



Bilan

Qualité de l'air en région Rhône-Alpes 2000 / 2009



Mai 2010

www.atmo-rhonealpes.org



Sommaire

1. Approche de la qualité de l'air régionale	5
1.A. Sources de pollution et émissions	6
1.B. Plusieurs bassins d'air	9
1.C. Evolution des outils et des secteurs surveillés	10
1.D. Deux problématiques majeures	12
1.E. Les études air et santé	15
2. Les zones de déplacements	17
2.A. La surveillance	18
2.B. Les émissions du secteur trafic	19
2.C. Evolution de la surveillance	22
2.D. Evolution des polluants et exposition de la population	22
2.E. Perspectives et conclusions	30
3. Les zones urbanisées	32
3.A. La surveillance	33
3.B. Les émissions des secteurs résidentiel et tertiaire	34
3.C. Evolution de la surveillance	37
3.D. Evolution des polluants et exposition de la population dans les grandes zones urbanisées	37
3.E. Evolution des polluants dans les agglomérations de plus de 10 000 habitants	43
3.F. L'air intérieur	45
3.G. Perspectives et conclusions	47
4. Proximité industrielle	48
4.A. Les émissions du secteur industriel	49
4.B. Evolution de la surveillance	51
4.C. Evolution des polluants et exposition de la population	51
4.D. Zoom sur une étude de l'exposition	62
4.E. Perspectives et conclusions	63
5. Milieu rural	64
5.A. Emissions du milieu rural	65
5.B. Evolution de la surveillance	66
5.C. Evolution des polluants et exposition de la population	67
5.D. Perspectives et conclusions	72
Conclusion générale	73
Table des illustrations	76
Figures	76
Cartes	77
Annexes	78
Pour une bonne lecture du document	79
Définition du zonage	79
Les émissions régionales (V2010-1)	81
La Modélisation	85
Fiches polluants	87



Introduction

Des hauts sommets alpins au centre urbain dense de l'agglomération lyonnaise en passant par les zones industrielles, la plaine du Forez ou encore les panoramas ensoleillés de la Drôme Provençale, la région Rhône-Alpes est une terre de contrastes, géographiques et économiques. Avec les paysages et les activités, varie aussi la qualité de l'air respiré par tous les rhônalpins. Chacun des habitants n'est pas soumis aux mêmes niveaux de pollution atmosphérique et les impacts sur la santé sont variables suivant les territoires.

Ce document se propose de faire, pour la période 2000 – 2009, un tour d'horizon des connaissances sur la qualité de l'air de l'ensemble de la région Rhône-Alpes. Parce que chaque territoire a ses propres problématiques, avec des solutions qui doivent être adaptées pour une meilleure qualité de l'air, ce bilan est axé sur quatre grandes thématiques : les zones de déplacements, les zones urbanisées, les zones de proximité industrielle et le fond rural.

Pour chacune de ces thématiques, les sources de pollution sont décrites ainsi que l'évolution des tonnages annuels émis à l'atmosphère. En parallèle, la variation des concentrations au cours de ces huit années est présentée ainsi que les épisodes pollués constatés. Enfin, l'exposition de la population est évaluée pour chacune de ces zones et des résultats d'études spécifiques sont présentés.

Pour conclure sur chacune des thématiques, ce document se propose de faire le point par rapport aux différentes planifications en cours (Plans de Protection de l'Atmosphère, Plans de Déplacements Urbains, Plan Santé Environnement, ...) et aux objectifs fixés.

Pour une meilleure compréhension et visibilité des enjeux, une première partie aborde les problématiques communes à l'échelle de la région. Elle donne les clés de lecture pour la suite du document.

Tous les polluants abordés dans le texte sont présentés annexe : sources, effets sur la santé, réglementation.



1. Approche de la qualité de l'air régionale

Les problématiques en terme de qualité de l'air du territoire rhônalpin sont directement liées aux activités humaines et à sa climatologie : montagnes et plaines, transport, activités industrielles et activités agricoles... Les sources de pollution sont ainsi diverses et les niveaux de pollution différents selon les territoires. Pour mieux cerner les enjeux, cette première partie propose de faire un point sur l'ensemble de la région.





1.A. Sources de pollution et émissions

Les émissions en polluants

... QUESTION DE VOCABULAIRE

Les polluants proviennent de sources variées, regroupées ici en secteurs d'activité (trafic, industrie, résidentiel, sources naturelles, ...). Pour chacun de ces secteurs, la quantité de polluant émise par an et pour un territoire donné est évaluée : le terme d'émissions est alors employé (Ex : en 2003, sur la région Rhône-Alpes, les émissions d'oxydes d'azote sont évaluées à 115 620 tonnes). C'est une valeur calculée en fonction des connaissances des sources sur le territoire.

Ces émissions ne doivent pas être confondues avec les concentrations présentes dans l'atmosphère. Celles-ci caractérisent l'air respiré : c'est une valeur mesurée ou modélisée à partir de matériel sur le terrain en un point donné représentatif de la qualité de l'air d'un territoire. La mesure est exprimée en masse par mètre cube d'air (Ex : la concentration en dioxyde d'azote sur la station de Grenoble les Frênes le 21 mai 2007 à 21h était de $63 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Les émissions rhônalpines

Un polluant émis dans l'atmosphère peut provenir de nombreuses sources. Les graphiques ci-après présentent la répartition des émissions par polluant. Pour les molécules les plus anciennement mesurées (aussi appelés « polluants classiques »), les chiffres sont donnés pour 2000 à 2007, permettant ainsi de voir quelle a été l'évolution sur cette période. Pour les métaux lourds et les dioxines et furanes, cette répartition est disponible pour l'année 2007 ; de même pour les HAP.

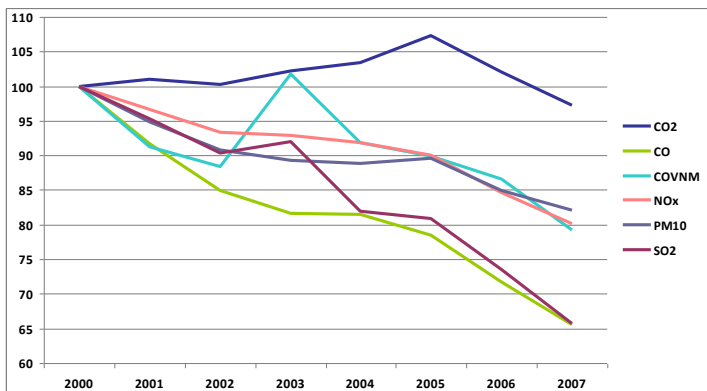


FIGURE 1 : VARIATION DES EMISSIONS REGIONALES EN POLLUANTS CLASSIQUES 2000 - 2007

Globalement sur la période étudiée, toutes les émissions en polluants classiques sont en baisse.

Les émissions de monoxyde de carbone et de dioxyde de soufre ont ainsi diminué de près de 35% ; le premier en lien avec les améliorations liées au trafic routier, le second en lien avec une baisse importante des émissions industrielles.

Les quantités d'oxydes d'azote émis sont quant à elles près de 20 % plus faibles, grâce notamment à l'adoption de pots catalytiques.

Les composés organiques volatils, en baisse de 20% sur les 7 années montrent un pic en 2003 en lien des températures élevées durant l'été qui ont probablement entraîné de fortes émissions

biogéniques.

Enfin les particules PM₁₀ ont baissé entre 2000 et 2007 (-17%) en lien avec une baisse de l'utilisation du bois comme mode de chauffage dans le secteur résidentiel. Dans le même temps, la part des émissions du secteur industriel a légèrement augmenté (+7%).



••• **ATTENTION** tous ces polluants ne sont pas émis à quantité égale !

La répartition en pourcentage masque des différences importantes en termes de quantités émises à l'atmosphère. Les oxydes de soufre, oxydes d'azote, particules COV et monoxyde de carbone sont émis annuellement en dizaine voire centaines de kilotonnes, les HAP de l'ordre de 1 000 t. Quant aux métaux lourds, leurs quantités émises varient de quelques dizaines de kg à quelques tonnes par an. Les émissions des dioxines et furannes (pcddf) sont de l'ordre de 30 g pour l'année 2005.

L'origine des émissions rhônalpines varie très fortement en fonction des polluants.

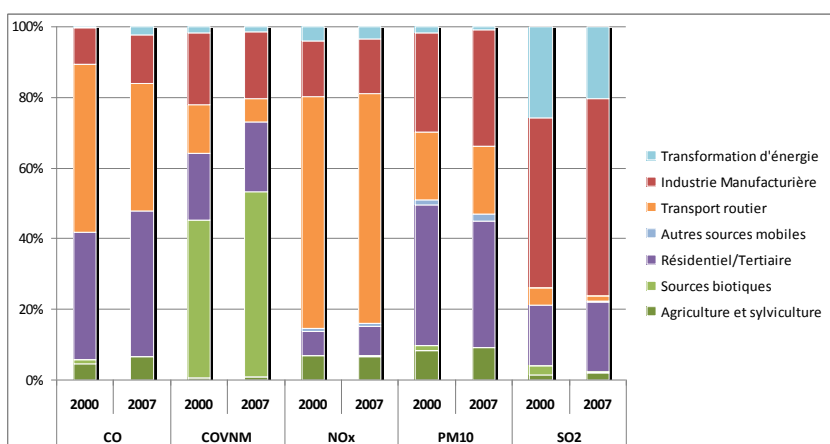


Figure 2 : répartition des émissions rhônalpines pour 2000 et 2007

Certains polluants sont majoritairement émis par le **secteur industriel** : le dioxyde de soufre (considéré comme un bon traceur de la pollution industrielle – près de 80% des émissions) et certains métaux lourds (Arsenic, cadmium, nickel, plomb et mercure, métaux lourds pour lesquels l'industrie est responsable de plus de 65% des émissions rhônalpines).

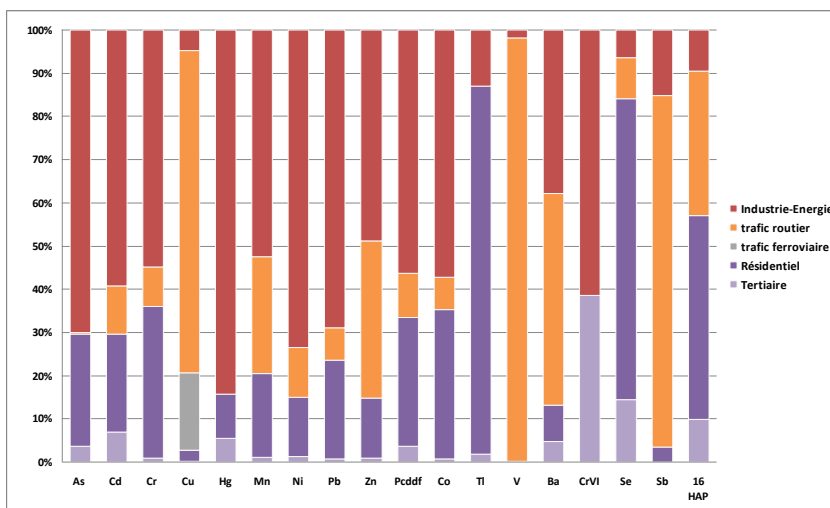


Figure 3 : répartition des émissions en dioxines, métaux lourds et HAP – Année 2007

Dans le cas des HAP (75% des émissions sont d'origine industrielle en 2003) la répartition des émissions a fortement évolué depuis l'année de référence : en effet, un important émetteur industriel a mis en place depuis un système d'épuration de ses rejets et les émissions ont radicalement baissé. En excluant cet établissement, la part du secteur industriel devient alors secondaire en passant de 89% à 10%, le secteur résidentiel représenterait alors 48% des émissions (dont 99% proviennent de la combustion du bois).

Les dioxines et furanes, principalement émis par le secteur industriel ont elles aussi varié sur la période 2000 – 2007 : en effet, avec l'évolution de la réglementation des incinérateurs en 2005, leurs émissions ont été divisées par 10 entre 2004 et 2006. La part des incinérateurs a donc fortement diminué au profit

de la problématique grandissante du brûlage sauvage qui prend une part de plus en plus importante dans les sources d'émissions.

D'autres polluants proviennent principalement du **secteur lié aux transports**, c'est le cas notamment des oxydes d'azote (plus de 60 % des émissions régionales) et de quelques métaux lourds (Cuivre, Vanadium, Baryum et Antimoine).

Le monoxyde de carbone, le thallium et le sélénium sont émis en majorité par le secteur **résidentiel/tertiaire/artisanat**. Une grande partie des particules PM₁₀ provient également de ce secteur en lien avec le chauffage domestique (et notamment le chauffage bois).

Seuls les COV ont une **source naturelle** majoritaire (forêts de pins notamment, très présentes dans la région). En excluant ces émissions végétales, le secteur résidentiel et l'industrie deviennent majoritaires.

Les problématiques varient ainsi selon les polluants et les secteurs d'activité. Ceci explique une qualité de l'air non homogène sur le territoire rhônalpin, avec de fortes variations suivant les polluants.

Les émissions de gaz à effet de serre

Le suivi des émissions de gaz à effet de serre sur la région, en particulier celles du dioxyde de carbone permet de confronter la situation rhônalpine aux engagements français et européens. Un inventaire détaillé des émissions est disponible pour la période 2000 – 2007.

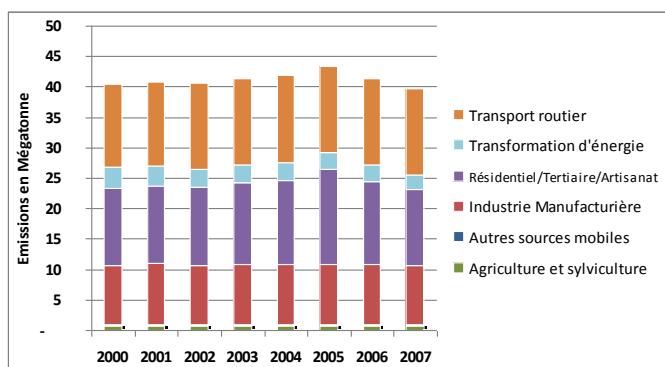


Figure 4 : variation des émissions régionales en CO₂

Sur ces 8 années, les quantités totales de CO₂ ont peu varié. Sans effet sanitaire direct mais avec un impact sur le climat, elles sont beaucoup plus importantes que celles des polluants atmosphériques vus précédemment puisque les valeurs sont de l'ordre de 40 Gt (soit 10⁹ Kg) par an.

Les secteurs qui contribuent le plus au changement climatique par le biais du CO₂ sont le transport routier (35%), l'industrie manufacturière (25%) et le résidentiel/tertiaire /artisanat (30%).

Pour les deux premiers secteurs, les émissions sont en hausse d'environ 2% entre 2000 et 2007 ; pour le dernier secteur en revanche, les émissions sont fluctuantes avec une baisse globale de 2%. L'année 2005 a été particulière en raison d'un hiver froid : cette baisse de température a entraîné une utilisation plus intense du chauffage et donc une hausse des émissions en CO₂ du secteur résidentiel/tertiaire.

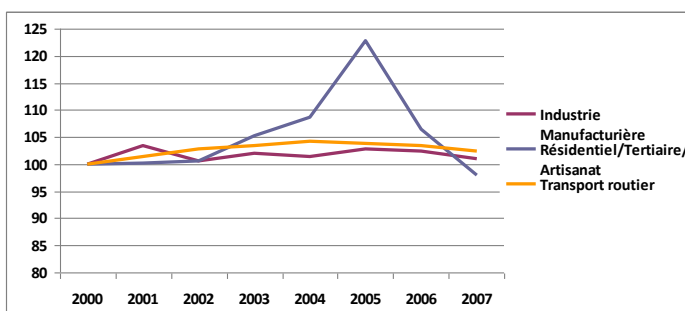


Figure 5 : évolution des émissions régionales en CO₂ entre 2000 et 2007



1.B. Plusieurs bassins d'air

Pour la suite du document, un découpage territorial de la région a été réalisé. Il est construit sur la base de grandes thématiques et de bassins d'air homogènes. Toutes les règles prises pour la définition du zonage sont définies en annexe et la carte ci-dessous synthétise les zones retenues.

Zones urbaines

La zone urbaine est scindée en fonction de la taille de l'agglomération : les zones de grandes agglomérations (> 100 000 habitants) et les plus petites agglomérations (entre 10 000 et 100 000 habitants)

Zones industrielles

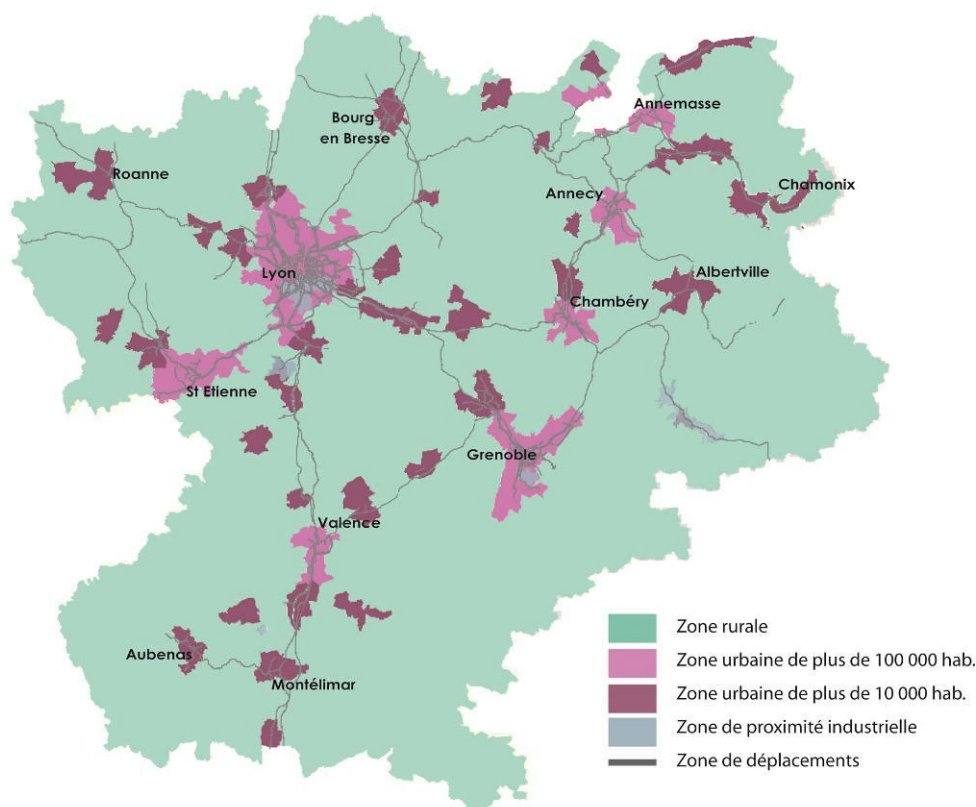
Cinq zones industrielles importantes ont été retenues sur la région Rhône-Alpes, en accord avec les arrêtés préfectoraux d'information et d'alerte. D'autres industries sont également intégrées dans ce zonage dès lors qu'elles peuvent avoir un impact notable sur la qualité de l'air.

Zone de déplacement

C'est une zone filaire, définie comme une bande autour des axes de trafic les plus importants. Sa largeur varie en fonction des émissions. En raison du trafic intense dans les plus grandes agglomérations, une partie parfois importante de ces territoires est intégrée à la zone de déplacement (notamment pour l'agglomération lyonnaise).

Zone rurale

Cette zone englobe tout le reste du territoire. C'est donc une zone très variée qui intègre aussi bien les petites villes (inférieures à 10 000 habitants), les zones de plaines que les zones de montagne.



Carte 1 : le zonage régional



1.C. Evolution des outils et des secteurs surveillés

L'extension de la couverture du territoire

La surveillance du territoire rhônalpin a fortement évolué sur la période 2000-2009 : de nouvelles techniques, de nouvelles mesures, de nouveaux points investigués... Les observatoires de la qualité de l'air ont fait évoluer leurs méthodes de surveillance avec les modifications des besoins et des techniques disponibles.

Le PRSQA

Depuis 2005, la stratégie de surveillance de la région a été planifiée dans un document élaboré pour une période de 5 ans : le Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA). En 2010, ce document arrive à échéance et est actuellement en cours de révision pour la période 2010-2015.

Plusieurs grands objectifs ont été définis dans ce document :

- vérifier le respect des valeurs réglementaires et identifier les territoires les dépassant,
- suivre le déroulement des différents plans réglementaires (PPA, PDU, PRQA, ...),
- cartographier l'exposition moyenne de la population,
- identifier et investiguer les sites les plus exposés à la pollution atmosphérique,
- informer et sensibiliser sur la qualité de l'air.

De cette stratégie découlent de nombreuses actions dont la surveillance quinquennale des agglomérations de plus de 10 000 habitants, des axes de trafic les plus empruntés, des émetteurs industriels les plus importants, ...



Carte 2 : carte des stations fixes de la région au 31/12/2009

La mesure fixe

La surveillance par station fixe reste la méthode indiquée lorsque les niveaux de pollution nécessitent un suivi 24h sur 24 et 7 jours sur 7 (zones très exposées). Certaines stations ont ainsi été ajoutées au vu des résultats obtenus sur certaines études, d'autres ont, au contraire, été fermées du fait de la baisse des niveaux constatée depuis des années.

Au total depuis 2000, des mesures ont été enregistrées sur 136 stations.

51 d'entre elles ont été fermées depuis cette date et 85 sont encore en fonctionnement.

La modélisation et la prévision

Entre 2000 et 2009, la modélisation est l'outil qui a le plus fortement évolué.

Avant 2000, quelques outils de prévision statistique des épisodes de pollution au dioxyde de soufre (essentiellement liés à l'industrie) existaient déjà sur les agglomérations lyonnaise et grenobloise. De même, sur ces territoires, des modèles de prévision pour les épisodes de pollution à l'ozone ont été développés (Modèles PicO₃ sur Lyon et Metphomod à Grenoble).

Depuis 2000, de nombreux outils sont désormais disponibles à l'échelle de la région, avec des zooms sur les plus grandes agglomérations (Lyon, Grenoble et Valence). Les niveaux d'ozone, de dioxyde d'azote et des particules PM₁₀ font ainsi l'objet de modélisation et de prévisions des pics de pollution.

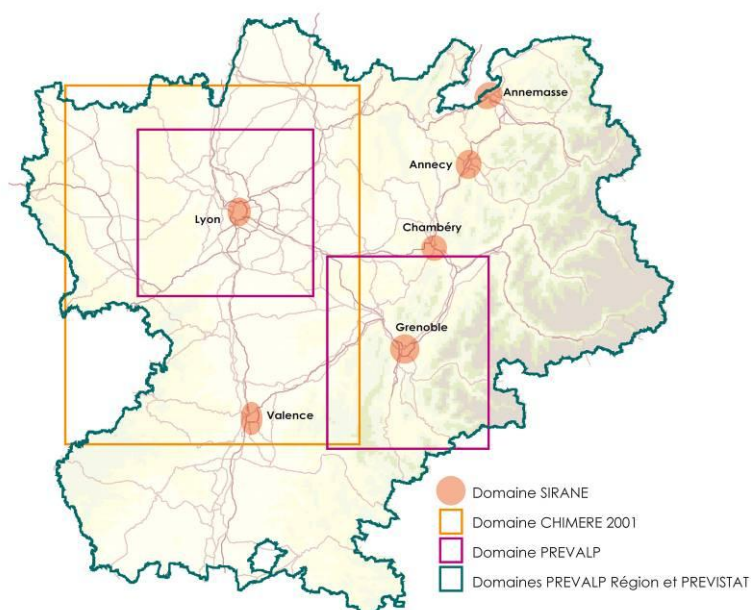
Renforcement progressif des outils :

Les premiers outils de prévision ont été développés pour l'ozone. En 2001, Chimère, modèle déterministe centré sur Lyon a été mis en place, le second Prévistat est un modèle statistique qui couvre l'ensemble de la région pour ce même polluant.

En 2002, SIRANE est mis en place sur une partie de Lyon pour l'ozone et les oxydes d'azote. Cette modélisation à l'échelle urbaine sera ensuite élargie aux agglomérations de Grenoble (2005) et Valence (2008). En 2007, le territoire couvert par SIRANE Lyon est agrandi et les particules sont prises en compte. Pour Chambéry et Annecy le modèle a fonctionné temporairement en 2002 et 2003 pour le NO₂, les PM₁₀, l'O₃ et le benzène C₆H₆. Il a été mis à jour en 2009 (avec des données 2008) avec l'agglomération d'Annemasse.

En parallèle en 2007, Prevalp est mis en service pour la région avec un zoom sur Grenoble pour l'ozone et le dioxyde d'azote. Le zoom sur Lyon est également disponible en 2008 et 2009.

Tous ces modèles n'ont pas la même précision : Prevalp par exemple couvre l'ensemble de la région avec une maille de 6 km par 6 km. Le modèle SIRANE couvre quant à lui des domaines plus restreints (centre-ville) avec une précision à l'échelle du quartier et de la rue.

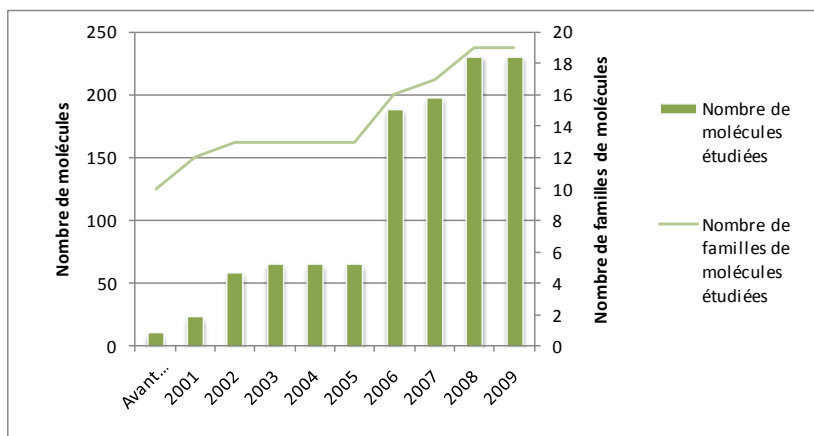


Carte 3 : historique des systèmes de modélisation

L'ensemble de ces travaux suivent deux objectifs. D'une part connaître la pollution en tout point du territoire et d'autre part disposer d'outils pour pouvoir mettre en place des outils de suivi des plans d'action sur les zones sensibles afin d'évaluer l'impact des politiques publiques sur la qualité de l'air.

Une plus grande variété de substances surveillées

Avec de nouvelles prises de conscience, de nouvelles technologies et une évolution réglementaire, le nombre de substances surveillées a très fortement évolué depuis 2000. A cette date, seuls les polluants « classiques » étaient mesurés, à savoir : NO_x, SO₂, CO, FN, PM₁₀, O₃, Pb, H₂S, benzène et toluène.



Le graphique montre l'évolution du nombre de molécules étudiées depuis cette date avec notamment l'élargissement de la mesure des métaux lourds, le suivi des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), des Composés Organiques Volatils (COV), des pesticides, des dioxines et furannes et des aldéhydes.

Figure 6 : évolution du panel de polluants étudiés

1.D. Deux problématiques majeures

Plus de 200 molécules sont suivies à l'échelle régionale. Ne sont abordés dans cette partie que les polluants présentant une problématique majeure sur l'ensemble du territoire, chacune des parties suivantes présentant les spécificités des milieux urbain, rural, trafic ou encore industriel.

L'ozone

La problématique de l'ozone est régionale. En effet, ses particularités chimiques engendrent une répartition géographique différente des autres polluants : l'ozone se retrouve en quantité plus importante dans les zones rurales que dans les zones urbaines de telle sorte que l'ensemble de la population rhônalpine est concernée par des dépassements des seuils réglementaires. Le graphique montre ainsi que le nombre d'habitants concernés par des dépassements de la valeur cible pour la santé (120 µg.m⁻³ en moyenne glissante sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par an) est quasi identique en milieu urbain et en milieu rural malgré la différence de population totale. En 2007, c'est ainsi 24% de la population régionale qui est soumise à des dépassements de la valeur cible pour la santé.

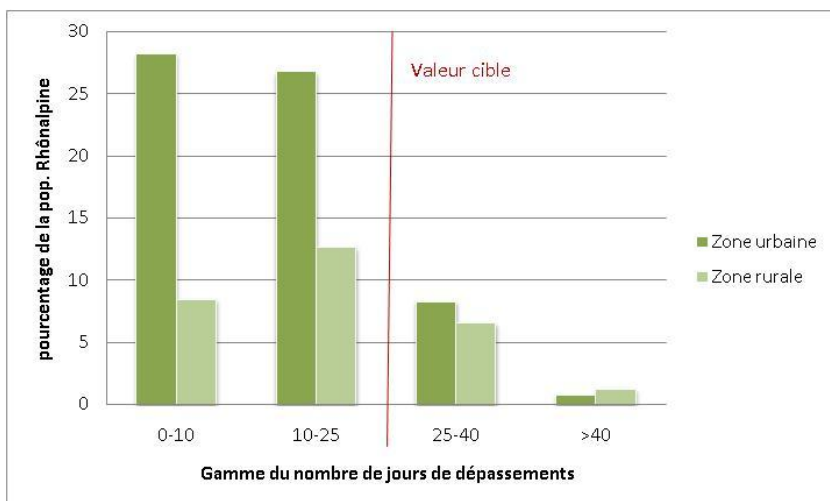
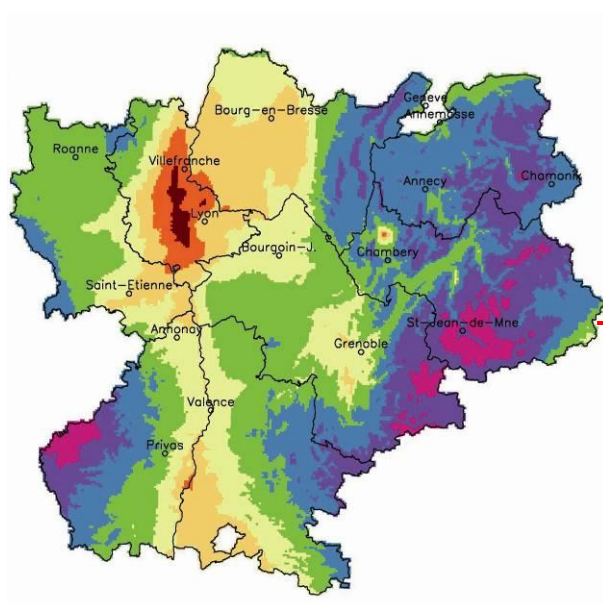


Figure 7 : population exposée à la valeur cible en ozone - 2007

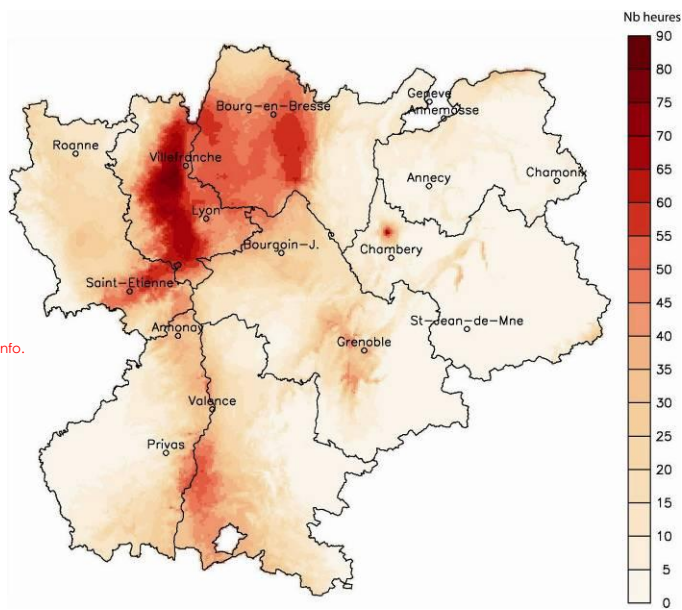
Cette distribution varie cependant fortement en fonction des années puisque les concentrations d'ozone sont liées aux conditions climatiques. L'été 2007 étant plutôt maussade, ces résultats sont minorants, notamment par rapport à une année caniculaire comme 2003.

Retour sur la période de la canicule 1-14 août 2003

Ces deux semaines ont été particulières du point de vue de la pollution à l'ozone. En effet, durant cette période, des pics de pollution ont été enregistrés tous les jours et les niveaux atteints ont été particulièrement élevés.



Carte 5 : moyenne des maxima horaires d'ozone du 1^{er} au 14 août 2003



Carte 4 : nombre d'heures de dépassement du seuil d'information et de recommandations

La zone la plus touchée par des niveaux d'ozone élevés a été la région lyonnaise et plus particulièrement les Monts du Lyonnais et le Beaujolais situés à l'ouest. Les niveaux d'ozone sont restés exceptionnellement élevés dans le Beaujolais. Les concentrations les plus importantes ont été mesurées sur l'agglomération de Lyon (306 µg/m³ le 7/08/2003 à 15h), battant ainsi des records pour la région.

En terme de dépassements de seuils réglementaires pour la protection de la santé, le massif alpin a été relativement épargné ainsi que les Monts d'Ardèche et l'ouest de la Loire. La seule région soumise à de nombreux dépassements du seuil d'alerte de 240 µg/m³ est l'ouest lyonnais (Beaujolais).

Sur cette période, 98 % des rhônalpins ont été soumis au moins à un dépassement du seuil d'information et de recommandations et près de 30 % à au moins un dépassement du seuil d'alerte.

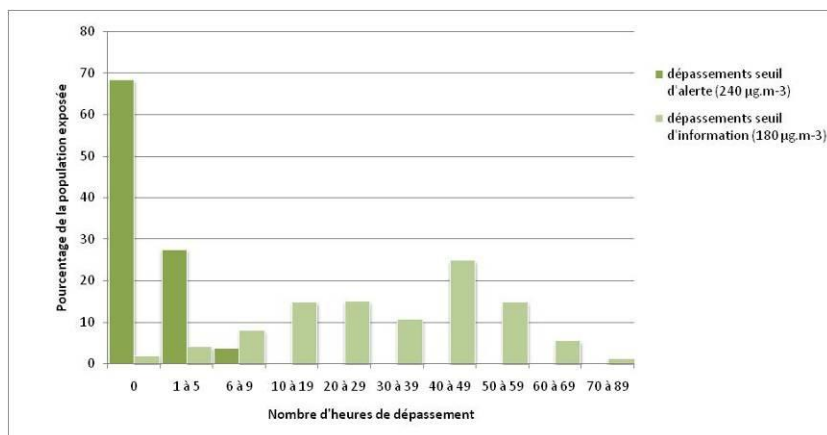
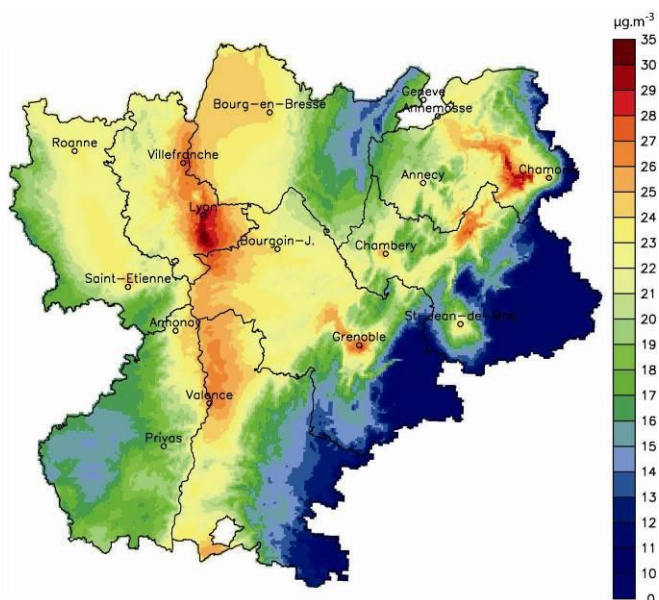


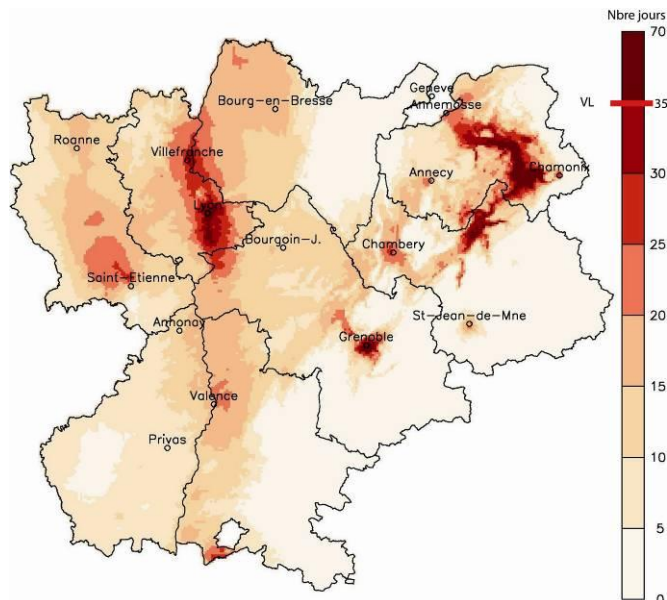
Figure 8 : exposition de la population aux pics d'ozone du 1^{er} au 14 août 2003

Les particules

L'enjeu sanitaire concernant les particules est important et la répartition des concentrations montre qu'une grande partie du territoire rhônalpin est touché par cette pollution. Les cartes ci-dessous présentent la moyenne annuelle en PM_{10} et le nombre de jour de dépassement de la valeur limite pour l'année 2007.



Carte 6 : moyenne annuelle PM_{10} en 2007 en $\mu g.m^{-3}$



Carte 7 : nombre de jours de dépassement de $50 \mu g.m^{-3}$ en 2007

Les niveaux de particules en 2007 les plus élevés sont rencontrés dans l'agglomération lyonnaise, l'agglomération grenobloise, la basse vallée du Rhône et les vallées alpines. Néanmoins, les zones rurales ne sont pas épargnées, en plaine notamment, alors que les secteurs de montagne (hors fond de vallée) sont peu touchés.

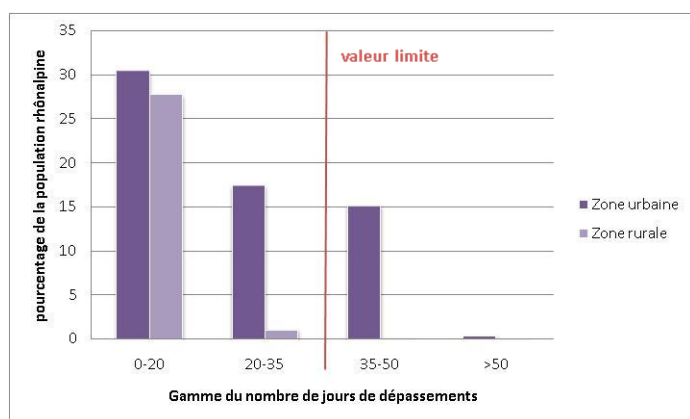
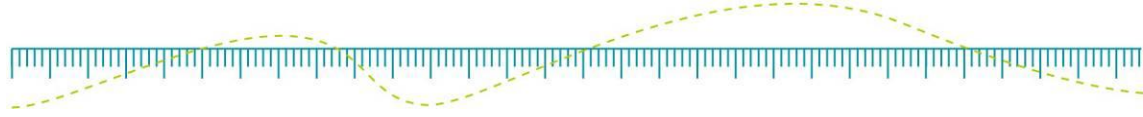


Figure 9 : exposition de la population aux particules
Année 2007

La réglementation impose une valeur limite de $50 \mu g.m^{-3}$ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois par an. En 2007, 16% de la population a été soumise à des niveaux dépassant cette valeur réglementaire, sans considérer la surexposition de la population liée à la proximité des sources immédiates telles que le trafic, les zones industrielles ou encore les installations de chauffage. Ces résultats sous-estiment ainsi la population exposée et montre néanmoins une problématique importante. La carte montre que ces dépassements ont essentiellement eu lieu dans les agglomérations de Lyon, Grenoble, dans les vallées alpines et dans une moindre mesure à Chambéry.

