

Comment lutter contre la pollution Lyonnaise ?

1	Les polluants nocifs dans l'atmosphère urbaine.....	4
2	L'Evaluation de la pollution atmosphérique lyonnaise	10
3	La pollution dans les métropoles européennes	35
4	Les Sources de la pollution urbaine	50
5	Effet des normes Euro sur la pollution.....	56
6	Des solutions efficaces pour réduire la pollution lyonnaise	60

1	Les polluants nocifs dans l'atmosphère urbaine.....	4	2. 5	Les seuils de pollution.....	17
1. 1	Liste des polluants	4	2. 5. 1.	Surveiller les dépassements ou la moyenne ?	17
1. 2	Nocivité de la pollution.....	4	2. 5. 2.	Le principe des seuils	17
1. 3	La pollution par les microparticules (PM)	5	2. 5. 3.	Valeur cible	17
1. 3. 1.	L'origine des microparticules	5	2. 5. 4.	Valeur limite	17
1. 3. 2.	Effet nocifs des PM Les effets nocifs de PM sur la santé	5	2. 5. 5.	Objectif de qualité	17
1. 4	La pollution par les NOx	6	2. 5. 6.	Seuil d'information et de recommandation	17
1. 4. 1.	L'origine des NOx	6	2. 5. 7.	Seuil d'alerte	17
1. 4. 2.	Effets nocifs des NOx	6	2. 5. 8.	Obligation de concentration relative à l'exposition	18
1. 5	La pollution par l'ozone.....	6	2. 5. 9.	Indicateur d'Exposition Moyenne (IEM)	18
1. 5. 1.	L'origine de l'ozone	6	2. 5. 10.	Valeurs des seuils	18
1. 5. 2.	Effets nocifs de l'ozone sur la santé et la végétation	6	2. 6	Evaluation de la qualité de l'air sur le site ATMO AURA.....	19
1. 6	Les polluants moins prégnants	7	2. 6. 1.	Les chronogrammes	19
1. 6. 1.	Les métaux lourds	7	2. 6. 2.	Historique du bilan 2017 de la pollution Lyonnaise	19
1. 6. 2.	Les aldéhydes	7	2. 6. 3.	Les moyennes de pollution	20
1. 6. 3.	Les dioxines	7	2. 6. 4.	Extraction de données à la demande	21
1. 6. 4.	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	7	2. 6. 5.	La saisonnalité de la pollution	23
1. 6. 5.	Les pesticides	7	2. 7	L'exposition des lyonnais à la pollution.....	24
1. 6. 6.	Les pollens	8	2. 7. 1.	Les cartes de pollution	24
1. 7	La localisation et la dispersion de la pollution	8	2. 7. 2.	Expositions moyennes annuelles	25
2	L'Evaluation de la pollution atmosphérique lyonnaise	10	2. 8	Pollution prévisionnelle du jour	26
2. 1	Principe de l'évaluation	10	2. 9	Des indices complexes pour les nuls.....	28
2. 2	Les 5 missions d'ATMO AuRA	10	2. 9. 1.	L'indice régional d'ATMO-AuRA	28
2. 3	Les mesures de la pollution.....	10	2. 9. 2.	Indice national de la qualité de l'air (ATMO)	28
2. 3. 1.	Le principe des mesures	10	2. 9. 3.	Les 2 Indices CITEAIR	30
2. 3. 2.	L'implantation du dispositif de surveillance	16	2. 10	Evolution de la pollution selon le bilan 2017.....	31
2. 4	Modélisation de la pollution locale.....	16	2. 11	Les épisodes de pollution.....	32
2. 4. 1.	Principe de la modélisation	16	2. 11. 1.	Principe de gestion des épisodes de pollution	32
2. 4. 2.	Utilisation de la modélisation	16	2. 11. 2.	Les zones de contrôle de la pollution	32
2. 4. 3.	Estimation de la pollution par mini-capteurs	16	2. 11. 3.	Condition de déclenchement d'un épisode de pollution	32

