



Etude de la qualité de l'air à Berthelot en lien avec la mise en service du tramway



Rue des Frères Lumière – Parc d'Affaires Roosevelt
69120 Vaulx-en-Velin
Tel. : 04 72 14 54 20 – Fax : 04 72 14 54 21
Émail : coparly@atmo-rhonealpes.org – Internet : www.atmo-rhonealpes.org
N° SIRET : 318 162 971 000 36 – Code APE : 913 E - Association loi du 1^{er} juillet 1901

TABLE DES MATIÈRES

OBJECTIF DE CETTE ETUDE	2
1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	3
1.1 Polluants mesurés	3
1.2 Effets des polluants sur la santé et sur l'environnement	5
1.3 La réglementation	5
1.4 Les effets aggravants de la météo	6
1.5 Conditions météorologiques durant la période 1994-2004	6
2 METHODOLOGIE ADOPTEE	8
2.1 Méthodologie et périodes de mesures	8
2.2 Unités de mesures	8
2.3 Absence de données	8
2.4 Choix des sites de mesures	8
3 RESULTATS ET ANALYSE DES MESURES	10
3.1 Niveaux de pollution mesurés	10
4 BILAN ET CONCLUSION	17
5 MESURES EN DIRECT - SIRANE	18

OBJECTIF DE CETTE ETUDE

Evaluer l'évolution de la qualité de l'air avant, pendant et après la mise en service du tramway sur l'avenue Berthelot.

1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

1.1 Polluants mesurés

Les polluants mesurés dans le cadre de cette étude, sont les **polluants primaires** principalement d'origine automobile en milieu urbain :

- Les oxydes d'azote (NO et NO₂)
- Les particules : poussières en suspension de taille inférieure à 10 µm (notées PM₁₀)
- Le dioxyde de soufre (SO₂)

1.1.1 Les oxydes d'azote (NOx)

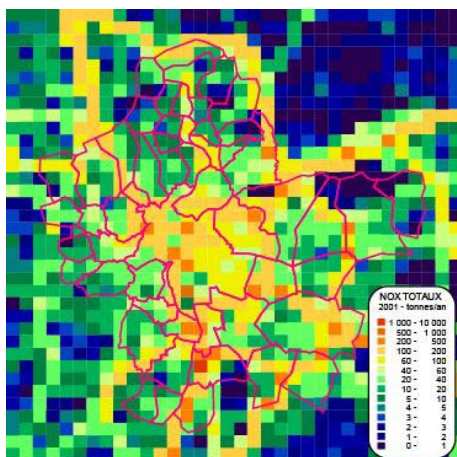
Le terme oxydes d'azote désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles.

Les oxydes d'azote, avec les composés organiques volatils, interviennent dans le processus de formation de la pollution photo-oxydante et de l'ozone dans la basse atmosphère.

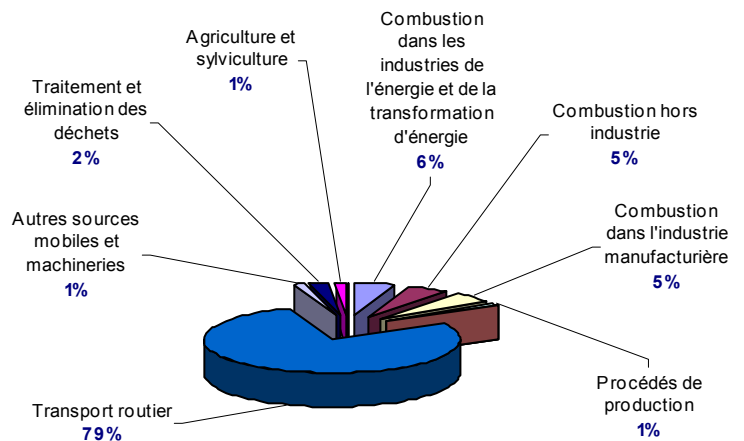
Les transports représentent environ 79% des émissions d'oxydes d'azote. Bien que l'équipement des automobiles par des pots catalytiques favorise une diminution unitaire des émissions d'oxydes d'azote, les concentrations dans l'air ne diminuent guère compte tenu de l'âge du parc automobile et de l'augmentation constante du trafic.

Le monoxyde d'azote, gaz incolore et inodore, est principalement émis par les véhicules à moteur thermique et se transforme rapidement par oxydation en dioxyde d'azote, gaz roux et odorant à forte concentration.

Cartographie des émissions de NOx sur l'agglomération



Emission de NOx par secteur d'activités sur l'agglomération



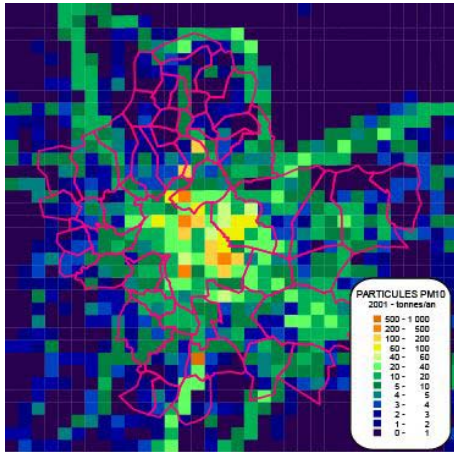
1.1.2 Les particules en suspension (PM₁₀)

Les poussières en suspension proviennent de certains procédés industriels (incinérations, carrières, cimenteries), des chauffages domestiques en hiver mais majoritairement du trafic automobile (particules diesel, usures de pièces mécaniques et des pneumatiques...).

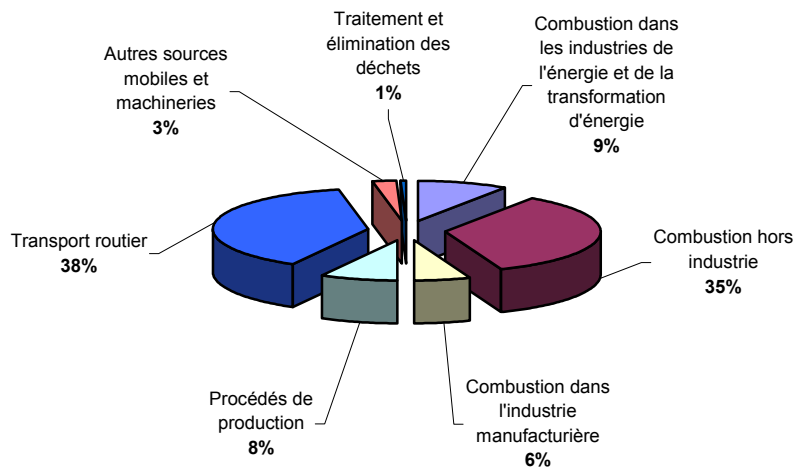
Les particules les plus fines (diamètre inférieur à 0,5 µm) sont essentiellement émises par les véhicules diesel alors que les plus grosses proviennent plutôt de frottements mécaniques sur les chaussées ou d'effluents industriels.

Les particules sont généralement mesurées de deux manières : par la méthode des fumées noires (la plus ancienne) ou par la méthode plus récente des « PM₁₀ », filtrant les particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm.²

Cartographie des émissions des PM₁₀ sur l'agglomération



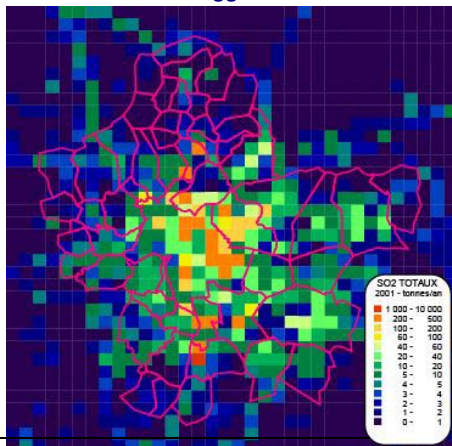
Emission de PM₁₀ par secteur d'activités sur l'agglomération



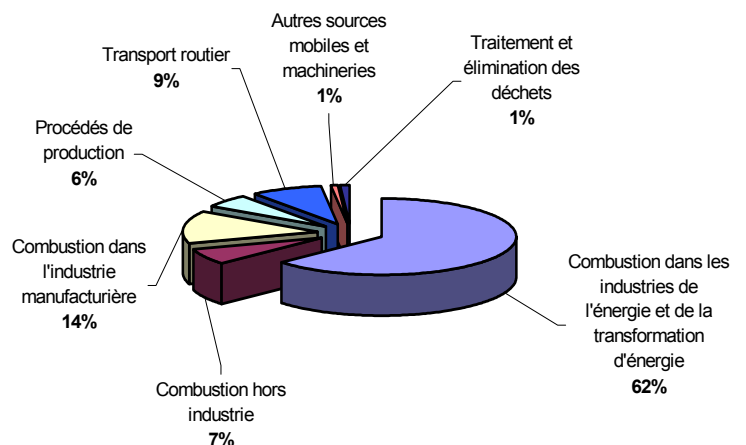
1.1.3 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est considéré comme l'indicateur principal de la pollution industrielle. Il provient essentiellement des combustibles fossiles contenant du soufre : fuels, charbon. Compte tenu du développement du nucléaire, de l'utilisation de combustibles moins chargés en soufre et des systèmes de dépollution des cheminées d'évacuation des fumées, les concentrations ambiantes ont diminué de plus de 50% en 15 ans. Sur l'agglomération lyonnaise, le SO₂ est émis à 62% par le secteur lié à l'énergie mais 9% provient du transport routier.

Cartographie des émissions de SO₂ sur l'agglomération



Emission de SO₂ par secteur d'activités sur l'agglomération



1.2 Effets des polluants sur la santé et sur l'environnement

1.2.1 Les oxydes d'azote (NOx)

1.2.1.1 Santé

Le **dioxyde d'azote** est un gaz toxique qui pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, dès $200 \mu\text{g.m}^{-3}$, entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

1.2.1.2 Environnement

Les oxydes d'azote sont des **précurseurs** dans les processus de **formation d'ozone** troposphérique (basse atmosphère). Ils contribuent également au **phénomène du dépérissement forestier**.

