



ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR :
INFLUENCE DU TRAFIC AUTOROUTIER SUR UNE ZONE LIMITROPHE
BRON (A43) - SAINT PRIEST (ROCADE EST)
(avril et septembre 2001)



COPARLY
(Comité pour le contrôle de la Pollution Atmosphérique dans le Rhône et la région LYonnaise)
Rue des Frères Lumière – Parc d'Affaires Roosevelt - 69120 VAULX-EN-VELIN
Tél. : 04 72 14 54 20 - Fax. : 04 72 14 54 21
E-Mail : 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



INTRODUCTION	3
1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	5
1.1 POLLUANTS PROSPECTES	5
1.1.1 <i>Le dioxyde de soufre (SO₂)</i>	5
1.1.2 <i>Les oxydes d'azote (NOx)</i>	5
1.1.3 <i>Les particules en suspension (PM₁₀)</i>	6
1.1.4 <i>Le monoxyde de Carbone (CO)</i>	6
1.1.5 <i>L'ozone (O₃)</i>	6
1.2 EFFETS DES POLLUANTS SUR LA SANTE ET SUR L'ENVIRONNEMENT	7
1.2.1 <i>Le dioxyde de soufre (SO₂)</i>	7
1.2.2 <i>Les oxydes d'azote (NOx)</i>	8
1.2.3 <i>Les particules en suspension (PM₁₀)</i>	8
1.2.4 <i>Le monoxyde de Carbone (CO)</i>	8
1.2.5 <i>L'ozone (O₃)</i>	9
1.3 LA REGLEMENTATION	9
1.3.1 <i>La loi sur l'air</i>	9
1.3.2 <i>Les directives européennes</i>	11
2 METHODOLOGIE ADOPTÉE.....	13
2.1 PERIODE DE MESURES	13
2.1.1 <i>En règle générale</i>	13
2.1.2 <i>Dans le cadre de l'étude</i>	13
2.2 NOMBRE ET CHOIX DES SITES DE MESURES	13
2.2.1 <i>Nombre de sites de mesures</i>	13
2.2.2 <i>Choix des sites de mesures</i>	13
2.3 TECHNIQUES DE MESURES	17
2.3.1 <i>Présentation des moyens mobiles</i>	17
2.3.2 <i>Présentation des sites fixes de comparaison</i>	18
2.4 PARAMETRES D'INFLUENCE A PRENDRE EN COMPTE	20
2.4.1 <i>Climatologie et topographie</i>	20
2.4.2 <i>Sources d'émissions</i>	20
2.4.3 <i>Population concernée</i>	20
2.5 EXPRESSION DES RESULTATS.....	23
2.5.1 <i>Interprétation et représentation des mesures</i>	23
2.5.2 <i>Unités et statistiques employées</i>	23
3 RÉSULTATS DES MESURES.....	24
3.1 CONDITIONS METEOROLOGIQUES	24
3.1.1 <i>Rose des vents</i>	24
3.1.2 <i>Températures</i>	25
3.1.3 <i>Précipitations</i>	27
3.1.4 <i>Bilan des conditions météorologiques</i>	28
3.2 INDICE ATMO	28
3.3 NIVEAUX DE POLLUTION MESURES	30
3.3.1 <i>Les oxydes d'azote (NOx)</i>	30
3.3.2 <i>L'ozone (O₃)</i>	42
3.3.3 <i>Le monoxyde de carbone (CO)</i>	48
3.3.4 <i>Les particules en suspension (PM₁₀)</i>	51
3.3.5 <i>Le dioxyde de soufre (SO₂)</i>	56
3.4 SYNTHÈSE DES POLLUANTS.....	59
CONCLUSION.....	60

INTRODUCTION

La qualité de l'air aux abords des grandes artères périphériques de la région lyonnaise est une des préoccupations majeures des mairies et des associations riveraines.

Pour mieux connaître la répartition spatiale de la pollution et répondre aux questionnements de la population, COPARLY a réalisé en 2001 une campagne de mesure visant à étudier la qualité de l'air dans des zones résidentielles situées à proximité d'un trafic autoroutier, dans l'est de l'agglomération lyonnaise.

Le bilan 2001 de la qualité de l'air dans le Rhône et la région lyonnaise confirme l'intérêt de cette étude étant donné que les mesures montrent une augmentation notable de la pollution automobile à l'est de l'agglomération.

Les deux moyens mobiles de COPARLY, une remorque et un camion laboratoires, ont été implantés dans l'enceinte de deux groupes scolaires pouvant subir l'influence du trafic autoroutier : le C.E.S. Boris Vian à St-Priest, situé à environ 450 m de la Rocade Est et 700 m de l'A43, et l'école maternelle Jean Jaurès à Bron, à moins de 100 m de l'A43.

Le présent document rapporte les résultats de mesure de qualité de l'air obtenus sur ces deux sites, **du 26 mars au 27 avril 2001** (à partir du 3 avril seulement pour la remorque), et **du 29 août au 21 septembre 2001**.

1 LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

1.1 Polluants prospectés

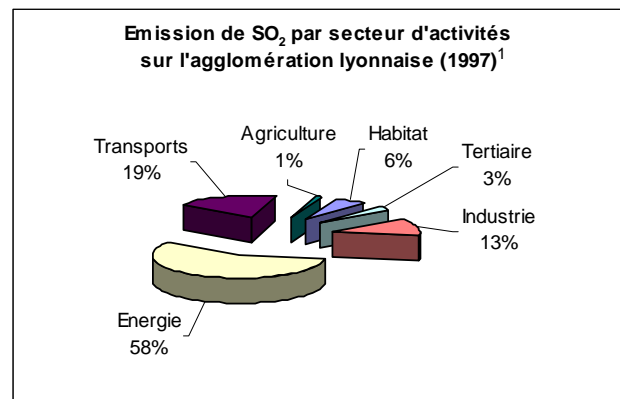
Les polluants prospectés dans le cadre de cette étude sont principalement les **polluants primaires**, directement émis par les sources de pollution, mais également les **polluants secondaires**, créés par des processus chimiques ou photo-chimiques à partir des polluants primaires. La plupart de ces polluants sont impliqués dans la procédure d'alerte à la pollution atmosphérique ou dans le calcul de l'indice ATMO.

Les composés étudiés sont donc les suivants :

- **Le dioxyde de soufre (SO₂)**
- **Les oxydes d'azote (NO et NO₂)**
- **Les particules** : poussières en suspension de taille inférieure à 10 µm (appelées PM₁₀)
- **Le monoxyde de carbone (CO)**
- **L'ozone (O₃)**

1.1.1 Le dioxyde de soufre (SO₂)

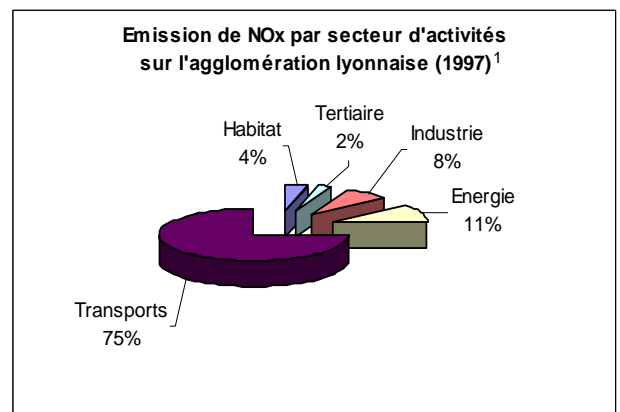
Le dioxyde de soufre est considéré comme l'indicateur principal de la pollution industrielle. Il provient essentiellement des combustibles fossiles contenant du soufre : fuels, charbon. Compte tenu du développement du nucléaire, de l'utilisation de combustibles moins chargés en soufre et des systèmes 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 58% par le secteur lié à l'énergie¹.



1.1.2 Les oxydes d'azote (NO_x)

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.



¹ Le Grand Lyon - POLYEN 1997

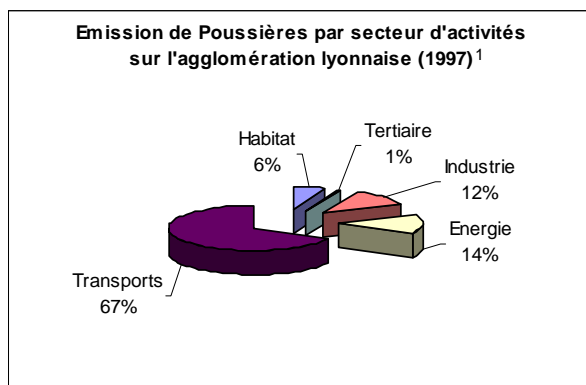
Les transports représentent environ 75% des émissions d'oxydes d'azote¹. Bien que l'équipement des automobiles par des pots catalytiques favorise une diminution unitaire des émissions d'oxydes d'azote, les concentrations dans l'air ne diminuent guère compte tenu de l'âge du parc automobile et de l'augmentation 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. La réaction est favorisée par le rayonnement Ultra Violet.

1.1.3 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...).

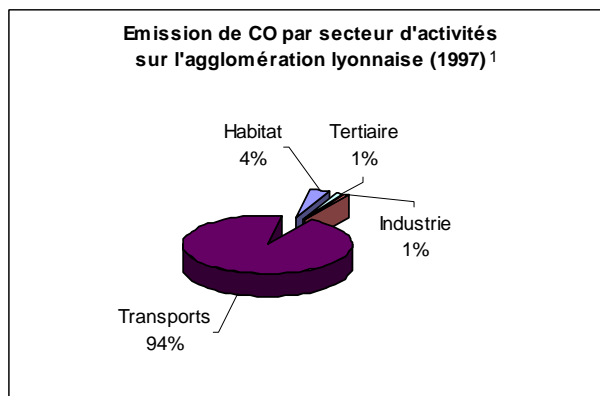
Les particules les plus fines (diamètre inférieur à 0,5 µm) sont essentiellement émises par les véhicules diesel alors que les plus grosses proviennent plutôt de frottements mécaniques sur les chaussées ou d'effluents industriels.



Les particules sont 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 microns.

1.1.4 Le monoxyde de Carbone (CO)

Le monoxyde de carbone se forme dans des réactions de combustion incomplètes, en déficit d'oxygène. Il provient donc essentiellement des véhicules à moteur à explosion, ou d'installations de combustion défectueuses ou mal réglées. C'est un gaz inodore et incolore, et de ce fait, il présente un risque particulièrement important dans les espaces clos. En extérieur, le monoxyde de carbone affecte la qualité de l'air à proximité immédiate du trafic automobile, et dans des zones à faible ventilation.



1.1.5 L'ozone (O₃)

A haute altitude, l'ozone est naturellement présent dans l'atmosphère (couche d'ozone). Près du sol, ce polluant dit secondaire est formé à partir de précurseurs comme les oxydes d'azote (NO_x) et les hydrocarbures (COV), par une série de transformations chimiques et photochimiques complexes, fortement influencées par l'ensoleillement (rayonnement UV).

Lors de journées de forte chaleur, très ensoleillées et avec des conditions anticycloniques, la pollution automobile peut se transformer en pollution photo-oxydante (brouillard ou smog d'ozone), avec des teneurs en ozone qui peuvent atteindre, voire dépasser, les seuils réglementaires.

¹ Le Grand Lyon – POLYEN 1997

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

Dans une population donnée, tous les individus ne sont pas égaux face aux effets de la pollution. La sensibilité de chacun peut varier en fonction de l'âge, l'alimentation, les prédispositions génétiques, l'état de santé général.

D'autre part, l'effet des polluants n'est pas toujours complètement connu sur l'homme. Pour certains, il existe une limite d'exposition au-dessous de laquelle il n'y a pas d'effet comme pour le dioxyde de soufre. Pour d'autres, il n'y a pas de seuil car certains effets peuvent apparaître, selon les personnes, dès les faibles niveaux d'exposition (par exemple le benzène). Il a été démontré que la combinaison de plusieurs polluants (comme le SO₂ et le NO₂) pouvait abaisser les seuils de certains effets sur la santé.

Au niveau individuel, le risque lié à la pollution de l'air est beaucoup plus faible que celui lié à une tabagie active. Dans ce sens, les recherches sur les effets de la pollution distinguent souvent les populations de « fumeurs » et de « non-fumeurs ».

Le niveau d'exposition d'un homme varie également en fonction du temps passé à l'extérieur, des possibilités d'entrée des polluants dans l'atmosphère intérieure et du niveau de pollution généré à l'intérieur par les vapeurs de cuisine, les peintures, les vernis, les matériaux de construction.

L'évaluation des risques dus aux effets de la pollution est nécessaire chez les populations à haut risque comme les nourrissons, les enfants, les personnes âgées, les déficients respiratoires, les femmes enceintes et leur fœtus, les mal-nutris et les personnes malades. Ces personnes sont les premières touchées en cas de hausse de pollution.

L'influence de la pollution sur l'excès de mortalité est maintenant mieux connue sur l'homme. De récentes études sur l'impact de la santé en milieu urbain (notamment de l'Institut National de Veille Sanitaire¹) ont montré le lien entre pollution et mortalité. Ce lien est davantage marqué en ce qui concerne la mortalité due aux problèmes respiratoires et cardiovasculaires.

Ces conclusions confirment les résultats d'autres études récentes² :

« Les variations journalières des indicateurs de pollution atmosphérique sont, en milieu urbain, associées à court terme à la survenue d'effets adverses pour la santé :

- pour des niveaux de pollution relativement faibles inférieurs aux valeurs limites d'exposition actuelles européennes
- sans effet de seuil (au niveau de la population)
- avec un niveau de sévérité comparable pour les différents indicateurs de santé (mortalité, admissions hospitalières, symptômes, fonction respiratoire) ».

1.2.1 Le dioxyde de soufre (SO₂)

1.2.1.1 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).

1.2.1.2 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 Etude INVS réalisée entre mars 1997 et mars 1999 (Quénel, 1999)

² Propos de l'épidémiologiste Philippe Quénel recueillis aux rencontres inter réseaux 1999

1.2.2 Les oxydes d'azote (NOx)

1.2.2.1 Santé



Seul le **dioxyde d'azote est considéré comme toxique** aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il 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.

1.2.2.2 Environnement



Les oxydes d'azote contribuent également au **phénomène du dépérissement forestier**.

1.2.3 Les particules en suspension (PM₁₀)

1.2.3.1 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 $10 \mu\text{m}$ (PM₁₀) ou à $2,5 \mu\text{m}$ (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).

1.2.3.2 Environnement



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

1.2.4 Le monoxyde de Carbone (CO)

1.2.4.1 Santé



Le monoxyde de carbone, en se fixant à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, peut conduire rapidement à **un manque d'oxygénation des tissus, du système nerveux et du cœur. A fortes concentrations** (plus fréquemment en espace clos), **il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles**. En milieu urbain les niveaux d'exposition sont plus faibles, même en proximité automobile où ils ont fortement diminué depuis l'introduction des pots catalytiques. Les concentrations mesurées ne dépassent généralement pas les objectifs de la qualité de l'air fixés par l'Organisation Mondiale de la Santé ($10\,000 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur 8h ou $30\,000 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur 1h).

1.2.4.2 Environnement



Sur les végétaux, le monoxyde de carbone peut induire une véritable "fièvre végétale", conduisant à **la chute des feuilles, voire à la mort de la plante**. Sur les animaux, de fortes concentrations peuvent conduire à **l'asphyxie ou à la mort du sujet**.

1.2.5 L'ozone (O₃)

1.2.5.1 Santé



L'ozone est un oxydant puissant et un gaz irritant. C'est un composé réactif qui **pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines**. Il peut provoquer, dès une exposition prolongée de 150 à 200 µg.m⁻³, des **irritations respiratoires et oculaires ainsi qu'une altération pulmonaire et des diminutions de capacités respiratoires**, surtout chez les enfants et les asthmatiques. Les effets sont majorés par l'exercice physique et sont variables selon les individus.

1.2.5.2 Environnement



L'ozone est l'un des principaux composés de la **pollution "photo-oxydante"**. Il contribue indirectement aux pluies acides, ainsi qu'à l'effet de serre. Il est également accusé de diminuer la croissance de certains végétaux.

1.3 La réglementation

Les réglementations française et européenne ont beaucoup évolué depuis 1996 avec notamment la parution des décrets d'application de la loi sur l'air de décembre 1996 (décret du 6 mai 1998, actualisé le 15 février 2002) et la sortie, le 22 avril 1999, d'une directive européenne fixant les valeurs limites pour le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les particules et le plomb.

1.3.1 La loi sur l'air

Le 30 décembre 1996, le parlement français a adopté la **loi 96-1236 sur « l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie »**.

Cette loi s'appuie sur le **« droit reconnu à chacun de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé »**. Ce principe est assorti de l'obligation du concours de l'état et des collectivités territoriales pour **« l'exercice du droit à l'information sur la qualité de l'air et ses effets sur la santé et l'environnement »**.

Toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants devaient être dotées dès 1998 d'un dispositif de surveillance de la qualité de l'air et l'ensemble du territoire national avant le 1^{er} janvier 2000.

La loi s'appuie notamment sur des Plans Régionaux de Qualité de l'Air (PRQA) ainsi que sur des mesures d'urgence en cas de pic de pollution (diminution du trafic, mise en place de pastilles vertes, circulation des véhicules aux plaques d'immatriculation paires ou impaires).

Des **objectifs de qualité de l'air**, des **valeurs limites** et des **seuils d'alerte** sont fixés et sont régulièrement réévalués pour prendre en compte les résultats des études médicales et épidémiologiques.

Les définitions de ces trois termes sont données ci-dessous :

***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, à atteindre dans une période donnée.*

***Valeur limite** : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.*

***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 ou de dégradation de l'environnement à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.*

OBJECTIFS DE QUALITE DE L'AIR (VALEURS GUIDES)		
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Base
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 40 à 60 < 100 à 150	Moyenne annuelle (année tropique) Moyenne journalière
Poussières (Fumées noires)	< 40 à 60 < 100 à 150	Moyenne annuelle (année tropique) Moyenne journalière
Poussières (PM_{10})	< 30	Moyenne annuelle (année tropique)
Dioxyde d'azote (NO_2)	< 50 < 135	Percentile 50 de l'année civile Percentile 98 de l'année civile
Ozone (O_3)	< 65 < 110 < 200	Moyenne journalière (protection de la végétation) Moyenne sur 8h (entre 1h-8h / 9h-16h / 17h-0h) Moyenne horaire
Monoxyde de carbone (CO)	< 10 000 < 30 000	Max. de la moyenne glissante sur 8h Moyenne horaire

VALEURS LIMITES			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Base	Période
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 80 (ou < 120 [*]) < 130 (ou < 180 ^{**}) < 250 < 250	Percentile 50 Percentile 50 Percentile 98 Moyenne journalière	Année tropique Hiver Année tropique 3 jours consécutifs
Poussières (fumées noires)	< 80 < 130 < 250 < 250	Percentile 50 Percentile 50 Percentile 98 Moyenne journalière	Année tropique Hiver Année tropique 3 jours consécutifs
Dioxyde d'azote (NO_2)	< 200	Percentile 98	Année civile

SEUILS DE RECOMMANDATION		
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Base (dans le Rhône et l'Ain) ^{***}
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 300	Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs
Dioxyde d'azote (NO_2)	< 200	Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs
Ozone (O_3)	< 180	Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs
SEUILS D'ALERTE		
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Base (dans le Rhône et l'Ain) ^{***}
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 600	Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs
Dioxyde d'azote (NO_2)	< 400	Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs
Ozone (O_3)	< 360	Moyenne horaire sur au moins 2 capteurs

Année tropique : 1^{er} avril au 31 mars

Année normale : 1^{er} janvier au 31 décembre

* si le Percentile50 des poussières sur l'année tropique est inférieur à $40 \mu\text{g.m}^{-3}$

** si le Percentile50 des poussières sur l'hiver est inférieur à $60 \mu\text{g.m}^{-3}$

*** Arrêté inter-préfectoral Rhône-Ain du 15 juillet 1999.

1.3.2 Les directives européennes

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes.

Ces réglementations font intervenir la notion de valeur limite, soit une valeur à ne pas dépasser impérativement, et de valeur guide, soit une valeur de confort, un objectif de qualité à atteindre.

Ainsi, il existe notamment pour les particules et le dioxyde d'azote des valeurs limites et guides. Ces valeurs sont établies à partir de calculs statistiques effectués sur une année. Il s'agit notamment de ne pas dépasser telle ou telle valeur plus d'un certain nombre de fois dans l'année (poussières, NO₂) ou en moyenne sur l'année (benzène).

La **directive 96/62/CE** du 27 septembre 1996 de la Communauté Européenne, concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant, fournit le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air.

Les quatre principaux objectifs de cette directive sont les suivants :

- Définir et fixer les objectifs concernant la pollution de l'air ambiant dans la Communauté, afin d'éviter, de prévenir et de réduire les effets nocifs pour la santé humaine ou pour l'environnement dans son ensemble.
- Evaluer, sur la base de méthodes et de critères communs, la qualité de l'air ambiant dans les Etats membres.
- Disposer d'informations adéquates sur la qualité de l'air ambiant et faire en sorte que le public soit informé, entre autres par des seuils d'alerte.
- Maintenir la qualité de l'air ambiant lorsqu'elle est bonne et l'améliorer dans les autres cas.

La **directive 1999/30/CE** du 22 avril 1999, fixe des valeurs limites pour le SO₂, NO₂ et NO_x, particules et plomb dans l'air ambiant. Pour l'ozone, la **directive 2002/3/CE** a été adoptée le 12 février 2002.

VALEUR LIMITE <u>HORAIRE</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Période / Base	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 350	A ne pas dépasser plus de 24 fois par année.	1 ^{er} janvier 2005
Dioxyde d'azote (NO_2)	< 200	A ne pas dépasser plus de 18 fois par année.	1 ^{er} janvier 2010
VALEUR LIMITE <u>8 HEURES</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Période / Base	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Ozone (O_3)	< 120	Moyenne glissante sur 8 h. A ne pas dépasser plus de 25 fois par an, en moyenne sur 3 ans.	1 ^{er} janvier 2010
VALEUR LIMITE <u>JOURNALIERE</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Période / Base	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 125	A ne pas dépasser plus de 3 fois par année.	1 ^{er} janvier 2005
Poussières (PM_{10})	< 50	A ne pas dépasser plus de 35 fois par année.	1 ^{er} janvier 2005
	< 50	A ne pas dépasser plus de 7 fois par année.	1 ^{er} janvier 2010
VALEUR LIMITE <u>ANNUELLE</u> POUR LA PROTECTION DE LA SANTE HUMAINE			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Période / Base	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Poussières (PM_{10})	< 40	Année civile	1 ^{er} janvier 2005
	< 20	Année civile	1 ^{er} janvier 2010
Dioxyde d'azote (NO_2)	< 40	Année civile	1 ^{er} janvier 2010
VALEUR LIMITE ANNUELLE POUR LA PROTECTION DES ECOSYSTEMES			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Période / Base	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 20	Année civile et hiver	19 juillet 2001
Oxydes d'azote (NO et NO_2)	< 30	Année civile	19 juillet 2001
Ozone (O_3)	< 18000 $\mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$	AOT* 40 de mai à juillet.	1 ^{er} janvier 2010
SEUILS DE RECOMMANDATION			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Période / Base	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Ozone (O_3)	< 180	Moyenne horaire	-
SEUILS D'ALERTE			
Polluants	Valeurs ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Période / Base	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Dioxyde de soufre (SO_2)	< 500	Moyenne horaire**	-
Dioxyde d'azote (NO_2)	< 400	Moyenne horaire**	-
Ozone (O_3)	< 240	Moyenne horaire	-

* AOT = cumul sur une période donnée des teneurs moyennes horaires en excès d'un seuil de 40 ppb ($80 \mu\text{g.m}^{-3}$)

** sur 3h consécutives

2 METHODOLOGIE ADOPTÉE

2.1 Période de mesures

2.1.1 En règle générale

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

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

2.1.2 Dans le cadre de l'étude

Pour des raisons de planification et de logistique, les 8 semaines de mesure ont été groupées sur deux périodes d'environ un mois. Ce choix d'organisation s'explique notamment par le fait que COPARLY dispose à proximité de sites de mesure qui fonctionnent en continu sur l'année, et peuvent fournir des données comparatives.

Pour cette étude, la première période de mesure s'étalait **du 26 mars au 27 avril 2001** (à partir du 3 avril seulement pour la remorque), et la deuxième **du 29 août au 21 septembre 2001**.