2. 11. 4.	Mise en pratique des procédures pour les vignettes CRIT'Air 34	
2. 12	Bilan de la pollution à Lyon	34
3	La pollution dans les métropoles européennes	35
3. 1	La pollution française	35
3. 2	Comparaison européenne de la pollution.....	35
3. 2. 1.	Comparaison globale	35
3. 2. 2.	Utilisation d'un panel de métropoles comparables	36
3. 3	La pollution européenne aux microparticules	38
3. 4	La pollution européenne aux oxydes d'azote.....	42
3. 5	L'opinion des entreprises sur le facteur pollution dans le choix de leur implantation	47
3. 6	Corrélation entre modes de déplacement et pollution.....	48
3. 7	Opinion sur le niveau de pollution	49
4	Les Sources de la pollution urbaine	50
4. 1	Contribution des secteurs économiques à la pollution.....	51
5	Effet des normes Euro sur la pollution.....	56
5. 1	Les normes pour les PM	56
5. 2	Les normes pour les NOx	57
5. 3	Récapitulatif	58
6	Des solutions efficaces pour réduire la pollution lyonnaise	60
6. 1	Les solutions proposées.....	60
6. 1. 1.	Principe de sélection	60
6. 1. 2.	Le progrès	61
6. 1. 3.	La rigueur	61
6. 1. 4.	Liste des solutions	61
6. 2	Détourner de la Métropole le transit automobile	61
6. 2. 1.	La pollution due à la saturation des accès	61
6. 2. 2.	Les solutions de détournement	61
6. 2. 3.	Eviter la saturation des pénétrantes urbaines	65
6. 2. 4.	Décongestionner Gerland en déviant le trafic	65
6. 2. 5.	Offrir des modes de transport moins polluants	66
6. 2. 6.	Inciter à l'usage de voitures moins polluantes	66
6. 2. 7.	Diminuer la pollution en optimisant les vitesses	68
6. 2. 8.	Faciliter la recharge des véhicules électrique	70
6. 3	La qualité de l'air grâce aux transports collectifs	71
6. 3. 1.	La stratégie préconisée par la Cour des Comptes	71
6. 3. 2.	En grande banlieue	72
6. 3. 3.	En banlieue	72
6. 3. 4.	L'amélioration du réseau ferroviaire métropolitain	73
6. 3. 5.	En ZFE...74	
6. 3. 6.	Favoriser les engins de déplacement personnels	75
6. 3. 7.	Assurer l'intermodalité	77
6. 4	Bilan des dispositions sur la pollution.....	77

1 Les polluants nocifs dans l'atmosphère urbaine

1.1 Liste des polluants

Les polluants sont des composés chimiques *microscopiques ou gazeux*,

- ⇒ émis à partir d'une source plus ou moins bien délimitée,
- ⇒ qui se dispersent dans l'atmosphère de façon plus ou moins homogène suivant le relief et les conditions météorologiques.

Les dégagements de CO₂ ne sont pas pris en compte dans les polluants, mais doivent être intégrés dans des préoccupations écologistes.

L'air que nous respirons peut contenir des centaines de polluants sous forme gazeuse, liquide ou solide.

Les composés solides sont essentiellement des particules microscopiques (dites PM, comme Particulate Matter) distinguées essentiellement par leur diamètre compris entre 100 et 0,1 micron (µm) :

- ⇒ PM₁₀ d'un diamètre inférieur à 10 µm et supérieur à 2,5 µm,
- ⇒ PM_{2,5} d'un diamètre inférieur à 2,5 µm et supérieur à 1 µm, dites fines
- ⇒ PM₁ d'un diamètre inférieur à 1 µm dites très fines.

Les composés gazeux sont essentiellement :

- ⇒ des oxydes d'azote (NO et NO₂) dits NO_x,
 - ⇒ l'Ozone (O₃),
 - ⇒ les COV (VOC en anglais) composés gazeux de [carbone](#) et d'un ou plusieurs autres éléments (à l'exception des oxydes de carbone et des carbonates et bicarbonates inorganiques) : [hydrogène](#), [halogènes](#), [oxygène](#), [soufre](#), [phosphore](#), [silicium](#) ou [azote](#) ;
 - ⇒ des oxydes de soufre (SO₂),
- une variété d'autres polluants présents moins systématiquement :
- ⇒ des métaux lourds,
 - ⇒ Les aldéhydes,
 - ⇒ les dioxines et furanes,
 - ⇒ les hydrocarbures aromatiques polycycliques,
 - ⇒ les pesticides,
 - ⇒ les pollens.

1.2 Nocivité de la pollution

La pollution tue 10 fois plus que les accidents de la route. Selon l'OMS :

- ⇒ En France le nombre de décès prématurés des personnes de moins de 65 ans a été évalué à 48 000, soit environ 500 dans le Grand Lyon et
- ⇒ une étude sanitaire sur Lyon et ses environs¹ a évalué la diminution des décès prématurés de 94 à 218 pour une diminution de 25% de la pollution.

¹ Evolution de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine (sur 2001-2002).

Les coûts européens, liés à cette pollution de l'air sont estimés entre 300 et 940 milliards d'euros par an (selon une évaluation du programme CAFE).

Des valeurs ont été établies par l'OMS, pour indiquer le taux au delà duquel ces polluants ont un effet délétère sur la santé et des seuils associés à des durées ont été fixés par l'OMS pour contraindre les nations à maintenir ces polluants à un niveau acceptable pour la santé.

Les seuils imposés par l'UE sont environ le double des limites de l'OMS.

Nous porterons notre attention sur les polluants qui dépassent les seuils OMS.

Il existe cependant toute une liste d'autres polluants tout aussi néfastes, généralement classés « cancérogènes » par le centre International de la Recherche sur le Cancer (CIRC), mais qui existent normalement en quantité suffisamment faible pour ne pas nuire trop gravement à notre santé.

1.3 La pollution par les microparticules (PM)

Les PM sont classés selon leur taille. Les PM restent en suspension dans l'air :

- ⇒ les PM₁₀ ($10\mu\text{m} > \text{taille} > 2,5\mu\text{m}$) jusqu'à 1 jour,
- ⇒ les PM_{2,5} ($2,5\mu\text{m} > \text{taille} > 1\mu\text{m}$) jusqu'à une semaine,
- ⇒ les PM_{0.1} ont une durée de vie courte, mais pénètrent les organes.