1.2.2 Les particules en suspension

1.2.2.1 Santé

L'action des particules est irritante et dépend de leurs diamètres. Les grosses particules (diamètre supérieur à $10 \mu\text{m}$) sont retenues par les voies aériennes supérieures (muqueuses du naso-pharynx). Entre 5 et $10 \mu\text{m}$, elles restent au niveau des grosses voies aériennes (trachée, bronches). Les plus fines ($< 5 \mu\text{m}$) pénètrent les alvéoles pulmonaires et peuvent, surtout chez l'enfant, **irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire**. Il existe une corrélation entre la teneur des particules et l'apparition de bronchites et de crises d'asthme. Les non-fumeurs peuvent percevoir des effets à partir de $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ contre $100 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour les fumeurs (muqueuses irritées). Les particules mesurées en routine sont en général inférieures à $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) ou à $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$).

Certaines substances se fixent sur les particules (sulfates, nitrates, hydrocarbures, métaux lourds) dont certaines sont susceptibles d'accroître les risques de cancer comme les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Les micro-particules diesel provoquent des cancers de façon certaine chez les animaux de laboratoire. Le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC, 1989) et l'agence américaine de l'environnement (US EPA, 1994) ont classé les émissions de diesel comme étant probablement cancérigènes (classe 2A du CIRC chez l'homme).

1.2.2.2 Environnement

Les bâtiments subissent également les effets de la pollution avec notamment le **noircissement des façades dû aux particules diesel**.

1.2.3 Le dioxyde de soufre (SO₂)

1.2.3.1 Santé

Le mélange acido-particulaire peut, en fonction des concentrations, provoquer des **crises chez les asthmatiques**, accentuer les **gênes respiratoires** chez les sujets sensibles et surtout altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de capacité respiratoire, toux).

1.2.3.2 Environnement

C'est un gaz irritant, incolore et soluble dans l'eau. En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique contribuant ainsi au **phénomène de dépérissement de la végétation** appelé « pluies acides » et à la **dégradation du patrimoine bâti** (monuments en calcaire et grès, vitraux).

1.3 La réglementation

Voir annexe 1 « les valeurs réglementaires par polluant »

1.4 Les effets aggravants de la météo

La qualité de l'air dépend en grande partie des conditions météorologiques (température, vent, précipitations), qui peuvent favoriser la dispersion des polluants (vent), ou au contraire, les concentrer sur une zone particulière en cas d'**inversion de température** par exemple :



En situation normale, la température de l'air diminue avec l'altitude. L'air chaud contenant les polluants tend à s'élever naturellement (principe de la montgolfière) et les polluants se dispersent verticalement.

En situation d'inversion de température, le sol s'est refroidi de façon importante pendant la nuit (par exemple, l'hiver par temps clair). La température à quelques centaines de mètres d'altitude est alors supérieure à celle mesurée au niveau du sol. Les polluants s'accumulent donc sous un "couvercle" d'air chaud appelé couche d'inversion et, si le vent est faible, en l'absence de brassage vertical, la concentration des polluants au sol peut alors augmenter très rapidement.

Les périodes anticycloniques, caractérisées par un temps calme avec un vent faible, déjà peu propices à la dispersion des polluants, sont accompagnées parfois en hiver d'une inversion de température et peuvent ainsi concourir à une augmentation rapide de la pollution au niveau du sol.

1.5 Conditions météorologiques durant la période 1994-2004

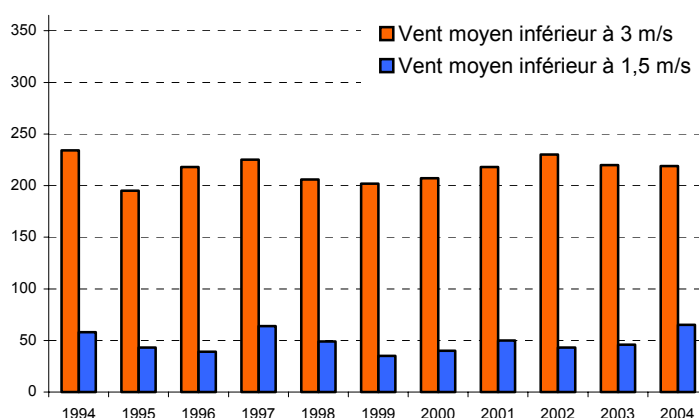
L'objectif est de caractériser les conditions météorologiques qui ont influencé la qualité de l'air sur la période selon trois critères :

- La dispersion horizontale et verticale
- Le lessivage
- La photochimie

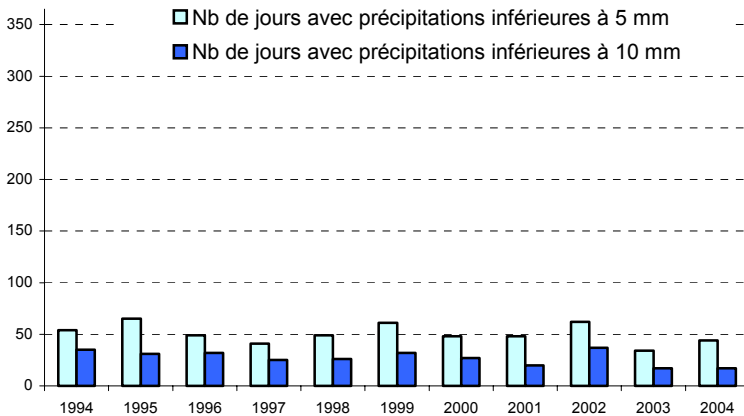
1.5.1 Dispersion horizontale et verticale

Elle est caractérisée par le nombre de jours où :

- la vitesse du vent moyennée sur 24 heures est inférieure à 1.5 m/s, soit environ 5 km/h. Le nombre de jours avec un vent très faible (inférieur à 5 km/h) est peu important sur Lyon en 1999 avec 35 jours et en 2000 avec 40 jours, au regard des années précédentes (précédent record de 64 jours en 1997).
- une inversion de température est constatée à 00h (température augmentant avec l'altitude dans les premiers centaines de mètres). Le nombre de jours avec une inversion de température (profil stable) est de 174 en 1999 et de 175 pour l'année 2000. La moyenne sur la période 1994-2004 étant de 173 jours.



1.5.2 Le lessivage



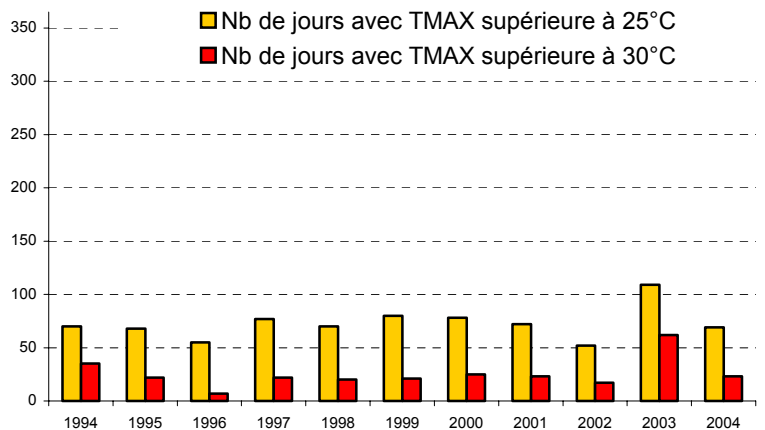
Le critère retenu pour le lessivage des polluants est le nombre de jours où les précipitations sont supérieures à 5 et 10 mm.

Le nombre de jours avec précipitations significatives (seuil 10mm) est, important en 1999 (32 jours) et moyen en 2000 (27 jours) par rapport à une moyenne de 27 jours de 1994 à 2004.

1.5.3 La température

La température et la photochimie étant fortement corrélés, le critère retenu est le nombre de jours, de chaleur et de forte chaleur, caractérisés par le dépassement des seuils respectifs de 25°C et 30°C.

L'année 1999 est caractérisée par un nombre de jours de chaleur (80 jours à plus de 25°C) et de forte chaleur (21 jours à plus de 30°C) proche des moyennes 1994-2004 (72 jours de chaleur et 25 jours de forte chaleur).



1.5.4 Synthèse

Les années 1999 et 2000 sur Lyon (par rapport à la période 1994-2004) ont été caractérisées par :

- une très bonne dispersion des polluants.
- un lessivage des polluants assez important avec 32 jours de pluies.
- un nombre de jours avec des températures supérieures à 30°C proche de la moyenne 1994-2004.

2 METHODOLOGIE ADOPTEE

2.1 Méthodologie et périodes de mesures

Dans le cadre de cette étude, nous avons :

- Comparer l'évolution, du monoxyde d'azote (NO), du dioxyde d'azote (NO₂), du dioxyde de soufre (SO₂) et des particules en suspension (PM₁₀) sur **Berthelot** (site trafic) avec **Garibaldi** et **Vaise Marietton** (autres sites trafic). La comparaison avec le site de **Berthelot** a ensuite été faite avec des sites urbains (**Saint-Just, Gerland, Croix-Luizet** et **Bossuet**) et industriels (**Feyzin-Stade** et **Saint-Fons Clochettes**).
- Réaliser et commenter le profil moyen pour chacun des polluants (NO, NO₂, SO₂ et PM₁₀).

2.2 Unités de mesures

Une 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 et de pression. Les unités les plus couramment utilisées sont le **microgramme par mètre cube (µg.m⁻³)**, soit le millionième de gramme par mètre cube.

2.3 Absence de données

Les données issues d'un appareil avec un taux de fonctionnement inférieur à 75% ne sont pas diffusées. De plus, la mesure du dioxyde de soufre sur les sites trafic est arrêtée depuis fin 2002.

2.4 Choix des sites de mesures

La comparaison des concentrations des polluants enregistrées durant cette étude s'est faite en prenant en compte les valeurs des sites :

- Trafics de **Berthelot** (site concerné par l'étude), de **Garibaldi** et de **Vaise Marietton**

Ces trois sites de mesures sont considérés comme des sites « **trafic** » (site implanté à proximité immédiate d'une voie de circulation automobile (en zone urbaine ou périurbaine) et dont la mesure est représentative de la pollution maximale à laquelle peut être soumise la population habitant à proximité (dans un rayon moyen de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres).

- Urbains de **Saint-Just, Gerland, Croix-Luizet** et **Bossuet**,

Ce sont des sites implantés en milieu urbain dense (agglomération ou pôle urbain) et dont les mesures sont représentatives de la pollution de fond à laquelle est soumise l'ensemble de la population habitant en centre urbain (dans un rayon moyen de l'ordre du kilomètre).

