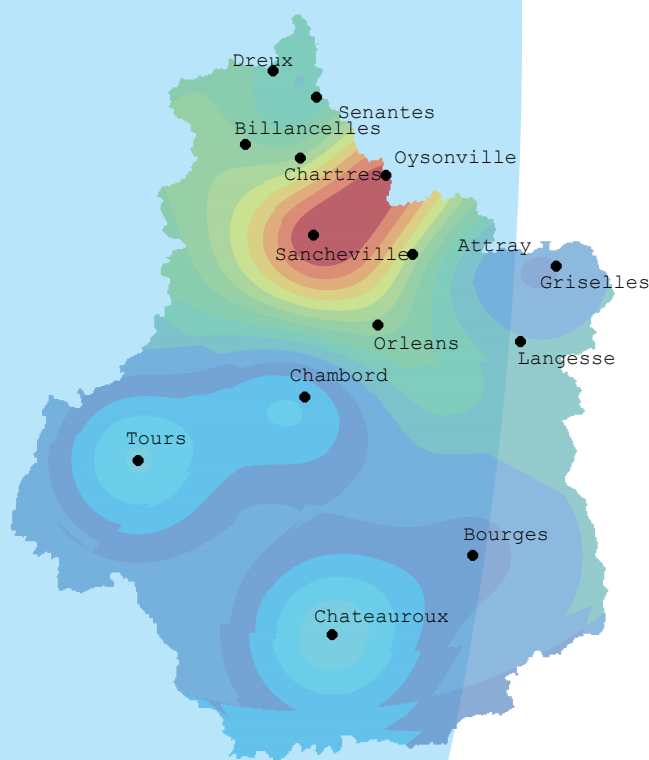
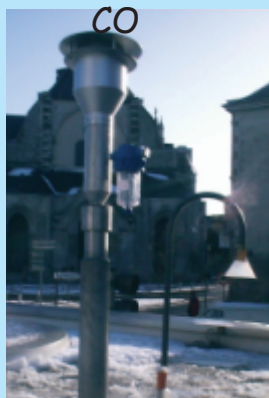


La qualité de l'Air en région Centre

Rapport d'activités 2001

sensibilisation
normes
radioactivité
Inventaire
indice Atmo
SO₂
Métaux toxiques
O₃
HAP
Pesticides
alerte
odeurs
NOx
CO



SOMMAIRE

Généralités

I. L'association	1
I.1 Les représentants de Lig'Air.....	1
I.2 Le conseil scientifique de Lig'Air.....	2
I.3 Le financement.....	3
II. La surveillance de la qualité de l'air sur la région centre	4
II.1 Les polluants surveillés.....	4
II.2 Les stations de mesures.....	4
III. Information et diffusion des résultats	7
III.1 L'indice Atmo.....	7
III.2 Le site internet.....	7
III.3 Les autres moyens de communication utilisés par Lig'Air.....	8

Bilan des mesures

I. Indice Atmo	9
I.1 Bilan 2001.....	9
I.2 Responsabilité des polluants dans l'indice Atmo.....	9
II. Evolution des polluants et situations par rapport aux normes	10
II.1 Les oxydes d'azote.....	10
II.2 Le dioxyde de soufre.....	13
II.3 Les particules en suspension.....	14
II.4 Le monoxyde de carbone.....	15
II.5 L'ozone.....	16
II.6 La radioactivité.....	20
III. Conclusion et bilan 2001	21

Etudes

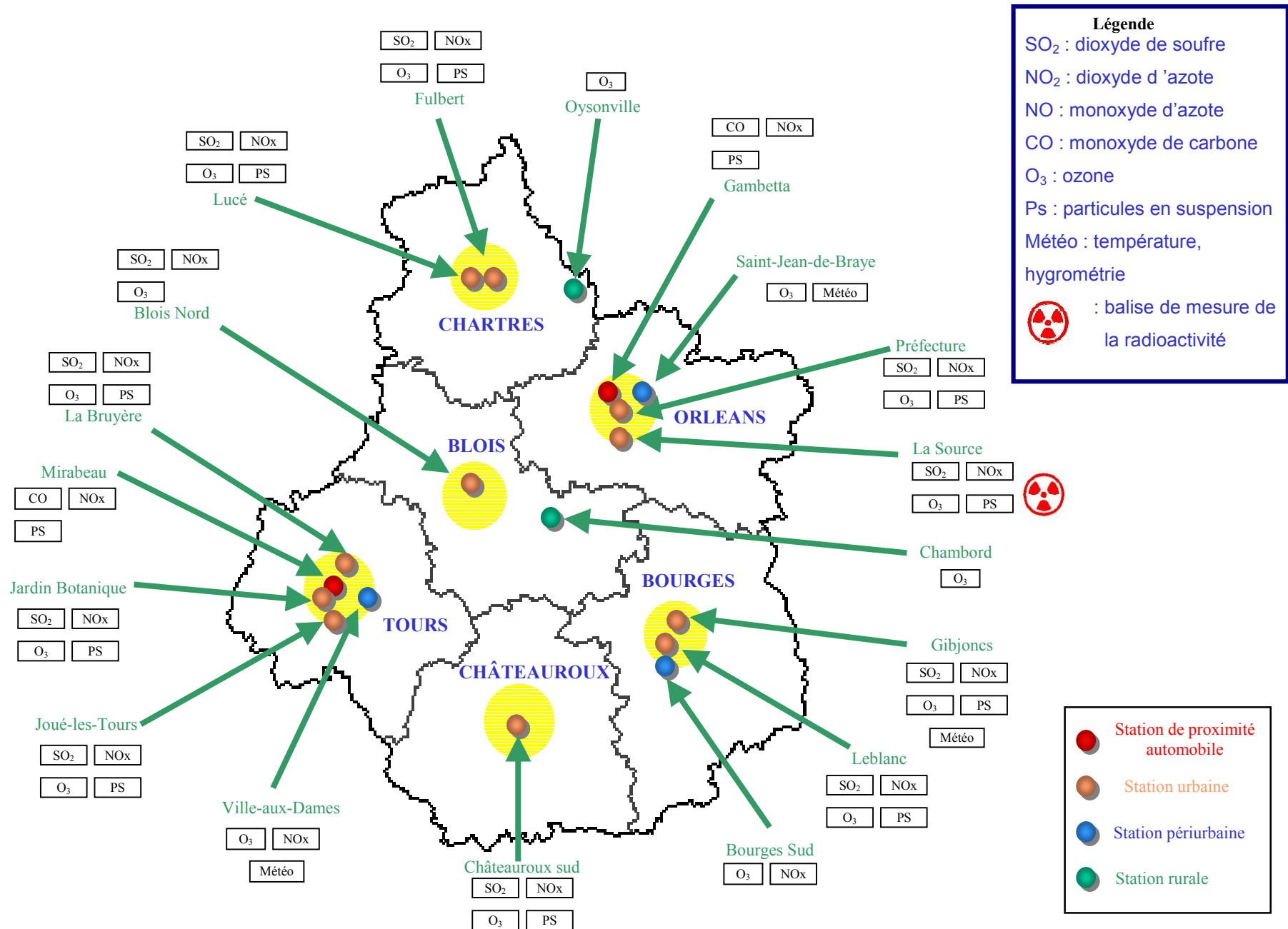
I. L'extension du réseau de surveillance	22
II. Les métaux toxiques	25
III. Zones industrielles et nuisances olfactives	32
IV. Répartitions spatiales du dioxydes d'azote et des BTEX sur Bourges et Orléans	38
V. Campagne interrégionale : ozone	43
VI. Les pesticides	47
VII. Inventaire des émissions polluantes	53
VIII. Prévion des pics de l'ozone : Neurozone	59
IX. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération d'Orléans	61

Conclusions et Perspectives	64
--	-----------

Lexique	67
----------------------	-----------

Annexes	69
----------------------	-----------

Cartographie des stations de mesure sur la région Centre gérées par Lig'Air



I. L'association



Lig'Air est une association régionale régie par la loi de juillet 1901, créée fin novembre 1996 pour assurer la surveillance de la qualité de l'air en région Centre, dans le cadre de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE), adoptée le 30 décembre 1996.

Lig'Air est agréée par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. A ce titre, elle est membre du réseau national "Atmo" constitué des 40 réseaux de surveillance de la qualité de l'air (Annexe 1).



Le domaine d'intervention de Lig'Air, couvre les six départements de la région Centre (Cher, Eure-et-Loir, Indre, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loiret). Elle a la charge de surveiller la qualité de l'air mais aussi la diffusion des résultats et l'information du public.

I.1 Les représentants de Lig'Air

L'association est présidée par Monsieur Serge LEPELTIER en sa qualité de Sénateur du Cher et Maire de Bourges.

Lig'Air regroupe quatre collèges réunissant les différents organismes impliqués dans les problèmes de la pollution de l'air :

- Etat et établissements publics
- Collectivités territoriales ou leur groupement
- Industriels et organismes représentatifs des activités économiques
- Organismes qualifiés et associations

Au **31 décembre 2001**, les quatre collèges de Lig'Air étaient constitués par :
(les nouveaux adhérents sont en gras)

- l'Etat et les établissements publics :

Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE)
Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)
Direction Régionale de l'Environnement (DIREN)
Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS)
Direction Régionale de l'Agriculteur et de la Forêt (DRAF)
Météo-France

- les industriels concernés par la qualité de l'air :

Arcante (Blois) ORVADE (Saran)
Blois Quebecor (Blois) PAULSTRA (Châteaudun)
Ciments Calcia (Château-la-Vallière et Beffes) Sanofi-Synthelabo (Montargis)
CEA (Monts) SEMTAO (Saint-Jean-de-Braye)
Cofathec Services (St-Cyr-sur-Loire) Seyfert Descartes (Descartes)
Groupe Dalkia (Bourges, Orléans, Fleury-les-Aubrais) Société Vermandoise Industries (Pithiviers-le-Vieil)
Groupe Dalkia (Chartres, Bourges, Tours et Joué-lès-Tours) **SIDESUP (Engenville)**
ESYS (St Avertin et Joué-lès-Tours) SODC (Orléans)
FG3E (Paris) Sucrerie de Toury (Toury)
Gaz de France (Roussines, St-Maur, Méry-sur-Cher, Chémery, Céré-la-Ronde) Sucrerie d'Artenay (Artenay)
Hutchinson (Châlette-sur-Loing) **SUPERTAPE France** (Maintenon)

- les organismes qualifiés et les associations :

Nature Centre
Laboratoire de Touraine - Etienne CARRE
UFC (Union Fédérale des Consommateurs)
UDAF (Union Départementale des Associations Familiales)
OPRI (Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants)
CNRS (Centre National de Recherche Scientifique) - Professeur Georges LEBRAS
ORS (Observatoire Régional de la Santé) - Docteur Muriel BOIN
Réseau de prévention des maladies respiratoires - Docteur Patrice DIOT

- les collectivités territoriales ou leur groupement :

Communauté de l'Agglomération Orléanaise (CAO)
Conseil Régional du Centre
Conseil Général du Cher
Conseil Général de l'Indre-et-Loire
Conseil Général du Loiret
Conseil Général du Loir-et-Cher
Communauté de communes de l'agglomération chartraine
Ville de Bourges
Communauté de communes de l'agglomération castelroussine
Ville de Blois
Ville de Sully-sur-Loire
TOUR(S)PLUS (comité de la structure d'agglomération de Tours)

Le conseil d'administration

Il est constitué de 16 représentants :

Jusqu'au 29 juin 2001

- Président :

Monsieur SUEUR

(Président de la Communauté de l'Agglomération Orléanaise [CAO])

- Vice-présidents :

Monsieur NOTTIN (FG3E)

Madame FERRISSE (TOUR(S)PLUS)

- Trésorier :

Monsieur VAZELLE (Société MICHELIN)

- Trésorier adjoint :

Monsieur DURAND (Nature Centre)

- Secrétaire :

Monsieur DUMOLARD (DRIRE centre)

- Secrétaire adjoint :

Monsieur BOUDARD (ADEME)

- Administrateurs :

Monsieur AUBRUN (Ville de Bourges)

Monsieur KHAIRALLAH (UFC)

Monsieur KIRGO (UDAF)

Monsieur LAGAUTERIE (DIREN)

Monsieur LEMAIRE (Ville de Blois)

Monsieur LORENZINI (Ciments CALCIA)

Monsieur PAULAT (OPRI)

Monsieur SCHOCH (DRASS)

Monsieur TASSEL (DALKIA)

A partir du 29 juin 2001

- Président :

Monsieur LEPELTIER

(Sénateur du Cher - Maire de Bourges)

- Vice-présidents :

Monsieur NOTTIN (FG3E)

Madame FERRISSE (TOUR(S)PLUS)

- Trésorier :

Monsieur VAZELLE (Société MICHELIN)

- Trésorier adjoint :

Monsieur DURAND (Nature Centre)

- Secrétaire :

Monsieur DUMOLARD (DRIRE centre)

- Secrétaire adjoint :

Monsieur BOUDARD (ADEME)

- Administrateurs :

Monsieur KHAIRALLAH (UFC)

Monsieur KIRGO (UDAF)

Monsieur LAGAUTERIE (DIREN)

Monsieur LORENZINI (Ciments CALCIA)

Monsieur PAULAT (OPRI)

Madame REINEAU (Ville de Blois)

Monsieur SAURY (CAO)

Monsieur SCHOCH (DRASS)

Monsieur TASSEL (DALKIA)

I.2 Le conseil scientifique de Lig'Air

Les différentes orientations scientifiques de Lig'Air sont maintenant discutées au sein du conseil scientifique de Lig'Air.

Ce conseil a été créé au cours de l'année 1999 et il est constitué par des personnes exerçant des fonctions dans le domaine de la pollution atmosphérique, des maladies respiratoires, de la médecine générale et de la météorologie.

Ses membres sont :

Monsieur LEBRAS, Chercheur au CNRS

Monsieur LAVERDET, Chercheur au CNRS

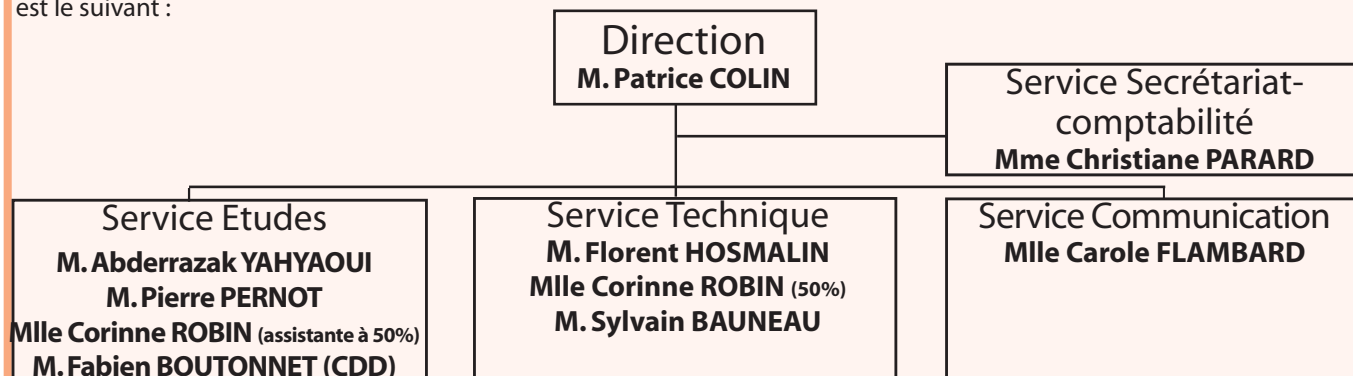
Monsieur DIOT, Docteur service pneumologie au CHU Bretonneau

Madame BOIN, Docteur à l'Observatoire Régional de la Santé

Monsieur RAYNAUD, Ingénieur des Travaux de la Météorologie à Météo-France.

Le personnel de Lig'Air

A la fin de l'année 2001, l'équipe de Lig'Air était constituée de 8 personnes en CDI et une personne en CDD. Le personnel est le suivant :



En l'an 2002, l'équipe sera renforcée par l'embauche d'un technicien et d'un ingénieur études.

I.3 Le financement

En 2001, le budget, hors amortissement, s'élevait à 6 104 714 F (930 658 Euros) dont 3 850 714 F (587 038 Euros) en charges de fonctionnement et 2 254 000 F (343 620 Euros) en dépenses d'équipement.

Les charges de fonctionnement sont en nette hausse cette année : + 50,9 % par rapport à l'année précédente. Elles correspondent à l'augmentation d'activités et au développement de l'association. Ce développement est régulier depuis la création de l'association à la fin de l'année 1996. Il devrait connaître un ralentissement dans 3 ans au regard des objectifs fixés dans notre projet d'extension de Lig'Air.

L'extension du réseau de surveillance qui a atteint 18 stations en 2001, se ressent dans les charges externes et les achats. De plus, la surveillance de polluants nécessitant des analyses en différé tels que les métaux lourds, le benzène et les pesticides augmente les charges de manière sensible. L'accroissement d'activités a nécessité l'embauche de 4 personnes dans les secteurs technique, études et communication depuis novembre 2000.

Les coûts de fonctionnement ont été principalement financés par les dons des industriels (1 625 330 F soit 44,3 %) et par les subventions de l'Etat (1 199 352 F soit 27 %). La part des collectivités s'élevait à 846 000 F (soit 23,1%).

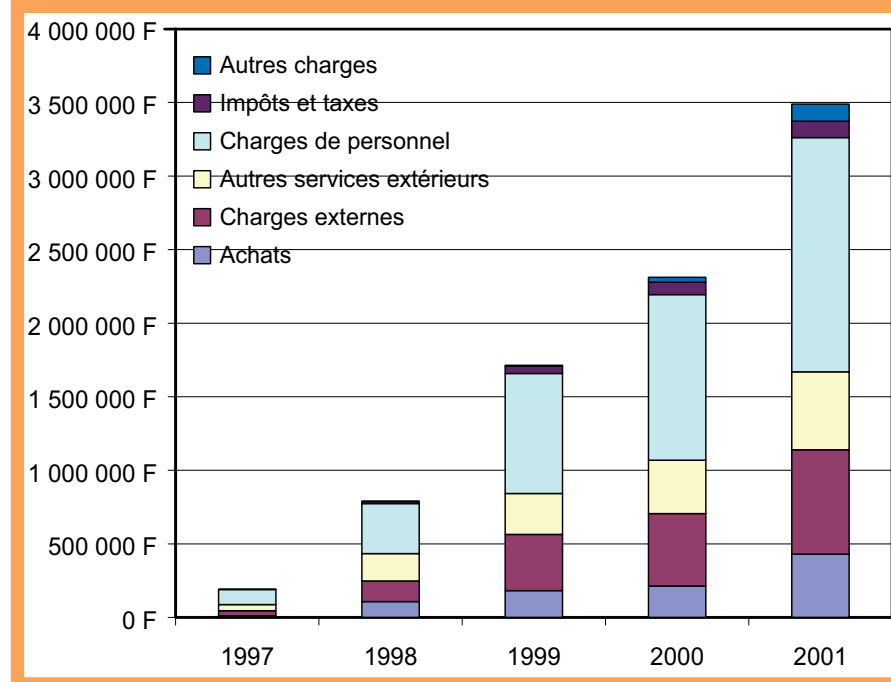
L'année 2001 a été marquée par une forte augmentation de la part de l'Etat (1 199 352 F en 2001 contre 668 054 F en 2000) dans le financement du fonctionnement de Lig'Air. La situation en 2000 était exceptionnelle (report d'une partie des subventions de l'année

précédente). Cette augmentation en 2001 traduit un retour à la normale.

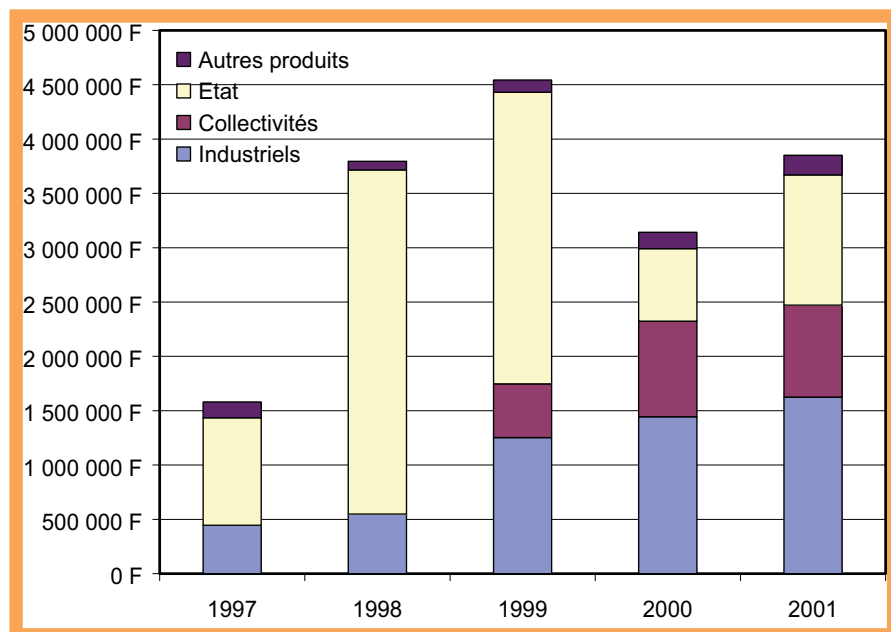
La part des industriels a sensiblement augmenté (+ 12,5 %) car de nouveaux adhérents nous ont rejoint. Par contre, les subventions des collectivités sont en légère

baisse (880 000 F en 2000 et 846 000 F en 2001). Une plus grande partie des subventions du Conseil Régional a été orientée vers l'équipement.

Le montant des dotations aux amortissements s'élève à 2 250 732 F.



Charges de fonctionnement de 1997 à 2001



Produits de fonctionnement de 1997 à 2001

L'année 2001 marque une continuité dans l'extension des moyens de surveillance. Les investissements sont en hausse sensible par rapport à ceux réalisés en 2000 : + 38%.

En 2001, les subventions d'équipement étaient réparties entre l'Etat (1 504 000 F soit 66,7%) et le Conseil Régional (750 000 F soit 33,3%). Cette répartition était

quasiment identique l'année dernière. Ces subventions ont permis de financer l'équipement pour :

- Extension de la surveillance à Blois, Châteauroux et Dreux.
- Extension de la surveillance à de nouveaux polluants (benzène, métaux lourds).
- Mise en place de la métrologie des produits phytosanitaires.

II. La surveillance de la qualité de l'air sur la région Centre

II.1 Les polluants surveillés

Les concentrations de cinq espèces polluantes sont suivies en continu sur l'ensemble de nos stations de mesures.

Ces composés polluants sont :

- Le dioxyde soufre (SO₂)
- Les oxydes d'azote (NO_x)
- L'ozone (O₃)
- Le monoxyde de carbone (CO)
- Les particules en suspension (Ps)

Des campagnes de mesure concernant des nouveaux polluants, tels que les pesticides ou les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) ont été réalisées en 2001. Les métaux toxiques sont suivis en continu sur Tours et Orléans.

II.2 Les stations de mesure

Lig'Air assure l'analyse des cinq polluants mesurés actuellement, sur quatre types de stations de mesures :

Les mesures recueillies sur les stations urbaines et périurbaines, sont utilisées pour calculer l'indice de la qualité de l'air (indice A₁mo).

Lig'Air en quelques chiffres

A la fin 2001, le réseau de surveillance de la qualité de l'air était constitué de 18 stations.

Les stations rurales de Chambord et Oysonville ainsi que 16 autres stations réparties sur les 6 grandes agglomérations de la région Centre :

- 5 stations sur Tours,
- 4 stations sur Orléans,
- 3 stations sur Bourges,
- 2 stations sur Chartres
- 1 station sur Châteauroux,
- 1 station sur Blois.

Il couvre ainsi environ 40 % de la population de la région Centre.

- Les stations urbaines :

Les stations urbaines sont installées dans des quartiers densément peuplés (entre 3 000 et 4 000 habitants/km²) éloignées de toutes sources de pollution. Elles permettent d'estimer la pollution de fond en milieu urbain. Les polluants surveillés sur ce type de station sont : les particules en suspension (Ps), les oxydes d'azote (NO et NO₂), l'ozone (O₃), et le dioxyde de soufre (SO₂).

Lig'Air exploite actuellement 10 stations de ce type dont 1 station a été mise en service durant l'année 2001 (Blois nord). Trois autres stations sont prévues en 2002, notamment pour compléter les réseaux de Châteauroux et Blois ainsi qu'étendre le réseau à Dreux.

- Les stations rurales :

Les sites ruraux sont installés dans des zones de faible densité de population et loin de toute activité polluante. Ces stations permettent de mesurer les teneurs de fond en ozone (O₃). L'ozone est le principal polluant mesuré dans ce type de station.

Chambord et Oysonville (nord de l'Eure-et-Loir) équipée en décembre 2001, accueillent les stations de ce type. Une autre station rurale dans l'Indre-et-Loire est programmée fin 2002.

- Les stations périurbaines :

Les stations périurbaines sont implantées en périphérie des grandes villes. Les données recueillies pour ce type de station, sont utilisées pour estimer l'impact du centre urbain sur la périphérie de l'agglomération, mais aussi pour étudier l'évolution de polluants photochimiques comme l'ozone (O₃). Ce dernier, est le principal polluant surveillé dans ce type de station.

Trois sites périurbains sont exploités par Lig'Air : la station Saint-Jean-de-Braye sur l'agglomération d'Orléans, la station La-Ville-aux-Dames sur l'agglomération de Tours et la station Bourges Sud sur l'agglomération de Bourges.

- Les stations de proximité automobile :

Ces stations sont implantées à moins de 10 mètres d'une route à grand trafic routier. Elles sont installées là où le risque d'exposition est maximal pour les piétons. Les polluants mesurés sont ceux d'origine automobile : le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO et NO₂) et les particules en suspension (PS). **Deux stations de proximité automobile sont exploitées par Lig'Air : les stations de Gambetta à Orléans et de Mirabeau à Tours.**

- La remorque laboratoire :

En plus des différentes stations fixes, Lig'Air dispose d'une station de mesure mobile équipée pour l'analyse des polluants classiques (O₃, NO_x, SO₂, CO et Ps) et pour la mesure des paramètres météorologiques (température, hygrométrie, direction et force du vent).

Le laboratoire mobile permet des interventions souples et rapides pour estimer la qualité de l'air dans les zones non encore équipées de stations fixes. Le laboratoire mobile a ainsi pu être utilisé, à la demande des collectivités, pour caractériser la pollution atmosphérique sur un site donné.

Durant l'année 2001, la station mobile a essentiellement été utili-

sée lors de campagnes ponctuelles pour déterminer valider ou invalider les choix des emplacements pour l'implantation des futures stations fixes. Dans cette optique, des campagnes de mesure ont été réalisées sur la ville de Blois (41) et la commune de Oysonville (28).

Le laboratoire a également été utilisé pour la campagne ozone durant l'été 2001 (voir bilan de la campagne page 43) sur la commune de Griselles (45).

En 2002, la remorque laboratoire devrait notamment prospecter les agglomérations de Châteauroux (de fin 2001 à début 2002 en vue de l'implantation d'une seconde station fixe), Dreux, Montargis ainsi que Vierzon.

- La balise de mesure de la radioactivité ambiante :

En plus de la surveillance de la qualité chimique de l'air, Lig'Air peut suivre en permanence le taux de radioactivité à l'aide de l'implantation d'une balise de surveillance dans l'agglomération orléanaise.

Cette balise permet la détection en continu des rayonnements alpha, bêta et le radon. L'iode radioactif est également mesuré à l'état gazeux dans l'atmosphère. Rappelons ici que les rayonnements alpha (a), bêta (β) ainsi que l'iode 131 caractérisent la radioactivité artificielle.

L'iode radioactif est un des éléments les plus abondamment rejetés en cas d'accident dans une centrale nucléaire.

La radioactivité naturelle diffusée par le sol, quant à elle, est caractérisée par le radon.

L'implantation de cette balise de radioactivité se justifie d'autant plus que la région Centre est pourvue de quatre centrales nucléaires. Le suivi de la radioactivité, vise à s'assurer qu'aucun dépassement anormal n'est enregistré.

Par ailleurs, l'OPRI (Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants) transmet régulièrement à Lig'Air les résultats des mesures effectuées en 10 points de la région Centre :

- les villes de Chartres, Châteauroux, Orléans, Tours et Vendôme,
- les installations nucléaires de Belleville, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux
- les aéroports de Bourges et Tours.



La remorque laboratoire à Oysonville (28)

II.2.1 Implantation des stations de mesure

Les moyennes annuelles ainsi que les maxima horaire et journalier de chaque station sont en annexes. Il en est de même pour la cartographie de chaque agglomération.

- Agglomération de Blois

A la mi-décembre 2001, Lig'Air a installé une station de mesures de type urbain à Blois.

Cette station (Blois nord) mesure l'ozone (O₃), les oxydes d'azote (NO et NO₂) et le dioxyde de soufre (SO₂). **Il est prévu de compléter l'équipement de cette station, d'un analyseur de particules en suspension (Ps) ainsi que d'installer une deuxième station en 2002.**

- Agglomération de Châteauroux (Annexe 6)

L'agglomération de Châteauroux est, depuis décembre 2000, surveillée par le réseau Lig'Air ; elle est ainsi équipée d'une station (Châteauroux Sud), de type urbain, installée dans l'enceinte de l'Hôpital de Châteauroux.

La station permet la mesure de l'ozone (O₃), des oxydes d'azote (NO et NO₂), du dioxyde de soufre (SO₂) et des particules en suspension (PS).

Une seconde station est prévue au nord de l'agglomération castelrousine courant 2002.



Station Châteauroux Sud

Lig'Air en quelques chiffres

A la fin 2001, le réseau fixe de surveillance de la qualité de l'air était composé de 57 analyseurs répartis comme suit :

- 16 analyseurs d'ozone,
- 16 analyseurs d'oxydes d'azote,
- 11 analyseurs de dioxyde de soufre,
- 12 analyseurs de particules en suspension,
- 2 analyseurs de monoxyde de carbone

- Agglomération de Bourges (Annexe 4)

L'agglomération de Bourges est équipée de 3 stations, 2 de type urbain : Gibjoncs et Leblanc et 1 de type périurbain : Bourges sud.

Les deux premières stations mesurent l'ozone (O₃), les oxydes d'azote (NO et NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂) et les particules en suspension (Ps). La station périurbaine mesure, quant à elle, l'ozone (O₃) ainsi que les oxydes d'azote (NO et NO₂).

- Agglomération d'Orléans (Annexe 2)

Le nombre de stations de mesure exploitées par Lig'Air sur l'agglomération d'Orléans s'élève à quatre stations, deux de type urbain, une de type périurbain et une de type proximité automobile.

Les stations urbaines permettent la mesure de l'ozone (O₃), des oxydes d'azote (NO et NO₂), du dioxyde de soufre (SO₂) et des particules en suspension (Ps). Dans la station périurbaine sont mesurés l'ozone (O₃) et les oxydes d'azote (NO et NO₂). La station de proximité automobile, quant à elle, est équipée d'analyseurs d'oxydes d'azote (NO et NO₂), de dioxyde de soufre (SO₂), de particules en suspension (Ps) ainsi que de monoxyde de carbone (CO).

- Agglomération de Chartres (Annexe 5)

Lig'Air dispose de deux stations de mesures de la qualité de l'air de type urbain sur l'agglomération chartreuse. Il s'agit de Fulbert et Lucé.

Ces deux stations sont équipées d'analyseurs permettant la mesure de l'ozone (O₃), des oxydes d'azote (NO et NO₂), du dioxyde de soufre (SO₂) ainsi que des particules en suspension (Ps).

- Agglomération de Tours (Annexe 3)

Le réseau de surveillance sur l'agglomération de Tours est composé de 5 stations : 3 sont de type urbain, 1 de type périurbain et 1 de type proximité automobile.

Les stations urbaines mesurent l'ozone (O₃), les oxydes d'azote (NO et NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂) et les particules en suspension (Ps). Dans la station périurbaine sont mesurés l'ozone et les oxydes d'azote. La station de proximité automobile, quant à elle, est équipée d'analyseurs d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre, de particules en suspension et de monoxyde de carbone.

Il est prévu de retirer 1 analyseur de dioxyde de soufre sur 1 station urbaine en 2002. 2 analyseurs de dioxyde de soufre sont jugés suffisants pour surveiller ce polluant dont les concentrations sont très faibles dans l'agglomération.

III. Information et diffusion des résultats

Lig'Air exploite et interprète la base de données de son réseau de surveillance afin d'approcher les différents facteurs qui gouvernent les épisodes de pollution sur la région Centre mais aussi pour informer la population en cas de dépassement. Des informations concernant la qualité de l'air sont diffusées quotidiennement.

III.1 L'indice ATMO

- Calcul

Lig'Air est membre du réseau Atmo et s'engage donc à communiquer chaque jour à l'attention du public un indice qui caractérise la qualité globale de l'air de la journée sur l'agglomération surveillée.

Cet indice est un nombre entier compris entre 1 et 10. Il est calculé pour une journée et pour une zone géographique retenue par le réseau de surveillance de la qualité de l'air. Le calcul de cet indice est basé sur les concentrations de 4 indicateurs de la pollution atmosphérique :

- ozone,
- dioxyde d'azote,
- dioxyde de soufre,
- particules en suspension.



En cas de dépassement des seuils réglementaires :

	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte
O ₃	180 µg/m ³	360 µg/m ³
NO ₂	200 µg/m ³	400 µg/m ³
SO ₂	300 µg/m ³	600 µg/m ³

Lig'Air doit informer la population par l'intermédiaire de la préfecture de l'agglomération concernée.

Dans ce but, Lig'Air est engagée dans des arrêtés préfectoraux pris au cours de l'année 1999 sur trois agglomérations (Orléans, Tours et Chartres) et de l'année 2000 pour l'agglomération de Bourges.

Chaque polluant est affecté d'un sous-indice suivant ses concentrations. L'indice Atmo, appelé aussi indice de la qualité de l'air, est égal au plus grand des quatre sous-indices. La qualité de l'air se dégrade lorsque l'indice Atmo augmente.

- Diffusion

L'indice de la qualité de l'air est publié tous les jours dans quatre quotidiens de la région :

- la République du Centre éditions Orléans et Chartres,
- la Nouvelle République éditions Tours et Bourges.
- Le Berry Républicain.
- L'Echo Républicain.

- L'indice de la qualité de l'air sur l'agglomération tourangelles est publié aussi quotidiennement dans Le Figaro.

L'indice Atmo est également diffusé sur les ondes locales telles que :

- NRJ Orléans et Tours,
- France Bleu décrochages Berry Sud, Orléans et Tours,
- Chérie FM Chartres et Tours
- RCF en Berry et Saint-Aignan.

Enfin, concernant le média ayant le plus d'impact sur l'ensemble du public, l'indice ATMO est relayé par les ondes hertziennes de :

- France 3 décrochages Orléans et télé Berry
- M6 Tours.

III.2 Le site Internet : www.ligair.fr

Mis en service en juin 1999 et après un rafraîchissement de ses pages (en particulier la page d'accueil), le site Internet de Lig'Air a pour rôles de :

- Informer le grand public sur la qualité de l'air à travers la diffusion de l'indice ATMO. Une prévision de la tendance de la qualité de l'air pour le lendemain est également fournie.
- Diffuser les mesures effectuées par le réseau sur l'ensemble de la région.



Les concentrations en polluants transmises sont actualisées toutes les 3 heures.

- Informer et sensibiliser le grand public sur la pollution atmosphérique, ses origines, ses effets, et leurs réglementations.

- Diffuser l'actualité de l'association : les études en cours, l'installation de nouvelles stations de mesure...

III.3 Les autres moyens de communications utilisés par Lig'Air

- Le bulletin bimestriel

Tous les deux mois, Lig'Air édite un bulletin d'informations sur la qualité de l'air en région Centre. Il regroupe les mesures des deux derniers mois écoulés, les actualités du réseau, les résultats des études ...

Il est diffusé aux adhérents, à de nombreuses collectivités, aux bibliothèques, cabinets médicaux, cliniques et hôpitaux des agglomérations surveillées, à de nombreuses écoles, collèges et lycées, à des associations, aux médecines du travail, ...

- Les manifestations environnementales et expositions

Toujours dans l'optique de sensibiliser le public aux problèmes de la pollution atmosphérique et aux actions de l'association, Lig'Air a participé activement aux différentes manifestations auxquelles elle a été conviée tout au long de l'année.

- La fête de la Loire (10 juin 2001)

Pour la quatrième année consécutive, Lig'Air a participé aux journées de l'Environnement à Orléans, se ponctuant par la fête de la Loire, le 10 juin 2001, sur le quai du Châtelet. A cette occasion, l'association a présenté au grand public ses activités et son laboratoire mobile.

- Revue de presse et conférences

Tout au long de l'année 2001 et plus particulièrement en été, Lig'Air a répondu à des interviews écrites, radiophoniques et télévisées concernant les pointes de pollution à l'ozone et les actualités du réseau.



- Les plaquettes

Deux plaquettes vont voir le jour en 2002. L'une, déclinée sous format dessin, sera destinée aux scolaires (6-15 ans) et l'autre, sera destinée au grand public.

- Les posters

En complément des autres moyens de communication ainsi que des posters réalisés par la Fédération ATMO, Lig'Air a réalisé, en 2001, 6 posters, l'un présentant l'association et les 5 autres, le dispositif ainsi que les résultats de chaque agglomération surveillée.

- Le centenaire des associations (16 juin 2001)

Lig'Air était présente à l'occasion d'une journée consacrée au centenaire des associations, se déroulant le 16 juin 2001, dans le centre ville d'Orléans. Le public pouvait s'informer auprès du personnel de Lig'Air.

- La fête de l'environnement (16 septembre 2001)

Lig'Air a été invitée à participer à la fête de l'environnement se déroulant à Romorantin-Lanthenay, organisée par l'association Sologne Nature Environnement. Le public a répondu présent à cette manifestation. La qualité de l'air est apparue comme une préoccupation majeure pour le public.

L'association Respir37 a organisé un premier forum sur la pollution atmosphérique, l'asthme, la tuberculose et le tabac, le 13 octobre 2001 à Tours. Lig'Air a, bien évidemment, participé à cette conférence destinée au grand public.

- Les interventions ... scolaires

Durant l'année 2001, Lig'Air a effectué de nombreuses actions d'information et de sensibilisation sur la qualité de l'air et sa surveillance auprès de groupes scolaires.

Ainsi, des enfants du primaire (école Charcot de Blois), des lycéens (Benjamin Franklin d'Orléans) mais également des étudiants (IUT Génie de l'Environnement de Tours, DESS d'Orléans...) ont été sensibilisés à la surveillance de la qualité de l'air notamment par la visite de stations de mesure, par des questionnaires et des exposés ...

- La journée " En ville sans ma voiture " (22 septembre 2001)

Le 22 septembre 2001 s'est déroulée la traditionnelle journée " En ville sans ma voiture !". Seules les villes de Tours et Bourges ont participé à cette journée de sensibilisation aux problèmes de pollution liés au trafic automobile.

Une partie du centre de ces deux villes était réservée aux piétons, cyclistes, transports en commun et véhicules propres (électriques, GPL, GNV ...).

Durant cette journée, Lig'Air a effectué des mesures de la qualité de l'air à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre protégé.

Un rapport d'études, pour chaque agglomération participant à l'opération, a été réalisé et mis en ligne sur notre site internet.

Lig'Air a également participé aux conférences de présentation au public du Plan Régional de la Qualité de l'Air, organisées dans les 6 préfectures de la région.

Lig'Air a obtenu le label "Merci, dit la Planète" pour ses actions de sensibilisation auprès des scolaires. Cette distinction lui a été remise par la DIREN, le 16 octobre 2001.

I. Indice Atmo

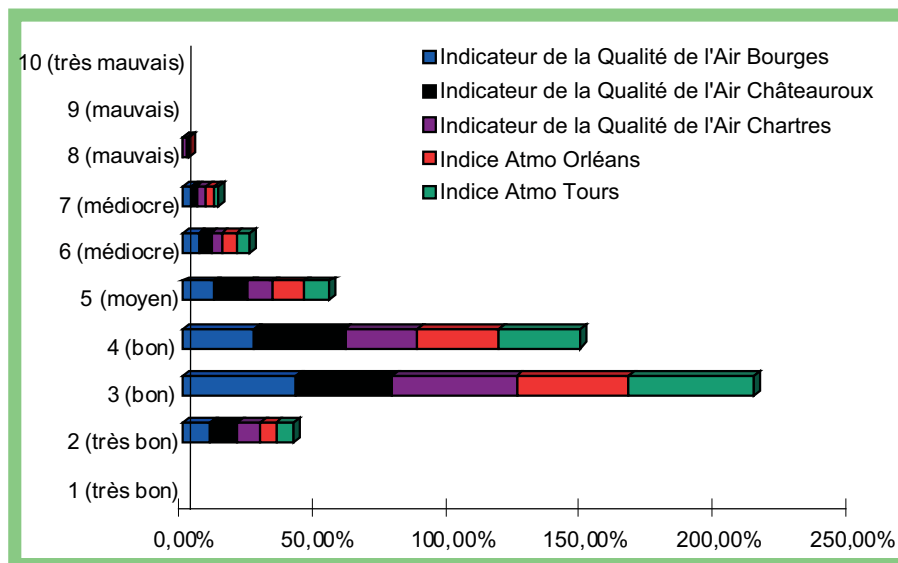
I.1 Bilan 2001

En 2001, l'indice Atmo sur Tours et Orléans et l'Indicateur de la Qualité de l'Air (IQA) sur Bourges, Chartres et Châteauroux sont qualifiés de très bon à bon sur environ 300 jours de l'année (290 à Bourges, 293 à Châteauroux, 301 à Chartres, 287 à Orléans et 305 à Tours).

Les situations les plus dégradées, indices de médiocre à mauvais, sont rencontrées une trentaine de jours sur l'année (34 à Bourges, 24 à Châteauroux, 32 à Chartres, 34 à Orléans et 24 à Tours).

L'indice 8 (mauvais) est l'indice maximal calculé en 2001. Il a été observé à Bourges (1 jour), à Chartres (4 jours) et à Orléans (3 jours).