Les $PM_{2.5}$, particules de $2.5 \mu m$ de diamètre (c'est-à-dire une fraction plus fine des PM_{10}) sont également suivies sur le territoire rhônalpin. L'enjeu sanitaire est d'autant plus important pour cette catégorie de particules qu'elles entrent plus profondément dans le système respiratoire.



1.E. Les études air et santé

Les polluants ont un effet sur la santé : inhalés lors de la respiration, ils atteignent le système respiratoire et peuvent entraîner de nombreuses pathologies. Certains autres organes sont également potentiellement touchés : irritation de la peau, des yeux, système nerveux, reins... (Cf. annexe pour connaître les effets sur la santé de chacun des polluants). Dans une population donnée, tous les individus ne sont pas égaux face aux effets de la pollution. La sensibilité de chacun peut varier en fonction de l'âge, de l'alimentation, des prédispositions génétiques, et de l'état de santé général. Les effets dépendent aussi de l'exposition individuelle aux différentes sources de pollution, de la durée d'exposition à ces niveaux, du débit respiratoire au moment de l'exposition, mais aussi de l'interaction avec d'autres composés présents dans l'atmosphère comme par exemple les pollens ou les spores fongiques qui peuvent accroître la sensibilité à la pollution.

Au niveau individuel, le risque lié à la pollution de l'air est beaucoup plus faible que celui lié à une tabagie active. Dans ce sens, les recherches sur les effets de la pollution distinguent souvent les populations de « fumeurs » et de « non-fumeurs ». En effet, la pollution atmosphérique serait responsable de 6500 à 9500 décès par an selon l'AFSSET alors que le tabagisme serait responsable de 60000 morts par an (1 décès sur 9).

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

Cependant les enjeux sanitaires liés à la qualité de l'air sont encore parfois méconnus en fonction des polluants incriminés. Certains sont reconnus comme cancérigènes (benzène, benzo(a)pyrène,...), pour d'autres, des études de toxicologie doivent encore être menées. Toutes les molécules ne disposent pas de valeurs réglementaires, dans l'air ambiant comme dans l'air intérieur.

Ainsi des plans ont été élaborés, dont le Plan National Santé Environnement (et sa déclinaison à l'échelle régionale, PRSE) afin de répondre à 3 grands objectifs :

- garantir un air et une eau de bonne qualité,
- prévenir les pathologies d'origine environnementale et notamment les cancers,
- mieux informer le public et protéger les populations sensibles.

Il vise également à répondre aux préoccupations et interrogations de la société au niveau régional sur les conséquences sanitaires, à court et moyen terme, de l'exposition à certaines pollutions de notre environnement.

De même, des études sont réalisées sur les plus grandes agglomérations françaises afin de connaître l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé des habitants : les Etudes d'Impact Sanitaires (EIS). En Rhône-Alpes, Lyon, Grenoble, Valence...

Ces études montrent toutes que ce sont les niveaux moyens annuels qui affectent le plus la santé, davantage que les pics de pollution. Le nombre de décès anticipés dus à la pollution atmosphérique pourrait ainsi diminuer grâce à des actions visant à faire baisser la pollution globale.



••• **Zoom sur l'EIS de Lyon**

Pour Lyon et 18 communes périphériques étudiées, 212 décès anticipés par an (données 2001 et 2002) auraient eu lieu en lien avec une mauvaise qualité de l'air. La pollution a été responsable sur cette période de 52 hospitalisations pour problèmes respiratoires, 407 pour maladies cardiovasculaires et 48 pour troubles cardiaques.

Cette étude montre également qu'avec une baisse générale de 25% des niveaux d'ozone, de dioxyde d'azote et de particules, 154 décès anticipés seraient évités chaque année.

••• **Plus d'informations sur la toile**

Site de la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS):
<http://rhone-alpes.sante.gouv.fr/prse.htm>

Site de l'Institut de Veille Sanitaire (INVS) :
www.invs.sante.fr

Site du Ministère de la santé, de la jeunesse et des sports :
www.sante-jeunesse-sports.gouv.fr



2. Les zones de déplacements

Les activités économiques et touristiques induisent d'importants déplacements de personnes et de marchandises. Compte tenu de sa position géographique au sein de l'Europe, la région Rhône-Alpes constitue un carrefour important du trafic de transit à travers la France ; toutefois, ce trafic ne constitue globalement qu'une faible part du trafic total.

De nombreux axes naturels ont permis de développer le réseau de communication : la vallée du Rhône en est le meilleur exemple et tous les modes de transport y sont représentés. Mais la géographie impose ses limites : une large part de l'Ardèche et de la Drôme se trouve encore éloignée d'un axe majeur de communication.



La région Rhône-Alpes compte 1140 km d'autoroutes, 2640 km de routes nationales et quelques 27 400 km de routes départementales. Elle est parcourue par 2600 km de voies ferrées desservant quelques 300 gares. Le bassin Rhône-Saône supporte une liaison fluviale à grand gabarit d'une longueur de l'ordre de 400 km entre Fos sur Mer et Mâcon.

Rhône-Alpes dispose également d'une importante capacité de transport aérien tant pour le fret que pour les passagers (pour Lyon-Saint-Exupéry : 7,7 millions de passagers en 2009).

Sur la base des données 2005 de l'Observatoire des Transports, les flux de marchandises se sont établis de la façon suivante :

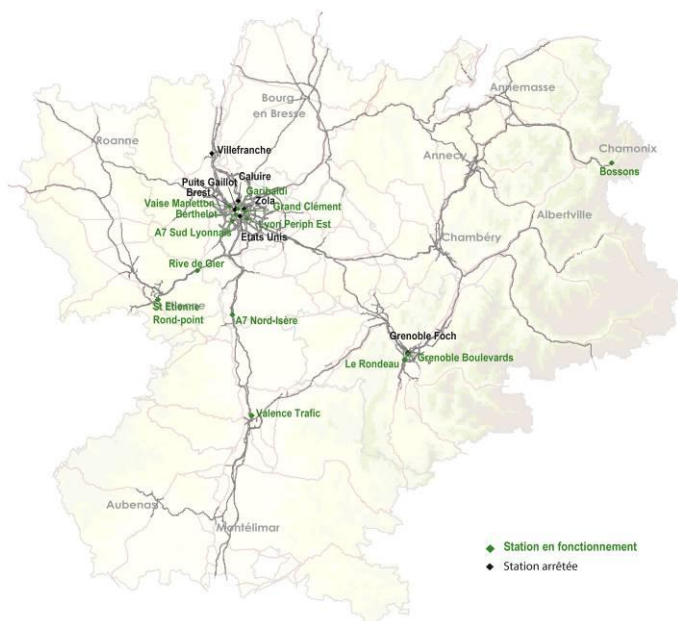
- flux internes à la région : 173 Mt dont 98 % par la route, 1% par le fer et 1% par la voie navigable ;
- flux émis vers d'autres régions françaises : 35 Mt dont 88 % par la route, 11% par le fer et 1% par la voie navigable ;
- flux reçus d'autres régions : 36 Mt dont 82% par la route, 16% par le fer et 2% par la voie navigable
- flux importés et exportés: 27 Mt dont, à la frontière, 57% par la route, 32.5 % par la mer, 6 % par le fer et 1% par la voie navigable;
- flux en transit France : 68 Mt (route + fer)

A NOTER la part très prépondérante de la route dans le transport de ces flux de marchandises.



2.A. La surveillance

Présentation de la zone de déplacements



Le découpage de la zone a été réalisé en prenant en compte les émissions de polluants pour chacun des axes de trafic (voir annexe pour plus d'explications). Ce sont donc des zones filaires, dont la largeur varie en fonction de l'importance des émissions. De nombreux facteurs entrent en compte dans la définition de la largeur de la bande : répartition poids lourds/véhicules légers, pente, nombre de véhicules, etc.... Les axes les plus importants sont pris en compte dans cette zone.



2.B. Les émissions du secteur trafic

Les polluants majoritairement émis par le secteur trafic dans la région Rhône-Alpes, sont les oxydes d'azote (65 % des émissions en 2007). De plus, le trafic émet 36% du monoxyde de carbone rhônalpin et 19% des particules PM₁₀ ainsi que quelques métaux lourds (vanadium, cuivre et antimoine).

Les émissions du secteur trafic peuvent être scindées en 6 catégories, selon les véhicules utilisés : les voitures particulières, les deux roues, les Véhicules Utilitaires Légers (VUL), les poids lourds, les bus urbains et les autocars. Pour les polluants étudiés, trois types de véhicules contribuent à 90% des émissions : la voiture en tête pour quasiment tous les polluants (sauf oxydes d'azote), viennent ensuite les poids lourds et les VUL. Les deux roues émettent environ 11% des COVNM ; les émissions des autocars et des bus urbains sont anecdotiques.

Le graphique montre une variation des émissions entre 2000 et 2007 en fonction des différents types de véhicules.

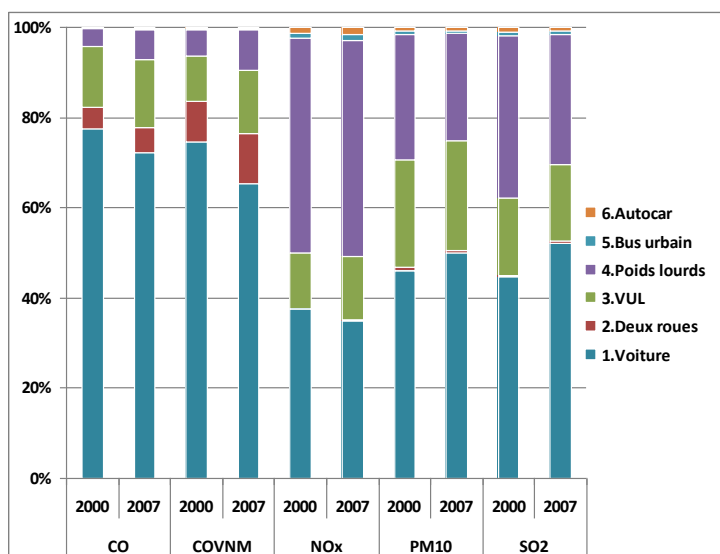


Figure 10 : variation des émissions trafic en fonction des véhicules entre 2000 et 2007

Les évolutions technologiques, le renouvellement du parc automobile ou encore la réglementation sur les carburants sont à l'origine de cette modification de répartition des émissions entre 2000 et 2007.

Pour le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote, la part de la voiture a légèrement baissé au profit des poids lourds. Cette variation s'explique par l'adoption des pots catalytiques sur les véhicules légers.

Pour d'autres polluants comme le dioxyde de soufre, le constat est contraire avec une baisse de la part des poids lourds au profit de celle des véhicules légers. Ceci s'explique par

une modification de la législation : en 2005, celle-ci a imposé une baisse des teneurs en composés soufrés. La diminution des teneurs en soufre étant plus importante pour les véhicules diesel (diminution d'un facteur 7) que pour les véhicules essence (diminution d'un facteur 3), les émissions en SO₂ ont davantage baissé pour les poids lourds.

••• Moins de polluants dans les carburants

Le plomb dans l'essence : en France, la teneur en plomb dans l'essence a progressivement diminué (de 0,64 g/l à 0,40 g/l en 1981, puis à 0,25 g/l en mars 1989 et à 0,15 g/l en 1991) pour être finalement totalement supprimée depuis le 1^{er} janvier 2000 (directive 98/70/CE).

Le benzène : la teneur en benzène dans l'essence est limitée à 1% depuis le 1^{er} janvier 2000.

Le soufre : la teneur résiduelle en soufre (composant contenu dans le pétrole brut) a aussi diminué dans le temps : de 0,5% à 0,015% au 1^{er} janvier 2000. En 2005, une nouvelle réduction à 0,005% est retenue compte tenu du développement du parc des véhicules diesel et de l'essor du trafic routier dans de nombreux pays de l'Union Européenne.

A noter que la teneur en **hydrocarbures aromatiques polycycliques** est également limitée.

Cette évolution de la réglementation a eu un impact fort sur les tonnages de SO₂ émis à partir de 2005, comme le montre le graphique.

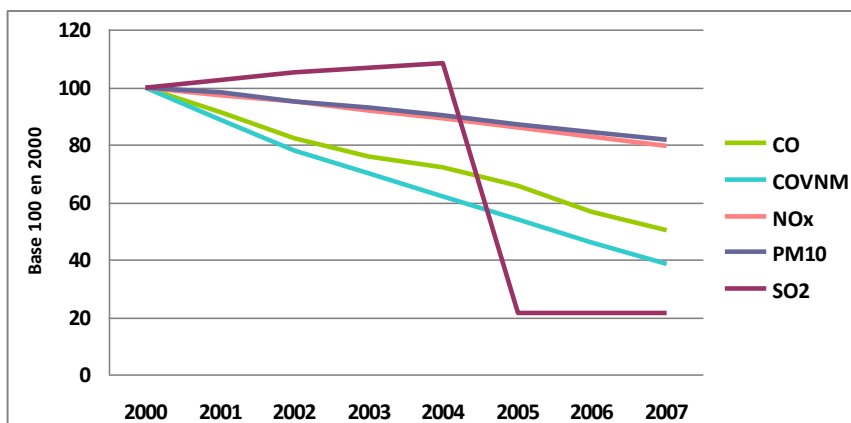


Figure 11 : évolution des émissions trafic entre 2000 et 2007- Base 100 en 2000

Le monoxyde de carbone et les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) montrent eux aussi une baisse significative (supérieure à 50%) plus régulière en lien avec l'évolution du parc automobile (augmentation du nombre de véhicules équipés de pots catalytiques).

La baisse des émissions des oxydes d'azote et des particules PM₁₀ est quant à elle plus mesurée.

Diesel ou essence ?

En termes d'émissions de polluants à l'atmosphère, les deux types de motorisation ne sont pas équivalents. En effet, les véhicules diesel émettent plus de particules PM₁₀, d'oxydes d'azote et de dioxyde de soufre. Les véhicules essence sont quant à eux majoritaires dans les émissions de monoxyde de carbone et de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

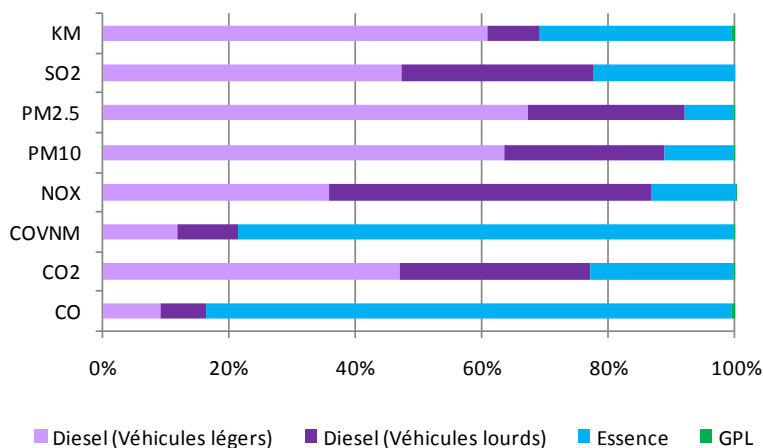




Figure 12 : comparaison des émissions 2007 des véhicules diesel, essence et GPL

Sur les données de 2007 pour tous véhicules confondus (véhicules particuliers, poids lourds, bus,...), le graphique montre une prédominance du nombre de kilomètres parcourus par les véhicules diesel (près de 70%). Excepté le CO et les COVNM, la contribution des véhicules diesel aux émissions se situe entre 77% (CO₂) et 92% (PM_{2,5}).

Et les gaz à effet de serre ?

Les émissions totales de CO₂ sont en baisse de 2% entre 2000 et 2007. Cette évolution masque une hausse des émissions du secteur trafic (+2.4%). Les progrès technologiques réels engendrent une baisse des émissions par véhicule, mais cette baisse s'oppose à une hausse des kilomètres parcourus. Les comportements de chaque propriétaire d'un véhicule sont donc à l'origine de cette hausse. Les poids lourds montrent également une hausse des émissions entre 2000 et 2007 dans une moindre mesure en termes de tonnage.

	Variation CO ₂ 2000 - 2007		Variation km parcourus 2000 - 2007	
	+ 29 ktonnes	+0,4%	+2 736 000 km	+7,0%
	+ 266 ktonnes	+12,7%	+1 461 600 km	+18,9%
	+ 18 ktonnes	+0,4%	+201 900 km	+6,7%

Variation des émissions de CO₂ et km parcourus entre 2000 et 2007

Comparaison entre voitures et poids lourds

Les émissions des voitures et des poids lourds n'ont pas évolué de la même manière, en fonction notamment des équipements et technologies ainsi que par la mise en application de normes Euro.

Ainsi, la diminution des émissions en NO_x et CO est plus nette pour la voiture que pour les camions. Cette évolution s'explique par les technologies adoptées sur les voitures plus récentes et notamment la mise en application de normes Euro successives : la norme Euro1 correspond à l'arrivée des pots catalytiques pour les voitures à essence (à partir de 1993) et diesel (à partir de 1997). La dernière norme en vigueur concernant cette technologie a été mise en application au 1^{er} janvier 2005 (norme Euro 4 «Automobile»). Tous les véhicules produits après cette date émettent globalement deux fois moins de polluants que les véhicules soumis à la norme Euro 3 (NO_x et particules notamment).

Cependant, concernant les particules et le dioxyde de soufre, le constat n'est pas identique avec une diminution plus marquée pour les poids lourds.

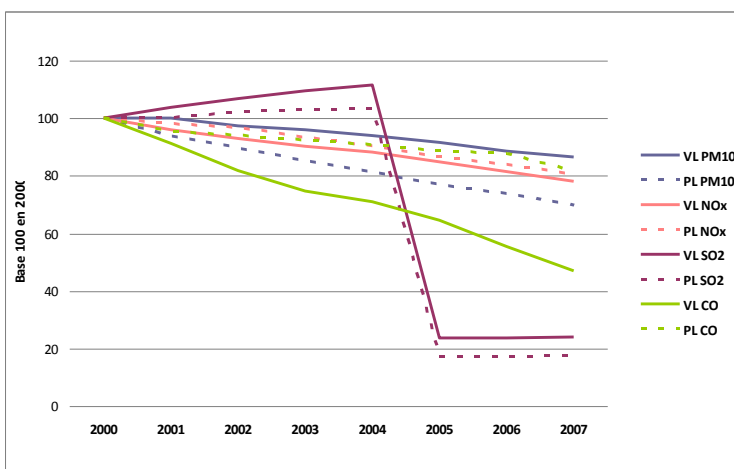
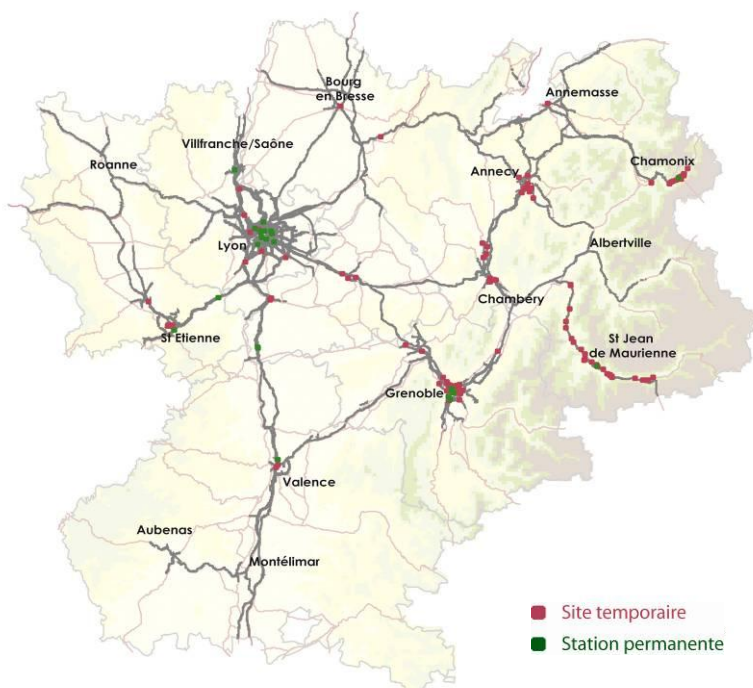


Figure 13 : comparaison de l'évolution des émissions



2.C. Evolution de la surveillance



Carte 9 : carte des points de mesures dans la zone trafic

La surveillance de la qualité de l'air autour des voies les plus empruntées a été réalisée essentiellement dans les zones les plus urbanisées : les axes les plus importants des agglomérations ont ainsi fait l'objet d'études (Annecy, Chambéry, Grenoble,...) ou font l'objet d'une surveillance continue.

De même, les vallées alpines, du fait du fort transit, ont été particulièrement étudiées, notamment celles donnant un accès à l'Italie (Vallées de la Maurienne et de l'Arve). Les axes de trafic entre les grandes villes sont encore peu étudiés du fait d'une moindre densité de population. La modélisation vient compléter ce dispositif, en particulier avec le modèle SIRANE sur les agglomérations de Lyon, Grenoble, Valence, Chambéry et Annecy.



2.D. Evolution des polluants et exposition de la population

Trafic urbain Les niveaux mesurés

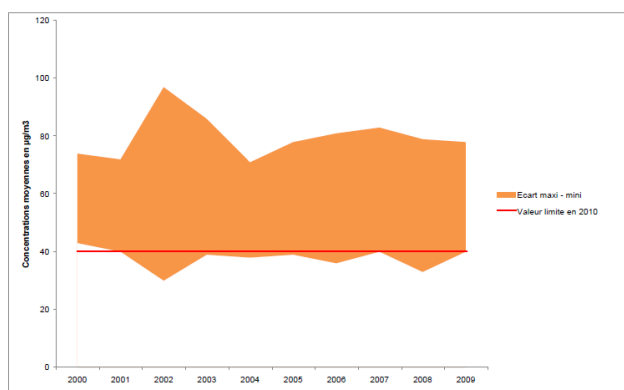


Figure 14 : zone trafic - évolution des concentrations moyennes en NO₂

Le constat est identique pour les particules PM₁₀ avec un dépassement des valeurs limites journalière et annuelle systématique depuis 2000. Le nombre de jours dont la moyenne journalière est supérieure à 50 µg.m⁻³ dépasse très largement les 35 imposés (jusqu'à 225 dans l'agglomération lyonnaise en 2003).

Sur les polluants classiques et notamment le polluant le plus émis par le trafic, c'est-à-dire le dioxyde d'azote, l'évolution des concentrations ne montre pas de franche tendance. La valeur limite est dépassée chaque année entre 2000 et 2009.

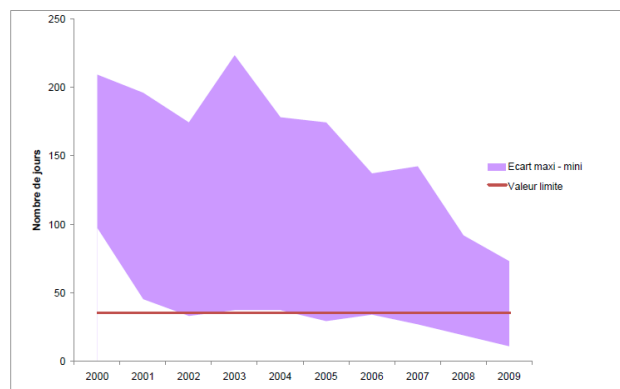
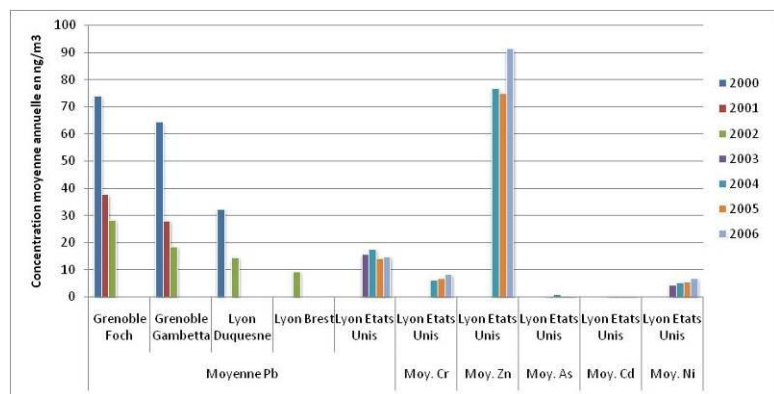


Figure 15 : zone trafic - évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière PM₁₀



Toutefois, depuis 2005, on note une baisse sensible du nombre de dépassements du 50 en zone trafic. En effet, le maximum est passé de 174 en 2005 à 73 en 2009.

Les PM_{2,5} sont également mesurées en proximité trafic sur 4 stations (A7 Sud Lyonnais, Rondeau à Grenoble, Saint Etienne Rond point depuis 2004 et Valence trafic depuis 2007). Les niveaux ont tendance à stagner sauf sur la station lyonnaise où ils semblent diminuer depuis 2000. Les PM_{2,5} sont récemment réglementées via la directive de mai 2008 : la valeur cible de 25 µg.m⁻³ est franchie au moins une fois sur toutes les stations.



Quant aux métaux aux lourds, mesurés de 2000 à 2002 dans l'agglomération grenobloise (le point a ensuite été déplacé en fond urbain) et de 2003 à 2006 dans l'agglomération lyonnaise, ils ne montrent pas de dépassement réglementaires. La baisse du plomb est clairement visible avec son interdiction dans l'essence en 2000.

Figure 16: zone trafic - évolution des concentrations moyennes en métaux lourds

Pour les autres métaux, aucune tendance franche n'est à souligner sauf pour le nickel dont les niveaux augmentent depuis 2003 (sans toutefois dépasser la valeur cible de 20 ng.m⁻³).

Le constat est différent pour le benzène : les concentrations moyennes annuelles mesurées sur le site de Garibaldi (centre lyonnais) en 2001 et 2002 ont dépassé la valeur limite annuelle (applicable en 2010). Depuis, aucun franchissement n'a été mesuré. Il faut noter cependant que le benzène est un cancérigène reconnu sans seuil : il a une incidence sur la santé dès lors qu'il est présent dans l'air.

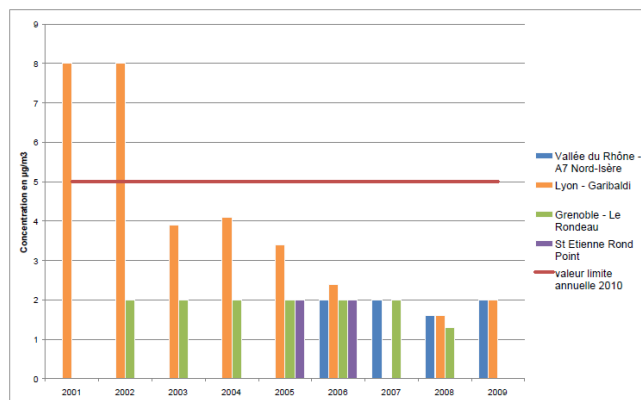


Figure 17: zone trafic - concentrations moyennes annuelles en benzène

Concernant les HAP, dont le benzo(a)pyrène est un marqueur de la toxicité, les mesures effectuées depuis 2002 sur le site Etat-Unis (Agglomération Lyonnaise) ne semblent pas montrer de tendance particulière et restent en dessous de la valeur cible annuelle de 2012. Le site du Rondeau dans l'agglomération grenobloise a quant à lui dépassé cette valeur réglementaire en 2003 (en lien probable avec les incendies de forêt pendant l'été). La mesure a ensuite été transférée sur le site urbain de Grenoble les Frênes (zone densément urbanisée) pour avoir un point qui soit plus représentatif d'un maximum de population exposée (stratégie nationale).

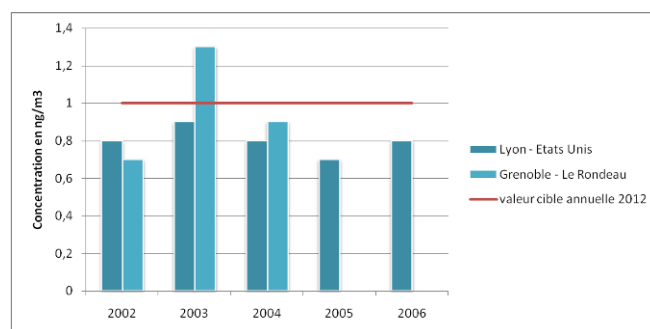


Figure 18: zone trafic - concentrations moyennes annuelles en Benzo(a)Pyrène

Les épisodes de pollution



Figure 19 : zone trafic - nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations par polluant

Les stations trafic n'entrent actuellement pas dans le dispositif préfectoral d'information et d'alerte. Néanmoins, celles-ci pourraient être prises en compte dans la révision de ces textes et il est possible de calculer un nombre théorique de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations. Les résultats montrent que la situation est fluctuante depuis 2000 : les dépassements le plus souvent constatés sont liés aux particules. Une soixantaine de journée par an sont concernées, avec une exception : en 2003 avec 93. Depuis 2007, le nombre de dépassements dus aux particules est en nette baisse. Concernant le dioxyde d'azote, la situation est très variable d'une année sur l'autre avec un maximum en 2002 et un minimum en 2001.

A noter tout de même le très faible nombre de jours de dépassement en dioxyde de soufre sur les stations trafic. Seuls 2 jours ont été concernés en 2000 et 2001 (en lien avec des émissions industrielles), depuis, aucun dépassement n'a été constaté. Ce polluant n'est en effet plus émis en grande quantité par le trafic routier.

Zoom sur une étude spécifique : quartier Croix Rousse (étude 2007)

Une étude a été réalisée en 2007/2008 sur le tunnel traversant la colline de la Croix-Rousse, avec pour objectif de cartographier la pollution sur l'ensemble des quartiers d'habitation de la Croix-Rousse et de mettre en place une méthodologie transposable pour étudier d'autres tunnels de l'agglomération.

Dans un premier temps, cette méthodologie s'est appuyée sur des mesures sur la colline et à l'intérieur du tunnel de la Croix-Rousse. 79 polluants ont été ciblés et les campagnes de mesures se sont déroulées entre mai 2007 et janvier 2008. Dans un second temps, ces résultats ont servi à alimenter et valider un outil de modélisation de la qualité de l'air (modèle SIRANE), dont les améliorations techniques pour prendre en compte les contraintes liées au relief (vent, émissions,...) ont été confiées à l'Ecole Centrale de Lyon.

Les mesures combinées aux travaux de modélisation ont permis de réaliser des cartographies pour évaluer un état initial de la qualité de l'air pour 2007, en tous points de la Croix-Rousse, pour le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules fines (PM_{10}). Le modèle SIRANE a également permis d'étudier deux scénarii prospectifs 2013 :

- « **au fil de l'eau** » tenant compte uniquement des évolutions attendues sur le parc roulant et sur la voirie dans la zone d'étude.
- « **Tunnel rénové** », tenant compte des évolutions attendues avec le projet de rénovation du tunnel de la Croix-Rousse.



La première cartographie, réalisée pour l'année 2007 montre de forts dépassements de la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ (applicable en 2010) sur les plus grands axes de la zone étudiée, en particulier en entrée et en sortie du tunnel où les niveaux modélisés peuvent aller jusqu'à plus de deux fois la valeur réglementaire.



Carte 10: champ de concentration moyenne en NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) sur l'année 2007

La seconde cartographie, pour l'année 2013, montre que la valeur limite annuelle sera toujours dépassée le long des quais de la Saône et du Rhône et sur les axes majeurs de la zone d'études.



Carte 11: champ de concentration moyenne en NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) sur l'année 2013

Sur le reste du territoire (colline Croix Rousse notamment), les niveaux sont globalement inférieurs à la valeur réglementaire pour le dioxyde d'azote.

En prenant en compte la seule amélioration technologique des véhicules, une nette amélioration de la qualité de l'air est envisagée en entrée et en sortie de tunnel. Cependant, ces diminutions ne permettent pas d'atteindre des concentrations inférieures à la valeur limite en tout point du territoire. Le projet de rénovation du tunnel (avec un deuxième tube dédiés aux « modes doux ») n'impacte pas le trafic local et ne modifie pas les modélisations prospectives.

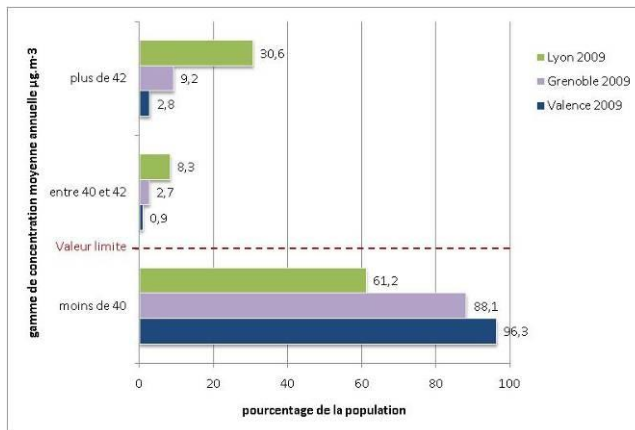
L'exposition

L'exposition de la population à la pollution atmosphérique a été estimée sur 3 agglomérations avec l'utilisation du modèle SIRANE. Ainsi pour Lyon, Grenoble et Valence, il est possible d'avoir des cartographies de la pollution et de croiser ces données avec les données de densité de population pour connaître la part d'habitants potentiellement exposée à des niveaux supérieurs aux valeurs limites.

Ces calculs sont réalisés dans la partie trafic puisque dans ces agglomérations, une grande partie de la population est située en proximité trafic, en particulier pour l'agglomération lyonnaise.

Ces données sont disponibles pour le dioxyde d'azote, des travaux sont en cours pour étendre ces calculs aux particules.

Une exposition différente suivant les agglomérations

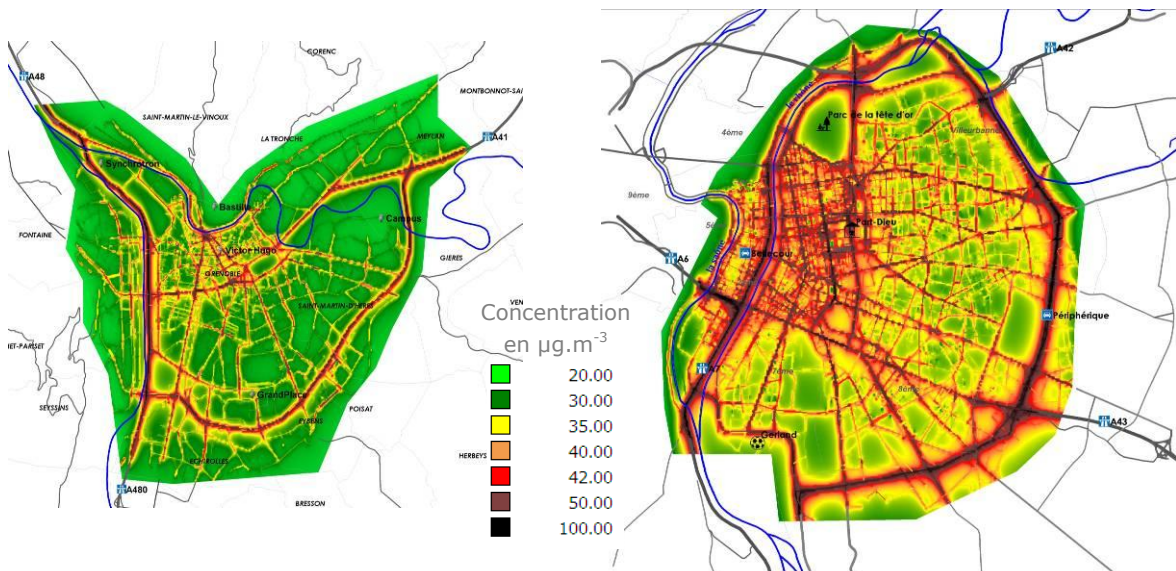


Avec un trafic plus intense et une forte densité de population, l'agglomération lyonnaise compte un plus grand pourcentage d'habitants exposés à des niveaux de dioxyde d'azote dépassant la valeur limite ; c'est ainsi près d'1 Lyonnais sur 4 qui est potentiellement soumis à des concentrations ayant un impact sur la santé en 2009.

A Grenoble et Valence, les chiffres sont plus faibles avec respectivement 12% et 4% des habitants qui sont exposés à des niveaux dépassant la valeur limite.

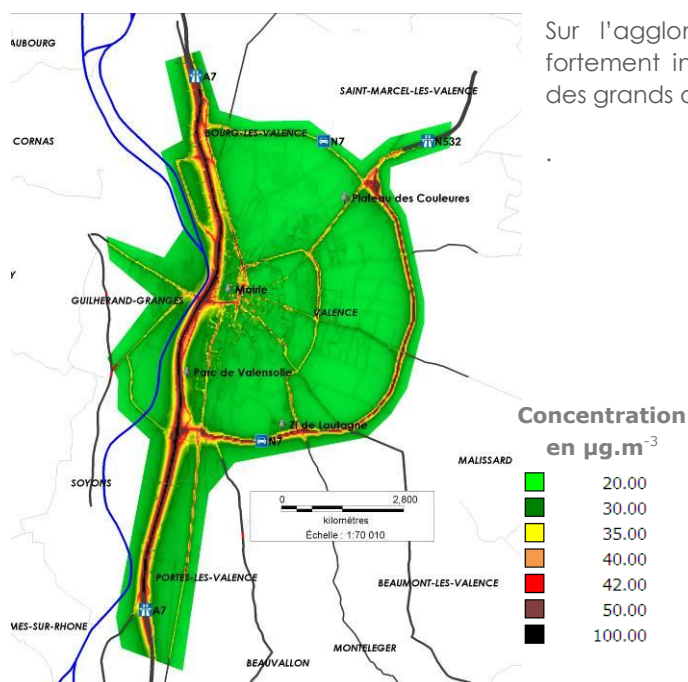
Figure 20 : exposition de la population au NO_2 en 2009 sur le domaine SIRANE pour les agglomérations de Lyon, Grenoble et Valence

Les axes routiers pointés du doigt



Carte 12 et Carte 13: concentration moyenne annuelle 2009 en NO_2 sur le domaine SIRANE Grenoble et SIRANE Lyon

A Grenoble, les zones critiques se situent en bordure des autoroutes et de la rocade mais aussi dans le centre ville historique où la densité de population est élevée. A Lyon, une part importante de la ville est soumise à des dépassements de valeurs réglementaires pour NO_2 .



Sur l'agglomération de Valence, les zones les plus fortement impactées sont le centre-ville et la proximité des grands axes routiers notamment l'A7 et la N7.

Carte 14 : concentration moyenne annuelle 2009 en NO₂ sur le domaine SIRANE Valence

Trafic de transit et de tourisme : cas des vallées Alpines

Pour le massif alpin, le problème spécifique du transport routier est étroitement lié à sa localisation entre deux grands centres économiques européens. De plus, les Alpes constituent une barrière naturelle. Pour son franchissement, seul un nombre limité de voies de circulation à haute capacité est disponible. Une étude spécifique a été menée sur ces vallées : l'étude PO.V.A (Pollution des Vallées Alpines).

Avec la fermeture du tunnel du Mont-blanc de mars 1999 à mars 2002 (ouverture progressive aux véhicules légers puis aux poids lourds), l'impact du trafic dans la vallée de Chamonix a pu être évalué. L'un des objectifs était de quantifier le rôle de la source trafic (en particulier la source liée au trafic international routier) par rapport aux autres, afin de savoir si une réduction de ce trafic aurait une influence notable sur les niveaux de polluants dans les vallées.

Les résultats de mesures de NO₂, SO₂, PM₁₀ et O₃ de 1998 à 2006 ne montrent pas une amélioration notable de la qualité de l'air durant la période de fermeture du tunnel. En effet, le trafic routier, et notamment les poids lourds, n'est pas la seule cause de pollution dans la vallée. D'autres sources de polluants se combinent et expliquent que, d'une année à l'autre, la qualité de l'air s'améliore ou se dégrade.

La vallée de la Maurienne a elle aussi fait l'objet d'un suivi régulier. Cette vallée semble plus sensible à la pollution d'origine industrielle. Cependant, comme pour la vallée de Chamonix et toutes les vallées de montagne, la qualité de l'air est souvent dégradée en hiver, lorsque les conditions météorologiques ne sont pas favorables à la dispersion des polluants et que les émissions liées au chauffage sont importantes.