- Industriels de **Feyzin-Stade** et **Saint-Fons Clochettes**,

Ce sont des sites implantés à proximité d'une source d'émissions ponctuelle à caractère industriel (en zone urbaine ou périurbaine) et dont la mesure est représentative de la pollution maximale à laquelle peut être soumise la population habitant à proximité (dans un rayon moyen pouvant aller de 200 m à 5 km).¹

¹ Selon l'intensité de la source, la topographie des lieux et les conditions météorologiques.

2.4.1 Sites de référence pour la comparaison des mesures



Site fixe : Saint-Just

Adresse

5, place Abbé Larue

Commune

Lyon 5^{ème}

Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Ozone (O₃)



Site fixe : Vaise Marietton

Adresse

Théâtre des jeunes années,
rue de Bourgogne

Commune

Lyon 9^{ème}

Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Monoxyde de carbone (CO)



Site fixe : Croix-Luizet

Adresse

Gr scolaire J.MOULIN,
31 rue A.Brion

Commune

Villeurbanne

Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Ozone (O₃)
- Particules (PM₁₀)



Site fixe : Garibaldi

Adresse

D.E.U 60, rue de Sèze

Commune

Lyon 6^{ème}

Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Benzène/Toluène (BTX)
- Monoxyde de carbone (CO)



Site fixe : Gerland

Adresse

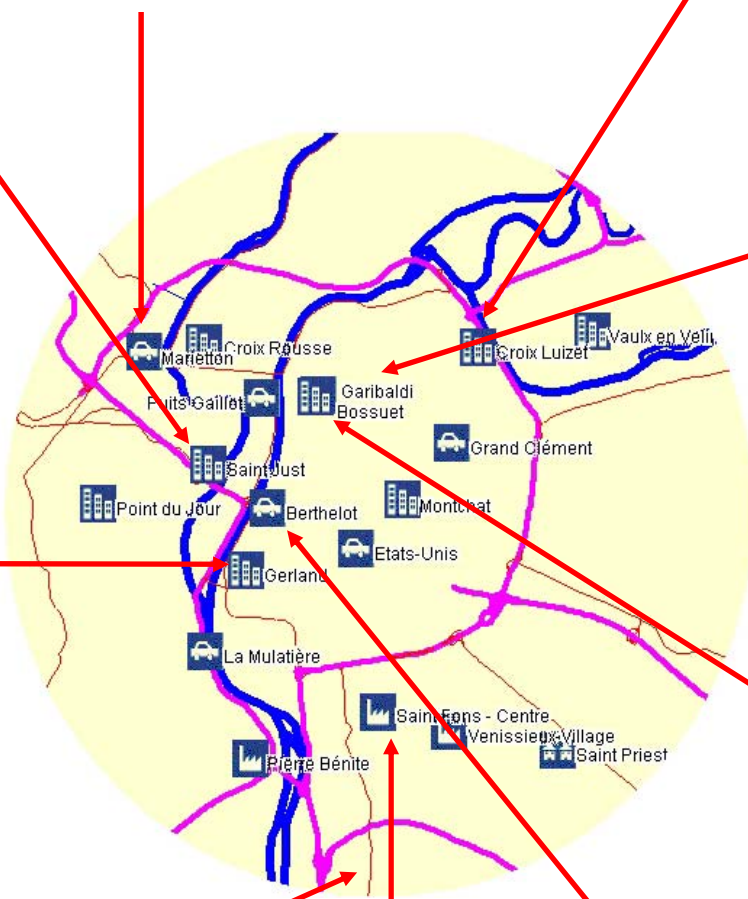
183, rue Marcel Mérieux

Commune

Lyon 7^{ème}

Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Ozone (O₃)



Site fixe : Bossuet

Adresse

D.E.U 60, rue de Sèze

Commune

Lyon 6^{ème}

Polluants mesurés

- Particules (PM₁₀)



Site fixe : Feyzin-Stade

Adresse

Stade Municipal
rue de la tuillière

Commune

Feyzin

Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Benzène/Toluène (BTX)
- Particules (PM₁₀)



Site fixe : Saint-Fons Clochette

Adresse

Centre Sportif et Culturel Léo
Lagrange

14, rue Falaise

Commune

Saint-Fons

Polluants mesurés

- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)



Site fixe : Berthelot

Adresse

Musée de la Résistance
16 avenue Berthelot

Commune

Lyon 7^{ème}

Polluants mesurés

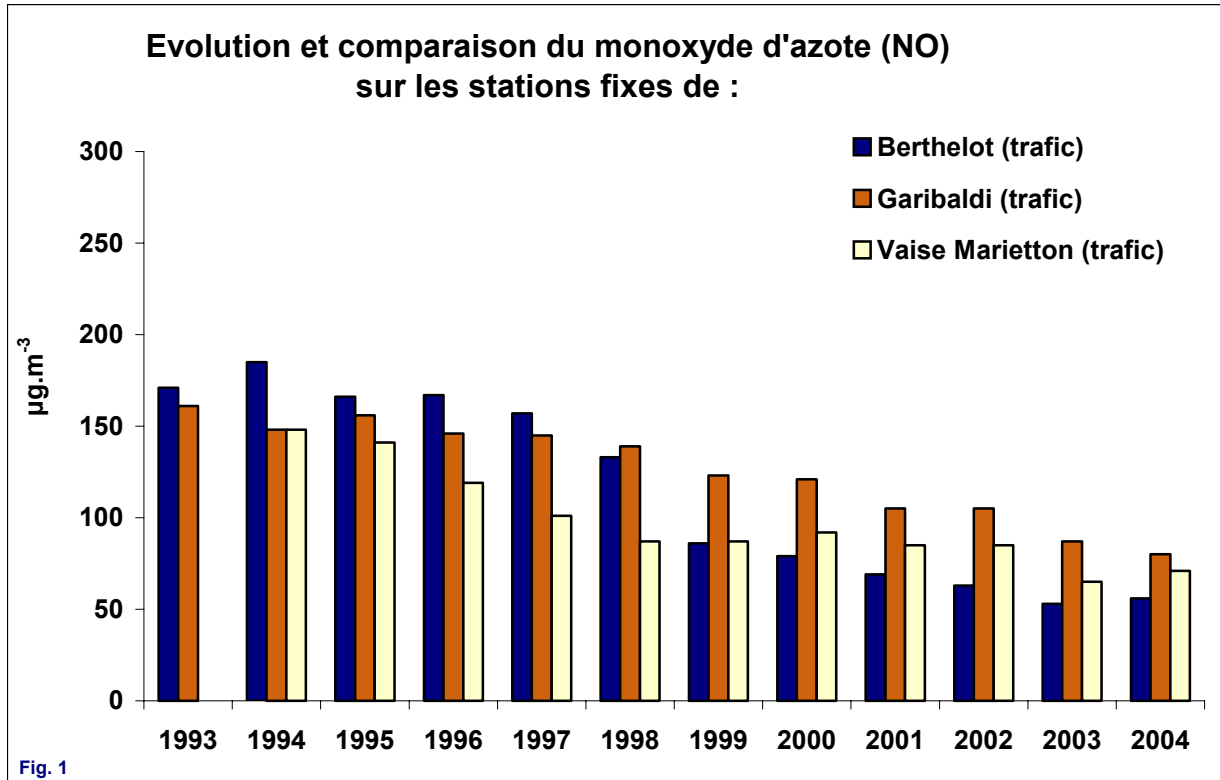
- Oxydes d'azote (NO/NO₂)
- Dioxyde de soufre (SO₂)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Particules (PM₁₀)

3 RESULTATS ET ANALYSE DES MESURES

3.1 Niveaux de pollution mesurés

3.1.1 Moyennes annuelles - Monoxyde d'azote (NO)

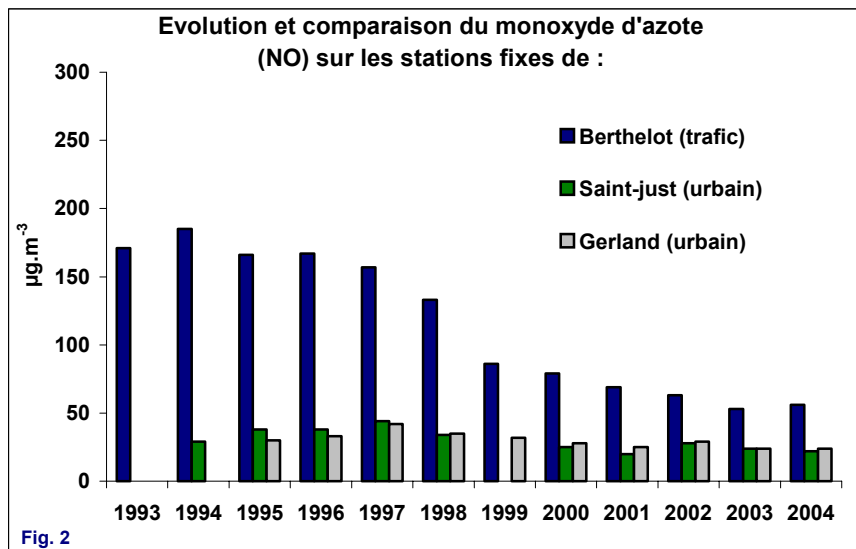
Le monoxyde d'azote est un polluant primaire émis principalement par le trafic automobile. Les niveaux de ce polluant sont donc directement liés à la proximité des axes de circulation.



D'une manière générale, les concentrations sur l'ensemble des sites trafic (**Berthelot**, **Garibaldi** et **Vaise Marietton**) baissent assez nettement depuis 1995 (Fig. 1). Ce phénomène peut s'expliquer par la diminution des émissions des véhicules en lien avec la généralisation des pots catalytiques et des contrôles techniques.

Notons également que la baisse la plus significative a été enregistrée sur la site trafic de **Berthelot** sur l'année 1999 (début des travaux du tramway). Cette baisse s'est confirmée depuis l'année 2000 avec la mise en service du tramway.