1.3.1. L'origine des microparticules

Les microparticules **primaires** sont émises dans l'atmosphère par diverses sources anthropiques et naturelles.

Les particules **secondaires** sont issues de réactions **physico-chimiques** à partir d'autres polluants appelés **précurseurs** (avant tout **SO₂**, **NO_x**, **NH₃**, **COVNM**).

Les particules peuvent aussi être remises en suspension sous l'action du **vent** ou sous l'action du **trafic routier**.

1.3.2. Effet nocifs des PM Les effets nocifs de PM sur la santé

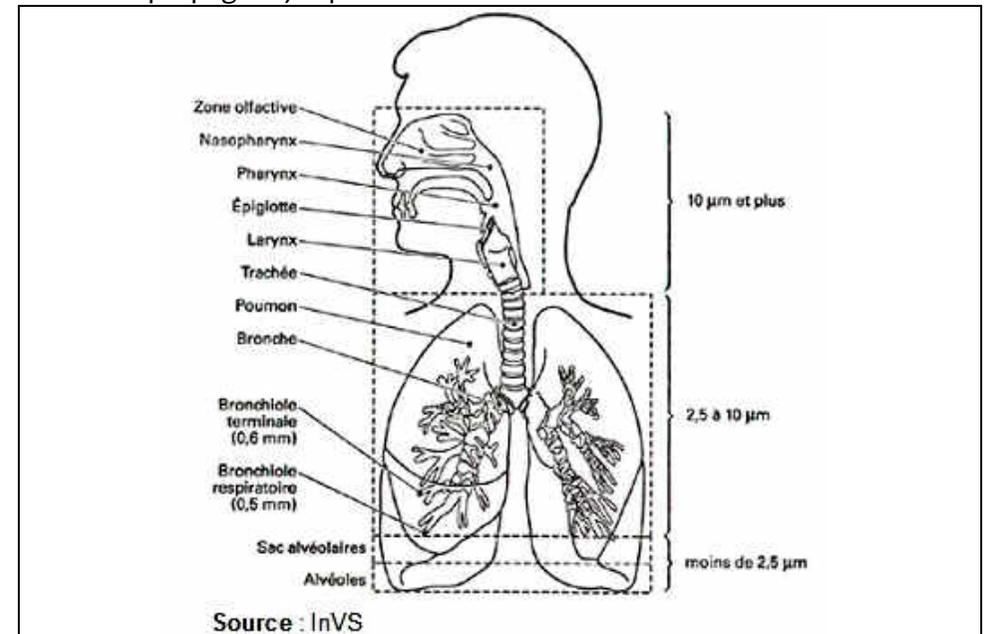
Les PM sont des microparticules ou nanoparticules poreuses et qui de ce fait collectent de nombreux polluants nocifs et viennent les déposer dans notre organisme via les voies respiratoires. Selon leur taille, les microparticules précipitent en poussières ou se comportent comme un gaz.

Les PM ont été reconnues cancérogènes par l'OMS en 2013 et il est difficile de préciser le seuil en dessous duquel elles ne le seraient pas. On les classe selon leur diamètre qui caractérise leur pénétration dans nos bronches.

Les PM₁₀ pénètrent dans les bronches (bronchites).

Les PM_{2.5} plus dangereuses sont 30 à 100 fois plus abondantes en porosités superficielles. Elles pénètrent jusqu'à nos alvéoles pulmonaires, puis dans le sang.

Les PM₁ se propagent jusqu'à notre cerveau.



Les PM₁ pénètrent dans le sang jusqu'aux organes et provoquent :

- ⇒ des AVC ;
- ⇒ des baisses de fertilité,
- ⇒ augmente les risques de faible poids des enfants à la naissance, même avec une faible exposition

Selon une étude parue récemment le risque est plus important chez les hommes que chez les femmes.

Une exposition aux PM² peut entraîner :

- ⇒ le cancer (effet certain selon l'OMS en 2013 quel que soit la concentration),
- ⇒ des allergies,
- ⇒ une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques ;
de l'arythmie cardiaque ;
des maladies respiratoires ou cardio-vasculaires.

L'OMS préconise de maintenir une concentration moyenne annuelle < 25 µg/m³ d'air < limite UE Chaque hausse de 5 µg/m³ de la concentration annuelle en PM_{2,5} accroît le risque de mourir de 7%. La réduction moyenne de la durée de vie est de 6 mois au moins.

1. 4 La pollution par les NOx

1. 4. 1. L'origine des NOx

Les NOx et principalement NO₂ proviennent de la combustion à haute température qui provoque la composition de l'azote et de l'oxygène de l'air.

1. 4. 2. Effets nocifs des NOx

Les NOx ont des effets nocifs des sur la santé et la végétation.

Les NO_x ont des effets sur l'environnement et contribuent notamment au dépérissement forestier, car ils génèrent de l'acide nitrique notamment sur les feuilles.

Le NO₂ est considéré comme ayant un impact sanitaire avéré aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant.

Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, en se transformant en acide nitrique, dès 200 µg/m³ entraîner diverses affections :

- ⇒ une altération de la fonction respiratoire notamment une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques ;
- ⇒ de l'arythmie cardiaque ;
- ⇒ des AVC ;
- ⇒ des baisses de fertilité.