En 2000, l'indice maximal était de 7, les situations de pics de pollution avaient été moins nombreuses.



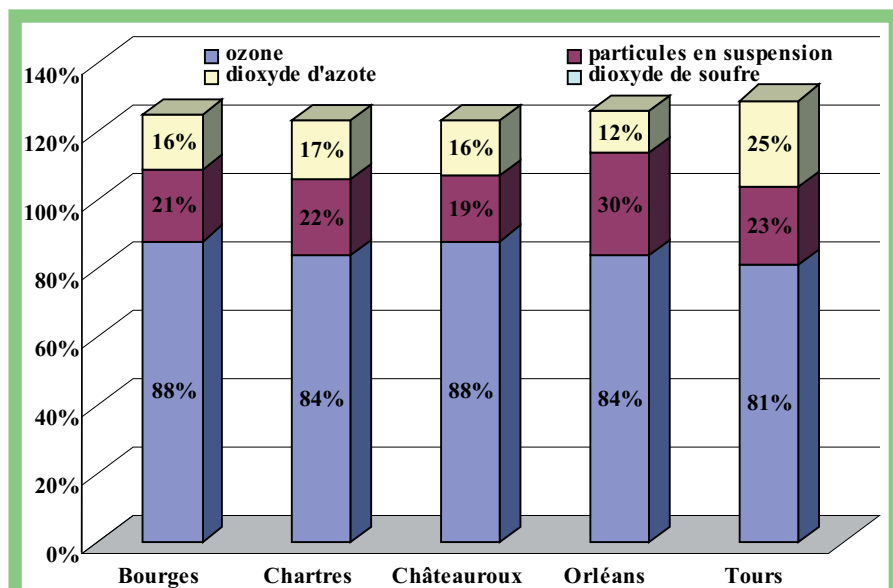
en %	1 très bon	2 très bon	3 bon	4 bon	5 moyen	6 médiocre	7 médiocre	8 mauvais	9 mauvais	10 très mauvais
IQA	Bourges	0	10,1	42,5	26,8	11,2	5,8	3,3	0,3	0
	Chartres	0	8,5	46,9	27,1	8,7	4,1	3,6	1,1	0
	Châteauroux	0	10,4	35,9	34,0	13,2	4,7	1,9	0,0	0
Indice Atmo	Orléans	0	6,0	41,9	30,7	12,1	5,5	3,0	0,8	0
	Tours	0	6,3	46,8	30,4	9,8	4,9	1,6	0,0	0

I.2 Responsabilité des polluants dans l'indice Atmo

Durant l'année 2001, l'ozone domine la détermination de l'indice de la qualité de l'air. Sur l'ensemble des agglomérations surveillées, l'ozone est responsable plus de 80% du temps de la valeur de l'indice ou de l'IQA.

Dans le même temps, le dioxyde de soufre n'a jamais été responsable de l'indice ou de l'IQA.

Les contributions des particules en suspension et du dioxyde d'azote sont relativement proches.



Responsabilité des polluants dans la détermination de l'indice Atmo ou de l'indicateur de la qualité de l'air

Notons que les pourcentages de contribution peuvent dépasser 100 %, plusieurs polluants pouvant être responsables de l'indice ou de l'IQA le même jour.

Cette prédominance de l'ozone était déjà observée en 1999 et 2000. L'ozone reste le polluant le plus préoccupant sur les agglomérations surveillées de la région Centre.

Par rapport à 2000, la contribution des oxydes d'azote est en légère baisse, elle est devenue moins importante que celle des particules en suspension, mis à part pour l'agglomération de Tours.

II. Evolution des polluants et situations par rapport aux normes

II.1 Les oxydes d'azote (NO_x)

Origine :

les oxydes d'azote sont principalement émis par les véhicules automobiles (60 % en région Centre), par l'agriculture et les installations de combustion. Ils résultent principalement de la combinaison à très hautes

températures de l'oxygène de l'air et de l'azote. Le monoxyde d'azote (NO) se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO₂).

Pollution générée :

ils contribuent au phénomène des pluies acides (HNO₃) et sont précurseurs de la formation d'ozone.

Effets sur la santé :

les oxydes d'azote sont des gaz irritants. Ils provoquent une irritation des yeux, du nez et de la gorge, des troubles respiratoires, des affections chroniques et des perturbations du transport de l'oxygène dans le sang en se liant à l'hémoglobine.

II.1.1 Stations urbaines et périurbaines

Les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) restent faibles devant les valeurs limites et objectifs de qualité. Aucun dépassement des directives européennes, des recommandations de l'OMS ou du seuil d'information n'a été observé pour le NO₂ durant l'année 2001.

Le seuil de protection des végétaux (30 µg/m³ en moyenne annuelle) pour les oxydes d'azote (NO_x : NO+NO₂ exprimé en NO₂ équivalent) est dépassé sur cinq stations urbaines et périurbaines en 2001. Il s'agit de Bourges Sud, Préfecture (Orléans), Ville-aux-Dames, Joué-lès-Tours et Jardin Botanique (Tours).

La station préfecture (Orléans) est le site le plus chargé avec une moyenne annuelle de 27 µg/m³. Elle est suivie par Bourges Sud, Ville-aux-Dames et Jardin Botanique avec des concentrations moyennes annuelles d'environ 24 µg/m³. Ces concentrations restent bien inférieures à la valeur limite de 58 µg/m³ et à l'objectif de qualité de 40 µg/m³. Signalons ici que la valeur limite est dégressive d'année en année jusqu'en 2010. Elle sera alors fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle.

Pour les niveaux de pointe, le centile 98 (P 98, 98 % des concentrations enregistrées sont inférieures à cette valeur) ne doit pas dépasser 200 µg/m³. Cette valeur limite est largement respectée sur l'ensemble des stations urbaines et périurbaines. Le centile 98 sera pris en compte comme valeur limite jusqu'en 2009.

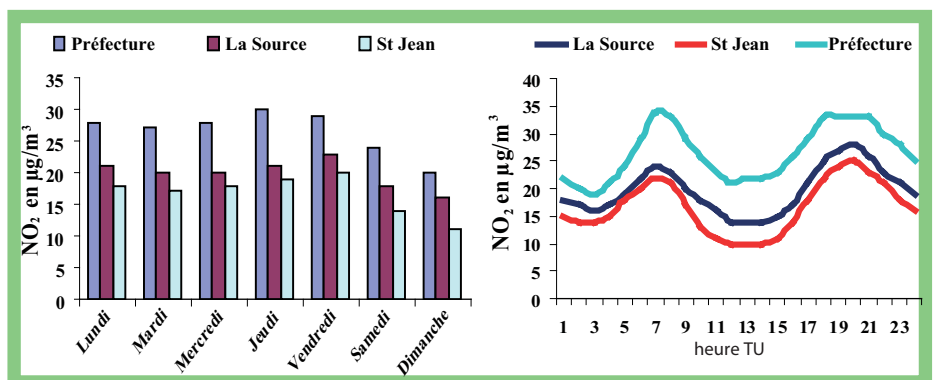
Quant au centile 99,8 ; il doit être inférieur à 290 µg/m³. Sur l'ensemble des stations de mesure, la valeur limite est respectée.

Les niveaux les plus élevés sont atteints à la Bruyère (Tours) avec 122 µg/m³ et à Bourges Sud avec 121 µg/m³. Ces deux stations se détachent de l'ensemble des sites de mesure. Cette valeur limite est dégressive jusqu'en 2010. Le centile 99,8 devra alors être inférieur à 200 µg/m³.

L'ensemble de la réglementation et son évolution sont présentés en annexe.

La relation entre trafic automobile et concentration en dioxyde d'azote est mise en évidence dans les deux graphiques suivants. Les concentrations de l'agglomération orléanaise sont moyennées sur l'année 2001 par heure ou par jour de la semaine.

Pour le profil journalier, les concentrations diminuent le samedi et le dimanche. Pour le profil horaire, les concentrations les plus élevées sont enregistrées lors des heures de circulation importante (heure exprimée en temps universel).



Profil journalier des concentrations en NO₂ année 2001

Profil horaire des concentrations en NO₂ année 2001

		NO ₂ (µg/m ³)						NO (µg/m ³)					NO _x	
		Moyenne annuelle	P50	P98	P 99,8	Maximum horaire	Maximum journalier	Moyenne	P50	P98	Maximum horaire	Maximum journalier	Moyenne annuelle (µg/m ³ équivalent NO ₂)	Taux de fonction-nement (%)
Bourges	Gibjones	17	14	51	74	101 le 28/11 à 20 h	45 le 21/11	6	2	42	306 le 21/02 à 8h	79 le 21/11	25,91	97,4
	Leblanc	17	14	50	72	87 le 15/02 à 18 h	53 le 20/02	4	1	40	237 le 21/11 à 20 h	74 le 21/11	20,91	95
	Bourges sud	24	21	71	121	148 le 26/07 à 6 h	60 le 29/06	10	6	56	284 le 21/02 à 8h	54 le 15/02	40,04	88
Chartres	Fulbert	20	15	59	78	96 le 24/08 à 20 h	55 le 02/03	5	0	50	257 le 20/11 à 20 h	68 le 20/11	26,36	99,6
	Lucé	16	12	56	76	89 le 20/02 à 20 h	58 le 01/02	5	1	41	338 le 21/11 à 10 h	73 le 20/11	23,23	98,2
Orléans	Préfecture	27	24	67	87	97 le 23/08 à 8 h	68 le 01/02	7	2	54	263 le 21/11 à 8h	67 le 21/02	37,7	97,8
	La Source	20	16	61	88	107 le 11/12 à 19 h	67 le 01/02	5	1	43	329 le 20/12 à 19 h	84 le 20/12	27,33	99,4
	Saint-Jean-de-Braye	17	13	57	74	96 le 14/08 à 20 h	57 le 01/02	8	2	68	263 le 21/11 à 9h	73 le 16/02	28,29	98,2
Tours	Ville-aux-Dames	24	20	63	81	93 le 23/05 à 21 h	51 le 10/05	12	4	96	302 le 11/09 à 7h	114 le 21/11	42,13	95,2
	Jardin botanique	23	19	66	88	116 le 21/11 à 11 h	59 le 11/12	11	4	79	323 le 21/11 à 10 h	86 le 21/11	41,02	94,9
	Joué-lès-Tours	20	15	64	86	112 le 20/12 à 20 h	64 le 15/02	8	4	55	359 le 20/12 à 20 h	90 le 10/10	31,45	90,2
	La Bruyère	28	23	80	122	183 le 19/12 à 20 h	85 le 21/11	10	5	61	255 le 30/01 à 8h	84 le 10/10	43,44	95,8
Châteauroux Sud		17	14	53	78	113 le 15/02 à 19 h	60 le 20/02	5	1	35	175 le 15/02 à 19 h	65 le 15/02	24,61	92,2
Directives et recommandations		40 (objectif de qualité) 58 (valeur limite)		200 (valeur limite)	290 (valeur limite)	200 (seuil d'information)	150 (OMS)	PAS DE REGLEMENTATION					30 (protection des végétaux)	

Les données sont exprimées en µg/m³.

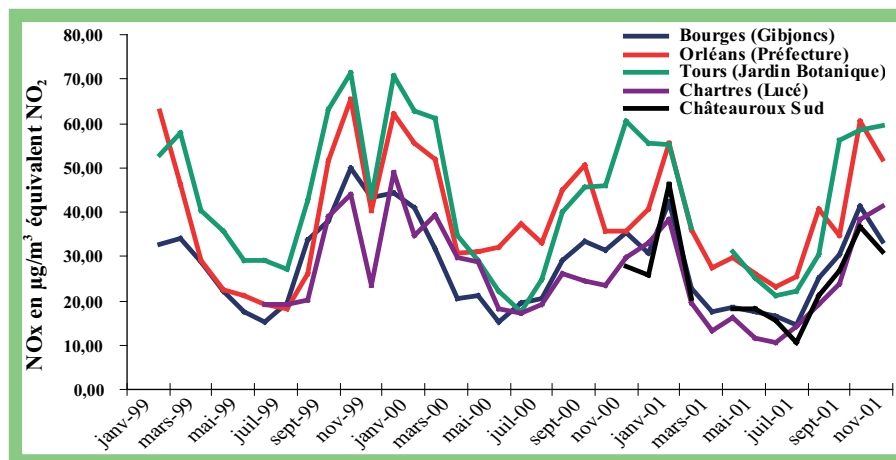
Situation des oxydes d'azote, année 2001, par rapport aux directives et recommandations

En ce qui concerne le monoxyde d'azote, les concentrations annuelles sont faibles sur l'ensemble des stations. La station La Ville-aux-Dames (Tours), est la station la plus influencée par les émissions directes en monoxyde d'azote durant les trois dernières années (moyenne annuelle la plus élevée).

La valeur maximale du P50 est enregistrée sur la station Bourges Sud. Ceci indique la présence d'un niveau de fond relativement plus important sur cette station que sur les autres sites de mesure.

Enfin, les profils des concentrations mensuelles en oxydes d'azote affichent un cycle annuel typique des polluants primaires caractérisé par des fortes concentrations durant les mois hivernaux et par des faibles concentrations durant

la saison estivale. La chute des concentrations en NOx observée sur l'ensemble des stations en décembre 1999 est due en grande partie à la dispersion de ces polluants par les vents forts observés durant ce mois.



Concentrations mensuelles en oxydes d'azote

II.1.2 Stations de proximité automobile

En région Centre, Lig'Air surveille la pollution à proximité du trafic automobile sur deux stations implantées dans les deux grandes agglomérations de la région : les stations Gambetta à Orléans et Mirabeau à Tours. Ces deux stations donnent une idée du risque maximal d'exposition de la population mais les niveaux enregistrés par ces stations ne rentrent pas dans le calcul de l'indice Atmo. Ils ne déclenchent pas la procédure d'information ou d'alerte.

A titre indicatif, les moyennes annuelles en NO₂ sur Gambetta et Mirabeau dépassent l'objectif de qualité (40 µg/m³) en restant inférieures à la valeur limite (58 µg/m³). Le seuil d'information 200 µg/m³ sur une heure a été dépassé 2 fois sur la station Gambetta (Orléans) les 11 et 25 juillet. A Tours, la station Mirabeau n'a enregistré aucun dépassement du seuil d'information. Les valeurs limites de P 98 et P 99,8 ont été respectées.

En 2001, la station Gambetta présente des niveaux plus élevés que Mirabeau au contraire de 2000. L'ensemble des indicateurs de concentration sur la station Mirabeau sont en baisse par rapport à l'année 2000.

Toujours pour indication, le seuil de protection des végétaux pour les oxydes d'azote est largement dépassé avec des niveaux 3 à 4 fois supérieurs sur les stations Mirabeau et Gambetta.

Situation des oxydes d'azote, année 2001, par rapport aux directives et recommandations

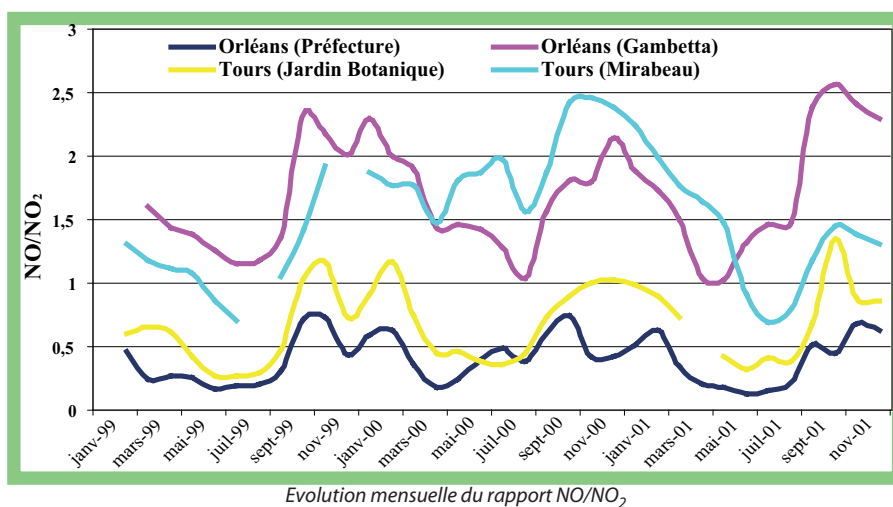
		Gambetta (Orléans)	Mirabeau (Tours)	Directives et recommandations
NO ₂ (µg/m ³)	moyenne annuelle	51	42	40 (objectif de qualité) 58 (valeur limite)
	moyenne journalière maximale	99 le 30/07	84 le 28/05	150 (OMS)
	moyenne horaire maximale	222 le 11/07 à 13 h	166 le 21/11 à 10 h	200 (seuil d'information)
	dépassement 200 µg/m ³ sur 1 heure	2	0	
	P 50	47	38	
	P 98	122	105	200 (valeur limite)
	P 99,8	166	137	290 (valeur limite)
NO (µg/m ³)	moyenne annuelle	59	40	PAS DE REGLEMENTATION
	moyenne horaire maximale	644 le 11/07 à 13 h	671 le 21/11 à 8 h	
	moyenne journalière maximale	173 le 21/11	184 le 21/11	
	P 50	38	22	
	P 98	213	176	
NOx	moyenne annuelle (µg/m ³ en équivalent NO ₂)	141,07	104,8	30 (protection des végétaux)
	Taux de fonctionnement en %	99,2	97,8	

Les concentrations annuelles en NO₂ sur ces deux stations de mesure, sont environ deux fois supérieures à celles enregistrées sur les autres types de stations (stations qui mesurent la pollution de fond à laquelle est exposée la majorité de la population). Pour le NO, les concentrations annuelles sur ces deux stations sont environ 7 fois plus élevées que celles enregistrées sur les stations de fond.

Les rapports NO/NO₂ sur ces deux stations restent dans la majorité du temps supérieurs à ceux enregistrés sur les autres stations (voir graphe ci-contre). Ceci confirme la typologie de chaque station, Gambetta et Mirabeau sont des sites de proximité automobile.

Pour les autres stations (sites urbains de fond), le rapport est en générale inférieur à 1. En effet, les oxydes d'azote sont émis à environ 95 % sous forme de NO. L'oxydation de NO par les différents oxydants atmosphériques

(en particulier par l'ozone et les radicaux libres) donne NO₂ après un temps de résidence plus ou moins long. Par conséquent, le rapport NO/NO₂ diminue en allant vers les sites de fond. Ce rapport à Mirabeau tend à diminuer en 2001.



II.2 Le dioxyde de soufre (SO₂)

Origine :

il résulte essentiellement de la combustion des combustibles fossiles (charbon, fioul, ...) et de procédés industriels.

En brûlant, ces combustibles libèrent le soufre qu'ils contiennent et celui-ci se combine alors avec l'oxygène de l'air pour former le dioxyde de soufre.

Les activités responsables sont principalement les chaufferies urbaines, les véhicules à moteur diesel, les incinérateurs, ...

Pollution générée :

il forme par réaction avec l'eau, dans les aérosols, les acides sulfurique (H₂SO₄) et sulfureux (H₂SO₃) qui contribuent aux phénomènes de

pluies acides. Ces pluies sont la cause de dégradation de monuments en pierre et favorisent un appauvrissement des sols.

Effets sur la santé :

ce gaz est très irritant pour l'appareil respiratoire et y provoque des affections (toux, gêne respiratoire, maladies ORL, ...).

Le SO₂ est de loin le polluant le moins présent sur la région Centre, parmi les polluants pris en compte dans le calcul de l'indice Atmo. Les faibles concentrations en SO₂ sont observées à l'échelle nationale sauf aux alentours des zones à forte densité industrielle, émettrices de ce polluant.

Durant 2001, les concentrations en SO₂ sur l'ensemble des agglomérations surveillées sont restées très faibles devant les valeurs limites et les valeurs guide (voir tableau ci-contre). Aucun dépassement des directives européennes ou des recommandations de l'OMS n'a été observé.

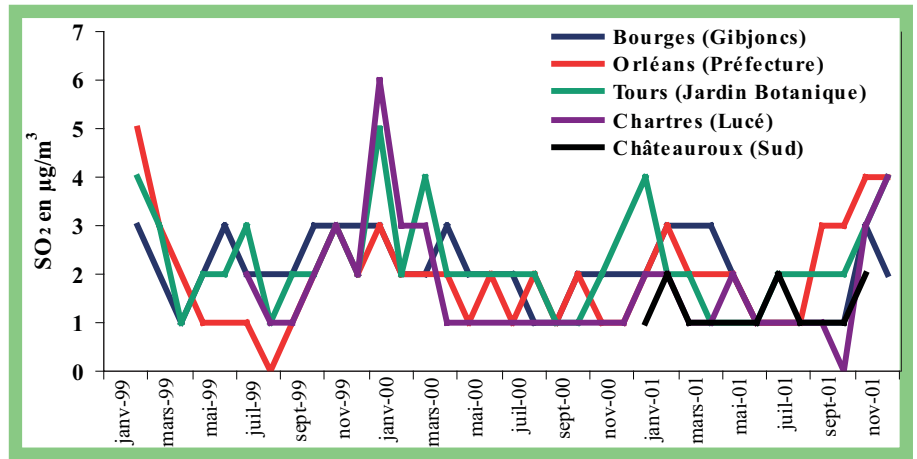
	Station	Moyenne annuelle	Moyenne journalière maximum	Moyenne horaire maximum	P 99,2 µg/m ³	P 99,7 µg/m ³	Taux de fonctionnement
Bourges	Gibjoncs	2	12 µg/m ³ le 12/11	54 µg/m ³ le 05/05 à 11 h	15	21	98
	Leblanc	1	15 µg/m ³ le 18/03	44 µg/m ³ le 20/02 à 15 h	12	23	90,6
Chartres	Fulbert	1	12 µg/m ³ le 06/03	44 µg/m ³ le 06/03 à 21 h	12	17	98,4
	Lucé	2	14 µg/m ³ le 11/12	51 µg/m ³ le 31/07 à 8 h	13	17	98,4
Orléans	Préfecture	3	31 µg/m ³ le 25/09	55 µg/m ³ le 29/01 à 19 h	15	24	97,7
	La Source	1	10 µg/m ³ le 28/09	78 µg/m ³ le 28/09 à 17 h	19,2	12	98
Tours	Jardin Botanique	1	11 µg/m ³ le 25/12	20 µg/m ³ le 21/11 à 13 h	13	16	99
	Joué-lès-Tours	1	7 µg/m ³ le 15/12	16 µg/m ³ le 11/12 à 19 h	8	11	90,4
	La Bruyère	1	13 µg/m ³ le 01/06	19 µg/m ³ le 01/06 à 8 h	6	11	99,6
Châteauroux Sud	1	µg/m ³ le 16/12	39 µg/m ³ le 13/06 à 16 h	7	10	94,3	
Directives et recommandations		50 µg/m ³ (objectif de qualité)	125 µg/m ³ (OMS)	300 µg/m ³ (seuil d'information)	125 µg/m ³ (valeur limite)	470 µg/m ³ (valeur limite)	

Situation du SO₂, année 2001, par rapport aux directives et aux recommandations

Les concentrations en SO₂ sont en moyenne annuelle inférieures à 3 µg/m³, l'objectif de qualité de 50 µg/m³ est, de ce fait, largement respecté. Pour les niveaux de pointes (P 99,7 correspondant à 24 heures de dépassement sur l'année civile de 365 jours), les concentrations n'excèdent pas 24 µg/m³, elles sont environ 20 fois inférieures à la valeur limite (470 µg/m³ pour 2001). Les concentrations mesurées en 2001 sont semblables à celles enregistrées de 1999 à 2000.

Tout en restant faible, le profil des concentrations moyennes mensuelles de SO₂ marque bien un cycle annuel semblable à ceux des polluants

primaires observés généralement sur les sites de fond (les concentrations hivernales sont plus élevées que les concentrations estivales).



Concentrations mensuelles en dioxyde de soufre

II.3 Les particules en suspension (Ps)

Les particules en suspension mesurées sont des particules d'un diamètre inférieur à 10 µm. Elles sont constituées de substances minérales ou organiques.

Origine : elles ont une origine naturelle pour plus de la moitié d'entre elles (éruptions volcaniques, incendies de forêts, soulèvements de poussières

désertiques) et une origine anthropique (combustion industrielle, incinération, chauffages, véhicules automobiles).

Effets sur la santé : les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Par contre, les particules de petites tailles pénètrent facilement dans les voies respiratoires

jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent. Elles peuvent donc altérer la fonction respiratoire des personnes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques). De plus, elles peuvent véhiculer des composés toxiques comme les hydrocarbures aromatiques monocyclique (HAM) et polycyclique (HAP).

Les concentrations moyennes annuelles sur l'ensemble des stations ont largement respecté l'objectif de qualité de 30 µg/m³ et la valeur limite de 46 µg/m³. La valeur limite de 46 µg/m³ en moyenne annuelle est dégressive jusqu'en 2005. Elle sera alors fixée à 40 µg/m³. La station de la Préfecture, située en centre ville d'Orléans est le site le plus chargé avec une moyenne annuelle de 20 µg/m³. La concentration journalière la plus élevée est aussi enregistrée sur cette station avec 56 µg/m³ le 21 février 2001.

Les valeurs observées du centile 90,4 sont environ deux fois plus faibles que la valeur limite de 70 µg/m³. La valeur limite du centile 90,4 est dégressive jusqu'en 2005. Elle sera alors fixée à 50 µg/m³.

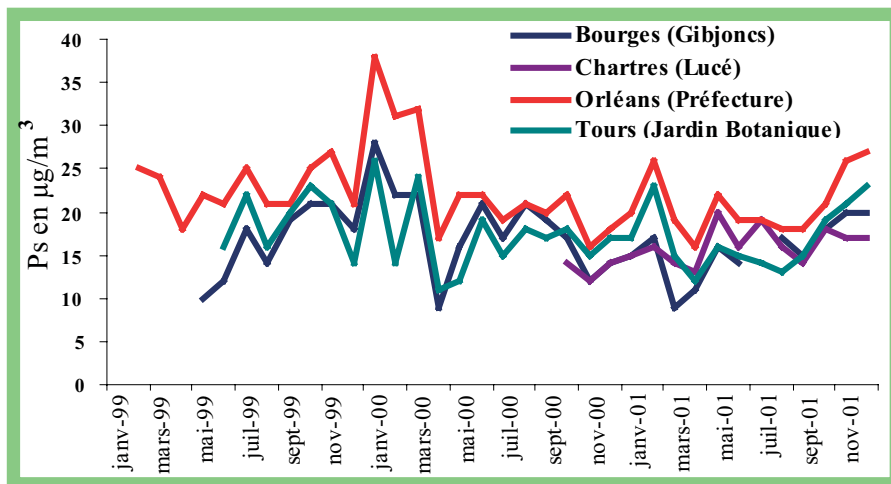
	Station	Moyenne annuelle µg/m ³	Moyenne journalière maximum	P 90,4 µg/m ³	Taux de fonctionnement en %
Bourges	Gibjoncs	15	50 µg/m ³ le 21/02	32	96,7
	Leblanc	13	49 µg/m ³ le 20/02	30	94,8
Chartres	Fulbert	16	43 µg/m ³ le 13/10	28	97,5
	Lucé	16	44 µg/m ³ le 13/10	28	99,7
Orléans	Préfecture	21	56 µg/m ³ le 21/02	39	99,7
	La Source	15	44 µg/m ³ le 13/10	31	91
Tours	Jardin Botanique	17	50 µg/m ³ le 21/12	34	99,4
	Joué-lès-Tours	16	46 µg/m ³ le 13/10	28	93,4
	La Bruyère	16	45 µg/m ³ le 13/10	27	99,4
Châteauroux Sud		16	42 µg/m ³ le 13/10	24	98,9
Directives et recommandations		30 µg/m ³ (objectif de qualité) 46 µg/m ³ (valeur limite)		70 µg/m ³ (valeur limite)	

Situation des particules en suspension, année 2001, par rapport aux directives et aux recommandations

Les niveaux de particules en suspension sont restés de même ordre de grandeur que ceux observés en 1999 et 2000. Le profil annuel des concentrations en particules en suspension n'est pas marqué franchement par le cycle observé sur les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre.

Les particules en suspension sont aussi mesurées sur les sites de proximité automobile (Gambetta à Orléans et Mirabeau à Tours) (voir tableau ci-contre).

Les concentrations sont un peu plus élevées que celles observées sur les sites de fond tout en restant du même ordre de grandeur. Les niveaux de particules à Gambetta et Mirabeau respectent les différentes valeurs limite et objectif de qualité.



Concentrations mensuelles de particules en suspension en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Station	Moyenne annuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne journalière maximum $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P 90,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Taux de fonctionnement en %
Gambetta	24	61 le 13/10/01	22	43	47	97,8
Mirabeau	19	45 le 13/10/01	17	31	35	96,7
Directives et recommandation	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (objectif de qualité) 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite)			70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite)		

Situation des particules en suspension sur les sites de proximité automobile, année 2001, par rapport aux directives et recommandations

II.4 Le monoxyde de carbone (CO)

Origine : il provient de la combustion incomplète des combustibles et du carburant (véhicules automobiles, chaudières, ...). C'est un gaz

incolore et inodore très toxique.

l'oxygénation de l'organisme. Il est à l'origine d'intoxication et peut être mortel en cas d'exposition prolongée à des concentrations très élevées.

Effets sur la santé : il se combine avec l'hémoglobine du sang empêchant

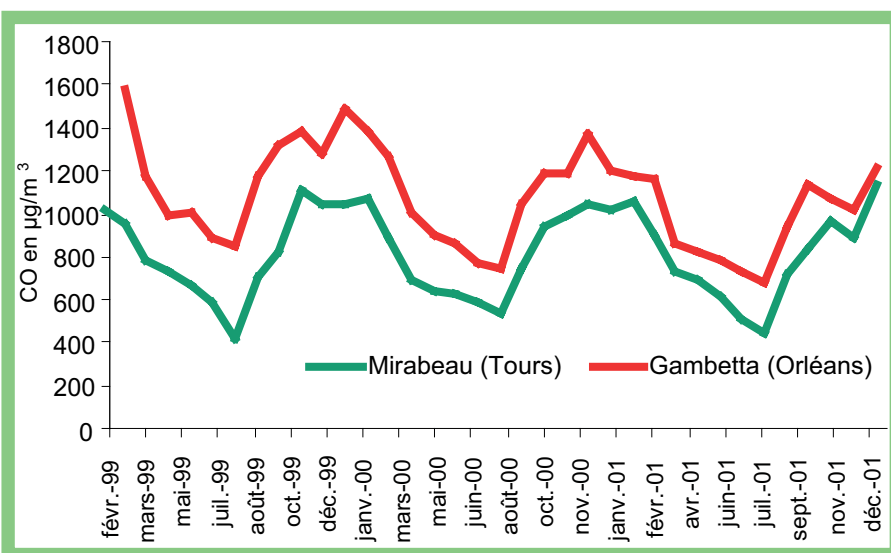
Le CO est surveillé sur les deux sites de proximité automobile de la région Centre : Gambetta (Orléans) et Mirabeau (Tours) (voir tableau ci-contre).

Les niveaux de CO ont très largement respecté l'objectif de qualité (10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) sur les deux stations le mesurant. Les concentrations moyennes (sur 8 heures) maximales enregistrées sur Gambetta et Mirabeau sont respectivement de 66% et de 70% de la valeur limite. Ces concentrations sont plus faibles que celles enregistrées en 2000. Les concentrations en CO sur la station Gambetta sont plus élevées qu'à Mirabeau depuis trois ans.

Les mesures des deux stations suivent un cycle semblable avec les niveaux maximaux enregistrés en hiver et les minima en été.

	Moyenne annuelle en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne maximum sur 8 heures	Moyenne horaire maximum	P50	P98	Taux de fonctionnement en %
Gambetta	965	3394 le 21/11/01 à 13 h	7010 le 21/11/01 à 8 h	808	2900	99,7
Mirabeau	779	2967 le 21/11/01 à 13 h	6275 le 15/02/01 à 8 h	622	2499	99,3
Directives et recommandations		10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite)				

Situation du CO, année 2001, par rapport aux directives et aux recommandations



Concentrations mensuelles de monoxyde de carbone en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

II.5 L'ozone

Origine : en basse atmosphère (entre 0 et 10 km d'altitude), c'est un polluant dit secondaire qui résulte de la transformation photochimique de polluants primaires (NO₂, Composés Organiques Volatils, ...) sous l'effet de rayonnements ultraviolets solaires.

Pollution générée : l'ozone contribue à l'effet de serre, il est néfaste pour

les cultures agricoles (baisse de rendements), il attaque également certains caoutchoucs.

Effets sur la santé : il provoque des toux, gênes respiratoires, essoufflements, douleurs à l'inspiration profonde, une diminution de l'endurance à l'effort et des nuisances olfactives. Ces phénomènes sont accentués chez les enfants et les asthmatiques.

Remarque : l'ozone mesuré par Lig'Air est à différencier de l'ozone stratosphérique (à 10 - 20 km d'altitude). Ce dernier constitue la couche d'ozone qui protège la Terre des rayons ultraviolets du soleil. Sans cette couche d'ozone située à environ 20 km au-dessus du sol, la vie sur Terre ne serait pas possible.

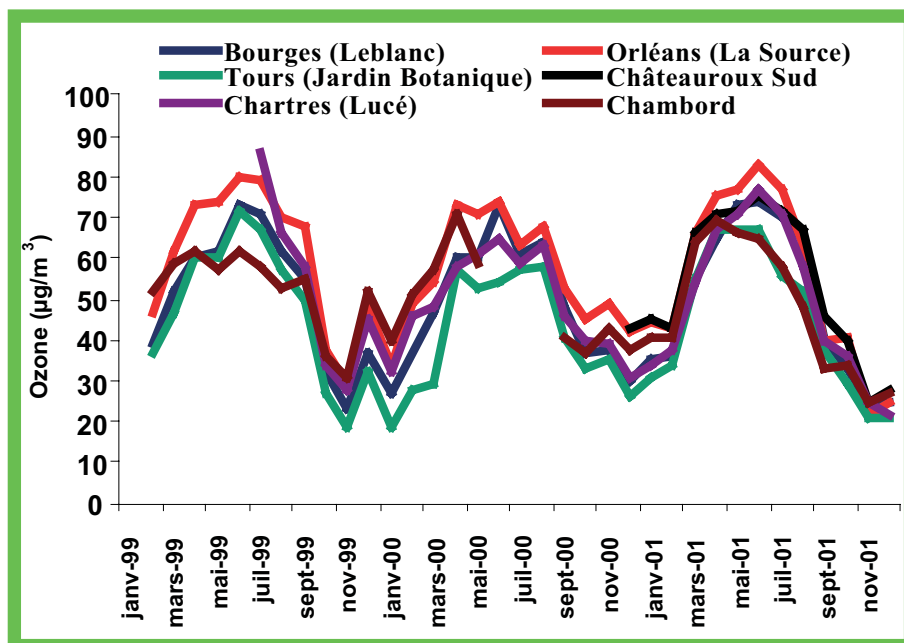
	Station	Moyenne annuelle µg/m ³	P50 µg/m ³	P98 µg/m ³	Max. moyenne glissante sur 8 h en µg/m ³	Moyenne horaire maximale en µg/m ³	Nb de dépassements			Taux de fonction- nement (%)
							Seuil d'information 180 µg/m ³ /h	Protection de la santé 110 µg/m ³ sur 8 h	Protection de la végétation 65 µg/m ³ /24 h	
Bourges	Gibjoncs	51	49	129	171 µg/m ³ le 31/07 à 18h	178 µg/m ³ le 31/07 à 13h	0	46	131	97,2
	Leblanc	50	47	130	167 µg/m ³ le 31/07 à 18h	181 µg/m ³ le 31/07 à 18h	1	50	137	99
	Bourges sud	49	45	134	177 µg/m ³ le 26/07 à 17h	194 µg/m ³ le 26/06 à 12h	4	47	122	97
Chartres	Fulbert	51	50	134	181 µg/m ³ le 26/06 à 19h	202 µg/m ³ le 26/06 à 14h	5	45	145	99,1
	Lucé	50	48	132	185 µg/m ³ le 28/07 à 18h	198 µg/m ³ le 26/06 à 14h	4	37	133	99,2
Orléans	Préfecture	48	45	132	175 µg/m ³ le 28/07 à 20h	197 µg/m ³ le 26/07 à 13h	2	43	115	98,8
	La Source	55	54	134	168 µg/m ³ le 26/07 à 13h	197 µg/m ³ le 26/07 à 13h	2	49	174	99,6
	Saint-Jean	49	48	131	170 µg/m ³ le 25/05 à 19h	188 µg/m ³ le 26/07 à 13h	3	46	133	99,1
Tours	Ville-aux Dames	47	45	129	167 µg/m ³ le 26/07 à 18h	177 µg/m ³ le 26/07 à 15h	0	42	123	99,9
	Jardin Botanique	45	44	112	143 µg/m ³ le 30/07 à 23h	150 µg/m ³ le 26/07 à 16h	0	24	109	99,7
	Joué-lès Tours	50	48	131	167 µg/m ³ le 26/07 à 18h	183 µg/m ³ le 26/07 à 14h	1	44	149	99,8
	La Bruyère	47	45	125	162 µg/m ³ le 23/06 à 19h	170 µg/m ³ le 23/06 à 19h	0	37	118	99,9
Chateauroux Sud	54	54	125	155 µg/m ³ le 31/07 à 18h	167 µg/m ³ le 31/07 à 14h	0	46	170	99,2	
Chambord	48	47	127	154 µg/m ³ le 26/06 à 18h	166 µg/m ³ le 26/06 à 14h	0	40	128	99,4	

Le seuil d'alerte pour l'ozone, fixé à 360 µg/m³ sur une heure n'a jamais été dépassé sur la région Centre. Cependant, plusieurs dépassements du seuil d'information fixé à 180 µg/m³ sur une heure ont été enregistrés sur les agglomérations de la région.

Pour l'année 2001, des dépassements ont été constatés une fois à Bourges (le 31 juillet), trois fois à Orléans (le 25 mai, le 26 et 28 juillet) et quatre fois à Chartres (le 26 juin, les 26, 28 et 30 juillet). Pour la période estivale 1999, ce seuil a été dépassé une fois à Tours,

une fois à Orléans et quatre fois à Chartres. Au contraire, l'été 2000 durant laquelle les conditions météorologiques n'étaient pas favorables à la production d'ozone, a été marqué par un seul dépassement sur l'agglomération de Tours.

Les niveaux les plus importants en ozone sont observés lorsque les conditions météorologiques sont favorables à sa production, conditions qui sont caractérisées généralement par un fort ensoleillement, une température élevée et une faible vitesse du vent. Ainsi, les concentrations les plus importantes sont enregistrées généralement lors des périodes estivales, comme en témoigne la figure ci-contre représentant les concentrations mensuelles pour les années 1999 à 2001 en région Centre.



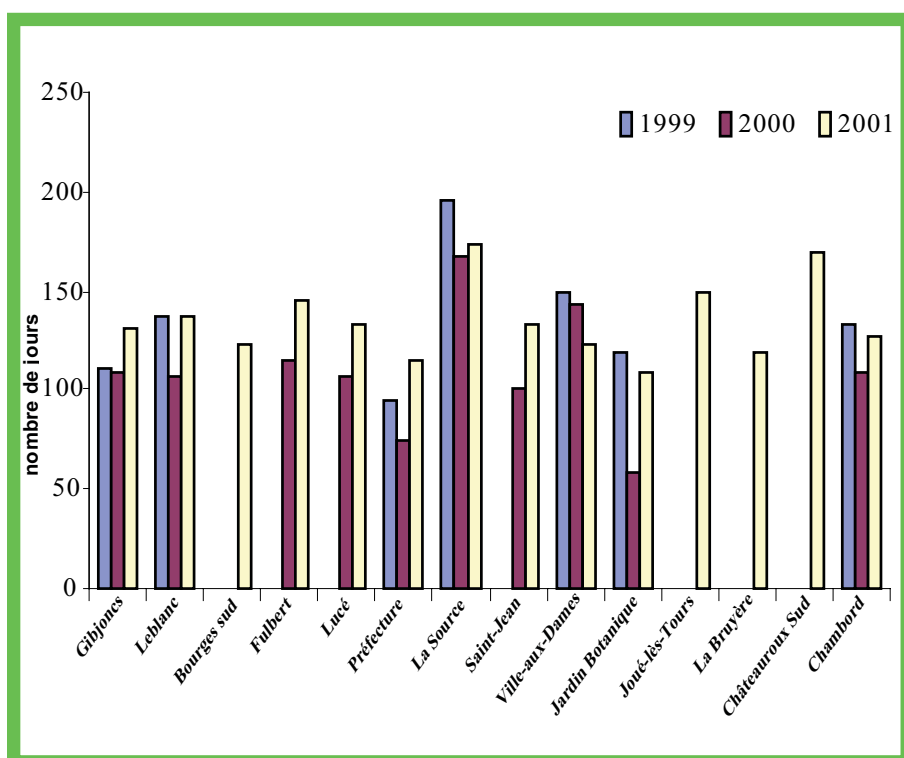
Moyennes mensuelles en ozone de 1999-2001

En 2001, le seuil de recommandations et d'information de la population ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) a été dépassé 22 fois sur l'ensemble des stations de mesures fixes et permanentes de Lig'Air.

La concentration horaire maximale enregistrée est de $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette concentration a été observée à Sancheville (28) par une station rurale installée provisoirement et destinée à la campagne ozone 2001 (cf. Etudes).