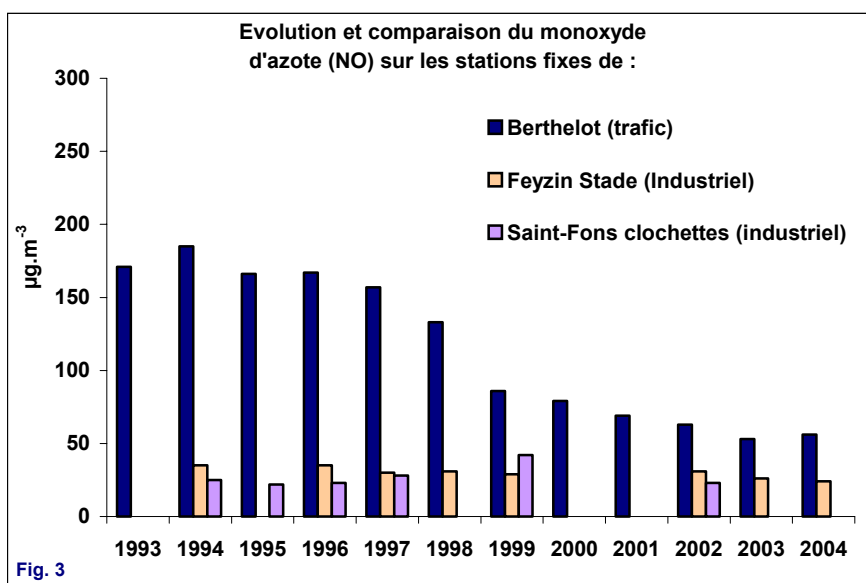
Enfin, on remarque que depuis 1999, les concentrations moyennes annuelles en monoxyde d'azote du site trafic de **Berthelot** sont inférieures à celles des deux autres sites trafic **Garibaldi** et **Vaise Marietton** alors qu'elles étaient toujours supérieures depuis 1993 (inversement des tendances)



Le monoxyde d'azote étant un polluant primaire émis principalement par le trafic automobile, il est normal (comme le présente les deux graphiques Fig. 2 et 3) que les concentrations sur **Berthelot** (site trafic) soient largement plus élevées que sur des sites urbains tels que **Saint-just** et **Gerland** ou encore des sites industriels comme **Feyzin-Stade** et **Saint-Fons Clochettes**.

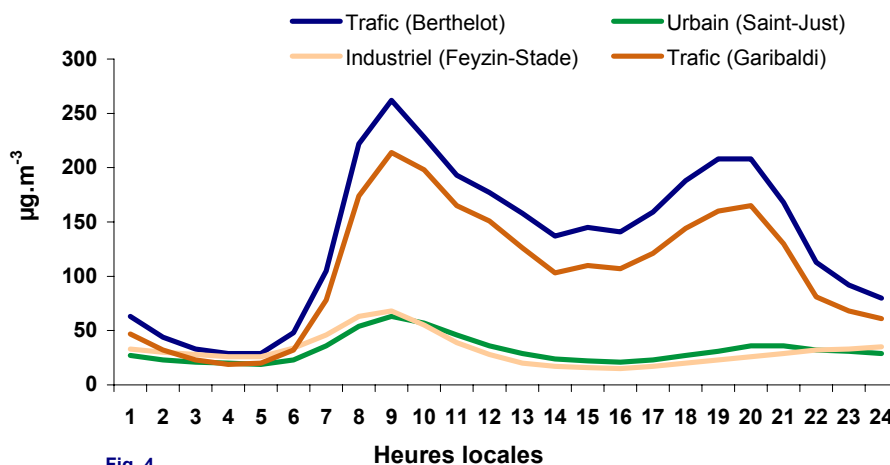
Alors que les sites urbains et industriels enregistrent des moyennes annuelles en monoxyde d'azote assez stables d'une année à une autre, le site trafic de **Berthelot** enregistre quant à lui, une baisse plus significative, deux facteurs expliquent ce phénomène :

- la diminution des émissions des véhicules en lien avec la généralisation des pots catalytiques et des contrôles techniques depuis 1993.
- la mise en service du tramway depuis 1999.



3.1.2 Profil moyen (1993-2004) - Monoxyde d'azote (NO)

Ce graphique (Fig. 4) représente le cycle journalier moyen pour 3 types de stations. La corrélation avec les pointes de trafic est très nette sur les sites de trafic comme sur les sites urbains (moins marquée). La pointe matinale est plus marquée en lien avec des conditions de dispersion souvent moins bonne le matin que le soir et un étalement plus important des horaires de retour du travail. Le cycle observé sur le site industriel présente un profil similaire à celui d'un site urbain, mais sans la pointe du soir, celle du matin est donc principalement liée aux conditions de dispersion.



3.1.3 Moyennes annuelles - Dioxyde d'azote (NO₂)

Le dioxyde d'azote est lui aussi émis, en partie, dans les gaz d'échappement, mais il est principalement formé à partir de la transformation du monoxyde d'azote par oxydation avec l'oxygène de l'air.