2.2 Nombre et choix des sites de mesures

2.2.1 Nombre de sites de mesures

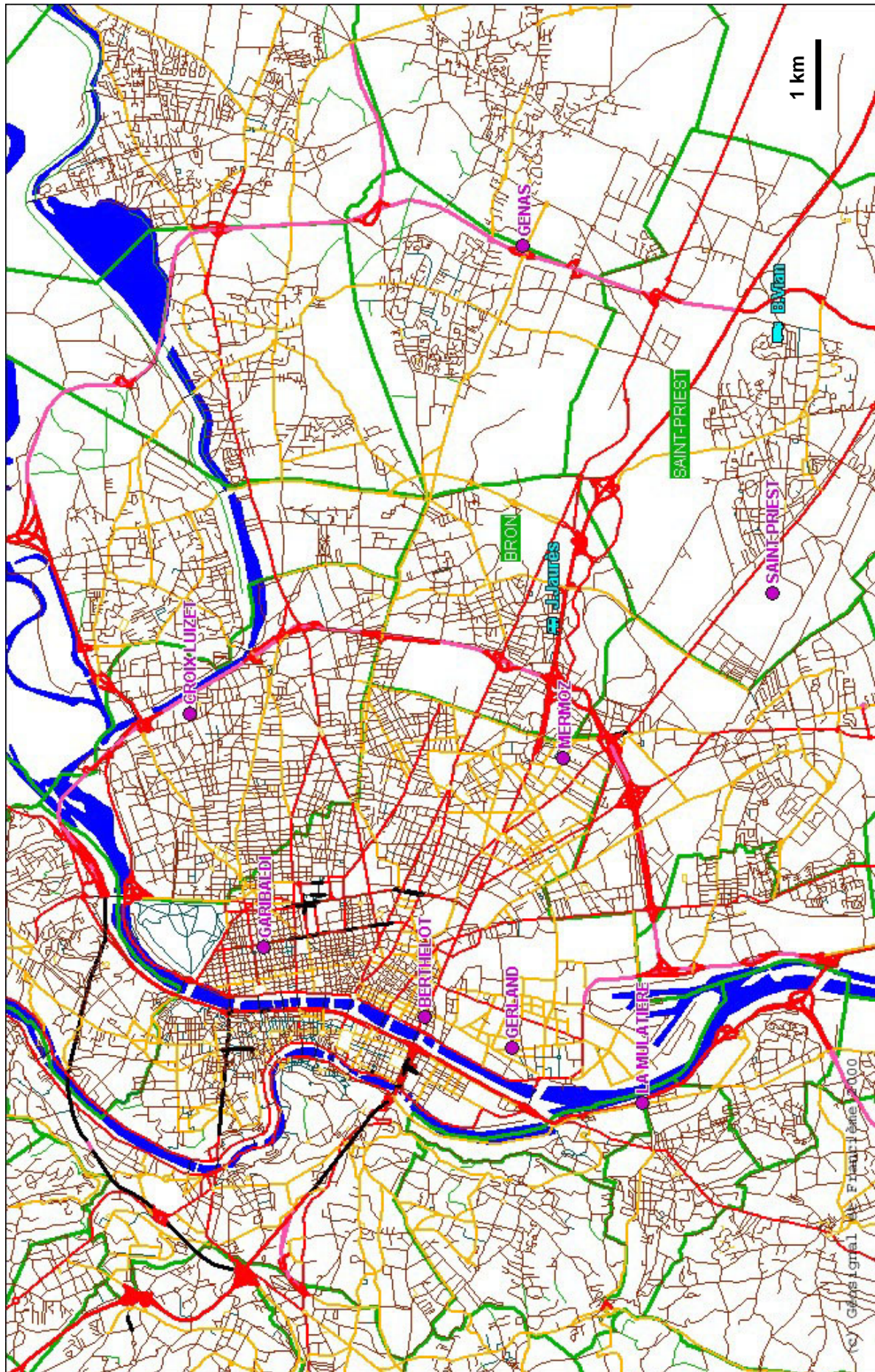
Pour cette campagne de mesure, les deux moyens mobiles de COPARLY ont été utilisés, la remorque et le camion laboratoire, afin d'analyser différents paramètres pouvant caractériser l'influence du trafic automobile sur la zone étudiée : activité et densité de la zone, éloignement par rapport aux sources, ...

2.2.2 Choix des sites de mesures

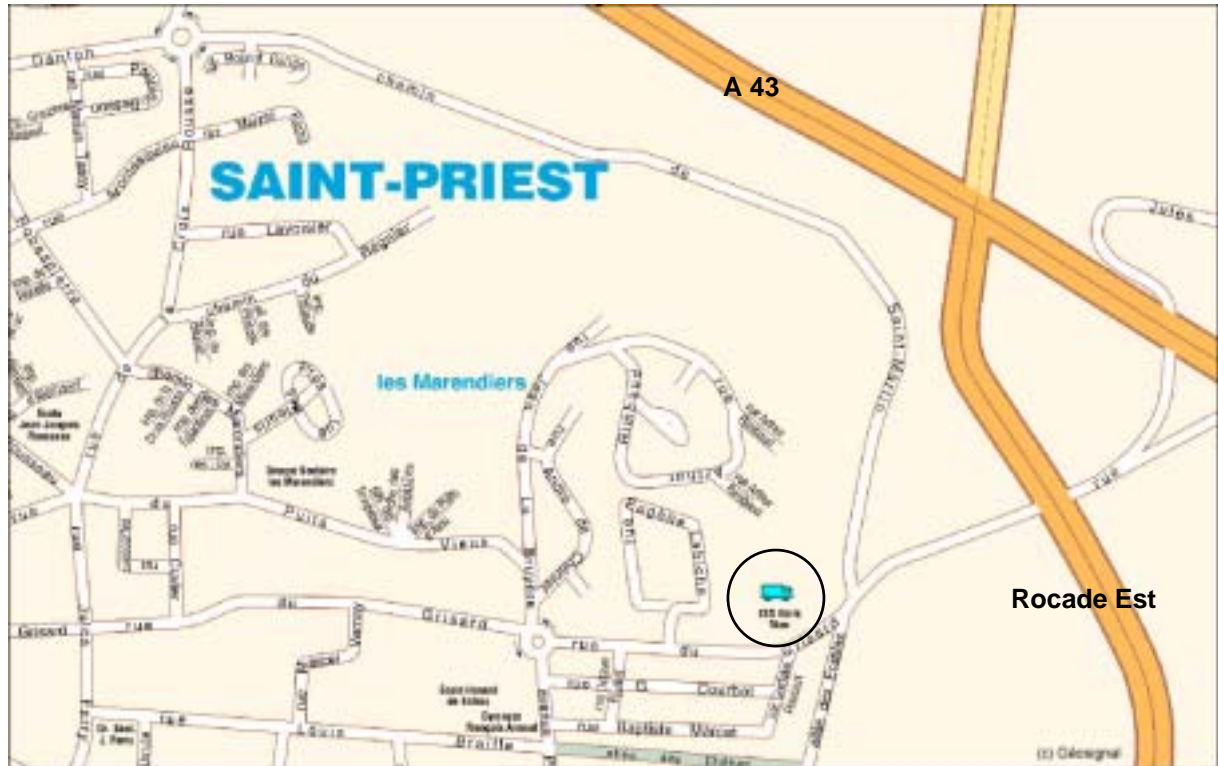
Pour cette étude visant à caractériser l'influence du trafic autoroutier sur une zone limitrophe, le choix des sites s'est porté sur deux groupes scolaires situés dans des zones résidentielles à proximité d'axes autoroutiers. Après avoir étudié les différents critères et effectué une recherche sur le terrain, les sites retenus furent :

- **le C.E.S Boris Vian à St-Priest**, à proximité du quartier du Fort, à environ 450 m de la Rode Est et 700 m de l'échangeur avec l'A43 (nommé pour cette étude "B.Vian").
- **l'école maternelle Jean Jaurès à Bron**, située à moins de 100 m de l'A43 (nommé par la suite "J.Jaurès").

Pour analyser les résultats, une comparaison a été réalisée avec des stations de mesures fixes du réseau de surveillance de COPARLY. Des sites urbains ou péri-urbains de fond mesurant l'exposition moyenne de la population : "Gerland", "St-Priest" ; des sites urbains ou péri-urbains de fond pouvant subir parfois l'influence du trafic autoroutier à proximité : "Croix-Luizet" et "Genas" ; des sites de trafic, en proximité immédiate de la circulation automobile : "Garibaldi", "Berthelot" et "La Mulatière" ; et également un site urbain ne mesurant que le dioxyde de soufre mais situé à proximité de l'A43 : "Mermoz" (cf. carte).



Emplacement des sites de mesure mobiles et des sites fixes de comparaison (vue d'ensemble)



Emplacement et environnement du camion laboratoire de COPARLY au collège Boris Vian à St-Priest.



A 43 (entre des murs anti-bruit)



Emplacement et environnement de la remorque laboratoire de COPARLY à l'école maternelle Jean Jaurès à Bron.

2.3 Techniques de mesures

COPARLY travaille selon un système qualité basé sur le référentiel COFRAC 17025 et ISO 9000. A ce titre, toute disposition prise pour le système assurance qualité est applicable pour la présente étude, comme la maintenance du parc d'appareil de mesure par le service technique, ou l'élaboration et le suivi de la campagne par le service étude.

2.3.1 Présentation des moyens mobiles

Pour réaliser des contrôles ponctuels de la qualité de l'air dans le cadre d'une étude, COPARLY utilise ses laboratoires mobiles, une remorque et un camion, équipés du même type d'analyseur que ceux utilisés dans les stations fixes, mesurant la qualité de l'air en continu et automatiquement. Ces équipements sont climatisés en été et chauffés en hiver, afin de respecter les températures de consigne des appareils, et les analyseurs sont calibrés tous les 15 jours à l'aide de gaz étalons reliés à la référence du Laboratoire National d'Essais (LNE), pour une qualité de mesure identique à celle pratiquée sur le réseau fixe. L'ensemble nécessite donc un raccordement électrique (220V-15A), trouvé généralement à moins de 50 m du lieu d'implantation. Les résultats de tous les analyseurs sont stockés dans une station d'acquisition, qui peut les transmettre à un serveur informatique pour les incorporer dans la base de données de COPARLY, par le biais d'un raccordement téléphonique (optionnel).

Outre ces analyseurs permettant de connaître les concentrations en polluants atmosphériques, les moyens mobiles de COPARLY possèdent chacun un mât télescopique équipé d'appareils mesurant les principaux paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, température et hygrométrie), ce qui permet d'obtenir des informations importantes sur les conditions de dispersion à l'endroit où sont effectuées les mesures.

➤ Remorque laboratoire ("J.Jaurès")

Emplacement : école maternelle Jean Jaurès (Rue Roger Salengro) à Bron.
Environnement : zone urbaine plutôt dense, en bordure de l'arrivée de l'A43 sur Lyon (autopont à moins de 100 m du site de mesure). Le site est présumé urbain de fond, potentiellement influencé par le trafic.

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Ozone (O ₃)	Photométrie Ultra Violet
Poussières en suspension (PM ₁₀)	Microbalance



➤ Camion laboratoire ("B.Vian")

Emplacement : C.E.S Boris Vian (115, rue Grisard) à St-Priest.
Environnement : zone résidentielle péri-urbaine à environ 450 m de la Rocade Est et 700 m de l'échangeur avec l'A43. Le site est présumé péri-urbain de fond, potentiellement influencé par le trafic.

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Ozone (O ₃)	Photométrie Ultra Violet
Monoxyde de carbone (CO) [1 ^{ère} période de mesure uniquement]	Corrélation Infra Rouge
Poussières en suspension (PM ₁₀) [2 ^{ème} période de mesure uniquement]	Microbalance



2.3.2 Présentation des sites fixes de comparaison

Afin d'évaluer les données enregistrées sur les sites "mobiles", une comparaison est effectuée avec des sites fixes du réseau de COPARLY :

Les sites choisis pour cette étude comparative sont :

➤ GERLAND

Emplacement : Lyon 7^{ème} (183, rue Marcel Mérieux)

Typologie : site urbain de fond

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Ozone (O ₃)	Photométrie Ultra Violet



➤ CROIX LUIZET

Emplacement : Villeurbanne (Groupe scolaire Jean Moulin; rue A. Brinon)

Typologie : site urbain de fond (avec influence trafic : périphérique Nord à environ 200 m)

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Ozone (O ₃)	Photométrie Ultra Violet
Poussières en suspension (PM ₁₀)	Microbalance



➤ ST PRIEST

Emplacement : St-Priest (dans R.V.I. - rue de Bourgogne)

Typologie : site péri-urbain de fond (avec influence industrielle)

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet
Ozone (O ₃)	Photométrie Ultra Violet



➤ GENAS

Emplacement : Genas ("Les Grandes Terres" - Porte du Dauphiné)

Typologie : site péri-urbain de fond (avec influence trafic : Rocade Est à environ 100 m)

Polluants mesurés	Technique de mesure
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Ozone (O ₃)	Photométrie Ultra Violet
Poussières en suspension (PM ₁₀)	Microbalance



➤ **GARIBALDI**

Emplacement : Lyon 6^{ème} (Mairie du 6^{ème}, rue Garibaldi)
 Typologie : site trafic

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Ozone (O ₃)	Photométrie Ultra Violet
Monoxyde de carbone (CO)	Corrélation Infra Rouge
BTX et hydrocarbures	Chromatographie (FID)
Poussières en suspension (PM ₁₀) ¹	Microbalance

➤ **BERTHELOT**

Emplacement : Lyon 7^{ème} (Musée de la Résistance, Av. Berthelot)
 Typologie : site trafic

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Monoxyde de carbone (CO)	Corrélation Infra Rouge
Poussières en suspension (PM ₁₀)	Microbalance

➤ **LA MULATIERE**

Emplacement : La Mulatière (25ter, quai P.Sémard, entre les quais et l'autoroute A7)
 Typologie : site trafic (voire d'observation autoroutière)

Polluants mesurés	Technique de mesure
Monoxyde et dioxyde d'azote (NO-NO ₂)	Chimiluminescence
Monoxyde de carbone (CO)	Corrélation Infra Rouge
Poussières en suspension (PM ₁₀ et PM _{2,5})	Microbalance

➤ **MERMOZ**

Emplacement : Lyon 8^{ème} (209 av. G^{al} Frère)
 Typologie : site urbain de fond

Polluants mesurés	Technique de mesure
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UltraViolet



¹ Le capteur de poussières de "Garibaldi" est situé sur une terrasse au-dessus de la rue Bossuet, beaucoup moins influencée par le trafic (mesures de fond pour les PM₁₀).

2.4 Paramètres d'influence à prendre en compte

La qualité de l'air en un lieu donné dépend essentiellement de l'intensité d'émissions des sources de polluants provenant ou s'accumulant sur le secteur à étudier et de la capacité locale à disperser ou transformer ces émissions. Il est donc indispensable dans l'analyse des résultats de tenir compte des sources d'émissions (fixes et mobiles), et de la climatologie.

De plus, pour évaluer le poids des mesures réalisées en terme de santé publique, il est nécessaire de tenir compte de la densité de population.

2.4.1 Climatologie et topographie

Les communes de Bron et Saint-Priest sont situées à l'est et au sud-est de Lyon entre le contournement du périphérique et celui de la Rocade Est, et séparées par l'arrivée de l'autoroute A43 sur l'agglomération, en provenance de Grenoble et Chambéry (cf. carte p.16). L'altitude moyenne de Bron est proche de celle du centre de Lyon (entre 180 et 200 m), et celle de St-Priest est légèrement plus élevée (entre 200 et 240 m). Les deux sites étudiés sont approximativement à la même altitude que les axes autoroutiers situés à proximité (à 15 m près).

A noter, sur le site "J.Jaurès", la présence de murs anti-bruit au bord de l'A43 pouvant jouer un rôle d'écran vis-à-vis de la pollution, et d'immeubles d'un peu plus de 10 étages au sud, modifiant la ventilation sur le site. D'autre part, au sud-est du site "B.Vian" (alt.: 240 m) et avant la rocade Est, s'élève le Fort de St-Priest (alt.: 262 m).

Cependant, aucun relief important ne perturbe la circulation des masses d'air, et les deux communes sont sous le vent de la vallée Rhône-Alpes, généralement orienté nord ou sud.

2.4.2 Sources d'émissions

Outre le flux automobile des axes autoroutiers faisant l'objet de cette campagne (rocade Est et A43), deux autres sources d'activité pouvant potentiellement influencer les zones étudiées sont à signaler :

- la chaufferie DALKIA de Bron-Parilly (rue L.Terray / impasse M.Sembat), émettrice principalement de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote. Elle est située sur la commune de Bron, à proximité de l'échangeur A43/Bd périphérique, à environ 800 m à l'ouest du site "J.Jaurès".
- le site de R.V.I sur la commune de Vénissieux (av. Ch. De Gaulle), émetteur d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils. Il se situe à pratiquement 2 km au sud de la chaufferie et du site "J.Jaurès" et à plus de 5 km à l'ouest du site "B.Vian".

2.4.3 Population concernée

La densité de population permet d'analyser les données de pollution en terme de santé publique. Pour rendre compte de la réelle répartition de la population, elle doit être calculée à partir de la surface des îlots plutôt que celle de la commune.

Les cartes qui suivent représentent les densités de population par îlot des communes de Bron et de St-Priest, sur un fond de plan vu d'avion permettant d'avoir une représentation de la topographie générale. ⁽¹⁾

La densité de population moyenne pour la commune de Bron est d'environ 3500 hab.km⁻² pour une superficie totale d'un peu plus de 10 km² et celle de Saint-Priest est de 1350 hab.km⁻² pour une superficie totale de presque 30 km². ⁽²⁾

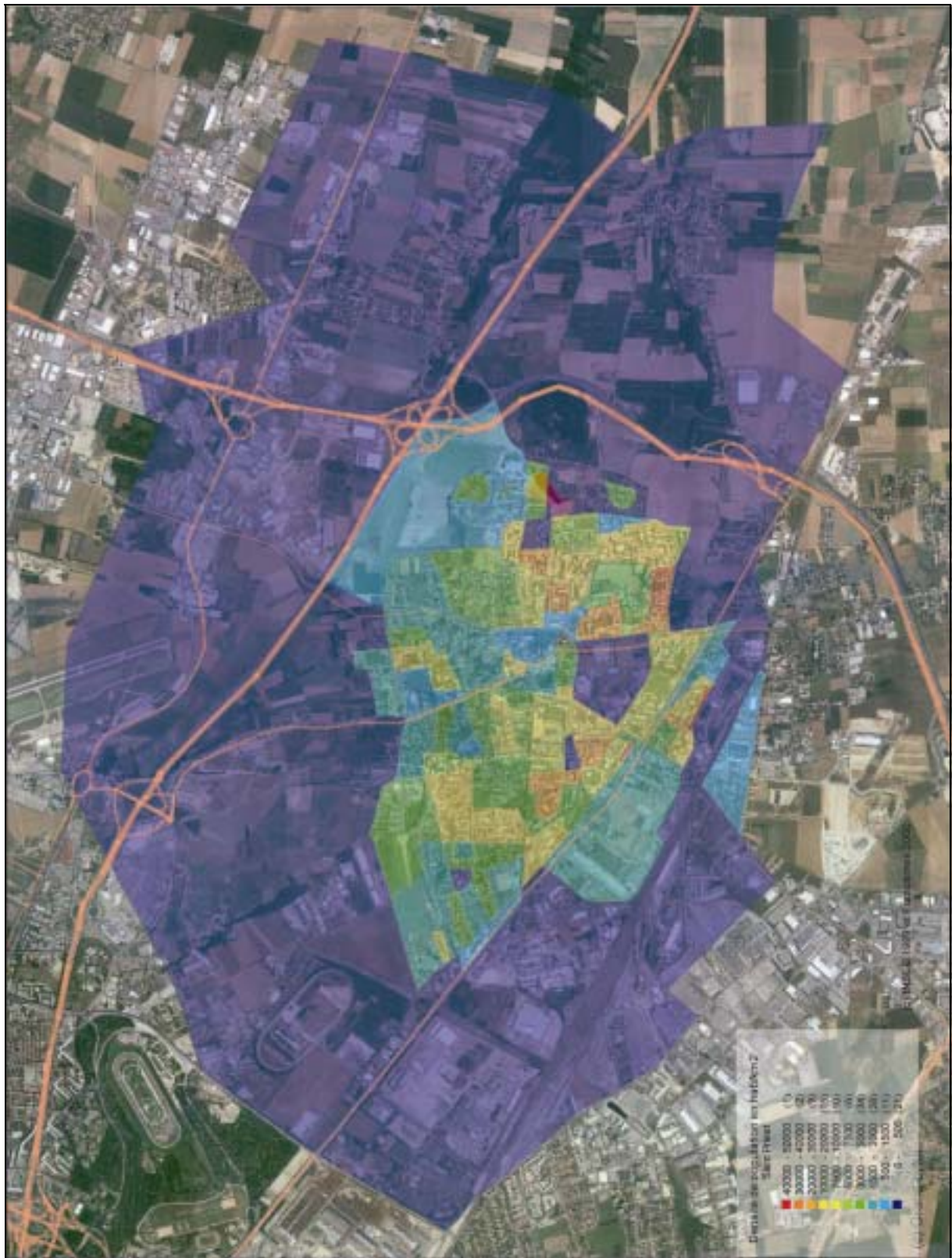
¹ Données "Grand LYON"

² INSEE 1999

Densité de population : Commune de Bron



Densité de population : Commune de Saint-Priest



2.5 Expression des résultats

2.5.1 Interprétation et représentation des mesures

Les résultats de l'étude sont présentés dans la partie 3 comme suit :

- Présentation et analyse des **conditions météorologiques**,
- Présentation, analyse et interprétation des résultats des **concentrations mesurées**, avec **pour chaque polluant** :
 - les valeurs mesurées et leurs statistiques (graphiques ou tableaux)
 - les dépassements de valeurs réglementaires (tableaux)
 - l'analyse des données

Pour cette étude, les deux sites étudiés sont systématiquement comparés aux sites fixes du réseau COPARLY selon trois catégories de typologies :

- avec des sites de fond urbains ou péri-urbains, mesurant l'exposition moyenne de la population au centre-ville ou en périphérie,
- avec des sites de fond subissant parfois l'influence du trafic automobile à proximité,
- avec des sites de trafic, mesurant l'exposition maximale de la population, en proximité immédiate de la circulation automobile.

Enfin, il est rappelé que les données des moyens mobiles sont validées selon les mêmes principes que celles des stations fixes de COPARLY. La validation repose sur une analyse des données sur deux niveaux, le premier tenant compte systématiquement des constats de maintenance et de calibrage des capteurs (validation technique), et le deuxième comparant les valeurs entre sites selon différents critères, comme la proximité géographique ou la typologie (validation environnementale).

2.5.2 Unités et statistiques employées

Une surveillance de la qualité de l'air vise à mesurer la concentration des polluants gazeux ou particulaires 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 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)**, soit le millionième de gramme par mètre cube.

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.
- **Ecart-type** = *Ecart-type de la moyenne horaire ou journalière*
L'écart-type permet de connaître la façon dont les valeurs fluctuent autour de la moyenne (alternance de pointes de pollution et de valeurs faibles).
- **Percentile 50 (ou médiane)** = *valeur dépassée par exactement 50% des données de la série statistique*
Le percentile 50 est souvent utilisé dans la détermination des valeurs guides ou des valeurs limites.
- **Percentile 98** = *valeur dépassée par seulement 2% des données de la série statistique*
Le percentile 98, comme la valeur maximale, est un indice du taux de pointe de pollution.

3 RESULTATS DES MESURES

3.1 Conditions météorologiques

Grâce aux données fournies par les appareils de mesures installés sur le mât télescopique des moyens mobiles, il est possible d'analyser les conditions climatologiques de la période d'étude sur chaque site.

Les résultats sont comparés avec les données des autres stations météorologiques de COPARLY ou celles de METEO-FRANCE.

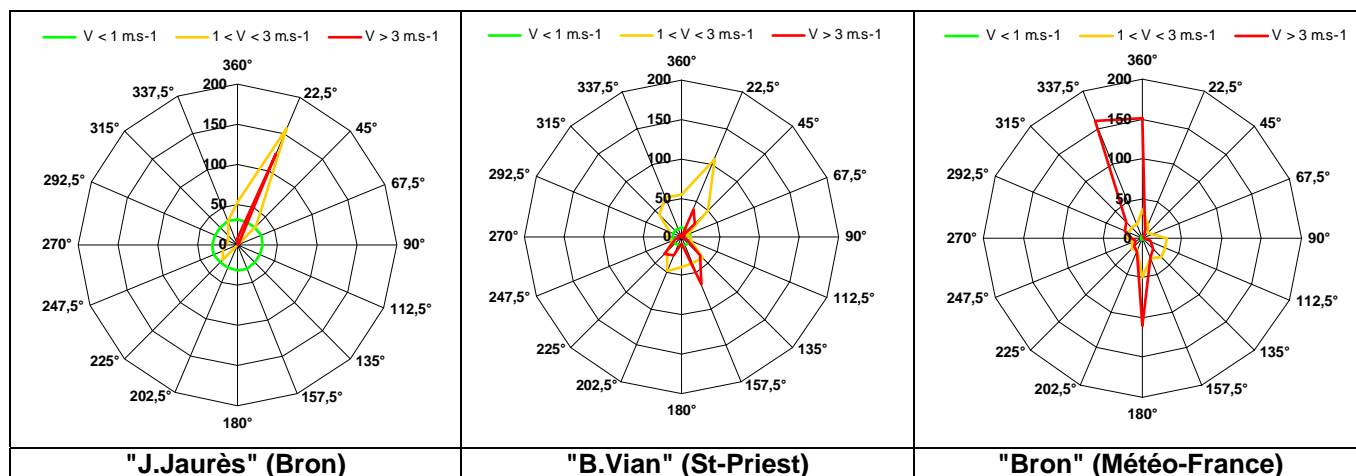
3.1.1 Rose des vents

Les roses présentées ci-après sont des roses de vents non cumulés.