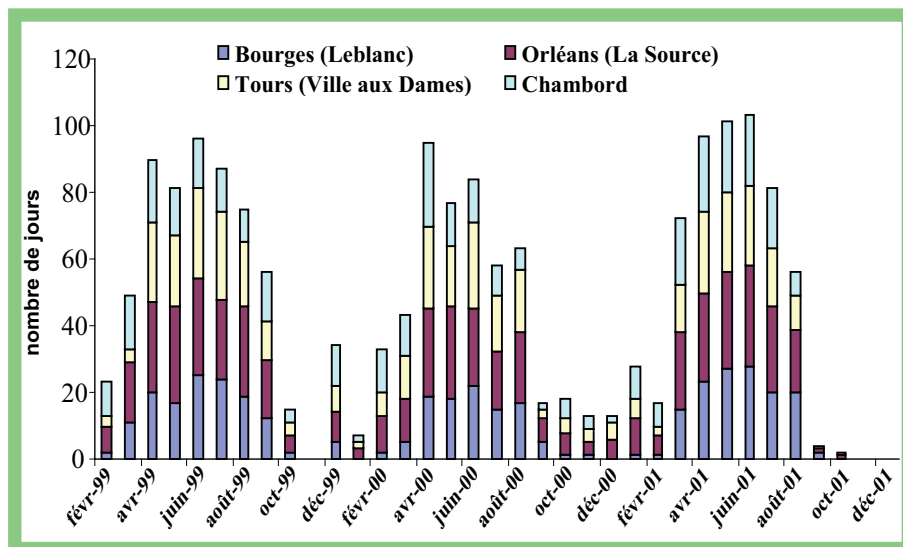
Il s'agit de la concentration la plus élevée enregistrée par Lig'Air sur la région Centre. Les seuils de la protection des végétaux et de la protection de la santé ont été largement dépassés sur l'ensemble des agglomérations surveillées.

Le seuil de protection des végétaux ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures) est dépassé plus de 1 jour sur 3 dans l'année par l'ensemble des stations. Seule la station du Jardin Botanique, située dans le centre ville de Tours, est légèrement en dessous de ce rapport avec 109 jours de dépassement sur l'année (30 %). La station de la Source à Orléans atteint le maximum de dépassement avec 174 jours (47 %). En 2001, le nombre de jours de dépassement par station est proche, en moyenne, de celui de 1999. D'une façon générale pour l'année 2000, une baisse des dépassements du seuil de la protection des végétaux avait été observée (voir graphe ci-contre).



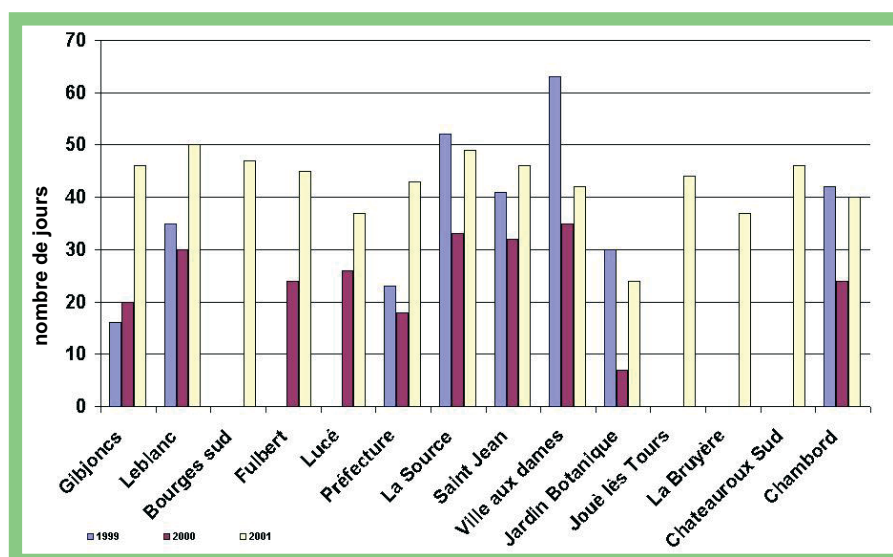
Nombre de jours de dépassement du seuil de la protection des végétaux

Le seuil de protection des végétaux ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3/24 \text{ h}$) peut être dépassé tous les mois de l'année, comme nous pouvons le constater sur la figure ci-contre. Les dépassements sont plus nombreux d'avril à septembre. Les dépassements peuvent se produire jusqu'à 2 jours sur 3, lors des mois de mai, juin, juillet et août.



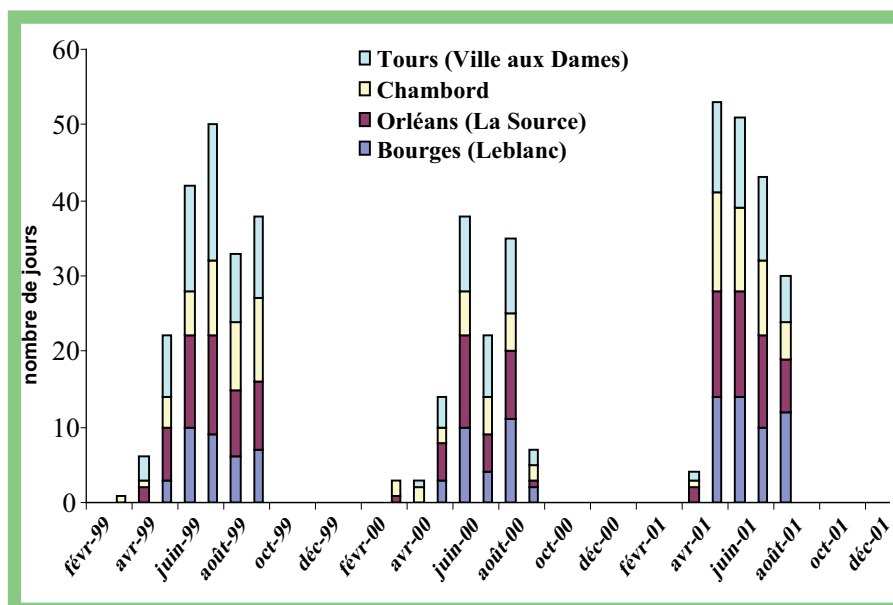
Nombre de jours de dépassement du seuil de la protection des végétaux par mois

Pour le seuil de la protection de la santé, le nombre de dépassements en 2001 est en hausse par rapport à 2000. Les résultats sont en moyenne plus proches de ceux obtenus en 1999. L'augmentation de Bourges peut être notée. La valeur maximale du nombre de dépassements est atteinte à Leblanc (Bourges) avec 50 jours, soit environ 1 jour sur 7. La station du Jardin Botanique se détache avec un minimum de 24 jours de dépassement.



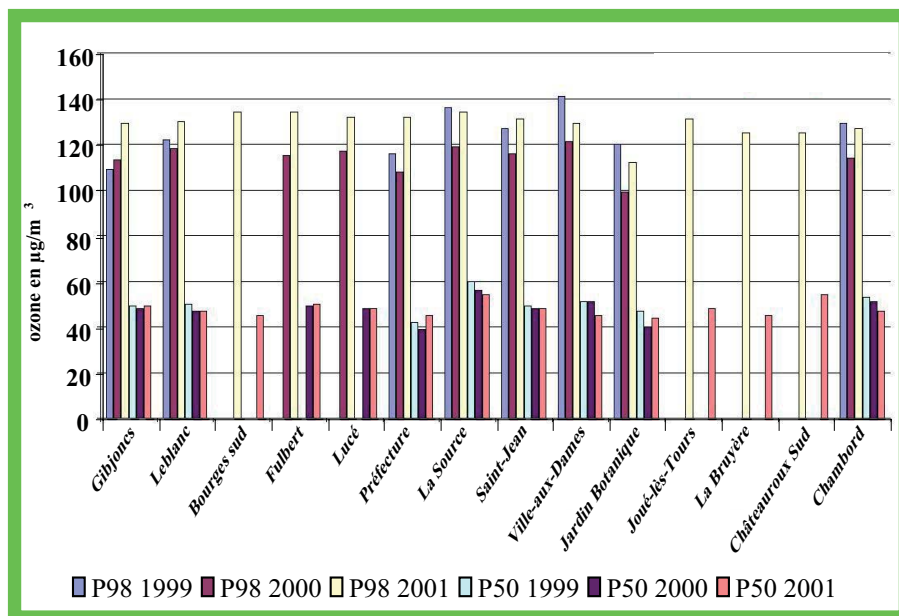
Nombre de jours de dépassement du seuil de la protection de la santé

L'exposition de la population à l'ozone est plus importante lors de la période " estivale " (voir figure ci-contre). Les dépassements du seuil de la protection de la santé ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures) sont observés principalement entre les mois d'avril et de septembre. En été (juin, juillet et août), le seuil de la protection de la santé est pratiquement dépassé 1 jour sur 3.



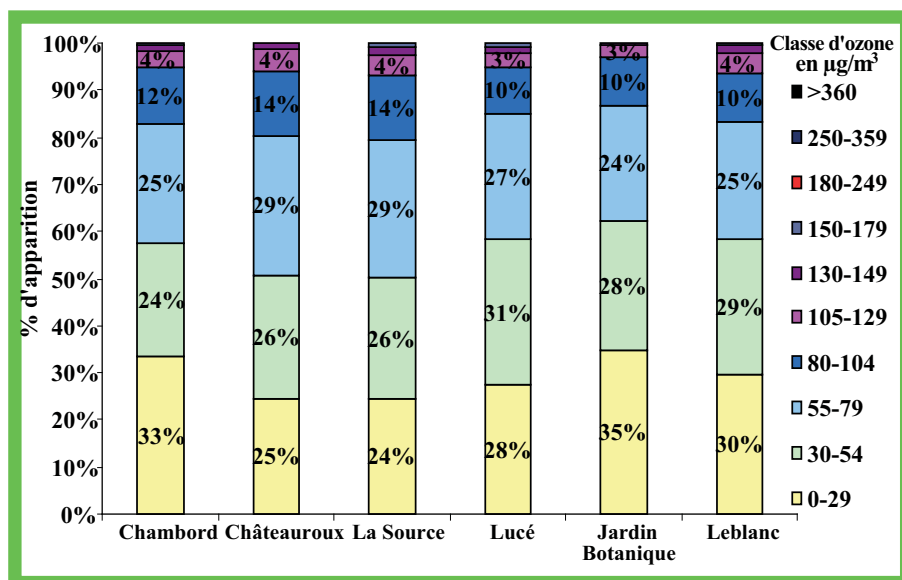
Nombre de jours de dépassement du seuil de la protection de la santé par mois

L'année 2001 par rapport à 2000, présente une augmentation des concentrations maximales (P98 centile 98, indicateur des niveaux de pointe : 98% des concentrations enregistrées sur l'année sont inférieures à la valeur P 98, cette valeur n'est atteinte ou dépassée que sur 2% de l'année). Les centiles 98 de 2001 sont comparables avec ceux observés en 1999. Les niveaux moyens, présentés par le centile 50 (P50 : 50% des concentrations enregistrées sur l'année sont inférieures à la valeur P50) sont assez proches pour les trois années de mesure (voir figure ci-contre).



Valeurs des centiles 98 (niveau de pointe) et 50 (niveau moyen)

La population de la région Centre est exposée dans la majorité du temps (95 %) à des concentrations inférieures à 105 µg/m³ (sous-indice ozone de 4). Les concentrations de pointes sont rencontrées environ 2 % du temps (voir graphe ci-contre).



Pourcentage d'apparition des différentes classes d'ozone pour 2001

II.6 La radioactivité

Certains noyaux d'atomes sont instables en raison d'un excès de neutrons et/ou de protons. Ces atomes sont dits radioactifs. Les noyaux se désintègrent spontanément, en émettant différents types de rayonnement (alpha, bêta, gamma) jusqu'à une forme stable. Les éléments radioactifs existent naturellement dans la nature mais peuvent être aussi conçus par l'homme pour différentes applications (médecine, industrie, ...).

Le radon 222 fait partie des éléments naturels. Il est le seul élément gazeux provenant de la dégradation de l'uranium 238, présent notamment dans les roches granitiques. Le radon se diffuse dans l'air à partir des roches et consiste en la principale source de radioactivité naturelle à laquelle l'homme est exposé. L'exposition au radon varie alors suivant la nature du sol (granitique, sédimentaire, ...).

La période du radon est très courte

(environ 3 jours), mais il est régénéré en permanence lors de la dégradation de l'uranium 238 dont la période est de 4,47 milliards d'années. Les éléments radioactifs sont présents en raison de l'inverse de leur période.

Comme le radon est régénéré en permanence, le facteur déterminant les concentrations sera le volume d'air dans lequel le radon peut se disperser. Pour l'air ambiant, ce volume dépend de la présence d'une

couche d'inversion de température (ou couche de mélange) pouvant bloquer la pollution atmosphérique. Les teneurs alors observées seront faibles par rapport aux niveaux rencontrés dans les espaces confinés. D'après différentes études épidémiolo-

giques, il semblerait qu' " un faible risque de cancer du poumon induit par le radon, au moins chez le fumeur, existerait dans les conditions de l'exposition domestique et que ce risque est avéré pour les expositions les plus fortes " (types mineurs

d'uranium...). La circulaire 99-46 du 27 janvier 1999 recommande un niveau d'action (200 Bq/m³) pour les futurs logements, comme la communauté européenne, un niveau de 400 Bq/m³ pour les habitats existants.

Les résultats de mesures

Lig'Air dispose d'une balise de mesure de la radioactivité à la Source (Orléans). Les radioactivités naturelle (radon 222) et artificielle (iode 131, alpha, bêta) sont suivies. Les concentrations s'expriment en Becquerel par mètre cube.

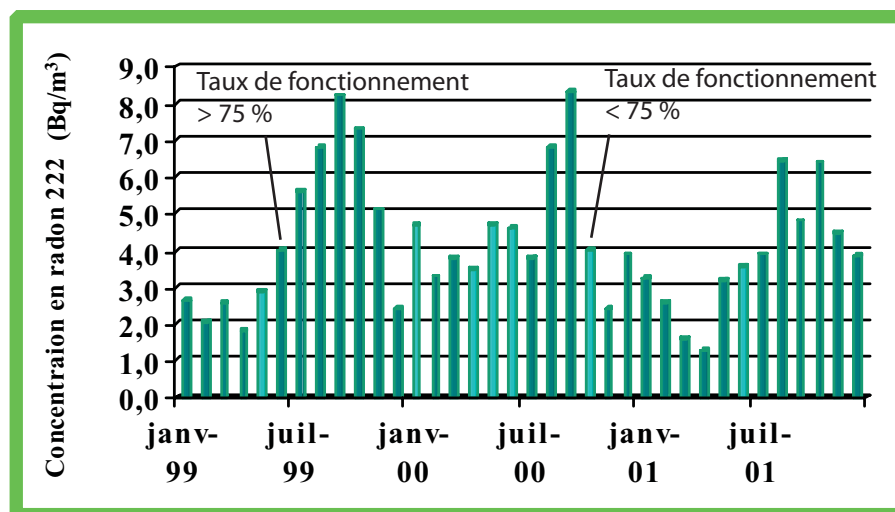
Pour la radioactivité artificielle, les concentrations sont inférieures ou égales à la limite de détection de la balise (1 Bq/m³). Aucune radioactivité artificielle n'est détectée.

Pour 2001, la concentration moyenne annuelle en radon 222 est de 3,78 Bq/m³. Le tableau suivant présente les concentrations mensuelles et journalières maximales.

	Moyenne	Maximum	Date	Taux de fonct.
janv -01	3,241	12,495	16 -janv	100%
févr -01	2,6	6,378	21 -févr	100%
mars -01	1,614	5,459	02 -mars	100%
avr -01	1,289	4,733	02 -avr	100%
mai -01	3,196	7,33	29 -mai	100%
juin -01	3,567	7,143	05 -juin	46%
juil -01	3,894	9,577	31 -juil	100%
août -01	6,452	16,449	14 -août	100%
sept -01	4,807	14,156	28 -sept	88%
oct -01	6,389	16,336	13 -oct	100%
nov -01	4,486	14,143	04 -nov	95%
déc -01	3,837	9,985	11 -déc	100%

Concentrations en radon 222 (Bq/m³) lors de l'année 2001

L'évolution des concentrations mensuelles depuis 1999 est présentée dans le graphique. On peut observer que les concentrations les plus élevées sont observées aux mois d'août et de septembre. La variation des concentrations mensuelles en radon dépend des conditions de dispersion (précipitation, vitesse de vent...) et de l'origine des masses d'air pouvant passer sur des zones émettrices (granite, ...).

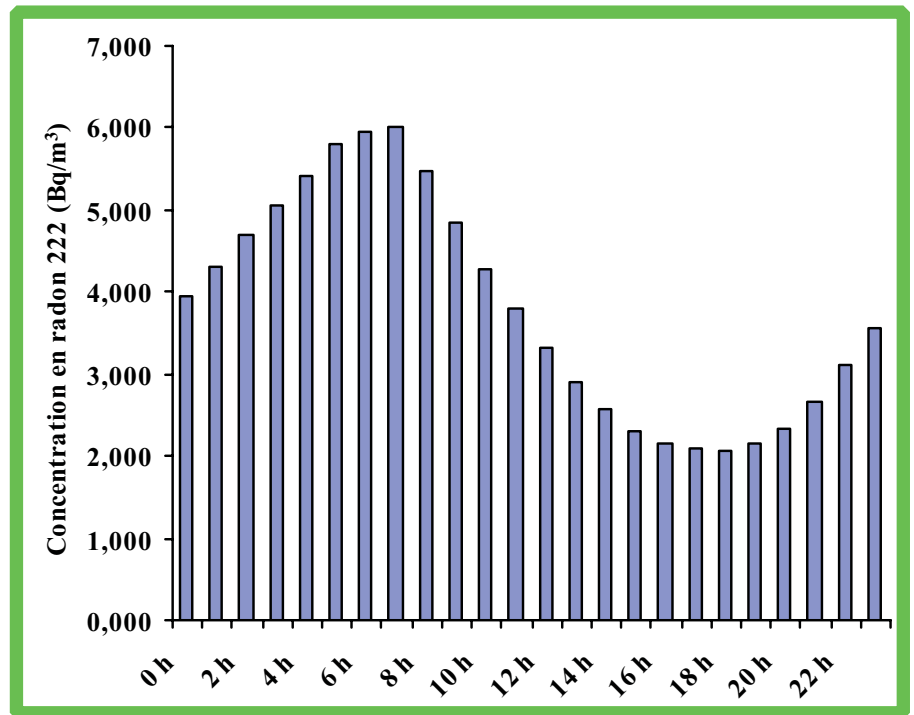


Evolution des concentrations mensuelles en radon 222

1 Une période ou demie vie est le temps au bout duquel la moitié des atomes radioactifs initialement présents a disparu par transformation spontanée.

2 Un becquerel est le nombre de désintégration de noyaux radioactifs par seconde.

Le profil moyen journalier pour l'année 2001 montre des variations de concentrations. Elles semblent suivre l'évolution de la couche d'inversion durant la journée. En effet, la nuit le sol et l'air à son contact se refroidissent plus rapidement que l'air en altitude ce qui conduit à une inversion de température et à l'établissement d'une couche d'inversion très stable. Durant le cycle diurne, l'air réchauffé par le sol s'élève au fur et à mesure que le réchauffement augmente, ce qui favorise l'augmentation de la hauteur de la couche de mélange et permet une plus grande dilution du radon dans l'atmosphère.



Concentration moyenne horaire annuelle

III. Conclusion et bilan 2001

L'été 2001 a connu 8 dépassements du seuil de recommandation relatif à l'ozone ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) : 4 sur Chartres, 3 sur Orléans et 1 sur Bourges. Suite à ces dépassements, une information de la population sur les risques sanitaires encourus a été déclenchée auprès des préfectures concernées. L'agglomération Berruyère a connu durant cet été son premier dépassement de ce seuil depuis sa surveillance (dépassement constaté le 30 juillet 2001). Comme pour les années précédentes, les seuils de protection de la santé et de

la végétation relatifs à l'ozone ont été fréquemment dépassés durant 2001. Le nombre de ces dépassements est en hausse par rapport à celui de 2000 et proche de celui de 1999. Les autres polluants ont respecté largement les normes et les recommandations en vigueur. L'ozone reste le polluant le plus préoccupant sur notre région.

En ce qui concerne l'indice Atmo, il est gouverné dans 85% des cas en moyenne par l'ozone. Toutefois, on note une hausse de la participation des particules en suspension dans la

détermination de l'indice Atmo par rapport aux années précédentes. Cette augmentation semble être directement liée au changement de la grille de calcul du sous-indice particules, puisqu'aucune augmentation des concentrations en particules en suspension n'a été constatée.

Depuis avril 2001, les métaux toxiques (Pb, Cd, Ni et As) font partie des polluants surveillés en continu sur les deux stations de proximité automobile des deux grandes agglomérations de la région Centre : Orléans et Tours.

I. L'extension du réseau de surveillance

I.1 Site rural

L'analyse des données d'ozone récoltées durant les trois dernières années par Lig'Air, montre que les fortes concentrations en ozone sont enregistrées au nord de la région Centre lorsque les masses d'air sont originaires du secteur nord-est (influence du panache parisien). L'un des objectifs fixés pour la future station rurale est d'approcher les concentrations en ozone en dehors des agglomérations du nord et en particulier sur une zone directement soumise à l'influence du panache parisien. L'une des attentes de cette nouvelle station est de quantifier les concentrations en ozone provenance de la région parisienne, ainsi que la composition chimique des masses d'air riches en ozone (les études de caractérisation chimique peuvent être effectuées par des campagnes ponctuelles). L'ensemble des informations récoltées permettront, par la suite, de renseigner les outils de modélisation afin de scénariser les différentes actions à entreprendre pour contrarier la production d'ozone sur cette partie de la région. Le site rural en question doit être placé à l'intersection des deux départements du nord de la région (Eure-et-Loir et Loiret, département les plus touchés par

l'ozone) et à la frontière de l'Île-de-France.

La commune de Oysonville semble répondre à cet objectif. Une campagne de mesure a été réalisée à Oysonville à l'aide du laboratoire mobile du 20 mars au 20 avril 2001. Les polluants visés étaient l'ozone, le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre et les particules en suspension. Ces mesures ont été complétées par le suivi des concentrations en ozone du 20 juillet au 30 août 2001.

La première campagne de mesures a permis de confirmer le caractère rural de la station de mesure. En effet, les concentrations en oxydes d'azote et monoxyde de carbone sont faibles par rapport à celles enregistrées en milieu urbain. Le tableau suivant présente les concentrations du monoxyde et dioxyde d'azote observées à Oysonville, à Orléans (La Source et Préfecture) et à Chartres (Fulbert et Lucé) pendant la période d'étude.

Les données sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

		Oysonville	La Source	Préfecture	Fulbert	Lucé
NO	Moyenne	0	3	4	2	2
	Maximum horaire	12	168	87	105	49
NO ₂	Moyenne	6	15	24	17	11
	Maximum horaire	57	89	89	77	69

La moyenne en monoxyde d'azote est très proche de zéro, ce qui montre bien l'absence d'émissions d'oxydes d'azote à l'échelle locale. Les concentrations en dioxyde d'azote sont en moyenne au minimum deux fois inférieures à celles enregistrées dans les deux autres agglomérations. Mais, des concentrations en dioxyde d'azote de niveau relativement élevées pour un site rural peuvent être observées (P98 = $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en particulier par vent sud-ouest à ouest (présence de l' A 10 à environ 6 km).

Les niveaux de particules en suspension sont semblables à ceux enregistrés à Orléans et Chartres. Cependant, la nature chimique de ces particules en suspension peut différer en raison des activités agricoles autour du site.

Les teneurs en dioxyde de soufre sont très faibles comme sur le reste de la région. Celles de monoxyde de carbone sont proches du niveau de fond (entre 300 et $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les concentrations en ozone sont assez proches de celles des autres agglomérations. Les conditions météorologiques au cours de l'étude du printemps (masse d'air maritime) n'étaient pas favorables à une forte production d'ozone.

Au contraire, lors du suivi des concentrations en ozone du 20 juillet au 30 août, des concen-

I.2 Dreux

Le programme d'extension du réseau de surveillance s'inscrit dans le cadre du PRQA et est financé par la région Centre et l'ADEME (CPER). Il prévoit l'implantation d'une station de mesures fixes sur l'agglomération de Dreux (deuxième agglomération de l'Eure-et-Loir). Afin de préparer cette installation et d'approcher la qualité l'air sur cette ville, une campagne de mesure à l'aide du laboratoire mobile s'est déroulée du 3 au 28 août 2001. Les polluants visés étaient l'ozone, les oxydes d'azote et les particules en suspension. Le rapport détaillé de l'étude existe à Lig'Air sous la référence : Qualité de l'air, été 2001, Dreux.

Les concentrations en dioxyde d'azote et en particules en suspension sont comparables à celles enregistrées, à cette période de l'année, sur les autres agglomérations de la région et en particulier sur Chartres. Elles

trations élevées ont été enregistrées (maximum horaire de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 28 juillet 2001). Comme nous l'attendions, les concentrations maximales sont enregistrées sous les vents de secteur nord-est, provenant de l'agglomération parisienne. Les concentrations enregistrées à Oysonville lors de cette période sont largement supérieure à celles observées sur les autres

sites fixes de Lig'Air. Ceci confirme ainsi son caractère rural.

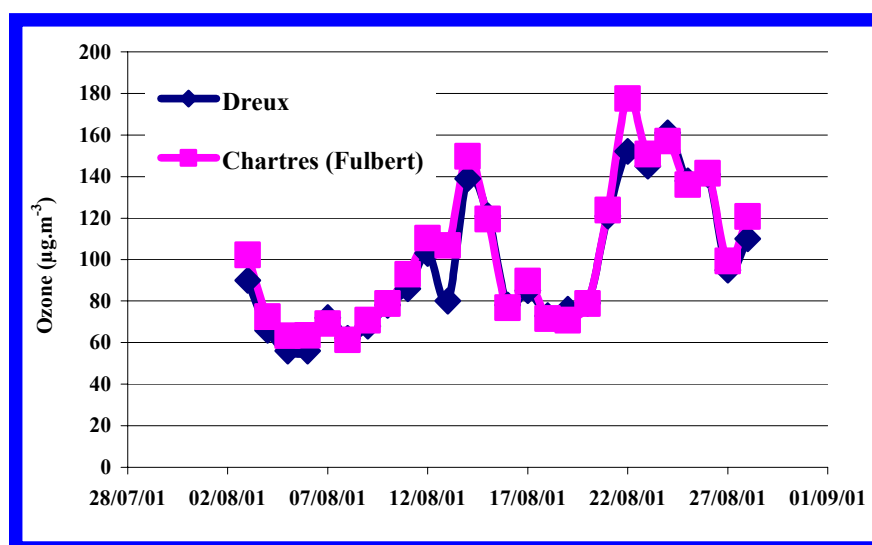
La station fixe de Oysonville a été mise en service le 04 décembre 2001, l'ozone est mesuré en continu. Cette station située en Beauce, entourée de cultures céréalières, permet aussi le suivi des pesticides au printemps et à l'automne.

restent faibles devant les seuils réglementaires.

L'évolution des concentrations en ozone est aussi très semblable entre Chartres et Dreux (voir graphe ci-dessous).



Tête de prélèvement des gaz



Evolution des maxima journaliers en ozone à Chartres et à Dreux

Or, des dépassements du seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) sont généralement observés sur Chartres lors des périodes estivales. Au cours de la période d'étude à Dreux, les concentrations maximales enregistrées sont sensiblement, com-

me à Chartres, proches de ce seuil d'information. Cependant, si les seuils d'information et d'alerte n'ont pas été dépassés pendant cette période, ceux qui concernent la protection de la santé et de la végétation ont été dépassés plusieurs fois (voir tableau ci-après).

Lors de cette étude les dépassements des seuils sont identiques sur les deux sites considérés (Chartres et Dreux). Ceci suggère que l'ensemble des dépassements des seuils en vigueur enregistrés sur Chartres, ont pu aussi se produire sur la ville de Dreux.

La ville de Dreux semble être soumise à la pollution par l'ozone d'une manière équivalente à la ville de Chartres.

I.3 Blois

Dans le but d'implanter une nouvelle station de mesure sur l'agglomération blésoise, une campagne de mesure a été menée entre le 17 mai et le 8 juin 2001 sur le site du Muséum d'Histoire Naturelle. Les concentrations enregistrées lors de cette étude sont représentatives d'un site urbain de fond. Les niveaux moyens observés durant cette campagne, sont similaires à ceux enregistrés lors d'une étude antérieure réalisée sur le site de la Halle aux Grains durant l'année 2000 (du 9 au 22 juin 2000). Compte tenu de ces éléments et de la densité de population dans cette zone le site du Muséum d'Histoire Naturelle, situé au centre ville de Blois, comme une deuxième station urbaine de l'agglomération blésoise, a été validé. Elle sera mise en service durant l'année 2002.

Sites	Seuil de protection de la santé	Seuil de protection de la végétation
	110 µg/m³ sur 8 heures	65 µg/m³ sur 24 heures
Chartres (Fulbert)	8 dépassements	13 dépassements
Dreux	8 dépassements	13 dépassements

Dépassements des seuils sur Dreux et Fulbert (Chartres) entre le 3 et le 28 août 2001

Ainsi, en prenant en compte la problématique que pose l'ozone dans le nord de la région Centre, l'implantation d'une station de mesure permanente sur l'agglomération

de Dreux nous paraît indispensable et prioritaire par rapport aux autres agglomérations de même taille situées au sud de la région.



Station Charcot à Blois



Remorque laboratoire au Muséum d'Histoire Naturelle de Blois

II. Les métaux toxiques

Durant les années 90, deux grandes études visant la mesure des métaux lourds ont été réalisées sur la région Centre à l'aide de bio-indicateurs (lichens et mousses). La première est régionale. Elle a été réalisée par le Laboratoire de Touraine à la demande du Conseil Régional de la région Centre entre 1992 et 1998. Cette étude visait la répartition spatiale sur la région des métaux accumulés dans les lichens. La seconde étude est nationale. Elle a été conduite par

l'ADEME et l'université Paris IV. L'objectif de cette étude est d'établir une répartition spatiale des concentrations de 37 éléments accumulés dans des mousses sur l'ensemble de l'Hexagone. Pour cette dernière étude, seuls les résultats concernant la région Centre seront repris dans ce chapitre. Les autres résultats sont publiés par ADEME éditions sous la référence : *Galsomies L., Savanne D., Letrouit M-A., Ayrault S., Charre B., 1999.*

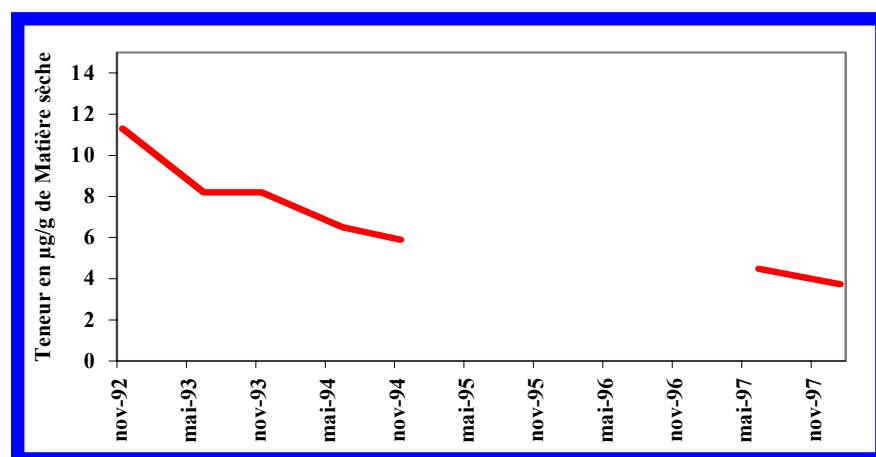
Retombées atmosphériques de métaux en France : estimation par dosage dans des mousses – Campagnes 1996 – ADEME Editions, France.

Pour l'étude régionale, l'exploitation des données a été réalisée par Lig'Air. Le déroulement de l'étude ainsi que les principaux résultats sont regroupés dans un rapport disponible à Lig'Air sous la référence "Etude des métaux lourds dans l'air ambiant en région Centre. Année 2000".

II.1 Campagne Lichen

Au cours de cette étude, 15 éléments ont été analysés dont le plomb (Pb) et le cadmium (Cd). Le nickel (Ni) et l'arsenic (As), deux des 4 métaux dont les concentrations feront l'objet de futures normes, n'ont pas été analysés. Les résultats concernant le cadmium sont difficilement exploitables du fait de nombreux échantillons non analysés ou manquants. Par conséquent, seuls les résultats du Pb seront évoqués.

De 1992 à 1998, dix campagnes de mesures sur des lichens ont été menées. Pour chaque campagne un lichen témoin a été analysé afin de suivre l'évolution de fond de chaque élément. Chaque campagne dure en moyenne environ 6 mois, sauf pour les campagnes de novembre 94-juillet 95, juillet 95-



Teneur en plomb dans le lichen témoin

mars 96, et la campagne de mars 96-décembre 96, pour lesquelles les lichens témoins ont été exposés respectivement 8 mois, 8 mois et 9 mois. Le non respect des périodes d'exposition introduit un biais dans l'interprétation des données, par conséquent les résultats de ces trois périodes ne sont pas exposés dans ce paragraphe.

L'analyse des lichens témoins montre que les concentrations en

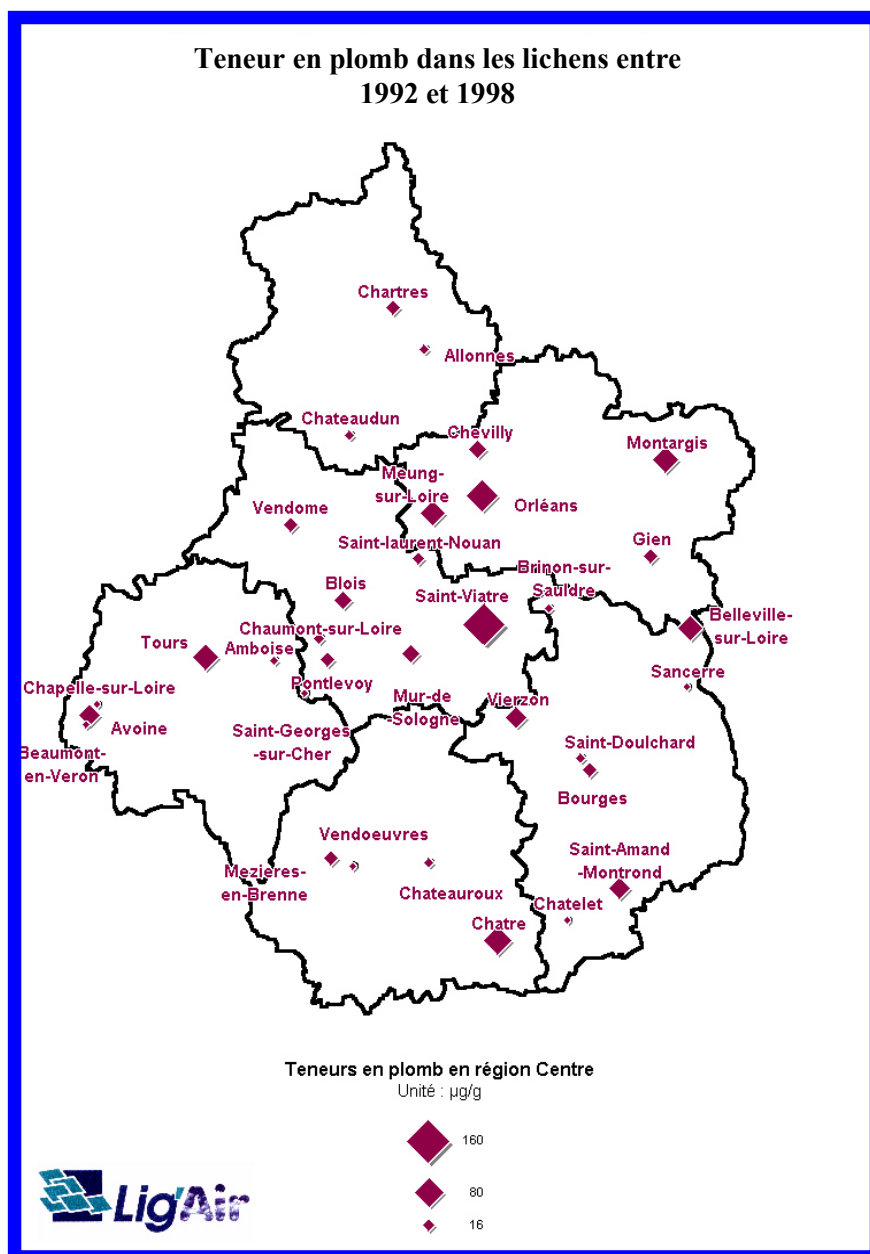
plomb ont subi une décroissance régulière entre 1992 et 1998 (voir figure ci-dessus).

Cette décroissance est à rapprocher de la diminution des teneurs en plomb dans le carburant plombé. La disparition du Pb dans les carburants à compter du 1^{er} janvier 2000, devrait se traduire par une baisse des concentrations de cet élément, encore plus marquée durant les années à venir.

Le Loiret est caractérisé par une concentration moyenne d'environ 66 µg/gMS (micro-grammes par gramme de matières sèches). Il s'agit de la concentration la plus élevée des départements de la région Centre, cette concentration est presque 2 fois supérieure à la moyenne régionale (38 µg/gMS).

La représentation cartographique ci-contre donne la répartition spatiale des concentrations moyennes en Pb (moyennes des concentrations enregistrées lors des 10 campagnes d'analyses). Pour les agglomérations où plusieurs sites avaient été retenus, les teneurs indiquées sont des moyennes sur l'ensemble de ces sites.

Le plomb a été observé sur l'ensemble des sites étudiés. Globalement, les concentrations en Pb sur les sites urbains sont plus importantes que sur les sites ruraux. Cette tendance peut s'expliquer par la différence de l'intensité du trafic automobile entre ces deux types de sites. Cependant, des concentrations relativement élevées sont aussi observées sur des communes de petite taille telles que Meung-sur-Loire (45), Avoine (37), La Châtre (36)... Compte tenu de la taille de ces communes, les concentrations enregistrées semblent être liées à des émissions industrielles. La concentration la plus élevée durant cette étude (160 micro-grammes par gramme de



matières sèches) a été enregistrée sur la commune de Saint-Viatre (41). Cette concentration reste encore inexpliquée puisqu'aucune source industrielle susceptible d'être émettrice de Pb n'a été recensée autour de ce site (Source DRIRE Centre). Par conséquent, une erreur analytique ne peut pas être écartée.

L'hétérogénéité des sites étudiés, rend plus difficile l'interprétation des résultats obtenus en particu-

lier pour les sites urbains. Nous notons, par exemple, que certaines villes moyennes, telle que Montargis, présentent des teneurs élevées en plomb par rapport à d'autres villes plus grandes, telle que Bourges. La localisation du site étudié, soit proche d'un grand axe routier ou d'une zone industrielle, dans le cas de Montargis, soit à l'abri de toute source émettrice dans le cas de Bourges, peut être à l'origine de ce résultat.

Concernant la répartition des sites de mesure, si dans les grandes agglomérations, plusieurs sites ont été sélectionnés, certaines parties de la région ne sont pas représentées comme le nord de

l'Indre, le nord et l'ouest de l'Eure-et-Loir, le sud de l'Indre-et-Loire ainsi que le nord du Loiret.

Enfin cette étude a montré clairement que les communes de

petites tailles pour lesquelles des zones d'activités industrielles émettrices de plomb sont voisines, peuvent être caractérisées par des concentrations relativement élevées en cet élément.

II.2 Campagne mousse

Le réseau « Mousses-Métaux » mis en place par l'ADEME et l'université Paris VI a pour objectif l'évaluation à long terme des niveaux de pollution de fond résultant des retombées atmosphériques des métaux lourds. Les concentrations de 37 éléments dont le plomb, le cadmium, l'arsenic et le nickel, ont été approchées lors de cette étude. Les mousses utilisées sont les pousses annuelles de 1993, 1994 et celles de 1995 récoltées sur 512 sites dans l'Hexagone dont 36 sites sur la région Centre. La répartition de ces sites a été effectuée de façon à avoir en moyenne une récolte pour 1000 km² loin des sources émettrices.

En ce qui concerne la région Centre, les résultats de cette étude montrent que les moyennes régionales en Arsenic, Cadmium et Nickel (exprimées en micro-grammes par gramme de matières sèches) sont inférieures aux moyennes nationales (voir tableau ci-dessus). Par contre, pour le Plomb, la teneur moyenne sur la région Centre est légèrement supérieure à la moyenne nationale.

éléments	moyenne régionale	moyenne nationale	écart en % par rapport à la moyenne nationale
Arsenic	0,35	0,42	-17%
Cadmium	0,22	0,28	-22%
Nickel	2,37	2,81	-16%
Plomb	12,97	12,35	+ 5%

Situation de la région Centre par rapport à l'ensemble de la France (en micro-grammes par gramme de matières sèches, campagne mousse 1996 – ADEME)

Le niveau relativement élevé en Pb sur la région Centre par rapport à la moyenne nationale n'est pas dû à une augmentation généralisée des teneurs en plomb sur l'ensemble des sites étudiés sur la région Centre mais surtout à une très forte concentration observée au nord-est du Loiret (près de la commune d'Erceville voir carte ci-après). C'est sur cette commune que la concentration maximale nationale en plomb accumulé dans les mousses a été enregistrée lors de cette étude. Des usines de fabrication et de recyclage de batteries au plomb implantées à quelques kilomètres de distance pourraient expliquer une telle contamination. En dehors de ce site, les concentrations observées sur la région Centre sont res-

tées relativement faibles et très proches de celles enregistrées majoritairement sur l'Hexagone.

Globalement, cette étude fait apparaître une différence entre le nord et le sud de la région Centre : en effet, les départements du Loiret et de l'Eure-et-Loir apparaissent plus pollués en plomb et en arsenic que les autres départements. Ce phénomène est peut-être dû à la proximité de la région Ile-de-France (région caractérisée par des niveaux relativement élevés en métaux toxiques accumulés dans les mousses). Rappelons ici que l'étude régionale sur les lichens a montré aussi la présence de forte concentration en Pb sur le Loiret (45) (voir campagne lichens).