Chez les enfants, les NOx augmentent la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

1. 5 La pollution par l'ozone

1. 5. 1. L'origine de l'ozone

L'ozone est produit par des transformations chimiques de certains polluants et COV, notamment sous l'action du rayonnement UV.

De ce fait, l'ozone n'a pas de localisation fixe, mais, en raison de la violence des UV, il se rencontre plutôt sous le vent des émetteurs :

- ⇒ dans les zones périurbaines et rurales,
- ⇒ en montagne, et là pas seulement en été.

Divers épisodes importants (plus du double du seuil autorisé de 180g/m³) ont lieu régulièrement en Rhône Alpes, du fait de conditions météorologiques favorables (températures élevées, anticyclone, peu de vent).

1. 5. 2. Effets nocifs de l'ozone sur la santé et la végétation

L'ozone déclenche des crises d'asthme, notamment chez les personnes les plus sensibles (enfants, les personnes âgées, les asthmatiques et les insuffisants respiratoires). Les conséquences pour la santé varient selon le niveau d'exposition, le volume d'air inhalé et la durée de l'exposition.

Plusieurs manifestations sont possibles : toux, inconfort thoracique, gêne douloureuse en cas d'inspiration profonde, mais aussi essoufflement, irritation nasale, oculaire et de la gorge. Les effets varient selon les individus et l'état de santé (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-ozone.html>).

L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (le rendement des cultures par exemple) et accélère la dégradation de certains matériaux comme le caoutchouc sur lequel il provoque des craquelures. L'ozone contribue à l'effet de serre.

² Dans The Lancet, selon une étude menée par le Néerlandais Rob Beelen, fondée sur 22 enquêtes conduites dans 13 pays européens, qui ont suivi 367.251 personnes sur 14 années en moyenne.

1. 6 Les polluants moins prégnants

1. 6. 1. Les métaux lourds

Les principaux métaux surveillés sont :

- ⇒ l'Arsenic ([As](#)),
- ⇒ le Cadmium ([Cd](#)),
- ⇒ le Chrome ([Cr](#)),
- ⇒ le Nickel ([Ni](#)),
- ⇒ le Plomb ([Pb](#)) et
- ⇒ le Zinc ([Zn](#)).

Ils proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères et de certains procédés industriels (métallurgie des métaux non ferreux notamment).

1. 6. 2. Les aldéhydes

Les aldéhydes sont présents dans de nombreux produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants,... Ils sont produits également par combustion. Ils sont à surveiller à l'intérieur d'établissements accueillant des mineurs.

1. 6. 3. Les dioxines

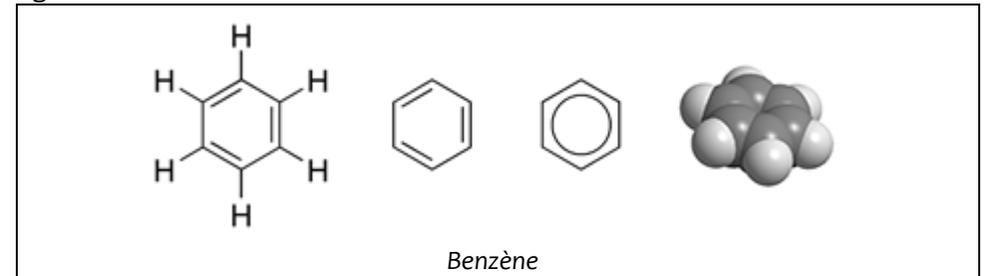
Les dioxines sont issues de combustions en présence de chlore, d'oxygène, de carbone et d'hydrogène. Elles proviennent de déchets et de boues, de feux de bois, d'incendies, de brûlage de câbles, de blanchiment du papier avec des composés chlorés, du transport routier, de la fabrication d'herbicides... Elles migrent en se fixant sur des PM.

Les dioxines et furanes se fixent dans les graisses, où leurs [concentrations](#) augmentent tout au long de la chaîne alimentaire. La « demi-vie » de la molécule de dioxine dans l'organisme est de l'ordre de sept ans. La femme possède la capacité de l'éliminer par un transfert dans le placenta et le lait maternel en exposant alors le nourrisson.

1. 6. 4. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ([HAP](#)) sont divers composés à base de carbone et d'hydrogène qui comprennent au minimum deux cycles benzéniques, principalement rejetés lors de la combustion incomplète de matière organique (en foyer ouvert notamment).

Plusieurs [HAP](#) sont classés comme probables ou possibles cancérogènes Parmi les [HAP](#), le benzo(a)pyrène est pour l'instant le seul HAP soumis à des valeurs réglementaires.



1. 6. 5. Les pesticides

Le terme "pesticide" désigne un grand nombre de substances utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes vivants jugés indésirables ou nuisibles pour les plantes, les animaux ou les hommes herbicides, fongicides ou insecticides. Par nature, leurs effets ne sont guère ciblés et sont aussi néfastes pour l'homme : troubles cutanés, hépato-digestifs, ophtalmologiques, neuromusculaires, respiratoires et ORL, cancers, troubles neurologiques, troubles de la reproduction et du développement, perturbations endocriniennes... Il n'y a pas de réglementation concernant les niveaux de pesticides dans l'air. En revanche, la mise sur le marché des pesticides est principalement réglementée par deux directives européennes : la directive 91/414/CE et la directive 98/8/EC concernant respectivement les produits phytopharmaceutiques et les biocides.