Trafic aérien, ferroviaire et fluvial

L'analyse des émissions montre que les modes de transport hors routier émettent environ 100 fois moins de polluants. Une contribution non négligeable du secteur ferroviaire est cependant observée pour les PM₁₀ et le cuivre liée à l'usure des roues, rails, plaquettes de freins et caténaires. Les émissions de SO₂ sont également plus marquées, en raison d'une teneur en soufre plus importante dans les carburants non routiers.

Les émissions du secteur aérien proviennent à 90% de l'aéroport de Lyon-St Exupéry. Les émissions du secteur fluvial sont anecdotiques à l'échelle de la région.

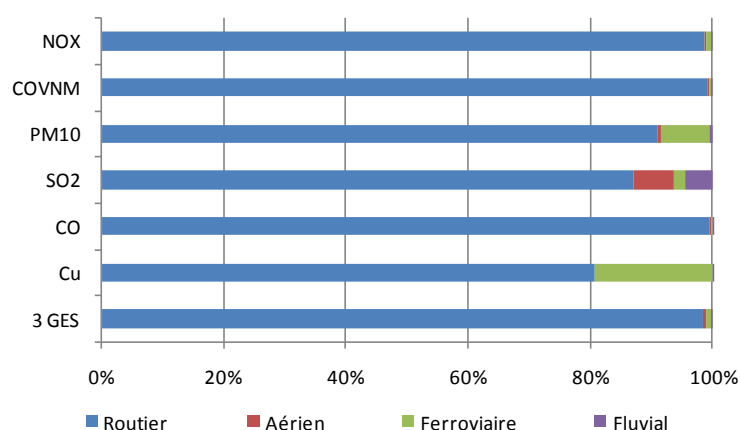


Figure 21 : Contribution des différents modes de transports aux émissions de polluants

L'évolution des émissions entre 2000 et 2007 se situe généralement entre +1 et +2%, en lien avec l'évolution de l'activité.

Rq. : ne sont prises en compte, pour le secteur aérien que les émissions dans les 900 premiers mètres d'altitude. Les calculs d'émissions ne tiennent pas compte du trafic aérien qui passe dans le ciel rhônalpin et s'attache plutôt aux phases de décollage et d'atterrissage.

Etude sur la zone aéroportuaire de Lyon – St Exupéry.

En 2002 – 2003, une étude a été menée en collaboration avec l'aéroport de Lyon – St Exupéry afin de mieux connaître l'impact de cette activité sur la qualité de l'air environnante.

Les résultats montrent que l'aéroport peut être considéré comme une source de pollution ponctuelle, comparable à d'autres activités industrielles ou de fortes densités de population. Cependant, les émissions de la zone aéroportuaire ne semblent avoir qu'un impact limité sur son voisinage : les trois sites de mesure qui ont été installés dans les communes alentours n'ont pas montré de niveaux particuliers et sont comparables au site fixe de mesure du réseau « St Exupéry », qualifié de périurbain.

••• Plus d'informations sur la toile

Le rapport complet est téléchargeable sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org; mot clé : aéroport



La qualité de l'air dans les transports

Chaque individu passe une grande partie de son temps dans les environnements clos (habitation, lieu de travail, transports,...). Aussi, les associations de qualité de l'air se sont elles penchées sur le sujet de l'air intérieur et en particulier durant les temps de trajet. Une étude a ainsi été menée dans le métro lyonnais en 2003. De plus, suite à une recommandation de l'AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail), une étude est programmée entre 2008 et 2010 dans les parkings souterrains lyonnais.

L'air dans le métro lyonnais (étude 2002)

Le métro lyonnais a fait l'objet d'une étude préliminaire sur trois polluants : oxydes d'azote, monoxyde de carbone et particules PM₁₀. Les résultats exploités en 2002 montrent des niveaux en polluants gazeux identiques en air ambiant et dans l'enceinte du métro. En revanche, les particules présentent des concentrations élevées dont une des sources pourrait être l'usure du matériel roulant. Ces résultats sont comparables à ceux d'autres études menées en France ou à l'étranger.

••• Plus d'informations sur la toile

le rapport complet est téléchargeable sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org; mot clé : métro



2.E. Perspectives et conclusions

En proximité trafic, et notamment dans les agglomérations, les niveaux de certains polluants dépassent les valeurs réglementaires depuis 2000 sans montrer d'amélioration notable sur la période 2000-2009. Pour certaines molécules dont le dioxyde d'azote, les concentrations avaient en effet fortement diminué avant 2000 avec, entre autres, l'adoption des pots catalytiques, et ne montrent pas depuis de baisse significative. L'adoption de nouvelles normes EURO (à venir en 2010) pourraient cependant conduire à une diminution des émissions, notamment pour les particules.

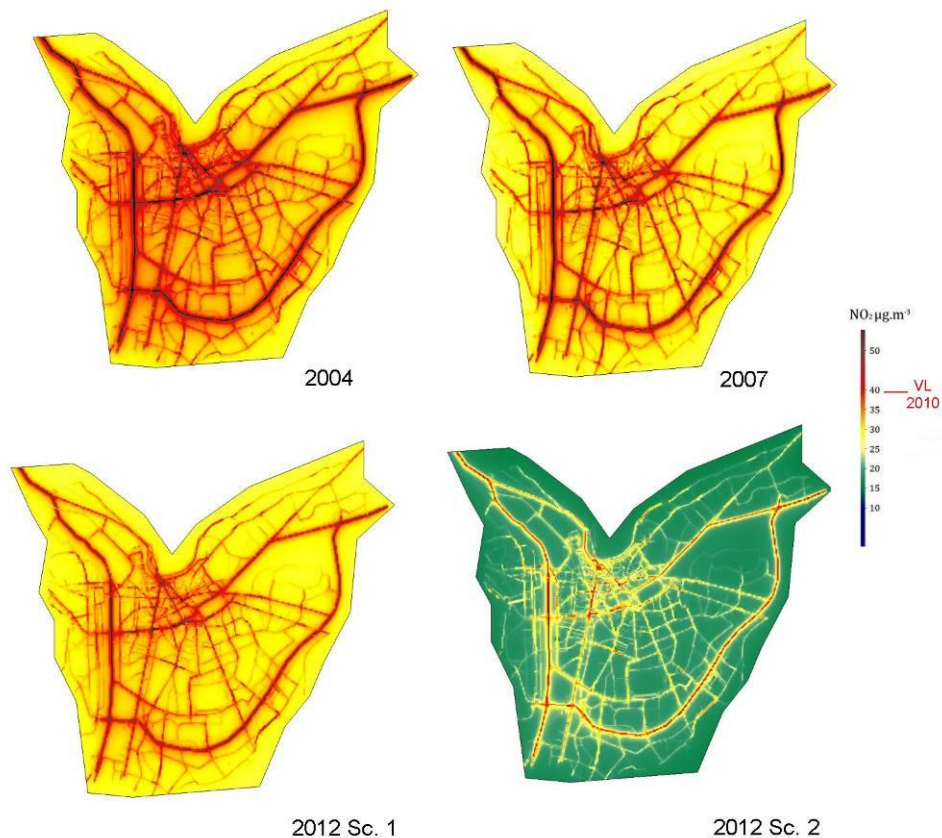
Les planifications

Le Plan de Déplacement Urbain de Grenoble (2004) et le Plan de Protection de l'Atmosphère lyonnais (2008) ont fixé des objectifs en terme de réduction de la pollution par le trafic urbain. Il n'existe en revanche pas d'objectif planifié localement sur le trafic hors agglomération.

Exemple d'illustration avec le PDU grenoblois

Pour l'enjeu atmosphérique, la pertinence du Plan de Déplacement Urbain a été évaluée en comparant les cartes de pollution entre un état de base fondé sur les conditions de l'année 2004 et différents scénarios à l'horizon 2012. Les scénarios intégraient la mise en service de nouvelles lignes de tramway mais aussi une augmentation de trafic routier réaliste. Une augmentation du trafic sur l'ensemble des axes de l'agglomération est ainsi attendue sauf pour les routes ayant fait l'objet d'un aménagement particulier comme la construction d'un tramway.

Pour le premier scénario dit « PDU », l'hypothèse que la pollution de fond était constante par rapport à l'année de référence 2004 a été retenue. Pour le deuxième scénario « PDU+réduction des NOx », l'hypothèse que la pollution de fond diminue de $12 \mu\text{g.m}^{-3}$ a été choisie. Cette hypothèse découle des calculs de réduction des émissions réalisés dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) grenoblois.



Carte 15 : moyennes annuelles en dioxyde d'azote (2004 - 2007 - 2012 scénario 1 - 2012 scénario 2)



Entre 2004 et 2007, les niveaux de dioxyde d'azote ont déjà baissé sur l'ensemble des axes routiers de l'agglomération grenobloise, avec des concentrations qui passent rapidement en dessous de la valeur limite 2010 fixée à 40 µg.m⁻³. De fortes concentrations sont néanmoins toujours observées sur les grands axes (rocade, grands boulevards, ...). L'objectif 2012 envisagé par le premier scénario est ainsi potentiellement atteignable si les efforts entrepris sont maintenus. Le deuxième scénario ne semble pas être envisageable si des efforts supplémentaires ne sont pas engagés rapidement.

••• **Plus d'informations sur la toile**

sur le site du SMTC : www.smtc-grenoble.org

Les autres plans en bref

PPA grenoblois

Le PPA grenoblois a fixé deux objectifs relatifs au trafic :

- Intégration des stations trafic dans le dispositif préfectoral : la révision des arrêtés préfectoraux est actuellement en cours. Les stations trafic devraient être intégrées dans le nouveau texte.
- Cartographie de la pollution de proximité au trafic routier : cette cartographie existe via le modèle SIRANE depuis 2004 et des travaux d'amélioration sont en cours pour intégrer les particules.

PPA lyonnais

Le PPA lyonnais propose 3 actions majeures pour respecter les valeurs limites à l'objectif 2010 :

- Interdiction des poids lourds et véhicules utilitaires les plus polluants.
- Etude de faisabilité d'un péage urbain de régulation environnementale permettant une baisse des émissions
- Réduction progressive de la vitesse sur la zone PPA

Des objectifs d'émission en oxydes d'azote ont été estimés sur le territoire du PPA : un scénario tendanciel, prenant en compte les évolutions technologiques et l'évolution du parc routier, et un scénario PPA qui prend en compte les 3 actions proposées. Le scénario a été établi en référence à l'année 2004.

Emissions NOx	Etat 2004	Tendanciel 2010	Scénario PPA 2010	Etat 2006
Zone PPA	15 199 tonnes (V2008-3)	11 964 tonnes	10 111 tonnes	14 247 tonnes (V2008-3)

En 2006, une baisse des émissions est constatée par rapport à l'année de référence. Pour atteindre l'objectif 10 111 tonnes en 2010, des efforts complémentaires devront être apportés puisqu'une baisse d'environ 3% par an conduirait à des émissions de l'ordre de 12 500 tonnes. Les évolutions tendancielles actuelles ne sont pour l'heure pas suffisantes pour atteindre l'objectif défini par le scénario PPA.

••• **Plus d'informations sur les PPA**

www.drire.gouv.fr/rhone-alpes/ ou www.ppa-lyon.org

Globalement, pour le secteur trafic, même si des améliorations sont apportées sur les technologies et permettent de faire baisser les émissions, les concentrations mesurées dans l'atmosphère à proximité des voiries restent très supérieures aux valeurs réglementaires.

L'augmentation du parc automobile et le nombre de kilomètre parcouru restent problématiques dans la région. Rien que pour le dioxyde d'azote, ce sont près de 8 % de la population qui sont soumis à des niveaux dépassant les seuils réglementaires.

Les différents plans élaborés en Rhône-Alpes (PPA, PDU) tendent à se mettre en actions mais certains territoires (comme les zones interurbaines) ne disposent pas de plan spécifique.



3. Les zones urbanisées

La population rhônalpine est inégalement répartie sur le territoire régional : les trois unités urbaines de plus de 250 000 habitants (Lyon, Saint-Étienne et Grenoble) constituant les trois grands pôles de la région, rassemblent à elles seules 37 % de la population sur seulement 3,1% du territoire régional tandis que les zones de montagnes et certains départements méridionaux dont l'Ardèche sont très peu densément habités.

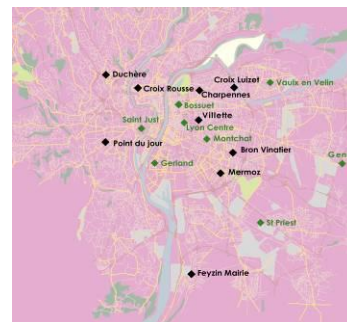
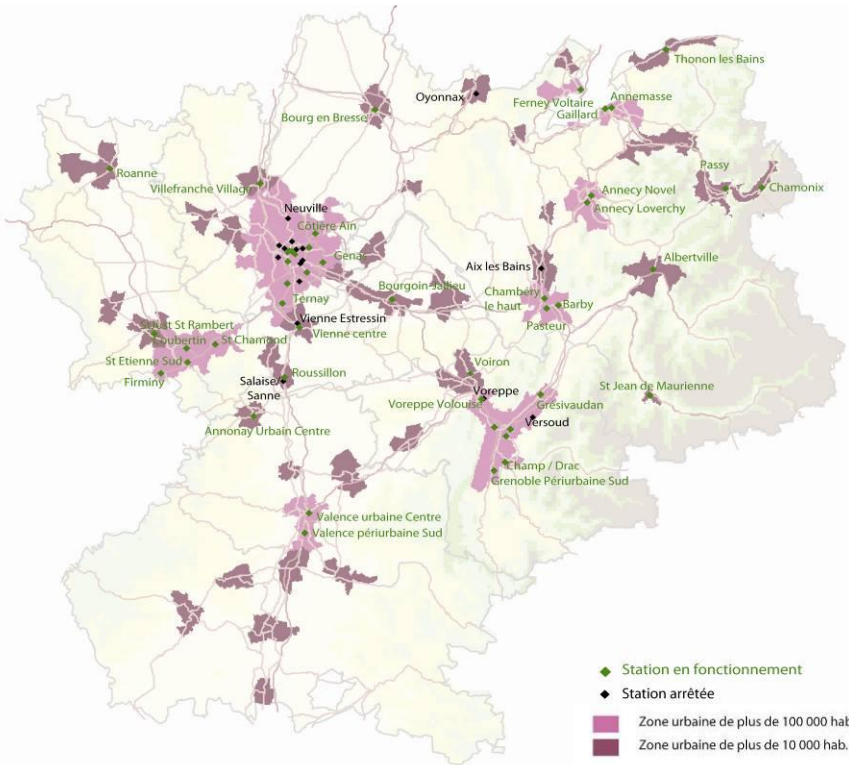
Pour les besoins de ce bilan, deux types de zones urbanisées seront considérées : les agglomérations, dont la population est supérieure à 100 000 habitants (Lyon, Saint Etienne, Grenoble, Valence, Chambéry, Annecy et le bassin lémanique) et les agglomérations comprises entre 10 000 et 100 000 habitants.

L'ensemble de la zone urbanisée ainsi définie représente 64 % de la population rhônalpine. La liste des agglomérations et des communes incluses est donnée en annexe.





3.A. La surveillance



Carte 16 : zone urbaine et stations de mesures urbaines et périurbaines de la région Rhône-Alpes

Les plus grandes agglomérations de la région Rhône-Alpes font l'objet d'une surveillance continue via au moins deux points de mesures (agglomérations de plus de 100 000 habitants). Ce réseau de mesure a peu évolué depuis 2000 sauf sur l'agglomération lyonnaise où de nombreuses stations, essentiellement destinées à la mesure du dioxyde de soufre ont fermé en raison des très faibles niveaux mesurés.

Les plus petites agglomérations ne sont pas toutes surveillées via le réseau de mesures fixes. Le suivi des polluants s'appuie alors sur les autres modes de surveillance (modélisation, études...).



3.B. Les émissions des secteurs résidentiel et tertiaire

De manière générale pour la région Rhône-Alpes et à partir des chiffres de l'année 2007, le secteur résidentiel/tertiaire est l'émetteur principal de nombreux polluants :

- 20 et 27 % des émissions respectivement pour les COVNM et les 3 GES
- 36 et 41% des émissions respectivement pour les particules PM₁₀ et le CO, avec des émissions rhônalpines essentiellement dues au chauffage individuel au bois.
- 50 et 60% des émissions respectivement pour les HAP et les dioxines.

Quelques métaux dont le Cobalt, le Titane, le Sélénium et le chrome sont également majoritairement émis par le secteur résidentiel/tertiaire.

Les émissions des secteurs résidentiel (habitat) et tertiaire (bureaux, cafés/hôtels/restaurants, commerces, enseignement/recherche, santé, sport/culture/loisirs...) sont traitées séparément. A noter que le secteur résidentiel contribue très majoritairement aux émissions du secteur résidentiel/tertiaire.

Les émissions du secteur résidentiel

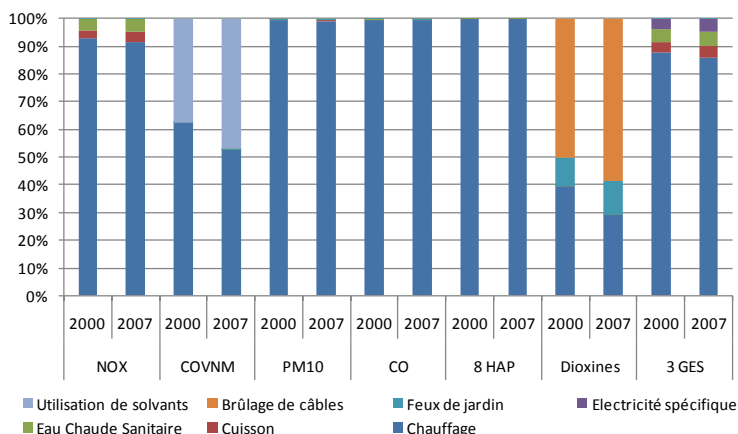


Figure 22 : part des usages dans les émissions du résidentiel en 2000 et 2007

Le chauffage constitue la principale source d'émission du secteur résidentiel. D'autres activités sont spécifiques à certains polluants : l'utilisation de solvants (peintures, colles, vernis...) est une source importante de COVNM, le brûlage sauvage de câbles émet la majorité des dioxines du secteur résidentiel. D'autres sources non négligeables contribuent également aux émissions du secteur résidentiel : feux de jardin (dioxines), eau chaude sanitaire et cuisson (NOx, GES), usages spécifiques de l'électricité (CO₂).

Les émissions du secteur résidentiel liées au chauffage sont directement liées à l'énergie utilisée. En effet, le bois, le fioul et le gaz (majoritairement utilisés) émettent plus de polluants que le gaz bouteille pour lequel l'utilisation est marginale.

Le bois est l'émetteur principal pour le CO, les COVNM, les particules, HAP et dioxines. Quant au fioul domestique, il représente une part importante des 3 GES (CO₂, CH₄ et N₂O) et NOx. Pour ce dernier, le gaz de ville représente également près de 40% des émissions.

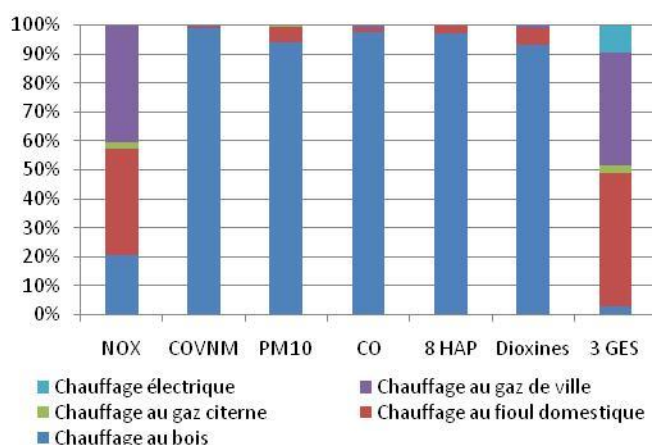


Figure 23 : répartition des émissions du secteur résidentiel - 2007

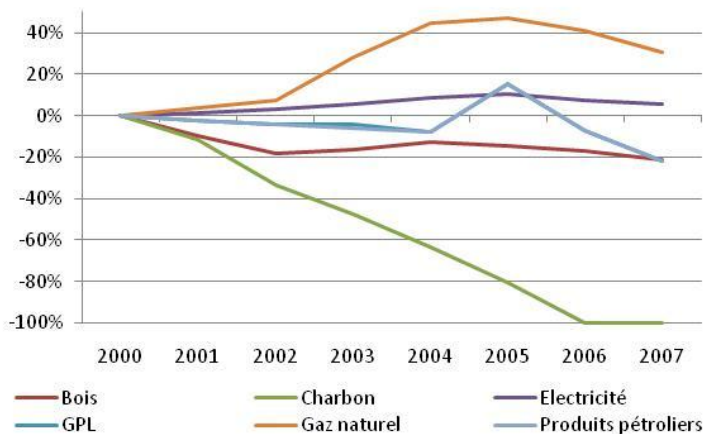


Figure 24 : évolution des consommations d'énergie du secteur résidentiel par rapport à l'année 2000

L'utilisation des combustibles a varié sur la période 2000-2007 et donc entraîné une variation des émissions : avec une baisse de l'utilisation du fioul et une disparition du charbon (plus de statistiques depuis 2006), les quantités de dioxyde de soufre ont diminué. Concernant le bois, une légère baisse est observée au niveau régional entre 2000 et 2007, cette énergie étant émettrice de particules, de composés organiques volatils et de monoxyde de carbone. L'utilisation du gaz de ville est en forte augmentation jusqu'à 2005 pour diminuer un peu ensuite.

Un dernier critère important dans les émissions est l'âge du bâtiment : plus il est ancien et plus les émissions sont importantes. Les logements les plus anciens sont en effet globalement moins isolés et sont équipés de système de chauffage moins performants. De plus, le parc immobilier est constitué à 56% en 2007 de bâtiments construits avant 1975. La part des nouveaux bâtiments augmente d'environ 1,4% par an.

••• Chauffage au bois et rigueur climatique

En hiver, lorsque les températures diminuent, l'utilisation du chauffage s'intensifie... et avec elle les émissions de polluants augmentent. Ainsi, lors d'une journée très froide (températures moyennes : -6°C) les émissions d'oxydes d'azote et de particules sont environ 4 fois supérieures à une journée moyenne ou 2 fois supérieures à une journée moyenne d'hiver. La part du chauffage dans les rejets de PM₁₀ (et donc au bois qui constitue plus de 90% de ces émissions) augmente pour atteindre jusqu'à 68% des émissions régionales.

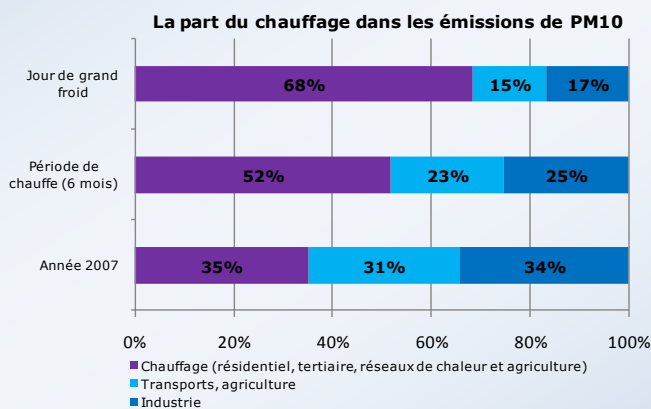


Figure 25 : répartition des émissions 2007 en PM₁₀ en fonction des périodes de l'année

Lors des épisodes de pollution en particules PM₁₀ observés en période hivernale durant ces périodes les plus froides, la part de responsabilité du chauffage est importante.

Cas particulier du CO₂ du secteur résidentiel

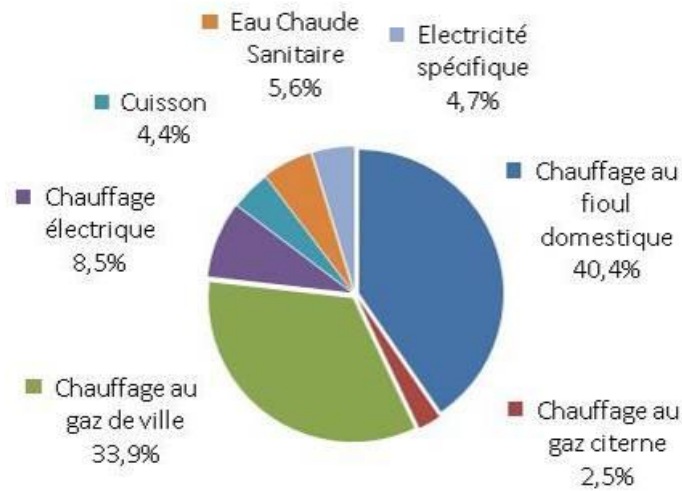


Figure 26 : sources d'émissions du secteur résidentiel en 2007.

Pour le secteur résidentiel, le dioxyde de carbone, gaz à effet de serre, est émis par le chauffage à 85,3%. Les autres secteurs sont minoritaires avec 5,6% pour l'eau chaude sanitaire, 4,7% pour les usages spécifiques de l'électricité (froid, lavage, loisirs...) et 4,4% pour la cuisson.

Contrairement aux polluants locaux, les émissions liées au chauffage se répartissent de manière équilibrée avec 33,9% pour le gaz de ville, 40,4% pour l'utilisation de fioul et 8,5% pour l'électricité, le GPL ayant une contribution marginale. A noter que les émissions de CO₂ du bois, qui s'inscrit dans un cycle court du carbone, sont exclues du bilan.

Les Plans Climat

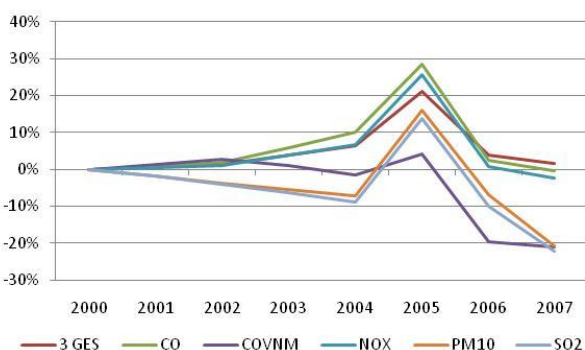
Des objectifs de réduction des émissions du CO₂ sont donnés dans les plans climats. Ces documents ont pour objet de réduire les gaz à effet de serre afin de lutter contre le réchauffement climatique. Des objectifs chiffrés ont ainsi été fixés localement pour répondre à l'objectif national du « facteur 4 » (diminution d'un facteur 4 des gaz à effet de serre d'ici 2050).

Le Grand Lyon a adopté son Plan Climat en 2005. Il fixe pour objectif une diminution des GES de 20% d'ici 2020 et d'un facteur 4 d'ici 2050. Sur la période 2000 – 2007, les émissions de CO₂ ont diminué de 6,5%, en grande partie en lien avec les efforts du secteur industriel. Les émissions des secteurs résidentiel/tertiaire et transports, (autres principaux émetteurs de CO₂) ont quant à eux augmenté. Pour arriver à atteindre les objectifs fixés, c'est donc sur ces deux axes qu'il faudra travailler.

Le Plan Climat de l'agglomération grenobloise fixe une diminution de 14% des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2014 par rapport au niveau de référence de l'année 2005. D'après les données disponibles, depuis 2004, les émissions de CO₂ de l'agglomération grenobloise ont baissé de près de 5% entre 2004 et 2007, avec une diminution des émissions de l'industrie manufacturière. Le secteur résidentiel/tertiaire et le secteur des transports stagne voire augmentent légèrement.

Après la phase diagnostic, le Plan Climat de l'agglomération stéphanoise en est à l'élaboration d'un plan d'actions visant la réduction de 20% des émissions de GES et de consommations d'énergie à l'horizon 2020. Ce plan d'actions identifie pour chaque thématique (transports, agriculture, habitat, économie) un ensemble d'actions dont certaines sont quantifiées en termes de gains.

Les émissions du secteur tertiaire



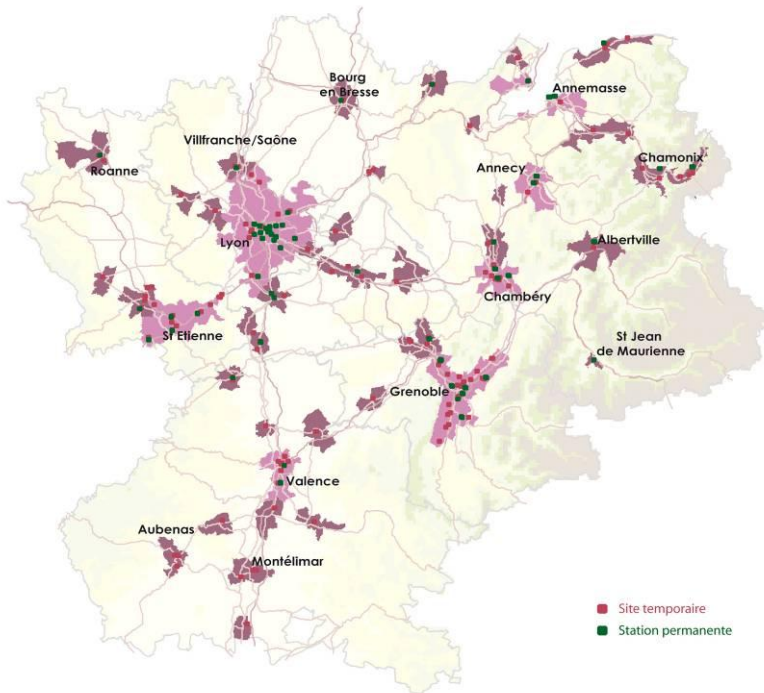
Les émissions du secteur tertiaire, globalement plus faibles que celles du secteur résidentiel, montrent une baisse globale des émissions, plus marquée pour les COVM, SO₂ et PM₁₀ (-20%) que pour les NO_x, CO et GES (quasi stabilité par rapport à 2000).

Une nette hausse des émissions est observée en 2005 en raison de la rigueur climatique (augmentation de la consommation d'énergie liée au chauffage – hiver particulièrement froid). Celle-ci a été suivie d'une baisse les années suivantes.

Figure 27 : évolution des émissions du secteur tertiaire par rapport à l'année de référence 2000



3.C. Evolution de la surveillance



Carte 17 : carte des sites surveillés en zone urbaine

Quasiment toutes les zones urbaines ont déjà fait l'objet d'une surveillance, qu'elle soit permanente ou temporaire. Pour les plus grandes agglomérations déjà couvertes (supérieures à 250 000 habitants), les nouveaux points consistent en des études spécifiques. Quant aux agglomérations de plus de 50 000 habitants, elles font quasiment toutes l'objet d'une surveillance continue (Bourgoin-Jallieu, Thônon les Bains, Roanne, ...).

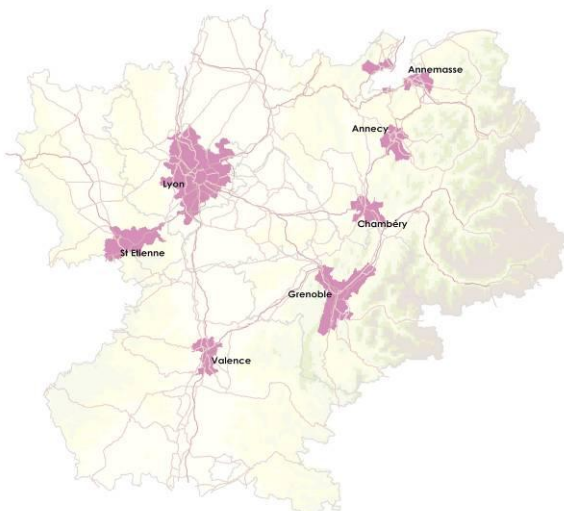
Les agglomérations de plus petite taille (entre 10 000 et 50 000 habitants) sont quant à elles intégrées au Plan de quinquennal Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQLA). Ainsi, depuis 2005, la

surveillance s'est largement étendue sur ces agglomérations. Celle-ci consiste en 8 semaines de mesure réparties en 4 périodes de deux semaines réparties dans l'année, tous les 5 ans.

Pour compléter cette surveillance, des outils de modélisation sont disponibles à l'échelle de la région, avec des zooms sur les plus grandes agglomérations dont Lyon, Grenoble et Valence.



3.D. Evolution des polluants et exposition de la population dans les grandes zones urbanisées



Carte 18 : carte des agglomérations de plus de 100 000 habitants

Dans cette partie sont considérées les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Par ordre de taille décroissante, ce sont donc les agglomérations de Lyon, St Etienne, Grenoble, Valence, Chambéry, Annecy et du bassin Lémanique qui sont concernées.

Exposition/évolution

Concentrations

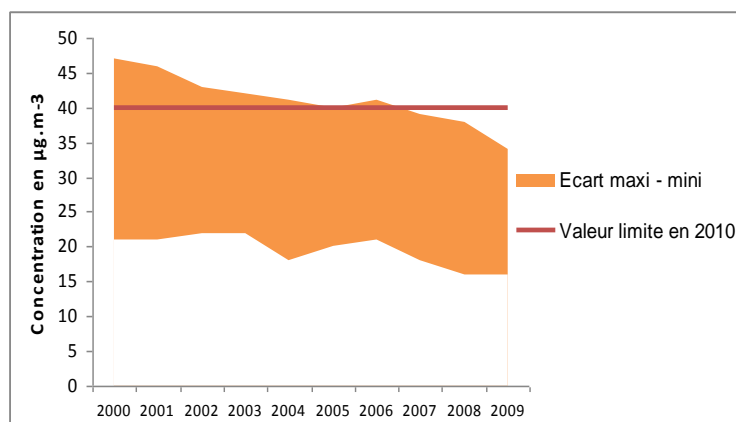


Figure 28 : évolution des concentrations moyennes annuelles en NO_2 dans les plus grandes agglomérations

Dans les grandes agglomérations sur les stations de fond, une diminution des concentrations en NO_2 est clairement visible : les niveaux les plus élevés (i.e. les stations les plus touchées) sont passés en dessous de la valeur limite 2010. Depuis 2007, aucune station de fond ne dépasse la valeur réglementaire annuelle. Attention, ce constat n'est pas valable en situation de proximité des voies de circulation (Cf. partie sur les déplacements).

La situation concernant les moyennes annuelles en **particules PM_{10}** est quant à elle relativement fluctuante et il est difficile de voir une tendance nette sur les 9 dernières années de mesure. Les niveaux ont dépassé la valeur limite sur au moins un site en 2002, 2003 et 2006.

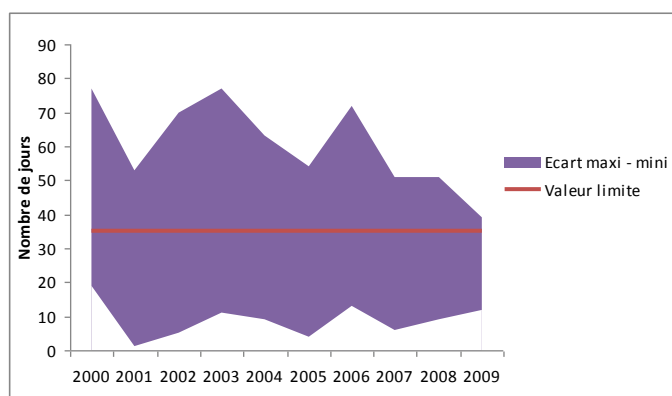


Figure 29 : évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite en PM_{10} dans les plus grandes agglomérations

Concernant la valeur limite journalière ($50 \mu\text{g.m}^{-3}$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), elle est dépassée toutes les années depuis 2000 avec des maxima de plus de 70 jours sur les agglomérations de Lyon et Grenoble. Une baisse semble cependant se dessiner depuis 2007.

Les $\text{PM}_{2,5}$ sont également mesurées depuis 2001 sur les agglomérations lyonnaise et grenobloise et une extension a été faite en 2009 à toutes les villes de plus de 100 000 habitants. Cette fraction des particules plus fines est plus dangereuse car elle pénètre plus profondément dans l'appareil respiratoire. De la même manière que pour

les PM_{10} , les niveaux ne montrent pas de tendance particulière et varient autour de $25 \mu\text{g.m}^{-3}$. Cette valeur correspond au seuil proposé par la directive européenne du 21 mai 2008 qui serait ainsi régulièrement dépassé.

Les concentrations en **dioxyde de soufre** ont quant à elles clairement diminué depuis les années 90. Ainsi les niveaux enregistrés hors situation de proximité industrielle sont très inférieurs à la réglementation (de 1 à $10 \mu\text{g.m}^{-3}$ en 2000 et de 1 à $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ en 2007 contre un objectif de qualité fixé en moyenne annuelle à $50 \mu\text{g.m}^{-3}$). Ce même constat est observé sur l'ensemble du territoire national.



Aucune variation particulière n'est à noter pour la mesure du **Benzo(a)pyrène** dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants. La valeur cible 2012 est respectée. Ce constat n'est cependant pas

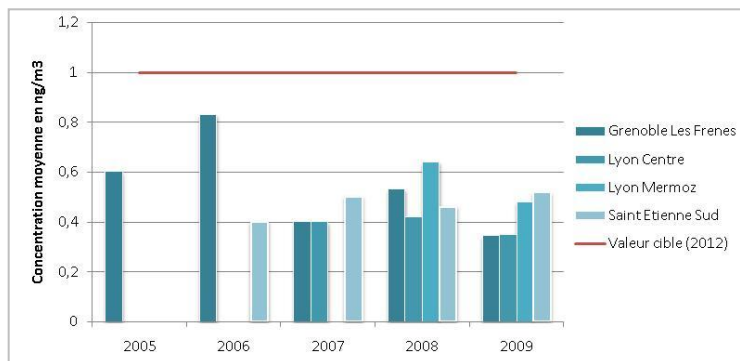


Figure 30 : évolution des concentrations moyennes en B(a)P dans les plus grandes agglomérations

identique dans les situations de proximité, notamment industrielles, pour lesquelles des mesures complémentaires ont été effectuées. Les autres agglomérations n'ont pour l'instant pas fait l'objet d'une surveillance pour ce polluant. Sur les **HAP**, une variation saisonnière est constatée avec des niveaux plus importants durant les périodes froides. Ce phénomène s'explique par l'augmentation des émissions liées au chauffage domestique. De plus, le processus de dégradation photochimique est moins important l'hiver et la stabilité des basses couches de l'atmosphère limite la dispersion des polluants.

La problématique des **métaux lourds** a évolué avec le temps : le plomb est réglementé depuis 1982 avec une valeur limite annuelle de 2000 ng.m⁻³ puis en 1999 avec un abaissement de la valeur réglementaire à 500 ng.m⁻³. L'arsenic, le cadmium et le nickel n'apparaissent dans la législation européenne que depuis 2004. Les mesures montrent que les niveaux de plomb dans l'air ambiant ont baissé de manière significative avant 2000. Depuis, ils stagnent et restent très inférieurs à la valeur limite de 500 ng.m⁻³.