Concentration en Pb dans les mousses 1996



Teneurs en plomb en région Centre
Unité : µg/g de matière sèche de mousse



Source : GALSOMIES L. ; Campagnes 1996-ADEME

Concentration en As dans les mousses 1996

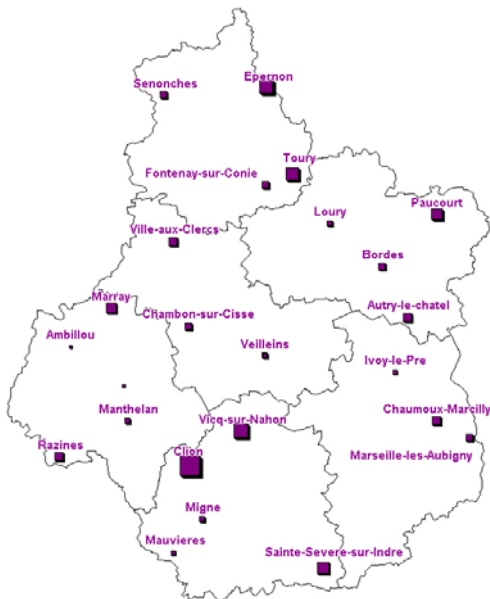


Teneurs en Arsenic dans les mousses (accumulation)
Unité : µg/g de matière sèche



Source : GALSOMIES L. ; campagne 1996-ADEME

Concentration en Ni dans les mousses 1996



Teneurs en Nickel en région Centre
Unité : µg/g de matière sèche



Source : GALSOMIES L. ; Campagne 1996-ADEME

Concentration en Cd dans les mousses 1996



Teneurs en cadmium en région Centre
Unité : µg/g de matière sèche



Source : GALSOMIES L. ; Campagnes 1996-ADEME

Pour le Nickel, les concentrations les plus élevées ont été mesurées au nord de l'Indre. Le cadmium présente des concentrations relativement homogènes

sur l'ensemble de la région Centre (voir cartes ci-dessus) Ces deux études ont montré que les retombées atmosphériques en

métaux toxiques sont observées en milieu urbain comme en milieu rural. Les concentrations les plus importantes ne sont pas forcément localisées dans les

grandes agglomérations, même si, dans ces dernières, elles restent relativement élevées, mettant ainsi en évidence l'influence des émissions industrielles situées aux alentours ou dans les petites communes.

Les cartographies obtenues par ces études ont permis de mettre en relief les zones susceptibles d'être caractérisées par des niveaux relativement élevés en métaux toxiques sur la région Centre. Cependant, les concentrations atmosphériques de ces métaux

demeurent encore méconnues puisque les teneurs obtenues, lors de ces deux études, expriment les quantités accumulées de chaque élément dans les lichens ou les mousses et non les concentrations atmosphériques. Ceci rend impossible des comparaisons avec les normes existantes dans l'air ambiant.

Afin d'approcher les concentrations des métaux toxiques (Pb, Cd, Ni et As) dans l'air ambiant, Lig'Air a mis au point durant l'année 2000 une métho-

dologie de prélèvement des métaux toxiques dans l'air ambiant, adaptée à son fonctionnement en vue d'une surveillance en continu de ces éléments (cf. rapport d'activités 2000, Lig'Air). Depuis début 2001, deux sites sont instrumentés sur les deux grandes agglomérations de la région Centre (Tours et Orléans). Des prélèvements hebdomadaires sont réalisés sur deux sites de proximité automobile : Gambetta à Orléans et Mirabeau à Tours.

II.3 Concentrations atmosphériques en métaux toxiques

Les premières mesures des métaux toxiques dans l'air ambiant, ont débuté début avril 2001 (semaine 14) sur la station de Gambetta (Orléans) et à la mi-mai 2001 (semaine 21) sur le site de Mirabeau (Tours).

D'une façon générale, les niveaux moyens des 4 métaux toxiques observés sur les deux sites surveillés sont restés largement inférieurs aux futures valeurs limites (voir tableau ci-contre).

Les concentrations enregistrées sur ces deux sites sont de même ordre de grandeur que celles observées sur d'autres sites urbains français non influencés par des émissions industrielles. Elles

	Mirabeau		Gambetta		Valeur limite annuelle
	moyenne	maximum	moyenne	Maximum	
Plomb	12	25	21	40,7	500
Cadmium	0,3	0,7	0,3	0,7	5
Arsenic	0,5	1,5	0,6	1,9	4 à 13
Nickel	2,8	5,3	4,4	8	10 à 50
Taux de représentativité de l'année	60%		73%		

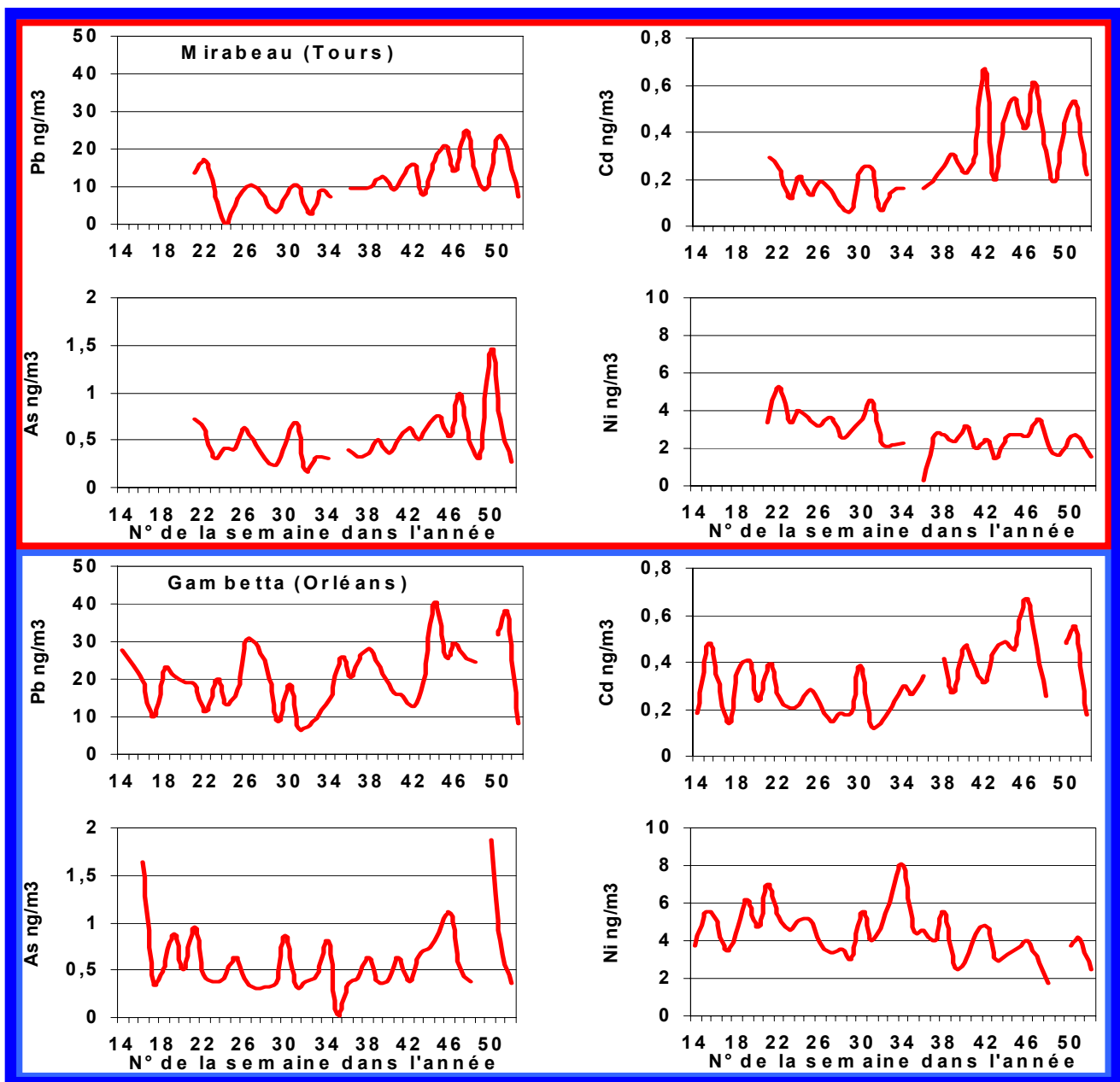
Teneurs des métaux toxiques dans l'air ambiant sur Orléans et Tours (site trafic) ainsi que les valeurs limites en ng/m³ année 2001

semblent donc être bien représentatives des concentrations urbaines.

La concentration moyenne en Pb sur le site de Gambetta est environ deux fois supérieure à celle enregistrée sur le site de mirabeau. Pour les autres éléments, les niveaux observés sur ces deux sites, sont

comparables.

Cette tendance peut être expliquée par la forte densité du trafic automobile sur le site de Gambetta en comparaison avec celle du site de Mirabeau et par la faible, ou l'absence, d'influence des émissions industrielles sur les deux sites.



Evolution des concentrations hebdomadaires des métaux toxiques dans l'air ambiant sur Tours et Orléans. Année 2001

Les variations annuelles des concentrations hebdomadaires (figures ci-dessus) montrent que les semaines hivernales sont légèrement plus chargées en Pb, Cd et en As sur les deux sites. La présence d'un cycle saisonnier caractérisé par de fortes concentrations hivernales, reste à vérifier dans les prochaines années. En ce qui concerne le Nickel, les variations hebdomadaires de ses concentrations montrent plutôt une légère décrois-

sance durant les semaines hivernales. Ce comportement reste encore inexplicable d'autant plus que les conditions météorologiques favorables à l'accumulation des polluants sont largement observées durant la saison hivernale et que la circulation automobile est responsable d'une partie de ses émissions en milieu urbain, comme pour le plomb et le cadmium. Parmi les 4 éléments surveillés, le nickel est de loin le composé qui a posé le plus de problèmes analytiques cara-

ctérisés par des contaminations des échantillons. L'origine de ces contaminations n'est pas clairement identifiée malgré les différents tests effectués avec le laboratoire partenaire sur la contamination par les cônes en nickel utilisés lors de l'analyse, sur la grille inox des préleveurs, sur la verrerie et les solvants utilisés. Ce problème de contaminations des échantillons en Nickel est aussi observé sur le plan national et international même si les tech-

niques analytiques utilisées sont différentes.

Enfin malgré les incertitudes qui persistent sur les concentrations en Ni sur les deux agglomérations surveillées, les niveaux observés sont similaires à ceux enregistrés sur d'autres sites nationaux de même typologie.

En plus des deux sites fixes, la surveillance du reste de la région sera réalisée par des campagnes mobiles en particulier sur les zones où les concentrations en métaux toxiques sont susceptibles d'être élevées. Ces zones seront localisées en collaboration avec la DRIRE (localisation des sites indu-

striels émetteurs sous contrôle de la DRIRE) et en utilisant le cadastre des émissions, en cours de réalisation au sein de Lig'Air. Les sites pouvant approcher ou dépasser les valeurs limites seront surveillés en priorité suivant les recommandations du Plan Régional pour la Qualité de l'Air.

III. Zones industrielles et nuisances olfactives

III.1 Zone industrielle de Saint-Jean-de-Braye

A la suite de plusieurs plaintes enregistrées par le service environnement de la mairie de Saint-Jean-de-Braye concernant des nuisances olfactives, Lig'Air a mené une étude analytique afin d'approcher les niveaux des composés responsables de ces nuisances.

L'odeur en question a été définie par les plaignants comme étant celle du Styrène (produit qui peut avoir une source d'émission dans la zone industrielle de Saint-Jean-de-Braye ou dans celle des Bas Avaux).

L'étude menée par Lig'Air avait pour but de déterminer la répartition spatiale des concentrations en styrène sur la ville de Saint-Jean-de-Braye, afin de mieux localiser la source de styrène.

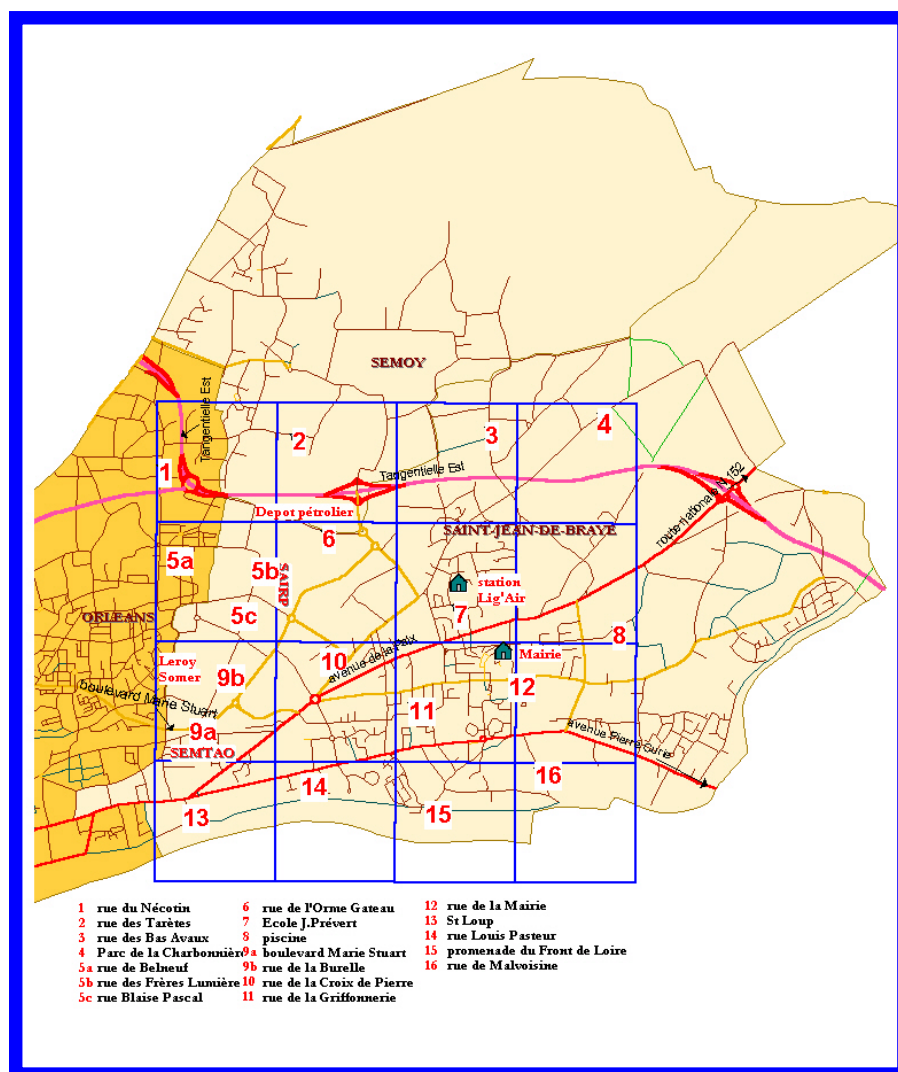
Nous avons aussi profité de cette étude pour déterminer les répartitions spatiales des concentrations de 5 autres polluants qui appartiennent à la même famille chimique du styrène (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, o-Xylène et mp-Xylène). Polluants que nous nommerons par la suite « les BTEX ».

Pour l'échantillonnage de tous ces polluants, nous avons adopté la technique de prélèvement passif (technique basée sur la diffusion moléculaire de l'air am-

biant vers un support solide capable de piéger spécifiquement les polluants visés). Au total, 19 échantillonneurs passifs ont été répartis sur cette commune suivant une grille de 16 mailles (voir carte ci-dessous). Deux séries de prélèvements ont été menées d'une durée de 15 jours environ chacune.



Tube passif et sa boîte de protection



Maillage pour la répartition des échantillonneurs passifs. Ville saint Jean-de-Braye

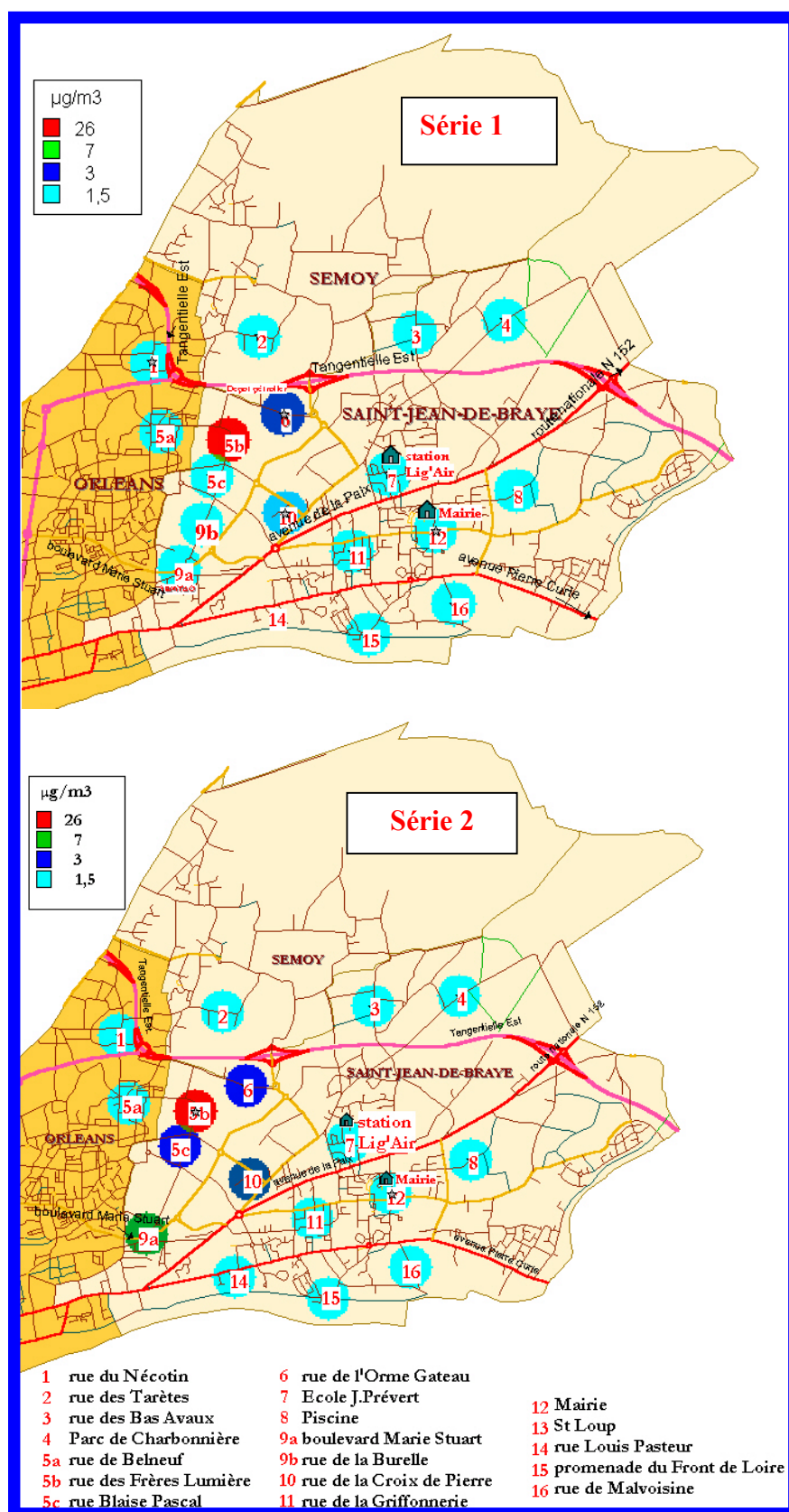
Résultats

Les concentrations en styrène sont restées dans la majorité des cas inférieures à la limite de détection analytique (environ $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les sites qui ont donné des concentrations détectables en styrène sont situés à l'intérieur ou au voisinage de la zone industrielle. Les concentrations maximales des deux séries de mesures sont environ de $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles ont été enregistrées sur le site 5b, rue des Frères Lumière (voir cartes ci-contre).

La répétitivité de la concentration en styrène sur ce site d'une série à l'autre suggère la présence d'une source diffuse du styrène proche de ce site puisqu'elle semble être indépendante de la direction du vent. Cette dernière a été très contrastée entre les deux périodes de mesure.

Lors de la première période, les vents dominants provenaient en grande partie du secteur sud-ouest avec des vitesses de vent supérieures à 4 m/s (60% des mesures). Les conditions étaient alors favorables à la dispersion des polluants dans l'atmosphère.

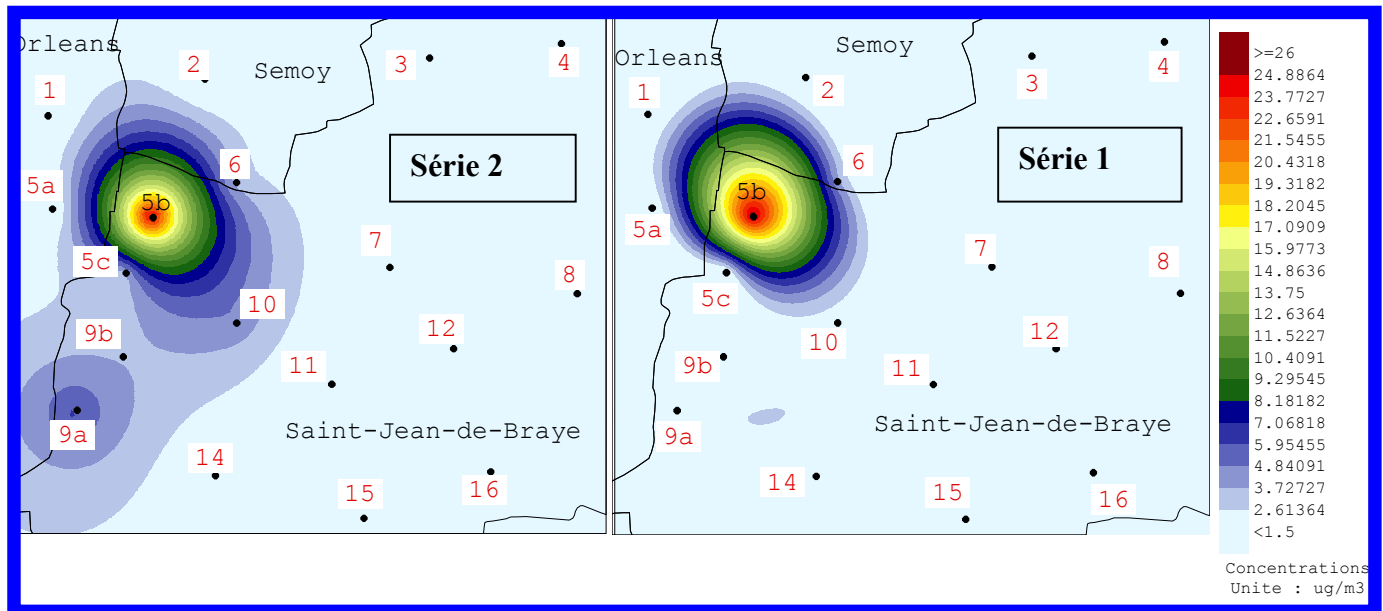
Lors de la seconde période, les vents du secteur nord à nord-est étaient largement prédominants. Les vitesses de vents étaient en majorité qualifiées de faibles. Cette situation est plutôt favorable à l'accumulation des polluants dans l'atmosphère. Les répartitions spatiales du styrène pendant ces deux séries (cartographies ci-après) illustrent bien l'influence des conditions météorologiques sur le comportement du styrène. En effet, la première série montre que les sites influencés par



Le styrène sur Saint-Jean-de-Braye

le styrène sont localisés dans un périmètre étroit autour du site 5b, témoignant ainsi d'une bonne dispersion dès qu'on s'éloigne de cette zone. La deuxième série, quant à elle, montre clairement que

les sites influencés par le styrène sont ceux situés sous les vents dominants et en amont des sites 5b, confirmant ainsi la présence d'une source dominante du styrène autour de ce site.



Pour les BTEX, les concentrations maximales lors de cette étude ont été enregistrées sur le Boulevard Marie Stuart (axe à forte circulation automobile) avec $1,7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux les plus faibles sont ob-

servés dans le parc de la Charbonnière. Pour les autres points, les concentrations en BTEX sont restées assez homogènes d'un site à l'autre. D'une façon générale, les concentrations en

benzène sont restées faibles devant la valeur limite ($5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) et l'objectif de qualité ($2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$). Rappelons ici que ces deux dernières valeurs sont des valeurs annuelles.

Conclusion

Le comportement du styrène sur la ville de Saint-Jean-de-Braye est largement différent de celui des BTEX. Celui des BTEX indique la prédominance d'une même source plutôt surfacique (circulation automobile), pour l'ensemble des polluants constituant cette famille. Par contre celui du styrène suggère la présence d'une source fixe de ce composé dans la zone industrielle de Saint-Jean-de-Braye. Les sites influencés par le styrène, montrés dans cette étude, sont relatifs à la période de prélèvement et aux conditions météorologiques qui ont

régné pendant cette période. Une autre étude à d'autres périodes de l'année et/ou sous d'autres conditions météorologiques est susceptible de faire apparaître d'autres sites influencés par cette source.

Il n'existe aucune norme sur la concentration en styrène dans l'air ambiant. Les seules normes existantes sont celles relatives aux milieux professionnels. Enfin, cette étude n'a pas permis d'établir un lien direct entre les concentrations de styrène et les odeurs senties (aucune plainte

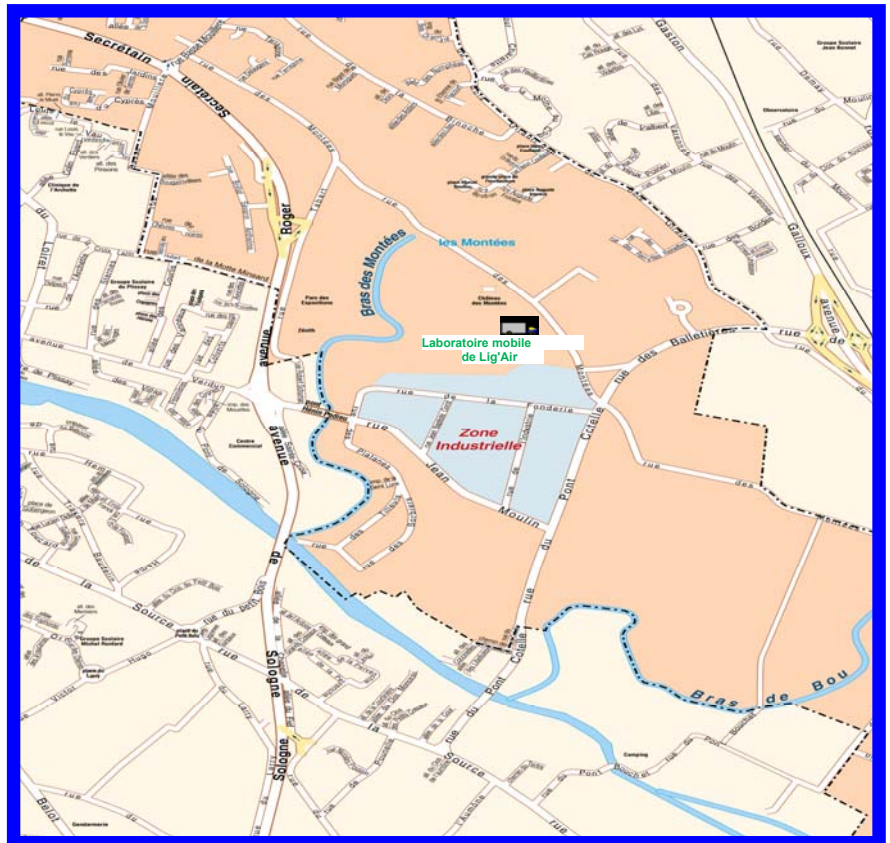
n'a été enregistrée durant l'étude). Par conséquent, il est souhaitable de compléter cette étude par une approche olfactométrique afin de mesurer la gêne sentie par les plaignants. Une nouvelle étude par échantillonnage passif sera réalisée en 2002 sur Saint-Jean-de-Braye en se focalisant sur la zone industrielle.

Le rapport d'étude incluant les deux campagnes de mesures de 2001 et 2002 est en cours de rédaction à Lig'Air.

III.2 Zone des Montées à Orléans

Le rapport complet de cette étude est consultable à Lig'Air sous la référence « Qualité de l'air, Zone des Montées, Centre de loisirs la Chênaie, Orléans ».

A la suite de plaintes recensées par la ville d'Orléans concernant des odeurs susceptibles d'être émises par la zone industrielle des Montées (voir carte ci-contre), Lig'Air a mené entre le 24 avril et le 04 mai 2001, une campagne de mesures sur le centre de loisirs de la Chênaie (quartier des Montées, situé au nord de la zone industrielle, voir carte ci-contre).



Localisation du laboratoire mobile au centre de loisirs la Chênaie (Orléans)

Le but principal de cette étude est d'essayer de mettre en évidence une éventuelle influence de la zone industrielle sur les concentrations des polluants mesurés mais aussi d'estimer la représentativité des mesures en stations fixes sur cette partie de l'agglomération orléanaise. Les polluants visés lors de cette campagne sont des composés de la pollution industrielle (dioxyde de soufre, poussières en suspension), de la pollution automobile (monoxyde d'azote, dioxyde d'azote, particules en suspension) et de la pollution photochimique (ozone). Les concentrations en métaux toxiques ont été aussi approchées lors de cette étude. Notons ici que ces polluants n'ont pas de lien direct avec les

nuisances olfactives mais ils peuvent avoir un lien avec l'une des activités principales de la zone industrielle.

Les polluants classiques (ozone, SO₂, NO₂, CO et particule en suspension) ont tous montré des concentrations inférieures aux seuils et aux normes en vigueur. Aucun dépassement n'a été observé. Le tableau suivant pré-

sente les niveaux moyens observés lors de la période d'étude comparés aux valeurs enregistrées par les deux sites fixes urbains sur Orléans.

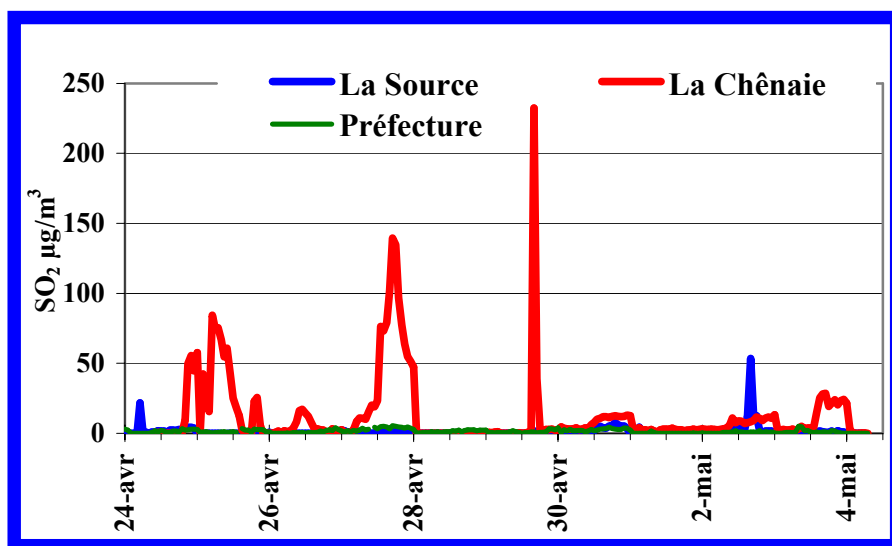
Les comportements des oxydes d'azote, de l'ozone, et des poussières en suspension sont très proches de ceux observés habituellement sur l'agglomération orléanaise. Un dépassement des

	Concentration moyenne lors de la période d'étude en µg/m ³		
	La Chênaie	La Source	Préfecture
dioxyde d'azote	12	11	19
ozone	56	75	62
particules en suspension	14	9	12
dioxyde de soufre	13	1	1

Concentration moyenne en O₃, NO₂, Ps et SO₂

seuils de ces polluants sur le site de la Chênaie a très peu de chance de se produire sans qu'il ne soit enregistré au moins sur l'une des deux stations fixes de Lig'Air (Préfecture et La Source).

Cependant, et contrairement aux précédents polluants, le comportement du SO₂ n'est pas représentatif de celui observé habituellement sur l'agglomération orléanaise et sur les sites de fond. La concentration maximale enregistrée sur ce site, est la plus forte que nous avons observée à ce jour sur la région Centre (232 µg/m³) tout en restant inférieure aux seuils.



Evolution de la concentration horaire de SO₂ du 24 avril au 04 mai

Les concentrations les plus élevées sont enregistrées lorsque le site de mesure est sous les vents de la zone industrielle des Montées. Le comportement du SO₂, plutôt local sur le site de la Chênaie, indique

que de fortes concentrations pourraient être observées sur ce site en particulier, sans qu'elles ne soient détectées par l'une des deux autres stations fixes de Lig'Air (voir graphique ci-dessus).

Une campagne de surveillance du SO₂ sur le site de la Chênaie sur une longue période est vivement conseillée afin d'approcher l'évolution de ses concentrations, d'estimer les fréquences des pics et mettre en évidence des éventuels dépassements des seuils en vigueur.

Les concentrations en métaux toxiques ont été aussi surveillées lors de cette étude. Le tableau ci-dessus présente les concentrations moyennes de métaux mesurées lors de la période d'étude.

Les concentrations moyennes en Cd et en Ni enregistrées à la Chênaie, sont respectivement 10 fois et 2 fois supérieures à celles enregistrées sur la station Gambetta durant la même

	Moyenne La Chênaie 24/04/2001 au 01/05/2001	Moyenne Gambetta 24/04/2001 au 01/05/2001	Directive Européenne Projet de valeurs limites Moyenne annuelle
Plomb	6,5 ng/m ³	10,07 ng/m ³	500 ng/m ³
Nickel	5,9 ng/m ³	3,42 ng/m ³	10 à 50 ng/m ³
Cadmium	1,3 ng/m ³	0,14 ng/m ³	5 ng/m ³
Arsenic	< limite de détection	0,36 ng/m ³	4 à 13 ng/m ³

Concentration en Plomb, Nickel, Cadmium et Arsenic

période. Une source d'émissions de ces deux composés, et en particulier de Cd, est susceptible d'être localisée dans la zone industrielle des Montées. De la même façon que pour le SO₂, une campagne de mesure des métaux toxiques, sur une longue période, dans l'environnement de la zone industrielle est conseillée afin de mieux estimer les concentrations de ces éléments en particulier celles du Cd (valeur

limite annuelle de 5 ng/m³, projet de la prochaine directive européenne).

En avril 2002, une nouvelle campagne de mesure est prévue. Les polluants visés sont essentiellement les oxydes d'azote, les particules en suspension, le dioxyde de soufre, les métaux toxiques et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polluants pouvant être émis par les activités de la zone industrielle.

III.3 Les nuisances olfactives

Ces deux études concernent des problèmes de nuisances olfactives autour de zone industrielle. Or, les épisodes odorants ont généralement un caractère aléatoire qui est fonction de l'intensité de l'activité industrielle émettrice et des conditions météorologiques. De plus, les composés odorants à la base des nuisances peuvent être présents à de très faibles concentrations (généralement inférieures aux limites de détection analytique). Il est, par conséquent, très difficile d'approcher de façon objective les composés odorants, responsables des nuisances ressenties par les plaignants, en utilisant uniquement des méthodes phy-

sicochimiques (Lig'Air n'est pas équipée d'analyseurs spécifiques aux composés odorants : amines, composés soufrés, ...).

L'olfactométrie semble être la méthode la mieux adaptée pour approcher cette problématique. Elle permet de mesurer l'intensité d'odeur et peut-être même d'identifier le mélange odorant et l'activité émettrice. Ce genre d'étude peut être approché par la création d'un jury de nez bénévoles afin de caractériser les épisodes de nuisance olfactive et leur intensité. La création d'un tel jury fait partie des recommandations du PRQA (Plan Régional de la Qualité de l'Air) de la région Centre.

Comme la plupart des réseaux de surveillance de l'Hexagone, les connaissances de Lig'Air dans le domaine de l'olfactométrie sont limitées. La prise en compte des nuisances olfactives par les réseaux de surveillance est récente. Elle se matérialise, à l'heure actuelle, par la gestion et la centralisation des plaintes et par la création et l'organisation des jurys de nez bénévoles en collaboration avec des spécialistes de l'olfactométrie.

Depuis août 2001, Lig'Air essaie de centraliser les plaintes, concernant les odeurs sur l'ensemble de la région Centre afin de localiser les zones influencées par des sources odorantes.

IV. Répartitions spatiales du dioxyde d'azote et des BTEX sur Bourges et Orléans

Durant l'année 2001, Lig'Air a mené deux grandes études sur Orléans et Bourges, visant la répartition spatiale de certains polluants primaires (NO₂, Benzène, Toluène, Ethylbenzène et les Xylènes (BTEX)). Ces deux études font partie d'un vaste programme, décidé par Lig'Air, qui a pour objectif d'établir les répartitions spatiales de ces polluants sur l'ensemble des grandes agglomérations de la région Centre et de localiser les sites où les valeurs limites de ces polluants, risquent d'être dépassées. Les agglomérations de Bourges et d'Orléans ont été les premières à bénéficier de ce programme.

Les mesures sont réalisées sur plusieurs sites de chaque agglomération durant des périodes allant de 15 à 30 jours à l'aide des tubes passifs. Les concentrations obtenues sont exploitées et interpolées à l'ensemble du domaine étudié afin d'obtenir une répartition spatiale du polluant visé. Les résultats sont donnés sous forme de cartographies. Ces dernières ne sont pas figées dans le temps mais elles évoluent en fonction de la période d'étude et suivant les conditions météorologiques observées.

Les rapports détaillés des ces deux études sont référencés « Première quantification des

hydrocarbures aromatiques monocycliques sur les villes de Bourges et de St-Jean-de-Braye. Année 2001 » et « campagne de mesures du dioxyde d'azote et des BTEX sur l'agglomération d'Orléans au cours de l'hiver 2001 ». Exploitation des résultats par un logiciel d'interpolation. Année 2002 " respectivement pour Bourges et Orléans. En plus de la répartition spatiale de ces polluants, le rapport relatif à Orléans contient une discussion, non reprise ici, sur la représentativité des sites utilisés lors de cette étude.

IV.1 Les BTEX sur l'agglomération Berruyère

Sur l'agglomération de Bourges, deux séries de mesures ont été réalisées pendant le mois d'avril 2001. Les polluants mesurés sont les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes). Les sites de mesures se trouvent dans un quadrillage moyen d'un site tous les 500 mètres dans le centre ville et de 1 km dans les

zones périphériques. Au total 31 sites ont été implantés.

Lors de ces deux campagnes de mesures, aucun site n'a présenté un risque de dépassement de la valeur limite en benzène (seul composé normé dans la famille des BTEX, VL = 5 µg/m³ en moyenne annuelle, voir tableau ci-dessous). Le Boulevard Juranville

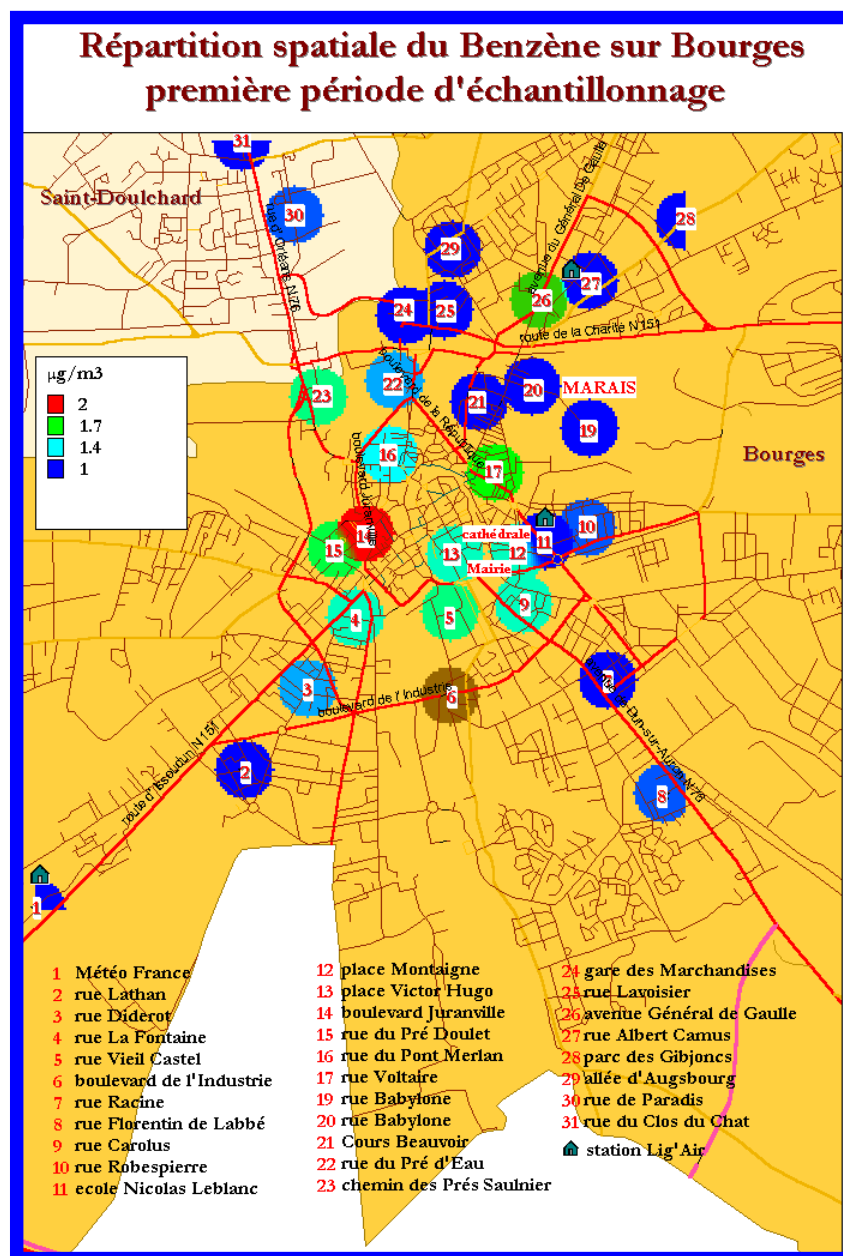
(Bourges) et la rue du Clos du Chat (Saint-Doulchard) sont les deux sites qui ont présenté un risque de dépassement de l'objectif qualité (2 µg/m³).

En dehors des spécificités de chaque site, les concentrations observées sont plutôt faibles et semblables entre les deux campagnes de mesures.