Pour améliorer la lisibilité des graphiques, seules trois classes de vitesses de vents ont été choisies :

- entre 0 et 1 m.s^{-1} : le vent est trop faible pour que la direction indiquée par la girouette soit significative ; l'ensemble des vitesses de cette classe est donc moyennée sur toutes les directions (cercle vert).
- entre 1 et 3 m.s^{-1} : la direction du vent est significative, mais sa force ne génère pas des conditions de dispersion notables.
- Au-delà de 3 m.s^{-1} : la force du vent devient suffisamment significative pour créer de bonnes conditions de dispersion des polluants atmosphériques.

3.1.1.1 Du 26 mars au 27 avril

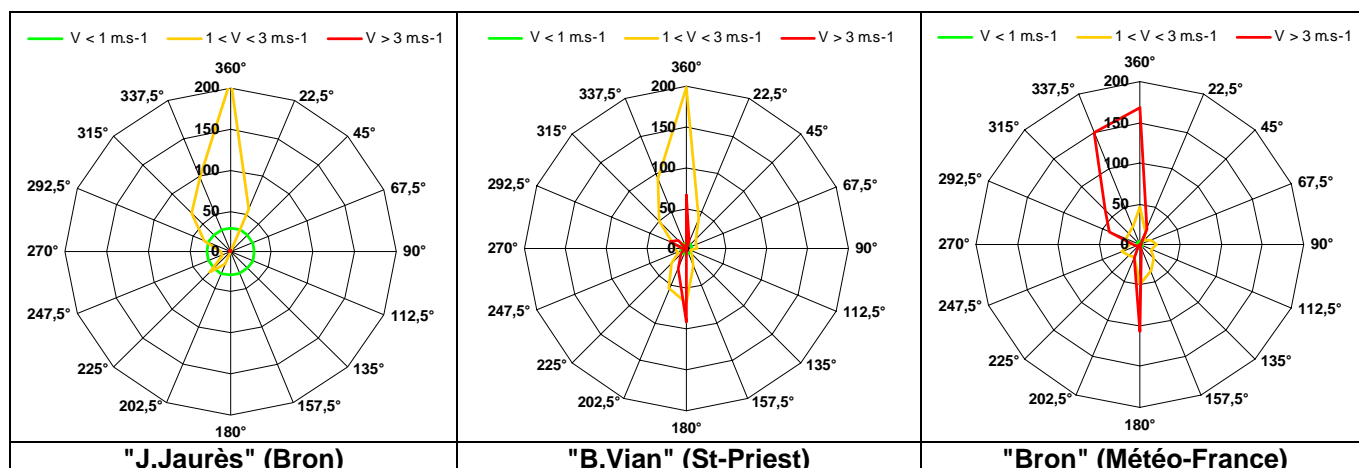


Les vitesses de vents mesurées sur les deux sites d'étude sont plus faibles que celles enregistrées sur le site de Météo-France (sur l'aérodrome de Lyon-Bron), et pratiquement aucun vent de sud n'a été enregistré sur le site "J.Jaurès". Ceci peut s'expliquer en partie par l'environnement topographique des deux moyens mobiles :

- à St-Priest, le camion laboratoire se trouvait devant les bâtiments du collège B.Vian (cf. photos p.15), notamment pour des raisons techniques d'installation. Cet obstacle a pu, malgré la hauteur du mât télescopique (10 m), perturber la mesure des vents et provoquer des perturbations locales.
- à Bron, comme déjà signalé plus haut, de hauts immeubles situés au sud du site, en bordure de l'A43, affaiblissent considérablement les vents provenant du sud (cf. photos p.16). Ceci peut expliquer notamment l'importante classe des vents de vitesse inférieure à 1 m.s^{-1} enregistrés sur ce site.

Les conditions de ventilation et de dispersion peuvent donc être affectées sur les deux sites étudiés.

3.1.1.2 Du 29 août au 21 septembre

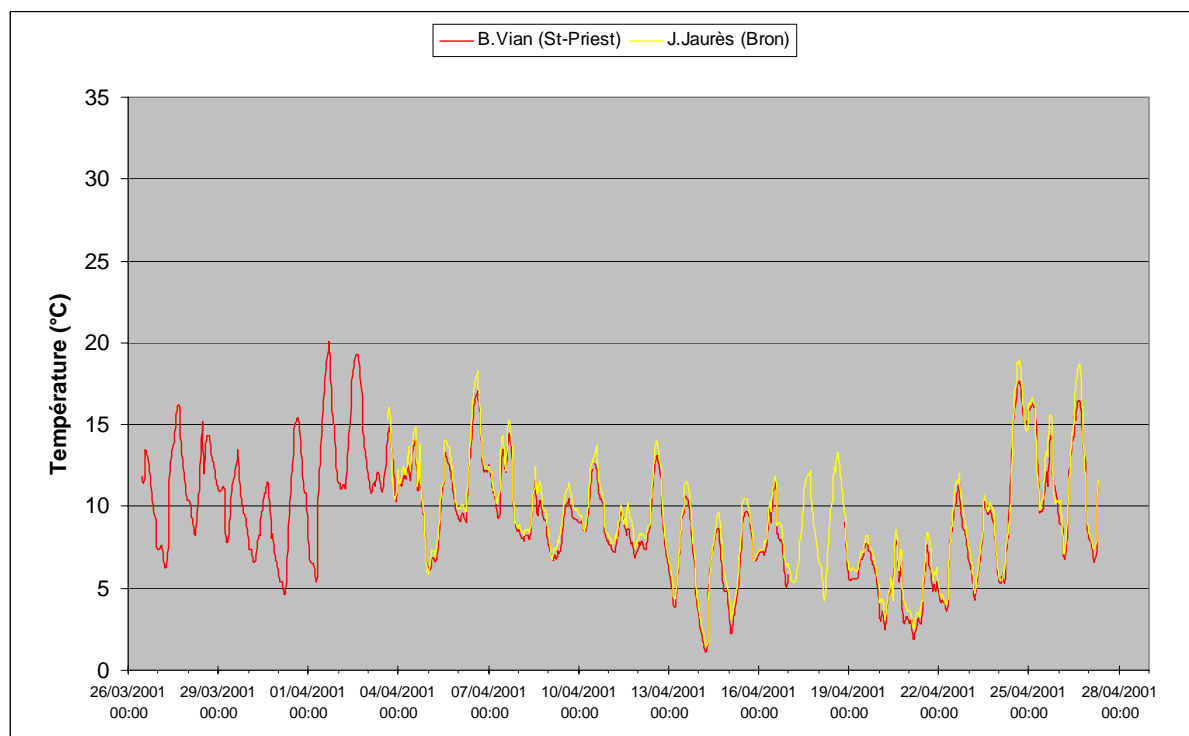


Roses des vents du 29 août au 21 septembre 2001

Concernant la vitesse et la direction des vents, le mois de septembre a été similaire au mois d'avril. A noter encore la décroissance de la force du vent sur les sites "B.Vian" et "J.Jaurès" par rapport au site de Météo-France.

3.1.2 Températures

3.1.2.1 Du 26 mars au 27 avril

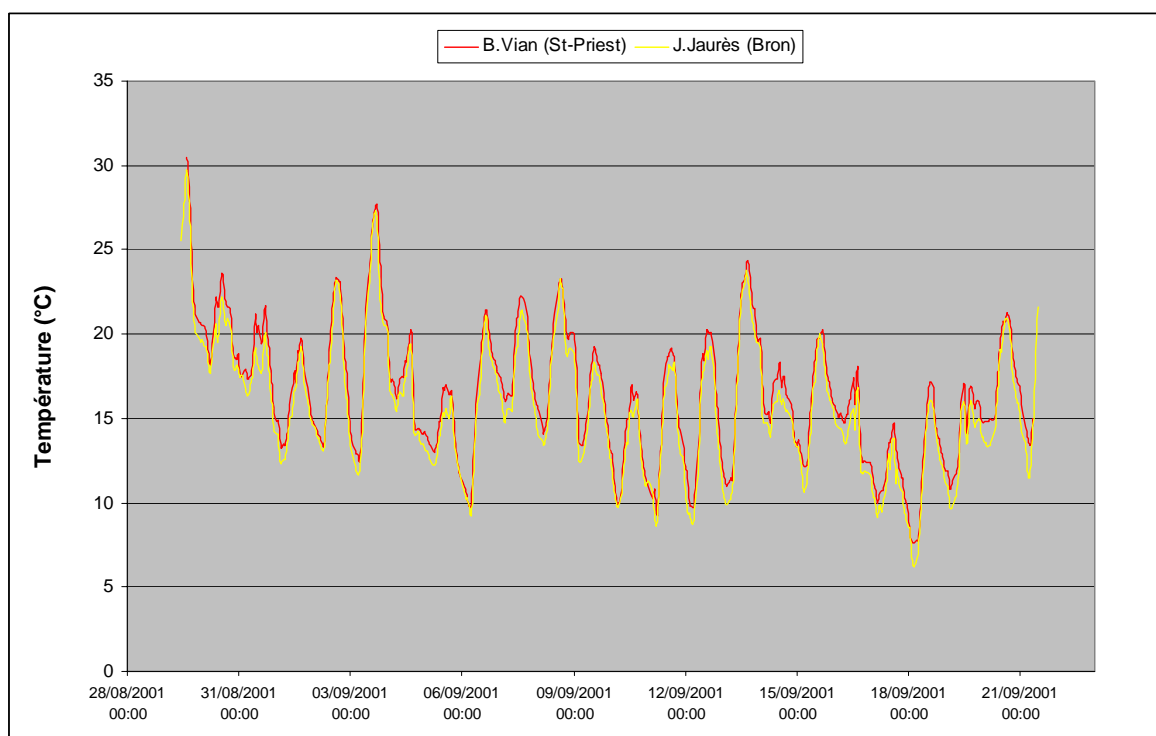


Températures du 26 mars au 27 avril 2001

	"B.Vian" (St-Priest) du 26 mars au 27 avril 2001	"J.Jaurès" (Bron) du 3 au 27 avril 2001	Normales climatiques avril (Bron) ¹
Moyenne des Temp. min. (°C)	6,1	5,9	5,5
Moyenne des Temp. max. (°C)	13	12,8	15,2
Température Moyenne (°C)	9,5	9,3	10,3

Les températures sur la première période de la campagne de mesure ont été légèrement plus froides que les normales saisonnières. A noter que la période du mois d'avril est encore peu propice à l'activité photochimique.

3.1.2.2 Du 29 août au 21 septembre



Températures du 29 août au 21 septembre 2001

	"B.Vian" (St-Priest) du 29 août au 21 sept. 2001	"J.Jaurès" (Bron) du 29 août au 21 sept. 2001	Normales climatiques Septembre (Bron) ¹
Moyenne des Temp. min. (°C)	12,4	11,6	11,7
Moyenne des Temp. max. (°C)	20,4	19,7	22,4
Température Moyenne (°C)	16,4	15,6	17,1

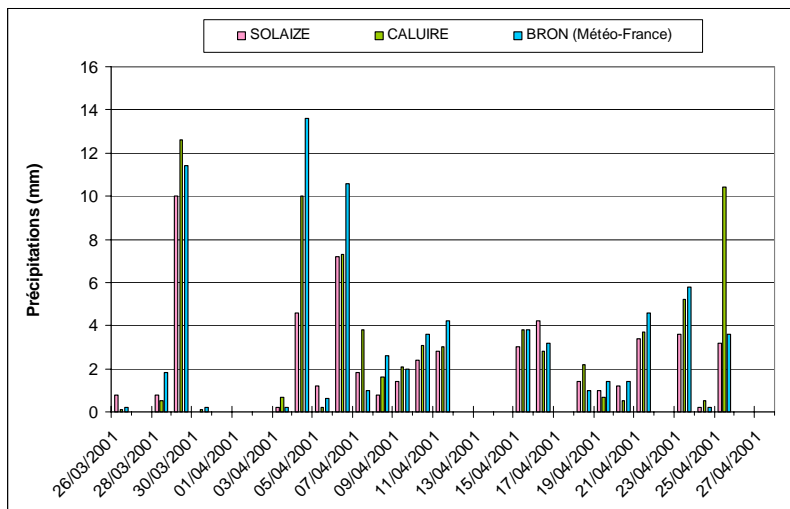
La température a très vite chuté à la fin du mois d'août, et les valeurs enregistrées sont encore inférieures aux normales saisonnières. L'amplitude des variations autour de la moyenne n'est pas très élevée. Les conditions n'étaient pas très favorables à l'activité photochimique.

¹ Calculées à partir des données Météo-France de 1961 à 1990 (station "Bron").

3.1.3 Précipitations

Les moyens mobiles ne possédant pas de capteurs pluviométriques, les données de précipitations ci-après recueillies sont celles des stations météo "Solaize", "Caluire" et la station Météo-France "Bron".

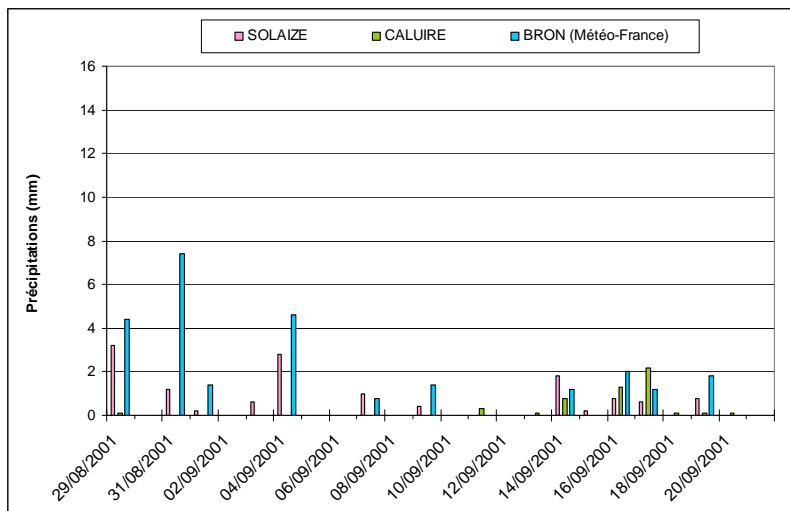
3.1.3.1 Du 26 mars au 27 avril



	SOLAIZE	CALUIRE	BRON (Météo-France)	Normales climatiques ¹ (avril)
Précipitations totales (mm) sur la période	74,9	55,2	77	67,8

Les précipitations enregistrées sur cette période sont conformes aux normales saisonnières : un mois d'avril 2001 avec d'assez bonnes conditions de lessivage.

3.1.3.2 Du 29 août au 21 septembre



	SOLAIZE	CALUIRE ²	BRON (Météo-France)	Normales climatiques ¹ (septembre)
Précipitations totales (mm) sur la période	13,6	-	26,2	75,2

La deuxième période est marquée par un important déficit pluviométrique par rapport aux normales climatiques : le mois de septembre 2001 n'a pas connu un très bon lessivage de l'atmosphère.

¹ Calculées à partir des données Météo-France de 1961 à 1990 (station "Bron").

² Le pluviomètre de "Caluire" a connu des dysfonctionnements du 30/08/02 au 11/09/02.

3.1.4 Bilan des conditions météorologiques

Les deux périodes ont été dans l'ensemble conformes aux normales saisonnières, avec toutefois un déficit pluviométrique important en septembre, impliquant un faible lessivage de l'atmosphère.

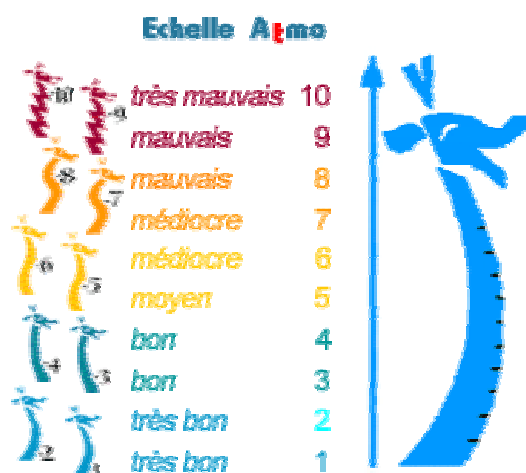
A noter que les deux sites paraissent plus ou moins protégés des vents forts, ce qui ne favorise pas forcément les conditions de dispersion. Le site "J.Jaurès" en particulier n'a enregistré pratiquement aucun vent de sud, ce qui a pu limiter les effets de transport de pollution venant de cette direction.

3.2 Indice ATMO

L'indice ATMO a été conçu, sur l'initiative du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, afin de qualifier la qualité de l'air d'une unité urbaine homogène.

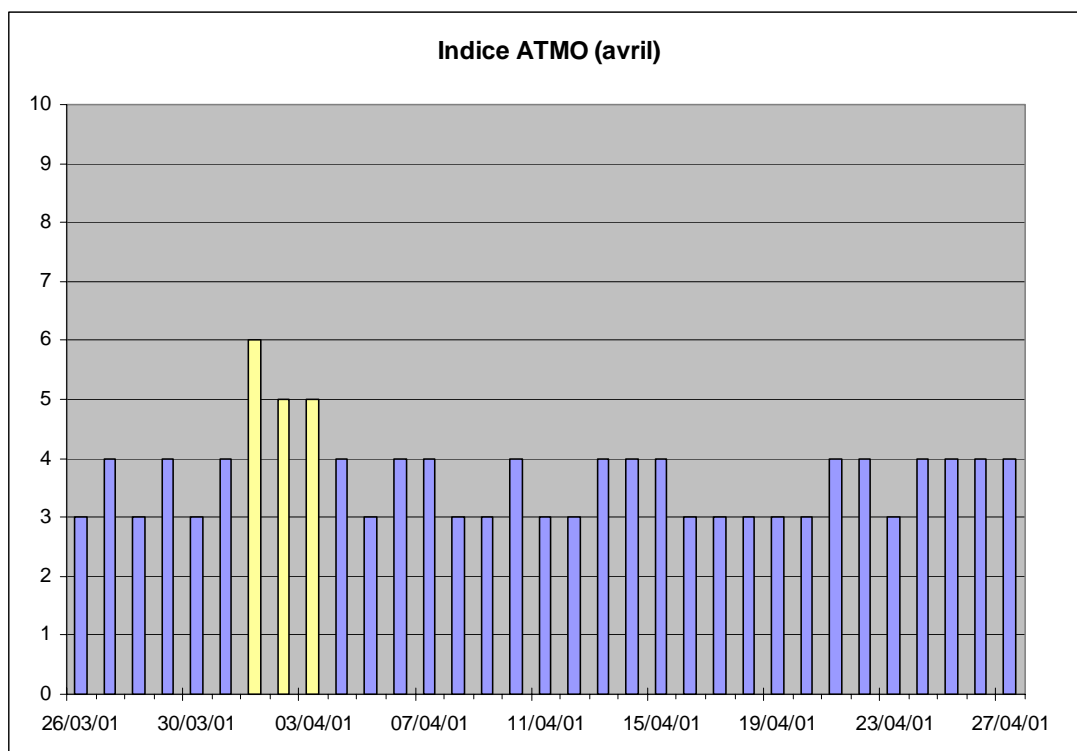
Cet indice est représentatif de la pollution atmosphérique urbaine de fond d'une agglomération, ressentie par la majorité de ses habitants. Il est calculé sur une journée (de 0 h à 24 h).

Il ne permet pas de mettre en évidence des phénomènes particuliers ou localisés de pollution, de proximité par exemple. C'est un chiffre synthétique de l'état de l'air, associé à un qualificatif :

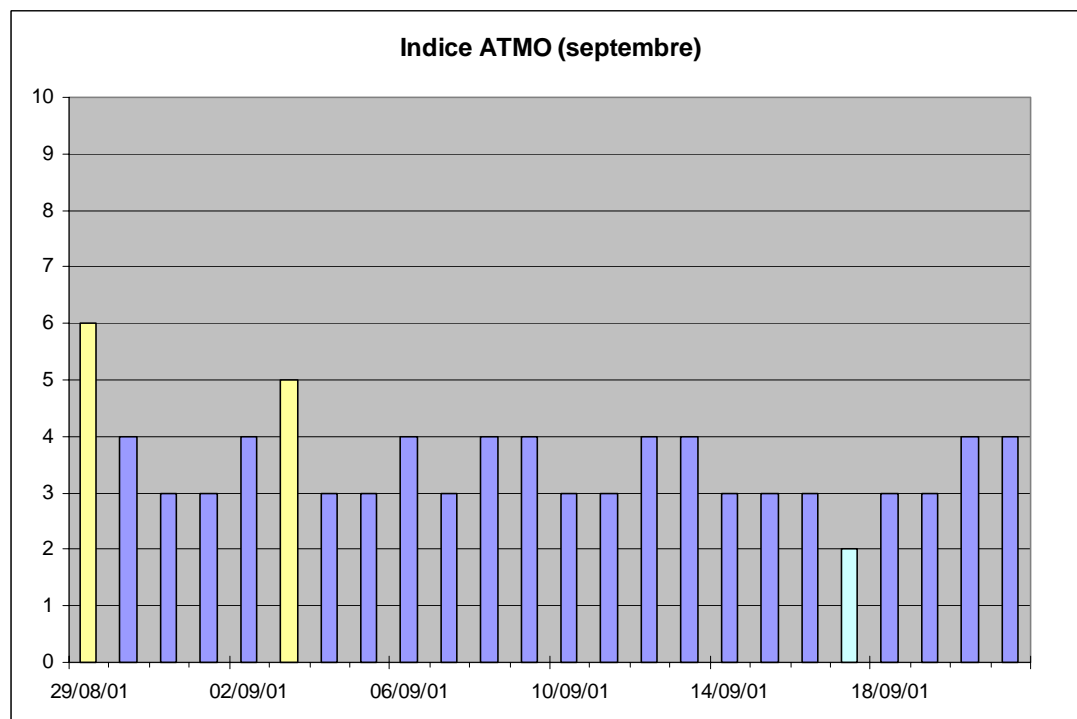


Quatre polluants sont utilisés pour construire l'indice ATMO : le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃) et les particules en suspension (PM₁₀) ; ces espèces chimiques sont considérées comme les indicateurs de la pollution atmosphérique.

Pour chacun de ces polluants, un sous-indice est déterminé en référence à une table de corrélation où à chaque gamme de concentration une valeur est affectée. L'indice final est le sous-indice qui est le plus grand.



Sur la première période de mesure, l'indice ATMO a été bon, excepté sur 3 jours début avril, où il a atteint le niveau moyen. Il a été principalement égal au sous-indice de l'ozone ou du dioxyde d'azote.



Sur la deuxième période de mesure, l'indice ATMO a été très majoritairement bon, en assez bonne corrélation avec les températures du moment. Il a été principalement égal au sous-indice de l'ozone.

3.3 Niveaux de pollution mesurés

Les périodes de mesures de cette étude sont trop courtes pour estimer une concentration moyenne annuelle, et la comparaison avec des valeurs guides françaises et européennes (moyennes annuelles) ne peut être réalisée qu'à titre indicatif.

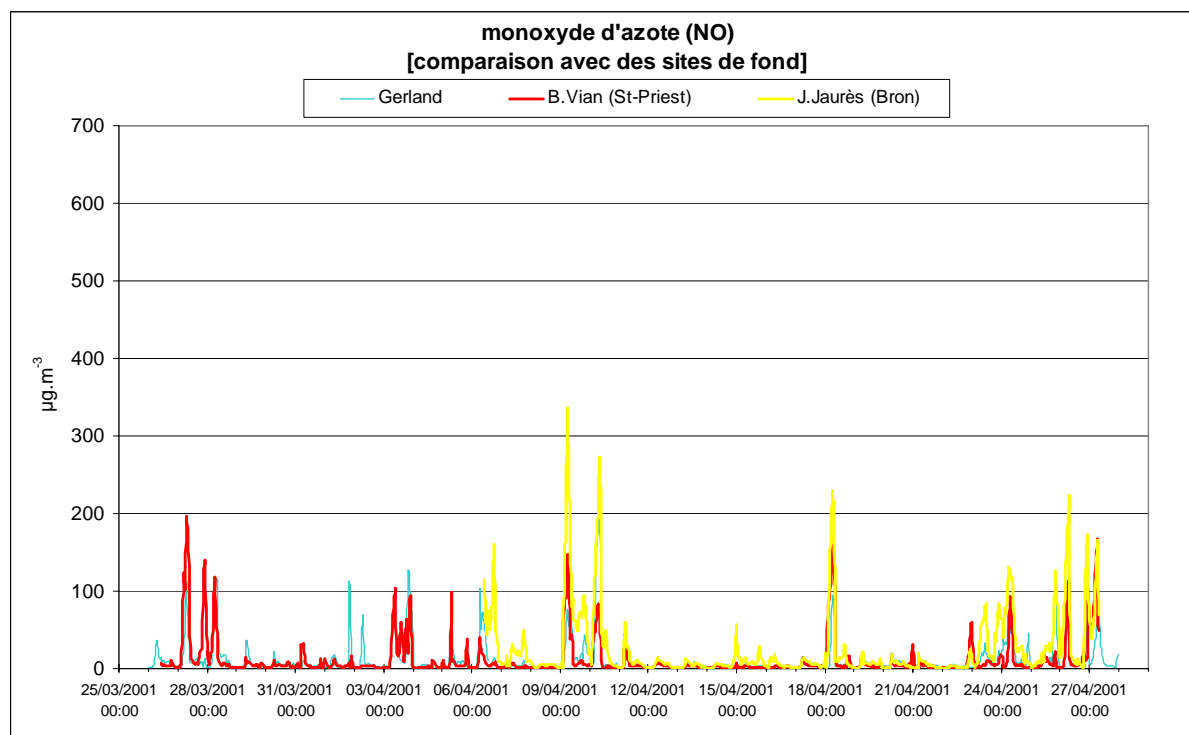
Il est néanmoins possible, grâce à ces résultats, d'observer les dépassements de certaines valeurs réglementaires (moyennes horaires et journalières).