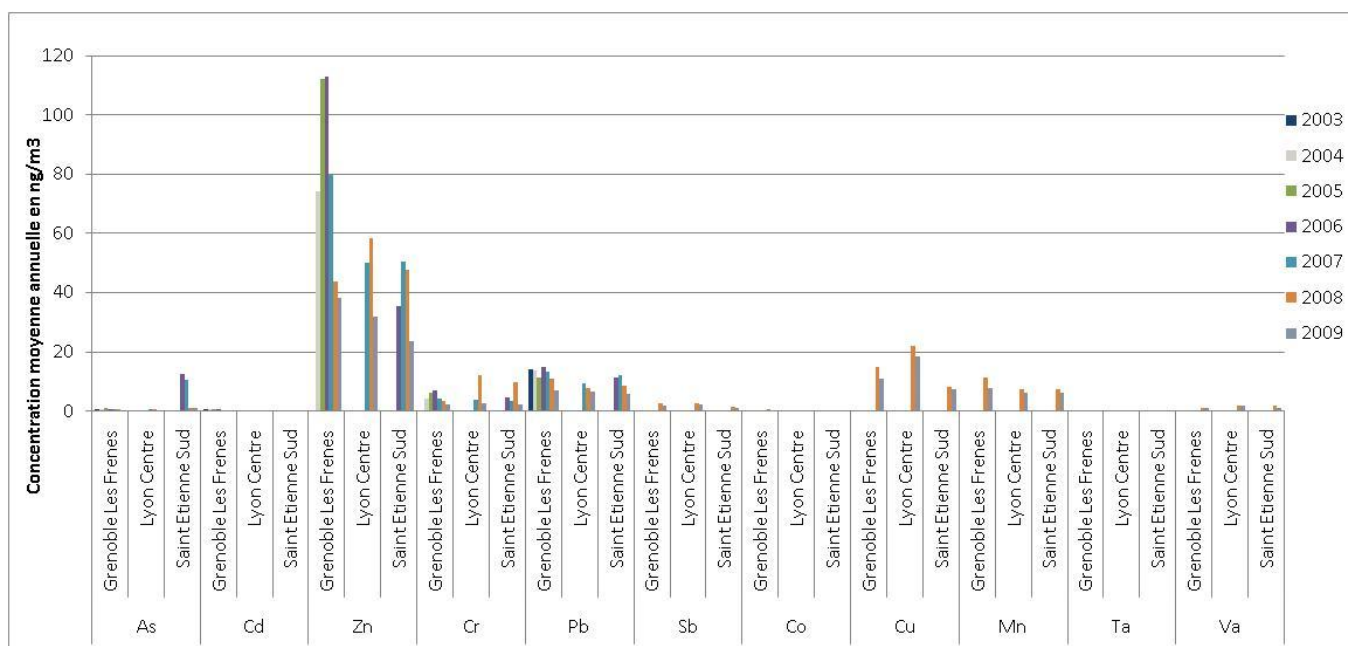


Figure 31 : évolution des concentrations moyennes annuelles en métaux lourds dans les plus grandes agglomérations

Les autres métaux lourds réglementés présentent des niveaux inférieurs aux valeurs réglementaires sauf dans le cas de l'arsenic sur l'agglomération stéphanoise : les moyennes annuelles dépassaient largement la valeur cible 2012 de 6 ng.m⁻³ en 2006 et 2007. Toutefois, depuis 2008, ces niveaux ont considérablement baissé et respectent désormais les normes (1 et 1,1 ng.m⁻³ en 2008 et 2009).

Depuis 2007, dans le cadre de l'extension du plan de surveillance aux dioxines et métaux lourds, le panel des métaux lourds surveillés sur le point de référence urbaine de l'agglomération lyonnaise (Lyon Centre) a été élargi avec la mesure de l'antimoine (Sb), du Cobalt (Co), du cuivre (Cu), du manganèse (Mn), du mercure (Hg), du thallium (Tl) et du vanadium (Va) dans l'air ambiant. Ces métaux sont également mesurés dans les retombées atmosphériques.

Aucune réglementation des métaux lourds dans les retombées n'existe en 2010. Les niveaux enregistrés sont dans des gammes similaires aux autres points nationaux.

Moyenne annuelle	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Tl	Va	Zn
Dans l'air ambiant ng.m ⁻³	2,5	0,7	0,6	3,8	0,2	19,7	7,9	0,1	3,0	9,6	0,1	3,4	49,3
Dans les retombées µg. m ⁻² .jour ⁻¹	0,7	0,2	0,1	2,6	0,3	15,7	10,6	0,1	1,7	4,7	0,2	2,2	-

Tableau de résultats des mesures de métaux lourds pour l'agglomération lyonnaise - 2007

Les résultats concernant les mesures de dioxines pour l'année 2007 et sur le point de référence urbaine de Lyon Centre ne montrent pas de particularité par rapport au niveau national (il n'existe pour l'heure pas de réglementation pour ces composés, ni dans l'air ambiant, ni dans retombées).

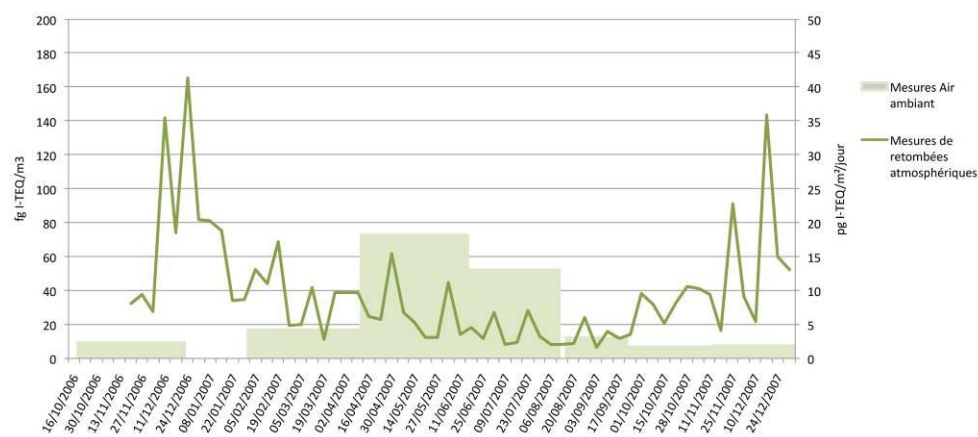


Figure 32 : Evolution des concentrations en dioxines/furanes dans l'agglomération lyonnaise

Résultats enregistrés pour l'année 2007 :

Air ambiant : moyenne annuelle 2007 : 32,5 fg I-TEQ.m⁻³

Retombées atmosphériques : moyenne annuelle 2007 : 6 pg I-TEQ.m⁻².jour⁻¹

... NB

Etant donné le grand nombre de dioxines et leur degré de toxicité varié, un indicateur synthétique, «équivalent toxique» (I-TEQ, International Toxic Equivalent Quantity), a été développé au niveau international pour caractériser la charge toxique globale liée aux dioxines. A chaque congénère est attribué un coefficient de toxicité qui a été estimé en comparant son impact sanitaire à celui de la dioxine la plus toxique (la 2, 3, 7, 8 TCDD dite dioxine de Seveso).



Les épisodes de pollution

Le nombre de jour d'épisodes de pollution entre 2000 et 2009 est très fluctuant, avec un maximum de 71 journées tous polluants confondus en 2003 et un minimum de 18 en 2008. Ces différences sont essentiellement liées à deux polluants : l'ozone et les particules qui constituent la majeure partie des journées touchées par des pics de pollution.

Le nombre de jour pollué par l'ozone est étroitement lié aux conditions météorologiques. L'ozone se formant sous l'action des rayonnements ultraviolets, les années les plus ensoleillées sont aussi les plus touchées par la pollution à l'ozone. L'année 2003 (année de la canicule) compte ainsi un maximum de 42 journées de pollution pour ce polluant.

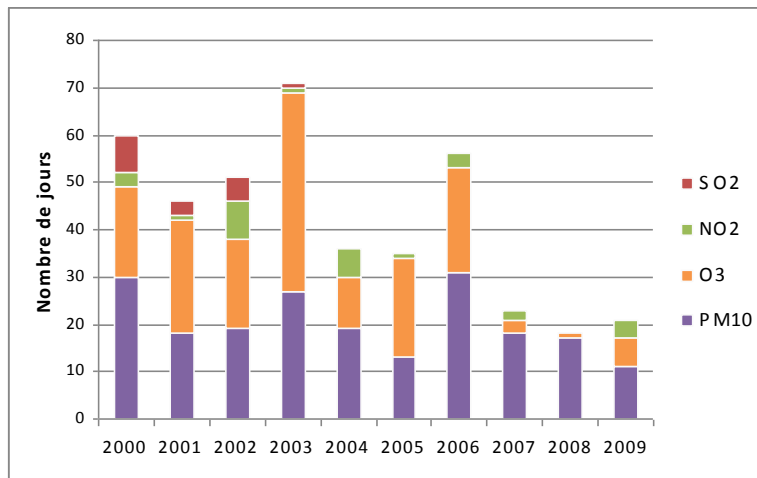


Figure 33 : Nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations par an et polluant dans les plus grandes agglomérations

Les particules ont été intégrées au dispositif préfectoral sur l'ensemble de la région en 2006. Néanmoins il est possible de calculer le nombre de journées polluées de manière rétrospective : leur nombre varie de 11 à 31 journées par an. Ces variations sont liées aux variations des émissions (par exemple un hiver froid entraîne une hausse des particules liées au chauffage) et aux conditions météorologiques (l'absence de vent et des températures froides permettent une accumulation des polluants au niveau du sol).

Depuis 2003, aucun dépassement du seuil d'information et de recommandations en dioxyde de soufre n'a été constaté dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants (hors proximité industrielle).

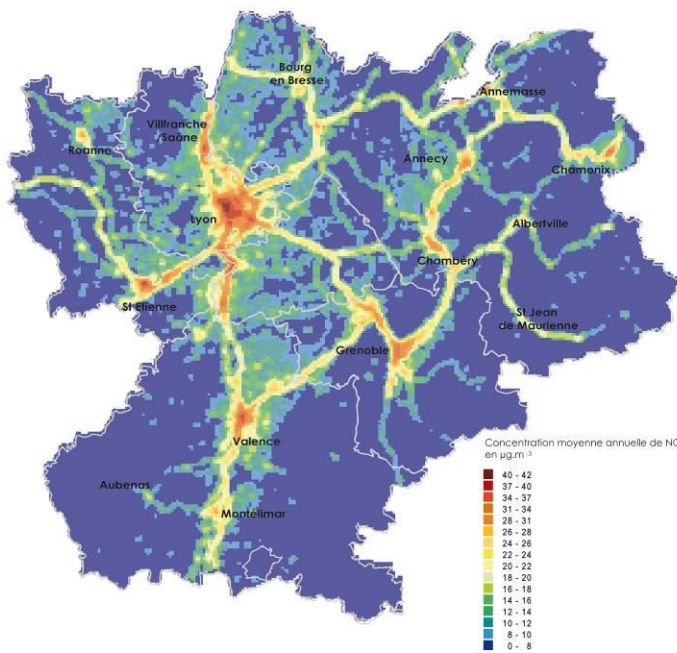
A noter que le PPA grenoblois recommande d'abaisser le seuil d'information et de recommandations des PM₁₀ de 80 µg.m⁻³ à 50 µg.m⁻³ en moyenne sur 24 heures afin d'être en accord avec la valeur limite journalière européenne.

Zoom sur la cartographie du dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote est un polluant essentiellement émis par le trafic routier et les niveaux en proximité des axes routiers les plus importants dépassent les valeurs réglementaires. Dans les centres urbains, les niveaux ont également dépassé les normes (cf. détails dans les parties « trafic » et « zones urbaines »).

Ce sont ainsi au total, entre 13% en 2000 et 8% en 2006 de la population régionale qui sont soumis à des niveaux dépassant la valeur limite (moyenne annuelle de 40 µg.m⁻³).

Une cartographie régionale de ce polluant a été réalisée en 2005 grâce à un dispositif spécial de mesures sur le terrain et une interpolation des données. Attention, cette carte ne tient pas compte de l'influence directe d'une source particulière (type trafic ou industrie) ; c'est une cartographie de la pollution de fond (pollution minimale à laquelle chaque rhônalpin est exposé).



Carte 19 : dioxyde d'azote (NO_2) moyen en $\mu\text{g.m}^{-3}$ en 2005 par tubes passifs et interpolation des données

Cette carte montre que les plus fortes sont enregistrées dans l'agglomération lyonnaise où les niveaux dépassent l'objectif de qualité fixé à $40 \mu\text{g.m}^{-3}$. Les autres agglomérations ne sont pas épargnées avec des concentrations moyennes d'environ $30 \mu\text{g.m}^{-3}$.

Autres problématiques

En plus des polluants habituellement mesurés, d'autres paramètres sont suivis en zone urbaine : les odeurs et la radioactivité.

Le dispositif Respiralyon

Si la qualité de l'air est capitale pour préserver la santé humaine et les écosystèmes, elle constitue également un facteur de bien-être. Les nuisances olfactives, même en cas d'absence d'impact sanitaire direct n'en sont pas moins préoccupantes pour les populations. Aussi, sur l'agglomération lyonnaise, un dispositif de surveillance et de lutte contre les nuisances olfactives a été mis en place en 2003 par le Spiral' Air : Respiralyon. Ce dispositif repose sur la collecte d'informations d'odeurs ressenties par les habitants et par les membres d'un réseau de nez. Parallèlement, des travaux sont menés pour améliorer la connaissance des molécules et définir une méthode de prélèvement et d'analyse en cas d'épisodes d'odeurs. COPARLY est chargé de l'animation du réseau de nez ainsi que l'exploitation des données odeurs collectées.

En plus de ce dispositif, des actions sont ponctuellement menées sur d'autres territoires rhônalpins, plutôt en proximité industrielle comme à Voreppe ou à Saint Laurent du Pont.

La carte des odeurs du jour est disponible sur le site Internet www.respiralyon.org. Un numéro de téléphone est également disponible pour signaler une odeur : 0 800 800 709.

La mesure de la radioactivité à Grenoble

Les contaminants de l'atmosphère prennent des formes variées. Aux polluants chimiques et biologiques, le dispositif de surveillance rhônalpin a ajouté une mesure de la pollution radioactive sur le site du polygone scientifique de l'agglomération grenobloise. Cette surveillance est associée à un dispositif d'alerte en cas de valeurs anormales. L'appareil permet d'évaluer 24h/24 la radioactivité avec le suivi de deux composantes du rayonnement radioactif (rayonnements alpha et bêta) et les concentrations d'iode 131 et de radon. Depuis sa mise en route en 1991, aucune valeur anormale n'a été décelée.

Depuis février 2007, les données sont consultables en direct sur www.atmo-rhonealpes.org

Perspectives

Pour les plus grandes agglomérations, la situation est contrastée en fonction des polluants considérés : pour les particules PM_{10} et le dioxyde d'azote, les concentrations sont très proches des valeurs réglementaires. Les études d'exposition/modélisation montrent qu'une partie de la population est toujours soumise à des niveaux dépassant les valeurs limites, en particulier dans l'agglomération lyonnaise en raison de l'importance du trafic.

Concernant les autres polluants étudiés : HAP, SO_2 , métaux lourds, les concentrations sont inférieures aux valeurs réglementaires sur toute la période 2000-2009. Une exception pour l'agglomération stéphanoise qui constate un dépassement en Arsenic ; une cartographie de ce polluant devrait être réalisée pour confirmer ou non ces résultats qui appellent des investigations complémentaires.

Sur ces grandes agglomérations, des Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) ont été mis en place. Ils définissent des plans d'actions à mettre en œuvre afin de garantir une qualité de l'air conforme aux valeurs limites européennes en tout point du territoire. Ces plans misent sur une réduction des émissions sur leur période d'action. De 2000 à 2007, une baisse des émissions a d'ores et déjà été constatée. Néanmoins, les objectifs de qualité de l'air ne sont pas atteints et les mesures envisagées dans les PPA doivent être mises en œuvre pour répondre à la réglementation d'ici 2010.

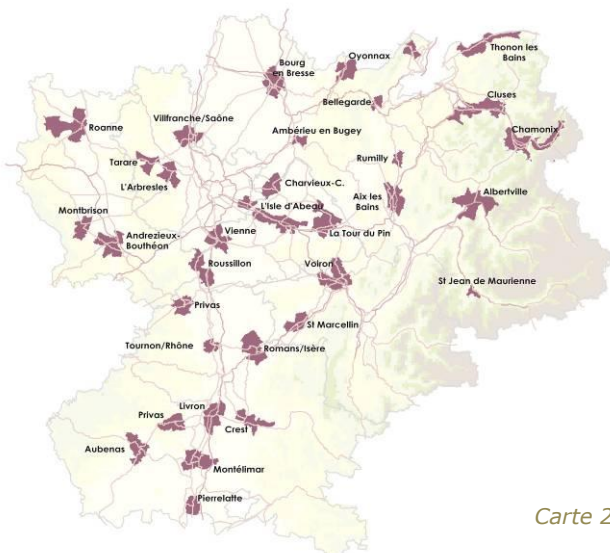
Le Plan de Protection de l'Atmosphère grenoblois fixe deux objectifs majeurs : réduire les rejets atmosphériques des installations du secteur industriel/tertiaire et lancer des études pour qualifier les impacts de la pollution atmosphérique sur les zones et bâtiments sensibles ainsi que le patrimoine bâti. Le secteur des transports est également évoqué par le biais du Plan de Déplacement Urbain (PDU).

Le Plan de Protection de l'Atmosphère lyonnais prévoit la réduction des émissions de HAP, particules, des oxydes d'azote, de COV, de dioxines en agissant sur les différentes sources connues de pollution (chaudière, brûlage des déchets, COV de l'artisanat). Des mesures sont également envisagées pour réduire la pollution liée au trafic routier.

Quant au Plan de Protection de l'Atmosphère stéphanois, il mise sur un renforcement des plans d'urgence en cas d'épisodes pollués et une réduction des émissions - du domaine des industries et des chauffages d'une part et du secteur des transports via l'application du plan de déplacements urbains d'autre part.



3.E. Evolution des polluants dans les agglomérations de plus de 10 000 habitants



Dans cette partie sont traitées les agglomérations de plus petite taille dont la population varie entre 10 000 et 100 000 habitants. La qualité de l'air de ces agglomérations est surveillée soit par le biais de stations fixes (pour les plus importantes), soit par le biais de moyens mobiles à raison d'une campagne de mesure tous les 5 ans au minimum.

Carte 20 : carte des agglomérations entre 10 000 et 100 000 habitants

Evolution des polluants

Les concentrations

En 2009, les concentrations moyennes **en dioxyde d'azote et dioxyde de soufre** respectent les valeurs réglementaires. Cette situation a évolué au cours des années, notamment pour le dioxyde d'azote dont les niveaux étaient proches de la valeur limite de 2001 à 2003. La baisse constatée en 2003 semble se maintenir. **Le dioxyde de soufre** quant à lui respecte très largement la réglementation depuis 2000.

Les particules PM₁₀ respectent la valeur limite annuelle (40 µg.m⁻³) mais pas la valeur limite journalière (50 µg.m⁻³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an). Celle-ci est dépassée systématiquement depuis 2000.

Les niveaux de ces polluants restent toutefois inférieurs à ceux mesurés dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants ou en proximité de voirie. La densité de population, les activités et le trafic sont à l'origine de cette différence.

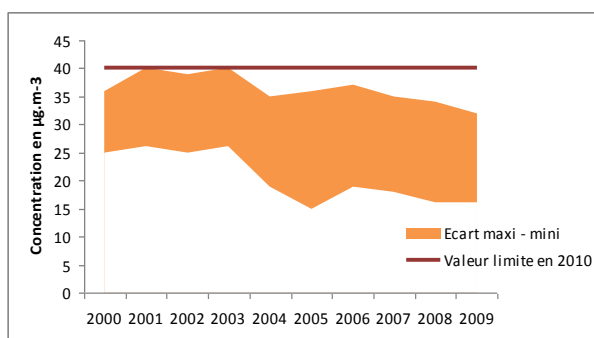


Figure 34 : évolution des concentrations moyennes en NO₂ pour les plus petites agglomérations

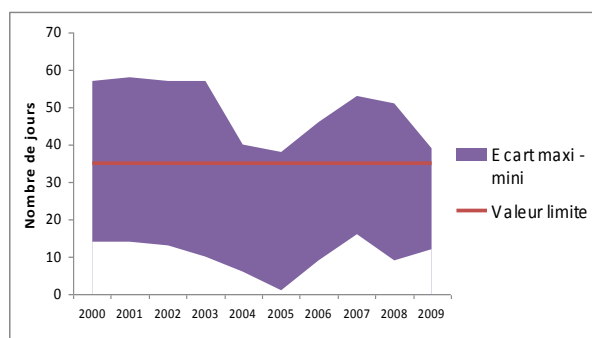


Figure 35 : évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ pour les plus petites agglomérations

Les épisodes de pollution

De 11 jours de pollution en 2009 à 43 en 2003, les épisodes de pollution sont extrêmement variables d'une année sur l'autre. Ces fluctuations sont liées à l'évolution des émissions et aux conditions météorologiques plus ou moins propices aux pics de pollution.

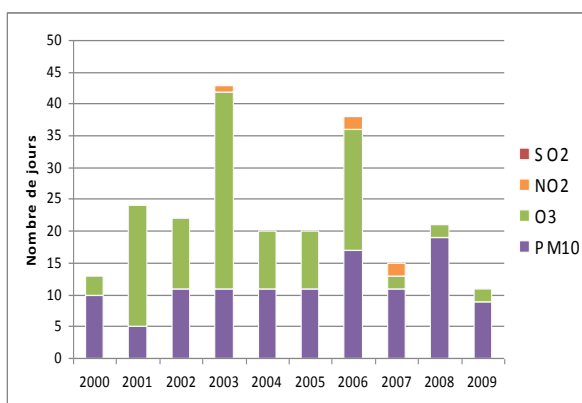
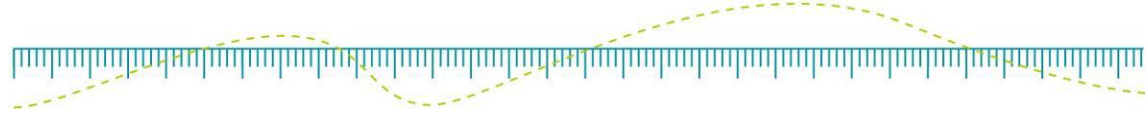


Figure 36 : Nombre de jours de dépassement du seuil d'informations et de recommandations par an et par polluant pour les plus petites agglomérations

L'année 2003, particulièrement ensoleillée, compte un maximum de 31 jours pollués par l'ozone ; à contrario depuis 2007, les épisodes de pollution à l'ozone sont plus rares. A noter que toutes ces journées sont concentrées durant la période estivale.

Les particules sont quant à elles présentes en plus grande quantité en hiver du fait, entre autre, de l'utilisation de chauffage. En moyenne, une dizaine de journées par an dépassent le seuil d'information et de recommandations.

Les épisodes de pollution au dioxyde d'azote sont rares. Enfin, le dioxyde de soufre n'a pas engendré de pic de pollution sur la période 2000 -2009.



Perspectives

95% des agglomérations de plus 10 000 habitants ont fait l'objet de mesure, au moins par station mobile et quasiment la moitié est surveillée en continu via une station fixe. Les résultats montrent que malgré la taille des agglomérations, le seuil d'information et de recommandations est régulièrement dépassé, en particulier pour les particules PM₁₀. Le dioxyde d'azote est quant à lui moins problématique que dans les grandes villes de la région.

La réglementation impose la mise en place de plans d'actions lorsque des valeurs limites sont dépassées. C'est le cas pour certaines des villes étudiées avec les particules PM₁₀. Aussi, des plans d'action locaux devraient être envisagés pour ces territoires afin de s'assurer d'un respect futur des valeurs réglementaires.

Quelques Plans de Déplacements Urbains ont d'ores et déjà été mis en place de manière volontaire (ils ne sont obligatoires que pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants) : Pays voironnais, Grand Roanne, Villefranche sur Saône, Communauté d'agglomération des Portes de l'Isère, Annemasse, Haute Vallée de l'Arve, Givors-Grigny-Chasse sur Rhône et Romans sur Isère. Ils intègrent néanmoins très rarement l'enjeu atmosphérique dans leurs indicateurs de suivi.



3.F. L'air intérieur

Nous passons plus de 80 % de notre temps en milieu clos, à notre domicile, au travail, à l'école,... Aussi l'air intérieur fait l'objet de nouvelles études afin de mieux connaître l'exposition des personnes et cibler les actions de réduction de la pollution à mettre en place.

Cette problématique est relativement récente puisque les études les plus importantes ont été menées à partir de 2006 en Rhône-Alpes avec la mesure des aldéhydes dans les écoles et crèches puis en 2007 avec une étude de faisabilité de l'exposition individuelle aux polluants de l'air. Au niveau national, des études ont été menées en parallèle par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) et d'autres associations de surveillance de la qualité de l'air en France (Alsace, Ile de France, ...).

Quelques résultats d'études

Exposition individuelle (2007)

Une étude préliminaire de l'exposition individuelle aux polluants a été réalisée auprès de 20 volontaires : chacun des participants a porté un sac à dos pendant 2 campagnes de 48 heures permettant de mesurer 6 familles de polluants (aldéhydes, dioxyde d'azote, particules, monoxyde de carbone et composés organiques volatils) et des paramètres tels que la température ou le taux de dioxyde de carbone. Les participants devaient noter quart d'heure après quart d'heure leur activité.

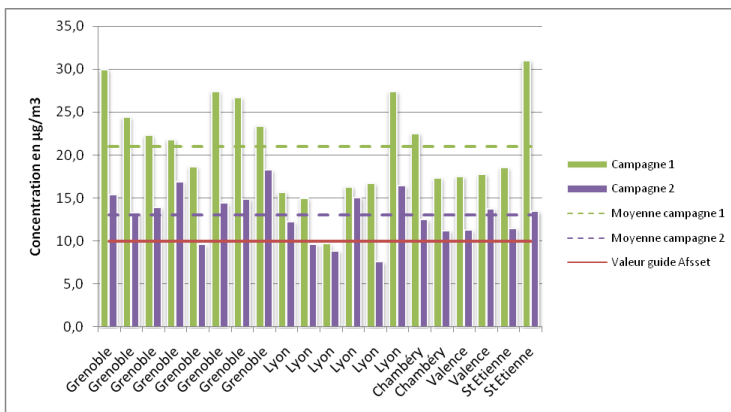


Figure 37 : concentrations en formaldéhyde enregistrées par volontaire

Les premiers résultats (non généralisables du fait du faible nombre de volontaires) montrent que les concentrations d'exposition moyennes en aldéhydes, benzène et particules en hiver sont supérieures à celles enregistrées pour la même période par les stations de mesures de la qualité de l'air ambiant (extérieur) dans les agglomérations des participants.

Les premiers résultats (non généralisables du fait du faible nombre de volontaires) montrent que les concentrations d'exposition moyennes en aldéhydes, benzène et particules en hiver sont supérieures à celles enregistrées pour la même période par les stations de mesures de la qualité de l'air ambiant (extérieur) dans les agglomérations des participants.

Certains composés, dont le formaldéhyde, reconnu comme cancérigène, dépasse la valeur guide de l'AFSSET.

L'étude confirme que chaque individu passe, en semaine, environ 90% de son temps à l'intérieur, 4% à l'extérieur et 7% dans les déplacements.

Etude du formaldéhyde dans les écoles et les crèches (2006-2007)

Les enfants passent un quart de leur temps dans les écoles ou les crèches. Une étude de 50 établissements de la région Rhône-Alpes a été menée dans le cadre du Plan Régional Santé Environnement (PRSE) sur le formaldéhyde. Ce polluant, reconnu comme cancérigène, se trouve en plus grande quantité en intérieur que dans l'air extérieur.

Les résultats de 8 semaines de mesures réparties dans l'année montrent que 83 % des salles présentent des niveaux supérieurs à la valeur guide de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ et que les concentrations sont huit fois supérieures à celles mesurées en air extérieur.

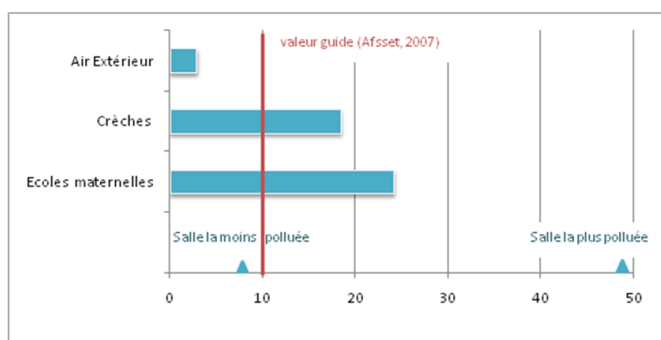


Figure 38 : comparaison des niveaux en formaldéhyde mesurés dans les crèches, les écoles maternelles et l'air extérieur

L'explication de ces résultats reste complexe, les sources étant multiples (matériaux et produits utilisés dans les locaux, combustion ou encore réactions chimiques). Le renouvellement d'air, et notamment la présence d'une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC), semble cependant améliorer de manière significative la qualité de l'air.

Suite à ces conclusions, un diagnostic plus précis a été programmé dans quelques écoles primaires et maternelles des agglomérations grenobloise et lyonnaise.

A noter que les études nationales montrent que les logements présentent des caractéristiques identiques à celles mesurées dans les écoles et les crèches de Rhône-Alpes.

••• Plus d'informations sur la toile

La plaquette et le rapport complet sont téléchargeables sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org Mot clé : formaldéhyde



Les perspectives

De nombreuses études sont prévues afin de mieux connaître l'air respiré dans les lieux clos. Ainsi, suite à l'étude dans les écoles, quelques collèges de l'Isère et lycées du Rhône feront l'objet d'études sur les aldéhydes et les BTX (benzène – Toluène – Xylène). D'autres diagnostics doivent être réalisés dans les pressings.

Un partenariat avec l'Agence Locale de l'Energie grenobloise est envisagé afin de concilier économie d'énergie, plan climat et qualité de l'air intérieur. Un point information « Air – Energie » destiné au grand public devrait notamment être mis en place à Grenoble.



3.G. Perspectives et conclusions

D'après les mesures effectuées, les centres urbains les plus densément peuplés sont les plus pollués. Les activités humaines, le chauffage, etc. entraînent des émissions importantes de polluants dans l'atmosphère.

Ainsi, dans les plus grandes agglomérations, les niveaux en dioxyde d'azote ou en particules ne respectent pas la réglementation européenne et ne semblent pas montrer de baisse significative. De plus, les études d'exposition montrent qu'une partie de la population est soumise à des concentrations qui peuvent avoir un effet sur la santé. Afin d'obtenir une amélioration de la qualité de l'air d'ici à 2010, des plans d'actions sont mis en place sur les plus grandes agglomérations (Plans de Protection de l'Atmosphère dans les agglomérations lyonnaise, stéphanoise et grenobloise).

Les plus petites agglomérations, moins soumises aux différentes activités ne montrent pas de dépassement des valeurs réglementaires annuelles. Néanmoins, la valeur limite pour les particules PM₁₀ est franchie et des épisodes de pollution sont constatés chaque année. Pour ces plus petites agglomérations, la mise en place de plans d'action n'est pas obligatoire mais pourrait être envisagée pour atteindre les objectifs réglementaires. A noter que si 95% de ces territoires ont été sondés, des campagnes de mesures doivent encore être planifiées pour certaines villes de plus de 10 000 habitants.

Quant à l'air intérieur, les premières études montrent des niveaux de pollution importants. Aussi, étant donné le temps passé pour chaque individu dans les bâtiments, de nouveaux diagnostics sont programmés et à prévoir, d'une part pour comprendre et approfondir les résultats déjà obtenus et d'autre part pour investiguer d'autres lieux publics.

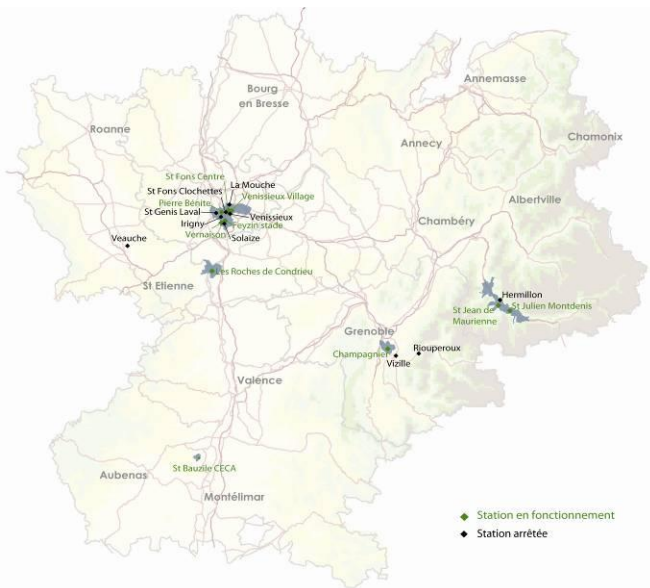


4. Proximité industrielle

Avec 2 261 000 emplois salariés fin 2006, la région Rhône-Alpes concentre 9,6 % des emplois nationaux, soit le même ratio national que pour le nombre d'habitants. Malgré une tendance nationale à la baisse de l'activité industrielle et la tertiarisation des activités, Rhône-Alpes reste une grande région industrielle.

Le tissu industriel régional s'est adapté aux modifications économiques et de nouvelles filières se sont développées : électronique / numérique, nouveaux matériaux, industries liées à la santé ou utilisatrices des biotechnologies... Les activités de la mécanique, de la plasturgie, du textile demeurent compétitives sur des marchés clés tel que celui de l'automobile.





Carte 21 : carte des points de mesure en proximité industrielle au 31/12/2009

Cinq zones industrielles font l'objet d'un suivi particulier et permanent : le sud lyonnais, le sud grenoblois, la zone de St Jean de Maurienne, la zone du Roussillon et la zone de St-Bauzile. Elles entrent notamment dans les arrêtés préfectoraux en cas de pics de pollution. Toutes n'ont pas un historique important : la zone la plus émettrice au sud de Lyon est suivie depuis les années 70 alors que la surveillance de St-Bauzile n'a débuté qu'en 2007.



4.A. Les émissions du secteur industriel

En 2007, le secteur industriel est l'émetteur majoritaire rhônalpin de nombreux métaux lourds et d'oxydes de soufre (76%). Les particules proviennent quant à elles à 34% de ce secteur et les oxydes d'azote à 19% pour cette même année.

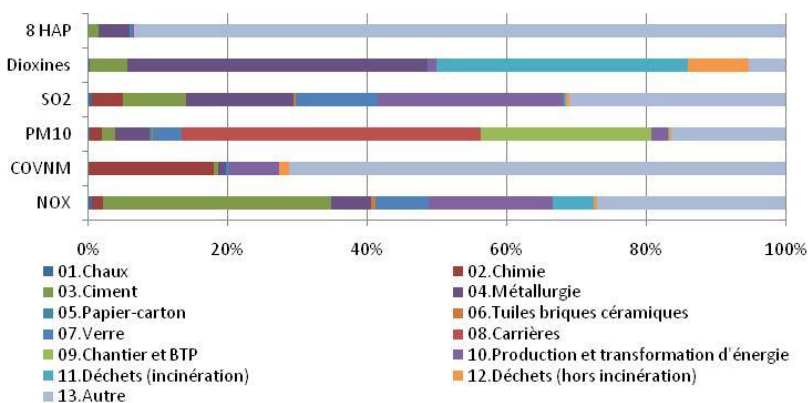


Figure 39: Emissions détaillées du secteur de l'industrie en 2007

Entre 2000 et 2007, les émissions totales en polluants « classiques » ont diminué entre 20 et 35%. La mise en place de procédés d'épuration et d'une réglementation plus contraignante est à l'origine de cette baisse. Les émissions de dioxines et HAP ont diminué de plus de 90%, en lien avec la mise aux normes des incinérateurs (dioxines) et la mise en place d'un procédé d'épuration des fumées chez le plus gros émetteur de HAP en 2004-2005. Les émissions en particules et 3 GES ont quant à elles peu évolué sur 8 ans.

En 2007, les sources d'émissions du secteur industriel sont très variées : carrières et chantier pour les particules, traitement des déchets et métallurgie pour les émissions de dioxines, cimenteries pour les NOX, chimie pour les COVNM...

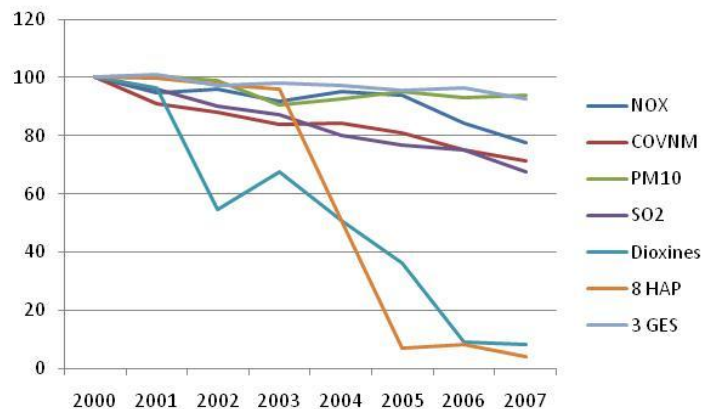


Figure 40 : évolution des émissions industrielles par polluant entre 2000 et 2007- Base 100 en 2000

Comparaison des émissions des différentes zones industrielles

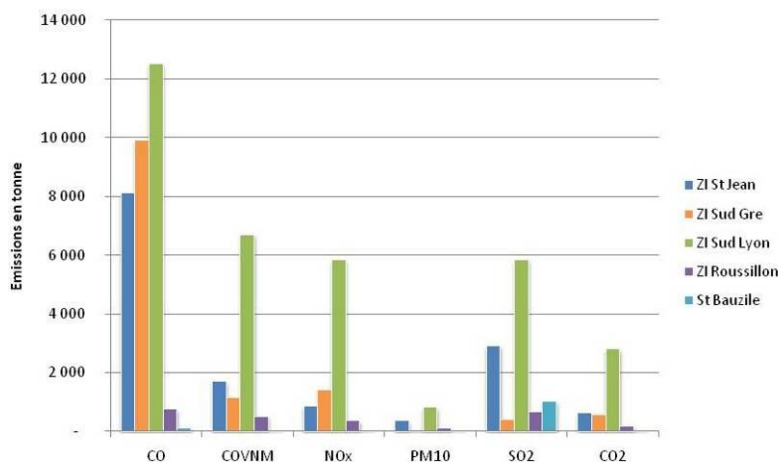


Figure 41: émissions 2007 pour chacune des zones industrielles

Chaque zone industrielle a ses propres caractéristiques et les émissions sont variables d'une zone industrielle à l'autre. Pour l'année 2007, sur les polluants classiques, la zone industrielle du Sud de Lyon est celle qui génère le plus d'émissions. Cette zone est aussi celle qui regroupe le plus grand nombre d'industriels et d'activités. A noter la présence d'un industriel qui rejette une grande quantité de monoxyde de carbone sur la zone de Saint Jean de Maurienne. Celle-ci est aussi caractérisée par des émissions importantes de SO₂.

Entre 2000 et 2007, la variation des émissions est fortement dépendante des installations de dépollution ou de filtres de chacune des installations.

	ZI St Jean	ZI Sud Grenoblois	ZI Sud Lyon	ZI Roussillon	St Bauzile
CO	-52%	49%	23%	-43%	226%
	-8872t	3272t	2339t	-564t	88t
COVNM	-20%	-32%	-20%	-31%	-8%
	-427t	-548t	-1648t	-233t	-1t
NOx	-37%	-29%	-10%	-20%	-40%
	-514t	-576t	-655t	-93t	-8t
PM ₁₀	-14%	-24%	-14%	-16%	8%
	-57t	-20t	-136t	-24t	2t
SO ₂	-5%	-67%	-42%	5%	173%
	-140t	-827t	-4225t	34t	655t
CO ₂	13%	-28%	-1%	13%	26%
	72t	-219t	-41t	22t	5t

Variation des émissions entre 2000 et 2007 pour chaque zone industrielle

••• Zoom sur le PPA Lyonnais

Ce document fixe, entre autre, un objectif de réduction des émissions industrielles de 40 % des émissions d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre et de COVNM sur la zone du PPA lyonnais ainsi qu'une réduction de 20 % des émissions de PM₁₀ à l'objectif 2010 (sur la base des données 2001 sauf PM₁₀ année 2004).

Sur la période 2001-2007, le bilan est plutôt positif pour les oxydes d'azote et le dioxyde soufre puisque les émissions sont en baisse de respectivement 40 et 48 %. Pour les COVNM une diminution de 15% est également constatée. En revanche depuis 2004, les émissions en PM₁₀ ont tendance à stagner. Pour atteindre les objectifs fixés, des efforts doivent donc être entrepris pour ce polluant.



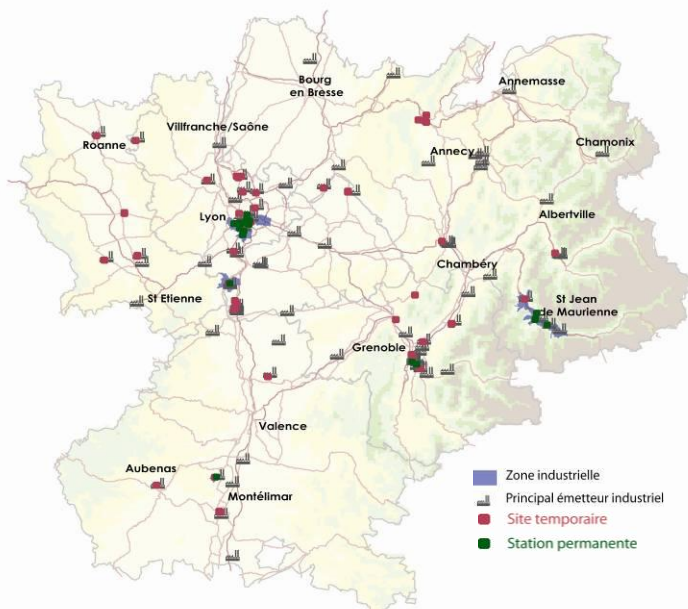
4.B. Evolution de la surveillance

Les zones industrielles les plus importantes font l'objet d'une surveillance continue.