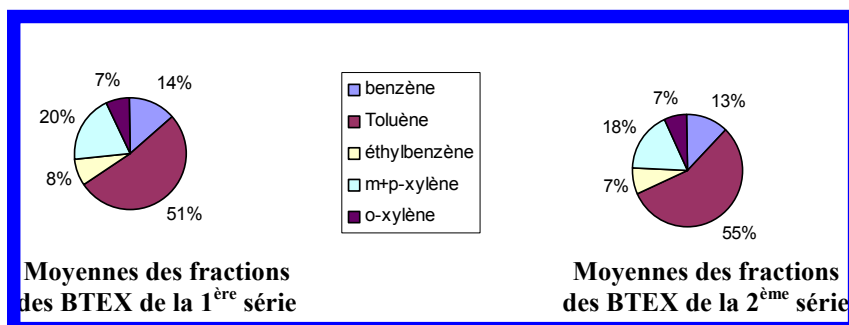
	Benzène		Toluène		Ethylbenzène		m,p-xylène		o-xylène	
	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2
Maximales	2,9*	2,5**	15,3*	14**	3*	2,3**	7,8*	6,1**	2,9*	2,3**
Minimales	0,6 \$	0,4\$	1,6\$	1,3\$	0,3\$	0,2\$	0,6\$	0,5\$	0,2\$	0,2\$
Moyennes	1,24	0,97	5,6	4,9	1,01	0,79	2,59	2,1	0,93	0,77
Ecart type	0,29	0,52	1,89	3,06	0,34	0,51	0,35	0,53	0,92	1,36

Résultats BTEX Campagnes de Bourges (* Bd Juranville. ** Rue Clos du Chat. \$ site Bourges Sud)

Les répartitions spatiales des BTEX, durant cette étude, ont montré que les différents polluants de cette famille présentent des comportements similaires caractérisés par des niveaux relativement élevés au centre ville et qui diminuent en allant vers les périphéries comme nous pouvons le constater sur la cartographie du benzène ci-contre. L'absence de sources fixes émettrices des BTEX au centre ville, suggère que les concentrations de ces éléments sont largement gouvernées par les émissions du trafic automobile qui est plus dense au centre. Enfin, l'analyse des fractions des BTEX, montre que ces dernières sont semblables d'un site à l'autre en particulier entre les sites de proximité automobile et les sites de fond ce qui confirme la prédominance du trafic automobile dans les émissions des BTEX sur les sites étudiés.



En outre, cette étude montre que le toluène est de loin le polluant le plus abondant de la famille des BTEX. Il représente plus de 50% de la masse totale des BTEX, présente dans l'air ambiant. Par contre, le benzène (seul composé normé de cette famille) ne représente que 14% de la masse totale (voir figures ci-contre).



IV.2 Le NO₂ et les BTEX sur l'agglomération orléanaise

Entre le 3 octobre et le 28 novembre 2001, deux campagnes de mesures visant les BTEX et le NO₂ ont été menées sur l'agglomération orléanaise.

Un quadrillage de cette agglomération a été réalisé de façon à ce que les tubes (31 au total) soient positionnés à des distances à peu près égales les uns des autres.

Les sites choisis sont dans la majorité des cas de type urbain de fond, installés dans la limite du possible, dans les zones à forte densité de population.

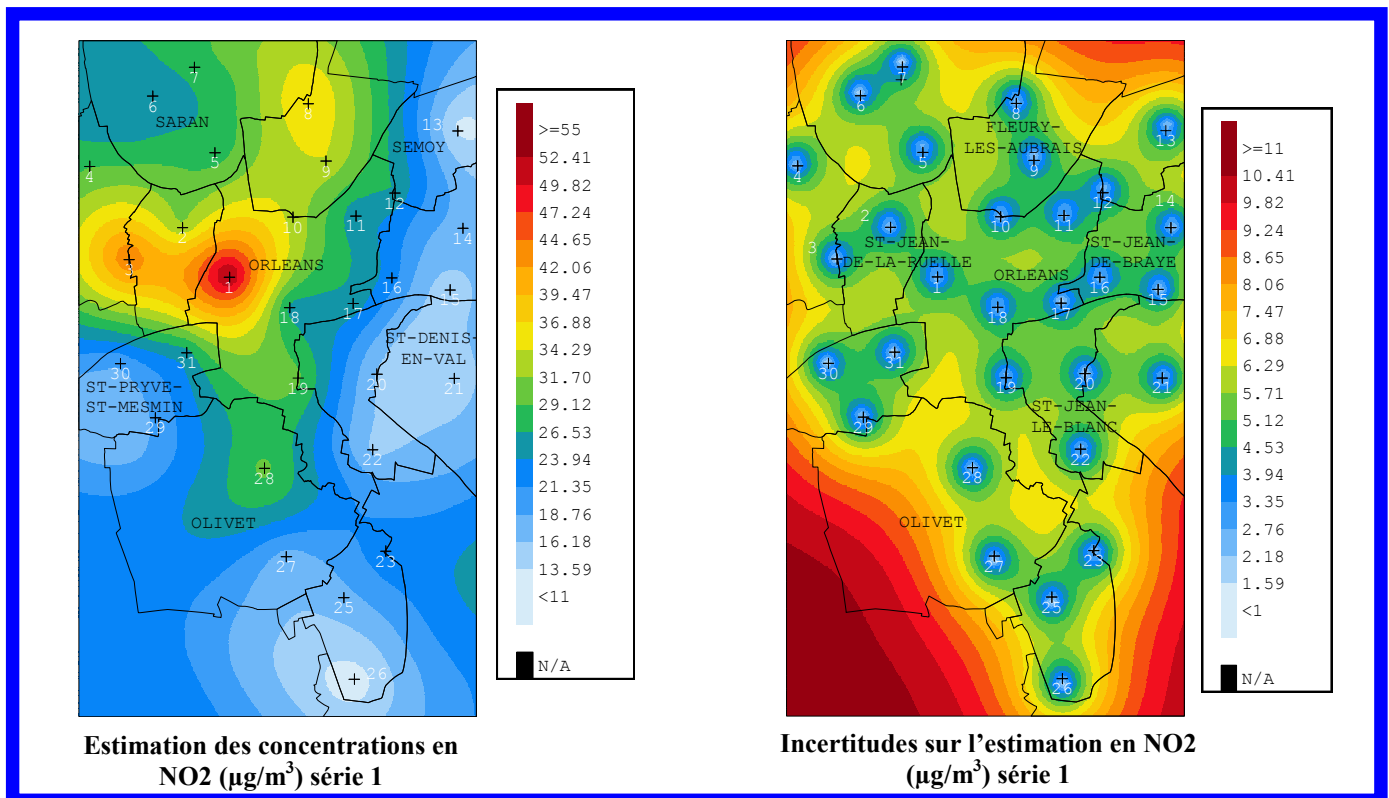
Le dioxyde d'azote :

Le site (1) situé sur le boulevard Châteaudun (Orléans) présente un réel risque de dépassement de la valeur limite de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour 2001 (voir tableau ci-contre). Les concentrations enregistrées sur ce site pendant les deux campagnes sont de l'ordre de $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'objectif de qualité ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle), risque d'être dépassé sur le site (3), rue Emile le Comte (Ingré). Au cours de la seconde période, les concentrations ont nettement augmenté, en particulier sur les sites de fond (en moyenne $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre les deux séries).

	Dioxyde d'azote en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Série 1	Série 2
Maximum	54,1 (site 1)	54,2 (site 1)
Minimum	11,9 (site 26)	27,3 (site 26)
Moyenne	25	36
Ecart type	9,4	6,3

Cette augmentation n'est pas homogène sur l'ensemble des sites. Elle varie entre 0,2% et 147%, mettant ainsi en relief l'influence de l'environnement proche de chaque site. Le taux d'augmentation le plus faible est observé sur les sites de proximité automobile. Le changement de direction de vent entre les deux périodes d'échantillonnage est le

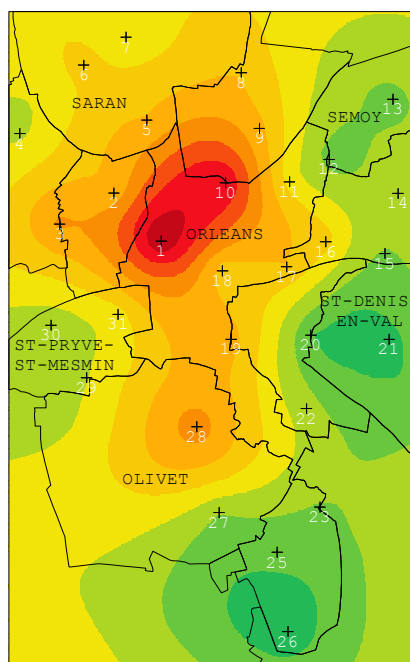
principal facteur explicatif de cette augmentation. Les masses d'air provenant des secteurs nord traversent des zones émettrices (axes routiers denses) avant leur arrivée sur l'agglomération. Ils amènent une pollution supplémentaire qui va s'ajouter aux émissions locales et ainsi augmenter les concentrations.



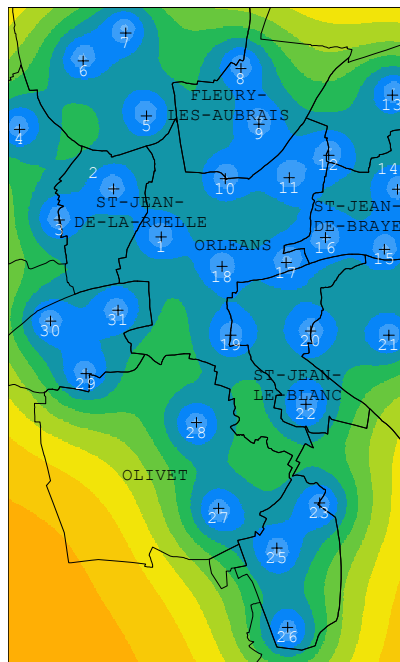
Les cartographies obtenues par interpolation statistique pour les deux campagnes (cartes ci-dessus et ci-après) montrent que le nord et l'ouest de l'agglomération orléanaise présentent respectivement des concentrations plus élevées en

dioxyde d'azote qu'au sud et à l'est. Ce résultat est à rapprocher de la présence des axes routiers implantés dans ces deux secteurs (A10 à l'ouest et la tangentielle au nord). L'examen détaillé de ces deux cartographies, montre que la

répartition spatiale du NO₂ sur cette agglomération a changé entre les deux séries indiquant que chaque cartographie est une image uniquement représentative de la période étudiée.



Estimation des concentrations en NO₂ (µg/m³) série 2



Incertitudes sur l'estimation de NO₂ (µg/m³) série 2

Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes)

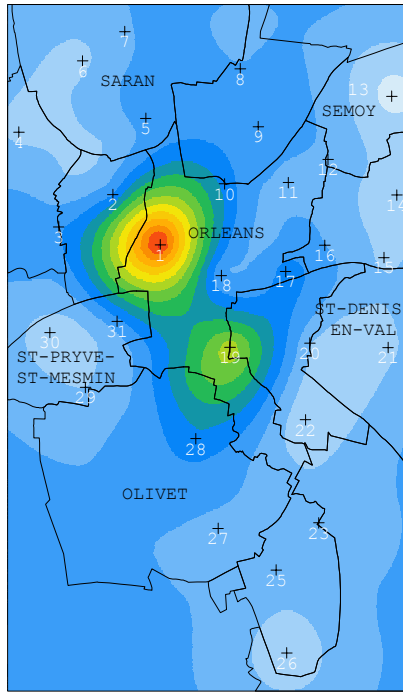
De même que pour le dioxyde d'azote, les concentrations maximales en BTEX sont observées sur le boulevard Chateaudun. Ce site présente aussi, comme pour le NO₂ un réel risque de dépassement de la valeur limite (5 µg/m³ en valeur annuelle) en benzène (voir tableau ci-dessous, les concentrations sont en µg/m³).

La grande majorité des sites étudiés (90%) ont des concentrations en benzène inférieures à l'objectif de qualité de 2 µg/m³. Les sites de mesures de la rue Anguignis (19) et de la rue J.M Simon (28) présentent des risques de dépassement de cette valeur (voir carte ci-après). Le comportement du benzène sur

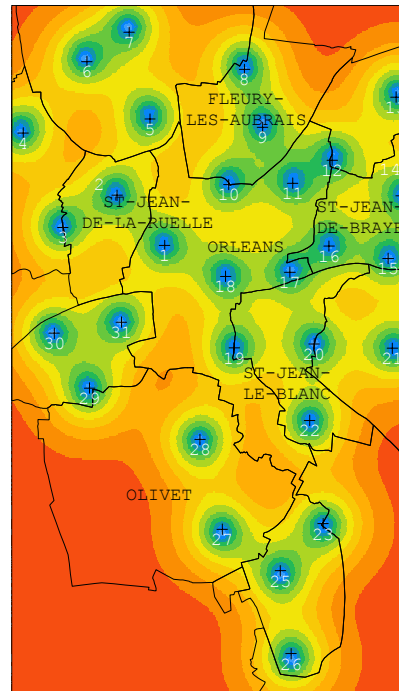
l'agglomération orléanaise ressemble à celui observé sur l'agglomération berruyère, à savoir que les fortes concentrations sont enregistrées au centre ville puis décroissent en allant vers la périphérie (voir carte ci-après).

	Benzène		Toluène		Ethylbenzène		m,p-Xylène		o-Xylène	
	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2	Série 1	Série 2
Maximum	5,4 *	4 *	36,3 *	25,7 *	4,6 *	3 *	13,0 *	8,6 *	4,7 *	3,1 *
Minimum	0,5 **	0,9 **	2 **	2,7 **	0,3 **	0,4 **	0,8 **	1,0 **	0,3 **	0,3 **
Moyenne	1,7	1,7	10,5	8,4	1,3	1,0	3,7	2,9	1,4	1,0
Ecart type	1,2	0,8	8,7	6,1	1,1	0,7	3,1	2,0	1,1	0,7

BTEX sur Orléans: *: Bd Châteaudun (site 1), **: rue du puits-gal (site 13)



Estimation des concentrations en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) série 1



Incertitude sur l'estimation en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Conclusion

La mesure des BTEX sur ces deux agglomérations montre que les concentrations de ces polluants présentent un gradient négatif du centre ville vers la périphérie. Les niveaux les plus importants sont

enregistrés sur les sites de proximité. Certains sites, en particulier sur l'agglomération orléanaise, présentent des risques de dépassement de la valeur limite en benzène. En ce qui concerne le

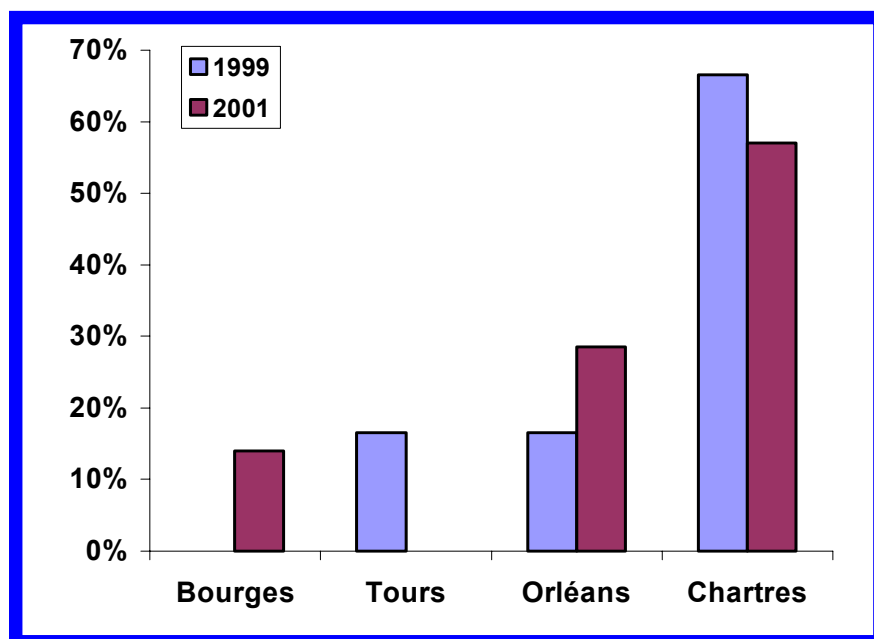
NO_2 , de façon générale les fortes concentrations sont localisées au nord et à l'ouest de l'agglomération orléanaise dues à la présence d'importants axes routiers.

V. Campagne Inter-régionale

Les mesures effectuées par Lig'Air depuis la mise en place de son réseau de mesure montrent que les agglomérations situées au nord de la région Centre sont plus exposées aux fortes concentrations en ozone que celles situées au sud de la région. L'Eure-et-Loir et le Loiret sont les deux départements les plus touchés par la pollution à l'ozone puisqu'ils sont directement exposés au panache francilien par vent de nord à est.

Ce constat est bien illustré sur la figure ci-contre qui donne la répartition des dépassements du seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) en fonction des agglomérations surveillées durant les années 1999 et 2001 (en 2000,

Afin de mieux cerner les zones susceptibles d'être soumises aux fortes concentrations d'ozone et d'approcher le comportement de ce polluant sur ces deux départements, une campagne de mesures de l'ozone a été menée durant l'été 2001. Cette campagne a été réalisée par Lig'Air en collaboration avec les deux réseaux limitrophes : Airparif (Ile-de-France) et Atmosf'Air (Bourgogne), entre le 10 juillet et le 3 septembre 2001. En plus des stations fixes, 8 sites ont été implantés et provisoirement instrumentés sur ces deux départements. Deux de ces huit sites, ont été équipés et suivis par Airparif.



Répartition des dépassements du seuil d'information suivant les agglomérations pour 1999 et 2001

les conditions météorologiques n'étaient pas favorables à la production de l'ozone, seule l'agglomération de Tours a été marquée par un dépassement). Au total, 57 % des dépassements du seuil d'information observés sur la région Centre durant

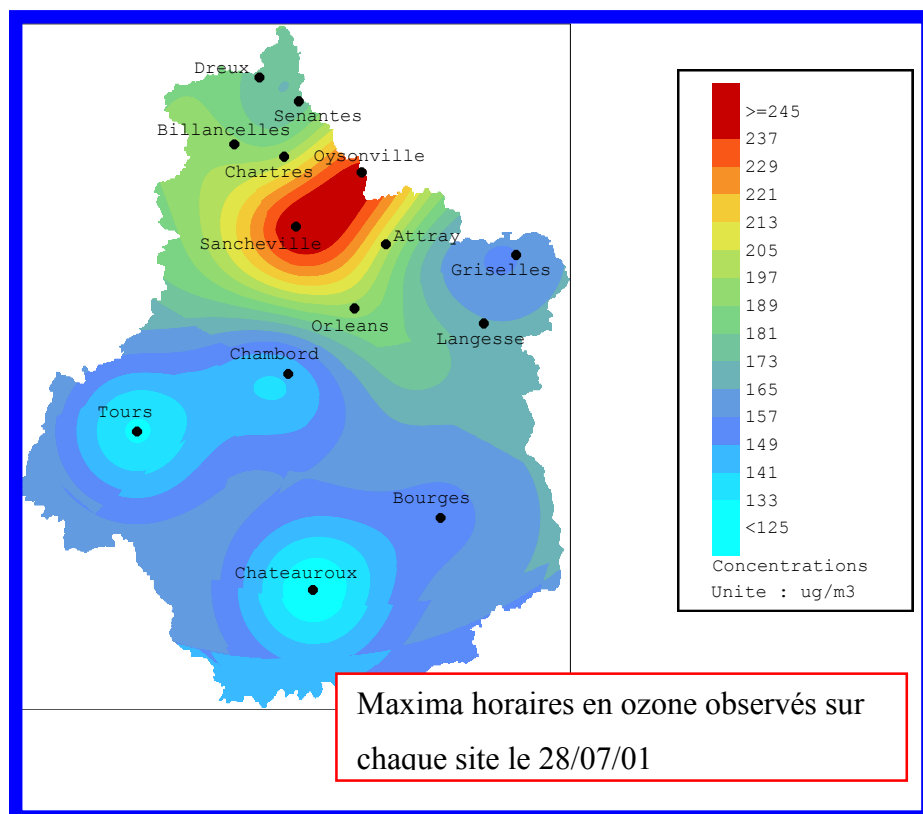
Les premiers résultats de cette campagne montrent que la pollution à l'ozone n'est pas propre aux deux agglomérations surveillées par Lig'Air sur ces deux départements (Orléans (45) et Chartres (28)) mais qu'elle est généralisée sur l'ensemble de ces deux départements. En effet, si nous prenons par exemple la journée du 28 juillet (carte ci-après), 9 des 12 stations implantées sur ces deux départements ont dépassé le seuil d'information ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par heure). Les trois autres stations, indiquent des valeurs entre 157 et

les 3 dernières années (14 dépassements) ont été enregistrés sur l'agglomération de Chartres.

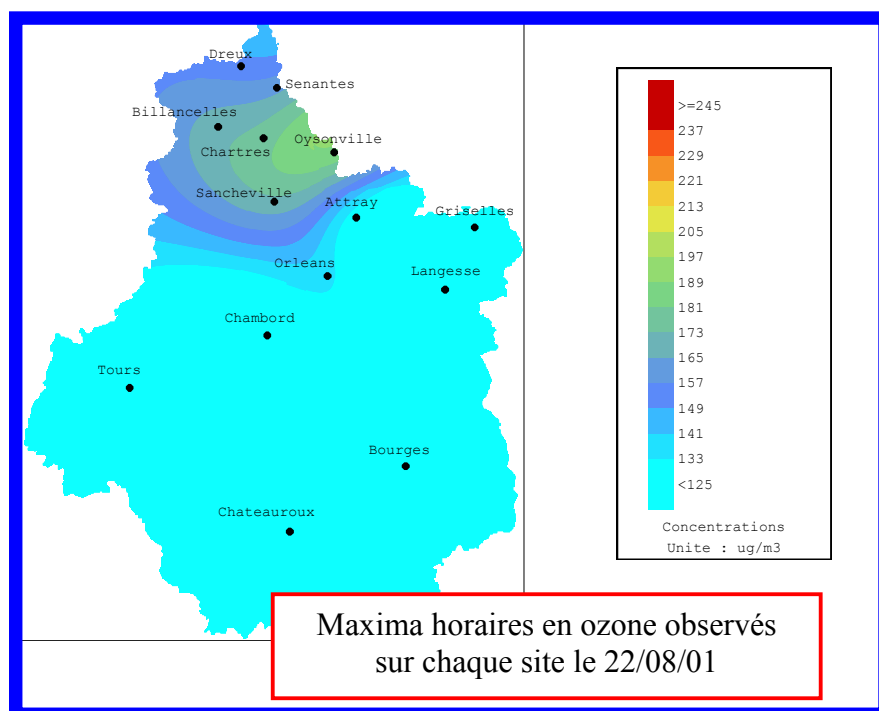
L'agglomération d'Orléans a été touchée par 21 % des dépassements sur les trois dernières années.

$176 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentration maximale enregistrée à l'heure actuelle sur la région Centre, $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure, a été observée durant cette journée sur la commune de Sancheville. La valeur maximale sur trois heures a été enregistrée sur le site rural de Oysonville ($227 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 3 heures) donc très proche du futur seuil d'alerte ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 3 heures). Ces deux communes sont situées dans l'Eure-et-Loir (28). Les interpolations géostatistiques réalisées avec l'ensemble des observations recueillies sur la

région Centre, montrent que la région Centre a été coupée en deux durant cette journée (cartes ci-contre). Les niveaux les plus importants d'ozone sont enregistrés sur les deux départements limitrophes de la région parisienne. Pour les autres départements, les concentrations d'ozone sont restées relativement faibles et homogènes. Cet exercice d'interpolation met aussi en relief la présence d'une zone ouverte sur l'Île-de-France suivant laquelle les fortes concentrations en ozone sont observées.



La journée du 22 août est un autre exemple qui met en évidence cette fois-ci la particularité de l'Eure-et-Loir en comparaison avec les autres départements de la région Centre (carte ci-contre). Ce jour-là, les niveaux d'ozone sont restés relativement faibles et homogènes sur l'ensemble des départements de la région à l'exception de l'Eure-et-Loir où le seuil d'information a été dépassé à Oysonville. Les concentrations en ozone à Chartres et Sancheville sont restées très proches de ce seuil. Les trois autres sites de l'Eure-et-Loir, étaient caractérisés par des concentrations largement supérieures à celles observées sur le reste de la région.

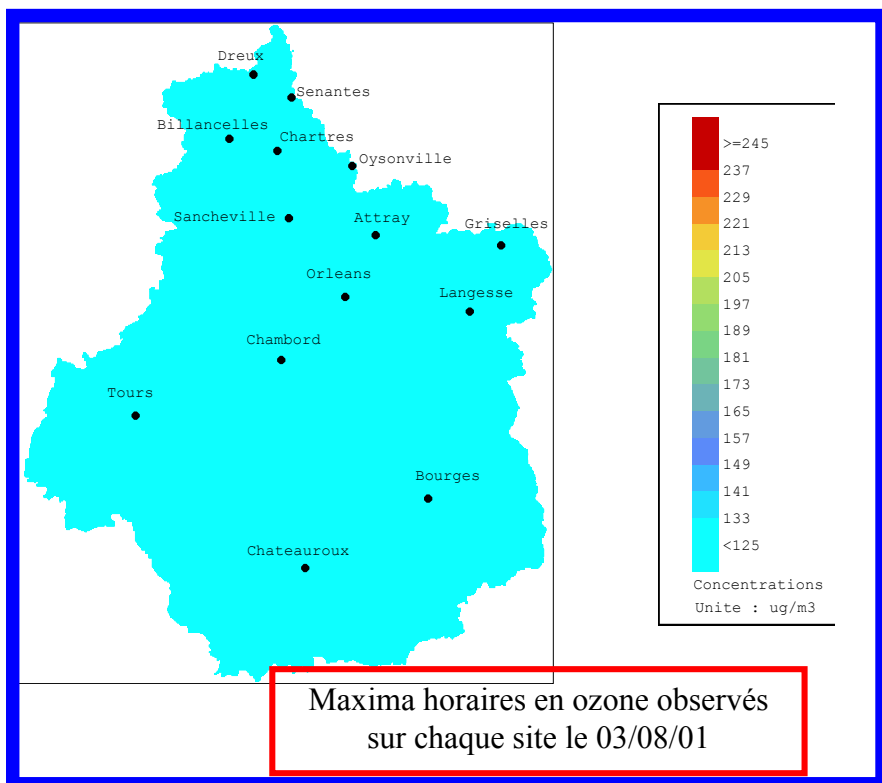


Comme pour la journée du 28 juillet 2001, l'interpolation géostatistique met en relief la pénétration étroite du panache parisien où les fortes concentrations en ozone sont observées. Les niveaux restent relativement plus faibles que ceux

observés durant la journée du 28 juillet 2001.

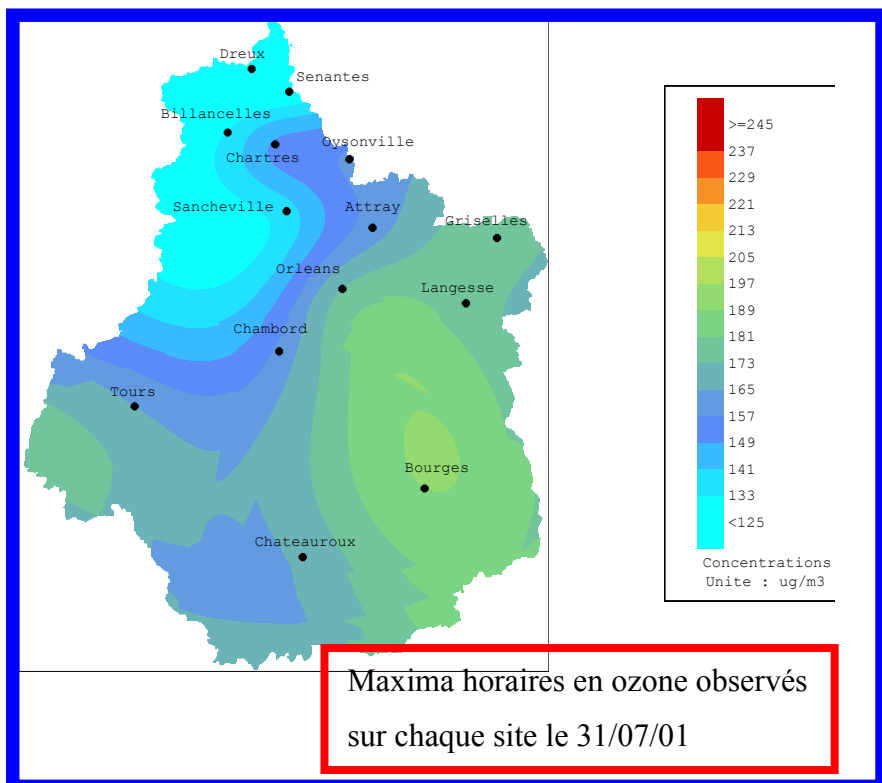
Les premières analyses météorologiques laissent entendre que ces deux jours sont caractérisés par des vents de nord à est, en particulier sur les deux départements du nord de la région. Les

fortes concentrations en ozone sont enregistrées sur les sites qui sont directement sous l'influence du panache parisien. En dehors des épisodes photochimiques, en particulier lorsque les vents sont originaires du secteur sud-ouest (arrivée de masses d'air maritimes moins chargées en précurseurs d'ozone), les concentrations en ozone sont très homogènes sur l'ensemble de la région Centre (voir carte ci-contre, journée du 03 août 2001).



Pour la première fois, depuis sa surveillance, l'agglomération de Bourges a dépassé le seuil d'information durant la journée du 31/07/02.

La représentation cartographique de cette journée (carte ci-contre) montre que cet épisode a touché toute la partie est de la région Centre. Les concentrations les plus faibles ont été enregistrées au nord-ouest de la région sur l'Eure-et-Loir (28). L'influence directe de la région parisienne durant cet épisode ne semble pas en cause. Par contre, celles des régions situées à l'est de la région (Bourgogne, Rhône-Alpes et Auvergne) sont mises en avant durant cet épisode.



Conclusion

Cette campagne de mesure a été très riche en informations. Elle a permis l'analyse de plusieurs masses d'air dans différentes

situations météorologiques. Une analyse météorologique fine (utilisation des trajectoires de masses d'air) couplée avec les

données recueillies sur les régions limitrophes, permettra de mieux comprendre le comportement de l'ozone et d'approcher

les paramètres qui conditionnent ses concentrations sur notre région. Les premiers résultats de cette campagne montrent que les vents originaires du nord-est (masses d'air survolant la région parisienne) est une condition nécessaire pour avoir des niveaux élevés en ozone sur le nord de la région Centre. Lorsque les conditions météorologiques sont favorables à la production photochimique et que les vents sont originaires d'un autre secteur que le nord-est, les concentrations enregistrées dé-

passent rarement les $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans cette partie de la région.

Enfin, malgré le nombre important de stations implantées lors de cette étude, nous n'avons pas pu approcher toutes les zones susceptibles d'être influencées par le panache parisien, en particulier celles localisées dans les secteurs ouest à nord-ouest de la région Centre (nord-ouest du Loir-et-Cher (41) et sud-ouest de l'Eure-et-Loir (28)). L'absence de point de mesure dans cette partie, limite l'utilisation des moyens d'interpo-

lation. Une simulation numérique à l'aide d'un modèle déterministe, de quelques situations analogues à celle du 28 juillet 2001 pourra apporter quelques éléments de réponse.

En tout état de cause et quelle que soit l'origine de ces fortes concentrations en ozone, l'Eure-et-Loir, et le Loiret sont les départements de la région Centre les plus touchés par la pollution photochimique.

VI. Les pesticides

En région Centre, les premières mesures de produits phytosanitaires dans l'air ambiant ont été réalisées en 2001. Le Plan Régional de la Qualité de l'air s'intéresse à la problématique des phytosanitaires dans l'atmosphère.

Cette préoccupation a débouché sur un partenariat local entre Lig'Air, la FREDEC¹ et la DRAF, sous l'égide du GREPPES². Ces travaux sont financés par l'ADEME, la DRAF et la DIREN.

La fin de l'année 2000 a permis de recueillir des données bibliographiques sur les techniques de prélèvement et d'analyse des pesticides dans l'air et révéler l'existence de deux méthodes EPA. Une liste de produits à rechercher dans les prélèvements a aussi été établie à partir de plusieurs critères (détectés du produit dans les eaux de pluie, effets sur la santé, produits les plus utilisés en région Centre). Cette liste a constitué une base

de travail pour les laboratoires lors du développement analytique.

L'année 2001 a vu le développement des mesures. En effet, les campagnes du printemps et de l'automne 2001 ont permis la mise en place d'une méthodologie de prélèvement et d'analyse. Durant ces campagnes, une première estimation des concentrations rencontrées en région Centre a été possible sur différents sites de la région et à différentes périodes de l'année.

VI.1 Mise en place d'une méthodologie de prélèvement et d'analyse des produits phytosanitaires dans l'atmosphère.

VI.1.1 L'étude comparative des modes de prélèvements

Tout d'abord, il nous a paru important de mettre en parallèle les trois techniques de prélèvement possibles (haut, moyen et bas débit) révélées par l'étude bibliographique. Une comparaison des absorbants (résine XAD-2 et mousse en polyuréthane) est aussi réalisée à bas débit. Cette étude

comparative a pour objectif d'approcher la méthodologie la plus favorable au niveau des coûts, de la logistique et de la nature des études.

Cette première phase s'est déroulée du 27 mars au 14 avril, en zone périurbaine à Saint-Jean-de-Braye (45), en collaboration avec

Atmo Poitou-Charentes (prêt du préleveur DA 80 et financement des analyses entraînées par son utilisation). Ce site est caractérisé par une activité arboricole et par la culture du colza. L'étude a consisté à mettre en parallèle cinq échantillonneurs présentés dans le tableau suivant :

2 Bas Débit PCEX 8 ARELCO	1 Moyen Débit PARTISOL 2000	1 Haut Débit DA 80	1 Haut Débit EuroPUF
- Débit : 4 litre.minute ⁻¹ 2 litre.minute ⁻¹	- Débit : 1 m ³ .h ⁻¹	- Débit : 15 m ³ .h ⁻¹	- Débit : 15 m ³ .h ⁻¹
- Durée 168 h	- Durée 168 h	- Durée 24 h	- Durée 24 h
- Support d'échantillonnage : PUF/QFF	- Support d'échantillonnage : PUF/QFF.	- Support d'échantillonnage : PUF/QFF	- Support d'échantillonnage : PUF/QFF.
PUF/XAD-2/PUF/XAD-2/QFF			

PUF : mousse absorbante en polyuréthane - QFF : filtre en quartz - XAD-2 : polymère absorbant

¹ Fédération Régionale de Défense contre les Ennemis des Cultures

² Groupe Régional pour l'Etude de la Pollution par les Produits Phytosanitaires des Eaux et des Sols en région Centre

Lors des deux séries de mesures, six produits (pendiméthaline, diflufenicanil, cyprodinil, fenpropimorphe, trifluraline et lindane) ont été quantifiés dans l'atmosphère à des concentrations allant de 0,15 à 5 nanogrammes par mètre cube d'air. L'ensemble des trente prélèvements analysés contient un ou plusieurs produits. La trifluraline est présente dans tous les échantillons. Cependant, on constate des problèmes d'interfé-

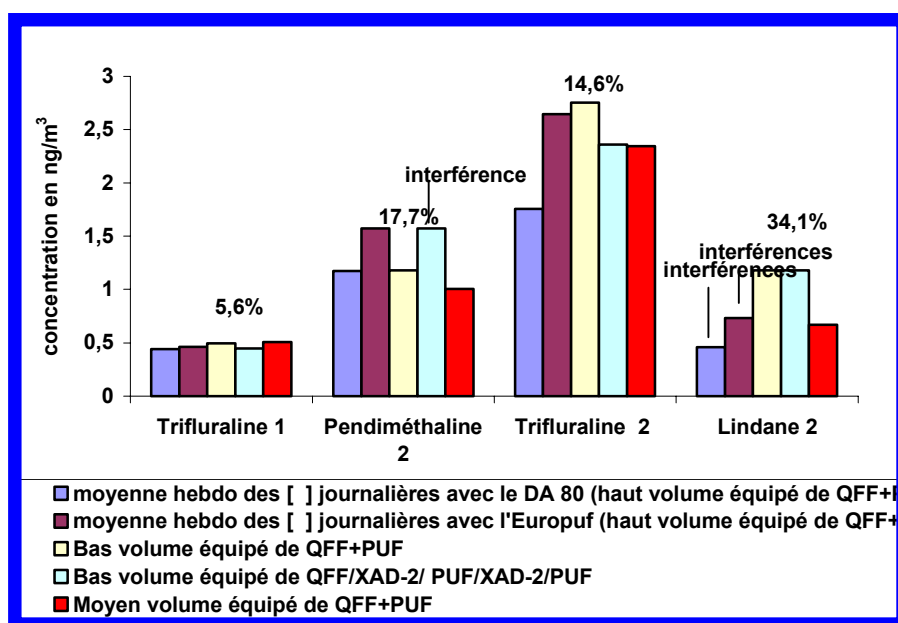
rences analytiques (doute sur la présence du produit et quantification exacte impossible). En ce qui concerne les différents systèmes d'échantillonnage, nous avons pu constater pour les prélèvements journaliers des résultats qui ne sont pas toujours concordants si on compare les échantillonneurs haut volume DA 80 et EuroPUF. Ces différences peuvent être liées à des incertitudes qui semblent sérieuses

sur le volume prélevé de l'Euro-PUF et à une manipulation importante des supports.

Pour les prélèvements hebdomadaires, les résultats sont plus cohérents et les écarts entre les préleveurs sont assez faibles. Les préleveurs « bas débit » ne permettent pas la détection de l'ensemble des composés quantifiés par les autres échantillonneurs, en raison de leurs limites de quantification élevées.

En effectuant la moyenne hebdomadaire des concentrations journalières, l'ensemble des modes de prélèvement peut être comparé. La comparaison est présentée dans le graphique ci-contre pour les produits détectés par les cinq modes de prélèvements.

Il apparaît que l'ensemble des techniques de prélèvement permet la quantification des produits phytosanitaires dans l'air ambiant. Les écarts entre les différents modes ne sont pas très importants. Ils sont inférieurs à l'incertitude analytique, mis à part le lindane. Les prélèvements hebdomadaires ne semblent pas entraîner de sous-estimation des concentrations.



Comparaison de l'ensemble des modes de prélèvements

L'ensemble des concentrations déterminées par les différents modes de prélèvement sont proches et cohérentes. Ainsi, une caractérisation des produits phytosanitaires, en vue d'évaluer

l'exposition de la population, semble possible. Les prélèvements hebdomadaires paraissent préférables pour des raisons notamment d'économie et de logistique.

VI.1.2 Prolongation de la comparaison XAD-2/PUF

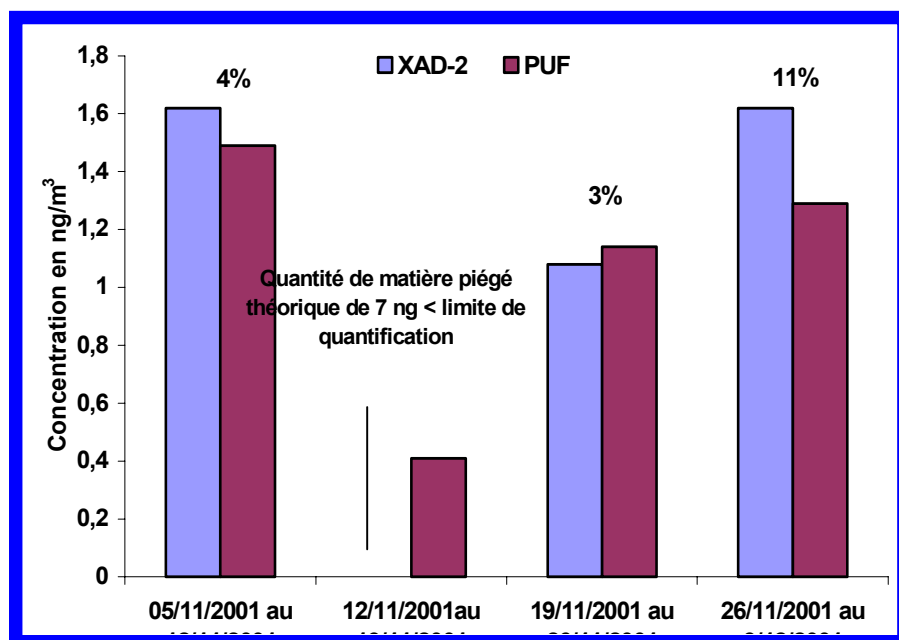
Il n'est pas noté de différence significative entre les absorbants (mousse en polyuréthane et résine XAD-2). Les écarts entre les deux absorbants sont faibles

(écart moyen de 7 %). Cependant, le nombre de mesures comparatives de support est peu important. Aussi, de nouvelles mesures en parallèle pour la

période d'épandage automnale ont été réalisées du 05 novembre au 03 décembre 2001 (soit 4 prélèvements hebdomadaires).

Les prélèvements hebdomadaires équipés de résine XAD-2 ont été effectués par un échantillonneur « bas débit » (débit de deux litres par minute). La trifluraline est le seul composé détecté par ce mode de prélèvement pour cette période.

Les prélèvements hebdomadaires ont été réalisés par un échantillonneur « moyen débit » (1 m³/h) équipé de mousses en polyuréthane. La trifluraline, la pendiméthaline et le lindane ont été quantifiés par ce mode de prélèvement. Pour le lindane et la pendiméthaline, les concentrations déterminées en « moyen débit » sont trop faibles pour être observées avec un prélèvement « bas débit ». Pour la trifluraline, la comparaison est possible (graphe ci-contre) mis à part pour la semaine du 12 au 19 novembre 2001.



Comparaison des absorbants (PUF et XAD-2) à l'automne 2001

Les écarts sont faibles entre les deux absorbants et ils sont concordants avec ceux obtenus lors de l'étude comparative. Ils permettent de compléter l'étude sur la trifluraline. Cependant, il est impossible de

généraliser ce constat aux autres composés. L'accumulation de mesures en parallèle demeure nécessaire afin d'évaluer les éventuelles différences entre les deux absorbants.