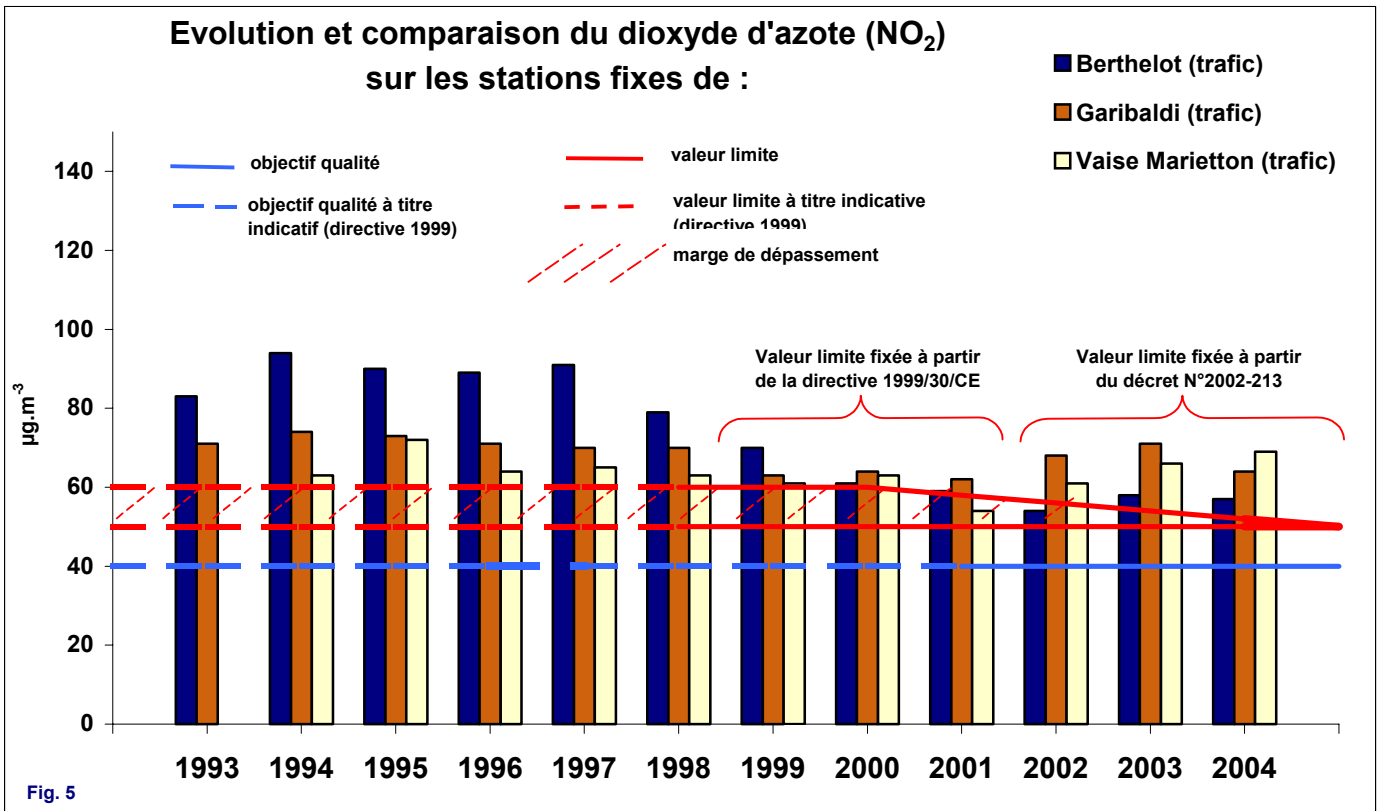


Fig. 5

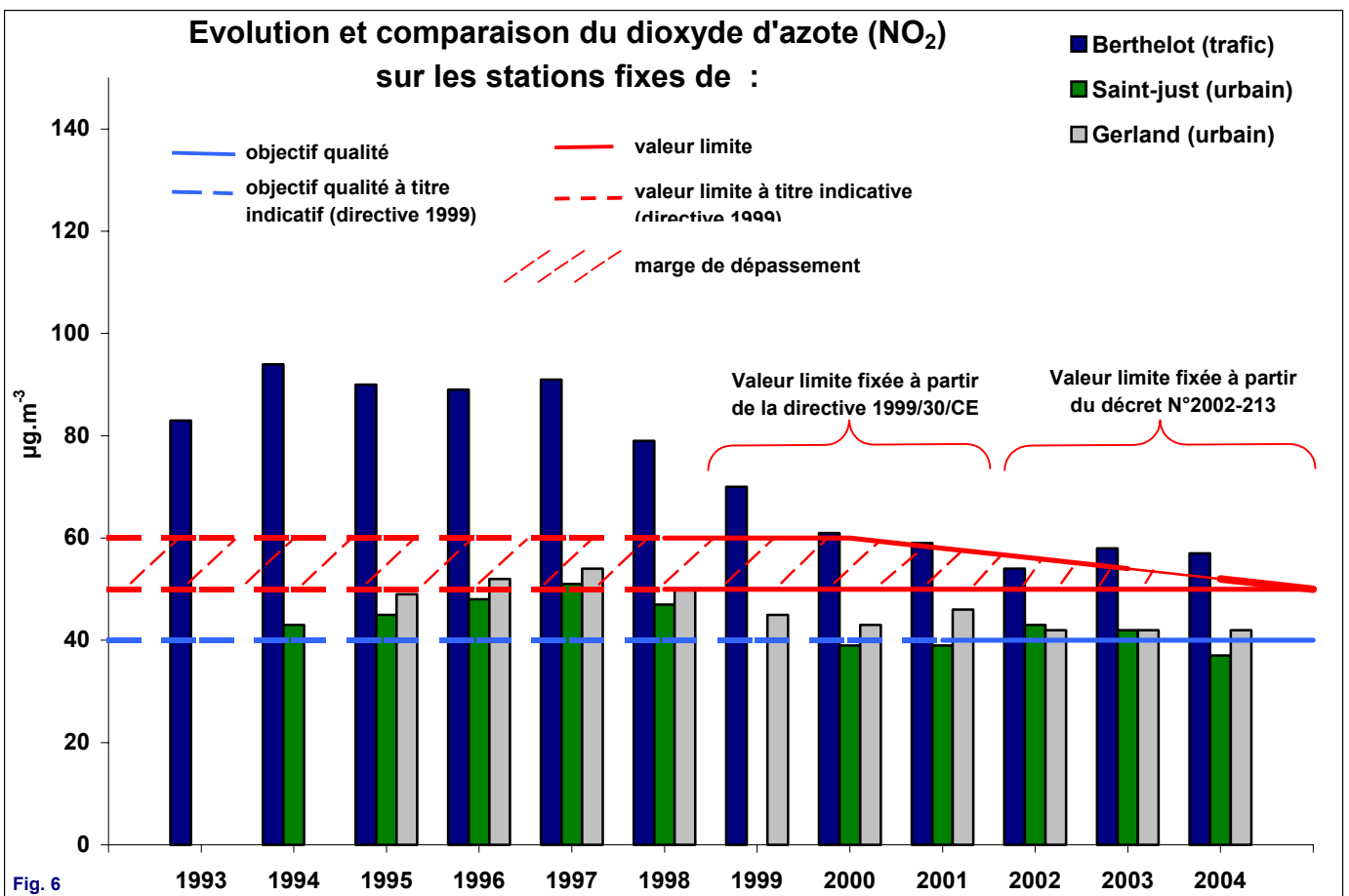
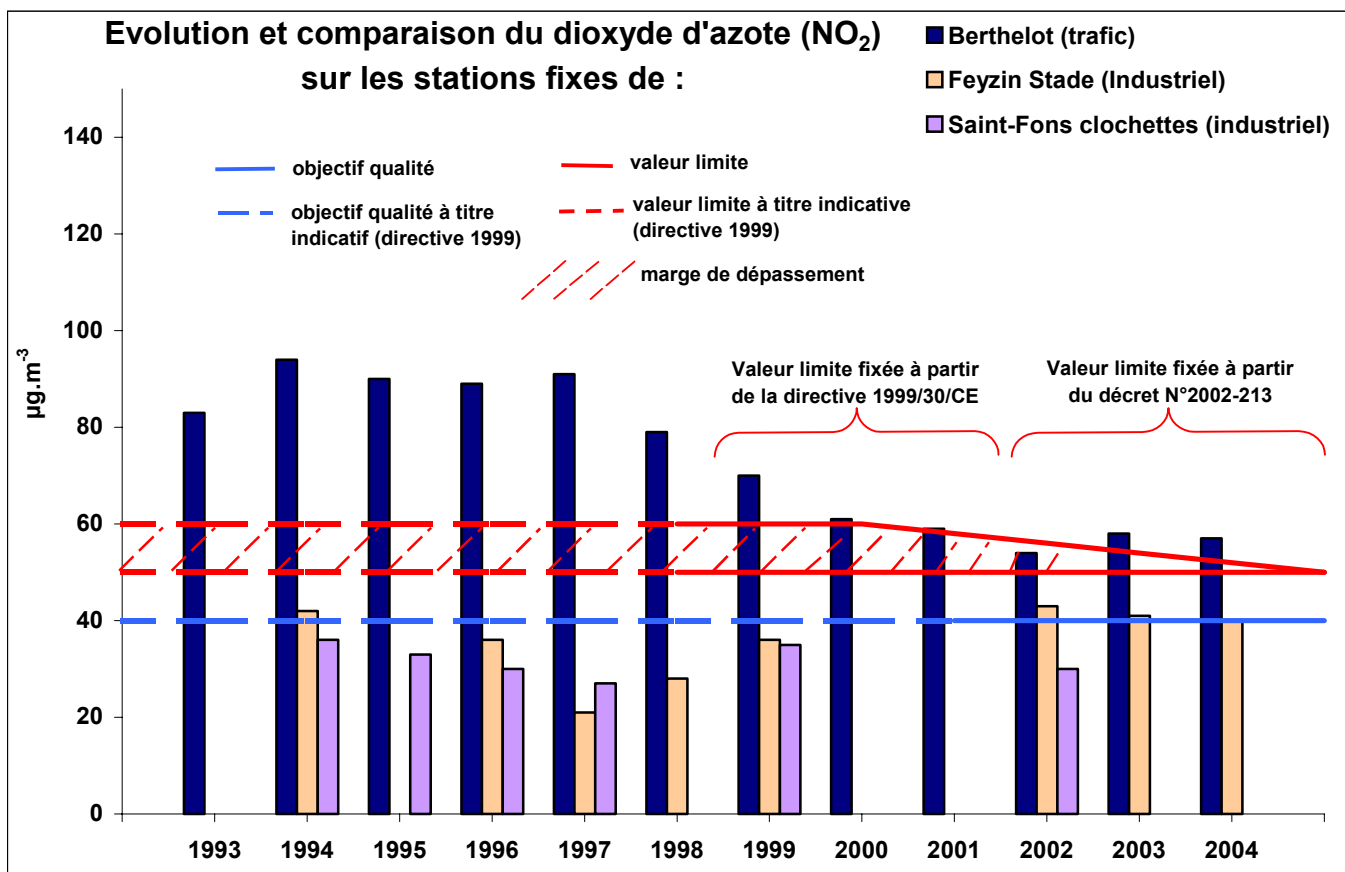


Fig. 6



La tendance générale à la baisse constatée sur le monoxyde d'azote est moins perceptible sur le dioxyde d'azote dont la contribution secondaire (photochimie) masque la baisse liée aux émissions automobiles jusqu'en 1999. Les niveaux sont à la stagnation sur les 5 dernières années sur le site trafic de **Berthelot** et sur les sites urbains de **Saint-just** et **Gerland** (Fig. 6).

Fig. 7

Néanmoins, l'objectif qualité et la valeur limite pour le dioxyde d'azote fixé par le décret N° 2002-213 du 15 février 2002 à 40 µg.m⁻³ et 52 µg.m⁻³ (micro gramme par mètre cube) ne sont pas respectés essentiellement pour les sites trafic (Fig. 5, 6 et 7).

3.1.4 Profil moyen (1993-2004) - Dioxyde d'azote (NO₂)

Ce graphique (Fig. 8) représente le cycle journalier moyen pour 3 types de stations. Sur les sites urbains comme sur les sites trafic, la corrélation avec les pointes de trafic est très nette. La pointe matinale n'est plus aussi marquée que pour le monoxyde d'azote en raison du caractère secondaire de ce polluant notamment en été. Le cycle observé sur le site industriel présente un profil ressemblant à celui d'un site urbain mais avec des concentrations moins importantes et une pointe du soir plus faible.

