Bourbonnais / rue des Plâtriers, Lyon 9	639374.85	5070451.64
Vaise_fond	Square Montel, Lyon 9	640093.74	5070521.05
Vaise_Marietton	48 rue Marietton / rue Nérard, Lyon 9	640160.42	5070702.85
Vaise_Stade	Stade Gilbert Vignes ; av. Sidoine Apollinaire, Lyon 9	639652.16	5070247.12
Vaise_Berthet	Rue Sgt Michel Berthet / rue Cottin, Lyon 9	640371.37	5070193.4
Vaise_Gorge-de-loup	Grpe scolaire J.Zay ; rue J.Zay / rue Louis Loucheur, Lyon 9	639996.06	5069777.87
Fourvière-Nord	143 bis rue Apollinaire ; Ecole Maternelle "La Vallonière", Lyon	640228.5	5069412.52
Fourvière-Nord_D407	Av. Barthelemy Buyer - Club de tennis Rhodia-Vaise, Lyon	639880.66	5069520.06
Valvert_S	Rue Grange Blanche / Av. Gambetta, Tassin	639057.85	5069816.39
Valvert_centre	Echangeur Valvert / av. V.Hugo, Tassin	639052.1	5070049.03
Valvert	Labo Mobile : Bd du Valvert - Poste EDF-GDF 3233, Tassin	638517.24	5069657.16
Lyon_Saint_Paul	Quai Bondy / Rue O.Mey, Lyon	642190.27	5069689.85
Lyon_Quai_de_Saone	35 quai de Saône, Lyon	641762.42	5068190.1
Tassin_D99	Rue François Mermet / collèg J.J.Rousseau, Tassin	637508.9	5068786.53
Etoile-d-Alaï_N	rue du Prof Deperet, Tassin	637247.43	5068214.2
Etoile-d-Alaï	Rd-Point Etoile d'Alaï, Tassin	637314.19	5067847.53
Etoile-d-Alaï_O	chemin de le Poterie, Francheville	636992.99	5067896.24
Etoile-d-Alaï_E	av. Charles de Gaulle (D489), Tassin	637595.91	5068159.43
Lyon5_Juliot_Curie	Rue Joliot-Curie / Av. Eisenhower, Lyon 5	638618.63	5068315.87
Etoile-d-Alaï_S	Chemin des lfs, Francheville	637396.35	5067735.64
Francheville-le-Bas_N	Allée des Lièvres, Francheville	637591.84	5067369.14
Francheville-le-Bas	Parking des 3 oranges. Rue de l'aubier, Francheville	637924.08	5066389.11
Lyon5_D75	rue du Cdt Charcot / rue Blondeau, Lyon 5	638736.48	5067176.59
Francheville-le-Haut	Intersection de la rue de la mairie, de la rue Robert et de la D75, Francheville	637274.19	5066303.05
Francheville-le-Haut_N	En face du 10 rue de la mairie, Francheville	637284.01	5066499.67
Francheville-le-Haut_O	Place J. Prevert. En face du 86 Grande rue (institut de beauté Evasion), Francheville	637104.7	5066326.2
Francheville	Labo Mobile à Francheville Le haut Centre IRIS : Salle des Fête et Médiathèque, Francheville Site tube équivalent : Francheville-le-Haut_E	637534.61	5065994.23
Francheville-le-Haut_S	Intersection avec le chemin de Gareizin et la route de charbonniere, Francheville	637406.91	5065759.54
Sainte-Foy	Intersection de la rue Chatelain et chemin de Montray, Sainte Foy	639994.79	5066228.6
Lyon5_Charcot	Rue Cdt Charcot / av. Point du Jour, Lyon 5	640683.27	5068465.39
Fourviere_Sud	Montée de Coulan / Montée St Laurent, Lyon	641519.27	5068103.53

Nom du site	Adresse/Localisation	X UTM31	Y UTM31
Francheville-le-Bas_S	Chemin de l'Yseron, Francheville	638440.92	5065170.66
Beunant_N	En face du 30 route de Brignais. Intersection avec le chemin de Beunant, Beunant	638329.36	5064144.11
Beunant	Intersection entre la route de Brignais et le chemin de Chante-grillet, Beunant	638202.12	5063972.54