VI.1.3 Estimation des pertes dues au transport et au prélèvement hebdomadaire

Durant le transport et aussi le prélèvement, des pertes de matière sont envisageables. Afin d'évaluer ces pertes, le laboratoire a marqué les filtres avec 500 ng d'atrazine deutérée. Le filtre subit

le transport aller, les 168 heures de prélèvement, le transport retour et l'extraction. Le rendement d'extraction de l'atrazine deutérée a été estimé à 78%. A l'analyse pour une dizaine de

prélèvements, 73 % de l'atrazine est retrouvée en moyenne. Sur 10 mesures, l'écart-type est de 7%. Les pertes dues aux transports et au prélèvement semblent donc faibles.

VI.1.4 Comparaison de deux laboratoires d'analyse

VI.1.4.a Détection et quantification

Afin de valider la détection et la quantification des substances actives dans l'air ambiant, il était nécessaire de procéder à une comparaison entre laboratoires. Pour cela, des prélèvements en

parallèle ont été réalisés du 01 octobre au 03 décembre 2001. Deux laboratoires recherchaient en commun 15 composés sur 8 prélèvements chacun, soit 120 recherches communes entre les deux laboratoires. Sur ces 120

recherches, seules 7 recherches sont discordantes au niveau de la détection. On entend par discordance de détection, le fait qu'un seul laboratoire d'analyse détecte un produit lors d'une recherche commune. Le pour-

centage de concordance de détection est de 94,2% sur l'ensemble des recherches communes. Il faut noter que la grande majorité des discordances entre les deux laboratoires ont lieu pour des concentrations proches des limites de quantification.

Substances Actives	Nombre de quantifications communes	Ecart moyen lors de quantifications entre les deux laboratoires	Ecart entre les rendements d'extraction des deux laboratoires
Tébutame	3	25%	19%
Pendiméthaline	1	15%	29%
Trifluraline	8	15%	5%
Lindane	5	47,5%	49%

Ecart moyen de concentrations entre les deux laboratoires d'analyse

Les quantifications communes entre les deux laboratoires sont au nombre de 17. Pour ces quantifications, des écarts sont observés entre les deux laboratoires. Ces écarts sont généralement inférieurs à 30% pour 80% des quantifications.

Le tableau ci-dessus présente les écarts moyens de concentration entre les deux laboratoires.

Les écarts les plus importants sont observés pour le lindane. Les résultats en trifluraline et en pendiméthaline sont assez proches pour les deux laboratoires. En général, les concentrations déterminées par les deux laboratoires ne sont pas identiques, mais les ordres de grandeur sont respectés. On peut s'interroger sur les différences observées pour le lindane.

Un élément de réponse peut être l'écart entre les deux rendements d'extraction des deux laboratoires (122% et 73%). Les différences de rendements pour les autres composés sont moins importantes. Mais, comme préconisé par les méthodes EPA, les concentrations ne sont pas corrigées par les rendements d'extraction.

VI.1.4.6 Résoudre les problèmes d'interférences

Une partie des résultats au printemps 2001 était difficilement exploitable en raison de problèmes d'interférences. Pour éliminer ces problèmes, un laboratoire d'analyse (laboratoire A) a développé directement une procédure analytique comprenant une étape de purification des échan-

illons entre l'extraction et l'analyse. La réalisation de prélèvement en parallèle a permis d'estimer les différences entre les deux méthodologies utilisées par les laboratoires d'analyse.

Aucune interférence n'est observée par le laboratoire A sur l'ensemble de ces 150 recherches.

Le laboratoire B présente des problèmes d'interférences assez fréquents sur les triazines et les amides.

Les interférences semblent être éliminées par la méthode analytique (étape de purification, conditions et matériels d'analyse...) utilisés par le laboratoire A.

VI.2 Première estimation des concentrations rencontrées en région Centre

VI.2.1 Campagne de prélèvement du Printemps 2001

Quatre sites de prélèvements ont été équipés sur la région avec les différents modes de prélèvement. Les prélèvements se sont déroulés du 25 avril au 27 juin 2001 à :

- Joué-lès-Tours (37), en milieu urbain,
- Saint-Jean-de-Braye (45), en milieu périurbain influencé par une activité agricole,
- Chambord (41), site forestier,
- Oysonville (28), situé en Beauce, milieu rural.

Sur les trois premiers sites, les prélèvements sont réalisés en continu avec un pas d'échantillonnage hebdomadaire. Pour le site de Oysonville, les prélèvements sont journaliers à raison d'un échantillon par semaine en moyenne. La campagne comporte 27 prélèvements hebdomadaires et 8 prélèvements journaliers. Une synthèse des résultats est présentée dans le tableau ci-contre.

Pesticides	Rural	Périurbain	Urbain	Forestier	Concentration max en ng/m ³
Alachlore	X	X	X	X	3,66
Métolachlore			X		0,93
Carbendazime	X				0,76
Fluzilazole	X				1,21
Epoxiconazole	X				1.19
Pendiméthaline	X	X	X	X	12,65
Fenpropimorphe	X	X	X	X	14,23
Trifluraline	X	X	X	X	4,73
Azoxystrobine	X				0,67
Lindane	X	X	X	X	1,57
Oxadiazon		X	X		1,13
Cyprodinil	X	X	X		1,31

Substances actives mesurées lors du Printemps 2001

Au total, douze composés sont identifiés dont trois de ces composés ont été observés sur tous les sites étudiés (alachlore, trifluraline et lindane). A Saint-Jean-de-Braye (périurbain), le fenpropimorphe et la pendiméthaline ont été observés uniquement lors de l'étude comparative. Une dizaine de composés a été caractérisée sur les sites de Oysonville et Joué-lès-Tours contre cinq composés seulement à Chambord et à Saint-Jean-de-Braye lors de l'étude du printemps. En dehors des pratiques agricoles et d'épandage qui peuvent être propres au site ou à défaut à son environnement, les fortes limites de quantification, liées aux échantillonneurs de Chambord et de Saint-Jean-de-Braye, peuvent être aussi la raison de l'absence de détection de certains composés sur ces deux sites.

La trifluraline et le lindane sont détectés dans la majorité des prélèvements. Le lindane étant interdit depuis juillet 1998, la présence de ce composé sur tous les sites étudiés (entre 0,2 et 1,55 ng.m⁻³ en moyenne hebdomadaire et 0,44 et 1,57 ng.m⁻³ en moyenne journalière), peut être interprétée par plusieurs hypothèses :

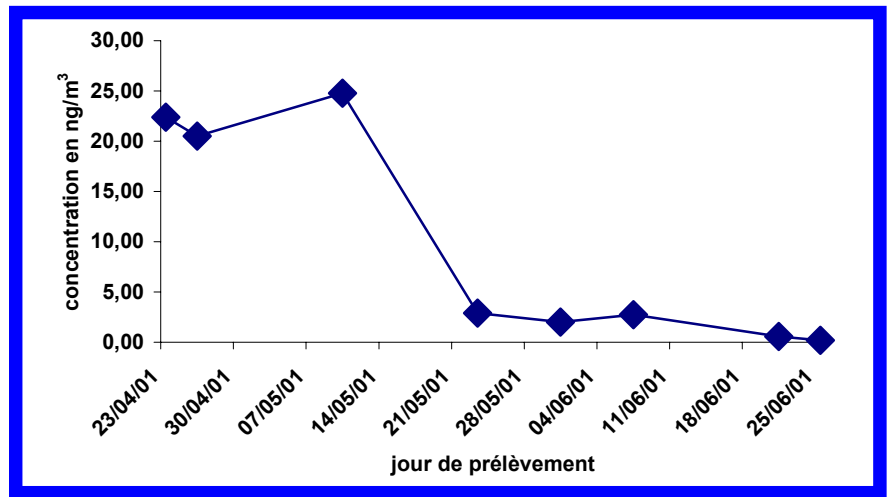
- niveau de fond atmosphérique dû à son utilisation antérieure,
- échange entre le sol et l'atmosphère,
- utilisation clandestine,
-

L'état actuel des connaissances ne permet pas d'interpréter de façon objective la présence de ce composé dans l'air ambiant.

Des pesticides utilisés en milieux ruraux (trifluraline, pendiméthaline, fenpropimorphe...) sont aussi identifiés sur les sites urbain et

périurbain ainsi que sur le site forestier de Chambord (l'ensemble des produits observés sur ce site ne sont pas théoriquement utilisés pour le traitement des arbres). Comme pour les autres polluants atmosphériques, le transport des pesticides semble se produire. Les résultats recueillis sur les deux sites urbain et périurbain, se caractérisent par rapport aux autres par la présence d'un herbicide : l'oxadiazon. Ce dernier a été identifié clairement sur quatre prélèvements à Joué-lès-Tours et sur un prélèvement à Saint-Jean-de-Braye. Il n'a pas été observé sur les deux autres sites. Cet herbicide est très utilisé par la SNCF, les mairies, les DDE et les particuliers. Le faible nombre d'observations ne permet pas de conclure sans aucune ambiguïté sur une signature des pesticides du milieu urbain.

A Oysonville (site rural), nous avons observé le plus grand nombre de pesticides à des concentrations comprises entre le dixième et la dizaine de nanogrammes par mètre cube. Les niveaux les plus importants sont enregistrés avant la mi-mai, en particulier pour le fenpropimorphe et la pendiméthaline. Après cette date, la concentration totale, des pesticides dans l'air chute considérablement pour atteindre environ 0,2 ng/m³ à la fin juin contre une vingtaine de nanogrammes par mètre cube au début



Concentration totale en pesticide observée à Oysonville

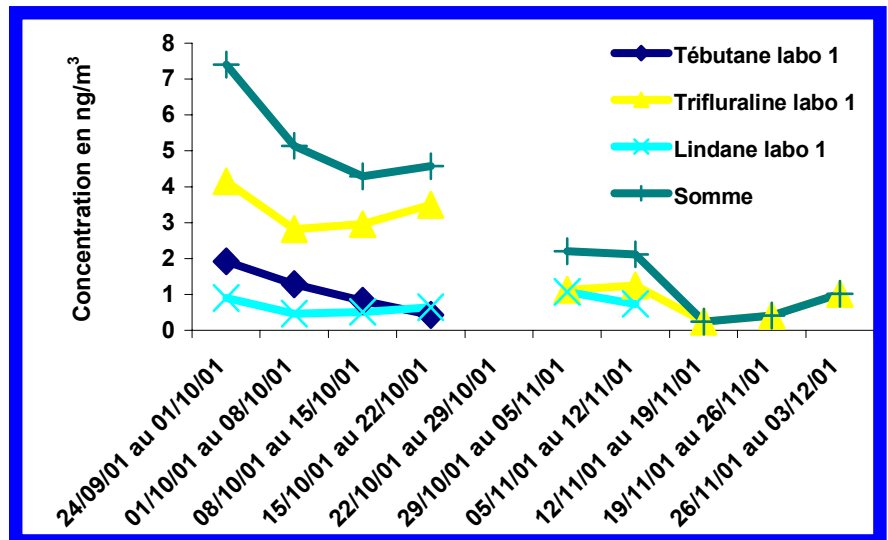
mai. La chute des concentrations en pesticides à partir de la deuxième quinzaine de mai semble être liée à la fin des périodes de traitement.

VI.2.2 Première approche de l'impact de la période d'épandage automnale sur l'air

Du 24 septembre au 03 décembre 2001, les prélèvements réalisés à Oysonville (28), ont permis la détection de sept substances actives : méta-zachlore, tébutane, pendiméthaline, diflufénicanil, trifluraline, lindane et alachlore.

Les concentrations sont de l'ordre du nanogramme par mètre cube. La trifluraline est le composé le plus important par sa fréquence de détection et sa concentration dans les prélèvements. Le graphique ci-contre présente l'évolution des concentrations hebdomadaires du 24 septembre au 03 décembre 2001.

L'ensemble des pesticides détectés dans les prélèvements, mis à part l'alachlore détecté sur un



Concentrations en substances actives à l'automne 2001

seul prélèvement et le lindane interdit d'utilisation depuis 1998, correspond à des produits utilisés sur les grandes cultures à cette période de l'année.

La concentration totale est moins importante que celle observée au printemps au regard des prélè-

vements journaliers, mais les concentrations en trifluraline sont plus élevées. Il faut noter la détection du tébutane, produit non caractérisé au printemps. La trifluraline et le tébutane sont utilisés majoritairement en août et en septembre.

VI.3 Perspectives

En 2002, une surveillance sur différents sites suivant le type d'exposition sera réalisée (zone rurale, zone périurbaine influencée, zone urbaine) durant le printemps. Des mesures isolées seront aussi effectuées, hors des principales périodes d'épandage, pour mettre en évidence d'éventuels problèmes de persistance. Sur une partie des principales agglomérations de la région, un suivi des concentrations en pesticide sera réalisé en milieu urbain, à l'automne.

VII. Inventaire des émissions polluantes

L'inventaire des émissions polluantes réalisé au sein de Lig'Air permettra, à la fois, de connaître les zones les plus exposées à la pollution atmosphérique en région Centre et de modéliser le comportement des polluants.

Le principe d'un inventaire consiste à calculer la masse de polluants émise par une activité sur une zone géographique donnée et durant une certaine période. Pour cela, la définition de plusieurs paramètres est nécessaire :

- L'année de référence : 1999
- La résolution spatiale : la commune
- La résolution temporelle : mois
- Les espèces chimiques inventoriées : NOx, SO₂, N₂O, Poussières, CO₂, CH₄, COVNM, NH₃, métaux (ainsi que pour certains secteurs les HAP)
- Les secteurs à prendre en compte : transport routier, résidentiel, transport non routier, agriculture, tertiaire, industrie, traitement des déchets, extraction et transformation d'énergie, nature.

L'année 2001 a vu le commencement de cet inventaire avec le calcul des émissions dues au secteur résidentiel (chauffage et eau chaude sanitaire) et celles dues au trafic routier sur les autoroutes et les nationales de la région centre, ainsi que sur les départementales du Loir-et-Cher.

A noter, qu'un inventaire régional a déjà été réalisé par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etude sur la Pollution Atmosphérique) dans le cadre du PRQA (Plan Régional de la Qualité de l'Air) pour l'année 1994. Cet inventaire concernait 6 polluants (SO₂, NOx, NH₃, COVNM (*Composés organiques volatils non méthaniques*), CO, CO₂). L'unité géographique est l'arrondissement excepté pour les villes de plus de 100 000 habitants où des données sont disponibles pour l'unité urbaine³.

Cependant, cet inventaire n'est pas adapté au but recherché. En effet, l'unité géographique prise en compte ici (l'arrondissement) est trop grande, et les données par secteur ne sont pas assez détaillées. De plus, concernant le

transport routier, seules les autoroutes et les routes nationales ont été prises en compte ; les départementales ont donc été ignorées. Or, certaines départementales de notre région supportent un trafic relativement élevé.

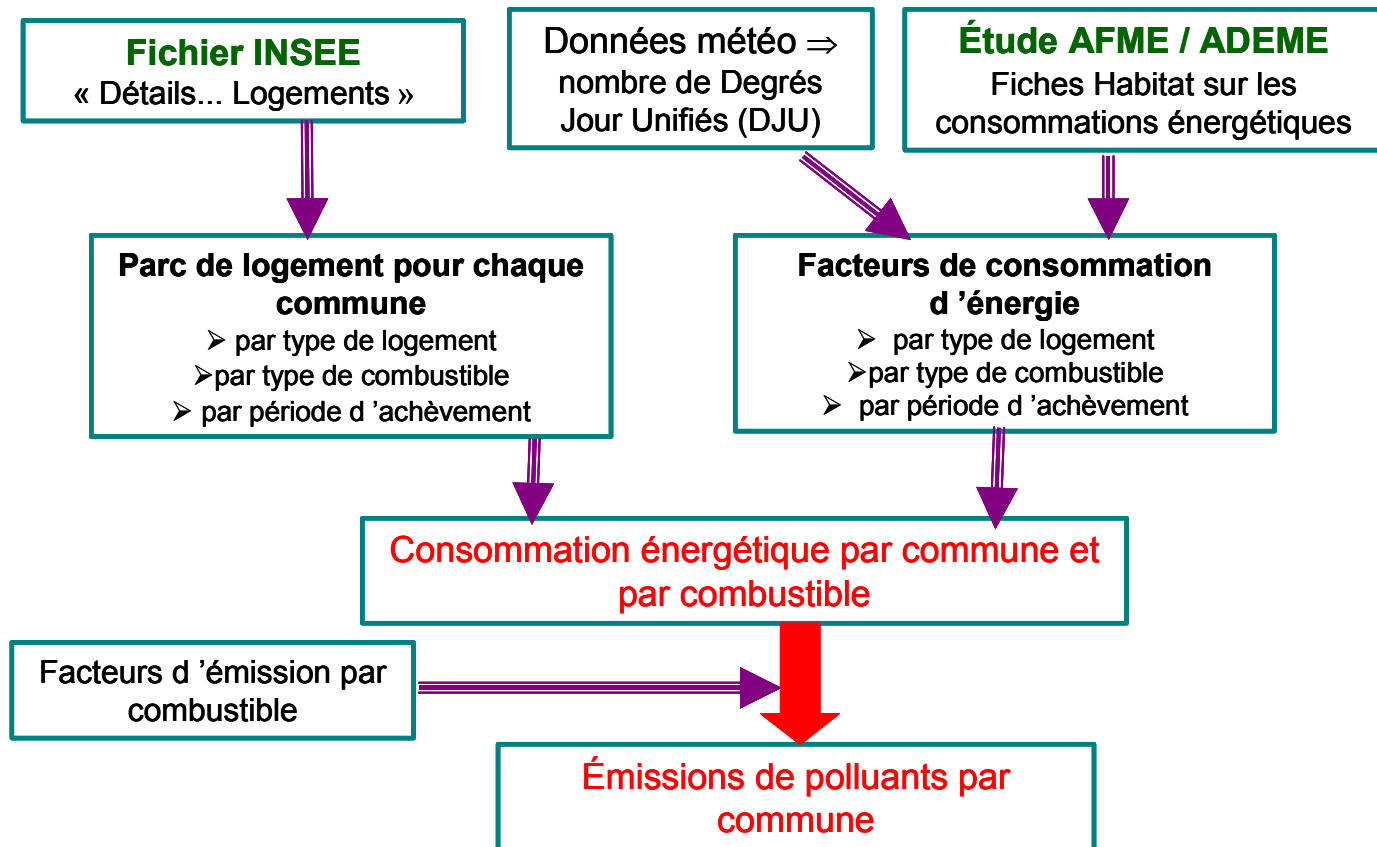
Les données nécessaires, les hypothèses et les méthodes de utilisées pour le calcul des émissions sont présentées dans le rapport « inventaire des émissions de polluants atmosphérique en région Centre, année de référence 1999 » disponible à Lig'Air.

Le secteur résidentiel

L'organigramme page suivant présente la méthodologie de calcul des émissions du secteur résidentiel. Les bases nécessaires sont les données de l'INSEE relatives aux types de logement rencontrés en région Centre, et celles de l'ADEME concernant les consommations d'énergie.

¹ Zone composée d'une ou plusieurs communes sur le territoire desquelles se trouve un ensemble d'habitations qui représentent entre elles une continuité et comporte au moins 2000 habitants (définition INSEE).

Méthode de calcul des émissions du secteur résidentiel



Pour le secteur résidentiel, les deux départements les plus peuplés sont les plus gros émetteurs de la région.

En effet, le département du Loiret est le plus gros émetteur de SO₂, de NO₂ et de CO₂. Concernant le CO, les poussières et les COV, c'est le département de l'Indre-et-Loire qui émet le plus ce type de polluants.

Le département de l'Indre, le moins peuplé de la région, est celui qui rejette le moins de SO₂, NO₂ et CO₂. Enfin, pour le CO, les poussières et les COV, l'Eure-et-Loir est le département le moins émetteur (voir tableau ci-dessus).

	SO ₂	NO _x	CO	PS	COV	CO ₂
Cher	347	484	15 886	515	2 112	739 260
Eure-et-Loir	551	549	11 036	341	1 444	806 133
Indre	295	382	15 487	509	2 068	603 404
Indre-et-Loire	474	710	18 765	601	2 489	1 054 326
Loir-et-Cher	403	465	14 260	459	1 895	704 972
Loiret	573	756	17 659	556	2 320	1 113 881
Région	2651	3903	93 492	2 981	12 380	5 751 112

Emissions des six principaux polluants par département en tonnes

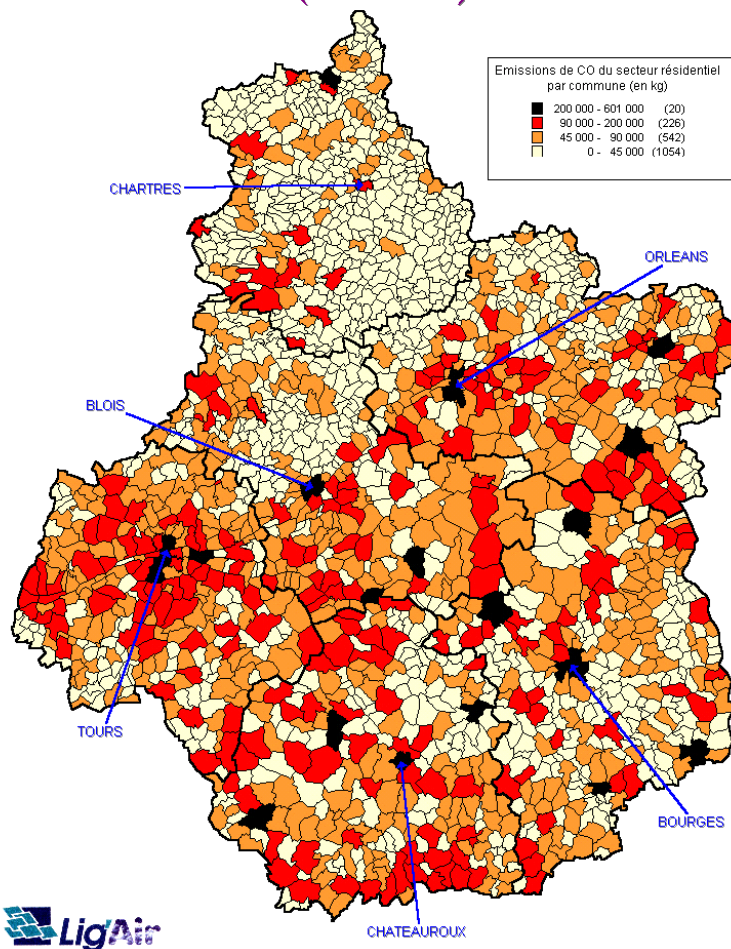
Globalement, les émissions sont plus importantes lorsque la densité de population est plus élevée

comme le montre la cartographie suivante présentant les émissions du monoxyde de carbone.

Les différents calculs réalisés montrent aussi des différences d'émissions suivant les combustibles utilisés. En effet, les émissions de CO, de poussières et de COV proviennent presque exclusivement du chauffage au bois. Quant aux émissions de SO₂, elles sont dues pour 85 % à la combustion du fioul domestique. Enfin, les émissions de CO₂ et de NO₂ sont plus équilibrées entre les combustibles.

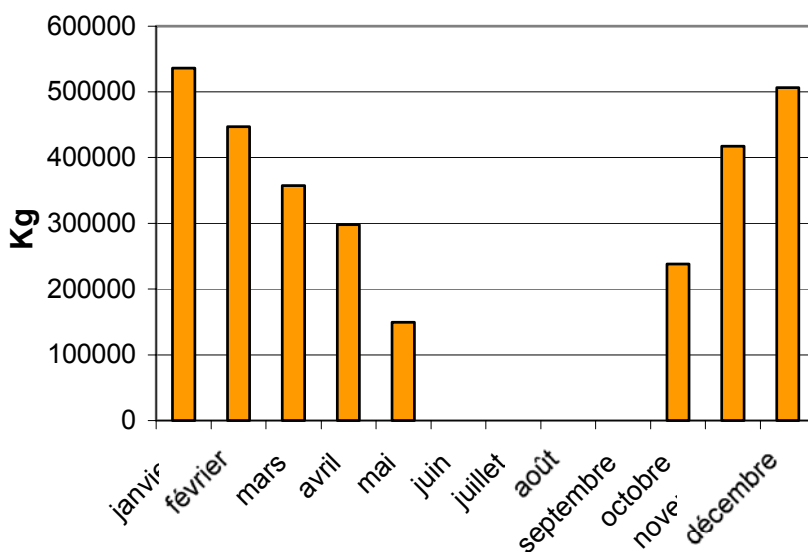
Cependant, le gaz et le fioul sont responsables de plus de la moitié des émissions de ces deux polluants.

Répartition géographique des émissions de CO issues du secteur résidentiel pour la région Centre (année 1999)



La consommation énergétique du secteur résidentiel présente une variation saisonnière. Cette variation va se retrouver dans les émissions. Durant l'hiver les émissions sont largement supérieures à celles des mois d'été. Par exemple, la quantité de poussières émises en janvier par le secteur résidentiel est 16 200 fois plus importantes que durant les mois d'été (voir graphique ci-contre).

Emissions de poussières



Le transport routier

Les émissions dues au transport routier sont de différents types :

⇒ Les émissions à chaud : lorsque le moteur a atteint sa température de fonctionnement stable et que parallèlement, le catalyseur a atteint sa température optimale de fonctionnement.

⇒ Les émissions à froid : pour la majorité des polluants, on obser-

ve une forte surémission pendant la phase de mise en température dite période à froid.

⇒ Les émissions de COVNM dues à l'évaporation d'essence. Elles concernent uniquement les véhicules essence.

Les émissions ont été estimées sur les autoroutes et les nationales de la région Centre ainsi que les départementales du Loir-

et-Cher hors agglomération. Les émissions sont calculées à partir de la structure du parc automobile roulant et des facteurs d'émissions issus du logiciel COPERT III. Pour le calcul sur un tronçon donné, il faut disposer d'une estimation du trafic moyen journalier mensuel, de la longueur du tronçon considéré et de la vitesse moyenne des véhicules.

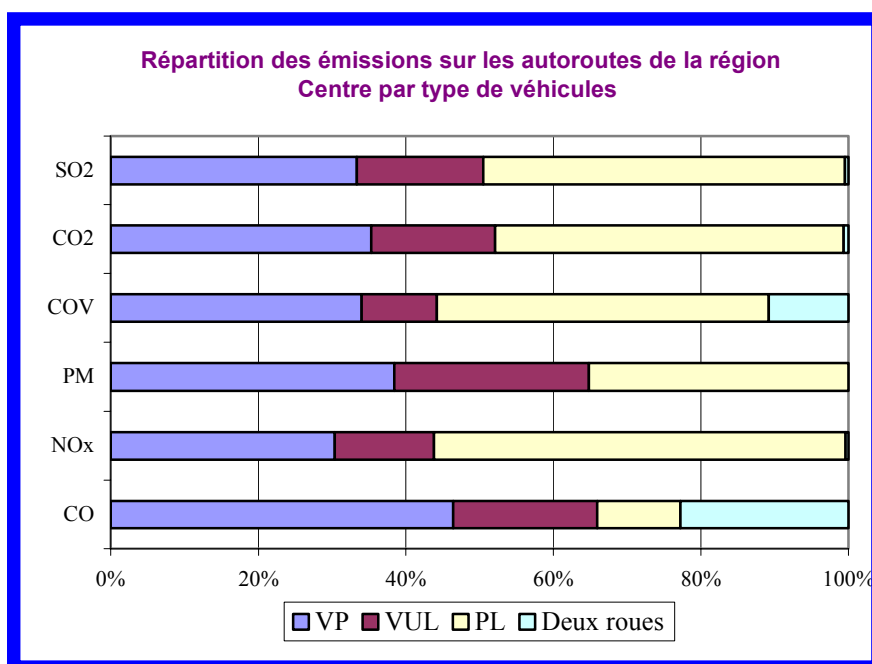
Les autoroutes

Sur les autoroutes de la région centre, le CO₂ est de loin le polluant le plus rejeté avec 2 153 milliers de tonnes. Viennent ensuite les NOx et le CO.

Polluants	CO	NOx	PM	COV	CO ₂	SO ₂	NH ₃	N ₂ O	CH ₄
Emissions en tonne	14 885	15 062	1 073	1 621	2 152 597	661	73	149	163

Emissions totales sur les autoroutes de la région Centre

Les émissions des poids lourds représentent un pourcentage largement supérieur à leur part dans le parc roulant, excepté pour le CO. A noter que les deux roues se distinguent pour le CO et les COV avec une part dans les émissions totales importante malgré leur faible représentation (1,3 % du parc roulant autoroutier).



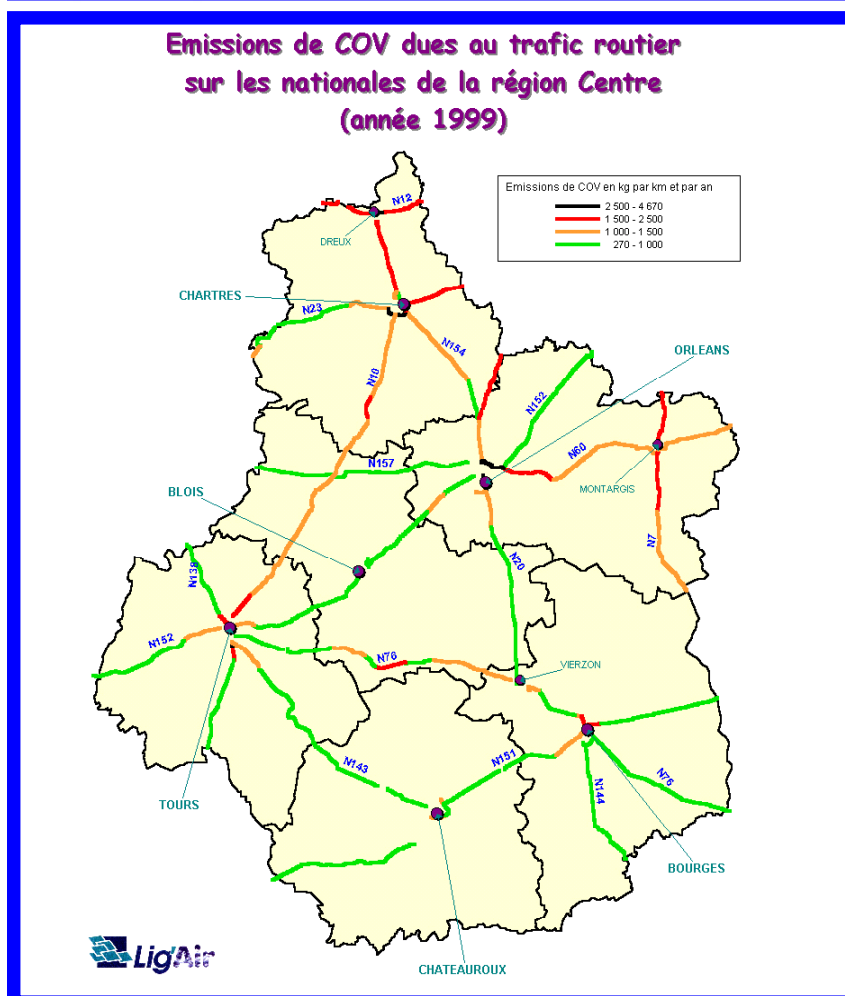
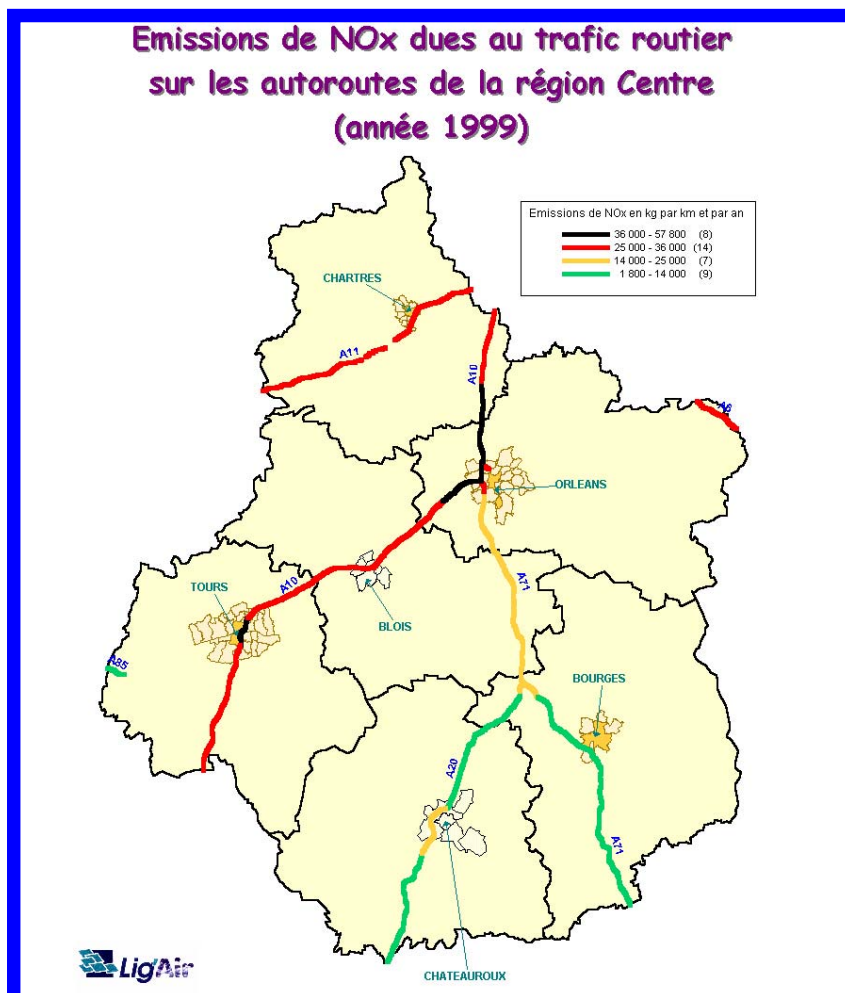
Les émissions les plus élevées par kilomètre ont lieu sur l'A10 au nord d'Orléans et dans une moindre mesure sur l'A6, l'A11 et l'A10 entre Orléans et Tours. A l'inverse, les émissions sont beaucoup moins importantes sur l'A71 au sud de Vierzon et l'A20.

De plus à proximité des agglomérations, les émissions ont tendance à augmenter à cause d'un trafic plus important. La carte ci-contre illustre ces résultats pour les oxydes d'azote.

Les nationales

Sur les nationales, le CO₂ reste le composé le plus émis avec 1 576 431 tonnes, suivi des NOx et du monoxyde de carbone (12 323 et 11 278 tonnes). Pour la répartition suivant le type de véhicule, le constat est identique à celui du réseau autoroutier. Les poids lourds représentent une part plus importante que leur taux de présence dans la circulation excepté pour le CO. Les deux roues se distinguent avec des émissions de COV et de CO importantes par rapport à leur taux de présence (1,5% du parc roulant de nationales).

On constate que les émissions au kilomètre sont importantes sur la N12 au nord du département de l'Eure-et-Loir, la N10 entre Dreux et Tours, la N7 à l'est du Loiret, la N60 (en particulier à proximité d'Orléans) et sur certaines parties de la N76. Pour exemple, la cartographie des émissions de COV sur les nationales est présentée ci-contre.

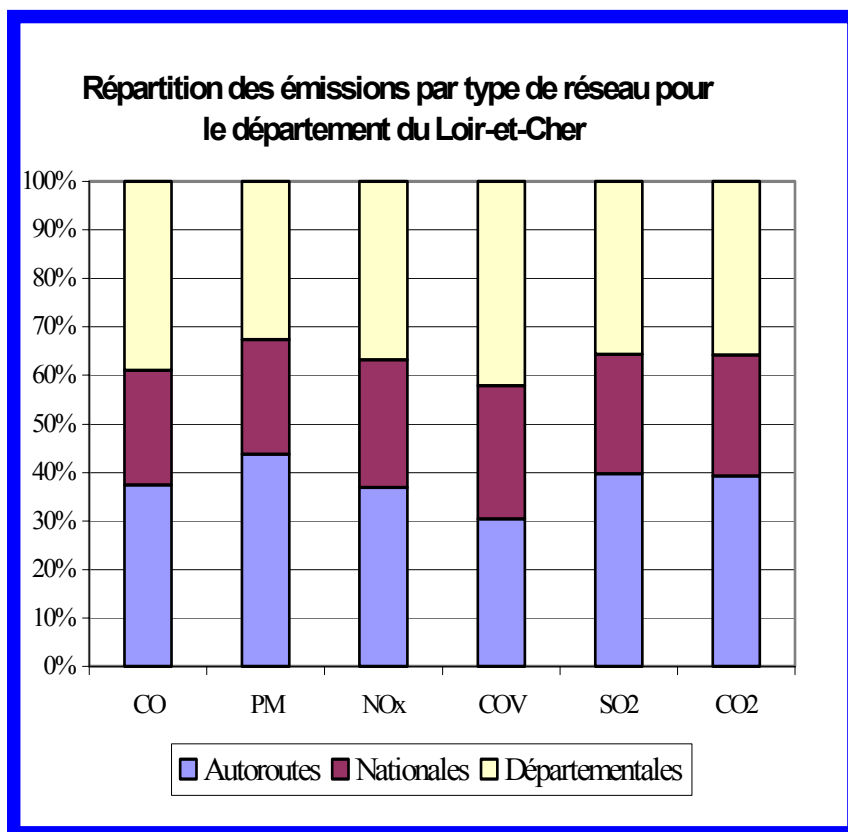


Les départementales du Loir-et-Cher

Pour le Loir-et-Cher, nous avons comparé l'apport des autoroutes, nationales et départementales sur les émissions du transport routier du Loir-et-Cher.

Bien que représentant 88 % du kilométrage routier dans le Loir-et-Cher, les départementales sont responsables d'une part moindre dans les émissions de polluants : entre 35 % et 45 % suivant le polluant, ce qui n'est pas à négliger.

Cependant, à la vue des résultats globaux, les émissions dues au trafic routier sur les départementales arrivent en tête pour le CO, et les COV et en 2^e position pour les NOx, les particules et le CO₂. Ces résultats montrent l'importance des départementales dans les émissions du trafic routier à l'échelle d'un département.



La réalisation de l'inventaire se prolonge en 2002. Les émissions des autres secteurs (industries, agriculture, secteur tertiaire, émissions naturelles...) seront quantifiées. Il s'agira aussi de terminer les calculs des émissions du secteur routier, en esti-

mant les émissions des départementales et des agglomérations. Ensuite, il faudra réaliser le cadastre pour spatia- liser les émissions de tous les polluants considérés pour tous les secteurs polluants sur l'ensemble de la région.

VIII. Prédiction des pics de l'ozone : Neurozone

VIII.1 Méthodologie

La prédiction des pics de pollution en ozone est estimée par cette méthode en fonction des seules variables météorologiques du milieu. L'estimation se fait donc suivant une équation du type :

$$O_3^{estimé} = f(\text{variables météorologiques}).$$

La fonction f est, dans cette méthode, une fonction statistique de régression. NEUROZONE est donc un **modèle statistique** de prédiction d'ozone.

Les fonctions de régression sont nombreuses et plus ou moins complexes. Dans le cas de la variabilité de l'ozone atmosphérique nous savons parfaitement que le signal enregistré est non-linéaire. Cette particularité nous a donc amenés à élaborer dans NEUROZONE un modèle régressif non-linéaire. Nous avons employé pour trouver la fonction de régression f , un réseau de neurones artificiels basé sur le Perceptron multicouches. Le recours à cette technique statistique est particulièrement efficace dans la pratique des régressions lorsque le nombre de variables exogènes explicatives est supérieur à trois. Ce qui sera le cas dans cette étude. De plus les réseaux de neurones permettent d'obtenir des fonctions de régression plus

parcimonieuses (avec une meilleure précision d'estimation pour le même nombre de paramètres) que les autres techniques non-linéaires.

Les réseaux de neurones réalisent donc des fonctions non-linéaires paramétrées. Ils approchent les fonctions régressives cherchées en rendant minimum une fonction de coût des moindres carrés (somme des carrés des différences entre les valeurs calculées par le réseau de neurones et les valeurs mesurées réellement). Les paramètres estimés servent par la suite à prédire les valeurs de la variable cible pour des combinaisons des variables explicatives diverses. La mise en œuvre d'une régression neuronale requiert comme toute régression :

- a) **La collecte d'un nombre de données** de dimension suffisamment grande. Dans la pratique, on estime que les données de base doivent être supérieures à 3 ou 5 fois le nombre de paramètres à estimer dans la fonction de régression. Ces données de base doivent aussi couvrir l'ensemble des typologies possibles des combinaisons des variables exogènes.
- b) **La détermination des entrées du modèle** dont les caractéristiques principales

doivent être la pertinence et l'exhaustivité.

- c) **La détermination des paramètres ajustables** de la régression à partir d'un jeu de données dites d'apprentissage.
- d) Et **l'évaluation en aveugle de la fonction de régression** trouvée sur un jeu de données totalement neuves n'ayant pas participé à la phase d'ajustement des régresseurs.

Les données météorologiques d'entrée du modèle sont les prévisions établies par Météo-France à 24 heures d'échéance et extraites des Atmogrammes établis pour la région d'Orléans ainsi que la concentration de l'ozone enregistrée le jour "J" à 14h (la prévision est faite pour le jour J+1). Sur la soixantaine de variables disponibles à partir de la lecture des atmogrammes, une sélection des variables statistiquement pertinentes est nécessaire pour ne pas surdimensionner le modèle. La stratégie employée correspond à la technique de la régression pas à pas descendante. On cherche à éliminer du modèle complet, qui comporte toutes les variables, la variable la moins significative (au sens de l'erreur d'estimation sur les données en aveugle). On compare donc tous les sous-

modèles à (n-1) variables au modèle complet : on retient le meilleur des sous-modèles, si celui-ci est meilleur que le modèle

complet on le retient, sinon on utilise le modèle complet. On itère la procédure pas à pas en éliminant toutes les variables une

à une. Sur l'ensemble des variables retenues, sont ensuite éliminées celles qui sont fortement corrélées entre elles.