La surveillance des autres principaux émetteurs de la région est planifiée dans le PRSQA. Ainsi, tous les 5 ans, toutes les principales industries doivent faire l'objet d'une étude. Entre 2000 et 2009, de nombreuses investigations ont d'ores et déjà eu lieu mais tous les émetteurs n'ont pas été surveillés.

Deux études multi-sites importantes ont par ailleurs été menées en 2006-2007 :

la première sur les 3 plus grandes zones industrielles de la région (Sud grenoblois, Sud lyonnais et Pays Roussillonnais). L'objectif de cette étude était de mesurer la qualité de l'air sur 85 molécules non suivies jusqu'à ce jour afin d'évaluer l'impact de la pollution



Carte 22: carte des points investigués en proximité industrielle au 31/12/2007

atmosphérique sur la santé des riverains.

La seconde sur les dioxines et métaux lourds à proximité de huit incinérateurs répartis dans le Rhône et l'Isère. 14 métaux lourds (Arsenic, cadmium, nickel, plomb, antimoine, baryum, chrome, cobalt, cuivre, manganèse, mercure, thallium, vanadium, zinc et 25 dioxines et furanes (dont les 17 congénères les plus toxiques) ont été suivis entre octobre 2006 et décembre 2007. Les mesures ont été effectuées en air ambiant (mesures des teneurs de polluants dans l'atmosphère) et dans les retombées atmosphériques (mesure des dépôts de polluants au sol et dans les précipitations).



4.C. Evolution des polluants et exposition de la population

Toutes les zones industrielles ne sont pas soumises aux mêmes polluants. Ainsi, certaines font l'objet d'un suivi particulier pour un polluant (cas de la zone de St Bauzile pour laquelle seul le dioxyde de soufre est suivi), tandis que d'autres regroupent un grand nombre d'industriels susceptibles d'émettre une multitude de molécules dans l'atmosphère. Toutes les molécules ne sont pas mesurées sur toutes les zones industrielles et des choix sont faits en fonction des connaissances, notamment des émissions. La qualité de l'air peut varier fortement en fonction des zones industrielles et les évolutions des concentrations sont spécifiques.

Zone industrielle du Sud Lyonnais



Carte 23 : stations de la ZI du Sud lyonnais au 31/12/2009

Concentrations mesurées

La zone industrielle du Sud de Lyon regroupe de nombreux industriels avec des émissions spécifiques. Sur cette zone, sont suivis en continu : le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules PM₁₀, 31 COV dont le benzène, les métaux lourds et les HAP.

NO₂, SO₂ et PM₁₀

Globalement, pour le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote, les concentrations moyennes annuelles sont en baisse et restent, pour l'année 2009, en dessous des valeurs réglementaires. Ce constat n'a pas toujours été vrai pour le dioxyde d'azote puisque jusqu'en 2004, au moins une station de la zone industrielle dépassait la valeur limite applicable au 1^{er} janvier 2010. Les concentrations en particules PM₁₀ ne montrent pas d'évolution particulière sur la moyenne annuelle et restent, depuis 2000, en dessous de la valeur limite annuelle. Elles ont toutefois été supérieures à la valeur limite journalière sur les sites de Feyzin stade et St Fons Centre jusqu'en 2007. On note une baisse sensible du nombre de dépassements depuis 2008. A noter pour le site de Feyzin, la proximité également de l'autoroute A7.

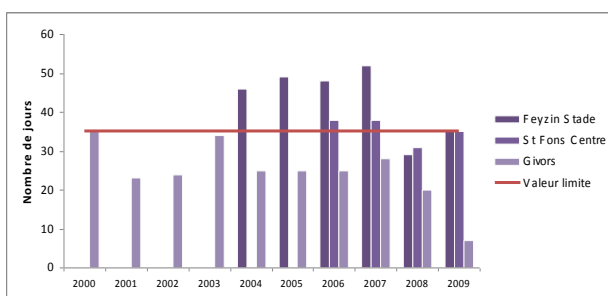


Figure 43 : évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM₁₀ - ZI Lyon

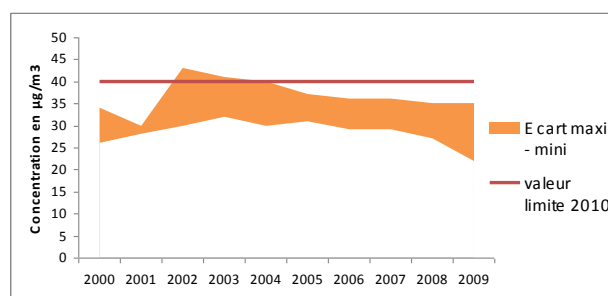


Figure 43 : évolution des concentrations moyennes annuelles en NO₂ - ZI Lyon

Pour ces trois polluants, le phénomène d'épisode de pollution est à souligner : même si les moyennes annuelles restent inférieures aux valeurs réglementaires, des dépassements du seuil d'information et de recommandations sont régulièrement constatés dans le sud lyonnais. Les particules sont responsables d'une dizaine de jours pollués par an, sans montrer d'évolution particulière. Les épisodes de pollution au dioxyde de soufre semblent être moins fréquents depuis 2004 avec entre zéro et deux jours de dépassements par an ; cependant, les maxima horaires peuvent être élevés puisqu'en 2005, les concentrations ont dépassé 1000 µg.m⁻³. Les pics de pollution en dioxyde d'azote sont les moins fréquents (7 journées en 9 ans).

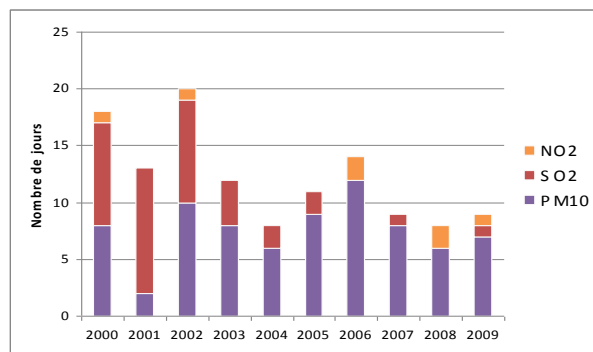


Figure 44 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations - ZI Lyon

COV et HAP

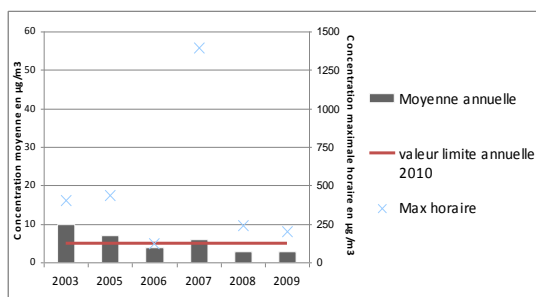


Figure 46 : évolution des concentrations en benzène - ZI Sud de Lyon

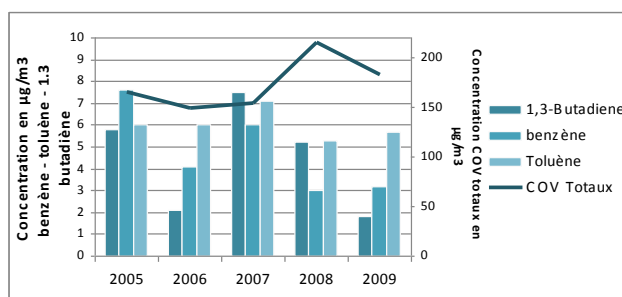


Figure 46 : évolution des concentrations en COV - ZI Sud de Lyon

Concernant les HAP et les COV, le constat est différent puisque les moyennes annuelles dépassent la valeur limite 2010 et la valeur cible 2012 respectivement pour le benzène et le benzo(a)pyrène. A noter qu'il n'existe pas de valeur seuil d'effet sur la santé : un risque existe dès lors que ces molécules sont détectées dans l'atmosphère.

Le 1,3-butadiène n'est pas réglementé en France dans l'air. Cependant, certains pays européens (dont l'Angleterre et l'Ecosse) ont publié un objectif de moyenne annuelle de 2,25 µg.m⁻³. Cette valeur est dépassée en 2005 en 2007 et en 2008.

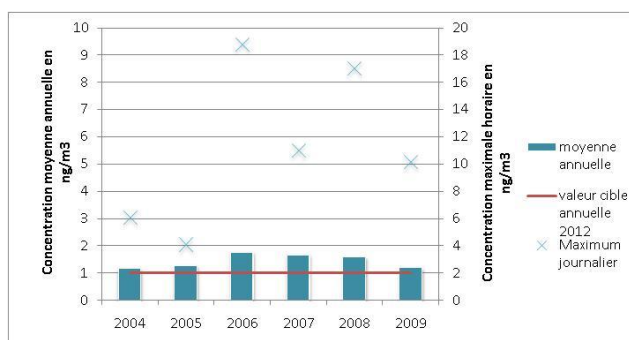


Figure 47 : évolution des concentrations en benzo(a)pyrène - ZI Sud de Lyon

Aucune tendance franche n'est à noter pour ces deux familles de polluants sachant que l'historique des mesures débute mi 2004.

Pour le benzène et le benzo(a)pyrène, les maxima horaires et journaliers peuvent être très importants. Il n'existe cependant pas de réglementations sur ce pas de temps.

Ces résultats sont complétés par l'étude Air et Santé menée en 2006-2007 : celle-ci confirme la présence de 1,3-butadiène, de Benzo(a)Pyrène et de benzène proche des valeurs réglementaires. De plus, la présence de certaines molécules a souligné un besoin d'évaluations complémentaires, en particulier pour le toluène, le xylène, le chlorométhane, le dichlorométhane, le tétrachloroéthylène, l'acétaldéhyde, le Chlorure de Vinyle Monomère (CVM) et le formaldéhyde.

Dioxines et Métaux lourds

Les métaux lourds ont été mesurés sur plusieurs points : depuis 2004 sur le site de Vénissieux Village et en 2006-2007 dans le cadre du plan de surveillance des dioxines-métaux lourds ainsi que pour l'étude des trois grandes zones industrielles. Aucun dépassement des valeurs réglementaires pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb n'a été mesuré.

Sur le site de Vénissieux, les concentrations en arsenic, cadmium et plomb montrent une baisse depuis 2007, contrairement aux concentrations en chrome. L'étude complémentaire des trois grandes zones industrielles montre que le nickel et le manganèse présentent des niveaux plus importants que sur les autres zones. Ils pourraient donc faire l'objet d'un suivi spécifique. Ces résultats sont confirmés dans le cadre du suivi des dioxine-métaux lourds par comparaison aux niveaux de fond urbain. Elle montre que sur les 16 métaux lourds étudiés, plus de 75% proviennent du secteur de l'industrie/énergie, exception faite du cuivre qui est émis à plus de 70% par le transport routier en raison d'axes importants (A7, A450 et périphérique).

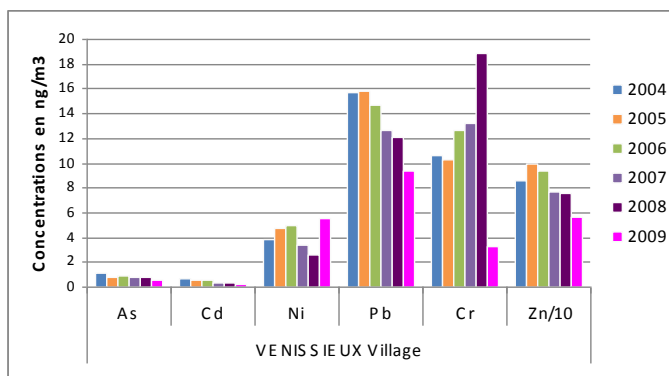


Figure 48 : évolution des concentrations en métaux lourds - ZI Sud de Lyon

Moyenne annuelle	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Tl	Va	Zn
Dans l'air ambiant ng.m ⁻³	4,4 2,5	0,9 0,7	0,3 0,6	6,4 3,8	0,3 0,2	27,9 19,7	12,3 7,9	0,1 0,1	4,1 3,0	13,8 9,6	0,1 0,1	3,1 3,4	68,9 49,3
Dans les retombées µg. m ⁻² .jour ⁻¹	1,4 0,7	0,6 0,2	0,3 0,1	5,1 2,6	0,5 0,3	29,4 15,7	17,4 10,6	0,1 0,1	4,1 1,7	10,7 4,7	0,2 0,2	5,7 2,2	-

En italique : moyenne observée en 2007 en référence urbaine (agglomération lyonnaise)

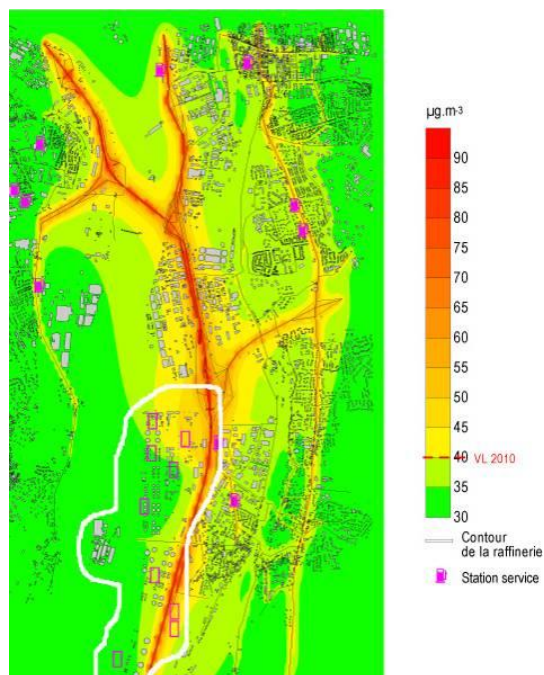
Quant aux dioxines, elles proviennent à 95% du secteur industrie/énergie sur ce secteur pour l'année 2005 (qui représente 11% des émissions en dioxines rhônalpines). Les résultats montrent, avec une moyenne de 9,8 pg I-TEQ.m⁻².jour⁻¹ dans les retombées pour l'année 2007 que les taux sont légèrement plus élevés qu'en référence urbaine (6 pg I-TEQ.m⁻².jour⁻¹) avec une amplitude des concentrations en air ambiant équivalente (29,5 fg I-TEQ.m⁻³ contre 32,5 fg I-TEQ.m⁻³ dans l'agglomération lyonnaise).

L'exposition : zoom sur le Programme AirProche

En 2006, l'AFSSET a mis en place le groupe de travail AirProche dont l'objet est de coordonner et de développer une démarche harmonisée de cartographie de la pollution atmosphérique permettant d'identifier des territoires où les populations sont affectées par les niveaux de pollution atmosphériques les plus élevés. Le modèle SIRANE a été utilisé sur la zone industrielle de Feyzin afin de déterminer l'impact cumulé de grandes sources ponctuelles et du trafic pour les polluants comme le benzène et les oxydes d'azote (NOx). La zone d'étude de Feyzin est particulièrement intéressante car elle est traversée par l'autoroute A7 et elle comprend différentes sources ponctuelles, notamment une raffinerie et diverses stations-service. Des simulations ont été réalisées sur toute l'année 2005 et comparées aux mesures du capteur de Feyzin stade.

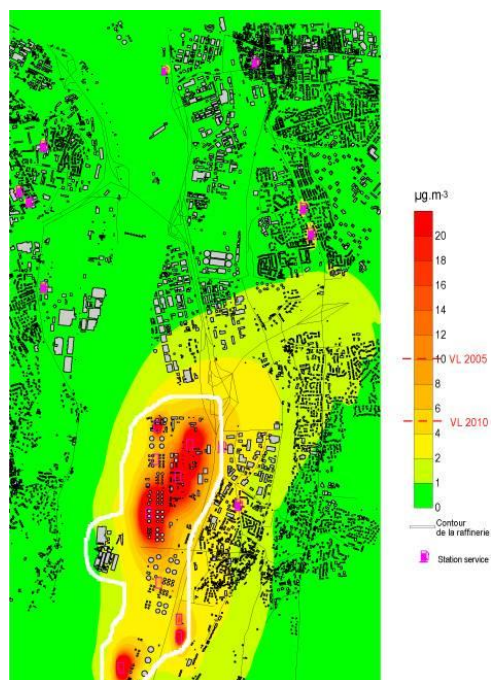


Résultats NO₂



Pour le dioxyde d'azote, l'impact du trafic est beaucoup plus important que l'impact de la raffinerie. En effet, pour les émissions industrielles, les panaches s'élèvent de plusieurs centaines de mètres au dessus du sol en raison de la forte vitesse du rejet et de sa température élevée. L'impact au sol est donc faible. En revanche, les émissions du trafic ayant lieu au niveau du sol, l'impact est très important. De fortes concentrations sont notamment observées le long de l'autoroute A7 (supérieures à la valeur limite annuelle de 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$ applicable en 2010). Au regard de la concentration moyenne totale croisée avec le bâti, la partie sud ouest de la commune de Feyzin est particulièrement impactée par l'autoroute A7.

Carte 24 : concentration moyenne en dioxyde d'azote 2005



Résultats benzène

Pour le benzène, l'impact de la raffinerie est à l'inverse du NO₂ beaucoup plus important que celui du trafic. Les émissions de la raffinerie sont en effet nettement supérieures aux émissions dues au trafic et émises proches du sol. Par ailleurs, l'impact des stations-service est faible et très localisé. Les stations étudiées étant situées dans des zones dégagées, le benzène se disperse très rapidement. Au regard de la carte de concentration moyenne totale croisée avec le bâti, l'ouest de la commune de Feyzin est soumise à des niveaux de benzène qui dépassent l'objectif de qualité de l'air (2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle) mais qui restent bien inférieurs à la valeur limite applicable en 2005 (10 $\mu\text{g.m}^{-3}$).

Carte 25 : concentration moyenne en benzène 2005

••• Plus d'informations sur la toile

www.afsset.fr

Zone industrielle du sud grenoblois



Carte 26 : stations de mesures ZI sud grenoblois

Au Sud de Grenoble, la zone industrielle compte un site spécifiquement dédié à la surveillance des rejets : Champagnier. D'autres sites d'observation temporaires ont été installés dans le secteur au cours des dernières années. Sont suivis en continu sur cette zone industrielle le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. Les composés organiques volatils font également l'objet de mesures depuis 2002.

NO₂ et SO₂

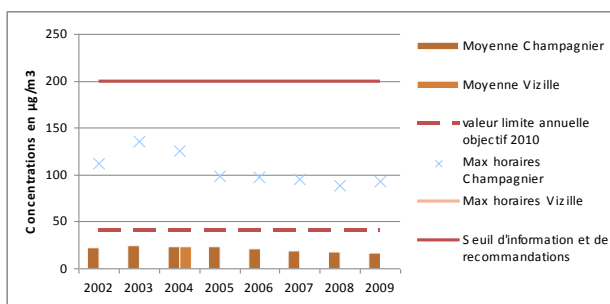


Figure 50 : évolution des concentrations moyennes annuelles et maxima horaires en NO₂ - ZI Grenoble

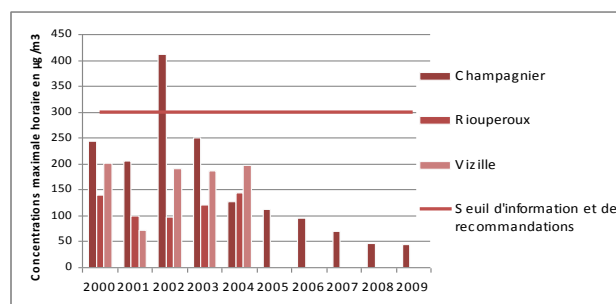


Figure 49 : évolution des maxima horaires en SO₂ - ZI Grenoble

Pour le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre, les concentrations moyennes annuelles depuis 2002 restent inférieures à la réglementation. Le seul dépassement réglementaire constaté est un dépassement du seuil d'information et de recommandations pour le dioxyde de soufre en 2002. Depuis, plus aucun dépassement n'a été recensé.

COV

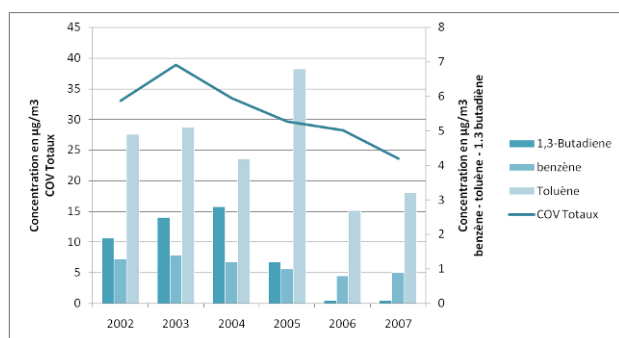


Figure 51 : évolution des concentrations moyennes annuelles en COV - ZI Grenoble

La moyenne annuelle en benzène reste inférieure à la réglementation et les maxima horaires mesurés sur la zone industrielle du sud grenoblois sont très largement inférieurs à ceux enregistrés sur la zone du sud lyonnais (16 µg.m⁻³ à Grenoble contre presque 1400 µg.m⁻³ à Lyon).

Concernant le 1,3-butadiène, l'objectif de moyenne annuelle de 2,25 µg.m⁻³ fixé par certains pays européens (dont l'Angleterre et l'Ecosse) a été dépassé en 2004. Suite à la fermeture du site le plus émetteur de COV sur cette zone industrielle, les niveaux ont nettement baissé pour atteindre des niveaux comparables à ceux mesurés en site rural.

L'étude réalisée en 2006-2007 sur les trois grandes zones industrielles de la région conclut sur le fait que certains polluants nécessitent des mesures complémentaires ou un suivi régulier :



- **Benzène** : les niveaux en moyenne annuelle se situent juste au-dessus de l'objectif de qualité de l'air, mais bien en-dessous de la valeur limite.
- **Formaldéhyde** : quelques valeurs mesurées dans l'air ambiant paraissent très élevées, puisque proches des deux valeurs guides existantes pour l'air intérieur.
- Le Toluène, les Xylènes, le chlorométhane, le dichlorométhane, le tétrachloroéthylène le tétrachlorométhane, le chlorobenzène, le 1.2-dichloroéthane, le chloroéthane ainsi que certains HAP sont également détectés.
- Enfin, concernant les métaux lourds, le nickel et le manganèse pourraient faire l'objet de mesures complémentaires.

Une mesure de particules PM₁₀ a également été effectuée durant l'année 2004. Avec une valeur moyenne de 32 µg.m⁻³, la valeur cible est respectée. 14 journées ont cependant dépassé le seuil d'information et de recommandations de 80 µg.m⁻³ en moyenne sur 24 heures sur cette même année. Ces mauvais résultats sont confirmés par l'étude.

Dioxines et métaux lourds

L'étude sur les dioxines et métaux lourds a fait l'objet de points de mesure autour de l'incinérateur d'ordures ménagères de l'agglomération grenobloise. Attention, celui-ci ne se situe pas dans la zone industrielle telle que définie dans ce document. Néanmoins, la problématique étant industrielle et pour simplifier la lecture, les résultats de cette étude sont présentés dans cette partie. Les résultats sont donnés pour l'année 2007.

Hormis pour le zinc, les concentrations des métaux dans l'air sont proches de ceux mesurés sur la référence urbaine du centre de Lyon. L'industrie reste l'émetteur majoritaire de ces métaux sauf pour le cuivre qui provient à plus de 85% du transport routier (proximité de l'axe A41).

Moyenne annuelle	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Tl	Va	Zn
Dans l'air ambiant ng.m ⁻³	3,2 2,5	0,8 0,7	0,3 0,6	3,4 3,8	0,2 0,2	20,3 19,7	13,0 7,9	0,1 0,1	2,2 3,0	12,7 9,6	0,1 0,1	1,4 3,4	66,4 49,3
Dans les retombées µg. m ⁻² .jour ⁻¹	0,9 0,7	0,3 0,2	0,2 0,1	2,5 2,6	0,2 0,3	16,3 15,7	11,2 10,6	0,1 0,1	1,1 1,7	2,9 4,7	0,4 0,2	1,2 2,2	-

En italique : moyenne observée en 2007 en référence urbaine (agglomération lyonnaise)

Quant aux **dioxines**, elles proviennent à 95% du secteur industrie/énergie sur la zone d'exploitation de l'incinérateur pour l'année 2005 (qui représente moins de 2% des émissions en dioxines rhônalpines). Les résultats montrent des concentrations proches du milieu rural et inférieures à celles mesurées dans l'agglomération lyonnaise (moyenne de 3,9 pg I-TEQ.m⁻².jour⁻¹ dans les retombées contre 6 pg I-TEQ.m⁻².jour⁻¹ à Lyon). Dans l'air ambiant cependant, les niveaux sont légèrement supérieurs (41,7 fg I-TEQ.m⁻³ contre 32,5 fg I-TEQ.m⁻³ dans l'agglomération lyonnaise).

De plus, dans le cadre du programme régional de surveillance de la qualité de l'air, une étude des concentrations de **mercure** dans l'air a été réalisée durant deux ans sur la station de mesures de Champs sur Drac (mesures en continu). Ce point a été choisi en raison de la proximité d'un établissement industriel émetteur de mercure.

Les résultats montrent que les mesures présentent des concentrations cohérentes par rapport aux autres données connues dans l'environnement avec une concentration moyenne sur la période janvier 2006 à octobre 2007 de 6,9 ng.m⁻³ (selon l'OMS, les niveaux du mercure en air ambiant sont de l'ordre de 5 à 10 ng.m⁻³). Il n'existe pour l'heure pas de réglementation pour le mercure dans l'air ambiant. Ces taux sont plus élevés que la concentration moyenne de mercure sur un site non influencé par l'industrie sans pour autant atteindre un taux qui, d'après l'OMS, présenterait un effet direct sur la santé. Sur la base de cette série de résultats, l'exposition chronique par inhalation, d'après un avis de la CIRE Rhône-Alpes, ne devrait pas générer de risque pour les populations.

Zone industrielle du Pays Roussillonnais



Carte 27 : stations de mesures - ZI Roches du Pays Roussillonnais

Deux polluants sont principalement mesurés sur la zone industrielle du Pays Roussillonnais : le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. L'étude Air et Santé de 2006-2007 donne des indications sur les autres polluants tels que les composés organiques volatils. De plus, les dioxines et métaux lourds sont suivis depuis 2007.

NO₂ et SO₂

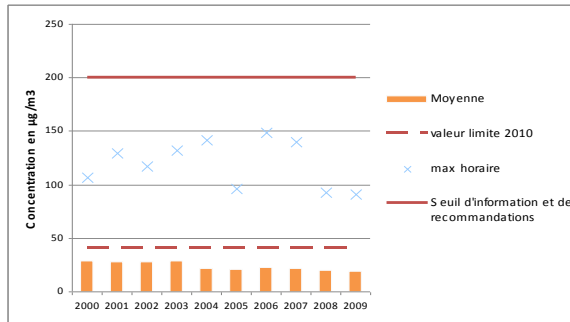


Figure 52 : évolution des concentrations moyennes annuelles et maxima horaires en NO₂ - ZI Pays Roussillonnais

Le NO₂ et le SO₂ respectent les valeurs limites en moyenne annuelle. Une baisse des niveaux est constatée en dioxyde d'azote : d'environ 30 µg.m⁻³ en 2000, les concentrations passent en 2009 à 19 µg.m⁻³.

Cependant ces niveaux paraissent importants au regard de la faible densité de population, ce qui peut s'expliquer par d'autres sources de pollution (proximité de l'A7 notamment).

Quant au dioxyde de soufre, même si les concentrations sont plus élevées que dans les plus grandes agglomérations, elles restent toujours très inférieures en moyennes annuelles à la valeur limite 2010 (environ 10 µg.m⁻³ pour une valeur limite à 50 µg.m⁻³). Les maxima horaires enregistrés restent cependant très élevés pouvant atteindre 1600 µg.m⁻³ alors que le seuil d'information et de recommandations pour les personnes sensibles est fixé à 300 µg.m⁻³ sur une heure.

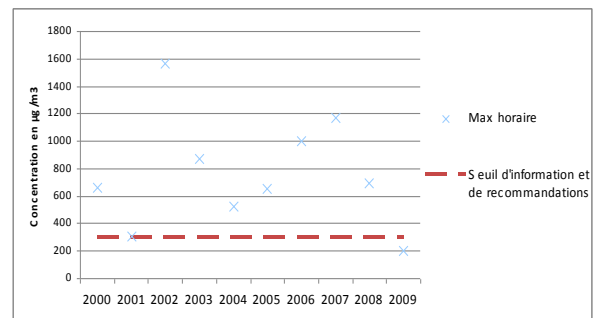


Figure 53 : évolution des maxima horaires en SO₂ - ZI Pays Roussillonnais

Comme sur les autres zones industrielles de la région, même si la moyenne annuelle en dioxyde de soufre est respectée, des épisodes de pollution sont enregistrés. Ainsi le seuil d'information et de recommandations a été dépassé tous les ans de 2000 à 2008. 2009 a été caractérisé par une absence de dépassement. Le nombre de jours pollués varie entre 11 en 2003 et 0 en 2009.

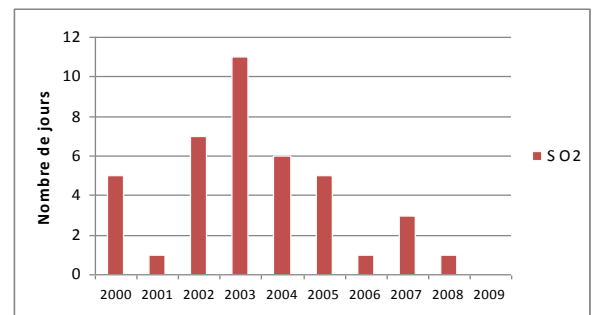


Figure 54 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations en SO₂ - ZI Pays Roussillonnais



Dioxines et métaux lourds

La zone industrielle du Pays de Roussillon a été également intégrée dans le programme dioxine – métaux lourds. En 2007, des mesures ont été effectuées dans les retombées atmosphériques uniquement.

Moyenne annuelle	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	Tl	Va
Dans les retombées	1,6	0,4	0,3	4,3	0,5	27,0	18,6	0,1	3,6	34,1	0,1	3,0
µg. m⁻².jour⁻¹	0,7	0,2	0,1	2,6	0,3	15,7	10,6	0,1	1,7	4,7	0,2	2,2

En italique : moyenne observée en 2007 en référence urbaine (agglomération lyonnaise)

Hormis pour le plomb et le cuivre pour lesquels les niveaux sont beaucoup plus importants que pour la référence urbaine, les concentrations en métaux lourds ne montrent pas de particularités.

Concernant les dioxines/furanes, malgré des émissions au km² faibles comparativement aux autres zones industrielles et au site de référence urbain, l'environnement industriel de cette zone a marqué certains résultats : les valeurs maximales ont été mesurées sur cette zone. La moyenne relevée pour l'année 2007 est de 33,0 pg I-TEQ.m⁻².jour⁻¹ contre 6 pg I-TEQ.m⁻².jour⁻¹ sur le point de référence urbain.

92% des émissions de dioxine proviennent, sur ce secteur, de l'industrie / production d'énergie.

Les autres polluants

L'étude Air et Santé 2006-2007 montre que certaines molécules devraient faire l'objet de mesure complémentaires en raison des niveaux relevés : les particules PM₁₀, le benzène, le formaldéhyde, le toluène, les xylènes, le chlorométhane, le dichlorométhane et le tétrachloroéthylène. De même, et en particulier pour cette zone industrielle, une importance devra être attachée aux COV précurseurs de l'ozone (et plus particulièrement : isoprène, acétylène, iso-pentane et autres alcanes...) ainsi qu'au chloroéthane.

Zone industrielle de St Jean de Maurienne



Carte 28: stations de mesure de la ZI de St Jean de Maurienne

La zone industrielle de St Jean de Maurienne se confond en partie avec l'unité urbaine étant donné l'emplacement des industries. Les polluants qui sont particulièrement suivis sont le dioxyde de soufre, et plus récemment les HAP.

Comme pour les autres zones industrielles de la région, les concentrations moyennes annuelles respectent largement l'objectif de qualité mais des pointes de pollution sont mesurées régulièrement, en particulier sur la station de St Julien Montdenis. Ainsi en 2006, 15 journées ont compté au moins un dépassement du seuil d'information et de recommandations pour le dioxyde de soufre.

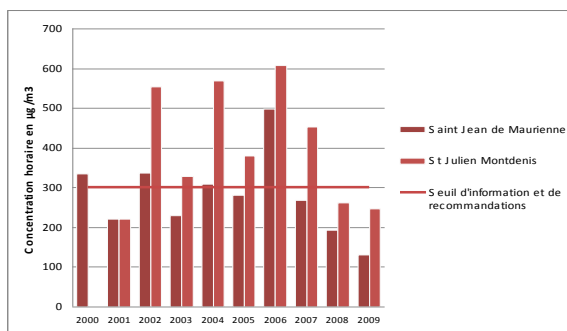


Figure 57 : évolution des maxima horaires en SO₂ - ZI St Jean

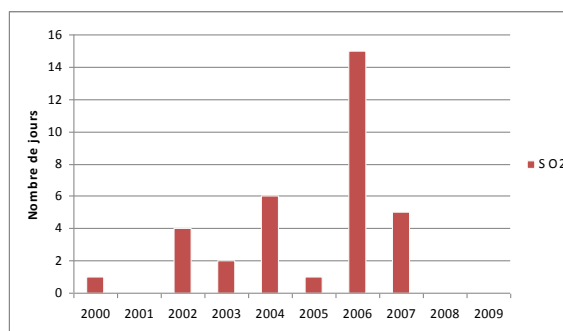


Figure 57 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations en SO₂ - ZI St Jean

Sur la commune d'Hermillon, une campagne de mesure d'un an sur 2006-2007 en HAP a montré des résultats qui dépassent la valeur cible 2012 avec une moyenne de 1,1 µg.m⁻³. Face à ce constat, des études complémentaires devraient être effectuées.

Zone industrielle de St Bauzile



Carte 29 : station de mesure de la ZI de St Bauzile

Suite à des campagnes de mesures réalisées en 2003-2004, cette zone est suivie en continu depuis 2007 pour le dioxyde de soufre.

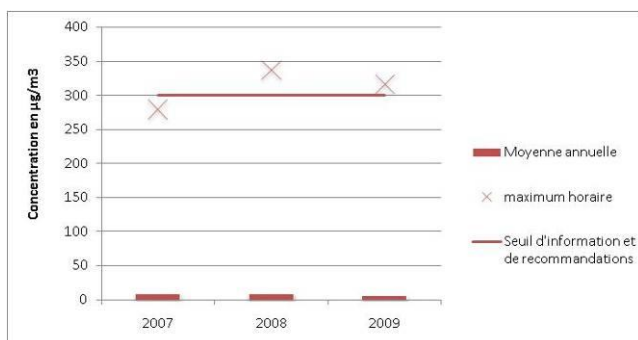


Figure 58: évolution des moyennes horaires et maxima horaires en SO₂ - ZI St Bauzile

Durant ces 3 années de mesure, le seuil d'information et de recommandations a été dépassé en 2008 et 2009.

Quant à la moyenne annuelle, elle reste très inférieure à l'objectif de qualité de 50 µg.m⁻³.



Les études en zone industrielles

De nombreuses études d'investigation ont été réalisées sur la région Rhône-Alpes (Cf. carte du début de chapitre). La plupart ne montrent pas de dépassements de seuil réglementaires et seules les études qui ont montré des niveaux particuliers sont abordées dans cette partie.

Etude des HAP dans la zone industrielle de Vénissieux

Une étude de surveillance des HAP a été menée en proximité industrielle sur la commune de Vénissieux. Depuis 2004, elle montre que les concentrations de Benzo(a)Pyrène varient entre 1,2 et 1,8 ng.m⁻³ et dépassent ainsi chaque année la valeur cible imposée à partir de 2012 (1 ng.m⁻³). Les niveaux de B(a)P sont supérieurs aux autres sites de surveillance en Rhône-Alpes investigués jusqu'à présent et les mesures ont été pérennisées.

••• Plus d'informations sur la toile

La plaquette et le rapport complet sont téléchargeables sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org mot clé HAP

Etude des COV à Froges

Une étude des composés organiques volatils a été menée en proximité industrielle dans la vallée du Grésivaudan (Grenoble – Chambéry) sur la commune de Froges en 2000 puis en 2006.

En 2000, les résultats montraient des niveaux importants et donc des interrogations concernant les risques sanitaires liés à la présence de 2-butanone et de chlorure de vinyle. De plus, les conclusions de l'étude montraient également la présence de COV précurseurs de l'ozone pouvant agir sur l'activité photochimique et la formation de l'ozone sur une partie de l'agglomération grenobloise.

Les mesures 2006 ont été menées sur le même site de manière à pouvoir assurer une analyse comparative. Une baisse moyenne de 40% est enregistrée entre 2000 et 2006 pour les concentrations en COV relevées sur le site. Un certain nombre de composés chimiques tels que l'isoprène ne sont plus détectés en raison de la fermeture du site Atofina-Froges en 2002. Ce site reste sous l'influence de l'industrie notamment au regard des composés tels que la 2-butanone et le butyraldéhyde.

Plan dioxines/furanes - Métaux lourds

En 2006, les réseaux de surveillance rhônalpins ont mis en place avec des partenaires industriels un programme pluriannuel de surveillance des dioxines et des métaux lourds. Ce programme comprenait à ses débuts 6 partenaires industriels. Depuis, 7 autres partenaires ont rejoint ce programme de surveillance. Un point de référence urbaine (Lyon) a également été intégré à ce programme.

Deux objectifs principaux ont motivés cette étude : d'une part l'amélioration des connaissances et la constitution d'une première base de données pour, à terme, servir dans des évaluations d'impact sanitaire ; et d'autre part pour vérifier les niveaux par rapport aux valeurs réglementaires.

Les premières mesures se sont déroulées dans le Sud Lyonnais, l'agglomération grenobloise, le Pays Roussillonnais et le Val de Saône, du fait de la présence d'unités d'incinération. Les résultats des trois premières zones industrielles sont présentés ci-avant.

Les résultats acquis en 3 ans de mesure ont permis de constituer une base de données importante concernant ces polluants en Rhône Alpes. Ces données permettent aujourd'hui d'appréhender les niveaux rencontrés dans les différents environnements et notamment d'établir des valeurs seuils concernant les dioxines. En effet, les dioxines ne sont pas réglementées dans l'air ambiant et les données accumulées depuis 3 ans ont permis d'identifier des seuils au-delà des quels les niveaux peuvent être caractérisés comme significativement supérieurs aux niveaux rencontrés en zone de fond.

En 2009, les évolutions du cadastre ont permis notamment la prise en compte de la mise aux normes des incinérateurs. Cette mise aux normes des incinérateurs a fait significativement diminué la part du secteur industriel dans les émissions de dioxines en Rhône Alpes.

Synthèse des résultats

	NO ₂		SO ₂		PM ₁₀		COV	HAP	Métaux lourds	aldéhydes
	Moyenne annuelle	Pointe	Moyenne annuelle	Pointe	Moyenne annuelle	Pointe	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle
Sud lyonnais									2006	2006
Sud grenoblois					2006	2004	2006	2006	2006	2006
Pays Roussillonnais					2006	2006	2006	2006	2006	2006
St Jean Maurienne										
St Bauzile										
Vénissieux										
Vallée Grésivaudan	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2000			

■ Respecte la réglementation

■ A surveiller : s'approche de la réglementation ou montre des niveaux plus élevés qu'en situation de fond

■ Ne respecte pas la réglementation ou présente des niveaux élevés en cas d'absence de réglementation

4.D. Zoom sur une étude de l'exposition

L'étude Air et Santé importante menée en 2006-2007 a permis de compléter les connaissances en terme de qualité de l'air sur les trois zones (sud lyonnais, sud grenoblois et pays roussillonnais) pour les 85 polluants mesurés et également d'évaluer les risques sanitaires associés aux expositions chroniques par inhalation de 41 des polluants ciblés.