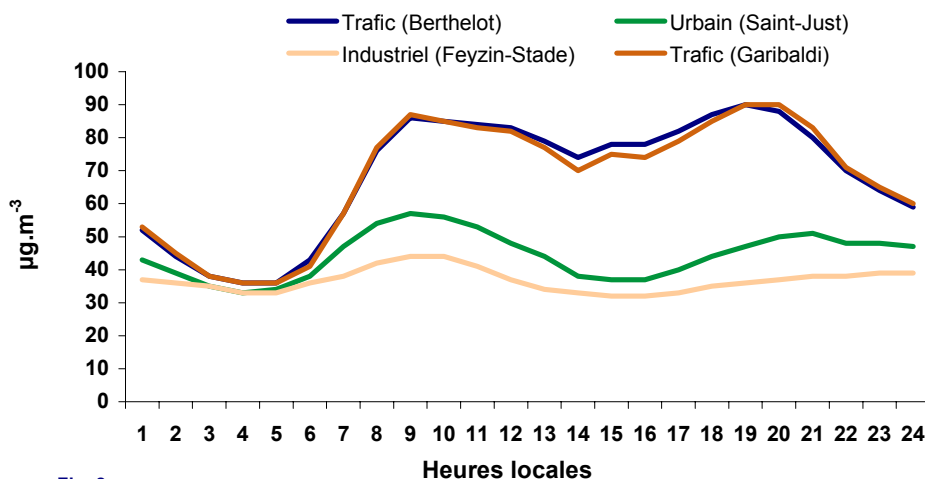
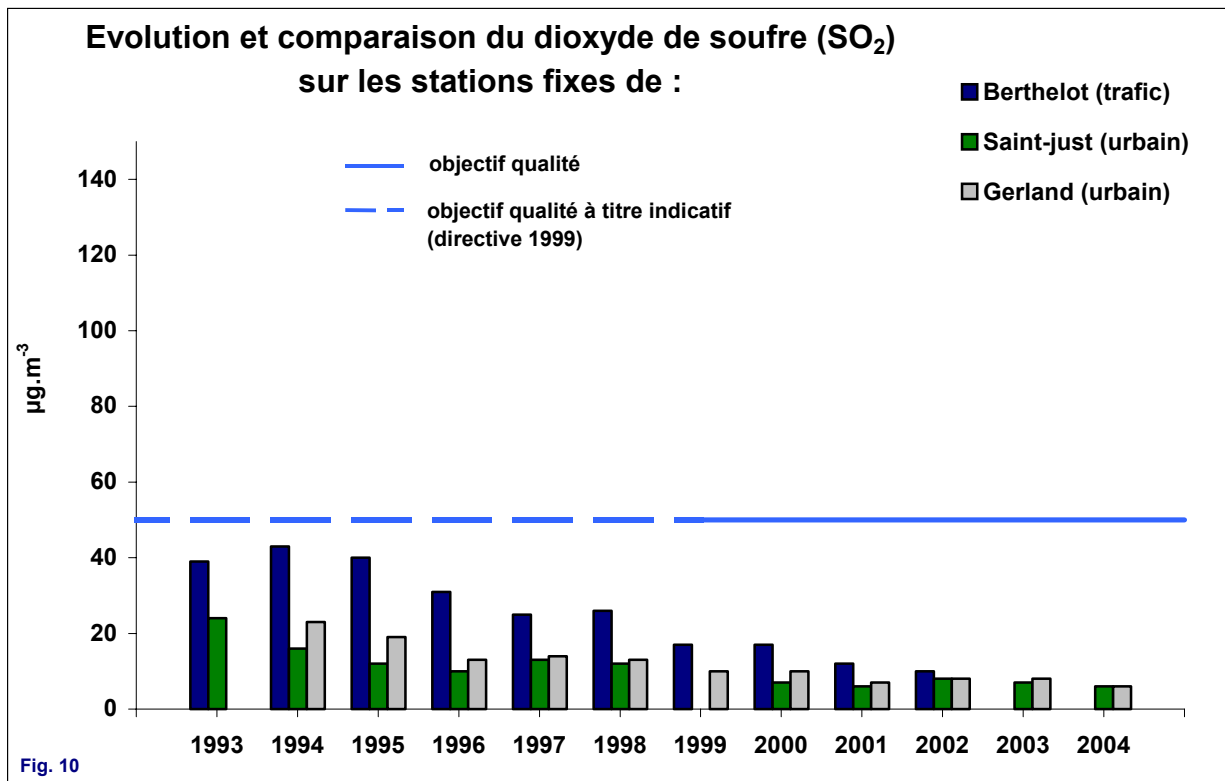
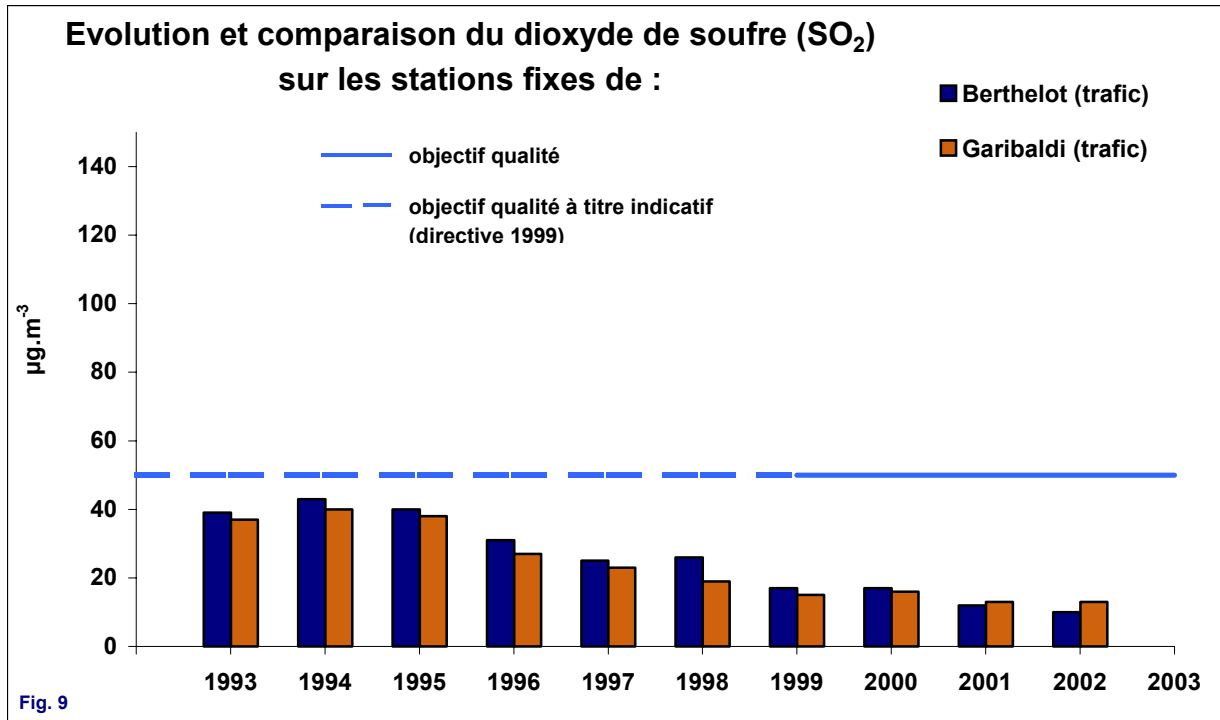


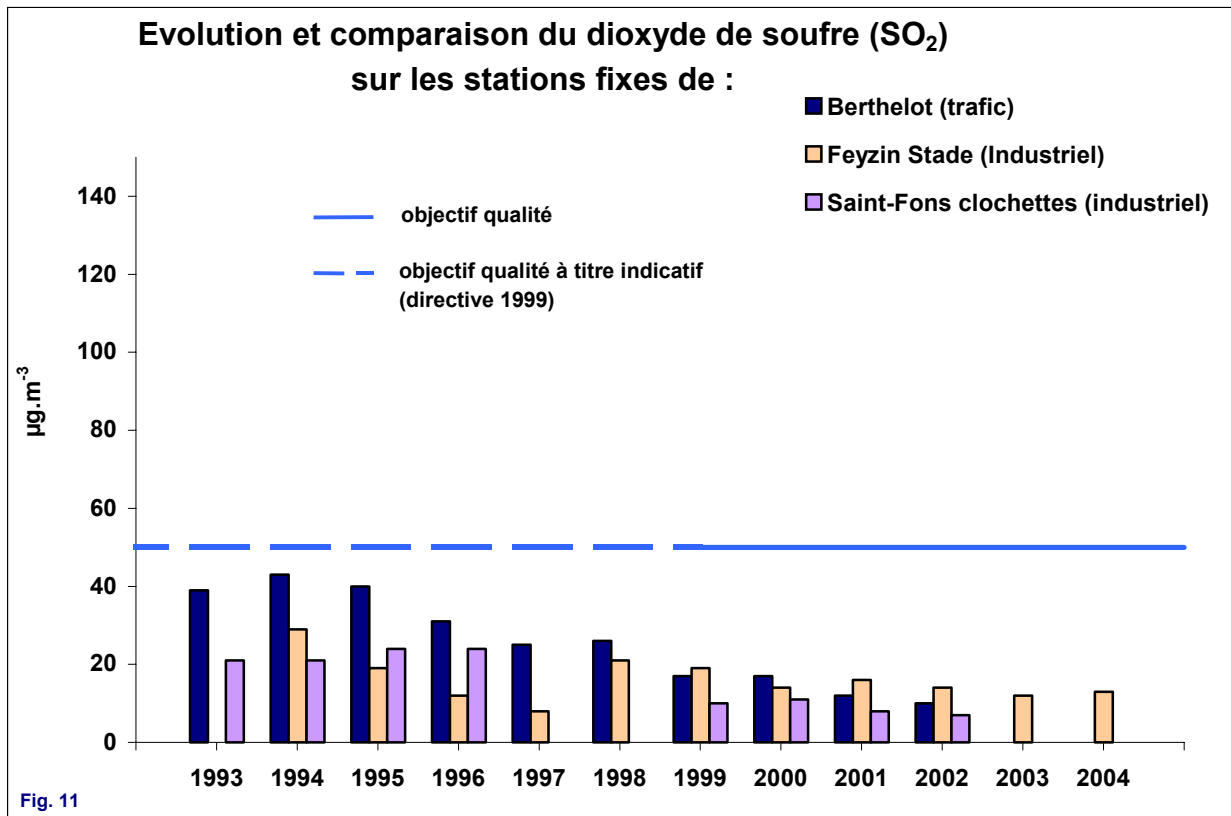
Fig. 8

3.1.5 Moyennes annuelles - Dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est émis lors de la combustion des combustibles fossiles tels que charbons et fiouls, et dans une moindre mesure, les carburants. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles et les unités de chauffage individuel et collectif.

Le bilan de la qualité de l'air réalisé depuis 1993, montre une très nette diminution des moyennes de dioxyde de soufre. Ce constat est, en grande partie, lié à la baisse des émissions d'origine industrielle (modernisation des installations de combustion, mesures prises par les industriels pour limiter les émissions de soufre, ...).



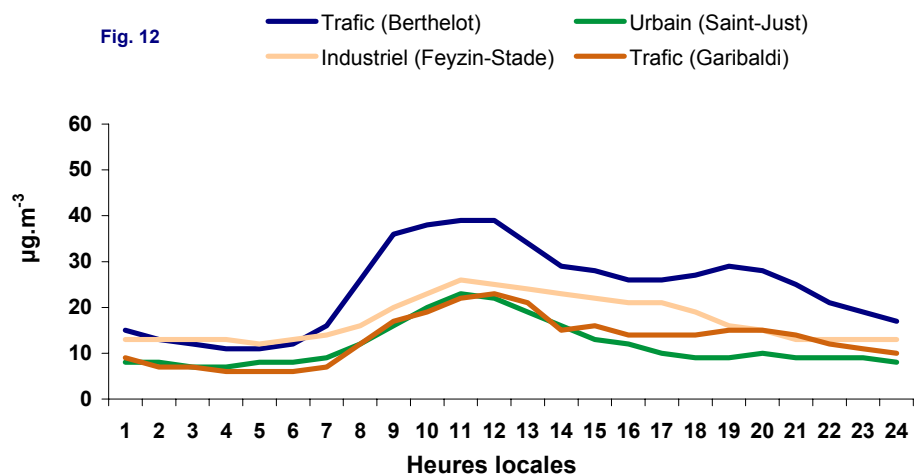


La baisse sensible des teneurs enregistrée essentiellement sur les stations trafic (**Berthelot** et **Garibaldi**) en 1997 (Fig. 9) peut s'expliquer en partie par la diminution de la teneur en soufre dans le gasoil à partir d'octobre 1996.

L'**objectif qualité** pour le dioxyde de soufre fixé par le décret N° 2002-213 du 15 février 2002 à **50 µg.m⁻³** (micro gramme par mètre cube) est respecté, aussi bien pour les stations « trafic » **Berthelot** et **Garibaldi**, les stations « urbaine » **Saint-Just** et **Gerland** ainsi que les stations « industrielle » telles que **Feyzin Stade** et **Saint-Fons Clochettes** (Fig. 9, 10 et 11).