Par ailleurs, la comparaison avec les sites fixes du réseau de COPARLY permet de qualifier les sites de mesure mobile selon leur typologie (définie à l'échelle nationale).

3.3.1 Les oxydes d'azote (NOx)

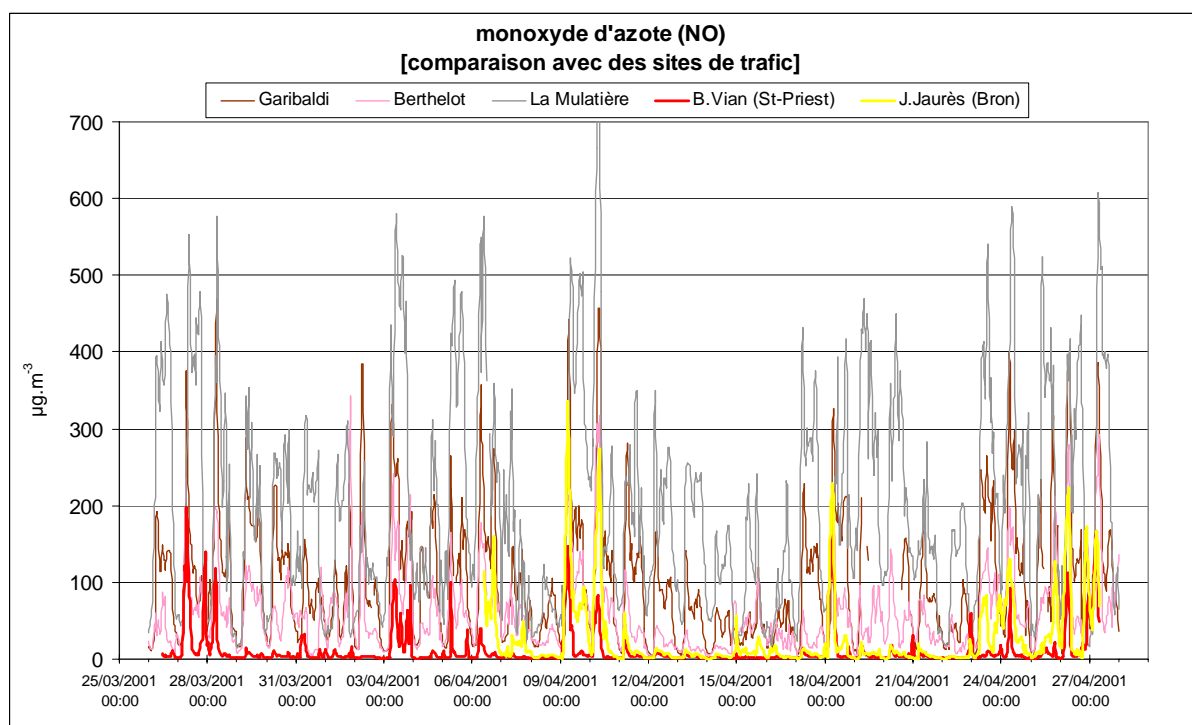
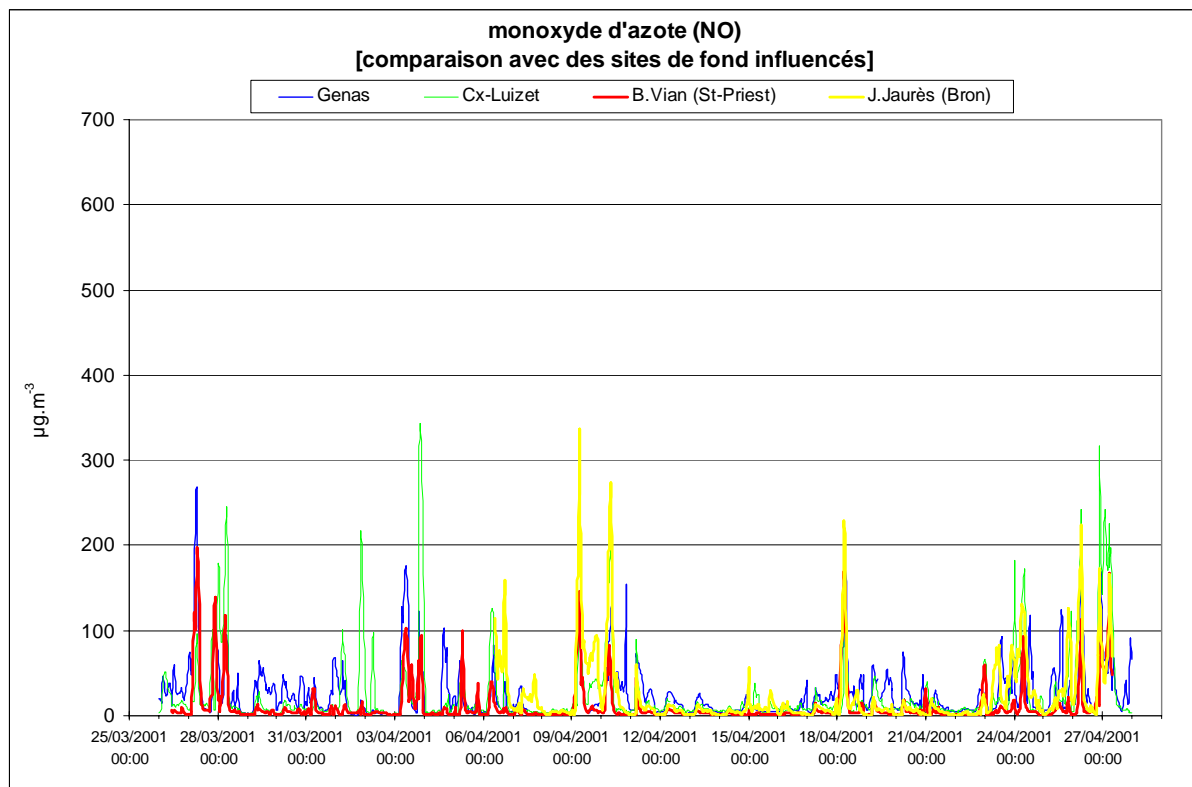
3.3.1.1 Le monoxyde d'azote (NO)

➤ Résultats de mesure du NO du 26 mars au 27 avril

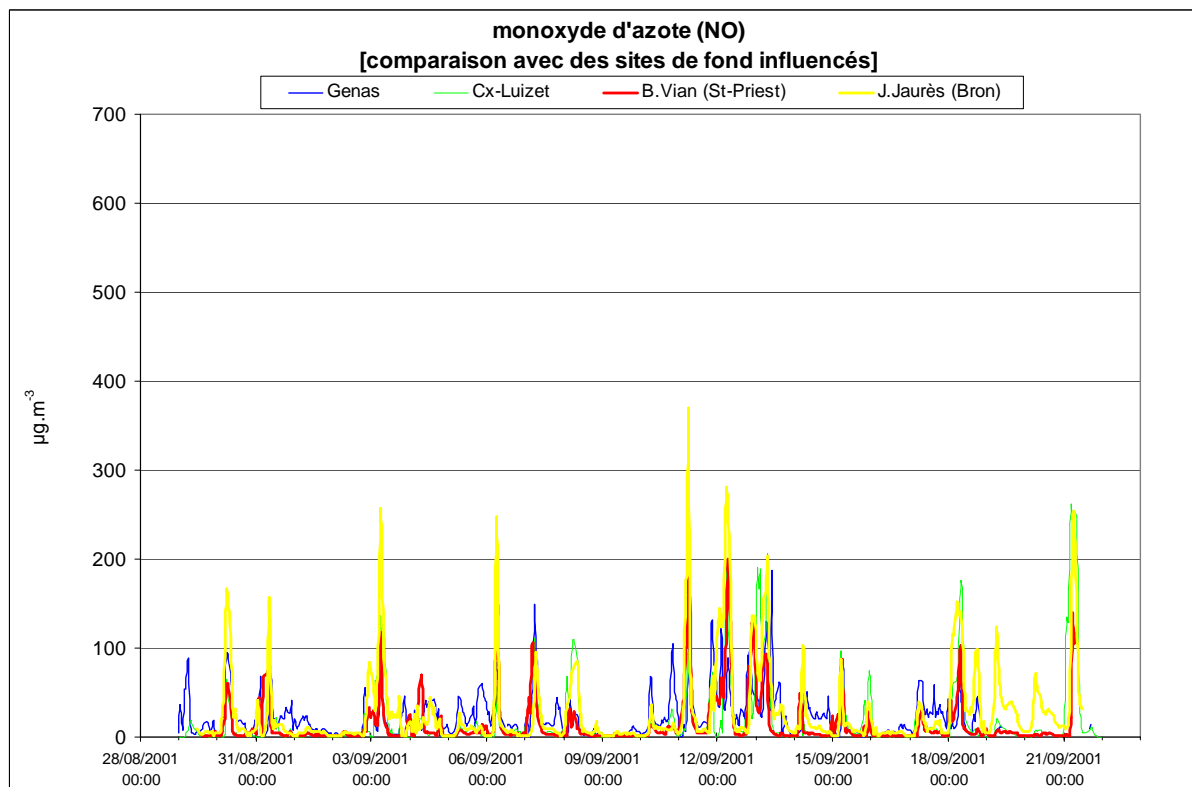
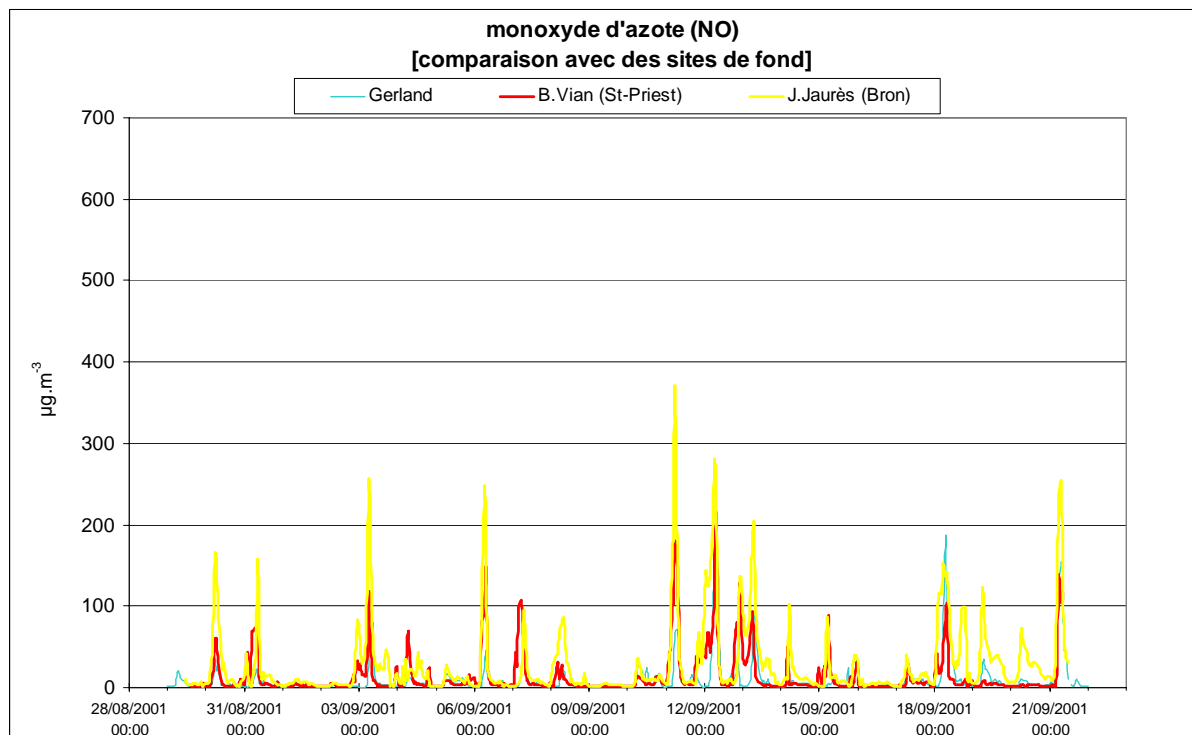


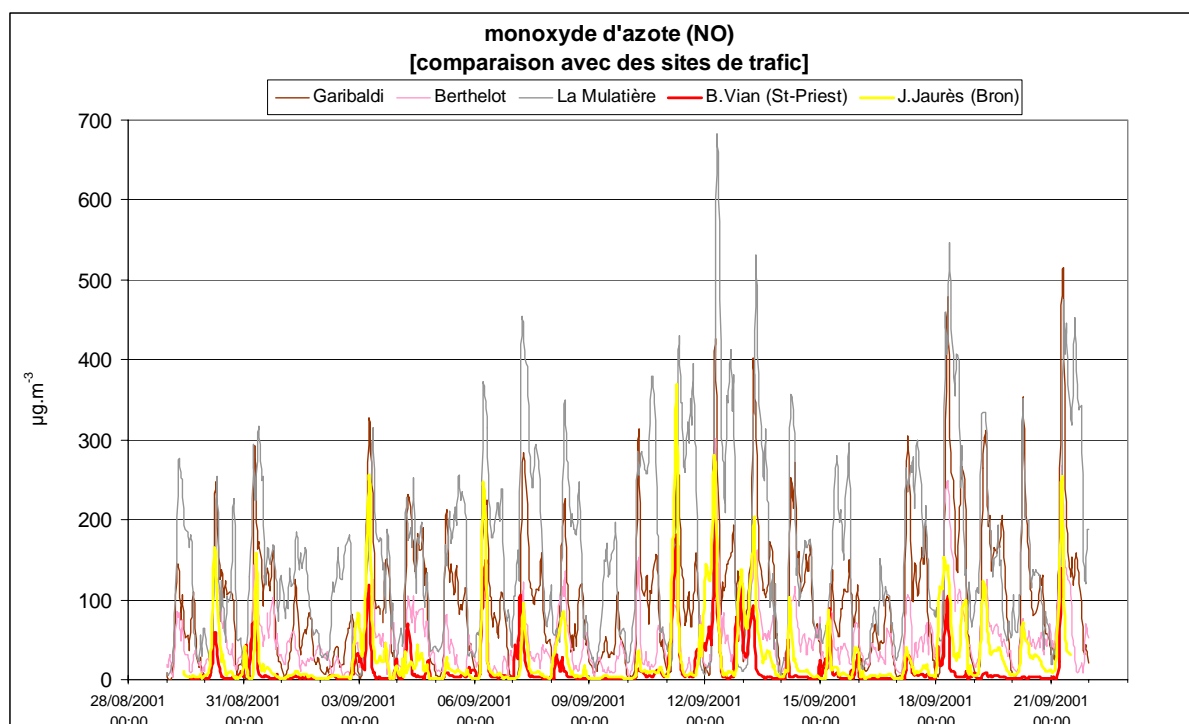
Les valeurs mesurées en monoxyde d'azote durant la première période (avril) sur les deux sites sont relativement proches des concentrations de fond enregistrées sur le site de "Gerland". Quelques hausses ont été mesurées certains jours, qui peuvent s'expliquer par des difficultés de circulation automobile (embouteillages) : elles correspondent en effet aux heures de trafic habituel, elles sont de courte durée (3-4 heures) et bien corrélées avec les mesures sur d'autres sites de fond plus proches des axes de circulation comme "Genas" et "Croix-Luizet" (cf. 2^{ème} graphe, page suivante).

Durant ces heures, les concentrations semblent être légèrement plus importantes sur le site "J.Jaurès" que "B.Vian", ce qui peut s'expliquer par la différence de distance vis-à-vis des sources, et la densité du bâti plus importante sur le site de "J.Jaurès", ne favorisant donc pas la ventilation. Cependant, il est à noter que les valeurs mesurées ne sont jamais aussi élevées que celles enregistrées sur des sites de type "trafic" comme "Berthelot" et "Garibaldi", ou encore le site "La Mulatière" situé au bord de l'autoroute A7 (cf. 3^{ème} graphe, page suivante).



➤ **Résultats de mesure du NO du 29 août au 21 septembre**





Les mêmes remarques que précédemment peuvent être faites pour la deuxième campagne, avec encore des niveaux plus importants durant les heures de trafic sur le site "J.Jaurès" que sur "B.Vian" ; constat qui s'explique surtout par la proximité de la source : le NO émis majoritairement par les gaz d'échappement, réagit rapidement avec les autres molécules de l'air (oxydation en NO₂,...), et sa concentration diminue donc au fur et à mesure de la distance.

Les niveaux de NO dans l'air ambiant ne sont pas soumis à une réglementation, néanmoins, les tableaux suivants présentent quelques valeurs statistiques calculées, permettant de se rendre compte des niveaux enregistrés vis-à-vis des concentrations de fond :

➤ Statistiques horaires

NO (avril)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
<i>Type de station</i>			<i>Urbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	84	96,6	99,9	99,8	93,4	95,7	99,9	99,9
Moyenne (µg.m ⁻³)	25	11	11	26	26	100	59	199
Ecart type (µg.m ⁻³)	44	25	22	47	32	84	51	140
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	173	103	94	199	125	365	211	524
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	7	3	4	9	15	78	46	163
Maximum horaire (µg.m ⁻³)	335	195	222	342	268	467	343	736

NO (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
Type de station			Urbain	Urbain	Périurbain	Trafic	Trafic	Trafic
Taux Fonctionnement (%)	97,4	95	99,8	99,8	89,6	99,8	99,7	100
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	28	14	10	18	23	96	49	154
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	47	26	24	38	27	85	42	116
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	173	104	94	166	100	338	176	444
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	10	3	3	4	14	81	38	130
Maximum horaire ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	370	200	221	261	214	515	301	683

➤ **Statistiques journalières**

NO (avril)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
Type de station			Urbain	Urbain	Périurbain	Trafic	Trafic	Trafic
Taux Fonctionnement (%)	83,3	93,9	100	100	90,9	93,9	100	100
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	24	10	11	26	27	101	59	199
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	25	12	10	23	16	38	28	75
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	90	34	33	75	61	151	108	322
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	7	5	7	13	23	100	52	190
Maximum journalier ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	90	52	35	85	67	151	108	323

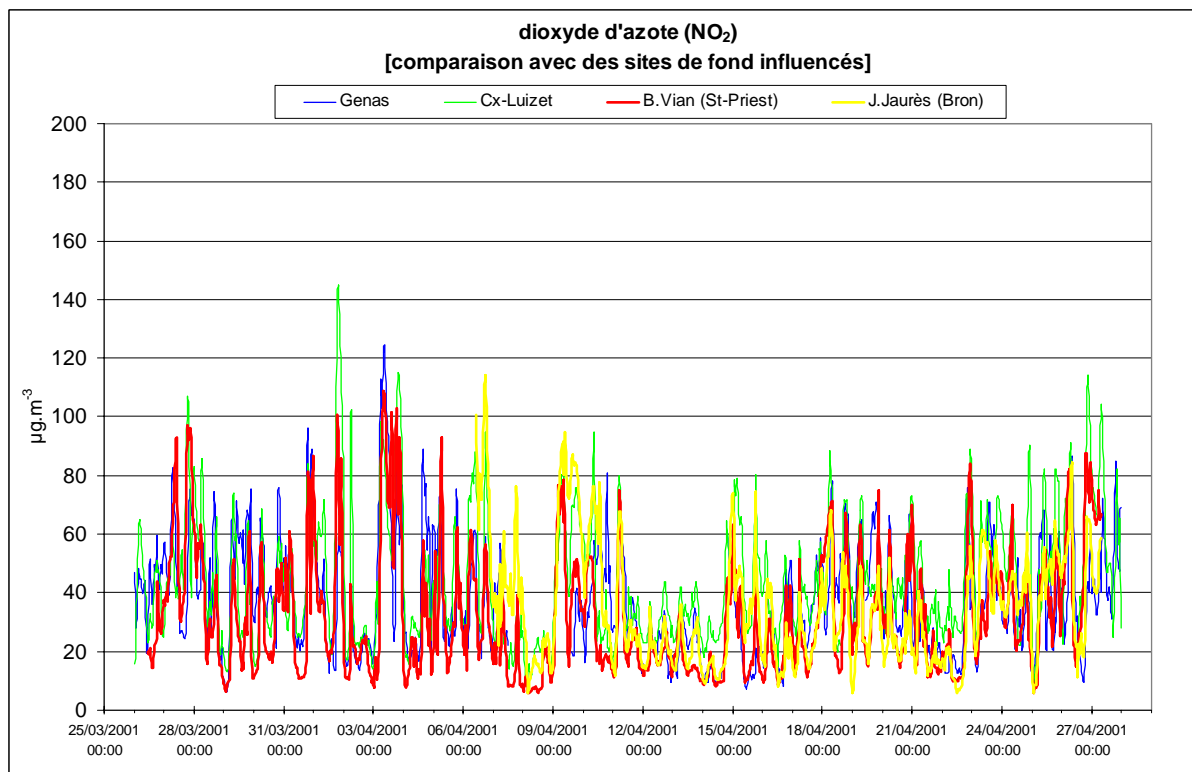
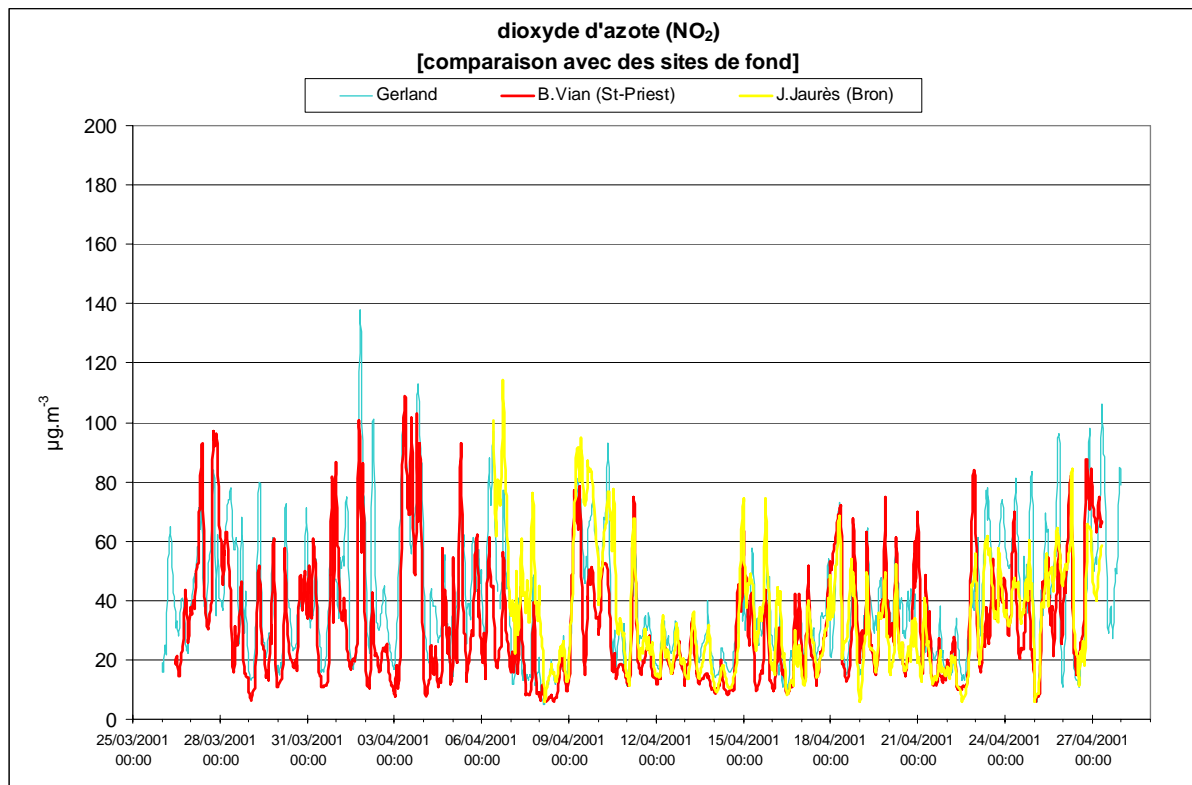
NO (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
Type de station			Urbain	Urbain	Périurbain	Trafic	Trafic	Trafic
Taux Fonctionnement (%)	92	88	100	100	84	100	100	100
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	27	13	10	18	23	96	49	154
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	23	13	10	19	12	35	20	51
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	85	52	41	75	49	164	104	254
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	18	7	7	9	22	100	46	151
Maximum journalier ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	85	52	41	76	49	164	104	255

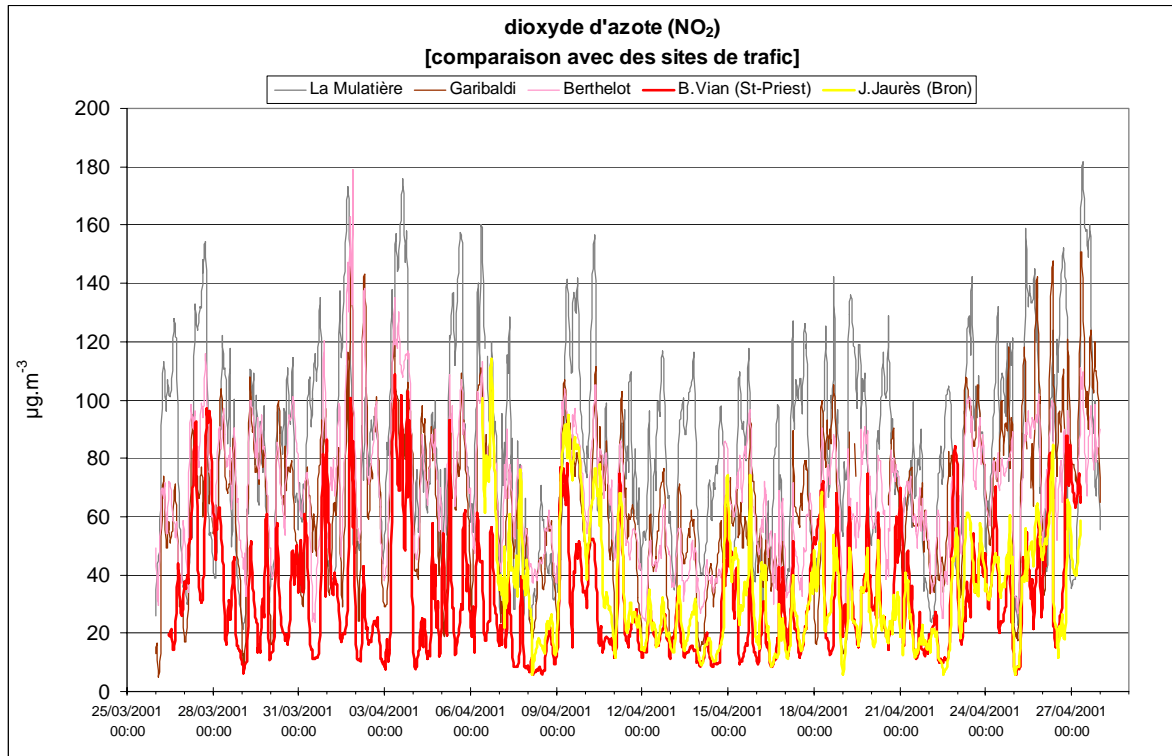
Pour le site "B.Vian", ces statistiques horaires et journalières sont proches de celles du site urbain de fond de "Gerland" sur les deux périodes de mesure.