1. 6. 6. Les pollens

Les pollens pénètrent par les voies respiratoires et provoquent une réaction du système immunitaire : rhinite, conjonctivite, toux, fatigue, crise d'asthme, œdème et urticaire... autant de symptômes pour diagnostiquer la pollinose, plus couramment appelée « rhume des foins ».

Le prélèvement et le comptage des pollens sont réalisés par les partenaires du [RNSA](#) (Réseau National de Surveillance Aérobiologique) dont fait partie Air Rhône-Alpes.

La surveillance des pollens débute selon les villes entre janvier et mars pour se terminer entre septembre et octobre. L'ambrosie, par exemple, dont le pollen est particulièrement allergisant, est présente en plus grande quantité dans la Vallée du Rhône que sur l'Est de la région.

Des facteurs aggravants entrent également en ligne de compte comme la pollution atmosphérique, qui modifie l'allergénicité des pollens et fragilise les voies respiratoires, les rendant ainsi plus réceptives.

Dans la région Rhône-Alpes, la publication d'arrêtés préfectoraux relatifs à l'ambrosie N°2000-3261 du 20 Juillet 2000 oblige la destruction de l'ambrosie par tous les propriétaires, les locataires, les ayants droits ou quelques occupants que ce soit.

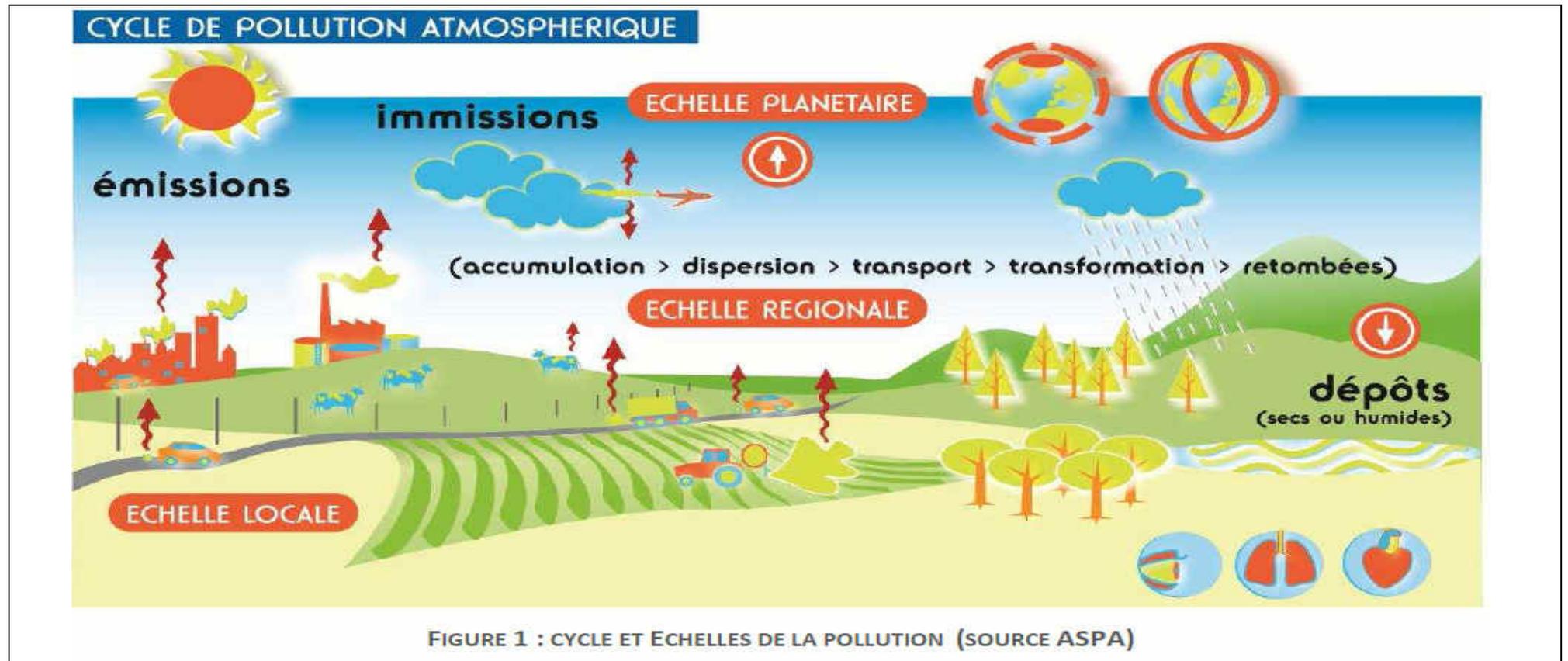
1. 7 La localisation et la dispersion de la pollution

La dispersion dépend de la nature de la pollution.