Beunant_S	Intersection de la route de Beunant et de l'impasse du château, Beunant	637930.32	5063577.92
Saint-Genis-Laval_D486	Intersection de la rue Clémenceau (D486) et du 8 Mai 45, Saint Genis Laval	639714.05	5062049.38
Hopital-Sud_O	D486. Dans l'hopital Lyon Sud, Oullins	639933.31	5062805.28
Oullins	Intersection entre la D486 et rue de Fleury, Oullins	640724.82	5063984.47
Oullins_bis	Intersection entre la D486 et rue de Fleury, Oullins	640724.82	5063984.47
Hopital-Sud_E	Intersection de la rue du Perron et du chemin du Montmien, Oullins	641012.61	5063004.24
Hopital-Sud	Intersection de la rue du petit revovert de du Grand Revoyet, Oullins	640536.81	5062663.91
Hopital-Sud_N	65 Rue du Grand Revoyet., Oullins	640325.88	5063069.33
Hopital-Sud_S	Intersection de la rue Voltaire et de la rue du Grand Revoyet, Oullins	640739.63	5062211.64
Pierre-Bénite_D315	Boulevard de l'europe, Pierre Benite	641712.15	5062818.7
A7_Sud	A l'angle de la rue Yon Lug et chemin de la grande allée, La mulatiere	641758.02	5063582.06
A7	Au bout de l'avenue des saules, La mulatiere	641673.77	5063926.96
A7_Nord	27 rue Jean Jaurès, La mulatiere	641556.73	5064187.52
La-Mulatière_Fixe	Station fixe, La mulatiere	641485.95	5064578.18
Francheville_D_50	A l'intersection de la D50 et de la rue Francois Ferraussat, Chaponost	637537.58	5064686.34
Chaponost	Intersection entre l'avenue André Devienne, et la rue F. Perreaud, Chaponost	636095.99	5064010.2
Périph_Sud_N	Boulevard Chambaud de la Bruyère, Pierre Benite	643358.4	5064881.24
Périph_Sud	Tout au bout de la rue de Seville, Pierre Benite	643402.46	5064451.85
Gerland	Intersection de la rue de gerland et de l'avenue T. Garnier, Lyon	642962.66	5065304.54
Périph_Sud_S	Intersection de la rue Sampaix et de la rue Marcel-Etienne Sembat, Pierre Benite	643575.3	5063666.27
PBT_01	Petit parking sur le quai Aulagne, Pierre Benite	643586.4	5062931.32
PBT_02	A l'extrémité du site de Rhodia, Pierre Benite	643502.02	5061555.89
PBT_05	Sur la A450. Accès DDE. Sens interdit, Pierre Benite	642635.08	5061909.59
PBénite_Trafic	Sous l'échangeur A7-A450 - Camion Labo Mobile Pierre-Bénite_Trafic, Pierre Benite	642940.53	5062166.92
PBT_10	Intersection de la rue de Serrieres et la rue des alouettes, Pierre Benite	641519.73	5061517.57
PBT_08	Rue de la mouche, Pierre Benite	641903.53	5061309.21
PBT_09	Ecole primaire, Avenue de verdun, Pierre Benite	641951.57	5061033.41
PBT_04	Rue des matyrs de la libération, Pierre Benite	642316.99	5061802.72
PBT_06	Intersection de la rue du centenaire et l'allée des jeux, Pierre Benite	642513.59	5062109.46
PBT_07	Intersection de la rue du centenaire et l'allée du château, Pierre Benite	642443.44	5062183.33
Pierre-Bénite_Fixe	Ecole Paul Eluard des Hautes Roches. Rue du Centenaire, Pierre Benite	642442.95	5062303.37
PBT_03	Intersection de chemin de la Lône et de la rue de la république, Pierre Benite	642805.93	5062526.88
Lyon_Perrache	Quai Perrache / cours Bayard, Lyon	641952.43	5067028.16
Lyon_Carnot	20 Place Carnot, Lyon	642076.57	5067938.17