Pour le site "J.Jaurès", les valeurs statistiques sont plus proches des sites "Croix-Luizet" et "Genas" voire "Berthelot", ce qui est cohérent avec l'influence présumée du trafic automobile à proximité. Néanmoins, les deux autres sites "trafic" de comparaison montrent des valeurs nettement plus élevées.

3.3.1.2 Le dioxyde d'azote (NO₂)

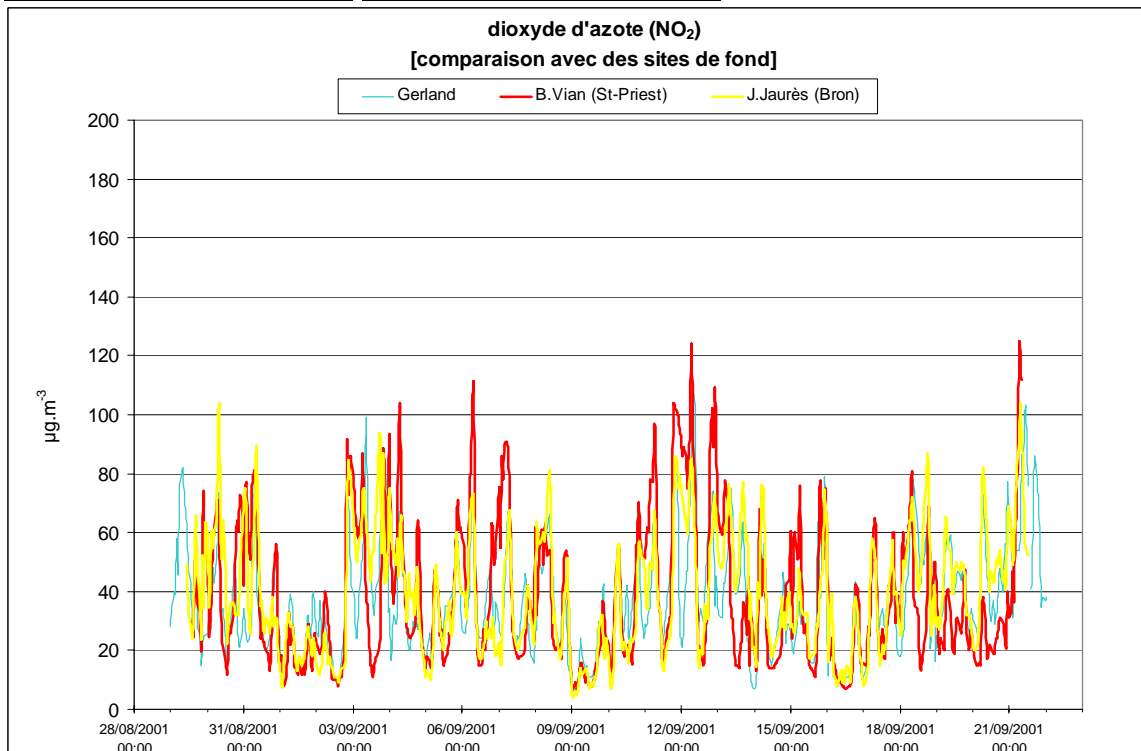
➤ Résultats de mesure du NO₂ du 26 mars au 27 avril

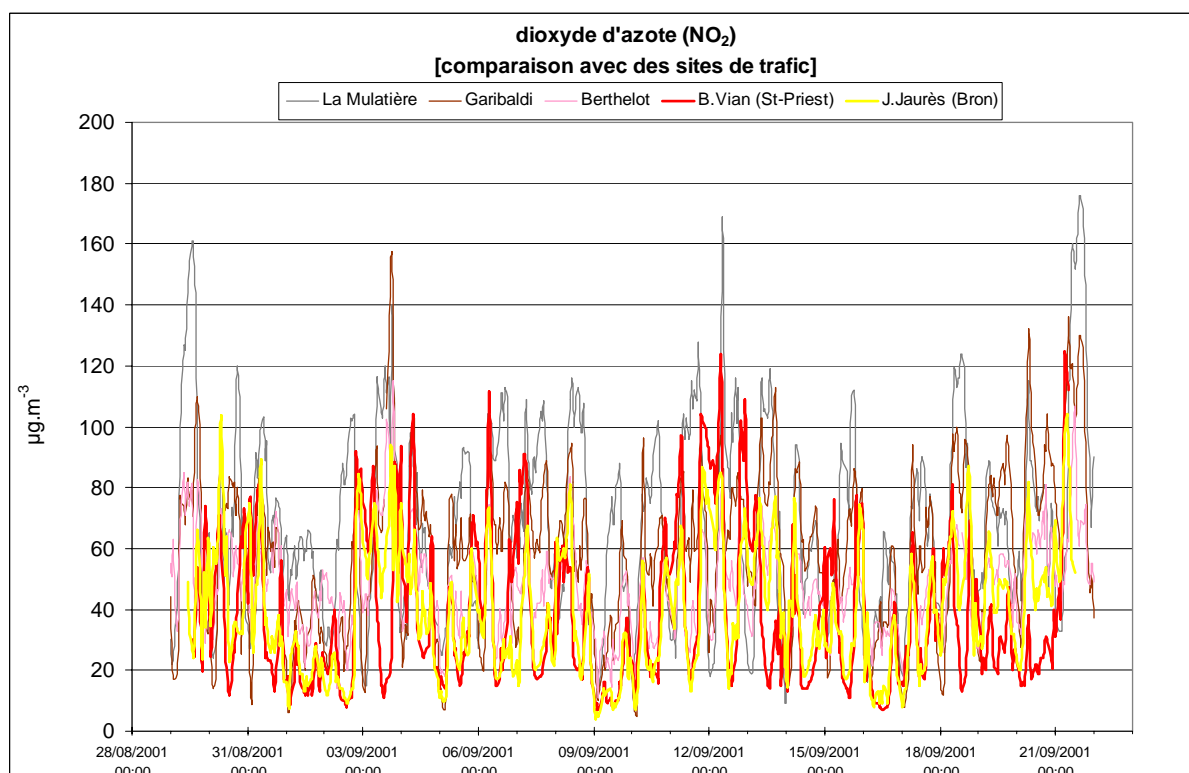
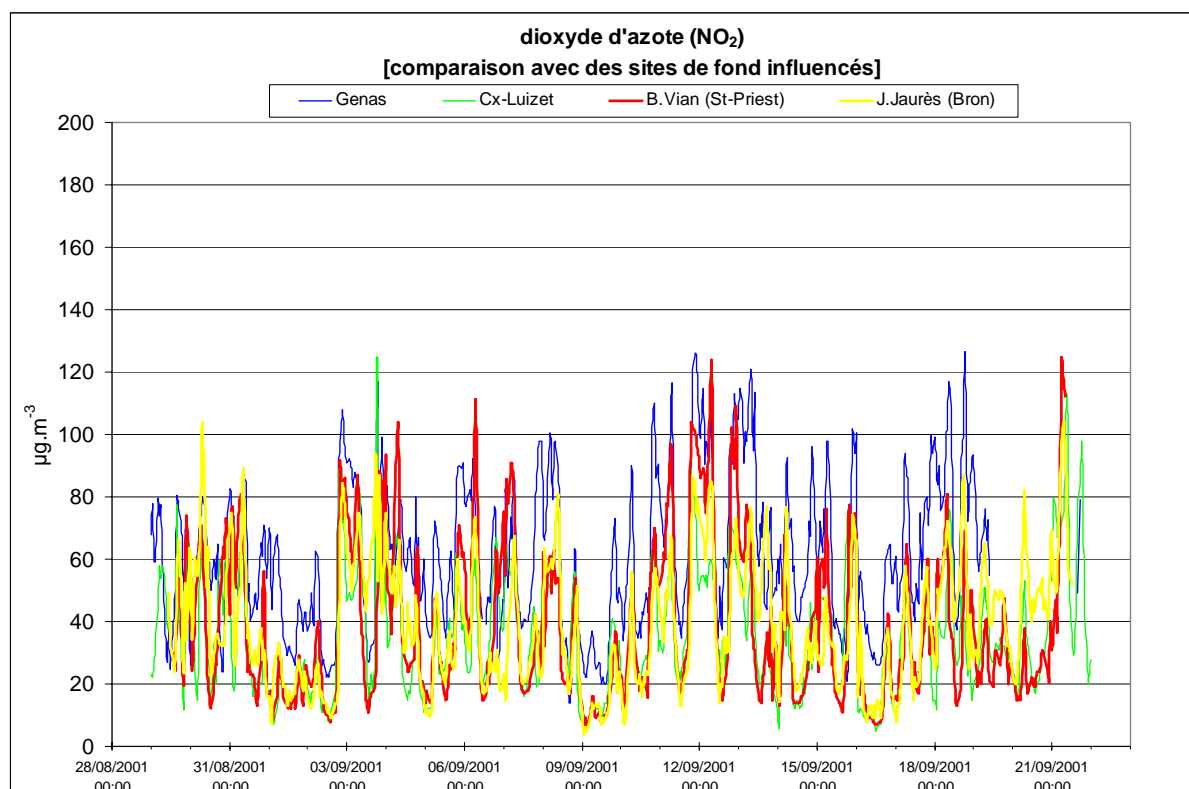




Les différences de niveaux entre les deux sites étudiés ainsi qu'avec les sites urbains de fond sont beaucoup moins marquées pour le dioxyde d'azote (NO₂) que pour le monoxyde d'azote (NO). Les valeurs en NO₂ mesurées sur les sites "J.Jaurès" et "B.Vian" sont la plupart du temps équivalentes aux concentrations de fond, et en général inférieures à celles enregistrées sur les sites de type "trafic". Il apparaît alors qu'en s'éloignant du centre urbain, les concentrations en NO₂ restent homogènes sur une distance relativement grande (situation prévisible pour "J.Jaurès", mais moins attendue pour "B.Vian").

➤ **Résultats de mesure du NO₂ du 29 août au 21 septembre**





Les niveaux mesurés en septembre sont à peu près homogènes sur tous les sites urbains de fond, avec des valeurs pratiquement aussi élevées que sur certains sites trafic, ce qui peut s'expliquer par une reprise d'activité importante au mois de septembre (rentrée scolaire,...), mais également par le déficit pluviométrique de ce mois ne favorisant pas le lessivage de l'atmosphère.

Néanmoins, aucune concentration ne dépasse les seuils réglementaires. Pour rappel, le seuil d'information et de recommandations pour les personnes sensibles est fixé à 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur 1 heure.

➤ **Statistiques horaires**

NO₂ (avril)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
<i>Type de station</i>			<i>Urbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	84	96,6	99,9	99,8	93,4	95,7	99,9	99,9
Moyenne (µg.m ⁻³)	35	32	39	44	38	64	68	83
Ecart type (µg.m ⁻³)	20	21	21	22	19	28	22	34
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	85	91	92	99	83	121	116	158
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	30	25	35	39	35	64	68	79
Maximum horaire (µg.m ⁻³)	114	109	137	145	125	151	179	181

NO₂ (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
<i>Type de station</i>			<i>Urbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	97,4	95	99,8	100	89,6	99,8	99,7	100
Moyenne (µg.m ⁻³)	39	38	37	36	61	58	48	68
Ecart type (µg.m ⁻³)	21	25	19	20	24	27	16	32
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	86	99	82	81	115	120	82	152
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	35	30	34	32	59	59	46	64
Maximum horaire (µg.m ⁻³)	104	124	108	125	126	157	115	176

➤ **Statistiques journalières**

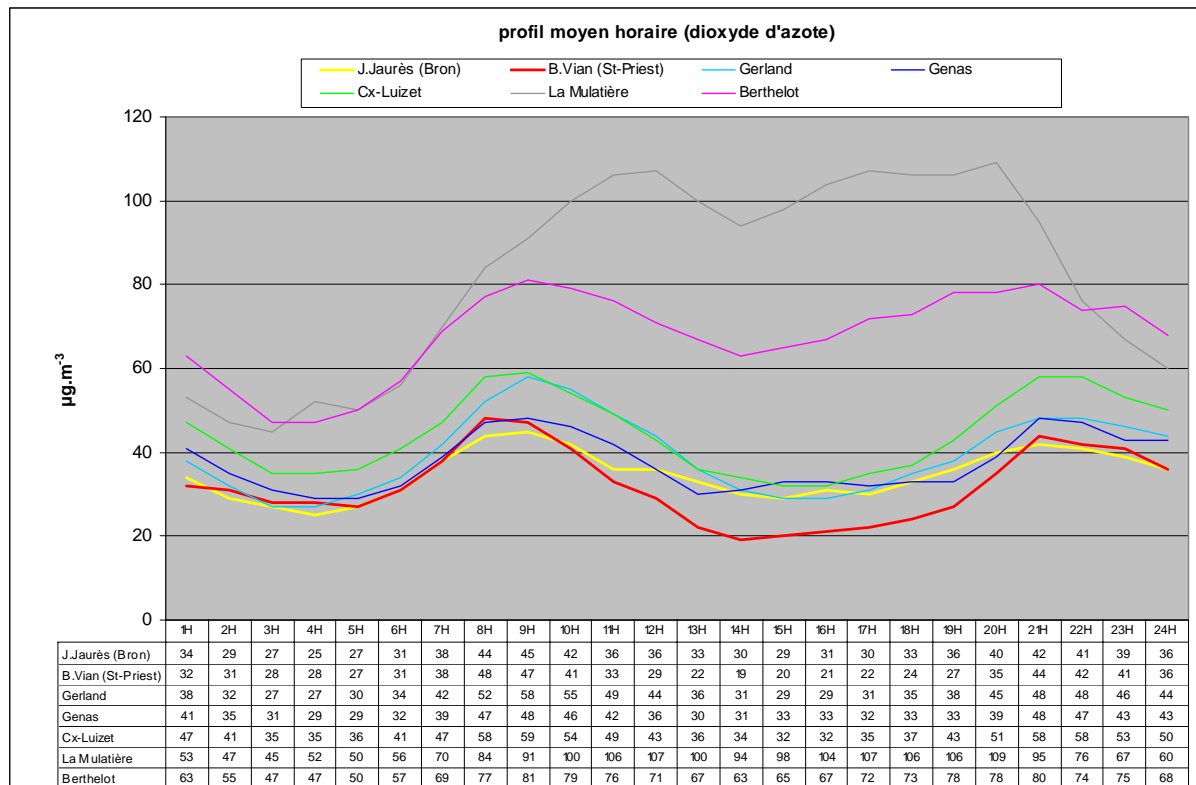
NO₂ (avril)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
<i>Type de station</i>			<i>Urbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	83,3	93,9	100	100	90,9	93,9	100	100
Moyenne (µg.m ⁻³)	33	32	39	44	38	64	68	83
Ecart type (µg.m ⁻³)	14	12	14	12	11	16	15	17
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	73	60	61	65	51	93	93	106
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	29	30	37	42	39	65	72	84
Maximum journalier (µg.m ⁻³)	73	64	75	72	69	105	101	121

NO ₂ (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
Type de station			Urbain	Urbain	Périurbain	Trafic	Trafic	Trafic
Taux Fonctionnement (%)	92	88	100	100	84	100	100	100
Moyenne (µg.m ⁻³)	38	38	37	36	61	58	47	68
Ecart type (µg.m ⁻³)	12	13	10	11	13	15	9	14
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	63	66	61	62	84	91	72	106
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	36	38	37	35	60	58	47	66
Maximum journalier (µg.m ⁻³)	63	66	61	62	84	92	72	108

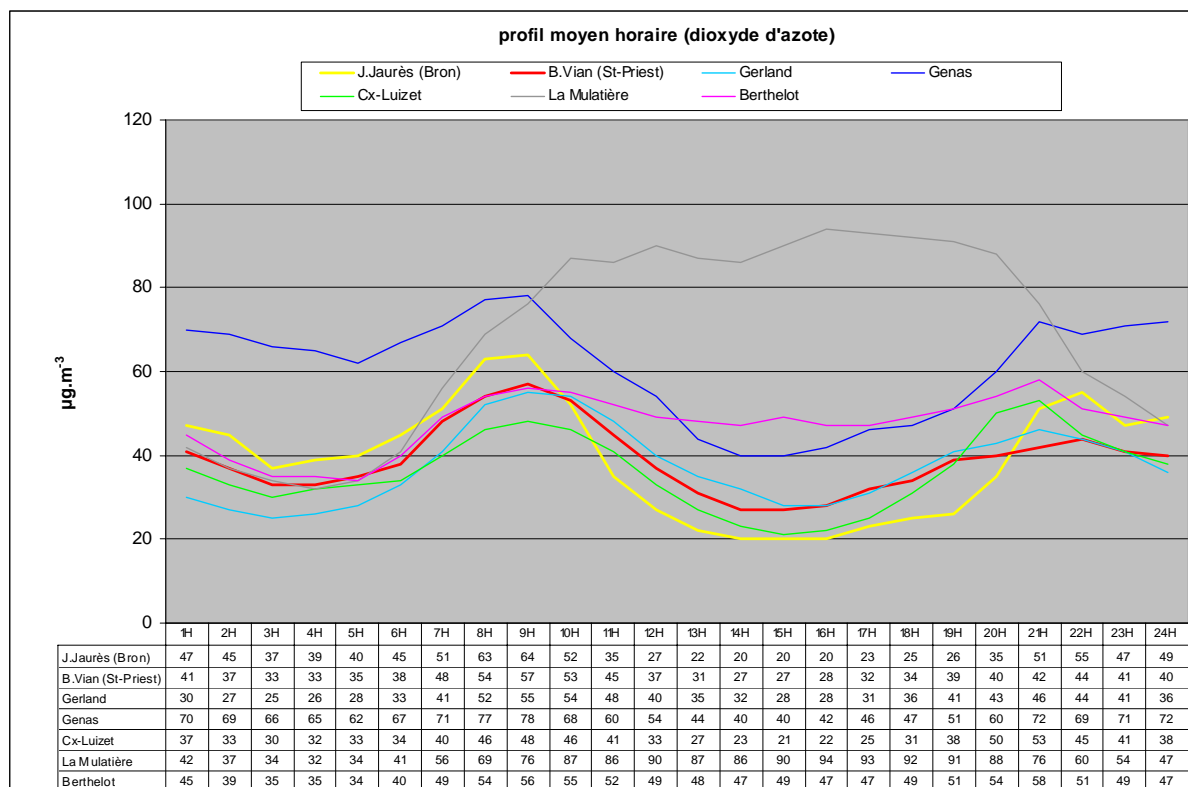
Les valeurs statistiques soulignent encore bien l'homogénéité entre tous les sites de fond pour le dioxyde d'azote, à l'exception peut-être du site "Genas" qui subit d'avantage l'influence du trafic, comme le montre également le "bilan 2001 de qualité de l'air sur le Rhône et la région lyonnaise" de COPARLY.

Le fait que le site "J.Jaurès", dont la distance vis-à-vis du trafic est semblable à celle de "Genas", enregistre des valeurs de fond inférieures, peut s'expliquer en partie par la différence de trafic (en nombre et en type de véhicule) entre les deux axes considérés, ainsi que par les obstacles situés autour des voies de circulation sur le site "J.Jaurès" (barres d'immeubles et murs anti-bruit). A noter également que les périodes sur lesquelles la comparaison est réalisée sont relativement courtes.

➤ **Profils moyens horaires**



Profil moyen horaire NO₂ calculé à partir des données du 26/03/01 au 27/04/01 (heures locales)



Profil moyen horaire NO₂ calculé à partir des données du 29/08/01 au 21/09/01 (heures locales)

Sur les sites urbains de fond, les profils moyens horaires en dioxyde d'azote sont bien corrélés avec les heures de pointe du matin et du soir. En septembre, avec la rentrée scolaire et la reprise de l'activité, l'influence de ce trafic pendulaire a augmenté sur certains sites, comme "J.Jaurès", situé à proximité d'une voie d'entrée et sortie dans l'agglomération lyonnaise ou "Genas", situé sur le contournement est de l'agglomération, et qui observe une hausse des concentrations également durant la nuit pouvant être due à la circulation des poids lourds.

Sur les sites "trafic", les niveaux sont relativement constants tout au long de la journée et redescendent durant la nuit. A noter que le site "La Mulatière", en bordure d'autoroute, mesure des valeurs nettement plus élevées durant la journée.

➤ **Dépassements de seuils réglementaires**

Aucun dépassement de seuil n'a été enregistré en dioxyde d'azote durant les deux périodes de mesure, vis-à-vis de la réglementation actuelle.

3.3.1.3 Rapport NO/NO₂

Le rapport annuel NO/NO₂ des moyennes des concentrations exprimées en ppb (partie par milliard) permet de qualifier un site de mesure vis-à-vis du trafic. En effet, le NO, polluant émis par les véhicules à moteur thermique (polluant primaire) se transforme dans un second temps en dioxyde d'azote sous l'effet du rayonnement solaire. Cette formation en dioxyde d'azote se réalise plus ou moins rapidement selon les conditions météorologiques. Un rapport annuel supérieur à 2 traduit une influence directe du trafic automobile avec une présence majoritaire de polluants primaires (NO). Les sites qualifiés d'urbain ou de péri-urbains enregistrent généralement un rapport annuel voisin de 1 (entre 0,5 et 1,5).

A titre indicatif, les rapports mesurés pendant les deux périodes de l'étude sont présentés dans le tableau suivant. Ils ont été calculés à partir des concentrations moyennes horaires exprimées en ppb sur la période de mesures.

$R = \frac{[NO]_{(ppb)}}{[NO_2]_{(ppb)}}$	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
<i>typologie</i>			<i>urbain</i>	<i>urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>trafic</i>	<i>trafic</i>	<i>trafic</i>
R (du 26 mars au 27 avril)	1,1	0,5	0,5	0,9	1,1	2,4	1,3	3,7
R (du 29 août au 21 sept.)	1,1	0,5	0,4	0,8	0,6	2,5	1,6	3,5

Au vu de tous les résultats de mesure sur les oxydes d'azote, les sites "B.Vian" et "J.Jaurès" ont un comportement similaire aux unités urbaines, avec une influence du trafic pour "J.Jaurès", sur la période considérée.