Les lieux de pollution par les NOx et PM sont plutôt :

- ⇒ Les lieux avec beaucoup de chauffage au bois (ex : la vallée de l'Arve)
- ⇒ pour les pollutions dues au trafic, à proximité des grands axes de circulation,
- ⇒ pour les émissions d'origine industrielle, localisées sur des territoires limités, proche des usines,
- ⇒ près des épandages agricoles, dans les périodes de travaux.

L'ozone est présent un peu partout, surtout en montagne et hors des villes.



Les concentrations des polluants dans l'atmosphère **diminue rapidement** en fonction de la distance avec la source et dépend donc :

- ⇒ de l'intensité de leurs émissions dans l'air et donc aussi du trafic automobile et
- ⇒ de la dispersion qui est fonction des conditions météorologiques (température, vent, nuages ...), de la topographie (relief, hauteur de constructions, largeur des voies de circulation ...).

Contrairement aux autres polluants primaires, l'ozone n'a pas de localisation fixe et se rencontre surtout dans les zones périurbaines et rurales.

2 L'Évaluation de la pollution atmosphérique lyonnaise

2.1 Principe de l'évaluation

L'évaluation de la pollution est effectuée, dans la région, par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes (ATMO-AURA), Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air ([AASQA](#)), par le Ministère de la Transition écologique et Solidaire. Elle est l'observatoire pour la surveillance et l'information sur la qualité de l'air. Une AASQA par région est agréée pour communiquer officiellement ses résultats.

L'évaluation est obtenue essentiellement de 2 façons :

- ⇒ à proximité des sources de pollution, par **la mesure** de la pollution,
- ⇒ loin des sources de pollution par la mesure de la pollution de fond,
- ⇒ en tout point de la région, par évaluation, au moyen de **modélisations** de la dispersion des polluants dans l'atmosphère.

A cela s'ajoutera probablement, dans le futur, la collecte de données fournies par un réseau de nombreux mini-capteurs, communiquant.

2.2 Les 5 missions d'ATMO AuRA

Les 5 missions déclarées d'ATMO AuRA sont :

- ⇒ **Observer la qualité de l'air** via un dispositif de surveillance chargé de la production, la bancarisation et la dissémination de données de référence ;
- ⇒ **Accompagner les décideurs** dans l'élaboration et le suivi des plans d'actions à moyen et long terme, sur l'air et les thématiques associées (énergie, climat, nuisances urbaines), **notamment en situations d'urgence (épisodes de pollution, incidents ou accidents industriels) ;**
- ⇒ **Communiquer auprès des citoyens** pour les inviter à agir en faveur d'une amélioration de la qualité de l'air ;
- ⇒ **Anticiper** en prenant en compte les enjeux émergents de la pollution atmosphérique et les nouvelles technologies, par des partenariats d'expérimentations, d'innovations, de programmes européens.
- ⇒ **Gérer la stratégie associative et l'animation territoriale ;**
- ⇒ **Organiser les mutualisations** en veillant à la cohérence avec le niveau national.

2.3 Les mesures de la pollution

2.3.1. Le principe des mesures

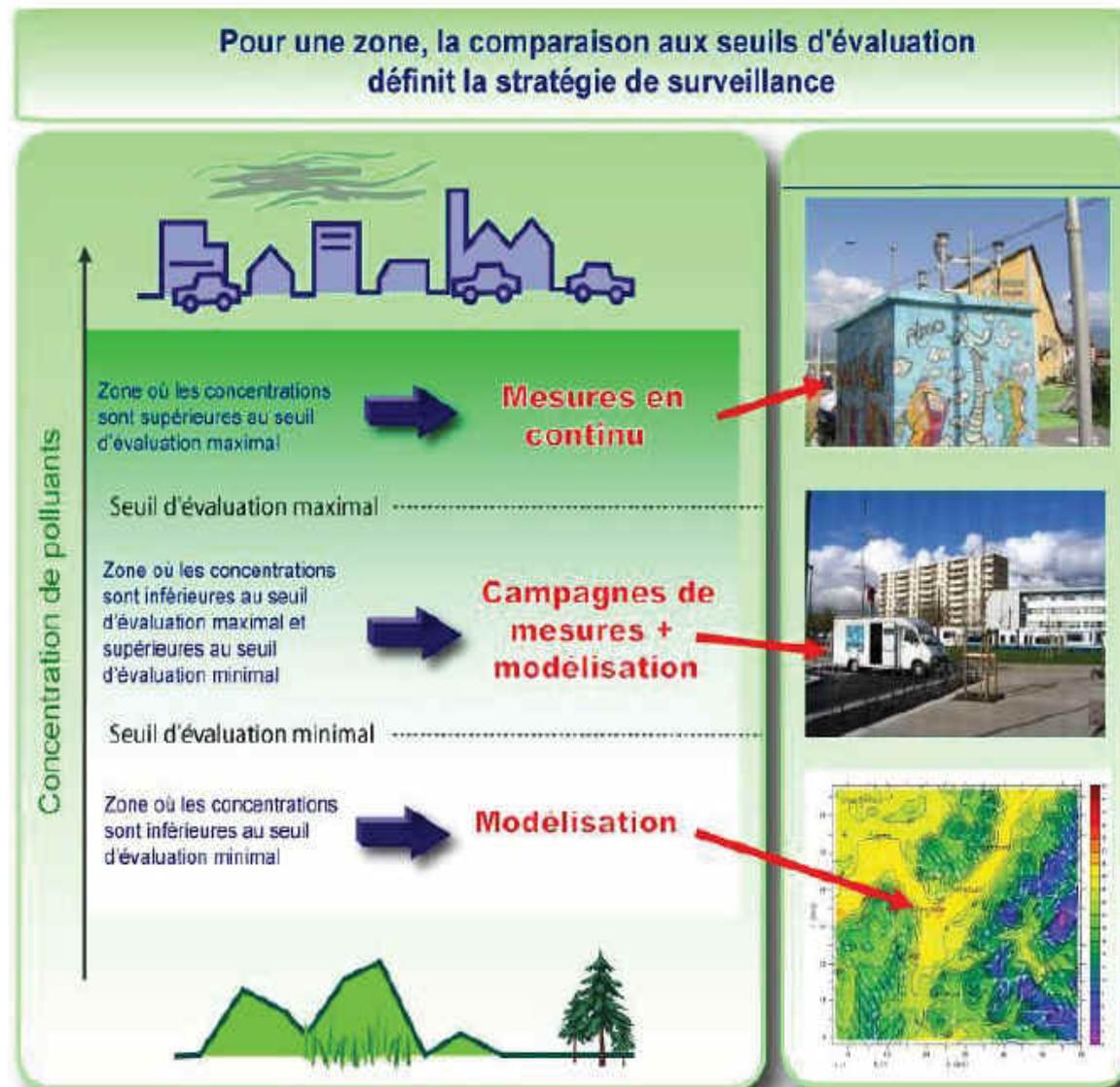
Les stations de mesure ont des systèmes de mesure spécifiques aux polluants. Les microparticules, PM10, PM2.5, sont captées par filtrage de l'air, à débit constant, donc en connaissant le volume aspiré et pesé. Cette mesure donne la pollution à proximité de la source ou la pollution de fond.