Des risques sanitaires potentiels, liés aux concentrations mesurées dans l'air, n'ont été identifiés que pour certains COV. En effet, les expositions par inhalation aux métaux lourds et aux HAP ne sont pas susceptibles de générer des risques sanitaires sur les trois zones d'étude.

Pour l'ensemble des polluants étudiés, il n'y a pas d'effet toxique à seuil attendu (effets sur le système respiratoire, le système nerveux central, le foie, les reins..., susceptibles de survenir au-delà d'un seuil d'exposition). Seule l'exposition par inhalation au formaldéhyde sur Jarrie/Champ-sur-Drac pourrait induire des irritations des yeux, du nez et de la gorge.

Sous l'hypothèse de concentrations d'exposition similaires dans le passé et dans l'avenir, les nombres potentiels de cas de cancers en excès sur les zones d'étude susceptibles de survenir en lien avec les expositions étudiées restent très faibles : autour de 1 ou 2 cas de cancer en excès durant la vie entière des 90 000 personnes exposées, au total sur les 3 zones d'étude.

Pour certains COV, les expositions par inhalation conduisent ainsi à des risques cancérigènes potentiels faibles mais supérieurs au niveau communément admis comme acceptable.

Les COV suivants apparaissent donc prioritaires pour la mise en œuvre d'actions de réduction des émissions :

- pour la zone du sud lyonnais : chlorure de vinyle monomère, benzène, 1,3-butadiène, tétrachloroéthylène, acétaldéhyde, formaldéhyde ;
- pour la zone du sud grenoblois : benzène, 1,2-dichloroéthane, formaldéhyde ;
- pour la zone de Roussillon : benzène, formaldéhyde.

Cette étude est cependant à prendre avec précaution en raison des incertitudes concernant le calcul des concentrations d'exposition à partir de mesures réalisées sur une seule année et sur seulement une trentaine de jours.

••• Plus d'informations sur la toile

La plaquette et le rapport complet sont téléchargeables sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org mots clés : Air et Santé, zones industrielles



4.E. Perspectives et conclusions

La surveillance des zones industrielles montre que, pour les polluants « classiques », des épisodes de pollution sont toujours ponctuellement mesurés, en particulier pour le dioxyde de soufre. En revanche, les moyennes annuelles respectent les valeurs réglementaires hormis pour les particules.

L'extension de la mesure à d'autres polluants tels que les COV, les HAP, les dioxines, les métaux lourds et les aldéhydes montre que certaines molécules peuvent être localement plus élevées sur les zones industrielles que dans les agglomérations. Cependant, nombre de ces polluants ne sont pas encore réglementés et leur surveillance débute. Aussi des travaux devraient être menés sur ces polluants afin de mieux connaître le risque pour les habitants à proximité des zones industrielles.

De plus, tous les plus gros émetteurs rhônalpins n'ont pas encore été sondés. L'application du Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air devrait couvrir l'ensemble de ces industries.

Pour finir, l'amélioration de la qualité de l'air dans ces zones dépend essentiellement de la réglementation et des contraintes fixées aux industriels.



5. Milieu rural

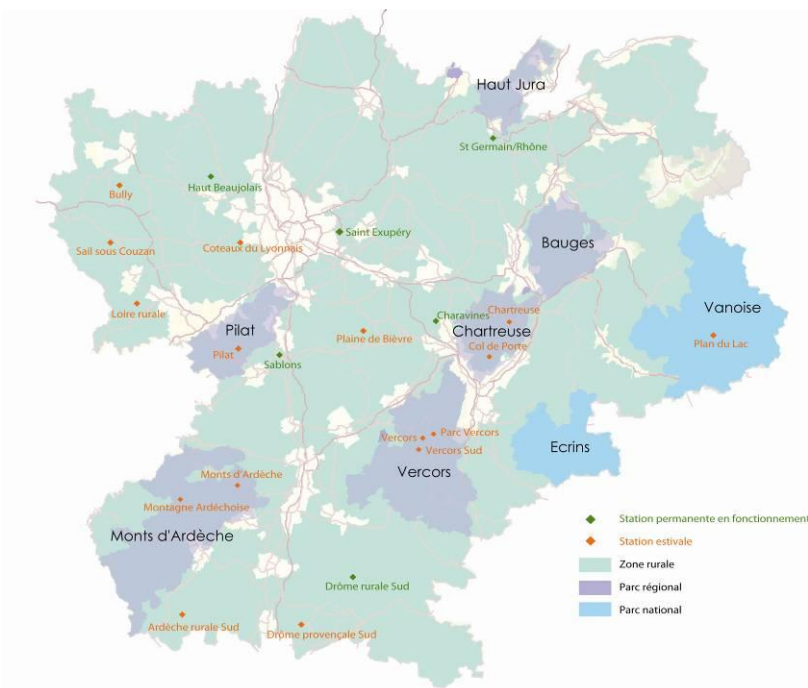
Le milieu rural est une très vaste zone regroupant tout ce qui n'est pas urbain, trafic ou industriel. Aussi cette zone est-elle très hétérogène : petites agglomérations (inférieures à 10 000 habitants), zones de plaines et zones de montagnes.

Un tiers de la superficie de la région est destinée aux surfaces agricoles. Aussi, même si l'agriculture et l'agroalimentaire ont un faible poids dans l'économie de Rhône-Alpes, leur rôle est essentiel dans l'aménagement du territoire et pour certaines productions telles l'arboriculture fruitière et la viticulture (source : agreste.agriculture.gouv.fr).

Les activités humaines qui en résultent ne sont pas sans affecter la qualité de l'air.

Enfin, les pollens, sources d'allergies, sont également étudiés dans la région Rhône-Alpes.





Carte 30 : milieu rural et stations de mesure au 31/12/2009

La surveillance du milieu rural est effectuée en continu et sur toute l'année sur les stations du Haut Beaujolais (Rhône), de Charavines (Isère), de Drôme Rurale Sud (Drôme), Sablons (Isère), Saint Germain (Ain) et St Exupéry (Rhône). Les autres stations sont installées temporairement durant la période estivale pour suivre un polluant particulier : l'ozone.

Avec le modèle PREVALP, la surveillance est complétée pour l'ensemble de la région pour l'ozone, les particules et

le dioxyde d'azote.



5.A. Emissions du milieu rural

Le milieu rural, même s'il n'est pas l'émetteur majeur de polluants de la région, contribue à la pollution de l'atmosphère. En effet, certaines molécules sont rejetées dans l'atmosphère par des sources anthropiques ou naturelles (cas des composés organiques volatils non méthaniques COVNM qui sont émis à près de 50 % par les forêts, essentiellement par les conifères). De même, l'activité n'y est pas nulle et l'agriculture représente aussi une source de pollution. Enfin le territoire regroupe 2 060 000 habitants qui vivent, se déplacent et travaillent dans cette zone et sont à l'origine de nombreux polluants. Toutes les problématiques (trafic, urbain, ...) existent donc, mais dans une moindre mesure.

Concernant l'inventaire des émissions en milieu rural, sont pris en compte les sources biotiques (essentiellement émissions et feux de forêts) et le secteur de l'agriculture et sylviculture. Ce dernier inclus les émissions des engins agricoles (tracteurs), du chauffage des bâtiments, des activités relatives aux labours, aux cultures, à l'élevage, au brûlage des résidus agricoles...

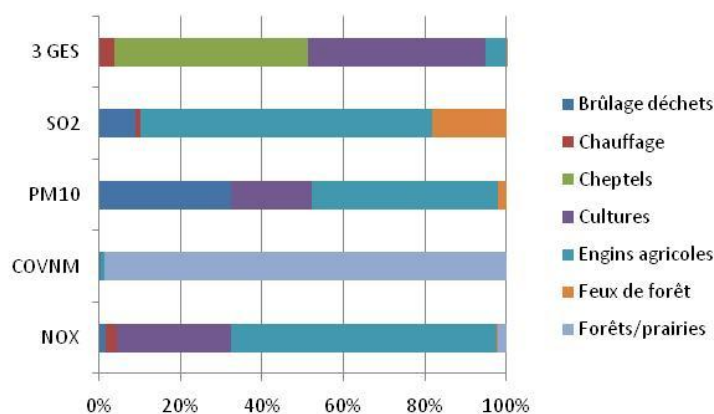
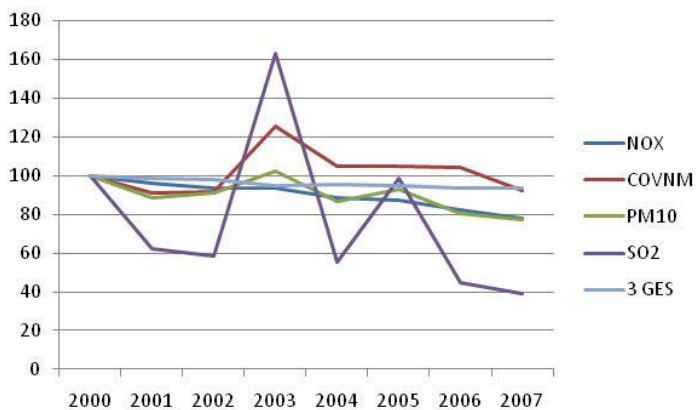


Figure 59: contribution des activités aux émissions agricoles et naturelles en 2007

En 2007, les sources d'émissions du secteur agricole/nature sont variées : les forêts et prairies constituent la quasi-totalité des émissions de COVNM, tandis que les feux de forêt émettent du SO₂ à hauteur de 20% de ce secteur. Les engins agricoles sont une source importante d'émissions de polluants primaires (NO_x, SO₂, PM₁₀). Le brûlage de films plastiques et déchets agricoles est une source d'émissions de PM₁₀. Les émissions de GES sont essentiellement liées aux cultures et à l'élevage.



L'évolution 2000-2007 des émissions en polluants classiques montre une diminution de l'ordre de 20%, plus marquée pour le SO₂ (diminution des consommations de combustibles soufrés comme le fioul). Les émissions de COVNM et des 3 GES inventoriés sont quant à elles plutôt stables. L'année atypique de la canicule 2003 est marquée par des émissions biogéniques plus importantes, notamment une recrudescence des feux de forêt.

Figure 60: évolution 2000-2007 des émissions agricoles et naturelles

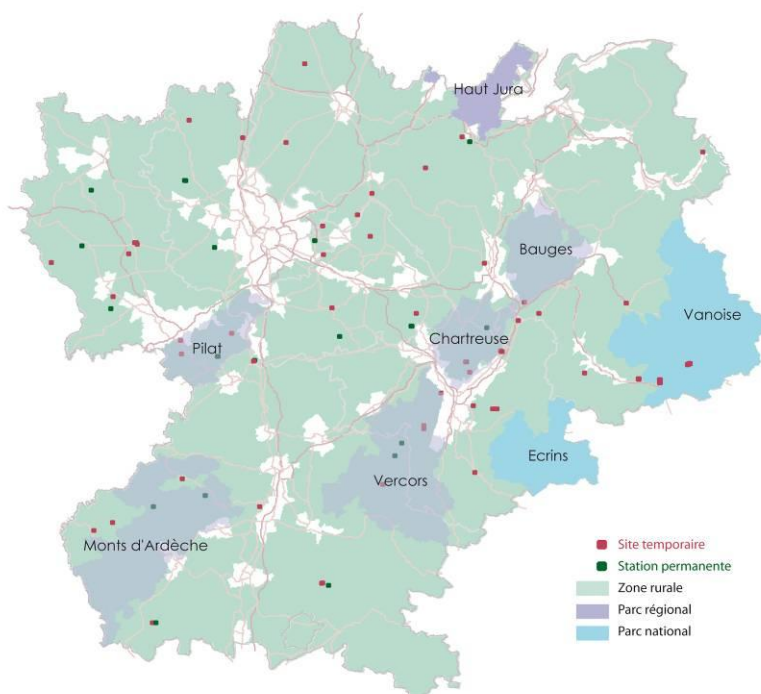
Les pesticides ne sont actuellement pas répertoriés dans le cadastre des émissions. Néanmoins, ils représentent une problématique importante en milieu rural : en effet, ils sont émis en grande partie en zone agricole. En effet, selon l'Observatoire régional de la Santé Rhône-Alpes (2007 - Tableau de bord régional Santé Environnement), « la France est le premier consommateur européen en tonnage mais un utilisateur moyen selon le tonnage rapporté à l'hectare. En Rhône-Alpes, plus de 6100 tonnes sont utilisées annuellement (85% en zones agricoles, 15% en zones non agricoles).



5.B. Evolution de la surveillance

La surveillance rurale du fait de l'hétérogénéité du milieu au niveau régional, nécessite de couvrir différents types de territoire : plaines, vallées, montagnes jusqu'en haute altitude avec des problématiques bien différentes.

Les points de mesure sont donc épars. Si chacun d'entre eux est représentatif d'un grand territoire, les points de mesure sont beaucoup moins nombreux en milieu rural et une stratégie de surveillance, bien que mise en place pour l'ozone depuis des années, reste à finaliser pour les autres polluants.





5.C. Evolution des polluants et exposition de la population

La surveillance en milieu rural est réalisée via 6 stations fixes permanentes. Des stations estivales rurales sont temporairement installées pour renforcer le suivi de l'ozone. D'autres outils sont également utilisés avec des campagnes de mesure par moyen mobile ou encore via la modélisation.

Sont abordés dans cette partie les polluants potentiellement présents en milieu rural, à savoir l'ozone, les pesticides, les HAP et les pollens.

L'ozone

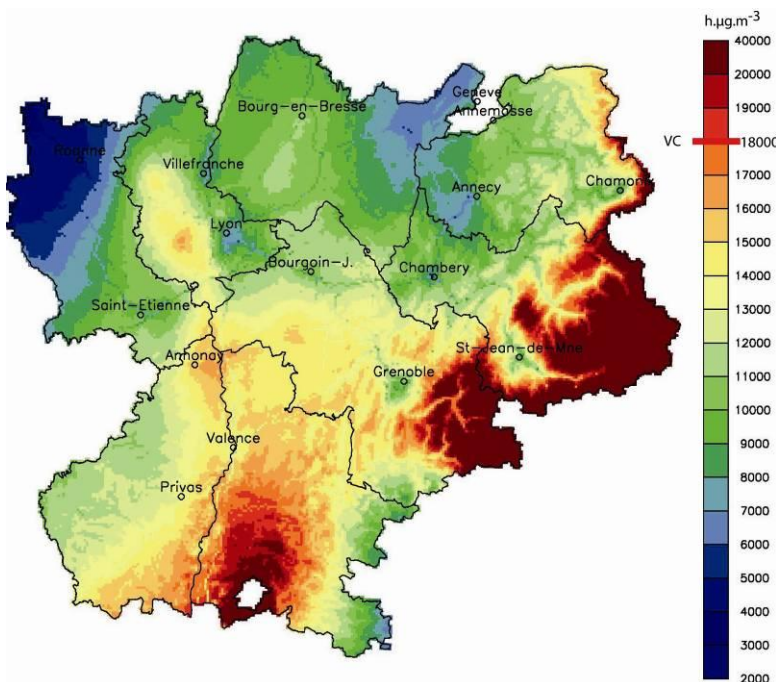
L'ozone est un polluant secondaire, c'est à dire non émis directement par une source polluante. Les processus chimiques de formation et de destruction de l'ozone dans l'atmosphère sont très complexes : il se forme sous l'action du rayonnement solaire (rayons UV) en présence d'autres polluants déjà présent dans l'atmosphère : oxydes d'azote et composés organiques volatils (COV). Une autre particularité de la pollution à l'ozone est sa répartition géographique. En milieu urbain, à proximité des axes de circulation, les concentrations moyennes d'ozone sont plus faibles qu'en milieu rural.

... NOTA

Ne pas confondre ! Dans la stratosphère (entre 10 à 60 km d'altitude), l'ozone est présent naturellement et agit comme un filtre naturel qui protège la surface de la Terre du rayonnement solaire UV : c'est la couche d'ozone. Dans la troposphère (de 0 à 10 km d'altitude), ce même composé est nocif pour la santé.

L'ozone et la végétation

Une valeur réglementaire est fixée pour la protection de la végétation : l'AOT 40. Il exprime un excédant d'ozone au-delà duquel la végétation peut être affectée. La valeur cible pour la protection de la végétation est fixée à 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$.



L'AOT est distribué de manière très hétérogène sur la région. Les fortes valeurs sont localisées en milieu rural, sur les massifs montagneux et dans la Drôme méridionale. Les régions montagneuses sont soumises à des niveaux d'ozone de fond très souvent supérieurs à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en absence de NOx en continu (polluant qui participe à la chimie de l'ozone et notamment la nuit à sa destruction en l'absence de rayonnement UV). La Drôme méridionale et en moindre mesure l'Ardèche méridionale sont soumises, en plus de l'ozone produit localement, à des imports de masses d'air méditerranéennes riches en ozone. Dans ces deux zones, l'AOT40 dépasse 20 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$. Seuls le nord ouest de la Loire et le massif du Bugey respectent cette valeur réglementaire en 2007. La végétation des parcs naturels de montagne et de nombreuses zones sensibles est donc soumise à des niveaux

Carte 32 : valeur de protection de la végétation (1/05 au 31/07) en $\text{h}\cdot\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2007 avec données de stations assimilées

d'ozone critiques. En effet, la pollution photochimique provoque des perturbations du métabolisme et de la photosynthèse, une baisse de productivité, l'apparition de nécroses foliaires,...

Ozone et montagne

Les zones de montagne ne sont pas épargnées par l'ozone comme le montrent les différentes cartes. En effet, plus l'altitude augmente, plus les niveaux d'ozone sont importants. Ce phénomène s'explique par la chimie de ce polluant : avec l'altitude, le rayonnement ultraviolet augmente et favorise ainsi la formation de l'ozone. De plus, les molécules à l'origine de la destruction nocturne de l'ozone ne sont pas présentes sur les massifs. La combinaison de ces deux facteurs engendre des niveaux importants. Cette augmentation des niveaux d'ozone avec l'altitude est clairement visible entre 1000 et 2000 mètres ; au-delà, les concentrations se stabilisent.

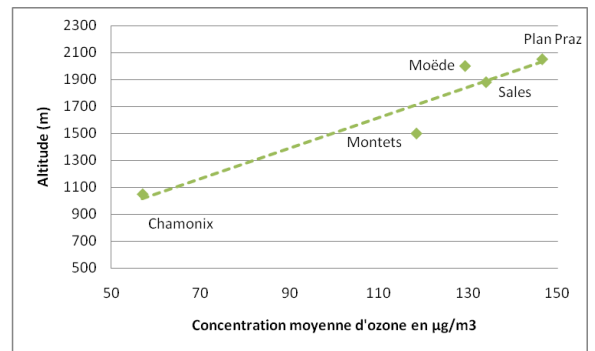


Figure 61: concentrations d'ozone en fonction de l'altitude

••• Pour voir plus loin

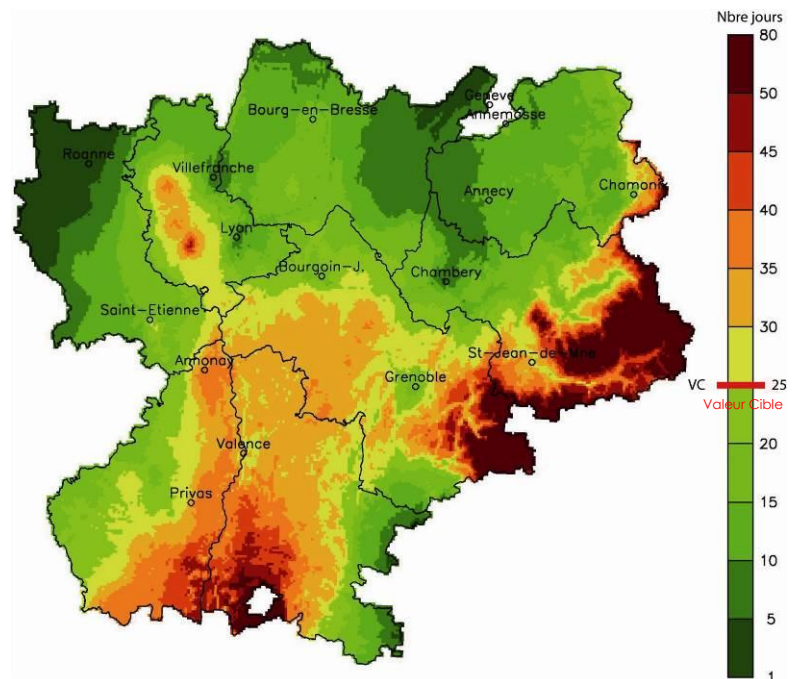
Les niveaux d'ozone en montagne sont suivis depuis le début du 19^{ème} siècle. Même si les techniques de mesure ont évolué, les résultats montrent une multiplication par 5 des concentrations au Pic du Midi (2877 m d'altitude). Cette hausse considérable semble toutefois s'atténuer depuis 1990 en lien avec un ralentissement des émissions de polluants précurseurs.

Ozone et santé

Un seuil de vigilance est fixé pour la santé humaine ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en moyenne glissante 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an). Au delà de cette valeur, un risque potentiel pour la santé existe.

La carte présente le nombre de jours de dépassement de cette valeur réglementaire en 2007. Comme pour l'AOT 40 (végétation), les zones de la région les plus touchées sont les zones septentrionales (sud de la Drôme et l'Ardèche) et le massif alpin. A noter, dans le Rhône, l'influence de Lyon sur les monts du lyonnais à l'ouest de l'agglomération.

En croisant cette carte avec la répartition de la population (données 2006), se sont près de 27 % des habitants du milieu rural qui sont soumis à des concentrations qui dépassent le seuil pour la santé humaine.



Carte 33: nombre de jours de dépassement de $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en moyenne glissante 8 heures en 2007 avec données de stations assimilées



Les épisodes de pollution

Le nombre d'épisode de pollution en ozone d'une année sur l'autre, varie fortement en fonction des conditions météorologiques, l'ensoleillement étant un critère de formation de ce polluant. Ainsi, l'été 2003, année de la canicule compte 36 jours de dépassements du seuil d'information et de recommandations alors que depuis 2007 leur nombre a considérablement baissé (conditions météorologiques moins propices).

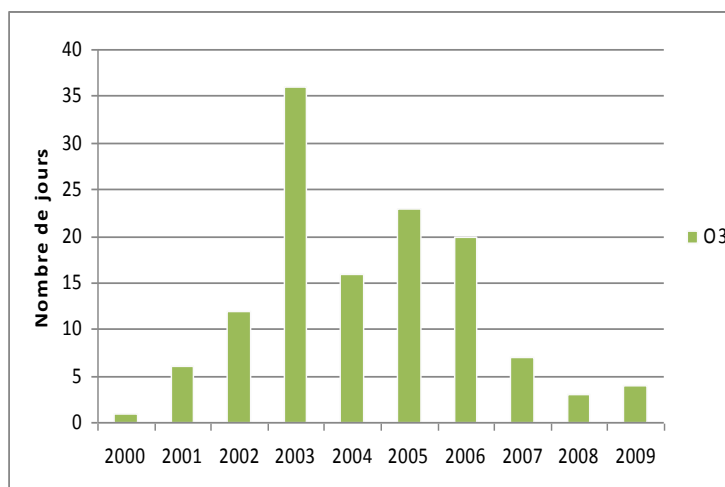


Figure 62: nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations en ozone - Zone rurale

••• A noter

que le nombre de stations a augmenté entre 2000 et 2003, expliquant aussi la hausse du nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations sur cette période.

Les zones de plaines et la problématique des pesticides

Une grande variété de pesticides est utilisée dans la région du fait de la diversité des cultures (fruits, viticulture, maraîchage, culture des céréales, ...). Lors des épandages et après traitement par évaporation, une partie des produits épandus se retrouve dans l'atmosphère, présentant ainsi un risque potentiel pour la population et les écosystèmes. Si les effets aigus des substances phytosanitaires sont connus (troubles cutanés, hépato-digestifs, ophtalmologiques, neuromusculaires, respiratoires et ORL), les effets sur le long terme font l'objet de nombreuses controverses (risques de cancers, de troubles neurologiques, de troubles de la reproduction et du développement, de perturbations endocriniennes) et l'ingestion semble être la voie majoritaire d'exposition.

Il n'existe pas de norme concernant les pesticides dans l'air : ces produits sont réglementés dans les eaux et dans l'alimentation seulement.

Un programme d'évaluation de la présence des phytosanitaires dans l'air a été mené sur 3 ans. Les sites ont été localisés dans différents secteurs agricoles de la région Rhône-Alpes afin de mieux caractériser les différents profils de pesticides dans l'air et d'identifier d'éventuelles zones sensibles vis-à-vis de cette pollution. Une liste d'environ 80 composés ont été sélectionnés et analysés en fonction de leur utilisation, de leurs propriétés physico-chimiques et de leur toxicité. 7 secteurs ont été investigués :

1^{er} volet en 2006-2007 : Plaine du Forez (maraîchage / grande culture) dans la Loire et Vallée du Rhône / Drôme (arboriculture – viticulture).

2^{ème} volet en 2007-2008 : viticulture dans le Beaujolais, grandes cultures dans la Plaine de Bièvre et périurbain de l'agglomération de Valence (Ardèche).

3^{ème} volet en 2008-2009 : Secteur d'arboriculture (pommes principalement) dans le parc naturel régional du Pilat (Loire) et une zone éloignée des cultures dans le parc national des Ecrins (Isère).



Les résultats des deux premiers volets du programme d'évaluation montrent que :

→ **La signature des cultures environnantes est bien visible.**

Le « portrait » dressé pour chaque site montre des différences entre les secteurs en lien avec les cultures étudiées, qui ont une influence nette sur la fréquence et le niveau des substances présentes dans l'air.

→ **Certaines substances sont omniprésentes.**

Le lindane, une substance insecticide interdite, est retrouvé de manière homogène sur les secteurs étudiés à de faibles concentrations. Cet élément témoigne d'un phénomène à grande échelle, de revoatilisation depuis le sol ou d'apports extérieurs. Les herbicides du maïs sont également présents au printemps sur l'ensemble des sites, en lien avec une culture implantée sur tous les secteurs.

→ **La période d'avril à octobre est celle où le plus grand nombre de pesticides sont mesurés dans l'air,**

Ceci en lien avec les périodes de traitement, qui sont plutôt cohérentes avec les périodes de détection, même si certaines molécules sont détectées plusieurs semaines après leur date de traitement théorique (cas des herbicides).

→ **Les tendances relevées en Rhône-Alpes sont comparables aux observations sur le territoire national**

De même que pour les différents secteurs de la région Rhône-Alpes, des spécificités, liées au type de cultures environnantes, et des points communs apparaissent entre les sites de Rhône-Alpes et ceux du territoire national. En effet, chaque région possède ses propres caractéristiques agricoles.

Parmi les points communs, le **folpel** et le **chlorothalonil(fongicides)**, apparaissent comme les substances présentant régulièrement les concentrations les plus élevées. De même, certaines substances sont parmi les plus détectées sur l'ensemble des sites comme le **lindane**, **la trifluraline** et **la pendiméthaline**.

Les résultats du dernier volet du programme de surveillance viendront compléter ces éléments. Le bilan des trois ans de mesure permettra d'orienter ensuite la surveillance pour les années à venir.

••• **Plus d'informations sur la toile**

La plaquette et le rapport complet sont téléchargeables sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org Mot clé : pesticides



Les HAP dans les zones de montagne

Si les HAP sont essentiellement émis par le secteur industriel (jusqu'en 2003), les concentrations en milieu rural peuvent potentiellement être importantes en lien avec le chauffage au bois. Une étude a ainsi été menée en partenariat avec le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) durant l'hiver 2004-2005 dans un village de moyenne montagne, Méaudre, dans le massif du Vercors.

L'étude avait pour but de mettre en évidence l'influence potentielle du chauffage au bois sur la qualité de l'air : celle-ci a été montrée par la relation entre la température extérieure et les concentrations : lorsque la température diminue, les concentrations en HAP augmentent. Le trafic étant très faible et l'utilisation du chauffage bois majoritaire sur la commune, cette hausse est directement liée à l'intensification de l'utilisation du chauffage domestique.

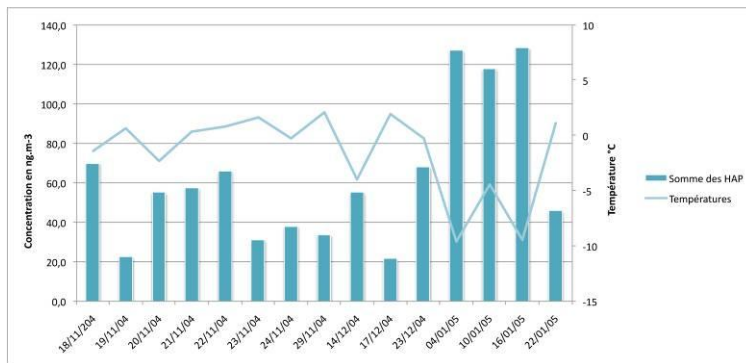


Figure 63 : température et HAP - Etude de Méaudre

Par comparaison avec les autres stations de mesures rhônalpines, les résultats montrent des niveaux importants, pouvant s'approcher de ceux de l'agglomération grenobloise, et dépassant, sur la période d'étude, la valeur cible annuelle pour le benzo(a)pyrène.

De nouvelles études sont actuellement en cours pour trouver des traceurs propres à chaque activité/source (molécules spécifiques). Pour le chauffage bois, une étude est menée sur le

lévoglucosan en collaboration avec le MEEDDAT, l'ADEME, le CITEPA, le CSTB et l'Université de Savoie.

••• Plus d'informations sur la toile

le rapport complet est téléchargeable sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org Mots clés : HAP, Méaudre

La surveillance des pollens

La surveillance des pollens se fait en collaboration avec le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA – www.pollens.fr) qui calcule un risque allergique hebdomadaire. Celui-ci est établi à partir de la comptabilisation du nombre de grains de pollens dans l'air, de leur potentiel allergisant et en tenant compte des facteurs météorologiques.



Les AASQA de Rhône-Alpes sont partenaires du RNSA notamment dans l'Isère où l'ASCOPARG et SUP'Air réalisent des comptages polliniques de Grenoble et de Roussillon.

Par ailleurs, les résultats des indices polliniques sont diffusés sur le site Internet www.atmo-rhonealpes.org et chaque internaute peut s'abonner pour recevoir la mise à jour hebdomadaire.

Zoom sur l'ambroisie

Originnaire d'Amérique du Nord, l'ambroisie est une espèce envahissante avec un fort potentiel allergisant puisque 15 à 20% des rhônalpins y serait sensibles. Pionnière et opportuniste, elle s'installe sur les terres dénudées (terres retournées, chantiers...).

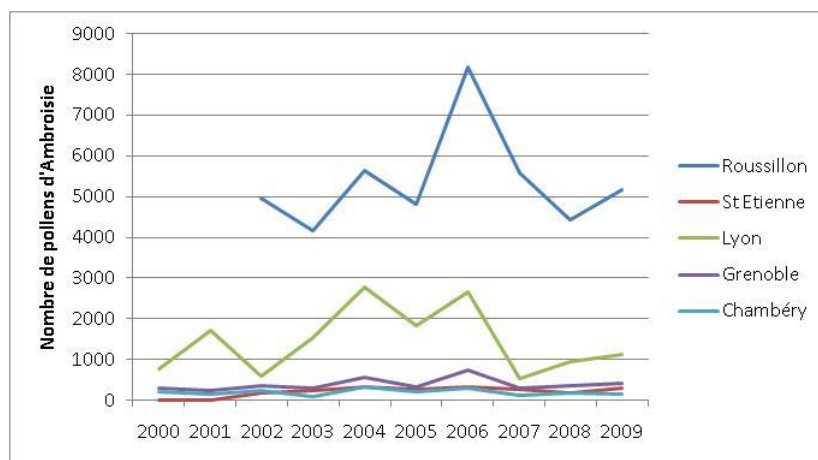


Figure 64: Evolution du nombre de pollens d'Ambroisie
- Source : RNSA

L'ambroisie est déjà très présente en Rhône-Alpes, en particulier dans le Nord Isère et la Vallée du Rhône comme le montre la figure 60. La baisse clairement visible pour l'année 2007 sur toutes les agglomérations est liée à des conditions météorologiques maussades au moment de la pollinisation de l'ambroisie. Hormis pour cette année particulière, les pollens d'ambroisie sont globalement en hausse. Des campagnes d'arrachage ou de fauchage avant floraison sont mis en place. En Ardèche, dans la Drôme, l'Isère, la Loire ou le Rhône, des arrêtés préfectoraux prescrivent la destruction obligatoire de l'ambroisie.

Vers une prévision des pics de pollens

Pour aller plus loin et prévoir les épisodes de « pollution pollinique », un projet de modélisation des pollens (bouleau et ambroisie) est mis en place en relation sur la région Rhône-Alpes en relation avec les experts nationaux des pollens, les organismes de surveillance ou de recherche. Le but de ce projet étant double : d'une part prévoir les épisodes de forte exposition pour permettre une information des personnes sensibles et d'autre part évaluer l'impact des actions de contrôle en projet (campagnes d'arrachage) afin d'orienter les actions de lutte.

••• Plus d'informations sur l'ambroisie

www.ambroisie.info



5.D. Perspectives et conclusions

Le milieu rural fait l'objet de peu de planifications et donc de plans d'actions dédiés à l'amélioration de la qualité de l'air. Pourtant des problématiques existent, pour l'ozone, les pesticides, les HAP ou encore les particules (Cf. partie 1). Les perspectives et les objectifs des observatoires sont actuellement plutôt axés sur l'amélioration des connaissances. En effet, les milieux protégés et les écosystèmes les plus sensibles ont été, jusqu'en 2009, peu étudiés et l'impact de la pollution atmosphérique y est mal connu.

Des objectifs sont abordés dans différents textes nationaux, mais restent peu ambitieux sauf dans le cas du Grenelle de l'Environnement qui prévoit une réduction des produits phytosanitaires de 50% en 10 ans.

Le PNSE évoque l'organisation de l'exploitation des données existantes pour estimer l'exposition de la population aux pesticides (point repris dans la déclinaison régionale : PRSE). Des études de ces polluants dans l'air ont été effectivement réalisées mais la notion d'exposition globale est encore peu abordée.



Conclusion générale



© Microsoft



Du fait d'une géographie contrastée entre plaines et montagnes et d'activités concentrées autour des agglomérations, la qualité de l'air de la région Rhône-Alpes est très variable d'un territoire à un autre.

En fonction de l'environnement, la population n'est pas exposée aux mêmes polluants ni aux mêmes concentrations. En proximité trafic, industrielle, ou en situation de fond urbain, les problématiques sont différentes.

En proximité des **zones de trafic**, le dioxyde d'azote et les particules PM₁₀ dépassent systématiquement les valeurs réglementaires annuelles et horaires malgré les avancées technologiques. En effet, si l'installation de pots catalytiques a fait diminuer les émissions d'oxyde d'azote par véhicule, celle-ci est largement compensée par le nombre de kilomètre parcouru par chacun des rhônalpins. Le trafic par les poids lourds et les véhicules utilitaires sont également mis en cause. Au total sur la région Rhône-Alpes, c'est ainsi 1 personne sur 10 qui est soumise à des niveaux de pollution en dioxyde d'azote dépassant la réglementation. Le bilan est toutefois plus positif pour les métaux lourds dont le plomb qui ne montrent plus de dépassement réglementaire ou encore les COV ou les HAP dont les niveaux sont passés en dessous des valeurs seuil depuis 2004.

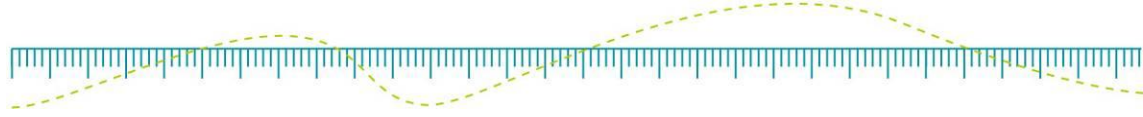
Pour les **zones urbanisées**, en excluant les zones proches des voiries, la pollution provient essentiellement du chauffage des ménages et du secteur tertiaire. La comparaison entre les grandes et les plus petites agglomérations montre bien que la concentration de population et d'activités engendrent des niveaux de pollution plus importants. Ainsi, pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, les concentrations en dioxyde d'azote et en particules PM₁₀ dépassent la valeur limite sur au moins un site contrairement aux plus petites zones urbaines. Les niveaux en oxydes d'azote semblent baisser sur la période 2000-2009 contrairement aux particules dont les concentrations sont fluctuantes. Les zones urbanisées sont particulièrement sensibles à ce polluant pendant les périodes d'hiver en raison de l'utilisation intensive du chauffage au bois.

En termes d'exposition de la population sur les plus grandes agglomérations, 4 personnes sur 10 au centre de Lyon en 2009 sont soumises à des niveaux de pollution risquant d'avoir un impact sur la santé contre 1 sur 10 à Grenoble et 4 sur 100 à Valence.

L'enjeu dans les **zones industrielles** est plutôt lié aux polluants nouvellement mesurés. En effet l'extension de la surveillance à des nouvelles familles de polluants montre des niveaux significativement plus élevés qu'en situation de fond. L'historique de mesure de ces composés est encore faible et la réglementation pour certains d'entre eux inexistante. Une amélioration des connaissances sera donc nécessaire mais la réduction des émissions peut d'ores et déjà être engagée.

Concernant les polluants les plus anciennement mesurés, des épisodes de pollution sont encore constatés tous les ans, avec des concentrations pouvant être jusqu'à 3 fois plus élevées que les seuils réglementaires (principalement pour le dioxyde de soufre). Ces pics sont généralement de courte durée.

Les industries – et donc les émissions locales - étant spécifiques à chacune des zones industrielles, les actions de réduction de la pollution doivent être gérées localement. Par exemple, la zone industrielle du sud lyonnais montre des niveaux de fond de benzène et de benzo(a)pyrène élevés alors que celle de Saint Jean de Maurienne est plus sensible aux épisodes de pollution de dioxyde de soufre.



Quant au **milieu rural**, contrairement aux idées reçues, il n'est pas exempt de pollution et les impacts sur les écosystèmes sont encore très mal connus. La pollution à l'ozone est la plus anciennement mesurée. Sur la période 2000 – 2009, il est difficile de voir une évolution étant donné la forte dépendance des concentrations aux conditions climatiques. Cependant, il est important de noter que, malgré une population beaucoup plus faible en milieu rural qu'en milieu urbain, le nombre de personnes soumises à des niveaux critiques pour la santé est identique.

La mesure de polluants tels que les pesticides ou les HAP montre des résultats significatifs, malgré un historique de mesure faible. L'enjeu pour les années à venir est donc d'approfondir ces connaissances et de les élargir à de nouveaux territoires.

Parallèlement, les travaux engagés sur les **gaz à effet de serre** montrent que les tendances actuelles concernant les émissions ne sont pas en adéquation avec les enjeux du changement climatique. Si les émissions des 3 GES inventoriés à ce jour (CO₂, CH₄ et N₂O) liées à l'industrie diminuent le plus entre 2000 et 2007 (-7%), grâce notamment aux systèmes de quotas de CO₂ encourageant la grosse industrie à réduire ses émissions, les émissions du tertiaire et des transports progressent d'environ 2% sur la même période, la baisse observée sur les secteurs résidentiel et agriculture devant se confirmer dans les années à venir.

Enfin, les premiers travaux réalisés sur **l'air intérieur** montrent des enjeux sanitaires importants autant sur la thématique transport que sur la thématique habitat. La poursuite des travaux de l'observatoire devra nécessairement s'accompagner de plans d'actions spécifiques pour les espaces clos où la population rhônalpine passe plus de 80% de son temps.