Remarque :

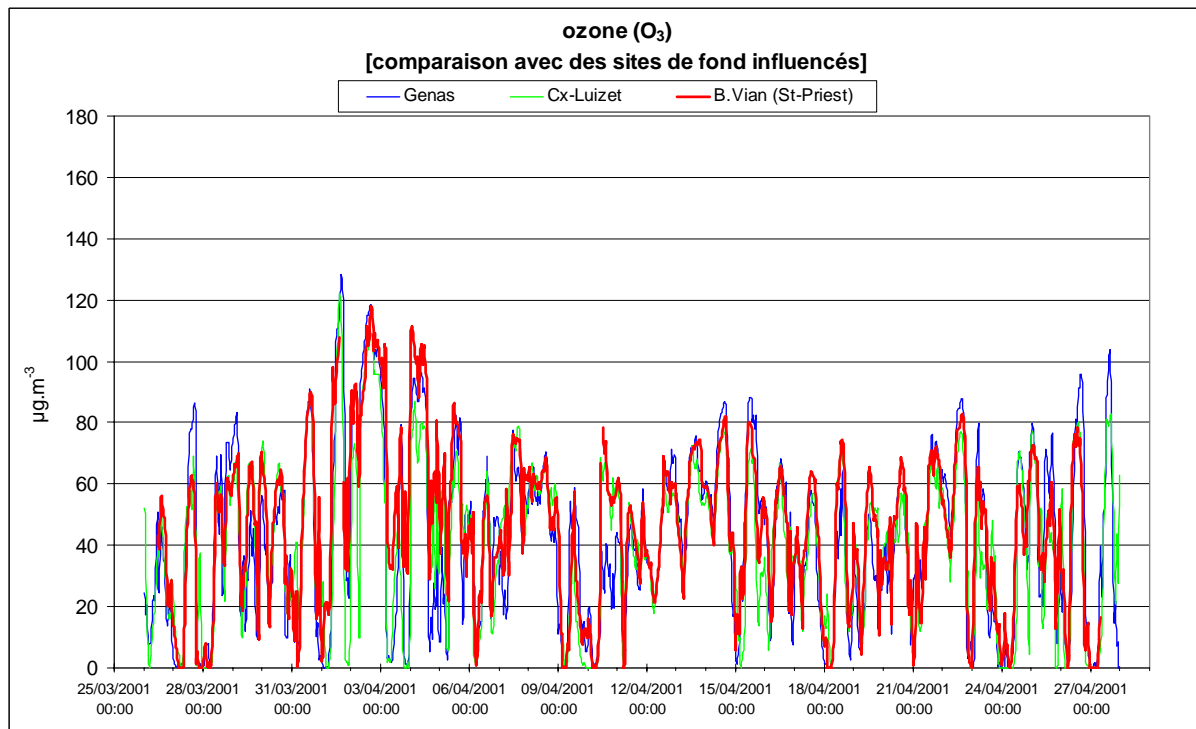
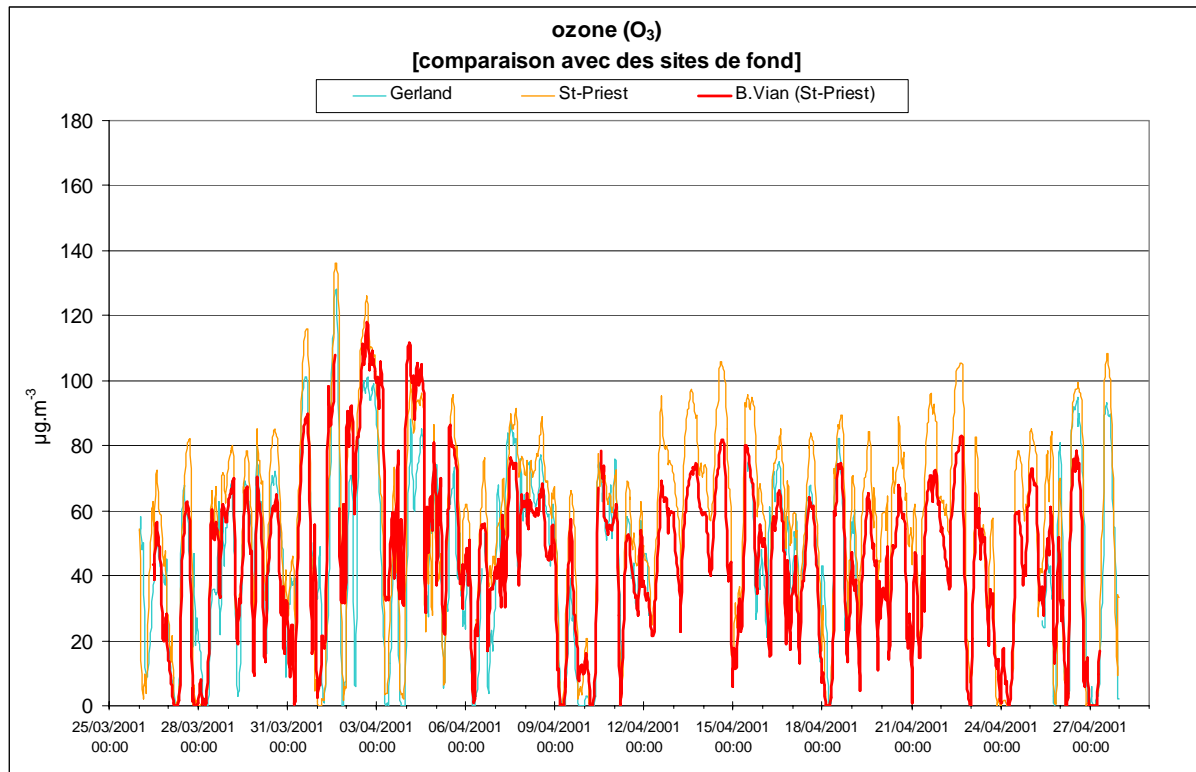
La variation du rapport NO/NO₂ sur le site de "Genas" entre avril et septembre peut s'expliquer par la combinaison de plusieurs paramètres : la participation des oxydes d'azote aux processus photochimiques du cycle de l'ozone, la proximité automobile, et des conditions de dispersion différentes.

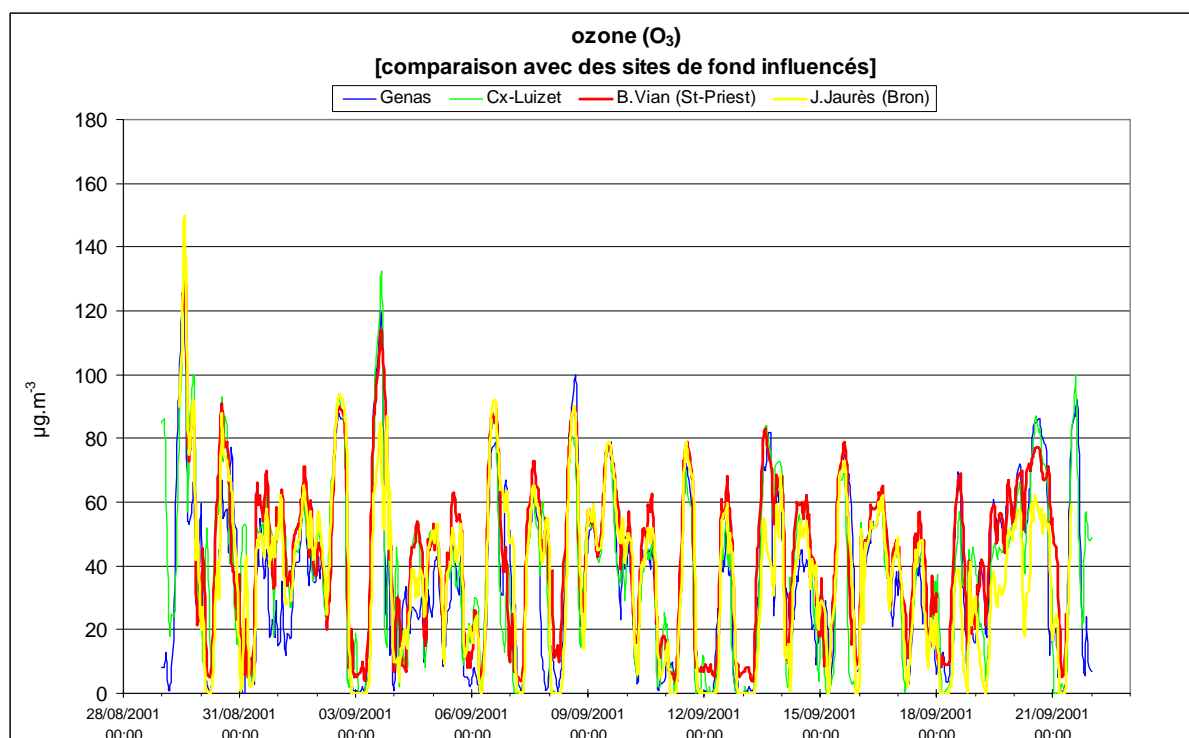
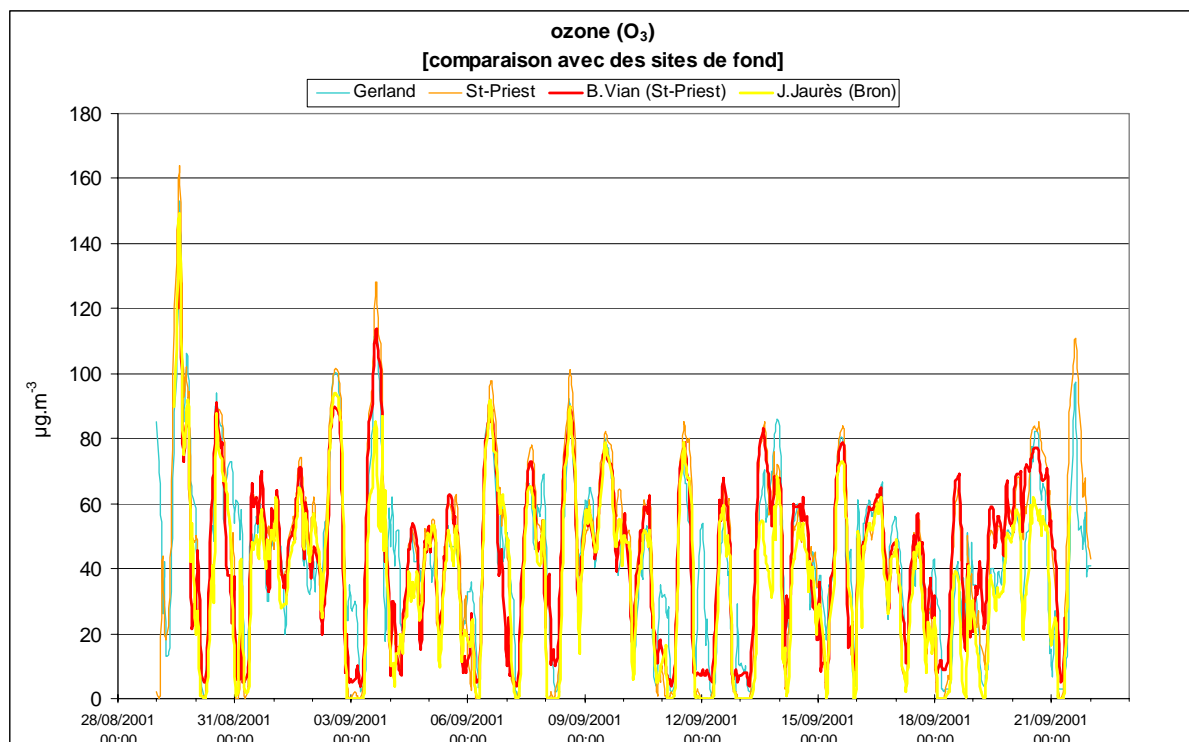
3.3.2 L'ozone (O₃)

La pollution à l'ozone est directement liée à celle des oxydes d'azote, et sa formation à partir du dioxyde d'azote est un processus photochimique complexe, mettant également en jeu les composés organiques volatiles (COV). L'ensoleillement (rayonnement UV) est un paramètre très important de ce processus, c'est pourquoi l'ozone se forme principalement en période estivale.

Plusieurs mesures d'ozone sur le site "J.Jaurès" ont été invalidées sur la première période, suite à des dysfonctionnements du système de prélèvement du capteur. Le taux de fonctionnement de 75% n'ayant pas été atteint, les résultats d'ozone pour ce site n'ont pas pu être présentés sur cette période.

➤ Résultats de mesure d'ozone du 26 mars au 27 avril



➤ **Résultats de mesure du NO₂ du 29 août au 21 septembre**

Les valeurs mesurées sont comparables sur tous les sites de fond pour l'ensemble des deux périodes. Les courbes soulignent les variations diurnes-nocturnes des concentrations, liées aux processus photochimiques de formation et destruction de l'ozone. La proximité automobile peut influencer sur l'amplitude des variations, par la présence de monoxyde d'azote en excès.

➤ **Statistiques horaires**

O₃ (avril)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Genas
<i>Type de station</i>		<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>
Taux Fonctionnement (%)	96,3	76,1	100	100	99,9
Moyenne (µg.m ⁻³)	46	45	56	41	42
Ecart type (µg.m ⁻³)	26	28	31	25	29
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	105	99	110	96	104
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	47	45	60	41	41
Maximum horaire (µg.m ⁻³)	118	128	136	122	128

O₃ (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Genas
<i>Type de station</i>			<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>
Taux Fonctionnement (%)	97,4	95,1	100	100	100	100
Moyenne (µg.m ⁻³)	37	43	44	45	38	36
Ecart type (µg.m ⁻³)	26	25	25	30	27	27
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	91	90	100	109	94	95
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	40	45	44	49	40	34
Maximum horaire (µg.m ⁻³)	149	134	153	164	140	125

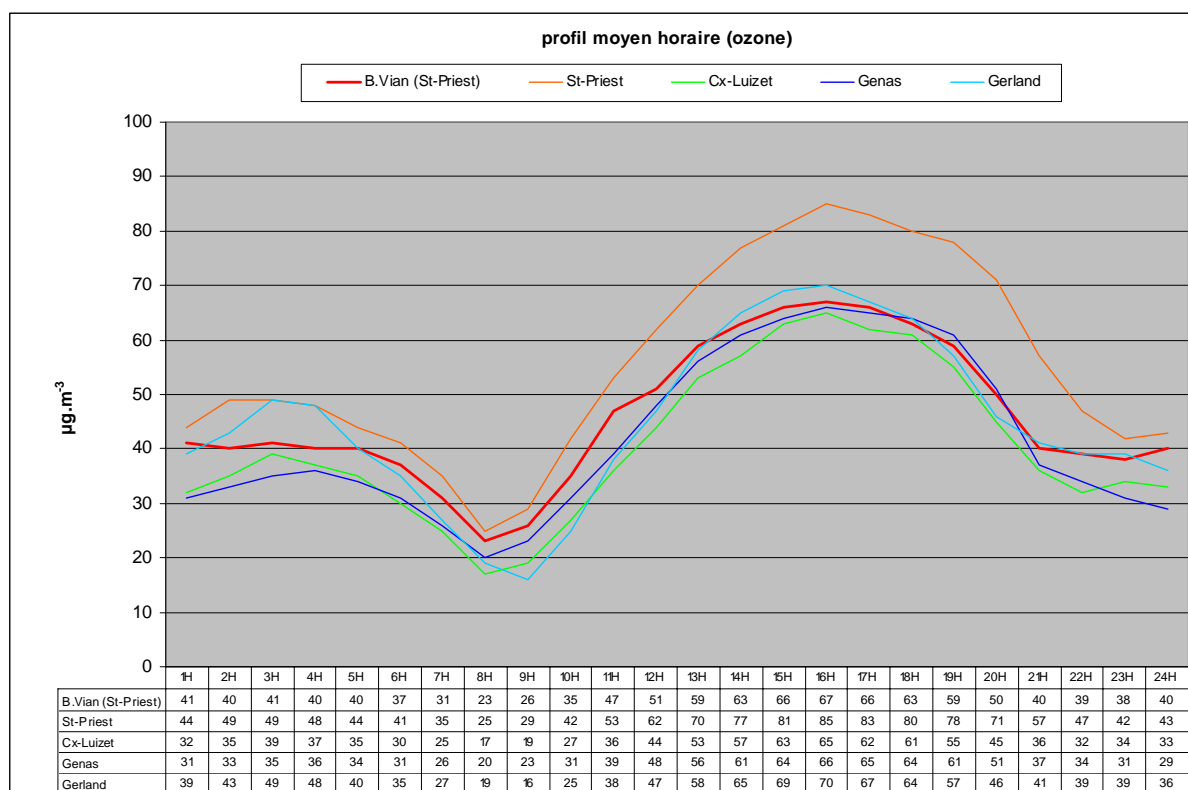
➤ **Statistiques journalières**

O₃ (avril)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Genas
<i>Type de station</i>		<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>
Taux Fonctionnement (%)	79,2	93,9	66,7	100	100
Moyenne (µg.m ⁻³)	19	46	45	56	41
Ecart type (µg.m ⁻³)	16	16	16	16	13
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	70	84	78	75	62
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	15	44	44	57	38
Maximum journalier (µg.m ⁻³)	70	96	78	101	83

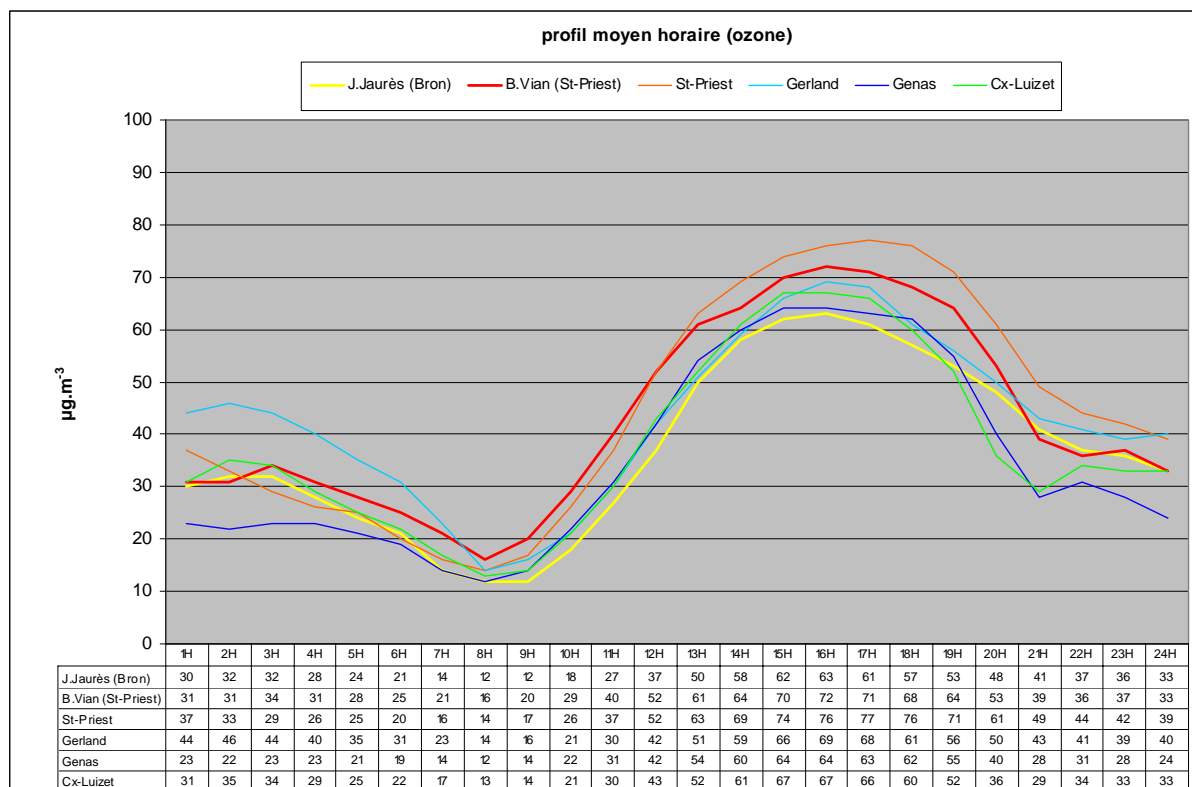
O ₃ (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Genas
Type de station			Urbain	Périurbain	Urbain	Périurbain
Taux Fonctionnement (%)	92	88	100	100	100	100
Moyenne (µg.m ⁻³)	38	42	43	45	38	35
Ecart type (µg.m ⁻³)	14	10	12	13	13	12
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	79	68	72	73	67	63
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	35	42	43	43	36	36
Maximum journalier (µg.m ⁻³)	79	68	72	73	67	63

Très peu de différences sont notables entre tous les sites vis-à-vis des concentrations d'ozone, ce qui est normal en période peu propice à la photochimie.

➤ **Profils moyens horaires**



Profil moyen horaire O₃ calculé à partir des données du 26/03/01 au 27/04/01 (heures locales)



Profil moyen horaire O₃ calculé à partir des données du 29/08/01 au 21/09/01 (heures locales)

Tous les sites de fond présentent le même profil moyen horaire. Le site de "St-Priest" enregistre des valeurs légèrement plus élevées, ce qui peut s'expliquer par sa situation péri-urbaine relativement moins influencée par le trafic (en proximité, le NO est consommateur d'ozone), voire par la présence sur la zone industrielle où il est implanté de sources potentielles de précurseurs d'ozone (COV¹, ...).

➤ **Dépassements de seuils réglementaires**

Aucun dépassement de seuil n'a été enregistré en ozone durant les deux périodes de mesure, vis-à-vis de la réglementation actuelle.

En revanche, certaines valeurs guides (objectifs de qualité) ont été atteintes à plusieurs reprises sur les deux périodes : la moyenne journalière de 65 µg.m⁻³ (pour la protection de la végétation) et la moyenne glissante sur 8 heures² de 110 µg.m⁻³ (pour la protection de la santé humaine). La valeur limite sur 8 heures³ de 120 µg.m⁻³ n'a été dépassée que sur le site de St-Priest, en avril et en septembre (cf. tableaux page suivante).

¹ Composés Organiques Volatils.

² Calculée sur 3 périodes de la journée : 00h-8h ; 08h-16h; 16h-00h (cf. tableaux p.10).

³ Moyenne glissante sur 1 heure; à ne pas dépasser plus de 25 fois par année civile, en moyenne sur 3 ans (cf. tableaux p.12).

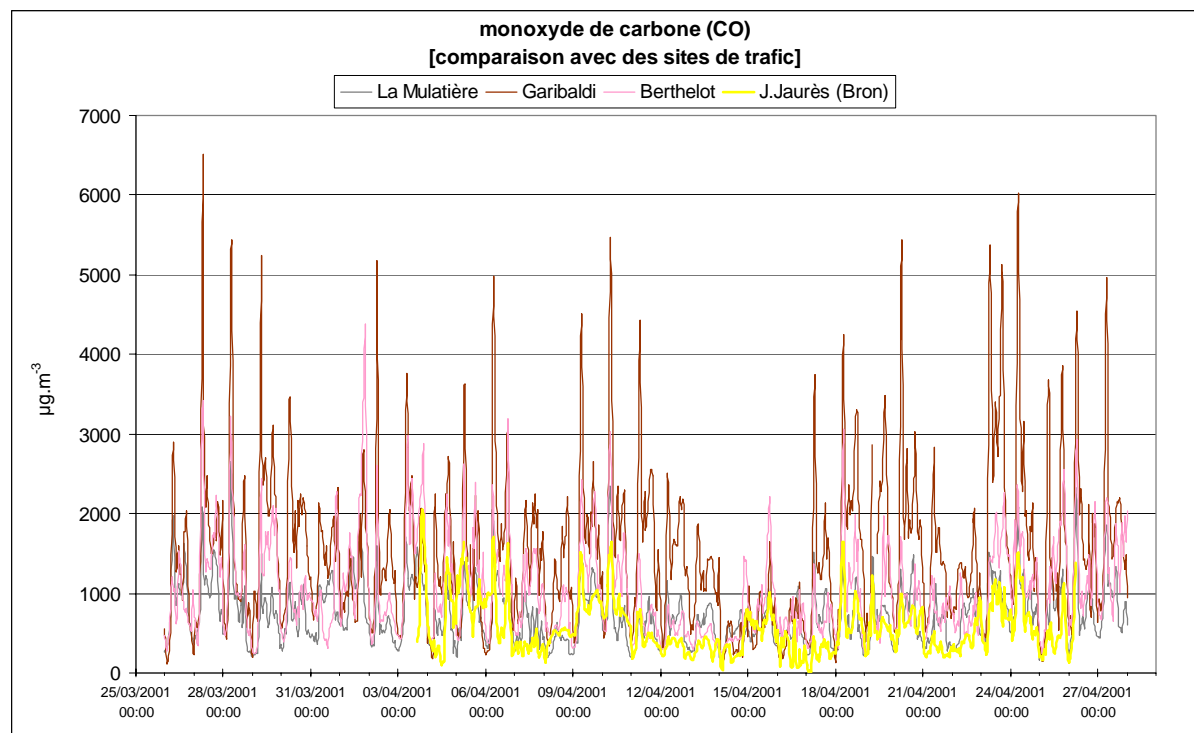
O₃ (avril)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Genas
<i>Type de station</i>		<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>
<i>Seuil d'information et de recommandation :</i> <u>moy. horaire : 180 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0
<i>Seuil d'alerte :</i> <u>moy. horaire : 360 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0
Valeurs guides : <u>moy. journ. : 65 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	2	3	9	1	1
<u>moy. sur 8h : 110 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	1	0	11	0	5
Nb. jours concernés :	1	0	2	0	2
<u>moy. horaire : 200 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0
Normes européennes : <i>Valeur limite</i> <u>moy. sur 8h : 120 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	1	0	0
Nb. jours concernés :	0	0	1	0	0
<i>Seuil d'alerte</i> <u>moy. horaire : 240 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0

O₃ (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Genas
<i>Type de station</i>			<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>
<i>Seuil d'information et de recommandation :</i> <u>moy. horaire : 180 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0	0
<i>Seuil d'alerte :</i> <u>moy. horaire : 360 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0	0
Valeurs guides : <u>moy. journ. : 65 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	1	1	1	2	1	0
<u>moy. sur 8h : 110 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	4	0	3	6	0	0
Nb. jours concernés :	1	0	1	1	0	0
<u>moy. horaire : 200 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0	0
Normes européennes : <i>Valeur limite</i> <u>moy. sur 8h : 120 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	5	0	0
Nb. jours concernés :	0	0	0	1	0	0
<i>Seuil d'alerte</i> <u>moy. horaire : 240 µg.m⁻³</u> Nb. de dépassements :	0	0	0	0	0	0

3.3.3 Le monoxyde de carbone (CO)

Le nombre de capteurs embarqués dans les moyens mobiles est limité d'une part par la place, mais également par la puissance de la climatisation interne qui assure le bon fonctionnement des appareils. Il a donc été décidé pour la première période, d'installer un analyseur de monoxyde de carbone à la place d'un analyseur de poussières (PM₁₀) dans la remorque (site "J.Jaurès"). Ce choix a été notamment inspiré par le fait que cette dernière était plus proche de la circulation, source majoritaire des émissions de CO. Les autres capteurs de COPARLY mesurant le monoxyde de carbone sont d'ailleurs tous situés sur des sites "trafic".