Les autres mesures dépendent du polluant recherché : CO, NOx, O3, HAP, SO2.

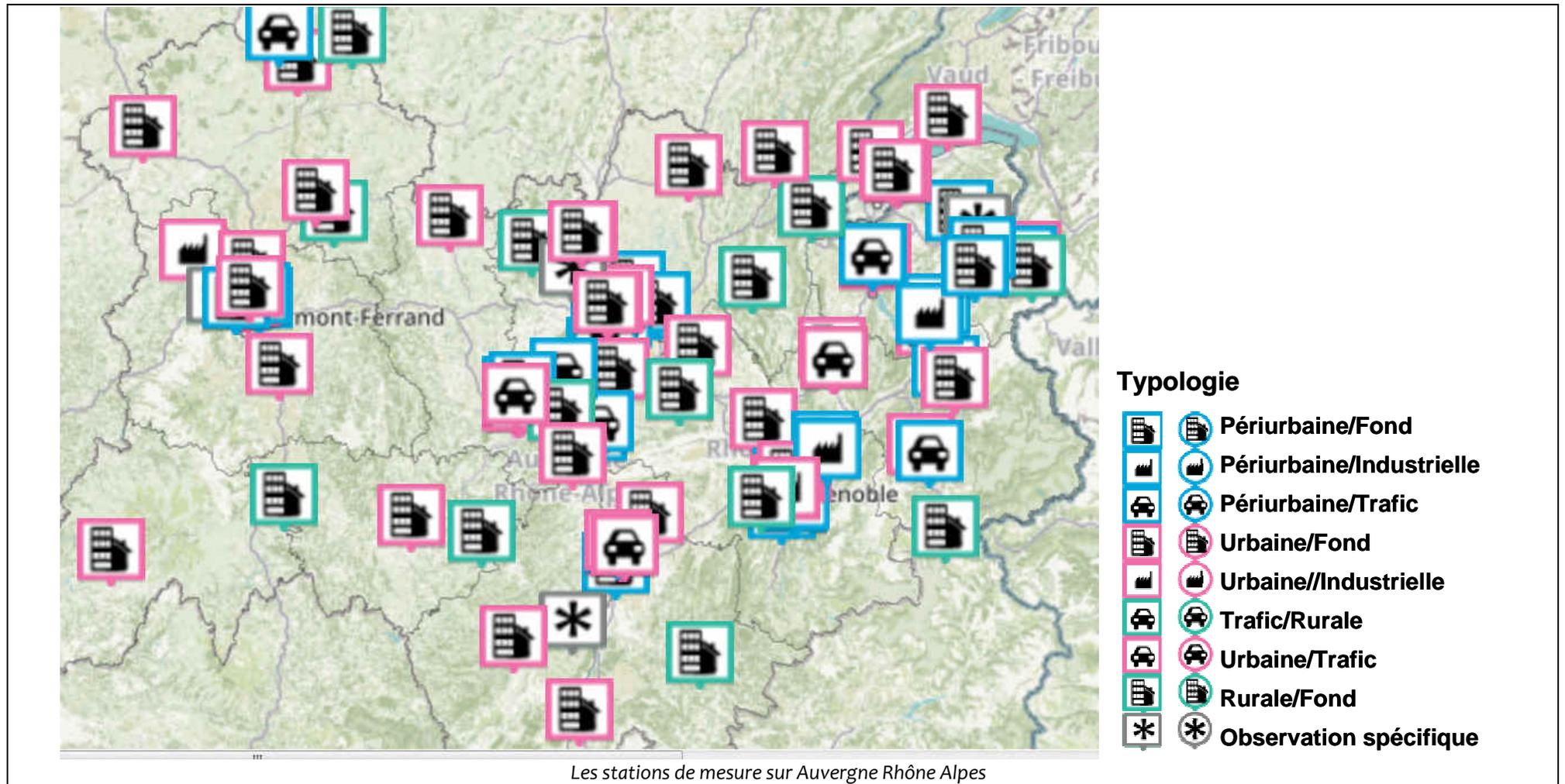
Polluant	Méthode de mesure des analyseurs fixes
NO2	Chimiluminescence
O3	Absorption UV
SO2	fluorescence UV
PM10/PM2.5 fraction non volatile	Microbalance
PM10/PM2.5 fraction volatile	Microbalance + FDMS
BTX	chromatographie PID
CO	Corrélation IR
HAP, métaux lourds, COV et benzène	analysés en laboratoire à partir de prélèvements