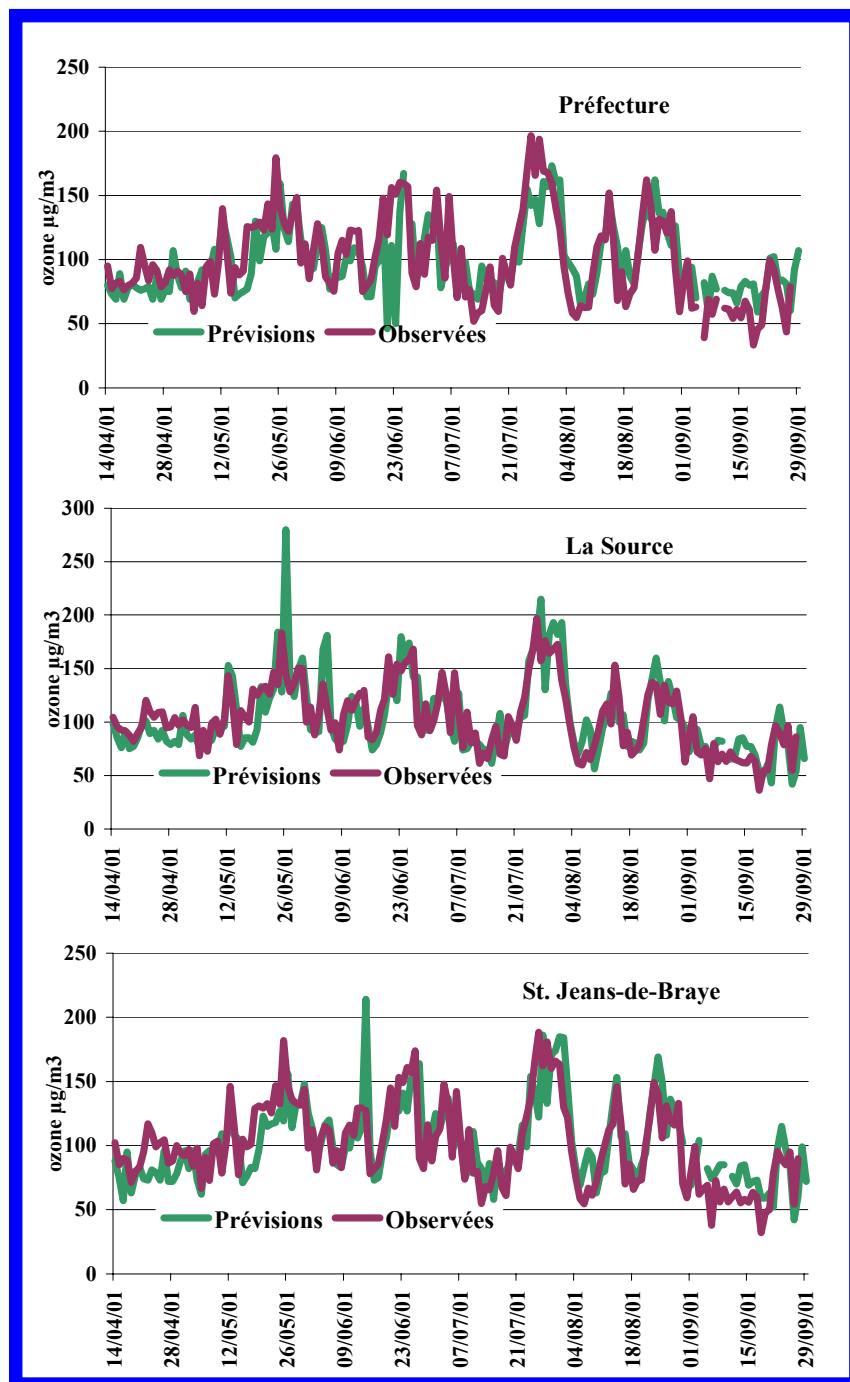
VIII.2 Résultats des tests en 2001

La deuxième phase de test de Neurozone s'est déroulée durant l'année 2001, après l'apprentissage du réseau de neurones avec les données récoltées pendant la dernière période estivale (été 2000). La version de Neurozone utilisée durant cette deuxième phase de test est basée sur deux années d'historique.

Durant cet été, Neurozone a donné 9 fausses alertes sur la station de La Source et 4 sur celle de Saint-Jean-de-Braye (voir figure ci-contre). Les fausses alertes majeures, dépassements de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prévus sur au moins deux stations de l'agglomération, sont au nombre de trois. Les dépassements réellement enregistrés (2 à la Préfecture, 2 à La Source et 3 à Saint-Jean-de-Braye) ne coïncident pas avec ceux prévus. Globalement dans cette version, Neurozone donne une sous-estimation des pics d'ozone sur le site de la Préfecture et une sur-estimation sur les deux autres sites. En moyenne sur 169 jours, 35% des pics observés sont à $\pm 10\%$ de la valeur prévue (observée = prévue $\pm 10\%$). Sachant que l'historique des don-

nées est encore faible (seulement 2 ans) et que l'année 2000 était moins riche en épisode photochimique, ces résultats sont prometteurs et encourageants.

Une nouvelle version de Neurozone alimentée par les données récoltées durant l'été 2001 est prévue pour la période estivale 2002.



IX. Impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur l'agglomération d'Orléans

Dans le cadre du PRQA de la région Centre, la DDASS du Loiret et la DRASS ont demandé à la Cellule Inter-Régionale d'Epidémiologie du Centre-Ouest de réaliser une évaluation de l'impact sanitaire sur l'agglomération d'Orléans. Cette étude est basée sur le guide méthodologique élaboré par l'Ins-

titut de Veille Sanitaire (InVS) pour l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Son objectif est :

➤ d'estimer l'impact à court terme de la pollution sur la mortalité toutes causes et sur les admissions hospitalières pour

motifs respiratoires et cardiovasculaires,

➤ de comparer l'efficacité de différentes stratégies de réduction de la pollution en terme de gain sanitaire pour la population afin d'orienter les décisions pouvant avoir une influence sur la qualité de l'air.

La zone d'étude

La zone retenue pour l'étude de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique ne couvre pas l'ensemble des 19 communes que compte l'agglomération orléanaise car toutes ne remplissent pas les critères de sélection nécessaires à sa réalisation, à savoir :

- les communes doivent être continues en terme d'urbanisation et de densité comparable, afin de respecter au mieux la condition de l'homogénéité de la pollution sur la zone (construction d'un seul indicateur d'exposition pour toute la zone) ;

- seules les communes entières sont retenues (pas de quartiers) car les données sanitaires sont accessibles uniquement par commune ;

- la situation et les débits d'émissions des sources doivent être assez homogènes sur la zone ;

- la population doit résider la majeure partie de son temps à l'intérieur de la zone d'étude ;

- les mesures de pollution effectuées sur la zone d'étude doivent être "suffisantes" avec un nombre de capteurs bien placés, des mesures validées et des données disponibles, pour

estimer l'exposition de la population.

Ainsi, sur l'agglomération orléanaise, la zone délimitée remplissant au mieux les critères de sélection comprend 10 communes :

Orléans, Fleury-les-Aubrais, La Chapelle-Saint-Mesmin, Olivet, Saran, Semoy, Saint-Jean-de-Braye, Saint-Jean-de-la-Ruelle, Saint-Jean-le Blanc, Saint-Pryvé-Saint-Mesmin.

La zone d'étude ainsi délimitée, s'étend sur une surface d'environ 134 km² et regroupe environ 228 035 habitants.

Indicateurs de pollution retenus pour l'étude

La zone choisie pour cette étude est surveillée en continu par 4 stations fixes dont une de type proximité automobile (Gambetta) et une autre de type périurbaine (Saint-Jean-de-Braye). Les deux autres sont des stations urbaines

de fond (Préfecture et la Source). Compte tenu de son caractère représentatif de son environnement proche, la station "trafic" Gambetta n'a pas été retenue pour l'étude.

Parmi les polluants surveillés sur l'agglomération orléanaise, seuls les indicateurs SO₂, NO₂ et O₃ disposent de relations expositions-risques. Considérant les niveaux de pollution mesurés au niveau des trois stations

(Préfecture, la Source et St-Jean-de-Braye), il apparaît que l'ozone et le dioxyde d'azote caractérisent le mieux la pollution sur l'agglomération orléanaise. En effet, les concentrations en SO₂ sont très faibles si on les compare avec

les recommandations de l'OMS et, d'autre part les valeurs mesurées par ces stations sont insuffisamment corrélées, ce qui diminue la représentativité du niveau de pollution par ce polluant sur la zone d'étude. Par conséquent, seuls le NO₂ et l'O₃

sont retenus comme indicateurs de pollution pour cette étude.

L'étude a porté sur deux saisons tropiques hiver 98-99 (du 1^{er} octobre 1998 au 31 mars 1999) et l'été 99 (du 1^{er} avril 1999 au 30 septembre 1999).

Résultats de l'étude

Pour l'année considérée, l'impact de la pollution atmosphérique est calculé, polluant par polluant, par rapport à une situation théorique où la pollution est très faible (niveaux de pollution égaux au centile 5 soit les 5% des jours les moins pollués). Les nombres de cas attribuables à la pollution atmosphérique calculés sont présentés dans le tableau ci-contre pour chacun des indicateurs sanitaires et indicateurs d'exposition étudiés.

Indicateurs sanitaires et indicateurs d'exposition		Nombre de cas attribuables		
		hiver 98-99	été 99	Total
Mortalité toutes causes sauf accidentelles	O ₃	13,2	11,3	24,5
	NO ₂	10,2	4,9	15,1
Morbidity respiratoire chez les 15-64 ans	O ₃	4,6	2,2	6,8
	NO ₂	0,8	0,0	0,8
Morbidity respiratoire chez les 65 ans et plus	O ₃	3,7	4,9	8,6
	NO ₂	0,0	0,8	0,8
Morbidity cardio-vasculaire	NO ₂ *	18,2	11,5	29,7

Nombres de cas attribuables pour chaque indicateur sanitaire et indicateur d'exposition étudiés

** Il n'existe pas de relation exposition-risque disponible pour l'indicateur O₃ et les admissions pour motifs cardio-vasculaires.*

Si les polluants étudiés peuvent, pour certains avoir un effet direct sur la santé, ils sont avant tout les témoins d'une exposition à un mélange atmosphérique complexe, inaccessible directement à la mesure. De ce fait, les impacts estimés par indicateur de pollution ne sont pas additifs dans la mesure où la population est exposée à un ensemble de polluants pour lesquels aucun

indicateur n'est totalement spécifique. Les impacts estimés pour chacun des indicateurs ne peuvent donc pas être sommés mais ils sont au minimum égaux aux plus grands nombres d'évènements attribuables à l'un des indicateurs d'exposition étudiés. Pour l'année étudiée, l'impact sanitaire total de la pollution atmosphérique à Orléans se traduit par :

- 24 décès anticipés ;
- 15 admissions hospitalières pour motifs respiratoires (dont 7 chez les 15-64 ans et 8 chez les 65 ans et plus) ;
- 30 admissions hospitalières pour motifs cardiovasculaires.

Ce sont les nombres d'évènements sanitaires qui seraient théoriquement évités si la pollution était quasiment nulle.

Un impact collectif non négligeable

Sur une année, l'impact total de la pollution atmosphérique pour l'agglomération orléanaise (228

035 habitants), évalué par rapport à une situation théorique sans pollution, a été estimé à, en moyenne,

24 décès anticipés et 45 hospitalisations (dont 7 pour motifs respiratoires chez les 15-

64 ans, 8 pour motifs respiratoires chez les 65 ans et plus et 30 pour motifs cardiovasculaires). Il s'agit là d'ordre de grandeur mais ces chiffres illustrent le fait que la pollution atmosphérique

exerce des effets sur la santé d'une population, même pour des niveaux modérés de pollution, situés en deçà des normes. Ce résultat traduit le fait que même si les risques

relatifs associés à la pollution sont modestes, la proportion importante de personnes exposées aboutit à un impact collectif non négligeable.

Des stratégies de réduction des émissions plus ou moins efficaces

Les épisodes de pics de pollution atmosphérique monopolisent souvent l'attention et sont perçus comme des situations "d'alerte sanitaire". Or, si les jours de "forte" pollution sont ceux dont l'impact journalier est le plus important, leur faible fréquence leur fait jouer un rôle limité si l'on observe l'impact sanitaire de la pollution de l'air sur une année entière.

Le gain sanitaire associé à différents scénarii de réduction des émissions polluantes permet de comparer l'impact d'une diminution des niveaux quotidiens de pollution atmosphérique à celui d'une suppression des pointes de pollution.

Ainsi, la suppression des pointes de pollution dépassant les niveaux réglementaires permettrait un gain sanitaire d'au maximum 13 % de l'impact total tandis qu'une réduction des niveaux de pollution de 25 % serait accompagnée d'une réduction de 40 % à 70 % des effets sanitaires. Si les niveaux de pollution dépassant le 75^{ème} centile (correspondant au niveau dépassé ou atteint au cours des 91 jours les plus "pollués" de l'année) étaient ramenés au niveau du 25^{ème} centile, les gains sanitaires se situeraient entre 20 % et 25 %.

En pratique, cela signifie qu'une politique locale de gestion des risques qui ne viserait qu'à éviter les dépassements des seuils réglementaires

n'aurait qu'un impact faible en termes de bénéfices sur la santé publique.

Les actions les plus efficaces seront donc celles qui viseront à réduire les émissions à la source, de façon quotidienne. La pollution atmosphérique sur l'agglomération orléanaise étant principalement due aux transports routiers, ce sont les émissions automobiles dans leur ensemble qu'il conviendrait de réduire.

A cet égard, on notera que les données utilisées sont antérieures à la mise en service du tramway. A terme, il pourrait être intéressant de renouveler cette étude afin d'estimer l'impact que peut avoir ce type d'infrastructure sur l'exposition de la population à la pollution de l'air.

Des connaissances encore lacunaires

Il serait nécessaire d'élargir le champ de l'évaluation de l'impact sanitaire et ne pas rester cantonné à la mortalité anticipée et aux effets à court terme nécessitant une hospitalisation. Ainsi, si l'on disposait d'indicateurs de santé recueillis sur la population générale, notamment la prévalence de l'asthme en fonction de sa sévérité, cela permettrait de mesurer l'impact de la pollution

atmosphérique sur l'incidence des crises d'asthme.

Enfin, il serait intéressant de conduire une étude complémentaire sur d'autres indicateurs de pollution comme les particules fines (PM10- PM2,5) en utilisant par exemple les relations doses réponses publiées par l'OMS³.

³ OMS. Guidelines for air quality www.who.int

Conclusion

Une gestion rationnelle du risque implique une prise en compte par les décideurs locaux, le public et les relais d'opinion, que sont le corps médical et les journalistes, des mécanismes essentiels qui gouvernent l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique : absence d'effet seuil (effets en deçà des normes), grand nombre de personnes exposées et importance de la pollution chronique par rapport aux pics de pollution.

Conclusions et Perspectives

Bilan des mesures

L'été 2001 a connu 8 dépassements du seuil de recommandations relatif à l'ozone ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure) : 4 sur Chartres, 3 sur Orléans et 1 sur Bourges.

Suite à ces dépassements, une information de la population sur les risques sanitaires encourus a été déclenchée auprès des préfectures concernées.

L'agglomération berruyère a connu durant cet été son premier dépassement de ce seuil depuis sa surveillance (dépassement constaté le 30 juillet 2001). Comme pour les années précédentes, les seuils de protec-

tion de la santé et de la végétation relatifs à l'ozone ont été fréquemment dépassés durant 2001. Le nombre de ces dépassements est en hausse par rapport à celui 2000 et proche de celui de 1999. Les autres polluants ont respecté largement les normes et les recommandations en vigueur. L'ozone reste le polluant le plus préoccupant sur notre région.

En ce qui concerne l'indice Atmo, il est gouverné dans 85% des cas en moyenne par l'ozone. Toutefois, on note une hausse de la participation des particules en suspension dans

la détermination de l'indice Atmo par rapport aux années précédentes. Cette augmentation semble être directement liée au changement de la grille de calcul du sous-indice particules, puisqu'aucune augmentation des concentrations en particules en suspension n'a été constatée.

Depuis avril 2001, les métaux toxiques (Pb, Cd, Ni et As) font partie des polluants surveillés en continu sur les deux stations de proximité automobile des deux grandes agglomérations de la région Centre : Orléans et Tours.

Extension du réseau

L'année 2001 a connu la mise en service de la première station rurale destinée à la surveillance de l'ozone sous le panache parisien. Elle est située sur la commune de Oysonville dans

l'Eure-et-Loir.

Depuis décembre 2001, l'agglomération de Blois compte parmi les agglomérations surveillées par Lig'Air avec l'installation d'une station type urbaine de fond.

Désormais les six préfectures de la région Centre sont équipés.

Les dispositifs de surveillance de Châteauroux et Blois, seront complétés par une deuxième station, chacun, au cours de l'année 2002.

Cartographie

L'arrivée de la cartographie au sein de Lig'Air à l'aide d'outil d'interpolation géostatistique, nous a permis de fournir durant l'année 2001 des représentations spatiales des niveaux de polluants sur des zones bien

étendues. Afin d'atteindre des résultats plus compréhensibles pour le grand public, Lig'Air continue l'exploration de ce nouveau moyen de communication en améliorant le quadrillage d'échantillonnage et

en approchant les limites d'utilisation de ses outils. Pour cela une campagne de NO_2 par tubes passifs sera lancée en 2002 sur Bourges et la zone rurale sous influence de l'agglomération parisienne (Eure-et-Loir et Loiret).

BTEX

Les concentrations en BTEX ont été approchées essentiellement lors de campagnes de mesures par des tubes passifs sur les agglomérations de Bourges et Orléans. Les concentrations enregistrées sont relativement faibles sauf pour certains sites de

proximité automobile où la valeur limite en benzène risque d'être dépassée. La connaissance des niveaux en BTEX, devrait continuer durant les années à venir. Des campagnes de mesures seront programmées sur les agglomérations de Tours,

Chartres, Châteauroux et sur Blois.

La surveillance en continu de ces polluants sera mise en route sur les deux sites de proximité automobile situés sur Tours et Orléans durant l'année 2002.

Autres COV (Composés Organiques Volatils)

En ce qui concerne les autres COV, une campagne de mesure des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) est programmée au printemps 2002. L'objectif de cette campagne est de maîtriser la technique de prélèvement de ces composés et d'approcher leurs niveaux sur un site industriel. Cette campagne se fera en collaboration avec l'INERIS. Pour les COV précurseurs d'ozone, autres que les BTEX et HAP, leur surveillance est planifiée à partir de janvier 2003 suivant une stratégie en cours d'élaboration à Lig'Air.

Pesticides

Durant l'année 2001, Lig'Air a mené plusieurs campagnes de mesures des pesticides dans l'air ambiant. Les résultats obtenus ont permis de définir la technique de prélèvement la plus adaptée au fonctionnement de Lig'Air, tout en respectant dans la limite du possible les méthodes américaines EPA.

La présence des pesticides a été

constatée en milieu rural comme en milieu urbain. Une douzaine de composés ont ainsi été détectés avec des concentrations variant entre la limite de détection et 14 ng/m³.

En 2002, une surveillance sur différents sites suivant le type d'exposition sera réalisée (zone rurale, zone périurbaine influencée, zone urbaine) durant le

printemps. Des mesures isolées seront aussi effectuées, hors des principales périodes d'épandage, pour mettre en évidence d'éventuels problèmes de persistance. A l'automne, une estimation des concentrations en pesticides en milieu urbain sera réalisé sur plusieurs agglomérations de la région Centre.

Inventaire d'émissions

Les estimations des émissions des secteurs résidentiel et transport routier (autoroutes et nationales) ont été finalisées durant l'année 2001. La réalisation de l'inventaire se prolonge en 2002. Les émissions des autres secteurs (industries, agriculture, secteur tertiaire, émissions naturelles...) seront quantifiées. Le secteur routier sera amélioré en estimant les émissions des départementales et des agglomérations.

Coopérations Interrégionales

L'année 2001 a été caractérisée par la mise en commun des moyens entre Lig'Air et les réseaux limitrophes lors de deux campagnes de mesures,

l'une visant l'analyse de l'ozone dans le sud du bassin parisien (Lig'Air, Airparif et Atmosf'Air) et l'autre visant la mise en place d'une technique de prélèvement

des pesticides dans l'air ambiant (Lig'Air et Atmo Poitou-Charentes). Les collaborations se poursuivront en 2002 afin d'interpréter les résultats obtenus.

Campagne ozone

Cette campagne de mesures a été très riche en informations. Elle a permis l'analyse de plusieurs masses d'air dans différentes situations météorologiques. Une analyse météorologique fine couplée avec les données recueillies sur les régions limitrophes, permettra de mieux approcher les paramètres qui conditionnent les concentrations en ozone sur notre

région. Les premiers résultats de cette campagne montrent que l'origine des vents (masses d'air survolant la région parisienne) est une condition nécessaire pour avoir des niveaux élevés en ozone sur le nord de la région Centre. En tout état de cause et quelle que soit l'origine de ces fortes concentrations en ozone, l'Eure-et-Loir et le Loiret sont les départements de la région Centre

les plus touchés par la pollution photochimique.

Le traitement des données obtenues lors de cette campagne se prolongera durant l'année 2002 en collaboration avec les réseaux concernés (Airparif et Atmosf'Air), afin de cerner l'ensemble des paramètres qui influence le comportement de l'ozone dans cette partie du bassin parisien.

Communication

Une nouvelle plaquette, sur l'air en général, destinée aux scolaires est prévue début 2002.

Une autre plaquette de présentation de Lig'Air plus institutionnelle, adressée au grand public, sera également réalisée courant 2002.

Le site internet va s'enrichir d'une rubrique « documents à télécharger », alimentée par les rapports d'études réalisés par Lig'Air ainsi que les dossiers des bulletins bimestriels et divers autres documents pédagogiques édités par la fédération ATMO.

Comme chaque année, Lig'Air participera à la journée « En ville sans ma voiture ! » avec les villes participantes de la région Centre.

Lig'Air va continuer de renforcer ses actions pédagogiques en s'associant aux actions du CRDP (Centre Régional de Documentation Pédagogique).

Le personnel

L'équipe de Lig'Air a été renforcée en 2001 par l'arrivée d'un technicien : Sylvain BAUNEAU et d'un chargé d'études : Pierre PERNOT.

L'année 2002 sera marquée par l'embauche d'un technicien.

Lexique

Polluants :

As : Arsenic

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

HAM : Hydrocarbure Aromatique Monocyclique

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

Ni : Nickel

NO₂ : Dioxyde d'azote

NO : Monoxyde d'azote

NO_x : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PS : Poussières en suspension

SO₂ : Dioxyde de soufre

Unités :

ng/m³ : nanogramme par mètre cube : milliardième de gramme par mètre cube

µg/m³ : microgramme par mètre cube : millionième de gramme par mètre cube

µm : micromètre : 1 millionième de mètre

m³.h⁻¹ : mètre cube par heure

m/s : mètre par seconde

heure TU : heure exprimée en Temps Universel :

heure locale = heure TU + 1 heure *en hiver*

heure locale = heure TU + 2 heures *en été*

Définitions :

Année civile : période allant du 1^{er} janvier au 31 décembre

Année tropique : période allant du 1^{er} avril au 31 mars de l'année civile suivante

P98 : centile 98 : indicateur des niveaux de pointe : 98 % des concentrations enregistrées sur l'année sont inférieures à la valeur P98, cette valeur n'est atteinte ou dépassée que sur 2 % de l'année

P50 : centile 50 ou médiane : indicateur des niveaux moyens : 50 % des concentrations enregistrées sur l'année sont inférieures à la valeur P50

Objectif de qualité : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, [...], dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine [...], à atteindre dans une période donnée

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 [...] à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises

Valeur limite : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, [...], dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine [...]

Seuil d'information et de recommandation : seuil au-delà duquel une information doit être donnée auprès de la population suivant un arrêté préfectoral. Ce seuil est dépassé lorsque deux stations, au moins, le dépassent dans un intervalle de 3 heures.

Abréviations :

Organismes

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

CNRS : Centre National de Recherche Scientifique

DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

DRAF : Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt

DIREN : Direction Régionale de l'ENVironnement

DRASS : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

FREDEC : Fédération Régionale de Défense contre les Ennemis des Cultures

GREPPES : Groupe Régional pour l'Etude de la Pollution par les Produits Phytosanitaires des Eaux et des Sols

INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

LISA : Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques

LNE : Laboratoire National d'Essais

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OPRI : Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants

UFC : Union Fédérale des Consommateurs

UDAF : Union Départementale des Associations Familiales

Divers

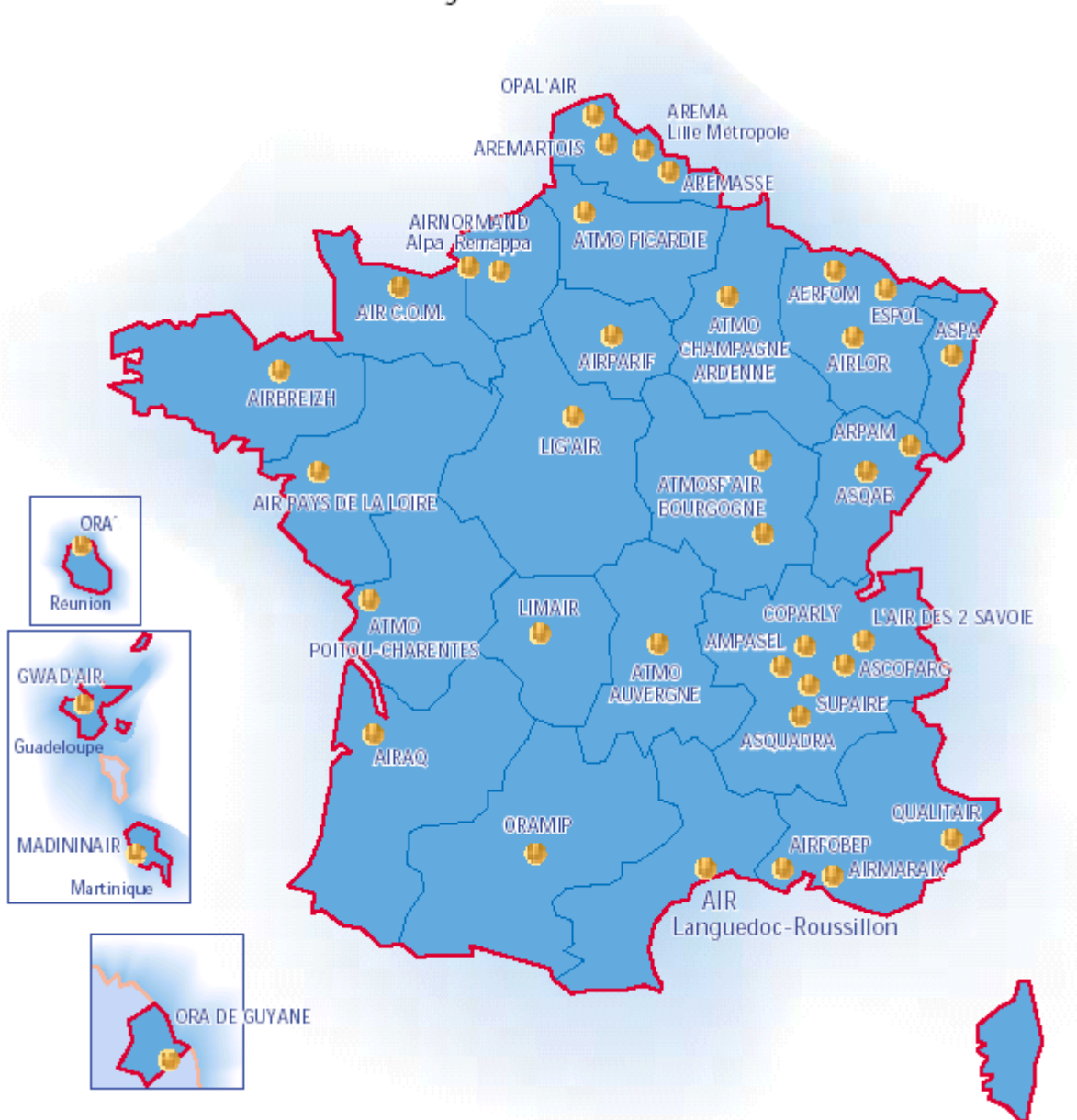
DJA : Dose Journalière Admissible

ICP/MS : Spectrométrie de Masse associée à un Plasma à Couplage Inductif

HF : acide fluorhydrique

LA FEDERATION ATMO

au 1^{er} juin 2002



Source : Fédération ATMO

La **fédération ATMO** représente l'ensemble des **40 associations** agréées pour la surveillance de la qualité de l'air.

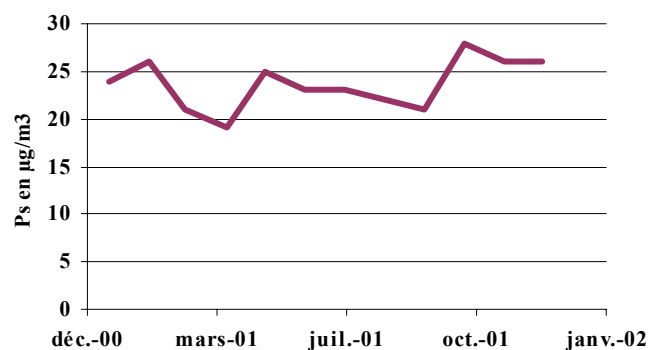
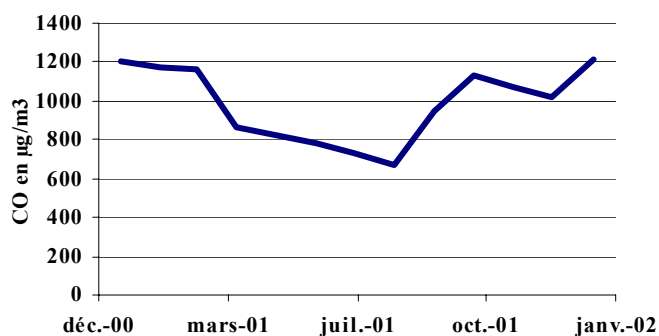
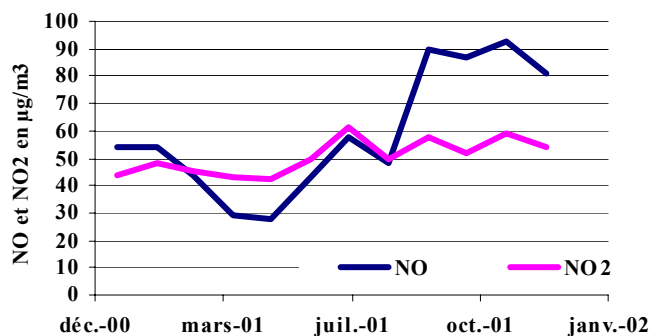
ORLEANS



Les données sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

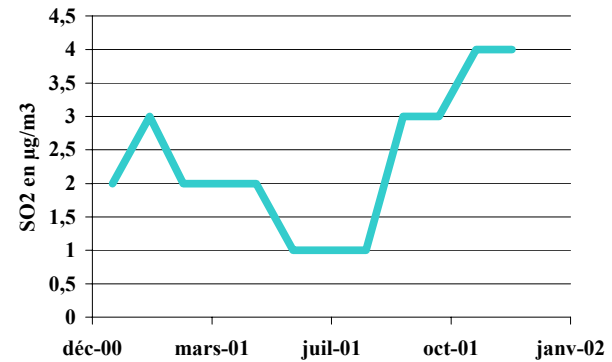
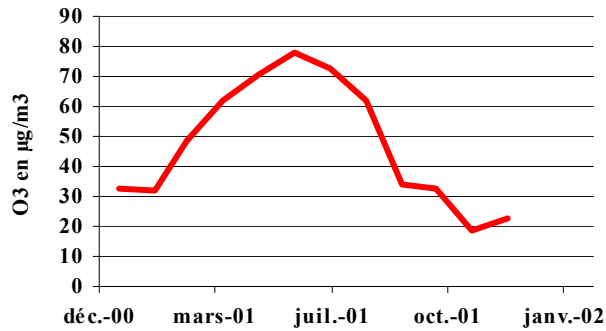
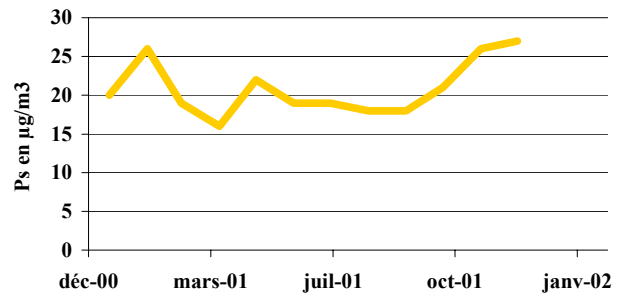
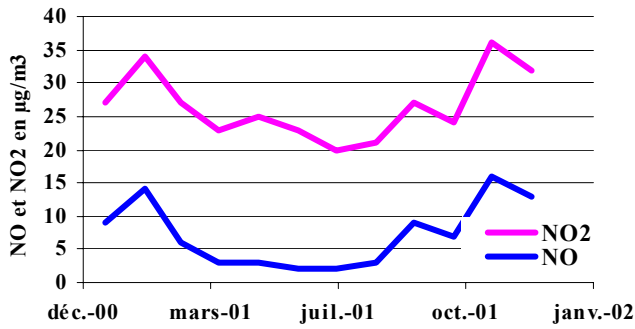
Gambetta

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	644 le 11/07	173 le 21/11	59	99,2%
NO₂	222 le 11/07	99 le 30/07	51	99,2%
CO	7010 le 21/11		965	99,7%
Ps		61 le 13/10	24	97,8%



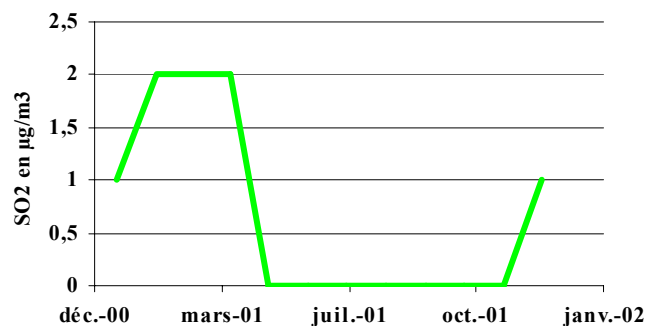
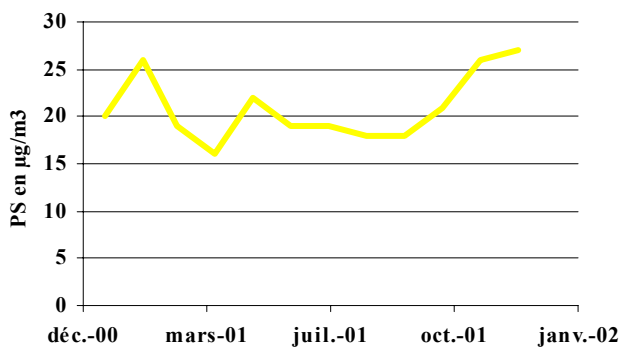
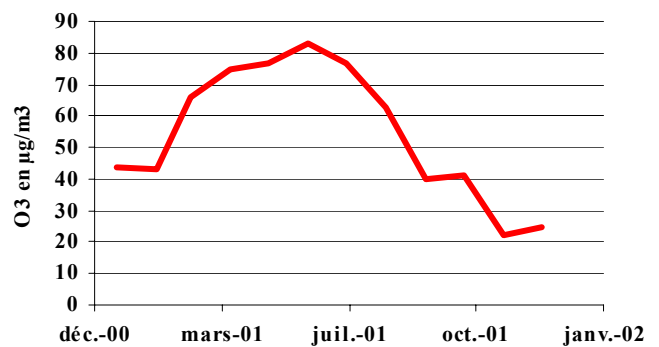
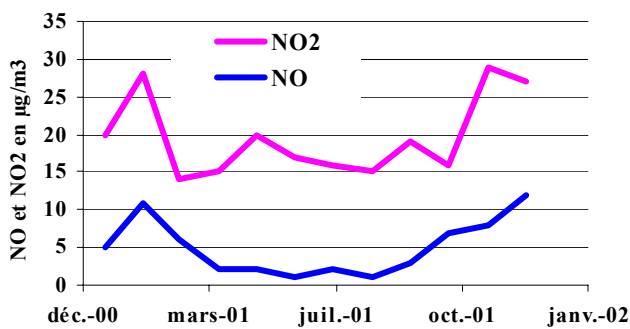
Préfecture

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	263 le 21/11	67 le 21/02	7	97,8 %
NO₂	97 le 23/08	68 le 01/02	27	97,8 %
O₃	197 le 26/07		48	98,8 %
Ps		56 le 21/02	21	99,7 %
SO₂	55 le 29/01	31 le 25/09	3	97,7 %



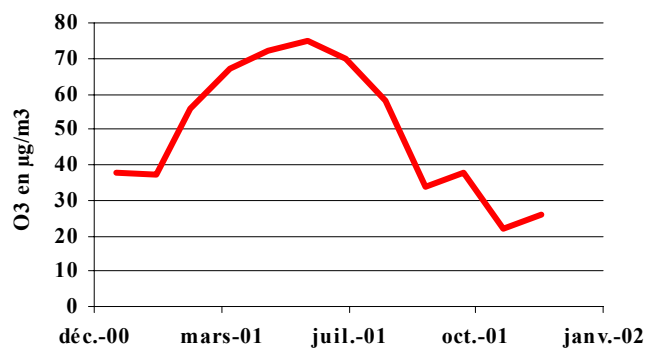
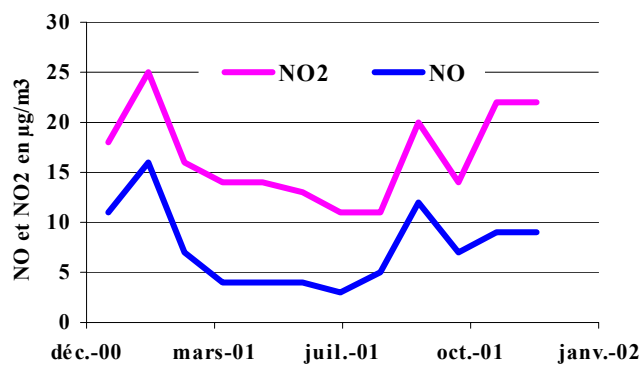
La Source

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	329 le 20/12	84 le 20/12	5	99,4 %
NO₂		67 le 01/02	20	99,4 %
O₃	197 le 26/07		55	99,6 %
Ps		44 le 13/10	15	91 %
SO₂	78 le 28/09	10 le 28/09	1	98 %

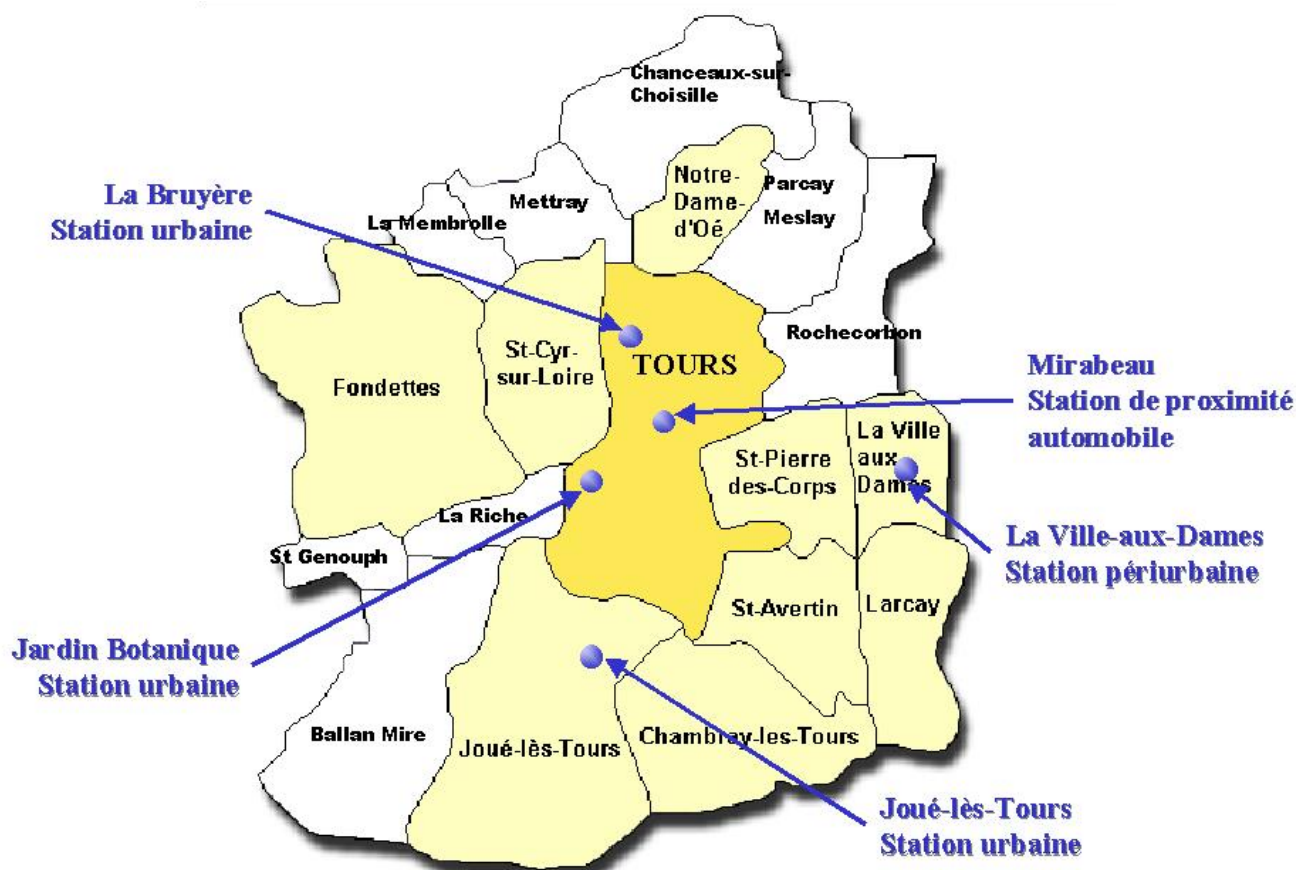


Saint-Jean-de-Braye

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	263 le 21/11	73 le 16/02	8	98,2%
NO₂	96 le 14/08	57 le 01/02	17	98,2%
O₃	188 le 26/07		49	99,1%