➤ Résultats de mesure de CO du 26 mars au 27 avril



Les niveaux de monoxyde de carbone sur le site "J.Jaurès" sont assez bien corrélés avec ceux du site "La Mulatière", tout en restant largement inférieurs dans l'ensemble. Les taux enregistrés sur les sites "trafic" situés dans le centre urbain sont plus élevés. Ceci peut s'expliquer par le flux plus saccadé de la circulation automobile en centre ville (feux,...), provoquant des changements de régime moteur plus fréquents, et augmentant ainsi les émissions de CO. A noter également que la distance vis-à-vis des sources et la ventilation autour du site de mesure sont des facteurs importants pouvant influencer les mesures de CO.

➤ **Statistiques horaires**

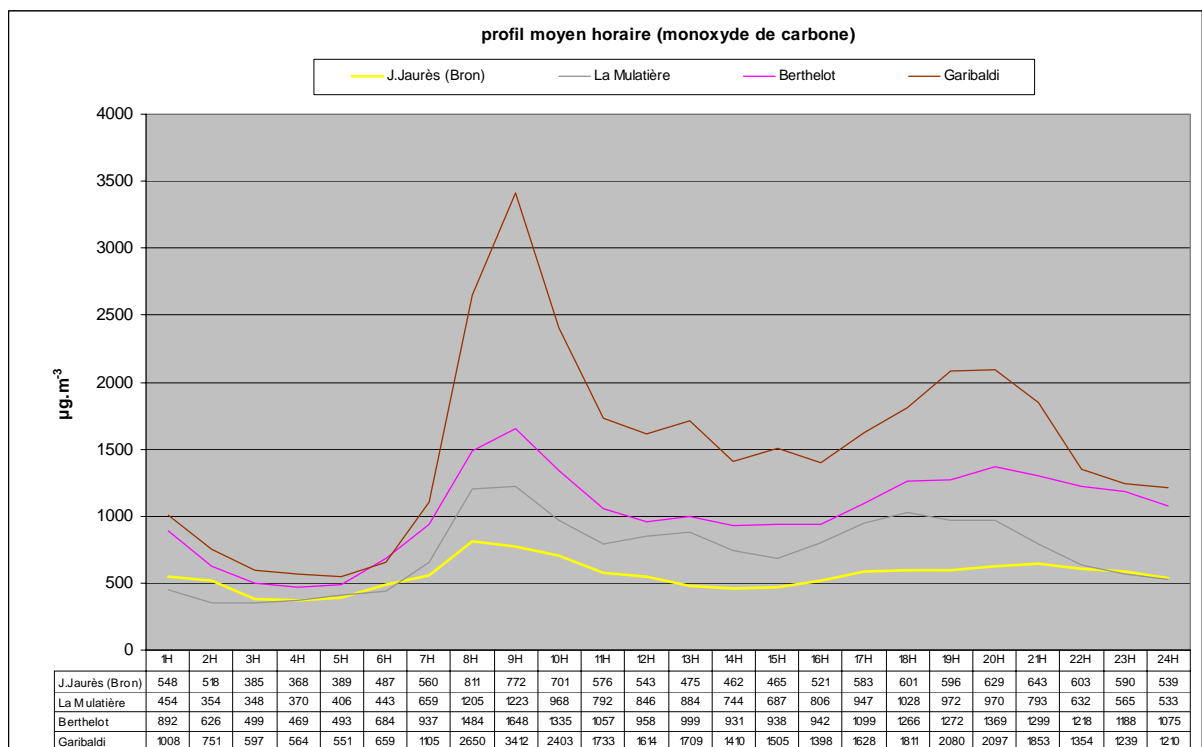
CO (avril)	J.Jaurès (Bron)	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
<i>Type de station</i>		<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	90,3	99,4	99,9	99,9
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	556	1510	1028	735
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	342	995	599	385
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	1521	4498	2577	1701
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	474	1354	901	665
Maximum horaire ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	2059	6499	4346	2623

➤ **Statistiques journalières**

CO (septembre)	J.Jaurès (Bron)	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
<i>Type de station</i>		<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	91,7	100	100	100
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	545	1511	1031	735
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	231	451	331	179
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	982	2083	1627	1041
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	466	1529	1000	704
Maximum journalier ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	982	2522	1639	1057

Les statistiques horaires et journalières confirment le fait que le site "J.Jaurès" n'enregistre pas de concentrations élevées en monoxyde carbone. Les niveaux mesurés sur les autres sites restent tout de même très inférieurs aux objectifs de qualité de l'air fixés au niveau national et européen.

➤ **Profils moyens horaires**



Profil moyen horaire CO calculé à partir des données du 26/03/01 au 27/04/01 (heures locales)

Le profil moyen horaire du monoxyde carbone sur le site "J.Jaurès" présente des valeurs relativement faibles. Il est très peu marqué aux heures d'affluence, contrairement aux autres sites "trafic", y compris "La Mulatière" situé en bordure d'autoroute (A7), ce qui peut être lié à la fluidité ou à l'importance du trafic.

➤ **Dépassements de seuils réglementaires**

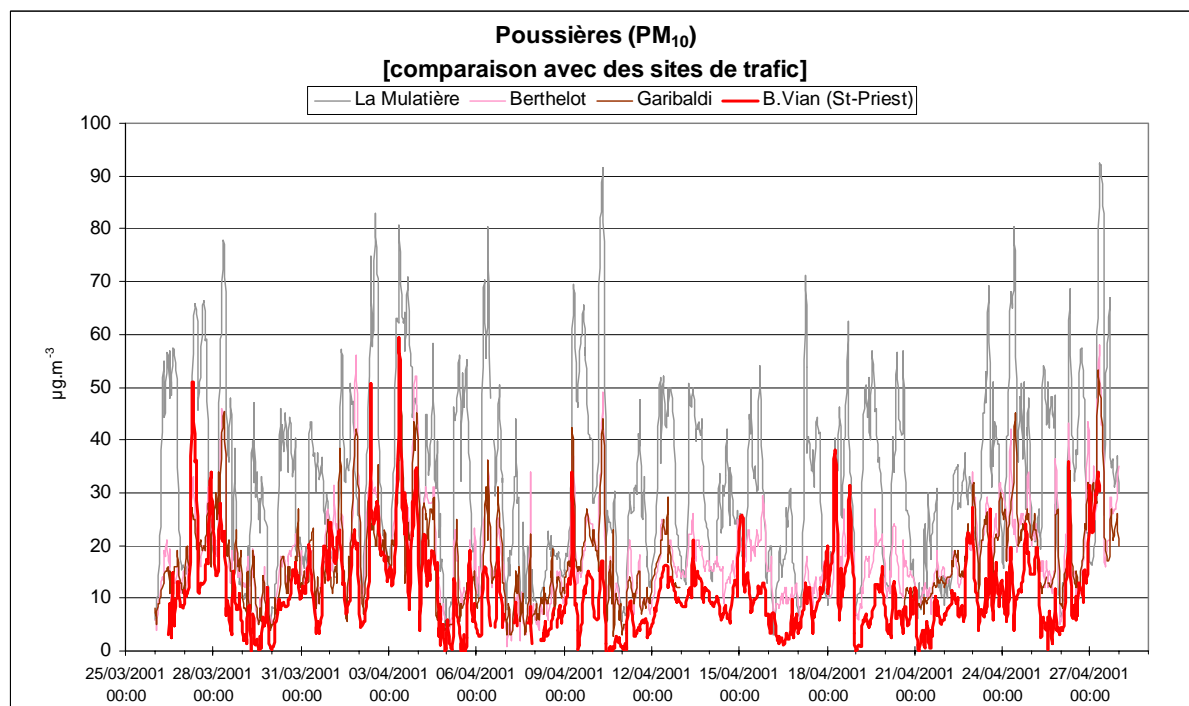
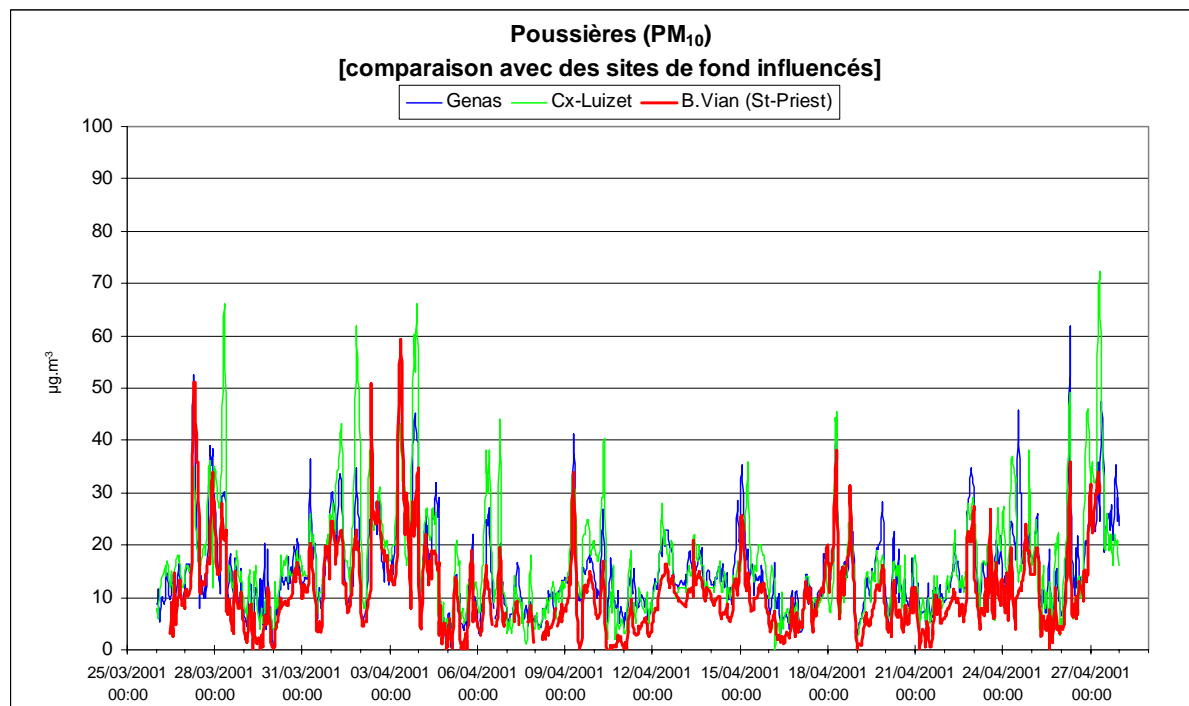
Les niveaux de CO dans l'air ambiant ne sont pas soumis à une réglementation, néanmoins il existe deux valeurs guides pour la moyenne horaire (maximum < 30 000 µg.m⁻³) et la moyenne glissante sur 8 heures (maximum < 10 000 µg.m⁻³). Aucune de ces valeurs n'a été dépassée durant les deux périodes de mesure.

Au vu des résultats pour cette période, et en terme de réglementation nationale et européenne, il a semblé intéressant de suivre plutôt l'évolution des poussières sur les deux sites de mesure pour la deuxième période.

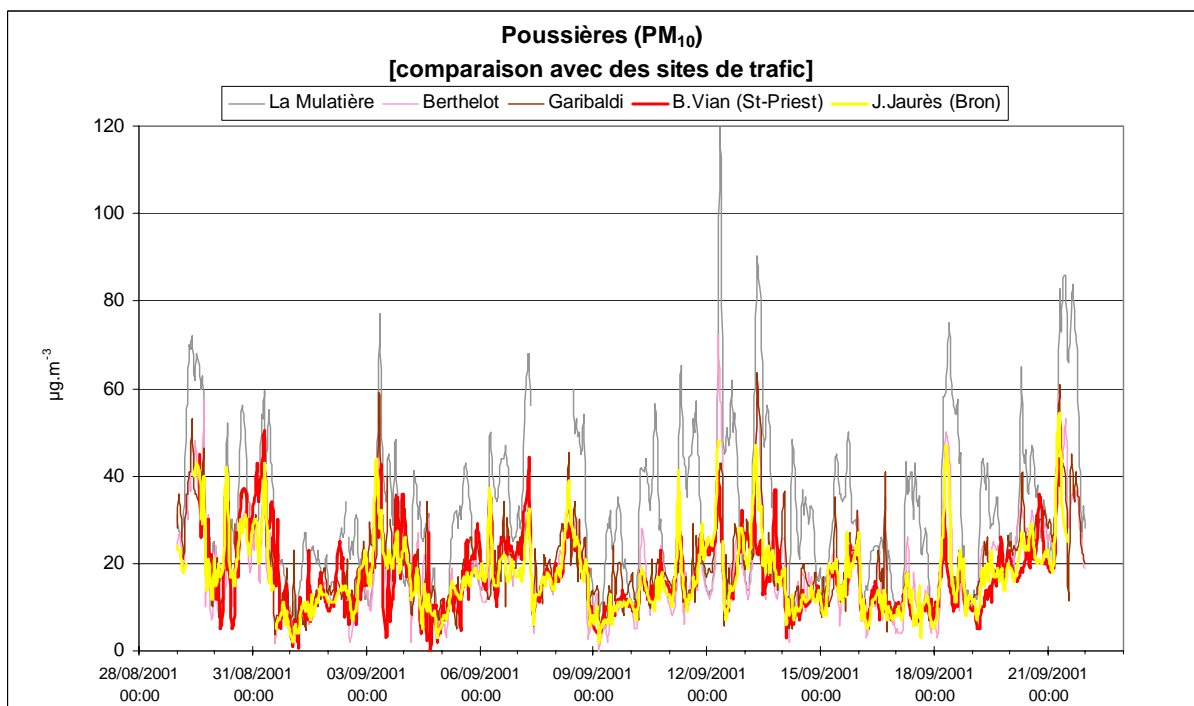
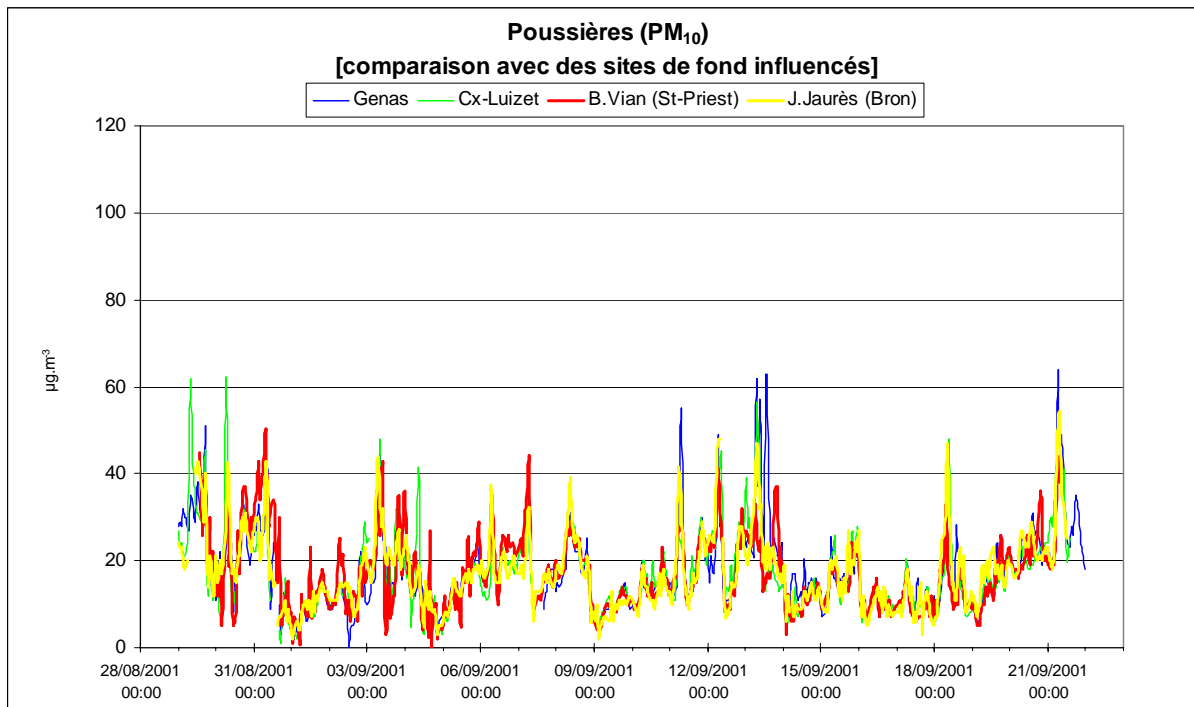
3.3.4 Les particules en suspension (PM₁₀)

Pour des raisons évoquées plus haut (§ 3.3.3), seul le site de "B.Vian" était équipé d'un analyseur de poussières pour la première campagne de mesure. Durant la deuxième période, la mesure a été réalisée sur les deux sites.

➤ Résultats de mesure de poussières (PM₁₀) du 26 mars au 27 avril



➤ Résultats de mesure de poussières (PM₁₀) du 26 mars au 27 avril



En situation de fond, le comportement des poussières (particules en suspension) est généralement lié aux mouvements des masses d'air, avec des concentrations homogènes et des fluctuations globales s'opérant sur de longues périodes (de l'ordre du jour). Ainsi, les concentrations mesurées durant les deux campagnes sont relativement équivalentes sur tous les sites, y compris au centre-ville. Les niveaux peuvent augmenter avec une atmosphère stable, mais ils diminuent rapidement avec le "lessivage" par la pluie (cf. précipitations, § 3.1.3 p.16).

Le site de "La Mulatière", comme pour les oxydes d'azote, enregistre des concentrations en poussières plus importantes que les autres sites. Ceci peut s'expliquer notamment par la proximité du capteur vis-à-vis de la circulation (à 2 m des voies d'autoroute), ainsi que par la fréquence et le type

de véhicules (poids lourds,...). Ce site permet d'ailleurs de mettre en évidence le rôle prépondérant du trafic automobile avec d'une part les émissions directes de particules et d'autre part, la remise en suspension des particules déposées sur la chaussée.

A noter également que le prélèvement de poussières sur le site "Garibaldi" s'effectue sur un autre emplacement que celui des autres capteurs, sur une terrasse dégagée à environ 10 m de hauteur.

➤ Statistiques horaires

PM₁₀ (avril)	B.Vian (St-Priest)	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Muliatière
<i>Type de station</i>		<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	93,9	100	99,9	76,8	99,8	99,9
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	11	16	15	17	18	32
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	8	10	8	9	9	17
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	34	45	39	42	42	72
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	9	14	13	15	16	30
Maximum horaire ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	59	72	62	53	58	93

PM₁₀ (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Muliatière
<i>Type de station</i>			<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	96,9	95	91,7	88,9	93,6	99,7	95,1
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	17	17	17	18	20	18	31
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	9	9	9	10	10	11	18
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	42	39	44	44	45	50	76
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	16	15	15	16	19	16	28
Maximum horaire ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	54	50	62	64	63	72	119

➤ Statistiques journalières

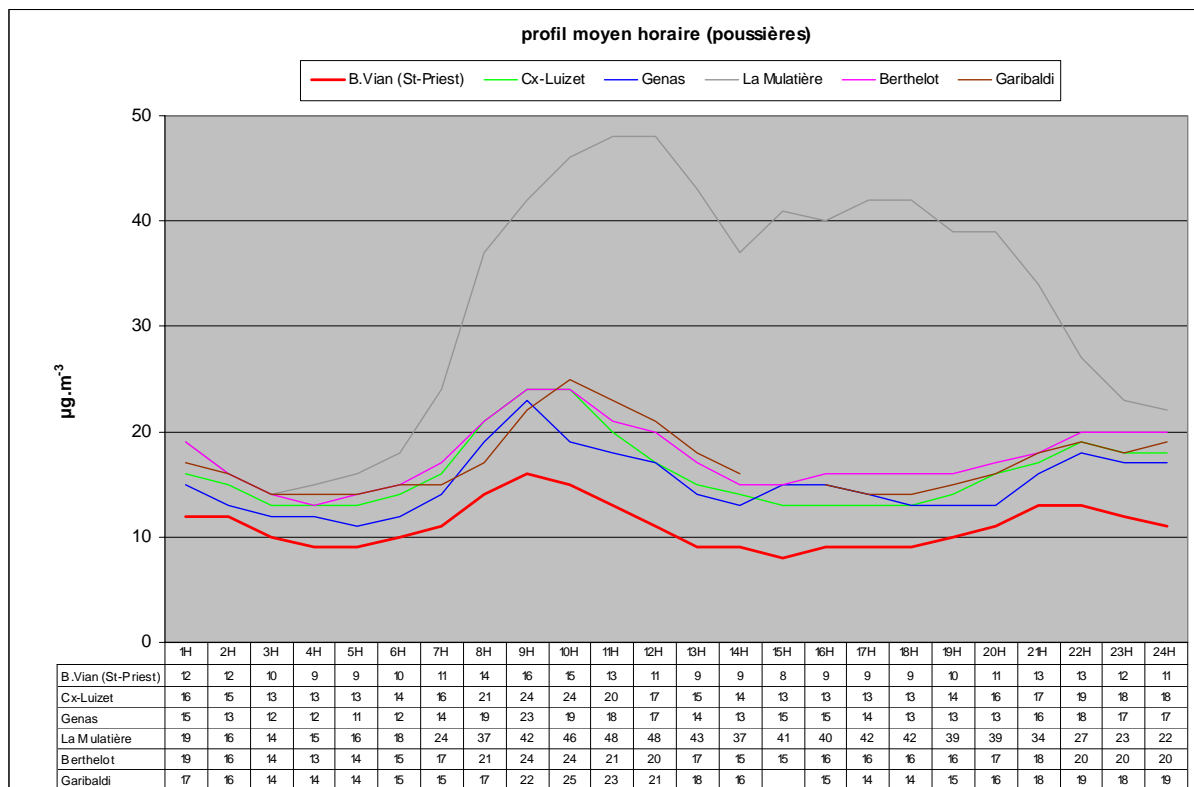
PM₁₀ (avril)	B.Vian (St-Priest)	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Muliatière
<i>Type de station</i>		<i>Urbain</i>	<i>Périurbain</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>	<i>Trafic</i>
Taux Fonctionnement (%)	90,9	100	100	75,8	100	100
Moyenne ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	11	16	15	17	18	32
Ecart type ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	5	7	5	6	6	9
Percentile 98 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	22	31	28	28	30	47
Percentile 50 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	10	16	15	17	17	32
Maximum journalier ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	26	33	30	28	31	52

PM ₁₀ (septembre)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Cx-Luizet	Genas	Garibaldi	Berthelot	La Mulatière
Type de station			Urbain	Périurbain	Trafic	Trafic	Trafic
Taux Fonctionnement (%)	92	88	84	88	92	100	92
Moyenne (µg.m ⁻³)	17	17	17	18	21	18	31
Ecart type (µg.m ⁻³)	5	5	6	6	6	7	9
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	26	25	28	32	34	34	54
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	17	15	16	16	19	18	31
Maximum journalier (µg.m ⁻³)	26	25	28	32	34	34	54

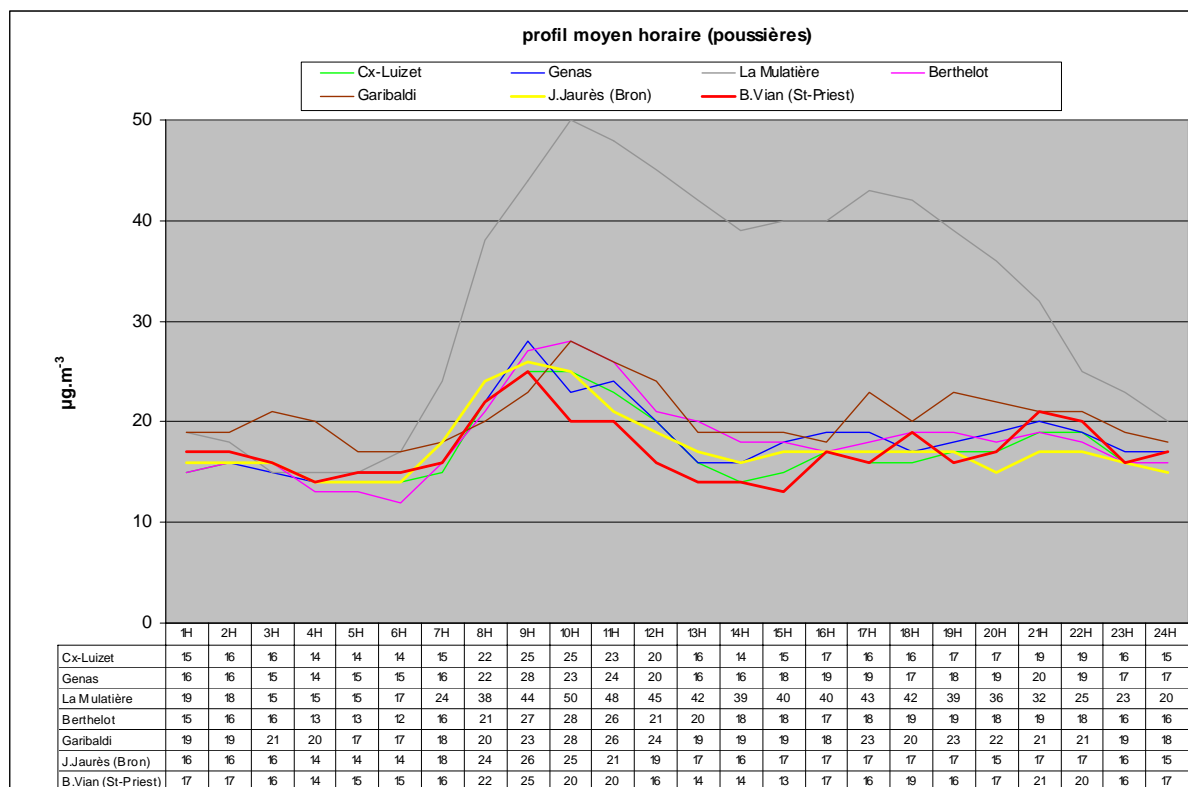
Les statistiques sont homogènes sur tous les sites et sur les deux périodes (à l'exception de "La Mulatière") et tendent à montrer que, pour la pollution de fond sur l'agglomération lyonnaise, la problématique des poussières se situe à une échelle globale plutôt que dans une zone localisée (influence générale de la circulation automobile).