Table des illustrations

Figures

FIGURE 1 : VARIATION DES EMISSIONS REGIONALES EN POLLUANTS CLASSIQUES 2000 - 2007	6
Figure 2 : répartition des émissions rhônalpines pour 2000 et 2007	7
Figure 3 : répartition des émissions en dioxines, métaux lourds et HAP – Année 2007	7
Figure 4 : variation des émissions régionales en CO ₂	8
Figure 5 : évolution des émissions régionales en CO ₂ entre 2000 et 2007	8
Figure 6 : évolution du panel de polluants étudiés	12
Figure 7 : population exposée à la valeur cible en ozone - 2007	12
Figure 8 : exposition de la population aux pics d'ozone du 1er au 14 août 2003	13
Figure 9 : exposition de la population aux particules	14
Figure 10 : variation des émissions trafic en fonction des véhicules entre 2000 et 2007	19
Figure 11 : évolution des émissions trafic entre 2000 et 2007- Base 100 en 2000	20
Figure 12 : comparaison des émissions 2007 des véhicules diesel, essence et GPL	20
Figure 13 : comparaison de l'évolution des émissions	21
Figure 14 : zone trafic - évolution des concentrations moyennes en NO ₂	22
Figure 15 : zone trafic - évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière PM ₁₀	22
Figure 16 : zone trafic - évolution des concentrations moyennes en métaux lourds	23
Figure 17 : zone trafic - concentrations moyennes annuelles en benzène	23
Figure 18 : zone trafic - concentrations moyennes annuelles en Benzo(a)Pyrène	23
Figure 19 : zone trafic – nb. de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations par polluant	24
Figure 20 : exposition de la population au NO ₂ en 2009 sur le domaine SIRANE pour les agglomérations de Lyon, Grenoble et Valence	26
Figure 21 : Contribution des différents modes de transports aux émissions de polluants	28
Figure 22 : part des usages dans les émissions du résidentiel en 2000 et 2007	34
Figure 23 : répartition des émissions du secteur résidentiel - 2007	34
Figure 24 : évolution des consommations d'énergie du secteur résidentiel par rapport à l'année 2000	35
Figure 25 : répartition des émissions 2007 en PM ₁₀ en fonction des périodes de l'année	35
Figure 26 : sources d'émissions du secteur résidentiel en 2007.	36
Figure 27 : évolution des émissions du secteur tertiaire par rapport à l'année de référence 2000	36
Figure 28 : évolution des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ dans les plus grandes agglomérations	38
Figure 29 : évolution du nb. de jours de dépassement de la valeur limite en PM ₁₀ dans les grandes agglomérations	38
Figure 30 : évolution des concentrations moyennes en B(a)P dans les plus grandes agglomérations	39
Figure 31 : évolution des concentrations moyennes annuelles en métaux lourds dans les grandes agglomérations	39
Figure 32 : Evolution des concentrations en dioxines/furanes dans l'agglomération lyonnaise	40
Figure 33 : Nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations par an et polluant dans les plus grandes agglomérations	41
Figure 34 : évolution des concentrations moyennes en NO ₂ pour les plus petites agglomérations	44
Figure 35 : évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM ₁₀ pour les plus petites agglomérations	44
Figure 36 : Nombre de jours de dépassement du seuil d'informations et de recommandations par an et par polluant pour les plus petites agglomérations	44
Figure 37 : concentrations en formaldéhyde enregistrées par volontaire	45
Figure 38 : comparaison des niveaux en formaldéhyde mesurés dans les crèches, les écoles maternelles et l'air extérieur	46
Figure 39: Emissions détaillées du secteur de l'industrie en 2007	49
Figure 40 : évolution des émissions industrielles par polluant entre 2000 et 2007- Base 100 en 2000	49
Figure 41: émissions 2007 pour chacune des zones industrielles	50
Figure 43 : évolution des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ - ZI Lyon	52
Figure 42 : évolution du nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière en PM ₁₀ - ZI Lyon	52
Figure 44 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations - ZI Lyon	52
Figure 45 : évolution des concentrations en benzène - ZI Sud de Lyon	53
Figure 46 : évolution des concentrations en COV - ZI Sud de Lyon	53



Figure 47 : évolution des concentrations en benzo(a)pyrène - ZI Sud de Lyon	53
Figure 48 : évolution des concentrations en métaux lourds - ZI Sud de Lyon	54
Figure 49 : évolution des maxima horaires en SO ₂ - ZI Grenoble	56
Figure 50 : évolution des concentrations moyennes annuelles et maxima horaires en NO ₂ - ZI Grenoble	56
Figure 51 : évolution des concentrations moyennes annuelles en COV - ZI Grenoble	56
Figure 52 : évolution des concentrations moyennes annuelles et maxima horaires en NO ₂ - ZI Pays Roussillonnais	58
Figure 53 : évolution des maxima horaires en SO ₂ - ZI Pays Roussillonnais	58
Figure 54 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations en SO ₂ - ZI Pays Roussillonnais	58
Figure 27 : évolution des émissions du secteur tertiaire de 2000 à 2007 – base 100 en 2000	58
Figure 55 : évolution des maxima horaires en SO ₂ - ZI St Jean	60
Figure 56 : nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations en SO ₂ - ZI St Jean	60
Figure 57: évolution des moyennes horaires et maxima horaires en SO ₂ - ZI St Bauzile	60
Figure 58: contribution des activités aux émissions agricoles et naturelles en 2007	65
Figure 59: évolution 2000-2007 des émissions agricoles et naturelles	66
Figure 60: concentrations d'ozone en fonction de l'altitude	68
Figure 61: nombre de jours de dépassement du seuil d'information et de recommandations en ozone - Zone rurale	69
Figure 62 : température et HAP - Etude de Méaudre	71
Figure 63: Evolution du nombre de pollens d'Ambroisie - Source : RNSA	72

Cartes

Carte 1 : le zonage régional	9
Carte 2 : carte des stations fixes de la région au 31/12/2009	10
Carte 3 : historique des systèmes de modélisation	11
Carte 4 : nombre d'heures de dépassement du seuil d'information et de recommandations calculées par PREVALP du 1 ^{er} au 14 août 2003	13
Carte 5 : moyenne des maxima horaires d'ozone du 1 ^{er} au 14 août 2003	13
Carte 6 : moyenne annuelle PM ₁₀ en 2007 en µg.m ⁻³	14
Carte 7: nombre de jours de dépassement de 50 µg.m ⁻³ en 2007	14
Carte 8: la zone de déplacement et les stations fixes de mesure au 31/12/2009	18
Carte 9 : carte des points de mesures dans la zone trafic	22
Carte 10: champ de concentration moyenne en NO ₂ (µg.m ⁻³) sur l'année 2007	25
Carte 11: champ de concentration moyenne en NO ₂ (µg.m ⁻³) sur l'année 2013	25
Carte 12 et Carte 13: concentration moyenne annuelle 2009 en NO ₂ sur les domaines SIRANE Grenoble et Lyon	26
Carte 14 : concentration moyenne annuelle 2009 en NO ₂ sur le domaine SIRANE Valence	27
Carte 15 : moyennes annuelles en dioxyde d'azote (2004 - 2007 - 2012 scénario 1 - 2012 scénario 2)	30
Carte 16 : zone urbaine et stations de mesures urbaines et périurbaines de la région Rhône-Alpes	33
Carte 17 : carte des sites surveillés en zone urbaine	37
Carte 18 : carte des agglomérations de plus de 100 000 habitants	37
Carte 19 : dioxyde d'azote (NO ₂) moyen en µg.m ⁻³ en 2005 par tubes passifs et interpolation des données	42
Carte 20 : carte des agglomérations entre 10 000 et 100 000 habitants	43
Carte 21 : carte des points de mesure en proximité industrielle au 31/12/2009	49
Carte 22: carte des points investigués en proximité industrielle au 31/12/2007	51
Carte 23 : stations de la ZI du Sud lyonnais au 31/12/2009	52
Carte 24 : concentration moyenne en dioxyde d'azote 2005	55
Carte 25 : concentration moyenne en benzène 2005	55
Carte 26 : stations de mesures ZI sud grenoblois	56
Carte 27 : stations de mesures - ZI Roches du Pays Roussillonnais	58
Carte 28: stations de mesure de la ZI de St Jean de Maurienne	59
Carte 29 : station de mesure de la ZI de St Bauzile	60
Carte 30 : milieu rural et stations de mesure au 31/12/2009	65
Carte 31: évolution de la surveillance en milieu rural	66
Carte 32 : valeur de protection de la végétation (1/05 au 31/07) en h.µg/m ³ en 2007 avec données de stations assimilées	67
Carte 33: nombre de jours de dépassement de 120 µg.m ⁻³ en moyenne glissante 8 heures en 2007 avec données de stations assimilées	68



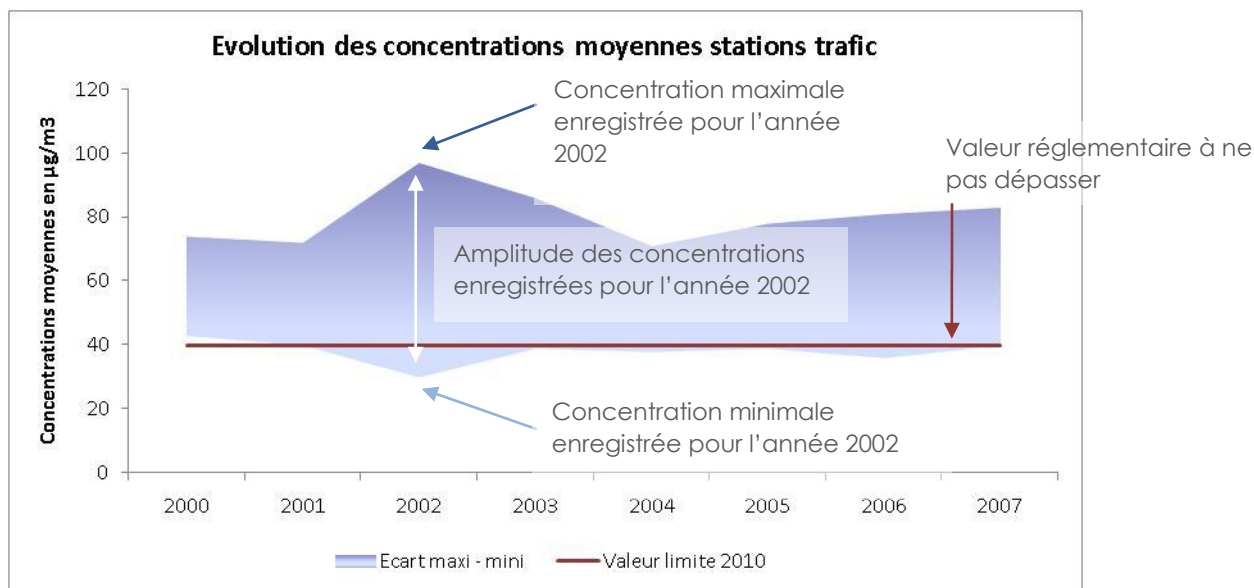
Annexes



© Microsoft

Pour une bonne lecture du document...

Comment lire les graphiques ?



Définition du zonage

Chaque zone a été définie suivant des critères précis.

Les zones urbaines

Pour les 3 plus grandes agglomérations (Lyon, Grenoble et St Etienne), le découpage retenu a été celui défini par les Plans de Protection de l'Atmosphère¹. Pour les autres agglomérations, c'est la taille de l'unité urbaine qui a été retenue. Deux découpages ont été réalisés sur la base de la population en 2006 :

- les agglomérations de plus de 100 000 habitants : Lyon (1 427 760 hab.), Grenoble (472 912 hab.), St Etienne (356 316 hab.), Valence (120 720 hab.), Chambéry (121 612 hab.), Annecy (144 770 hab.) et Bassin Lémanique (117 397 hab.).
- les agglomérations entre 10 000 et 100 000 habitants, seule exception à cette règle : l'agglomération de Saint Jean de Maurienne, en raison de sa densité de population, des activités et de la géographie environnante a été intégrée à cette zone alors que la population est inférieure à 10 000 habitants.

•• NB

Sont exclues de cette zone urbaine toutes les zones liées aux déplacements qui sont traitées dans une partie spécifique. Ainsi, les zones d'habitations proches des axes principaux au sein des agglomérations ne sont pas considérées dans la zone urbaine. Ceci a un impact fort, notamment dans les plus grandes agglomérations.

Quelques chiffres sur la zone :

La zone urbaine regroupe plus de 3 200 000 habitants sur un territoire de 5100 km².
Soit 54 % de la population rhônalpine sur 11 % de sa superficie.

¹ Pour le PPA de Grenoble : <http://www.drire.gouv.fr/national/environnement/index.html>

Pour le PPA de Lyon : www.ppa-lyon.org

Pour le PPA de Saint Etienne : http://www.drire.gouv.fr/rhone-alpes/environnement/PPA_St_ETIENNE/PPA%20Saint%20Etienne%20web.pdf



La zone de déplacements

La zone de déplacements correspond à la zone de proximité automobile potentiellement exposée à des concentrations de NO₂ supérieures à 40 µg/m³. Elle est calculée en 3 étapes :

1. Sélection des axes routiers principaux

Les axes routiers sont sélectionnés en fonction des émissions de NO_x (polluant émis en majorité par ce secteur) : sont dans la zone trafic les axes ayant une émission supérieure à 0,2 g/s/km. La continuité des axes routiers a été privilégiée. Les émissions prennent en compte le nombre de véhicules, le pourcentage de poids lourds, la pente de l'axe routier et le parc roulant.

2. Affectation d'un niveau de fond pour 2000

Pour chacune des zones, un niveau moyen de fond en dioxyde d'azote est déterminé pour l'année 2000 en fonction des concentrations mesurées. Les concentrations sont données en µg.m⁻³.

	2000
PPA Lyon	37
PPA Grenoble	32
PPA St Etienne	29
ZU sup 100 000 hab.	31
ZU sup 10 000 hab.	29
Rural	13

3. Détermination de la bande impactée

La largeur de cette bande correspond à une moyenne des concentrations estimées de chaque côté de la rue dans une configuration ouverte, pour des conditions météorologiques moyennes (moyenne d'une météo très dispersive (journée claire de juillet avec beaucoup de vent dans l'axe de la rue) et d'une météo très peu dispersive (journée claire de janvier avec peu de vent perpendiculaire à la rue)).

Cette largeur dépend des émissions de l'axe routier considéré et du niveau de fond de la zone, car plus celui-ci est bas, plus la contribution de la voie doit être importante pour atteindre une concentration de NO₂ de 40 µg.m⁻³. Cette largeur exposée a été limitée à 200 m car, en zone urbaine, il existe en général, un bâtiment qui fait écran à la dispersion des polluants. Ainsi, à émission constante, la bande exposée sera moins large si le niveau fond est plus faible.

Quelques chiffres sur la zone :

La zone déplacements regroupe près de 500 000 habitants sur un territoire de 231 km². Soit 8,5 % de la population rhônalpine sur 0,5 % de sa superficie.



Les zones industrielles

Les zones industrielles sont définies telles que dans l'arrêté interpréfectoral du 5 juillet 2006 relatif au dispositif de communication en cas d'épisode de pollution atmosphérique par le dioxyde de soufre et/ou le dioxyde d'azote et/ou l'ozone et/ou les particules fines. 5 zones sont définies dans ce texte :

- St Bauzile : commune de St Bauzile
- Sud Grenoblois : communes de Champagnier, Jarrie et Le Pont de Claix
- Pays de Roussillon : Communes de Chasse sur Rhône, Chonas l'Amballan, Les Roches de condrieu, St Clair du Rhône, St Prim, St Michel sur Rhône, Verin et Condrieu
- Sud Lyonnais : communes de Feyzin, St Symphorien d'Ozon, Solaise, Irigny, Pierre Bénite, St Genis Laval, St Fons, Vénissieux, Saint Priest
- St Jean de Maurienne : La Chambre, Hermillon, Jarrier, Montricher Albanne, Pontamafrey Montpascal, St Avre, St Etienne de Cuines, St Jean de Maurienne, St Julien Mondenis, Ste Marie de Cuines, St Martin d'Arc, St Martin de la Porte, St Martin de la Chambre, St Michel de Maurienne et Villargondran.

Quelques chiffres sur la zone :

Les zones industrielles regroupent 190 000 habitants sur un territoire de 265 km².
Soit 3,2 % de la population rhônalpine sur 0,6 % de sa superficie.

La zone rurale

Cette zone regroupe tout le territoire rhônalpin qui n'est inclus dans les zones ci-avant définies. Elle regroupe ainsi les zones de plaines, de moyenne et haute montagne et les plus petites agglomérations de moins de 10 000 habitants.

Quelques chiffres sur la zone :

La zone rurale regroupe près de 2 060 000 habitants sur un territoire de 38 985 km².
Soit 34 % de la population rhônalpine sur 87 % de sa superficie.

Les émissions régionales (V2010-1)

La réalisation d'un inventaire des émissions consiste en un calcul théorique des flux de polluants émis à l'atmosphère (masse du composé par unité de temps). Il s'agit d'un croisement entre des données dites primaires (comptages routiers, données de production pour les entreprises, consommation d'énergie...) et des facteurs d'émissions issus d'expériences météorologiques ou de modélisation. Le calcul global est du type :

$$E_{s,a,t} = A_{a,t} \times F_{s,a}$$

Avec :

E : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant le temps « t »

A : quantité d'activité relative à l'activité « a » pendant le temps « t »

F : facteur d'émission relatif à la substance « s » et à l'activité « a ».

Interprétation des résultats

Il convient d'être prudent quant à l'interprétation des résultats d'inventaires : en effet, si des données locales existent dans certains cas pour évaluer précisément les émissions (à partir de comptages routiers sur le réseau structurant, déclarations des grandes sources ponctuelles), certains calculs résultent de la désagrégation de données régionales (consommations d'énergie par exemple) à partir de clés de répartition connues à l'échelle communale (base logements, emplois...) qui sont perfectibles. D'une façon générale, l'incertitude sur les résultats augmente lorsque l'analyse est faite à une échelle spatiale fine et/ou sur des secteurs d'activités réduits (logements récents dans le résidentiel, sous-secteur des bureaux dans le tertiaire...).

CO en tonnes (v2010-1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agriculture et sylviculture	23105	21322	24272	15764	22671	21157	21190	20755
Autres sources mobiles	718	730	706	704	727	750	750	731
Industrie Manufacturière	51412	51485	51640	47606	48378	47341	48730	43906
Résidentiel/Tertiaire	175881	158445	142813	144747	150227	146968	139961	131670
Sources biotiques	5438	2321	1977	11015	1852	5526	1054	600
Transformation d'énergie	771	2064	3369	4687	8213	10062	7497	7416
Transport routier	231684	211845	190867	174916	166426	152203	131398	115655
TOTAL	491009	450213	417646	401442	400498	386012	352586	322740

COVNM en tonnes (v2010-1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agriculture et sylviculture	2193	2131	2237	1994	2258	2152	2223	2236
Autres sources mobiles	156	159	160	162	166	171	168	158
Industrie Manufacturière	64596	59055	57022	54331	54825	52978	49367	47405
Résidentiel/Tertiaire	59476	55567	52299	52538	53819	52884	51253	49347
Sources biotiques	141247	128700	129370	177812	148279	148341	147083	130866
Transformation d'énergie	5421	4854	4766	4708	4517	4249	3810	3617
Transport routier	42980	38030	33362	29944	26557	23167	19658	16537
TOTAL	316069	288496	279216	321489	290421	283942	273562	250166

NOx en tonnes (V2010-1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agriculture et sylviculture	10548	10246	9980	9636	9435	9151	8733	8327
Autres sources mobiles	1248	1267	1286	1305	1344	1380	1359	1267
Industrie Manufacturière	24709	23327	23407	22518	23753	23288	20772	19661
Résidentiel/Tertiaire	10819	10698	10598	11132	11581	13094	11214	10363
Sources biotiques	378	254	244	620	265	391	236	198
Transformation d'énergie	6096	5890	6185	5806	5559	5668	5194	4244
Transport routier	102702	99631	97426	94399	91731	87966	84879	81441
TOTAL	156500	151313	149126	145416	143668	140938	132387	125501

PM₁₀ en tonnes (V2010-1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agriculture et sylviculture	3550	3423	3553	3034	3378	3246	3209	3139
Autres sources mobiles	683	695	709	697	687	676	668	649
Industrie Manufacturière	11811	11896	11664	11095	11210	11606	11367	11466
Résidentiel/Tertiaire	16705	15077	13680	13813	14242	14269	13338	12411
Sources biotiques	595	254	216	1206	203	605	115	65,7
Transformation d'énergie	706	711	729	255	400	309	281	287
Transport routier	8097	7939	7705	7513	7312	7059	6826	6599
TOTAL	42147	39995	38256	37613	37432	37770	35804	34616,7

SO₂ en tonnes (V2010-1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agriculture et sylviculture	641	626	628	590	605	591	582	572
Autres sources mobiles	62,4	62,1	61,3	63,9	68,5	72,9	74,7	69,2
Industrie Manufacturière	22224	21194	20066	19224	18696	18470	17587	16935
Résidentiel/Tertiaire	7957	7737	7492	7314	7105	8745	6980	5964
Sources biotiques	1162	496	423	2354	396	1181	225	128
Transformation d'énergie	11915	11624	10709	10562	8608	7770	8021	6140
Transport routier	2142	2195	2250	2290	2321	453	455	459
TOTAL	46103	43934	41629	42398	37799	37283	33925	30267

CO₂ en tonnes (V2010-1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agriculture et sylviculture	688000	689000	689000	688000	713000	706000	688000	677000
Autres sources mobiles	233000	237000	233000	230000	234000	237000	237000	231000
Industrie Manufacturière	9717000	10045000	9765000	9920000	9845000	9984000	9944000	9822000
Résidentiel/Tertiaire	12705000	12732000	12768000	13357000	13796000	15595000	13530000	12443000
Transformation d'énergie	3410000	3237000	3012000	2988000	2965000	2663000	2738000	2416000
Transport routier	13713000	13898000	14095000	14191000	14289000	14231000	14183000	14043000
TOTAL	40466000	40838000	40562000	41374000	41842000	43416000	41320000	39632000

La Modélisation

Principe

Les systèmes de modélisation permettent de prévoir et simuler la qualité de l'air sur différents territoires. Ils permettent d'informer la population par anticipation des épisodes pollués, de mettre en place des actions de réduction des émissions, ...

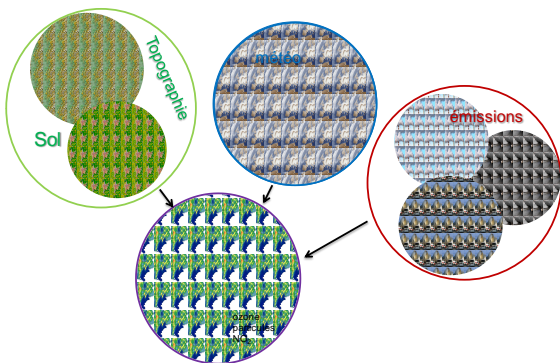
Deux types d'outils existent :

La prévision statistique : elle s'appuie sur des données météorologiques régionales et des données de pollution observées sur plusieurs stations de mesure. Ces modèles recherchent dans un historique de données les conditions essentiellement météorologiques les plus proches de la journée à prévoir. Le principe en est donc "aux mêmes causes les mêmes effets", sans chercher de paramètres explicatifs autres que la reproductibilité. Ils nécessitent une base de données importante, un historique suffisant d'épisodes pollués et une adaptation constante.

Dans l'exemple de l'ozone, les paramètres classiques sont : la température maximale du jour, la vitesse du vent au sol et en altitude, la concentration d'ozone mesurée la veille sur le site ou en amont, l'origine de la masse d'air, le jour de la semaine, ...

C'est le cas notamment du modèle PREVISTAT qui utilise les données qualité de l'air et de météorologie du passé et simule des concentrations en considérant que les phénomènes sont reproductibles. Ce modèle permet notamment des prévisions de risque de dépassement du seuil d'information et de recommandations pour les 24 prochaines heures.

La prévision déterministe / les modèles de simulation numérique : Elle s'appuie sur des données météorologiques globales et sur des modèles mathématiques et physiques afin de prévoir l'état du ciel (météorologie) et la qualité de l'air dans la région. Ces modèles dits de chimie-transport calculent l'évolution au cours du temps des concentrations de polluants, reliée à des processus physicochimiques. Le principe repose sur la résolution d'un système d'équations tridimensionnelles, incluant les transformations chimiques dans l'air. Ces outils demandent de nombreuses données en entrée (cadastre des émissions, données météorologiques, topographie). Ils nécessitent une grande puissance de calcul pour être précis, ce qui demande souvent un travail à plusieurs échelles successives pour obtenir une précision suffisante. Ils peuvent être utilisés pour la prévision et également en prospective (tests de scénarii d'abattement des émissions).



Les modèles Chimère, Prevalp et Metphomod font partie de ces outils. Ils calculent à différentes échelles l'évolution de la pollution photo-oxydante dans les basses couches de l'atmosphère à partir de nombreuses données d'entrée : émissions de polluants, météorologie...



Plus d'explications sur SIRANE

La pollution dans les rues de Lyon, Grenoble, Chambéry, Annecy et Valence est calculée à l'aide du modèle de dispersion en milieu urbain : SIRANE. Ce modèle développé par l'Ecole Centrale de Lyon, permet de décrire les concentrations en polluants dans des zones constituées essentiellement de rues bordées de bâtiments. Le modèle SIRANE permet de calculer heure par heure la concentration à l'intérieur de la rue en tenant compte de la géométrie de la rue et d'établir une cartographie de la pollution à l'échelle d'un quartier. Le calcul s'effectue à partir de données de topographie (bâti, rues), de mesures météorologiques (vent, température, couverture nuageuse), de données d'émissions calculées en fonction du trafic routier et d'une description du parc roulant et de mesures de pollution de fond. Le modèle permet de traiter différents types de polluants, mais ce sont principalement les oxydes d'azote, dont les effets sur la santé sont reconnus, qui sont étudiés.

Depuis août 2004, un suivi temps réel sur plusieurs arrondissements de Lyon est assuré avec le modèle SIRANE. Les cartes horaires de concentration en NO₂ sont visualisables sur le site Internet www.atmo-rhonealps.org. Le modèle SIRANE a été également mis en place en 2005 pour l'agglomération grenobloise et en 2007 à Valence. Il permet d'évaluer tous les ans l'évolution de la pollution sur la ville de Grenoble, il est aussi utilisé dans le cadre d'études spécifiques comme l'évaluation du PDU.

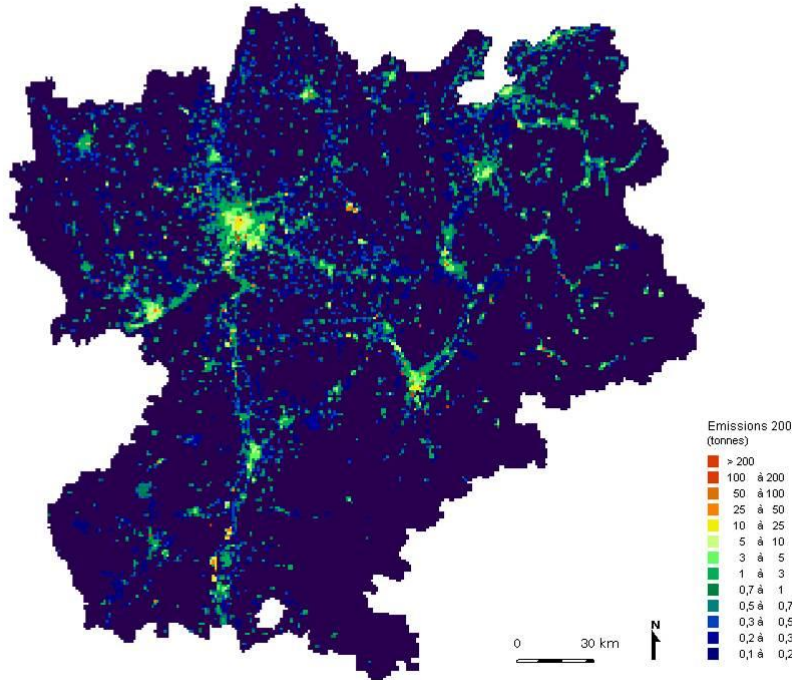
Fiches polluants

Le dioxyde de soufre (SO₂)

Sources

Le soufre est présent naturellement dans les carburants et plus généralement les combustibles fossiles ; la teneur en soufre est de l'ordre de 1% dans le gazole et 0,2% dans les essences. Plus le produit pétrolier est lourd, plus il contient de soufre.

Lors de l'utilisation de combustibles fossiles tels que charbon, fioul et carburants, le soufre contenu dans



les combustibles est libéré et se combine avec l'oxygène de l'air pour former du dioxyde de soufre (SO₂). Les sources principales de soufre sont les centrales thermiques et les grandes installations industrielles qui utilisent des produits pétroliers lourds. En Rhône-Alpes en 2006, le secteur industriel contribue pour 77 % aux émissions de dioxyde de soufre.

Ces dernières années, une baisse des émissions de SO₂ liées aux transports est observée avec la diminution progressive du taux de soufre dans les carburants (le transport routier ne représente que 1% des émissions de SO₂ en 2006). La teneur en soufre a été divisée par 100 pour les essences et 300 pour le gazole depuis 1990.

Cadastre des émissions en SO₂ pour l'année 2007 - V2010-1

Le cadastre des émissions de SO₂ (un cadastre est un inventaire spatialisé des émissions d'un polluant) montre que les émissions de SO₂ sont concentrées dans les zones urbaines et industrielles.

Effets sur la santé

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

Effets sur l'environnement

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

Réglementation

DECRET FRANÇAIS 2002-213 du 15 février 2002 Valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre (SO ₂)				
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)		Périodes et statistiques pour le calcul	Date d'application
Objectif de qualité	50	Moyenne annuelle	Année civile ²	19/07/2001
Valeur limite	350	Moyenne horaire	Centile 99,7 des moyennes horaires ³ sur l'année civile	01/01/2005
Valeur limite	125	Moyenne journalière	Centile 99,2 des moyennes journalières ⁴ sur l'année civile	19/07/2001
Valeur limite ⁵	20	Moyenne annuelle et moyenne ⁶ en hiver	Moyenne des moyennes journalières	19/07/2001
Seuil d'information	300	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté interpréfectoral ⁷	05/07/2006
Seuil d'alerte	500 (sur 3 heures consécutives)	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté interpréfectoral	05/07/2006

A titre d'information, le tableau suivant présente des valeurs de recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

RECOMMANDATIONS pour la santé humaine concernant le dioxyde de soufre (SO ₂)				
Type de seuil	du CSHPF ⁸ (en µg.m ⁻³)		de l'OMS (en µg.m ⁻³)	
Objectif de qualité	50	Moyenne annuelle	-	Moyenne annuelle
Valeur limite	125	Moyenne journalière	20 ⁹	Moyenne journalière
Seuil de précaution	250	Moyenne horaire	-	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	350 (sur 3 heures consécutives)	Moyenne horaire	500	Moyenne sur 10 minutes

² Du 1^{er} janvier au 31 décembre.

³ Soit 24 heures de dépassement autorisées par an.

⁴ Soit 3 jours de dépassement autorisés par an.

⁵ Pour la protection des écosystèmes (sans conséquences graves pour la santé humaine).

⁶ Du 1^{er} octobre au 31 mars.

⁷ Arrêté interpréfectoral du 5 juillet 2006

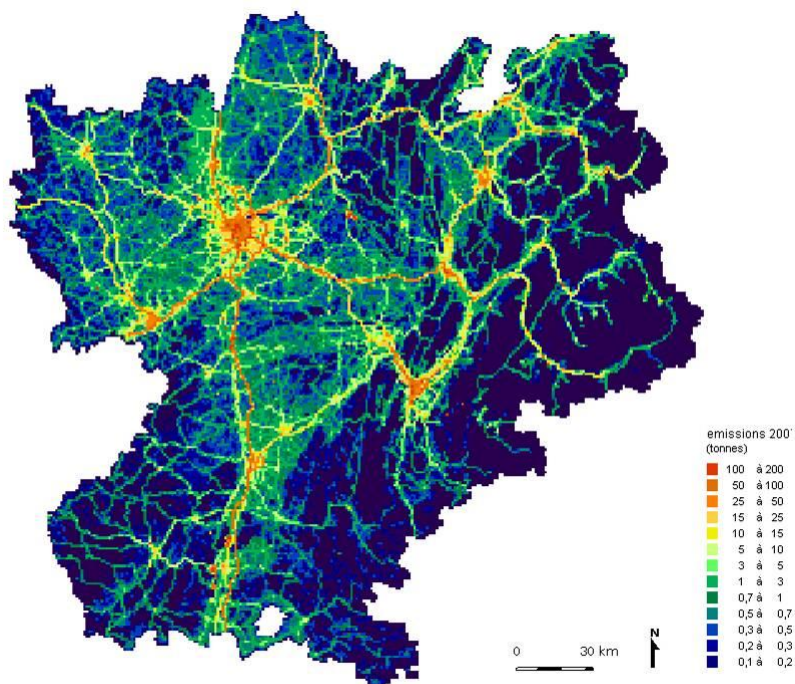
⁸ Séance du 1^{er} Octobre 1997 relative au projet de directive concernant la pollution de l'air ambiant par le dioxyde de soufre

⁹ Mise à jour 2005

Les oxydes d'azote (NOx)

Sources

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



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

Le transport routier est le plus important émetteur de NOx en Rhône-Alpes avec environ 60% des émissions en 2006; l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie ne représentent que 17% des émissions. Bien que l'équipement des automobiles par des pots catalytiques depuis 1993 favorise une diminution unitaire des émissions d'oxydes d'azote, les concentrations dans l'air ne diminuent guère compte tenu de l'âge du parc automobile et de

l'augmentation constante du trafic.

Cadastre des émissions en NO₂ pour l'année 2007 – V2010-1

Le cadastre des émissions de NOx montre que ces dernières sont concentrées dans les secteurs urbains et fait aussi apparaître la part importante du trafic automobile dans les émissions. Le réseau routier est donc nettement plus visible sur le cadastre des NOx que sur celui du SO₂.

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

Effets sur la santé

Parmi les oxydes d'azote (NOx), seul le dioxyde d'azote (NO₂) est considéré comme toxique aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, si sa concentration dépasse le seuil d'information et de recommandations (200 µg.m⁻³ en moyenne horaire), entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote contribuent également au phénomène du dépérissement forestier (« pluies acides »).

Réglementation

DECRET FRANCAIS 2002-213 du 15 février 2002											
Valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote (NO ₂) et les oxydes d'azote (NOx)											
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul	Date d'application	Dépassements autorisés avant la date d'application ¹⁰ (en µg.m ⁻³)						
					2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Objectif de qualité	40	Moyenne annuelle	Année civile ¹¹	19/07/2001							
Valeur limite	200	Moyenne horaire	Centile 99,8 des moyennes horaires ¹² sur l'année civile	01/01/2010	260	250	240	230	220	210	200
Valeur limite	40	Moyenne annuelle	Année civile	01/01/2010							40
Valeur limite¹³	30 (NO+ NO ₂ en équivalent NO ₂) ¹⁴	Moyenne annuelle des oxydes d'azote	Année civile	19/07/2001							
Seuil d'information	200	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral ¹⁵	19/07/2001							
Seuil d'alerte	400 ou 200 ¹⁶	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral	19/07/2001							

A titre d'information, le tableau suivant présente des valeurs de recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

RECOMMANDATIONS pour la santé humaine concernant le dioxyde d'azote (NO ₂)				
Type de seuil	du CSHPF ¹⁷ (en µg.m ⁻³)		de l'OMS (en µg.m ⁻³)	
Objectif de qualité	50	Moyenne annuelle	40	Moyenne annuelle
Seuil de précaution	200	Moyenne horaire	200	Moyenne horaire
Seuil d'alerte	400	Moyenne horaire		

¹⁰ Dates d'application et marges de dépassement autorisées fixées par les directives européennes n° 1999/30/CE (22 avril 1999) et n° 2000/69/CE (16 novembre 2000).

¹¹ Du 1^{er} janvier au 31 décembre.

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

¹³ Pour la protection de la végétation.

¹⁴ Concentrations mesurées en NO et NO₂, additionnées en parties par billion (ppb) et exprimées en équivalent NO₂ (en µg.m⁻³)

¹⁵ Arrêté interpréfectoral du 5 juillet 2006

¹⁶ Si la procédure d'information et de recommandations pour le dioxyde d'azote a été déclenchée la veille et le jour même, et que les prévisions font craindre un risque fort de dépassement du seuil de 200 µg.m⁻³ le lendemain.

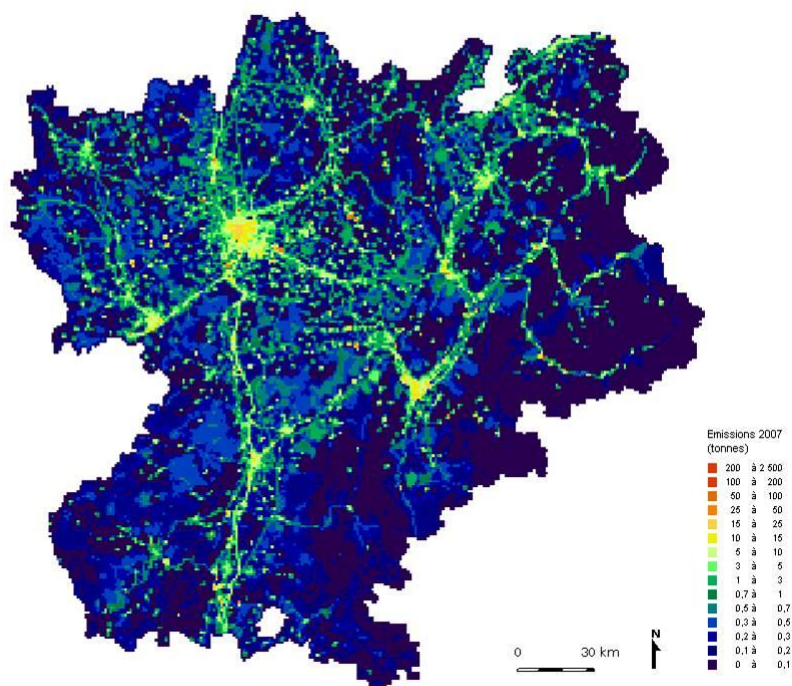
¹⁷ Séance du 4 juillet 1996 relative au projet de directive concernant la pollution de l'air ambiant par le dioxyde d'azote.



Les poussières en suspension (PM₁₀ et PM_{2.5})

Sources

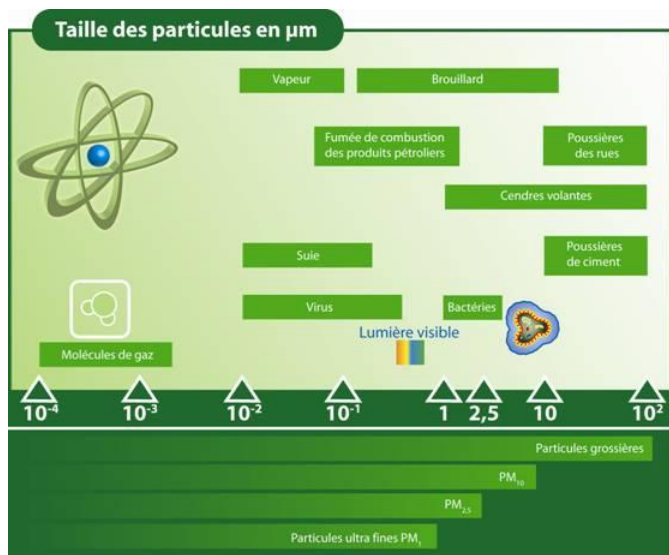
Le terme poussières en suspension (ou particules en suspension) désigne la fraction solide présente dans l'air. Les particules en suspension liées à l'activité humaine proviennent majoritairement de l'utilisation de combustibles fossiles (charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques, des pneumatiques, etc.) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, etc.). L'industrie manufacturière, le résidentiel/tertiaire (chauffage, etc.) et le transport routier représentent à 81% des émissions de PM₁₀ en Rhône Alpes.



La taille et la composition des particules sont très variables selon leur mode de formation et leur source. Les particules les plus fines (diamètre inférieur à 0,5 µm) sont essentiellement émises par les véhicules diesel alors que les plus grosses proviennent plutôt de frottements mécaniques sur les chaussées ou d'effluents industriels.