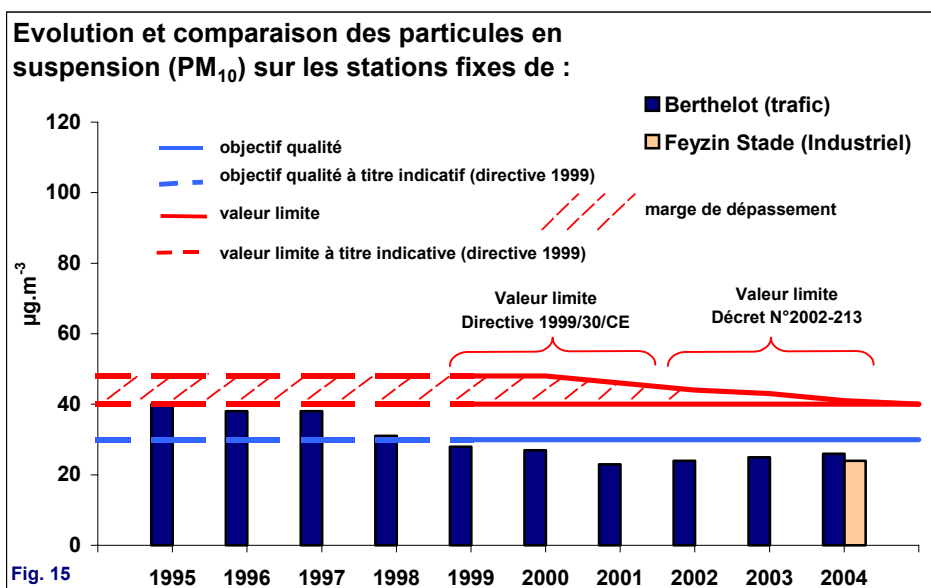
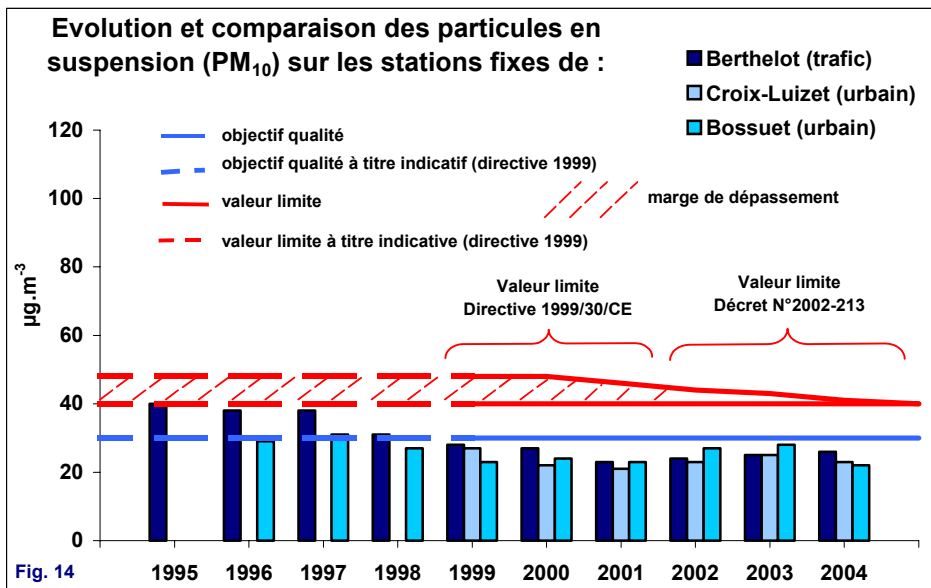
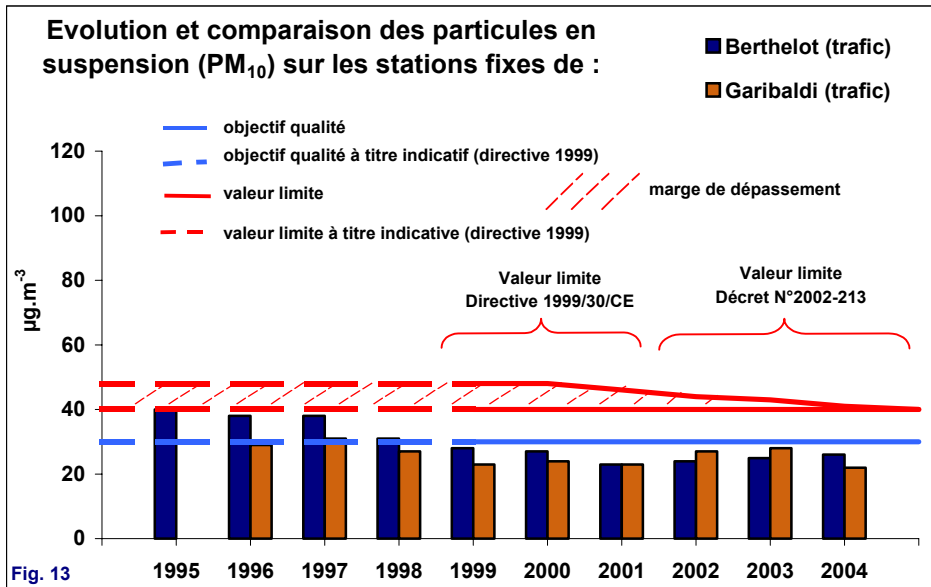
3.1.6 Profil moyen (1993-2004)- Dioxyde de soufre (SO₂)

Ce graphique (Fig. 12) représente le cycle journalier moyen. En site urbain, le cycle présente un profil de courbe en cloche avec un maximum en fin de matinée. Ceci semble être lié au chauffage matinal en hiver et coïncide avec la période de plus forte fréquence de rupture des couches d'inversion thermique et donc, de conditions de dispersion généralement moins bonne que le soir. Bien que le dioxyde de soufre ne constitue pas un indicateur spécifique de la pollution routière, il est



présent dans certains carburants, notamment le diesel, ce qui explique les valeurs plus fortes observées sur les sites trafics et leur profil à deux bosses, liée aux heures de pointes de circulation, plus caractéristiques d'un polluant automobile majeur comme le monoxyde d'azote.

3.1.7 Moyennes annuelles - Particules en suspension (PM₁₀)



Les PM₁₀ sont les particules en suspension dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 10 micromètres. Les particules en suspension (PM₁₀) peuvent provenir de certains procédés industriels et du chauffage domestique en hiver, mais elles sont majoritairement issues du trafic automobile près des voiries (particules diesel, usures de pièces mécaniques et des pneumatiques, ...). Comme pour les oxydes d'azote, les concentrations les plus importantes en poussières sont généralement mesurées en hiver lorsque les conditions météorologiques sont peu favorables à la dispersion des polluants.

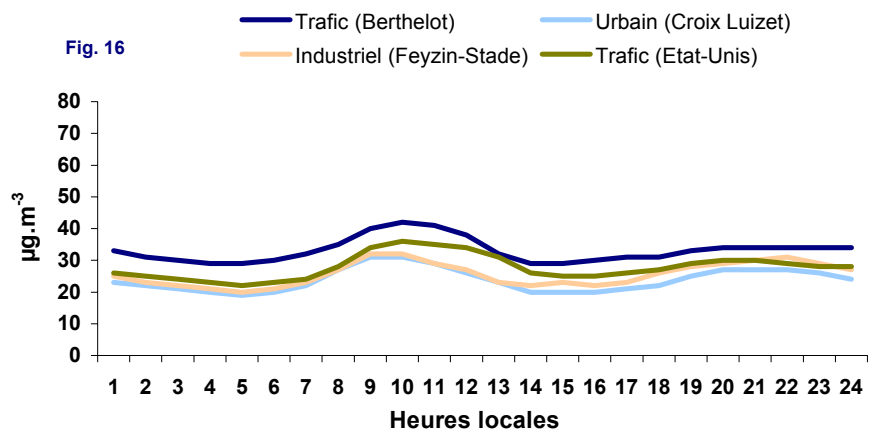
Depuis 1999, les valeurs paraissent relativement stables sur tous les sites (Fig. 13, 14 et 15).

Depuis 1999, tous les sites (Fig. 13, 14 et 15) qu'ils soient de type « trafic », « urbain » et/ou « industriel » respectent l'objectif qualité pour les particules en suspension (PM₁₀) fixé par le décret N° 2002-213 du 15 février 2002 à 30 µg.m⁻³ (micro gramme par mètre cube).

La valeur limite annuelle pour 2004 (41 µg.m⁻³) est, quant à elle, respectée depuis 1995 sur l'ensemble des sites étudié (Fig. 13, 14 et 15).

3.1.8 Profil moyen (1993-2004) – Particules en suspension (PM₁₀)

Ce graphique (Fig. 16) présente un cycle moyen journalier pour trois types de stations. Sur les quatre sites, les profils sont semblables, ce qui illustre la multiplicité des sources : automobiles, industrielles et secondaires, par produits de réaction de chimie atmosphérique par exemple.



4 BILAN ET CONCLUSION

4.1.1 Bilan

L'évolution des moyennes annuelles pour les particules en suspension (PM₁₀), les oxydes d'azote (NO/NO₂) et le dioxyde de soufre (SO₂) du site de **Berthelot** (trafic) suit la même tendance générale à la baisse que celle des sites trafic de **Garibaldi** ou de **Vaise Marietton**.

Jusqu'en 2000, les concentrations moyennes enregistrées pour ces polluants sur le site de **Berthelot** étaient supérieures à celles enregistrées sur le site de **Garibaldi** (pour les PM₁₀ et le SO₂) et **Vaise Marietton** (pour le NO₂ et les PM₁₀).

Depuis début 2001 (début d'exploitation du tramway), c'est l'inverse : les moyennes annuelles sur **Berthelot** sont généralement inférieures à celles de **Garibaldi** et **Vaise Marietton**. Elles le sont totalement depuis 2002.

De plus, c'est sur le site de **Berthelot** que la baisse est la plus marquée et ce pour les oxydes d'azote (NO/NO₂), les particules en suspension (PM₁₀) et le dioxyde de soufre (SO₂).

4.1.2 Conclusion

Cette étude montre que les concentrations des polluants d'origine automobile (oxydes d'azote et dans une moindre mesure les particules en suspension PM₁₀) ont baissé sur le site fixe de **Berthelot**. L'installation puis la mise en service du tramway sur l'avenue de Berthelot, qui a également entraîné la suppression d'une voie de circulation et donc, un trafic automobile moins important, a favorisé une baisse des émissions participant également à l'amélioration de la qualité de l'air au proche voisinage de l'avenue.

Les conditions météorologiques (bonne dispersion des polluants par le vent, lessivage atmosphérique important, ...) enregistrées (**se référer au paragraphe « 1.5 Conditions météorologiques durant la période 1994-2004 »**) ont également participé à l'amélioration de la qualité de l'air.