Les taux de particules les plus élevés sont observés sur les sites trafic.

➤ **Profils moyens horaires**



Profil moyen horaire PM₁₀ calculé à partir des données du 26/03/01 au 27/04/01 (heures locales)



Profil moyen horaire PM₁₀ calculé à partir des données du 29/08/01 au 21/09/01 (heures locales)

Concernant le profil moyen horaire des poussières, sur les deux périodes, l'effet du trafic aux heures d'affluence est plus visible le matin qu'en fin d'après-midi. Ceci peut-être lié aux changements de stabilité de l'atmosphère (couche d'inversion, mouvements convectifs,...), plus marqués le matin avec le lever du soleil, que le soir.

Par ailleurs, la différence de comportement entre avril et septembre du profil moyen sur le site péri-urbain "J.Jaurès", met en évidence la variation saisonnière de la composition des particules, avec la présence de particules fines généralement plus importante en été qu'en hiver, participant avec l'ozone aux "smogs" estivaux en situation de mauvaises conditions de dispersion. A noter également que le mois de septembre 2001 a connu un important déficit pluviométrique, ne favorisant pas le lessivage des particules en suspension dans l'atmosphère.

➤ **Dépassements de seuils réglementaires**

Sur l'ensemble des sites, les percentiles calculés sur les deux périodes sont nettement inférieurs aux valeurs limites fixées par la réglementation.

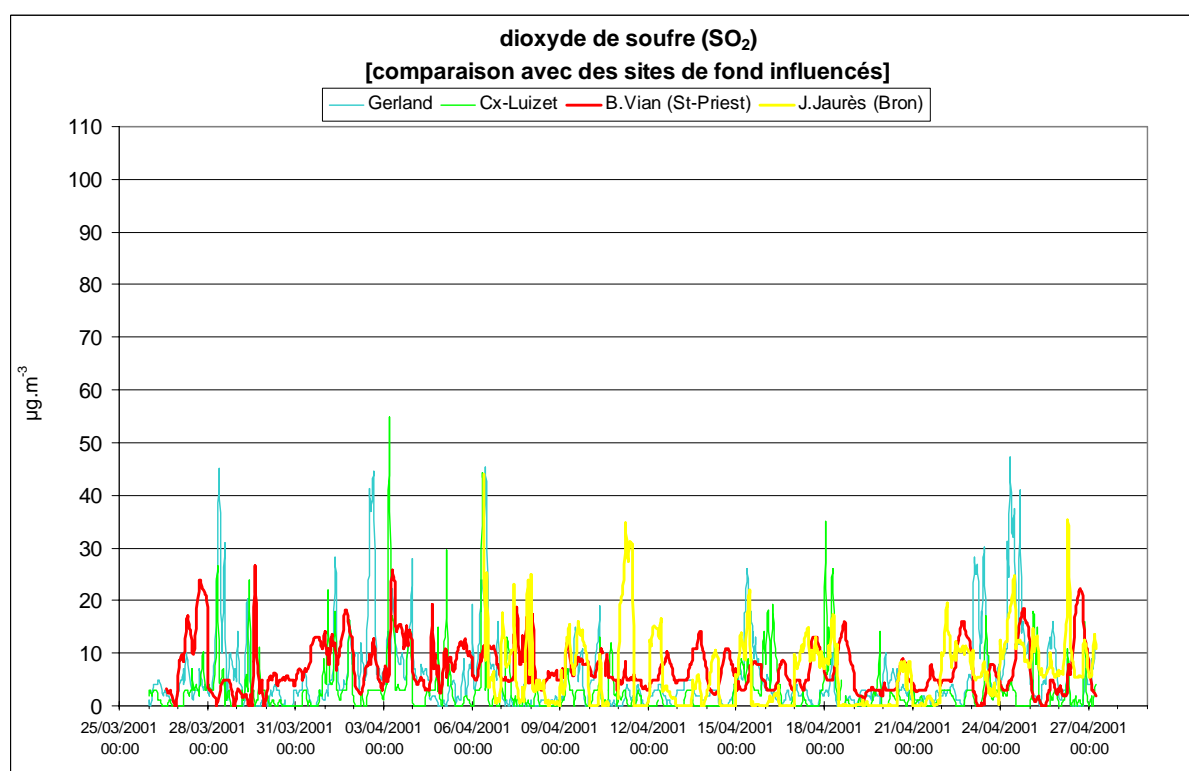
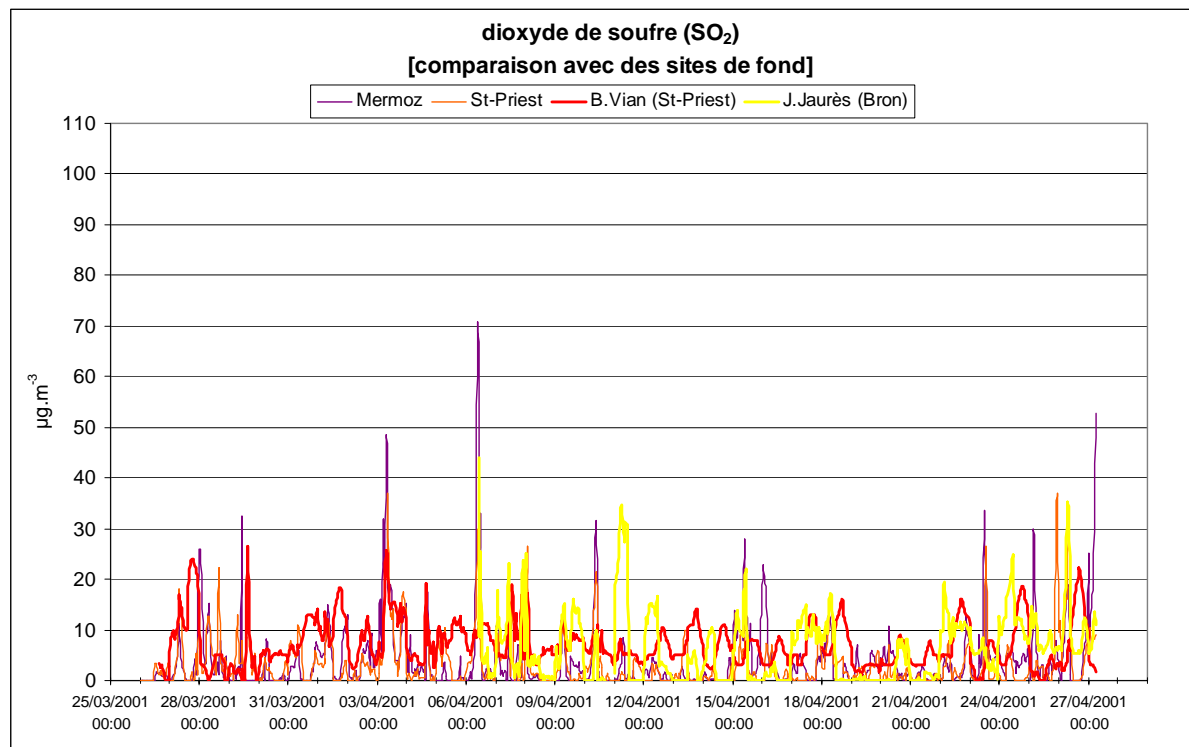
Sur le site de "La Mulatière", la valeur limite journalière¹ de 50 µg.m⁻³ a été dépassée une fois en avril et une fois en septembre, et la moyenne calculée sur les deux périodes se situe dans la limite de la valeur guide pour la moyenne annuelle, fixée à 30 µg.m⁻³.

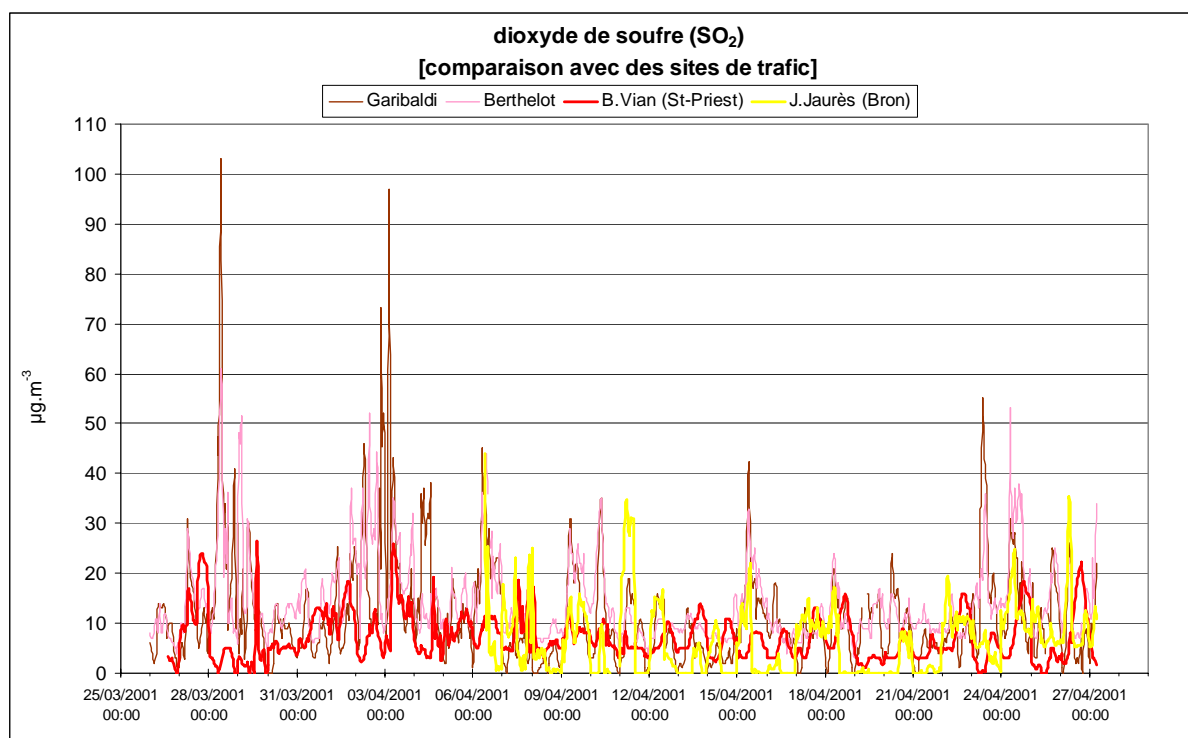
¹ A ne dépasser plus de 35 fois dans l'année.

3.3.5 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Pour le dioxyde de soufre, la comparaison a également été faite avec le site de "Mermoz", situé à la limite de Lyon 8^{ème} et de Bron, relativement proche du site "J.Jaurès" (à 2 km vers l'ouest).

➤ Résultats de mesure de poussières (PM₁₀) du 26 mars au 27 avril





Durant la première période de mesure, les niveaux sont restés faibles sur les deux sites étudiés, ainsi que sur l'ensemble des sites de comparaison. Quelques hausses de concentrations sont enregistrées parfois, mais sur des périodes assez courtes (de l'ordre de l'heure) et de façon relativement localisée, en lien généralement avec des émissions locales (chauffage, ...) plutôt qu'avec des pointes de trafic. Le site de "J.Jaurès" a mesuré quelquefois de légères hausses le matin, dont l'origine pourrait être attribuée à la chaufferie de "Bron-Parilly" en situation de mauvaises conditions de dispersion. Ces hausses sont également observées sur le site de "Mermoz", qui est plus proche et plus au nord de la chaufferie.

Suite à des dysfonctionnements survenus sur les deux sites d'étude avec les analyseurs de dioxyde de soufre pendant la deuxième période, plusieurs mesures ont été invalidées et les résultats ne sont pas présentés (taux de fonctionnement inférieur à 75 %). Néanmoins, les niveaux enregistrés restent très faibles devant les seuils réglementaires et les objectifs de qualité de l'air, comme le montrent les tableaux suivants :

➤ **Statistiques horaires**

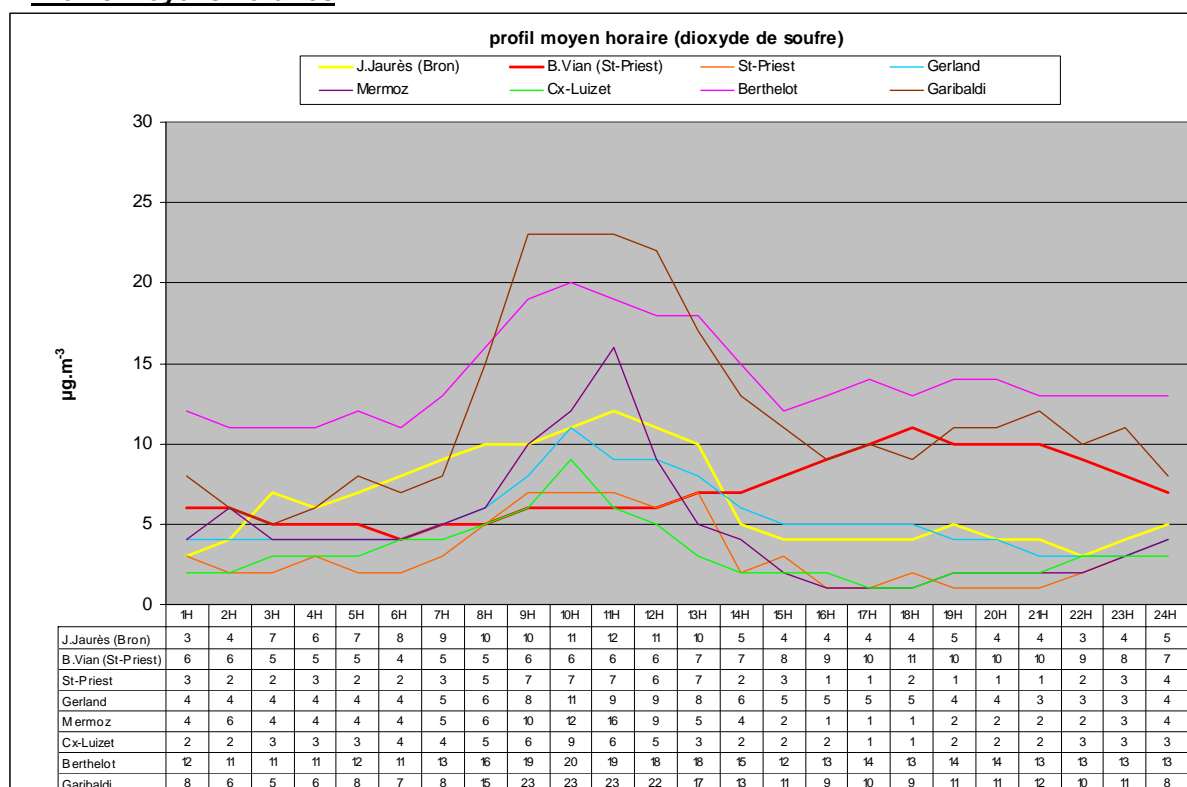
SO ₂ (avril)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Garibaldi	Berthelot	Mermoz
Type de station			Urbain	Urbain	Périurbain	Trafic	Trafic	Trafic
Taux Fonctionnement (%)	82,8	96,1	99,6	100	99,8	99,1	99,9	99,2
Moyenne (µg.m ⁻³)	6	7	5	3	3	12	14	5
Ecart type (µg.m ⁻³)	7	5	8	6	8	12	8	14
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	28	20	30	18	20	45	37	32
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	5	6	3	1	1	9	11	2
Maximum horaire (µg.m ⁻³)	44	27	47	37	55	103	61	70

➤ **Statistiques journalières**

SO ₂ (avril)	J.Jaurès (Bron)	B.Vian (St-Priest)	Gerland	St-Priest	Cx-Luizet	Garibaldi	Berthelot	Mermoz
Type de station			Urbain	Urbain	Périurbain	Trafic	Trafic	Trafic
Taux Fonctionnement (%)	79,2	93,9	100	100	100	100	100	100
Moyenne (µg.m ⁻³)	6	7	5	3	3	12	14	5
Ecart type (µg.m ⁻³)	4	3	5	2	3	7	5	6
Percentile 98 (µg.m ⁻³)	13	13	15	9	9	24	24	14
Percentile 50 (µg.m ⁻³)	6	6	3	3	2	10	12	3
Maximum journalier (µg.m ⁻³)	13	15	17	11	18	29	25	36

Toutes les valeurs statistiques sont nettement inférieures aux valeurs limites ainsi qu'aux valeurs guides fixées au niveau national et européen.

➤ **Profils moyens horaires**



Profil moyen horaire SO₂ calculé à partir des données du 26/03/01 au 27/04/01 (heures locales)

Les profils moyens horaires présentent des valeurs basses sur l'ensemble de la période, et montrent que les hausses ont lieu principalement le matin, en lien avec les brassages atmosphériques pouvant avoir lieu durant ces heures (couche d'inversion, ...).

Le profil sur le site de "B.Vian" est un peu différent, avec des concentrations dans l'ensemble plus élevées l'après-midi que le matin. L'origine de cette très légère hausse n'a pas été déterminée (émission locale ?), mais les niveaux observés sont extrêmement faibles et ne nécessitent pas a priori qu'une étude plus poussée soit engagée.

➤ **Dépassements de seuils réglementaires**

Aucun dépassement de seuil n'a été enregistré en dioxyde de soufre durant la première période de mesure, vis-à-vis de la réglementation actuelle.

3.4 Synthèse des polluants

Pour les deux périodes de mesure, et sur l'ensemble des polluants prospectés, les deux sites temporaires de mesure implantés dans le collège "Boris Vian" (Saint Priest) et dans l'école maternelle "Jean Jaurès" (Bron), ont montré un comportement similaire aux sites de fond du centre-ville et n'ont pas observé de concentrations anormalement élevées.

Certaines valeurs guides (objectifs de qualité de l'air) pour l'ozone ont été dépassées sur les deux sites étudiés, dépassements également observés sur d'autres sites de l'agglomération, mais aucun seuil d'information ou valeur limite vis-à-vis des réglementations nationale et européenne n'a été atteint sur l'ensemble des sites (moyens mobiles et réseau fixe de COPARLY).

Les niveaux mesurés en polluants primaires issus majoritairement du trafic automobile (oxydes d'azote) sont globalement équivalents aux niveaux de fond observés au centre-ville, ce qui était prévisible sur le site de l'école "Jean Jaurès" et moins attendu sur le site du collège "Boris Vian".

Concernant les particules (poussières PM_{10}), les valeurs enregistrées sont homogènes sur l'ensemble de l'agglomération (niveau de fond urbain), en lien principalement avec le tissu du réseau routier plutôt qu'avec des émissions ponctuelles localisées.

Il est à noter que les deux périodes de mesures n'ont pas connu de situation météorologique réellement défavorable à la dispersion des polluants, ni une activité photochimique importante. En cas de hausse significative des niveaux généralisée sur l'agglomération lyonnaise, il est plus que probable que des concentrations plus importantes seraient observées sur les deux zones étudiées, avec des niveaux pouvant atteindre, voire dépasser, les seuils réglementaires.

CONCLUSION

Cette campagne de mesure a permis d'étudier les niveaux de pollution sur deux sites résidentiels potentiellement influencés par la proximité du trafic autoroutier, en les comparant aux niveaux moyens d'exposition de la population d'une part (niveaux de fond), et aux concentrations enregistrées à proximité du trafic d'autre part.

Sur le premier emplacement situé sur le parking du C.E.S. Boris Vian (St-Priest), à environ 450 m du contournement est de l'agglomération lyonnaise (Rocade Est) et à 700 m de l'autoroute A43, les conditions de dispersion sont quelque peu affaiblies par le bâti de l'école, mais comparables dans l'ensemble aux données de Météo-France enregistrées sur l'aérodrome de Lyon-Bron.

Sur le deuxième site, dans l'enceinte de l'école maternelle Jean Jaurès, à 50 m au nord de l'A43, les murs anti-bruit bordant la circulation (env. 3 m de haut) et les barres d'immeubles (env. 10 étages) situées après l'autoroute, affaiblissent considérablement les vents provenant du sud.

Les deux périodes choisies, du 26 mars au 27 avril, et du 28 août au 21 septembre, ont été relativement similaires en terme de qualité de l'air (globalement bonne, sans épisode marqué de pollution), avec des températures légèrement plus importantes en septembre, et également durant cette période un déficit pluviométrique par rapport aux normales saisonnières.

Sur les deux sites étudiés, les niveaux en monoxyde d'azote (NO) et dioxyde d'azote (NO₂), polluants majoritairement liés au trafic automobile, ont été équivalents aux niveaux de fond urbain sur les deux périodes, et sont restés inférieurs à ceux enregistrés sur des sites "trafic", même en situation de circulation difficile. Les concentrations mesurées sur le site "J.Jaurès" sont légèrement plus élevées que sur le site "B.Vian", ce qui s'explique par la proximité du trafic et la densité de bâti plus importante sur le premier emplacement, mais elles sont toujours nettement inférieures à celles enregistrées sur le site de surveillance autoroutière "La Mulatière".

Aucun dépassement de seuil réglementaire n'a été constaté mais, compte tenu des niveaux légèrement plus élevés à proximité du trafic, il conviendra d'étudier plus précisément les concentrations en BTX¹. A ce titre, une campagne de mesure avec des tubes passifs a été réalisée par COPARLY et ASCOPARG² en hiver 2002, pour établir des cartographies en dioxyde d'azote et en benzène à l'échelle des départements du Rhône et de l'Isère. Le rapport de cette étude sera disponible d'ici la fin 2002.

Le monoxyde de carbone (CO), également émis en majorité par le trafic, a été étudié sur la première période de mesure et sur le site "J.Jaurès", le plus proche des voies de circulation. Les résultats ont montré des valeurs faibles et bien inférieures à celles mesurées sur les sites "trafic" du centre urbain, où l'alternance de régime moteur est plus fréquente que sur les axes autoroutiers.

Concernant les poussières (PM₁₀), les niveaux sont relativement homogènes sur tous les sites de mesure, et les deux sites étudiés n'ont pas présenté de concentrations anormalement élevées. Au cours de cette étude, aucune norme réglementaire n'a été dépassée, mis à part une valeur limite sur le site "La Mulatière".

Le dioxyde de soufre, bien que peu concerné par les émissions du trafic, a été étudié sur la première période de la campagne. Les résultats ont présenté des valeurs faibles sur l'ensemble de la période, avec de très légères hausses certaines heures attribuées à des émissions industrielles locales, en lien avec de mauvaises conditions de dispersion atmosphérique.

¹ Benzène, Toluène, Xylènes

² Association pour le Contrôle et la Préservation de l'Air en Région Grenobloise.

Enfin, l'étude de l'ozone, polluant secondaire, n'a pas fourni d'informations complémentaires pertinentes pour les deux périodes, peu propices en 2001 à la pollution photochimique. Des valeurs guides pour la protection de la végétation et pour la santé humaine ont été atteintes à Saint-Priest et à Bron comme sur pratiquement tous les sites du réseau COPARLY, mais aucun seuil réglementaire n'a été dépassé.

Pour les deux groupes scolaires étudiés, cette étude a montré que l'influence du trafic autoroutier sur les zones limitrophes était limitée, mais que les concentrations mesurées étaient semblables à celles observées en centre-ville. Les facteurs prépondérants de cette limitation sont la distance vis-à-vis des sources et les infrastructures faisant obstacle aux transports des polluants. En revanche, l'occurrence possible d'épisodes de pollution (hivernal ou estival) aboutirait certainement à des dépassements de seuils réglementaires sur ces sites, comme sur d'autres zones de l'agglomération.

Par ailleurs, concernant la pollution "chronique", le bilan 2001 de la qualité de l'air a mis en évidence une augmentation notable de la pollution automobile à l'est de l'agglomération, qui fait l'objet d'une surveillance pérenne par le dispositif de COPARLY.