La présence de particules dans l'atmosphère peut diminuer la visibilité ; la plus grande influence sur la visibilité est due aux particules de diamètre compris entre 0,1 et 1 µm parce qu'elles dispersent la lumière visible (0,4 – 0,8 µm).

Cadastre des émissions en PM₁₀ pour l'année 2007 – V2010-1



Effets sur la santé

L'action des particules est irritante et dépend de leur diamètre. Les grosses particules (diamètre supérieur à 10 µm) sont retenues par les voies aériennes supérieures (muqueuses du naso-pharynx). Entre 5 et 10 µm, elles restent au niveau des grosses voies aériennes (trachée, bronches). Les plus fines (< 5 µm) pénètrent les alvéoles pulmonaires et peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire. Il existe une corrélation entre la teneur des particules et l'apparition de bronchites et de crises d'asthme. Les non-fumeurs peuvent percevoir des effets à partir de 200 µg.m⁻³ contre 100 µg.m⁻³ pour les fumeurs (muqueuses irritées). Les particules mesurées en routine sont en général inférieures à 10 µm (PM₁₀) ou à 2,5 µm (PM_{2,5}).

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

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

Effets sur l'environnement

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

La réglementation

Pour les PM₁₀

DECRET FRANÇAIS 2002-213 du 15 février 2002				
Valeurs réglementaires pour les particules en suspension (PM ₁₀)				
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul	Date d'application
Objectif de qualité	30	Moyenne annuelle	Année civile ¹⁸	19/07/2001
Valeurs limites ¹⁹	50	Moyenne journalière	Centile 90,4 des moyennes journalières ²⁰ sur l'année civile	01/01/2005
	40	Moyenne annuelle	Année civile	01/01/2005
Seuil d'information	80	Moyenne journalière	Conditions de déclenchement selon arrêté interpréfectoral ⁴	

¹⁸ Du 1^{er} janvier au 31 décembre.

¹⁹ Phase d'ajustement et d'observation (Phase 1).

²⁰ Soit 35 jours de dépassement autorisés par an.

⁴ Période de référence pour déclenchement de seuil : jour J-1 17h à jour J+1 16h



A titre d'information, le tableau suivant présente des valeurs de recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), ainsi que les valeurs prévues à plus long terme par les directives européennes :

RECOMMANDATIONS du CSHPF pour la santé humaine concernant les particules (PM ₁₀)			DIRECTIVE EUROPEENNE 1999/30/CE concernant les particules (PM ₁₀)								
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)		Type de seuil	Valeur à respecter en 2010 (en µg.m ⁻³)	Dépassements autorisés entre 2005 et 2010 (en µg.m ⁻³)						
					2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Objectif de qualité ⁵	30	Moyenne sur 8 h	Objectifs de valeurs limites ^{7,5}	50	Moyenne journalière	En 2010, 7 jours de dépassement autorisés par an (centile 98,1) contre 35 jours en 2005 (centile 90,4) ^{8,6}					
Valeur limite ⁶	20	Moyenne annuelle									
Valeur limite ⁶	50	Moyenne journalière									
Seuil d'information ⁵	80	Moyenne mobile sur 24h		20	Moyenne annuelle	40	36	32	28	24	20
Seuil d'alerte ⁵	125	Moyenne mobile sur 24h									

Valeurs guides de l'OMS livrées à titre informatif

RECOMMANDATIONS de l'Organisation Mondiale de la Santé concernant les PM ₁₀	
Période de référence	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)
Moyenne glissante sur 24h	50 ^{1,7}
Année	20

Pour les PM_{2.5}

	RECOMMANDATIONS de l'Organisation Mondiale de la Santé concernant les Particules (PM _{2,5})	RECOMMANDATIONS du CSHPF pour la santé humaine concernant les particules (PM ₁₀)
Période de référence	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)	
Moyenne glissante sur 24h	25 ¹	-
Année	10 ¹	15 ²

⁵ Séance du 6 juin 1996 relative au projet de directive concernant les particules en suspension dans l'atmosphère

⁶ Séance du 12 mai 2006 relative au projet de directive européenne sur la qualité de l'air ambiant

⁷ Valeurs indicatives à réexaminer à la lumière d'informations complémentaires sur les effets sur la santé et l'environnement, la faisabilité technique et l'expérience acquise lors de la phase 1 (avant le 01/01/2005).

⁸ Marges de dépassement entre 2005 et 2010 fixées ultérieurement.

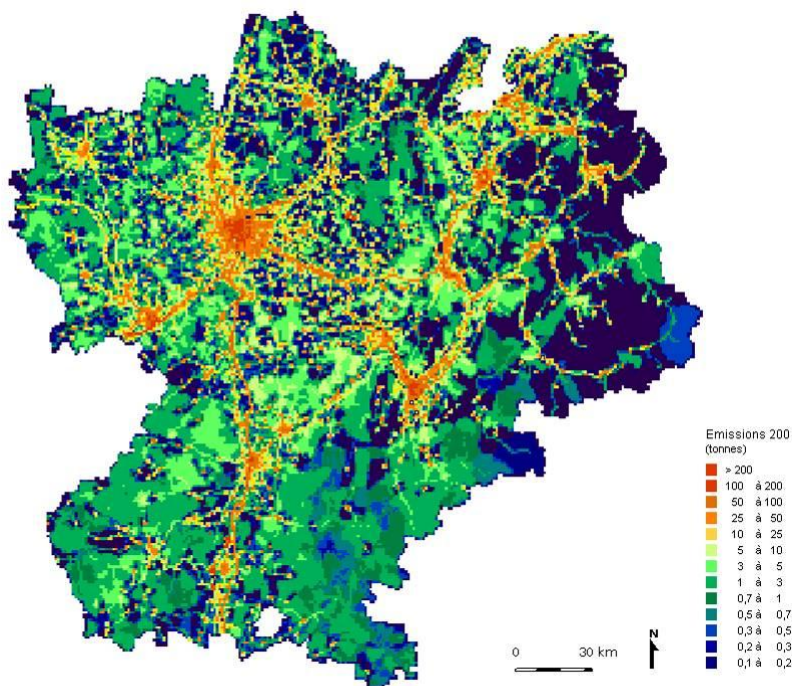
¹ Mise à jour 2005, valeur à ne pas dépasser plus de 3 jours par an

² Séance du 12 mai 2006 relative au projet de directive européenne sur la qualité de l'air ambiant

Le monoxyde de carbone (CO)

Sources

Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète de matières organiques (carburants et autres combustibles fossiles, etc.). Le CO est émis principalement par le résidentiel/tertiaire (54% des émissions de CO en Rhône Alpes en 2006) et le transport routier (24%). Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti dans un espace clos (garages, tunnels, parkings) ou en cas d'embouteillage dans les espaces ouverts, ainsi qu'en cas de dysfonctionnement d'un appareil de chauffage domestique. Depuis la mise en place des pots catalytiques sur les véhicules



en 1993, les concentrations de CO ont considérablement diminué dans l'air ambiant. Cependant le CO est converti en CO₂ par le catalyseur ; la part de CO₂ rejeté par les transports terrestres augmente régulièrement et de ce fait la responsabilité des transports dans l'effet de serre s'accroît.

Cadastre des émissions en CO pour l'année 2007 – V2010-1

Effets sur la santé et l'environnement

Dans le sang, le CO entre en concurrence avec l'oxygène lors de la fixation sur l'hémoglobine, conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur, des vaisseaux sanguins. A doses répétées, il provoque des intoxications chroniques (céphalées, vertiges, asthénies), et en cas d'exposition élevée et prolongée provoque la mort.

Le monoxyde de carbone est un précurseur du CO₂ qui est un gaz à effet de serre.



Réglementation

DECRET FRANCAIS 2002-213 du 15 février 2002 Valeurs réglementaires pour le monoxyde de carbone (CO)				
Type de seuil	Valeur à respecter (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)		Période et statistique de dépassements autorisés	Date d'application ²¹
Valeur limite	10 000	Moyenne sur 8 h	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures ²² calculée sur l'année civile	19/02/2002

A titre d'information, les tableaux ci-dessous présentent les dépassements autorisés jusqu'en 2005 par les directives européennes ainsi que les valeurs de recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

DIRECTIVE EUROPEENNE 2000/69/CE pour le monoxyde de carbone (CO) (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)		
Type de seuil	Période	2007
Valeur limite	Maximum journalier de la moyenne sur 8 h	10 000

RECOMMANDATIONS pour la santé humaine concernant le monoxyde de carbone (CO)				
Type de seuil	du CSHPF ²³ (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)		de l'OMS (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)	
Valeurs limites	10 000	Moyenne sur 8 h	10 000	Moyenne sur 8 h
	30 000	Moyenne horaire	30 000	Moyenne horaire
			60 000	Moyenne sur 30 min
			100 000	Moyenne sur 15 min



²¹ Date de parution du décret français. Ce dernier ne prévoit pas de marges de dépassements d'ici 2005.

²² Pour un jour donné, la première période pour le calcul de la moyenne glissante sur 8h est comprise entre 17h00 la veille et 01h00 le jour même; la dernière période est comprise entre 16h00 et minuit le même jour.

²³ Séance du 17 septembre 1997 relative au projet de directive européenne concernant le monoxyde de carbone

Les Composés Organiques Volatils (COV)

Sources

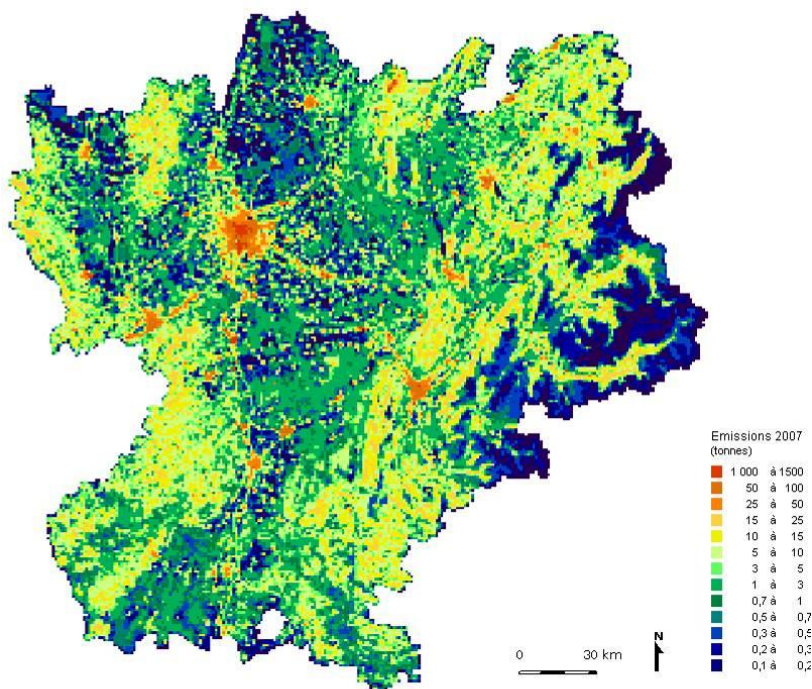
Quelques Composés Organiques Volatils			
Hydrocarbures Aromatiques Monocyclique HAM  Benzène	Alcènes $CH_2=CH-CH=CH_2$ 1.3-butadiène	Aldéhydes $H-CHO$ Formaldéhyde	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques HAP  Naphtalène

La famille des Composés Organiques Volatils (COV) regroupe toutes les molécules formées d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbures) dont le benzène (C₆H₆) et le toluène (C₇H₈), mais également celles dont les atomes d'hydrogène sont remplacés par d'autres atomes comme l'azote, le chlore, le soufre, ou l'oxygène comme par exemple les aldéhydes (R-CHO).

La sous-famille des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) regroupe les molécules qui présentent des chaînes cycliques de noyaux benzéniques.

Les sources naturelles de COV représentent à l'échelle planétaire environ 90% des rejets non méthaniques avec les émissions naturelles de la végétation (isoprènes et terpènes) ou d'autres phénomènes naturels (feux de forêts, éruptions volcaniques,...). Dans les régions urbaines et industrialisées, en raison de la part importante des émissions anthropiques, ces sources naturelles deviennent minoritaires.

Le cadastre des émissions de COVNM fait apparaître à la fois les zones urbaines et industrielles ainsi que les zones où les émissions biotiques sont prépondérantes.



Cadastre des émissions en COVNM pour l'année 2007 – V2010-1

Concernant l'activité humaine, ces composés sont émis sous forme de vapeurs issues de phénomènes de combustion à haute température (pots d'échappement, cheminées d'usine, fours,...), ou de simples évaporations (bacs de stockage de produits pétroliers, manipulation de solvants, d'insecticides, d'essences, ou de vernis,...).

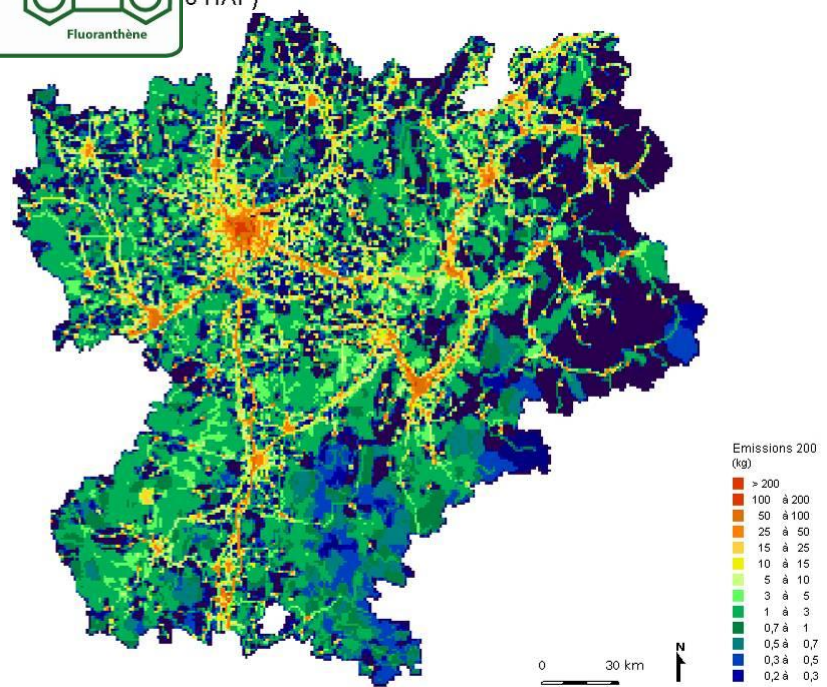
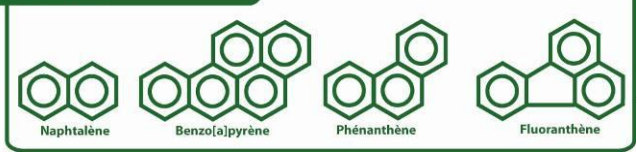


Le 1,3-butadiène qui appartient à la sous famille des alcènes est présent dans les émissions dues à la combustion de gaz et dans les gaz d'échappement (0,5 à 1,2% des émissions des gaz d'échappement).

Le formaldéhyde de la sous famille des aldéhydes (R-CHO) est formé naturellement dans l'air ambiant par l'oxydation des hydrocarbures. Cependant, une grande partie du formaldéhyde présent dans l'environnement résulte aussi des échappements non catalysés des automobiles. Cette molécule également présente dans l'air intérieur puisqu'elle rentre dans la composition de nombreux matériaux ou des produits ménagers.

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (Benzo[a]pyrène, naphthalène,...) sont générés lors de la combustion de matières organiques. Il existe quatre principales sources de HAP d'origine anthropique : le résidentiel et le tertiaire, les transports, l'industrie et l'agriculture. Les HAP peuvent aussi se former lors des feux de forêts ou d'éruptions volcaniques. En France, la quantité de HAP rejetée en 2004 est estimée à 35 tonnes dont 85% par le résidentiel tertiaire.

Quelques Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)



Cadastre des émissions pour 16 HAP pour l'année 2007 – V2010

Effets sur la santé

Les effets des composés organiques volatils sur la santé sont très divers selon la substance en présence : ils vont de la simple **gêne olfactive** à une **irritation des voies respiratoires** (HAP, aldéhydes,...), jusqu'à des **risques d'effets mutagènes et cancérigènes** (benzène, formaldéhyde,...).

Effets sur l'environnement

Les composés organiques volatils contribuent, au même titre que les oxydes d'azote, aux processus de **formation d'ozone** en tant que **précurseurs**.

Réglementation

Pour le benzène

Parmi les composés organiques volatils (COV), le benzène est pour l'instant le seul polluant soumis à des valeurs réglementaires.

DECRET FRANÇAIS 2002-213 du 15 février 2002 Valeurs réglementaires pour le benzène (C ₆ H ₆)											
Type de seuil	Valeur à respecter (en µg.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul	Date d'application	Dépassements autorisés avant la date d'application ²⁴ (en µg.m ⁻³)						
					2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Objectif de qualité	2	Moyenne annuelle	Année civile	19/07/2001							
Valeur limite	5	Moyenne annuelle	Année civile	01/01/2010	10	10	9	8	7	6	5

A titre d'information, le tableau suivant présente des valeurs de recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

RECOMMANDATIONS pour la santé humaine concernant le benzène (C ₆ H ₆)			
Type de seuil	du CSHPF ²⁵ (en µg.m ⁻³)		de l'OMS (en µg.m ⁻³)
Objectif de qualité	2	Moyenne annuelle	Risque, pour une exposition à des teneurs moyennes de 1 µg.m ⁻³ sur toute une vie (24h/24), d'induire un décès supplémentaire (par cancer, leucémie,...) : 6.10 ⁻⁶ (6 cas sur 1 000 000 de personnes)
Valeurs limites	10	Moyenne annuelle	
	25	Moyenne journalière	

Pour le benzo(a)pyrène

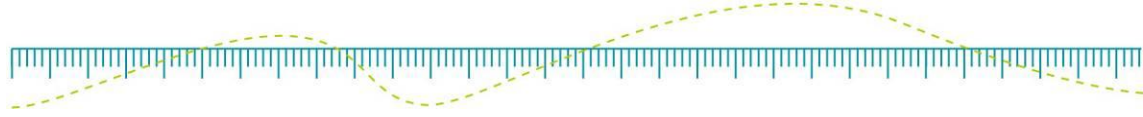
DIRECTIVE EUROPEENNE 2004/107/CE 2002-213 du 15 décembre 2004 Concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant					
Polluant	Type de seuil	Valeur à respecter (en ng.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul	Entrée en application
Benzo(a)pyrène	Valeur cible	1	Moyenne annuelle	Année civile	15/02/2007

RECOMMANDATIONS du CSHPF ²⁶ pour la santé humaine concernant les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques				
Polluant	Type de seuil	Valeur à respecter (en ng.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul
Benzo(a)pyrène	Objectif de qualité	0,1	Moyenne annuelle	Année civile
	Valeur cible	0,7	Moyenne annuelle	Année civile

²⁴ Dates d'application et marges de dépassement autorisées fixées par les directives européennes n° 1999/30/CE (22 avril 1999) et n° 2000/69/CE (16 novembre 2000).

²⁵ Séance du 17 septembre 1997 relative au projet de directive européenne concernant la pollution de l'air par le benzène

²⁶ Séance du 17 septembre 1997 relative au projet de directive concernant la pollution de l'air ambiant par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).



Les métaux lourds

Sources

Les métaux lourds désignent les métaux toxiques de masse volumique supérieure à 4,5 g/cm³ (Plomb, Mercure, Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Sélénium, Zinc).

Les métaux lourds se trouvent naturellement dans tous les compartiments de l'environnement (l'air, l'eau et le sol). Comme le pétrole, le charbon et le bois contiennent presque tous les éléments chimiques et parmi eux aussi, les métaux lourds, en quantités différentes.

Les métaux lourds dans l'air proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères... et de certains procédés industriels particuliers.

Lors des procédés de combustion, ces métaux et/ou leurs composés sont absorbés sur des particules et émis dans l'air, puis peuvent être absorbés dans les eaux de précipitations ou atteindre le sol directement.

Les métaux particuliers d'origine anthropique sont émis dans l'air selon divers processus : soit de façon canalisée (émissions industrielles par des cheminées), soit sous forme diffuse à partir, par exemple, d'envols sur des aires de stockage ou lors de manipulation. Les phénomènes de ré envols sont également à prendre en compte.

Arsenic (As) : L'arsenic provient de la production de verre ou de métaux ferreux et non-ferreux. L'utilisation du fioul lourd contribue également aux émissions du fait des traces de ce métal qu'il contient. Le secteur de l'industrie manufacturière est donc prépondérant.

Cadmium (Cd) : Le cadmium est émis lors de la production de zinc et de l'incinération de déchets. La combustion de combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse engendre une part significative des émissions de cadmium.

Chrome (Cr) : Le chrome provient essentiellement de la production de verre, de ciment, de la métallurgie des ferreux et des fonderies.

Cuivre (Cu) : Le cuivre provient majoritairement de l'usure des caténaires induit par le trafic ferroviaire. Par ailleurs, comme pour les autres métaux lourds, les procédés de métallurgie des métaux ferreux et non ferreux, le traitement des déchets et la combustion constituent à des degrés divers les principales sources émettrices de cuivre.

Nickel (Ni) : Le nickel est essentiellement émis par la combustion du fioul lourd qui contient des traces de ce métal.

Sélénium (Se) : Le sélénium provient essentiellement de la production de verre. L'utilisation du fioul lourd contribue également aux émissions du fait des traces de ce métal qu'il contient.

Zinc (Zn) : Le zinc provient de la combustion du charbon et du fioul lourd mais aussi de certains procédés industriels appartenant à la métallurgie des métaux ferreux et non ferreux ainsi qu'à l'incinération des déchets.

Plomb (Pb) :

Les émissions de plomb sont en très forte baisse depuis 1990 (-95% entre 1990 et 2002). Les principaux secteurs émetteurs dépendent de l'année considérée :

- de 1990 à 1999, le transport routier était largement prédominant : 91% des émissions totales de la France métropolitaine en 1990 contre 68% en 1999.
- à partir de 1999, le transport routier a une contribution très faible puis nulle (3% en 2000 puis 0% par la suite). Le secteur qui est désormais le plus émetteur est l'industrie manufacturière (fabrication de batteries électriques, la fabrication de certains verres).

La baisse observée entre 1990 et 2002 est imputable en quasi-totalité au transport routier et s'explique par l'introduction de carburants sans plomb et de l'interdiction de l'essence plombée au 1er janvier 2000, actions liées à la mise en place de pots catalytiques.

Mercuré (Hg) : Le mercure est émis en quantité faible, mais toujours trop importante, par la combustion du charbon, du pétrole, la production de chlore, mais aussi par l'incinération de déchets ménagers, hospitaliers et industriels.

Effets sur la santé

La toxicité aiguë d'un métal dépend de plusieurs facteurs : de la forme dans laquelle l'élément se trouve, de la manière dont il est absorbé (par voie orale ou inhalation), du type d'organisme où il se trouve (par exemple plante, animal), de sa concentration à un certain endroit de l'organisme ou dans un organe déterminé.

L'accumulation des métaux lourds dans l'organisme provoque des effets toxiques à court et/ou long terme (altération du système nerveux, des fonctions rénales, hépatiques, respiratoires,...).

Effets sur l'environnement

Les métaux lourds contaminent le sol et les aliments. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques.

Réglementation

Pour l'arsenic (As), le Cadmium (Cd) et le Nickel (Ni)

DIRECTIVE EUROPEENNE 2004/107/CE 2002-213 du 15 décembre 2004 Concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant					
Polluant	Type de seuil	Valeur à respecter (en ng.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul	Entrée en application
Arsenic (As)	Valeur cible	6	Moyenne annuelle	Année civile	15/02/2007
Cadmium (Cd)	Valeur cible	5	Moyenne annuelle	Année civile	15/02/2007
Nickel (Ni)	Valeur cible	20	Moyenne annuelle	Année civile	15/02/2007

RECOMMANDATIONS de l'OMS ²⁷ pour la santé humaine concernant le Cadmium (Cd)				
Polluant	Type de seuil	Valeur à respecter (en ng.m ⁻³)		Période et statistique pour le calcul
Cadmium	Valeur Cible	5	Moyenne annuelle	Année civile

²⁷ Séance du 17 septembre 1997 relative au projet de directive concernant la pollution de l'air ambiant par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Pour le plomb (Pb)

DECRET FRANÇAIS 2002-213 du 15 février 2002 Valeurs réglementaires pour le Plomb (Pb)											
Type de seuil	Valeur à respecter (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)		Période et statistique pour le calcul	Date d'application	Dépassements autorisés avant la date d'application ²⁸ (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)						
					2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Objectif de qualité	0.25	Moyenne annuelle	Année civile	19/07/2001							
Valeur limite	0.5	Moyenne annuelle	Année civile	01/01/2010	1.1	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

RECOMMANDATIONS de l'OMS ²⁹ pour la santé humaine concernant le Plomb (Pb)				
Polluant	Type de seuil	Valeur à respecter (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)		Période et statistique pour le calcul
Plomb	Valeur limite	0,5	Moyenne annuelle	Année civile

Les dioxines / furanes

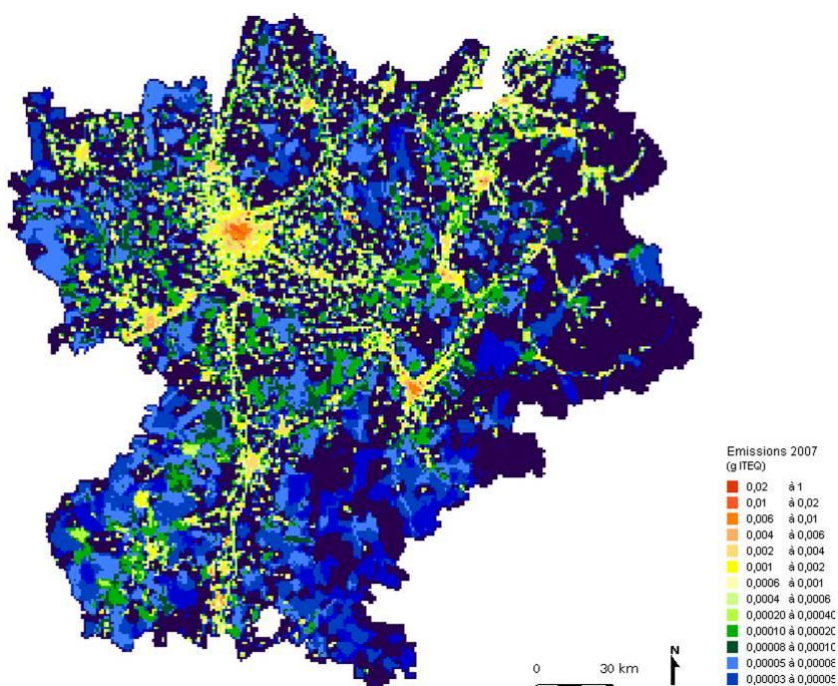
Qu'est qu'une dioxine ?

Les dioxines et furanes font partie de la famille des Polluants Organiques Persistants (POP) au même titre que de nombreuses dizaines d'autres polluants (certains pesticides et autres produits chimiques industriels). Il existe de nombreux composés identifiés (75 PCDD et 135 PCDF, appelés « congénères »)

Sources

Les dioxines furanes sont des composés produits non intentionnellement lors d'une combustion incomplète ou non maîtrisée, ou lors de certaines fabrications industrielles. Elles sont donc potentiellement émises par tout procédé incluant une combustion (incinération de déchets, métallurgie, brûlage à l'air libre, feux de forêt ...).

Les dioxines sont des résidus essentiellement formés lors d'une combustion dans des conditions de température élevées de 250 à 450°C, de certains précurseurs, ou de composés organiques en présence d'oxygène et d'une source de chlore. Elles sont complètement détruites à partir d'une température de 800°C pendant 2 secondes, en présence d'un excès d'oxygène.



Cadastre des émissions pour les dioxines et furanes pour l'année 2007 – V2010-1

²⁸ Dates d'application et marges de dépassement autorisées fixées par les directives européennes n° 1999/30/CE (22 avril 1999) et n° 2000/69/CE (16 novembre 2000).

²⁹ Séance du 17 septembre 1997 relative au projet de directive concernant la pollution de l'air ambiant par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).



Effets sur la santé

Une exposition à court terme à des teneurs élevées en dioxine peut être à l'origine de lésions cutanées, chloracné ainsi qu'une altération de la fonction hépatique.

Une exposition prolongée peut endommager le système immunitaire, perturber le développement du système nerveux, être à la source des troubles du système endocrinien et de la fonction de reproduction.

La dioxine de Seveso est la seule dioxine reconnue cancérigène pour l'homme. Cependant, plusieurs autres dioxines sont reconnues comme étant tératogènes et induisant une fœtotoxicité, des baisses de la fertilité, ainsi que des troubles endocriniens.

En raison de leur capacité à s'accumuler dans les tissus vivants, leurs concentrations augmentent tout au long de la chaîne alimentaire

Ce sont des molécules très résistantes à la température et à toutes autres dégradations de type chimique ou biologique. Persistantes dans l'environnement et l'organisme humain, leur demi-vie est de l'ordre de 7 à 10 ans. De plus, ils peuvent en effet se déplacer dans les masses d'air sous forme de fines particules et se déposer à des centaines de kilomètres de leurs lieux d'émission.

Réglementation

A l'heure actuelle il n'y a pas de valeur guide ou de recommandations émises sur les teneurs de dioxines et furanes dans l'air ambiant ou les retombées atmosphériques. Toutefois de nombreuses études ont été menées afin d'évaluer les concentrations de dioxines dans les différents compartiments de l'environnement.

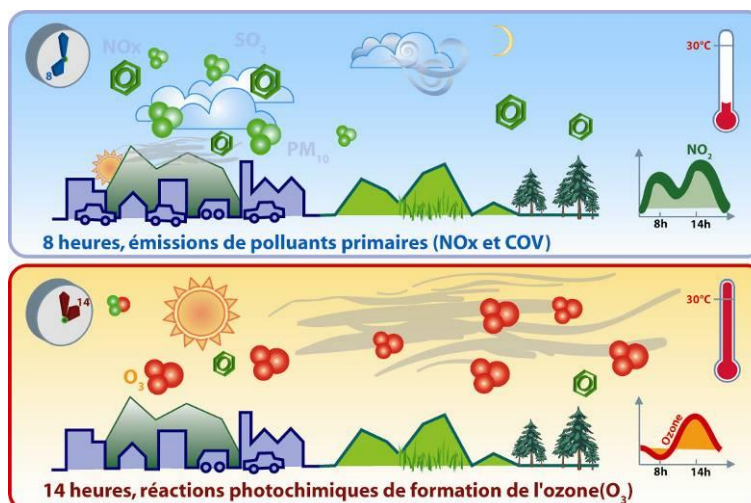
Les Polluants Organiques Persistants (dont les dioxines et les furanes) font toutefois l'objet de deux textes réglementaires internationaux :

Le protocole d'Aarhus de juin 1998 dans le cadre de Pollution Transfrontalière Longue Distance et de la convention de Genève, en vigueur depuis 2003. Le texte vise le contrôle et la réduction de 16 POP d'origine industrielle dont les dioxines/furanes, les PCB et les HAP.

La convention de Stockholm de mai 2001 dans le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), en vigueur depuis 2004 vise les mêmes objectifs que le protocole d'Aarhus sur 12 POP.

L'ozone (O₃)

L'ozone est un polluant secondaire, car il n'est pas émis directement par une source polluante (il n'y a pas d'échappement, ni dans les rejets des industries). Dans la stratosphère (entre 10 à 60 km d'altitude), l'ozone est présent naturellement et agit comme un filtre naturel qui protège la surface de la Terre du rayonnement solaire UV ; c'est la couche d'ozone.



Dans la troposphère (de 0 à 10 km d'altitude), où chacun d'entre nous respire quotidiennement, les taux d'ozone devraient être faibles. Cependant certains polluants dits précurseurs, oxydes d'azote et composés organiques volatils (COV), se combinent sous l'action du rayonnement solaire (rayons UV) et donnent naissance à l'ozone et d'autres composés irritants. L'ozone et les autres polluants irritants constituent la pollution photochimique. Les précurseurs de l'ozone proviennent principalement du trafic routier (pour les NOx), de certains procédés et stockages industriels ainsi que de l'usage de solvants (pour les COV).

Les concentrations maximales d'ozone sont mesurées pendant les mois les plus chauds de l'année (mai à août) lorsque le rayonnement solaire est le plus important.

La présence de l'ozone dans l'atmosphère est liée aux émissions de polluants primaires (NOx et COV), à leur transformation sous l'action du rayonnement solaire (c'est la pollution photochimique) et ensuite au transport de l'ozone par la circulation des masses d'air. A l'inverse d'autres polluants, l'échelle spatiale des épisodes de pollution à l'ozone est régionale, voire nationale.

Dans le cas d'un épisode de pollution, à l'ozone produit localement s'ajoute celui amené par des masses d'air polluées qui se sont chargées en ozone en passant au dessus de zones émettrices de précurseurs et productrices d'ozone. En effet, la durée de vie de l'ozone dans les basses couches de l'atmosphère est de quelques jours (quelques heures seulement pour le NO₂) ; l'ozone peut donc voyager sur plusieurs centaines de kilomètres. Ainsi à Grenoble, selon les conditions météorologiques et selon l'origine des masses d'air, jusqu'à deux tiers de l'ozone mesuré à Grenoble lors d'épisode de pollution peut provenir d'autres régions (étude et modélisation de la pollution photochimique sur la ville de Grenoble – Thèse d'Olivier Couach – 2002, disponible sur www.atmo-rhonealpes.org rubrique publications).

Dans le cas d'un épisode de pollution au dioxyde d'azote (NO₂) qui est un polluant primaire issu principalement du trafic, les conditions météorologiques défavorables à la dispersion du NO₂ favorisent son accumulation au niveau de l'agglomération.

Les processus chimiques de formation et de destruction de l'ozone dans l'atmosphère sont très complexes. Une particularité de la pollution à l'ozone est sa répartition géographique. En milieu urbain, à proximité des axes de circulation, les concentrations moyennes d'ozone sont plus faibles qu'en milieu rural car s'il résulte de la combinaison de certains polluants primaires, l'ozone est aussi détruit par les polluants primaires dont les concentrations sont plus importantes en milieu urbain qu'en milieu rural.

Effets sur la santé

L'ozone est un gaz incolore et un puissant oxydant pénétrant facilement jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Il provoque, dès une exposition prolongée des irritations oculaires, des migraines, de la toux et une altération pulmonaire surtout chez les enfants et les asthmatiques. Les effets de l'ozone sur l'organisme sont amplifiés par l'exercice physique.

Effets sur l'environnement

Les végétaux semblent particulièrement sensibles aux concentrations d'ozone. Il a été démontré que l'influence de l'ozone varie selon les espèces. Certains végétaux très sensibles, comme les plans de tabac, sont utilisés comme indicateurs de la pollution photochimique.

De façon générale, l'ozone agit défavorablement sur le développement des végétaux en altérant le mécanisme photosynthétique et en provoquant des nécroses foliaires. En effet, la plante utilise une partie de son énergie à se désintoxiquer de l'ozone de façon à ce que les lésions qu'il engendre soient réparées. Il se produit alors une perte de capacité de la plante à se développer.

Réglementation

DECRET FRANÇAIS 2003-1085 du 12 novembre 2003 et Décret n° 2007-1479 du 12 octobre 2007 modifiant le code de l'environnement - Valeurs réglementaires pour l'ozone (O3)				
Type de seuil	Valeur à respecter (en $\mu\text{g.m}^{-3}$)		Période et statistique pour le calcul	Date ³⁰ d'application
Objectif de qualité	120	Moyenne sur 8 h	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures ³¹ calculée sur l'année civile	18/10/2007
Objectif de qualité ³²	200	Moyenne horaire	Année civile ³³	19/07/2001
Objectif de qualité ³⁴	6 000 ⁶ $\mu\text{g.m}^{-3}\cdot\text{h}$	Cumul horaire	AOT40 ³⁵	18/10/2007
Seuil de recommandation et d'information	180	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté interpréfectoral ³⁶	19/07/2001
1 ^{er} seuil d'alerte	240 (sur 3 heures consécutives)	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté interpréfectoral	09/09/2003 ³⁷
2 ^{ème} seuil d'alerte	300 (sur 3 heures consécutives)	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté interpréfectoral	09/09/2003
3 ^{ème} seuil d'alerte	360	Moyenne horaire	Conditions de déclenchement selon arrêté interpréfectoral	09/09/2003

³⁰ Fixée par la directive européenne n° 1999/30/CE (22 avril 1999).

³¹ Pour un jour donné, la première période pour le calcul de la moyenne glissante sur 8h est comprise entre 17h00 la veille et 01h00 le jour même; la dernière période est comprise entre 16h00 et minuit le même jour.

³² Pour la protection de la végétation (sans conséquences graves pour la santé humaine).

³³ Du 1^{er} janvier au 31 décembre.

³⁴ Pour la protection de la végétation (sans conséquences graves pour la santé humaine).

³⁵ Période de calcul : 1^{er} mai au 31 juillet.

³⁶ AOT40 = Cumul des heures de surcharge en ozone (au-dessus de 40 ppb, soit 80 $\mu\text{g.m}^{-3}$) ; Somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 $\mu\text{g.m}^{-3}$, du 1^{er} mai au 31 juillet en utilisant les valeurs horaires mesurées entre 8h et 20h locale (heure de l'Europe Centrale).

³⁷ Arrêté interpréfectoral du 5 juillet 2006 (déclenchement du seuil d'alerte 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire ou persistance de 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire entre les jours J-1 et J).

³⁸ Fixée par la directive européenne n°2002/3/CE (12 février 2002).



A titre d'information, le tableau suivant présente des valeurs de recommandations du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), ainsi que les valeurs fixées par la directive européenne 2002/3/CE du 12 février 2002 :

Type de seuil	RECOMMANDATIONS pour la santé humaine concernant l'ozone (O ₃)			DIRECTIVE EUROPEENNE 2002/3/CE concernant l'ozone (O ₃)			
	du CSHPF ³⁸ (en µg.m ⁻³)		de l'OMS (en µg.m ⁻³)		Valeur (en µg.m ⁻³)	Période	Mise en application ³⁹
Objectif de qualité	110	Moyenne sur 8 h	100 ⁴⁰	Moyenne sur 8 h	120	Moyenne sur 8 h ⁴¹	2010
Objectif de qualité ⁴²					40 ⁴³	Moyenne annuelle	2010
Objectif de qualité ⁴⁴			400 (cultures) 20 000 (forêts) µg.m ⁻³ .h	AOT40 ⁴⁵	18 000 ⁹⁵ µg.m ⁻³ .h	AOT40	2010
Objectif à long terme					6 000 ¹⁰ µg.m ⁻³ .h	AOT40	2020
Seuil d'information	180	Moyenne horaire			180	Moyenne horaire	Avant le 03/09/2003
Seuil d'alerte	360	Moyenne horaire			240 ⁴⁶ (sur 3h consécutives)	Moyenne horaire	Avant le 03/09/2003

³⁸ Séance du 27 avril 1995 concernant l'évaluation et la gestion du risque dû à l'ozone, indicateur de la pollution photochimique en France

³⁹ Sans marges de dépassement avant la date d'application.

⁴⁰ Mise à jour 2005

⁴¹ Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h, à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile moyenne calculée sur 3 ans. L'objectif à plus long terme (2020) est de ne jamais dépasser ce seuil, la première année entrant en ligne de compte pour ce calcul étant 2010.

⁴² Pour la protection de la végétation (sans conséquences graves pour la santé humaine).

⁴³ Pour la protection des matériaux

⁴⁴ Pour la protection de la végétation (sans conséquences graves pour la santé humaine).

⁴⁵ AOT40 = Cumul des heures de surcharge en ozone (au-dessus de 40 ppb, soit 80 µg.m⁻³) ; Somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg.m⁻³, durant une période donnée en utilisant les valeurs horaires mesurées entre 8h et 20h locale (heure de l'Europe Centrale).

⁹ Période de calcul : 1^{er} avril au 30 septembre.

¹⁰ Période de calcul : 1^{er} mai au 31 juillet.

⁴⁶ Pour la mise en œuvre des Plans d'actions à court terme, le dépassement du seuil doit être mesuré ou prévu pendant trois heures consécutives