5 MESURES EN DIRECT - SIRANE

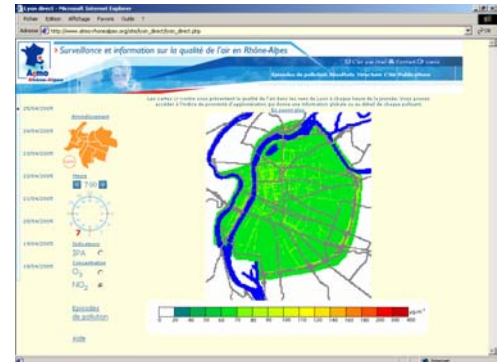
Les mesures en direct de qualité de l'air de toutes les stations fixes du réseau de COPARLY (y compris celle du site fixe de **Berthelot**) sont consultables sur le site Internet de COPARLY, en temps quasi-réel, à l'adresse suivante www.atmo-rhonealpes.org/ depuis la rubrique **Résultats / Mesures en direct**.

De plus, depuis l'été 2004, la qualité de l'air dans les rues de Lyon est disponible en ligne à la rubrique « **Lyon en direct** » sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org/ de COPARLY.

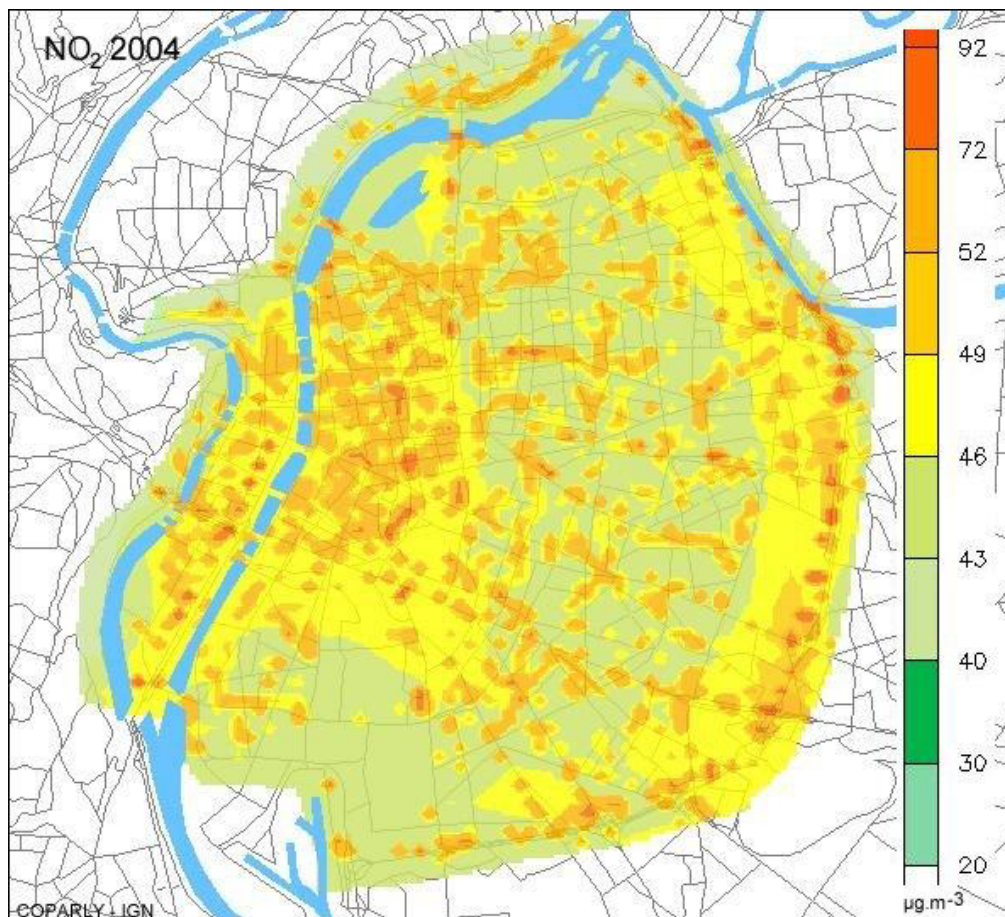
Les cartes d'Indice de Proximité en Agglomération du dioxyde d'azote (NO_2) ou de l'ozone (O_3) pour l'agglomération et des zooms par arrondissement sont présentés.

Il est également possible de se localiser sur la carte en entrant ses coordonnées.

Un historique de 8 jours est visualisable ainsi que les épisodes spécifiques au cours desquels les seuils d'information et de recommandations ont été dépassés.



Par ailleurs, le modèle SIRANE permet d'établir des cartes des concentrations moyennes annuelles et d'exposition de la population à l'instar de celle présentée ci-contre pour l'année 2004.



Moyenne annuelle 2004 : concentration de NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)

Annexe 1

Les valeurs réglementaires par polluant

Les pages suivantes présentent l'ensemble des valeurs fixées par la réglementation française : décret n° 2002-213 adopté le 15 février 2002, transposant les valeurs fixées par les directives européennes 1999/30/CE et 2000/69/CE, et modifiant le décret français précédent n° 98-360 du 6 mai 1998.

Ces valeurs réglementaires sont regroupées par polluant sous forme de tableaux, en précisant les dépassements autorisés pour les valeurs applicables seulement en 2005 ou en 2010 (date d'application par défaut prévue par la directive européenne 1999/30/CE : 19 juillet 2001).

Les oxydes d'azote (NO, NO₂)

DECRET FRANCAIS 2002-213 du 15 février 2002												
Valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote (NO ₂) et les oxydes d'azote (NOx)												
Type de seuil	Valeurs à respecter (en µg.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul	Date d'application	Valeurs autorisées avant la date d'application ¹ (en µg.m ⁻³)							
					2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Objectif de qualité	40	Moyenne annuelle	Année civile ²	19/07/2001								
Valeur limite	200	Moyenne horaire	Centile 99,8 des moyennes horaires ³ sur l'année civile	01/01/2010	280	270	260	250	240	230	220	210
Valeur limite	40	Moyenne annuelle	Année civile	01/01/2010	56	54	52	50	48	46	44	42
Valeur limite ⁴	30 (NO + NO ₂ en équivalent NO ₂) ⁵	Moyenne annuelle des oxydes d'azote	Année civile	19/07/2001								
Seuil d'information	200	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral ⁶	19/07/2001								
Seuil d'alerte	400 ou 200 ⁷	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral	19/07/2001								

¹ Dates d'application et marges de dépassement autorisées fixées par les directives européennes n° 1999/30/CE (22 avril 1999) et n° 2000/69/CE (16 novembre 2000).

² Du 1^{er} janvier au 31 décembre.

³ Soit 18 heures de dépassement autorisés par an. Jusqu'au 31/12/2009, ce seuil ne doit pas être dépassé plus de 175 heures par an (centile 98 des moyennes horaires sur l'année civile).

⁴ Pour la protection de la végétation (sans conséquences graves pour la santé humaine).

⁵ Concentrations mesurées en NO et NO₂, additionnées en parties par billion (ppb) et exprimées en équivalent NO₂ (en µg.m⁻³)

⁶ Dans le Rhône et l'Ain : si dépassement sur une station urbaine de fond et sur au moins une autre station de fond ou deux stations de proximité, à moins de 3 heures d'intervalle.

Dans l'Isère : si dépassement sur deux stations dont une urbaine de fond, à moins de 3 heures d'intervalle.

⁷ Si la procédure d'information et de recommandations pour le dioxyde d'azote a été déclenchée la veille et le jour même, et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain.

Le dioxyde de soufre (SO₂)

DECRET FRANÇAIS 2002-213 du 15 février 2002							
Valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre (SO ₂)							
Type de seuil	Valeurs à respecter (en µg.m ⁻³)		Périodes et statistiques pour le calcul	Date d'application	Valeurs autorisées avant la date d'application ¹ (en µg.m ⁻³)		
					2002	2003	2004
Objectif de qualité	50	Moyenne annuelle	Année civile ²	19/07/2001			
Valeur limite	350	Moyenne horaire	Centile 99,7 des moyennes horaires ³ sur l'année civile	01/01/2005	440	410	380
Valeur limite	125	Moyenne journalière	Centile 99,2 des moyennes journalières ⁴ sur l'année civile	19/07/2001			
Valeur limite ⁵	20	Moyenne annuelle et moyenne en hiver ⁶	Moyenne des moyennes journalières	19/07/2001			
Seuil d'information	300	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral ⁷	19/07/2001			
Seuil d'alerte	500 (sur 3 heures consécutives)	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral	19/07/2001			

Les particules en suspension (PM₁₀)

DECRET FRANÇAIS 2002-213 du 15 février 2002							
Valeurs réglementaires pour les particules en suspension (PM ₁₀)							
Type de seuil	Valeurs à respecter (en µg.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul	Date d'application	Valeurs autorisées avant la date d'application ⁸ (en µg.m ⁻³)		
					2002	2003	2004
Objectif De qualité	30	Moyenne annuelle	Année civile ⁹	19/07/2001			
Valeurs limites ¹⁰	50	Moyenne journalière	Centile 90,4 des moyennes journalières ¹¹ sur l'année civile	01/01/2005	65	60	55
	40	Moyenne annuelle	Année civile	01/01/2005	44	43	41

¹ Dates d'application et marges de dépassement autorisées fixées par les directives européennes n° 1999/30/CE (du 22 avril 1999) et n° 2000/69/CE (du 16 novembre 2000).

² Du 1^{er} janvier au 31 décembre.

³ Soit 24 heures de dépassement autorisées par an.

⁴ Soit 3 jours de dépassement autorisés par an.

⁵ Pour la protection des éco-systèmes (sans conséquences graves pour la santé humaine).

⁶ Du 1^{er} octobre au 31 mars.

⁷ Dans le Rhône et l'Ain : si dépassement sur une station urbaine de fond et sur au moins une autre station de fond ou deux stations de proximité, à moins de 3 heures d'intervalle.

Dans l'Isère : si dépassement sur deux stations dont une urbaine de fond, à moins de 3 heures d'intervalle.

⁸ Dates d'application et marges de dépassement autorisées fixées par les directives européennes n° 1999/30/CE (22 avril 1999) et n° 2000/69/CE (16 novembre 2000).

⁹ Du 1^{er} janvier au 31 décembre.

¹⁰ Phase d'ajustement et d'observation (Phase 1).

¹¹ Soit 35 jours de dépassement autorisés par an.