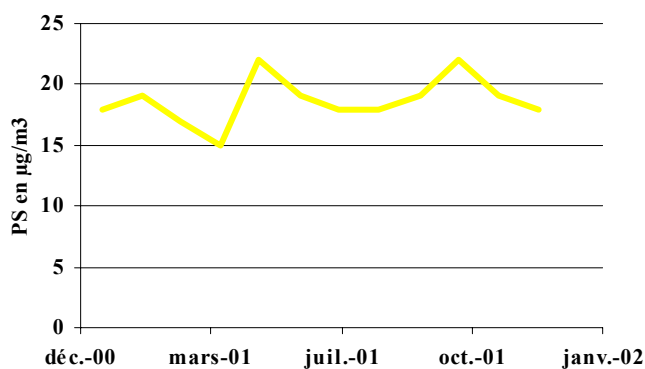
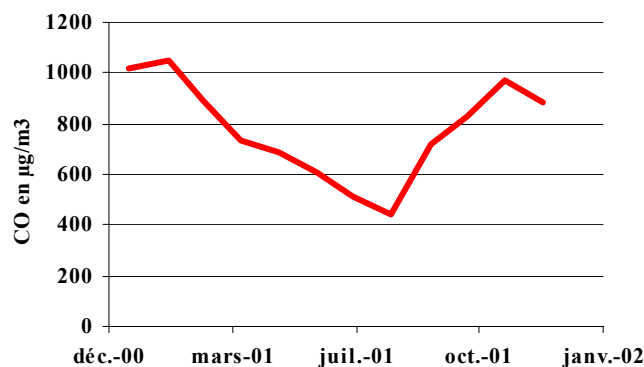
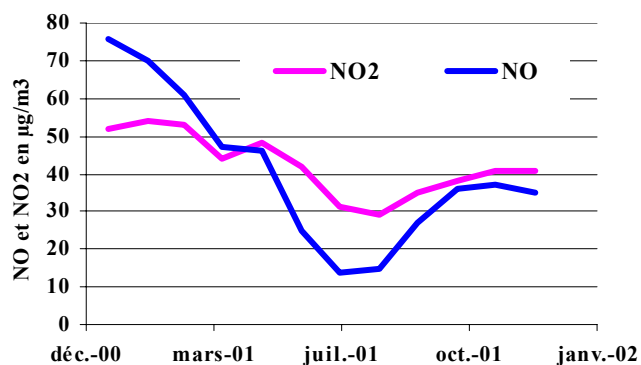


TOURS



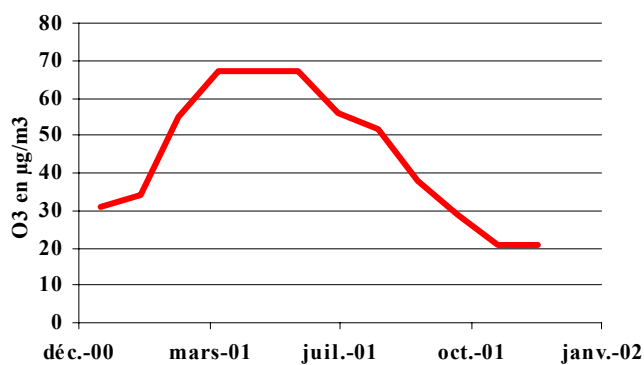
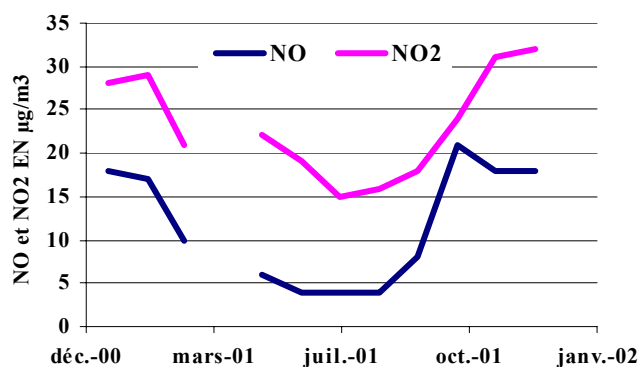
Mirabeau

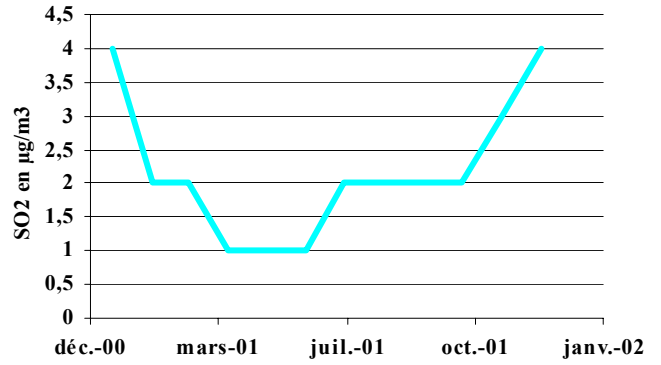
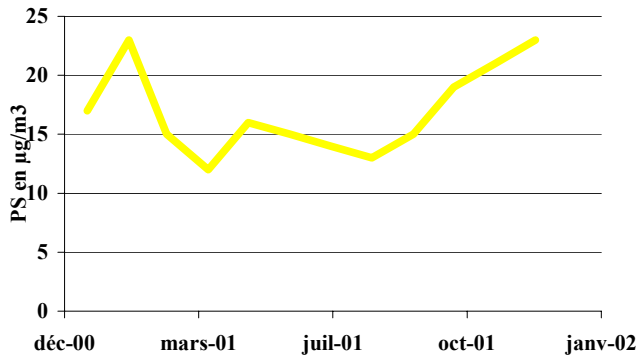
	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	671 le 21/11	184 le 21/11	40	97,8%
NO₂	166 le 21/11	84 le 28/05	42	97,8%
CO	6275 le 15/02		779	99,3%
Ps		45 le 13/10	19	96,7%



Jardin Botanique

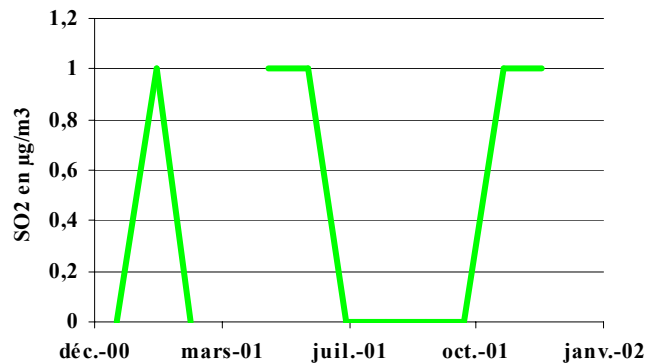
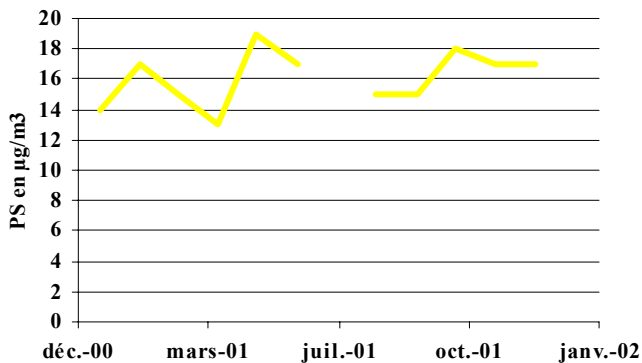
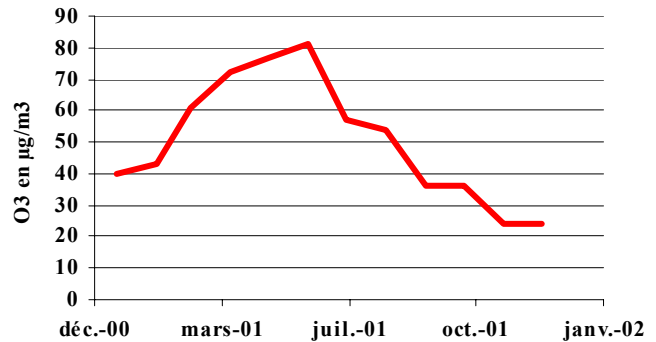
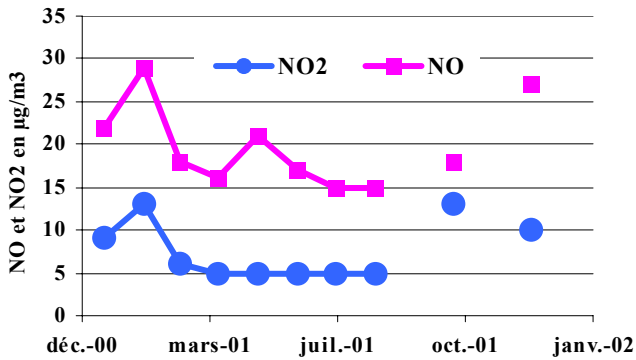
	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	323 le 21/11	86 le 21/11	11	94,9%
NO₂	116 le 21/11	59 le 11/12	23	94,9%
O₃	150 le 26/07		45	99,7%
Ps		50 le 21/12	17	99,4%
SO₂	20 le 21/11	11 le 25/12	1	99%





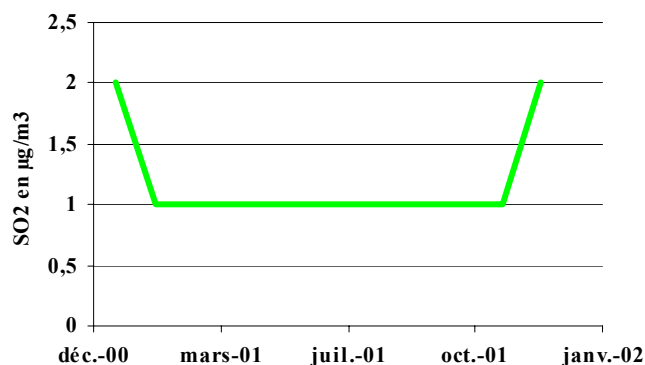
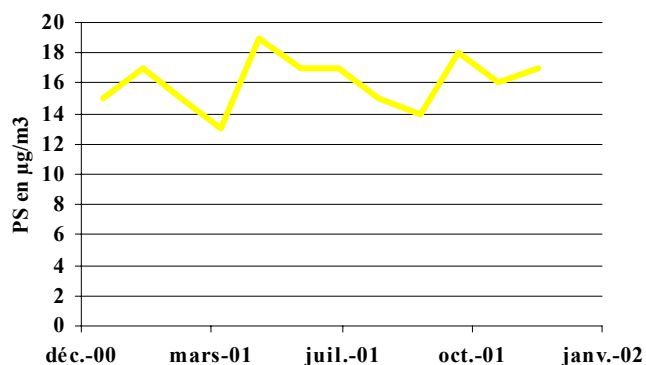
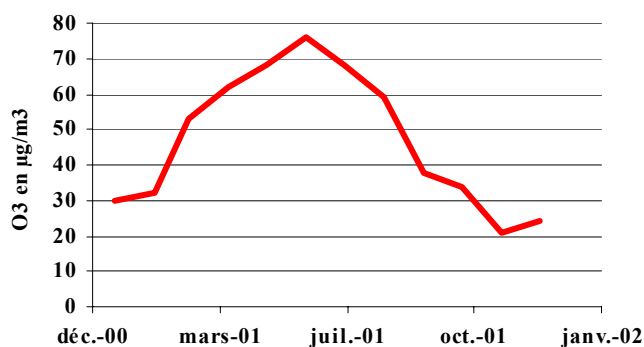
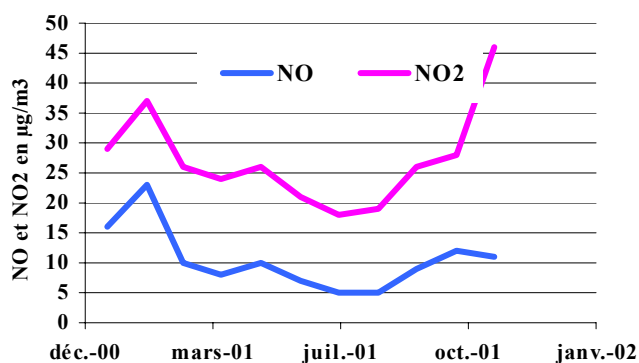
Joué-lès-Tours

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	359 le 20/12	90 le 10/10	8	90,2%
NO₂	112 le 20/12	64 le 15/02	20	90,2%
O₃	183 le 26/07		50	99,8%
Ps		46 le 13/10	16	93,4%
SO₂	16 le 11/12	7 le 15/12	1	90,4%



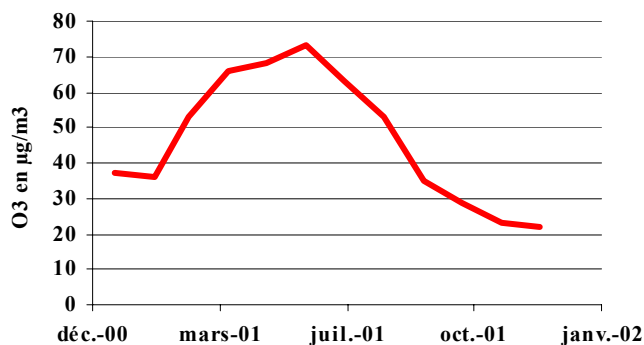
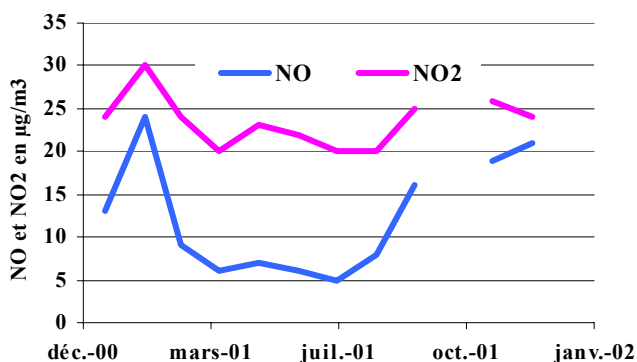
La Bruyère

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	255 le 30/01	84 le 10/10	10	95,8%
NO₂	183 le 19/12	85 le 21/11	28	95,8%
O₃	170 le 23/06		47	99,9%
Ps		45 le 13/10	16	99,4%
SO₂	19 le 01/06	13 le 01/06	1	99,6%

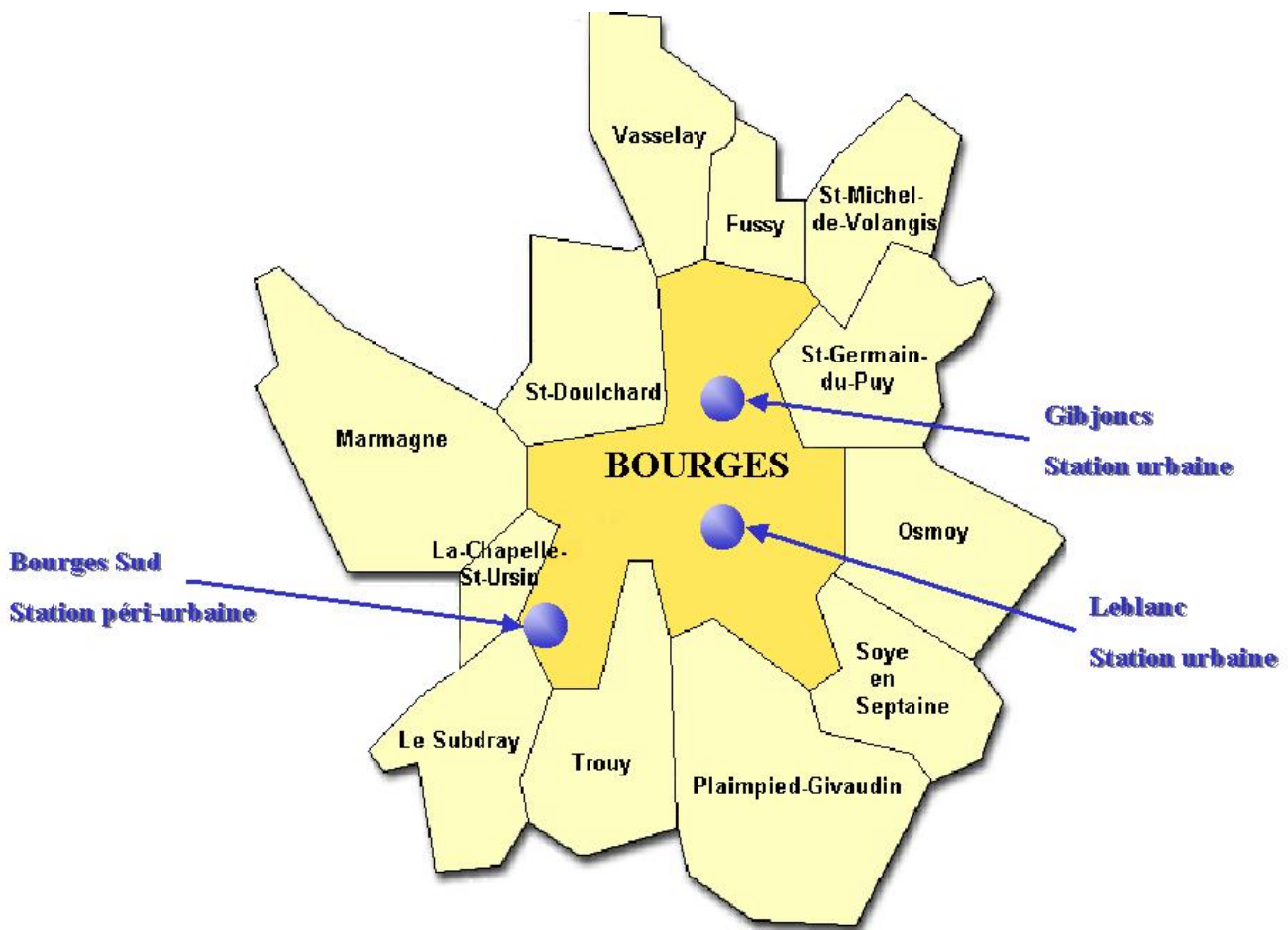


Ville-aux-Dames

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	302 le 11/09	114 le 21/11	12	95,2%
NO₂	93 le 23/05	51 le 10/05	24	95,2%
O₃	177 le 26/07		47	99,9 %

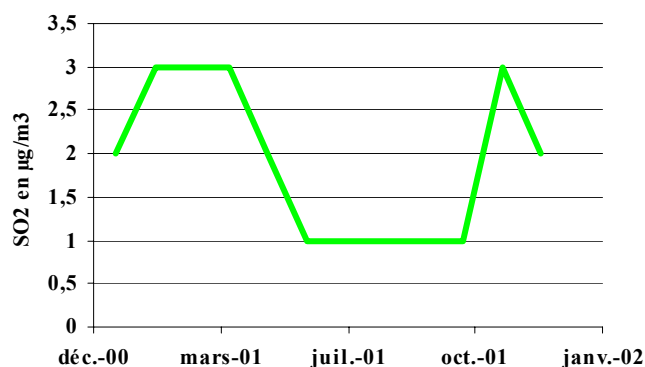
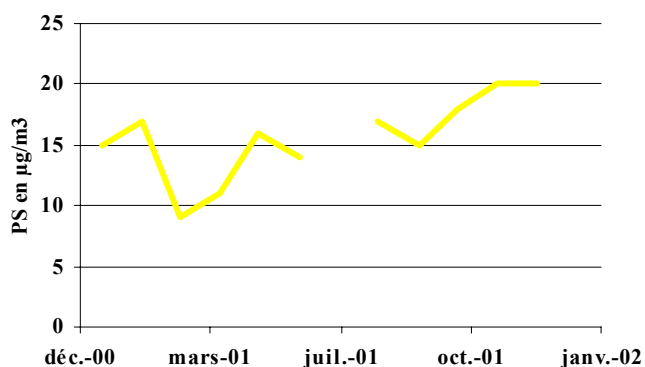
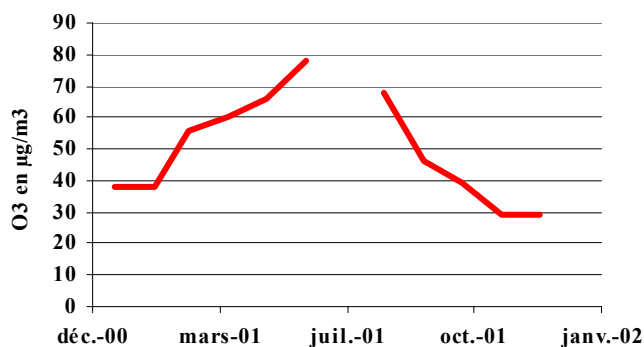
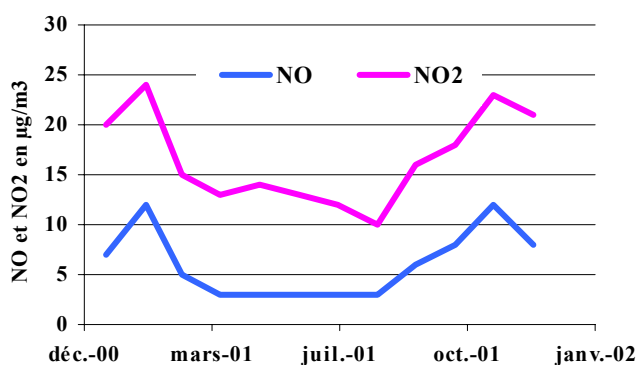


BOURGES



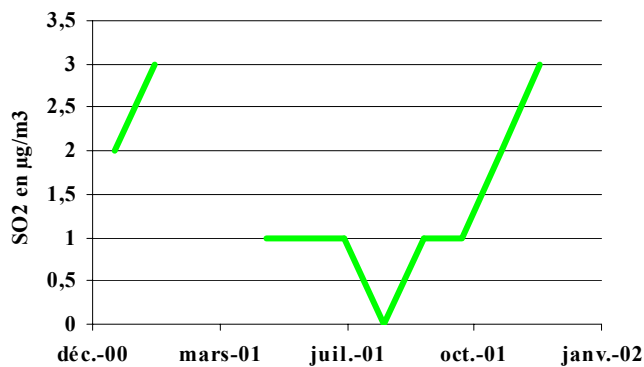
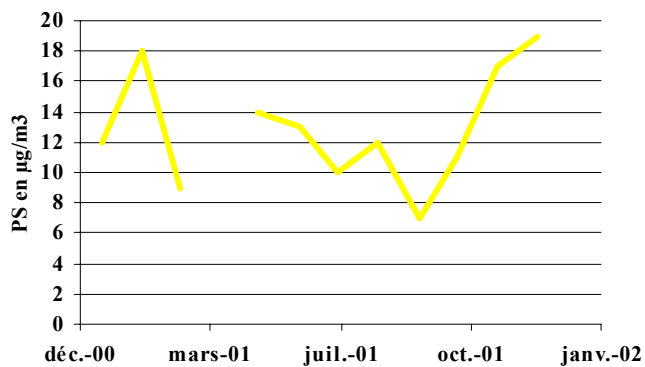
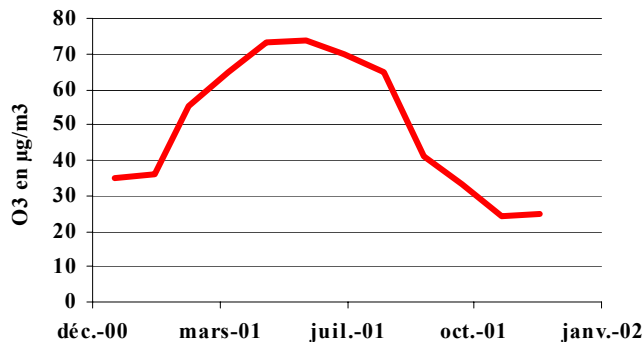
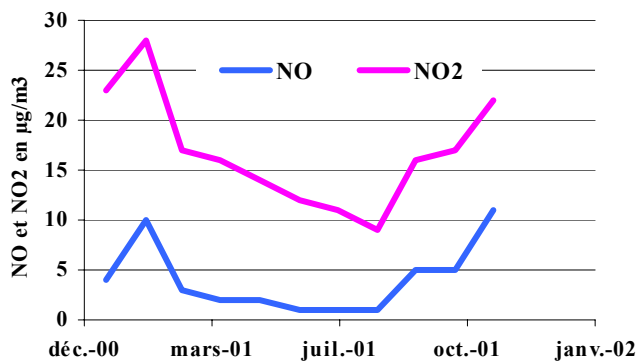
Gibjones

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	306 le 21/02	79 le 21/11	6	97,4%
NO₂	101 le 28/11	45 le 21/11	17	97,4%
O₃	178 le 31/07		51	97,2%
Ps		50 le 21/02	15	96,7%
SO₂	54 le 05/05	12 le 12/11	2	98%



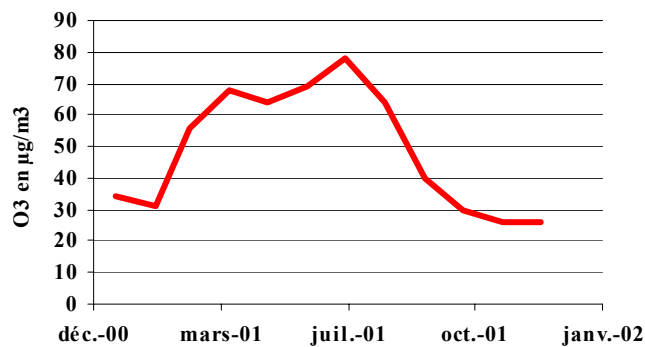
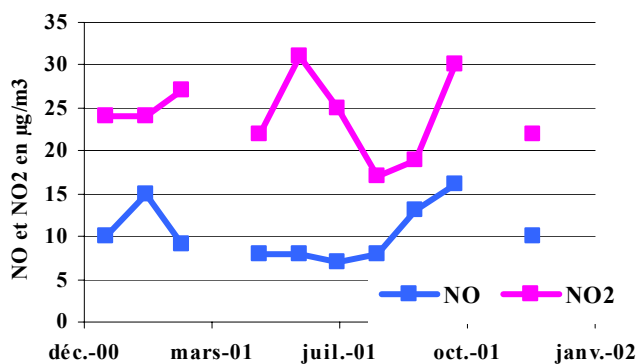
Leblanc

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	237 le 21/11	74 le 21/11	4	95%
NO₂	87 le 15/02	53 le 20/02	17	95%
O₃	181 le 31/07		50	99%
Ps		49 le 20/02	13	94,8%
SO₂	44 le 20/02	15 le 18/03	1	90,6%

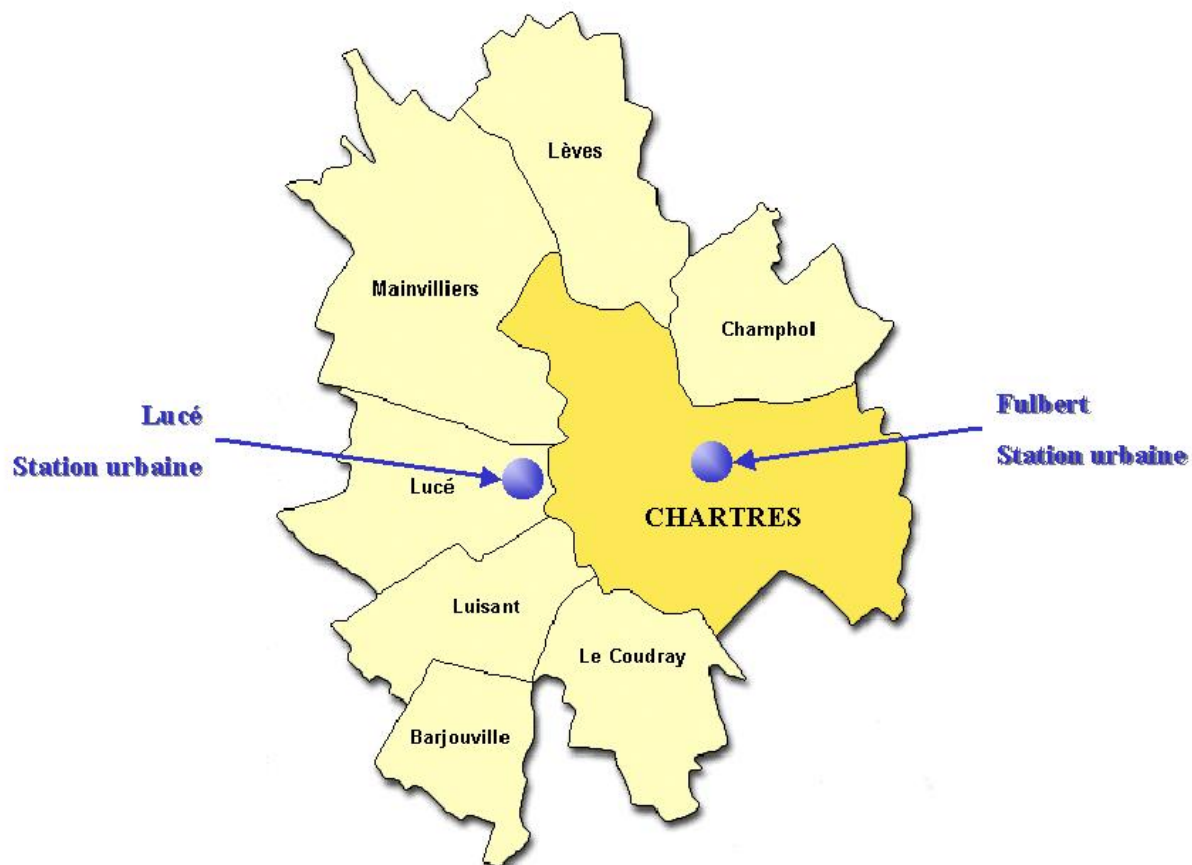


Bourges Sud

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	284 le 21/02	54 le 15/02	10	88%
NO₂	148 le 26/07	60 le 29/06	24	88%
O3	194 le 26/06		49	97%

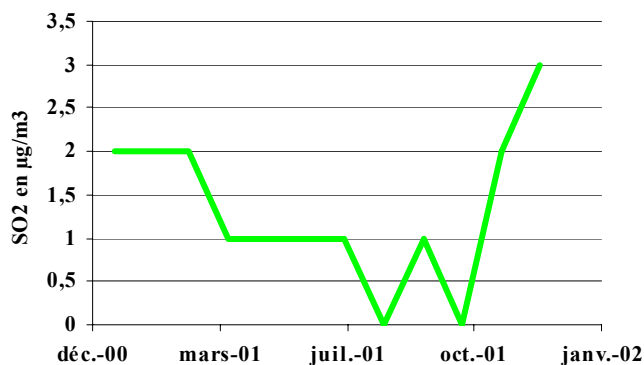
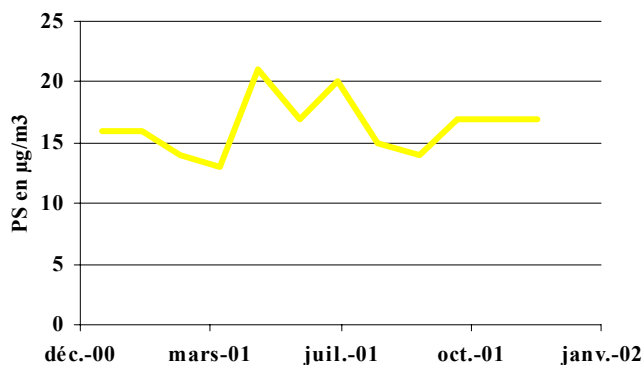
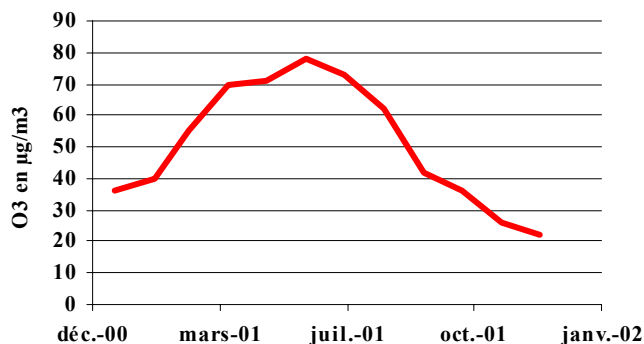
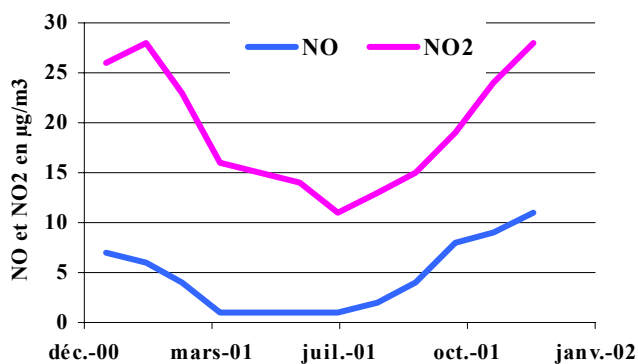


CHARTRES



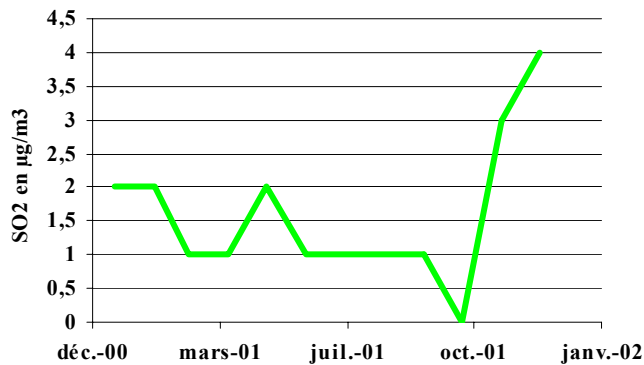
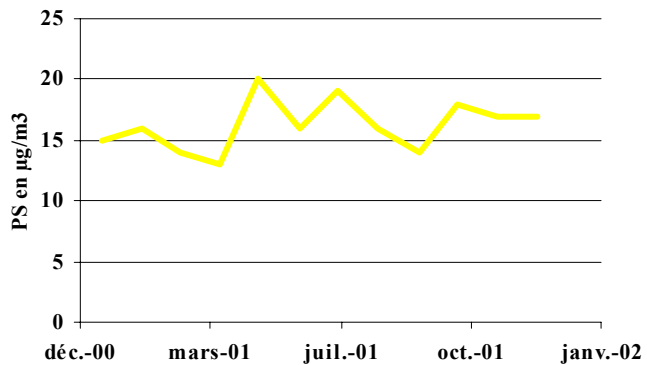
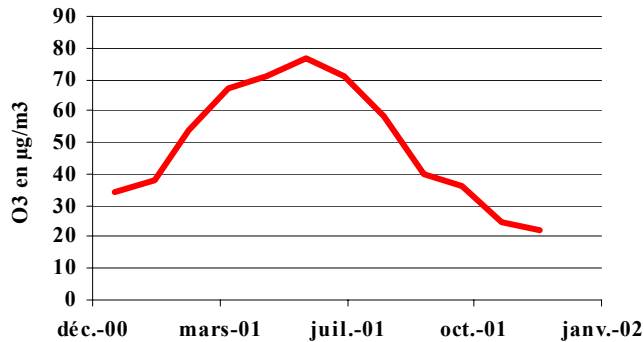
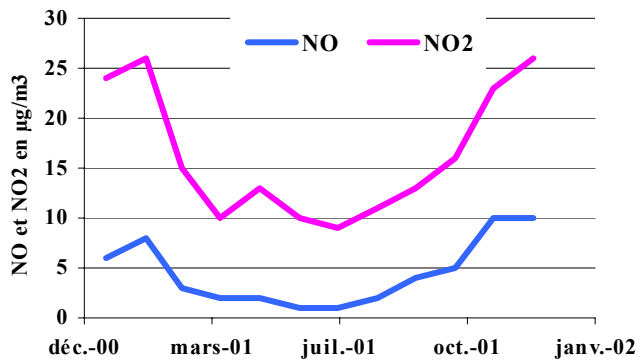
Fulbert

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	257 le 20/11	68 le 20/11	5	99,6%
NO₂	96 le 24/08	55 le 02/03	20	99,6%
O₃	202 le 26/06		51	99,1%
Ps		43 le 13/10	16	97,5%
SO₂	44 le 06/03	12 le 06/03	1	98,4%



Lucé

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	338 le 21/11	73 le 20/11	5	98,2%
NO₂	89 le 20/02	58 le 01/02	16	98,2%
O₃	198 le 26/06		50	99,2%
Ps		44 le 13/10	16	99,7%
SO₂	51 le 31/07	14 le 11/12	2	98,4%

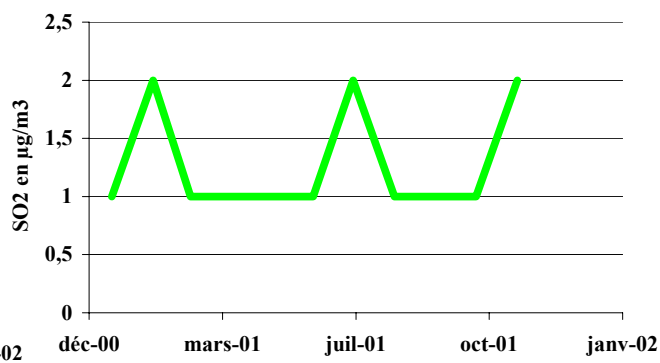
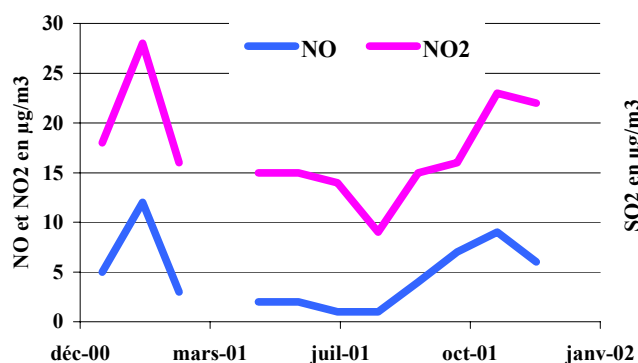
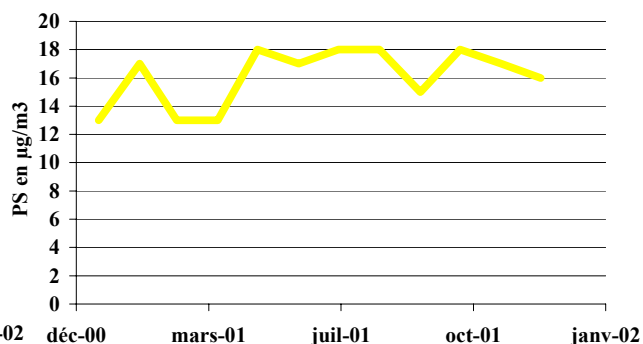
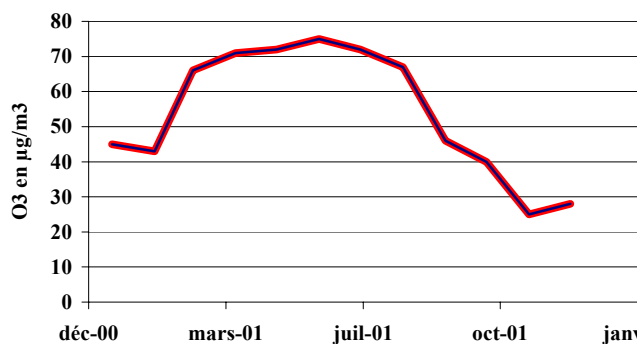


CHÂTEAUROUX



Châteauroux sud

	Maximum horaire en 2001	Maximum journalier en 2001	Moyenne annuelle	Taux de fonctionnement
NO	175 le 15/02	65 le 15/02	5	92,2%
NO₂	113 le 15/02	60 le 20/02	17	92,2%
O₃	167 le 31/07		54	99,2%
Ps		42 le 13/10	16	98,9%
SO₂	39 le 13/06	8 le 16/12	1	94,3%



Résumé

Comme tous les ans, en période estivale, l'année 2001 a connu des dépassements du seuil de recommandations relatif à l'ozone ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure). Les seuils de protection de la santé et de la végétation relatifs à l'ozone ont aussi été fréquemment dépassés. L'indice de la qualité de l'air a été gouverné dans 85% du temps en moyenne par l'ozone, polluant le plus préoccupant sur notre région. Neurozone, le logiciel de prévision des pics d'ozone est toujours en phase de validation, son alimentation par les données de 2001 devrait améliorer les résultats. La fin de l'année 2001 a été caractérisée par l'extension du réseau sur l'agglomération de Blois. Désormais, la qualité de l'air est surveillée sur les six préfectures de la région Centre. Les métaux toxiques (Pb, Cd, Ni et As) font partie des polluants surveillés en continu depuis avril 2001 sur les deux grandes agglomérations de notre région (Orléans et Tours). Les concentrations en BTEX ont été approchées essentiellement lors de campagnes de mesures par des tubes passifs sur les agglomérations de Bourges et Orléans. Les concentrations enregistrées sont relativement faibles sauf pour certains sites à proximité de la circulation automobile où la valeur limite en benzène risque d'être dépassée. L'arrivée de la cartographie au sein de Lig'Air a permis de fournir durant l'année 2001 des représentations spatiales des niveaux de polluants sur des zones bien étendues mettant en relief les sites les plus exposés. Les investigations de Lig'Air sur la problématique des pesticides ont abouti à la mise en place d'une technique de prélèvement de ces composés et à une première évaluation de leurs concentrations en milieu rural comme en milieu urbain. Les estimations des émissions des secteurs résidentiel et transport routier (autoroutes et nationales) sont finalisées. La réalisation de l'inventaire se prolonge et les émissions des autres secteurs (industrie, agriculture, secteur tertiaire, émissions naturelles...) ont commencé. L'année 2001 a été caractérisée aussi par la mise en commun des moyens entre Lig'Air et les réseaux limitrophes lors de deux campagnes de mesures, l'une visant l'analyse de l'ozone dans le sud du bassin parisien (Lig'Air, Airparif et Atmosf'Air) et l'autre visant la mise en place d'une technique de prélèvement des pesticides dans l'air ambiant (Lig'Air et Atmo Poitou-Charentes).