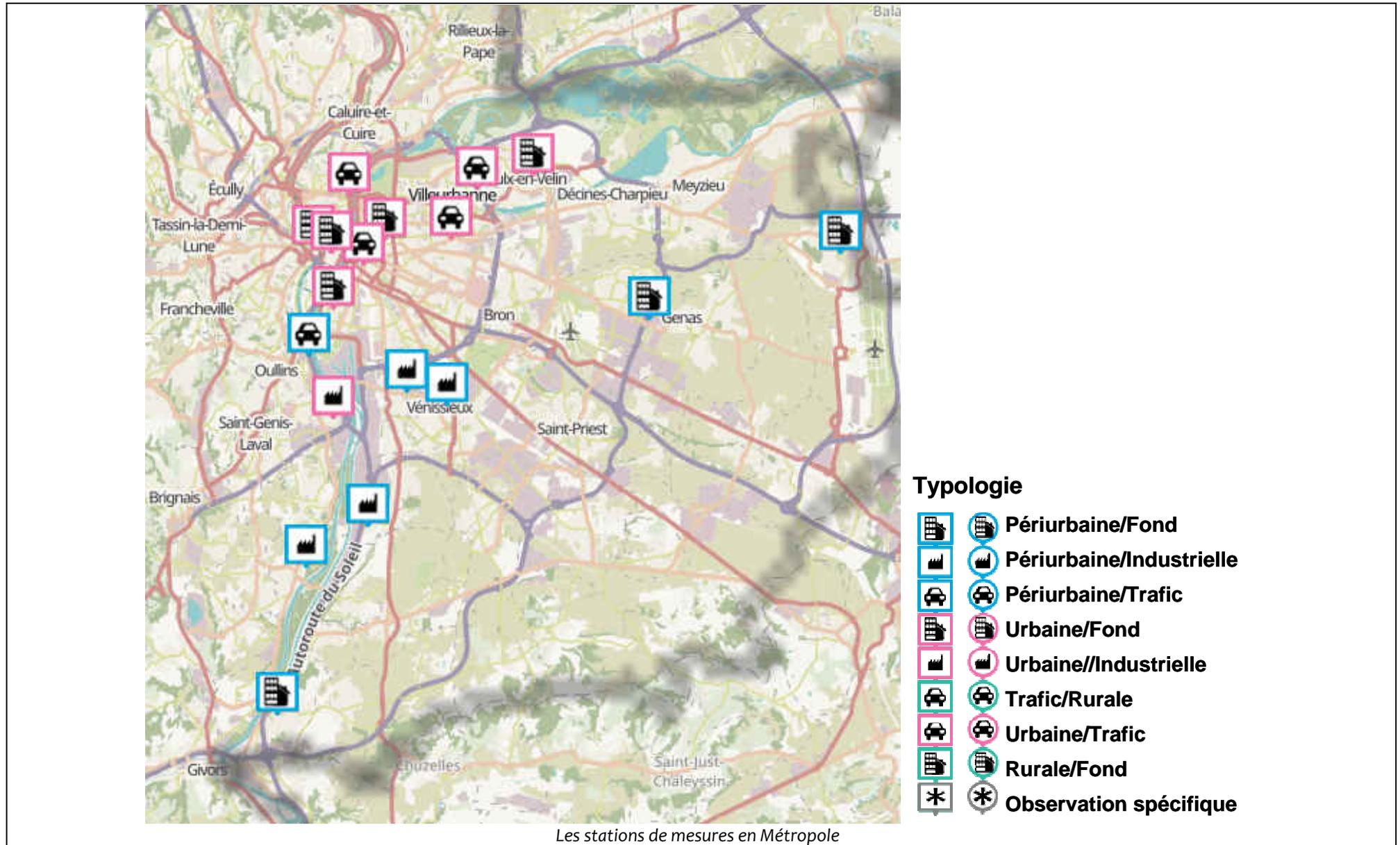
La précision de l'analyse dépend donc :

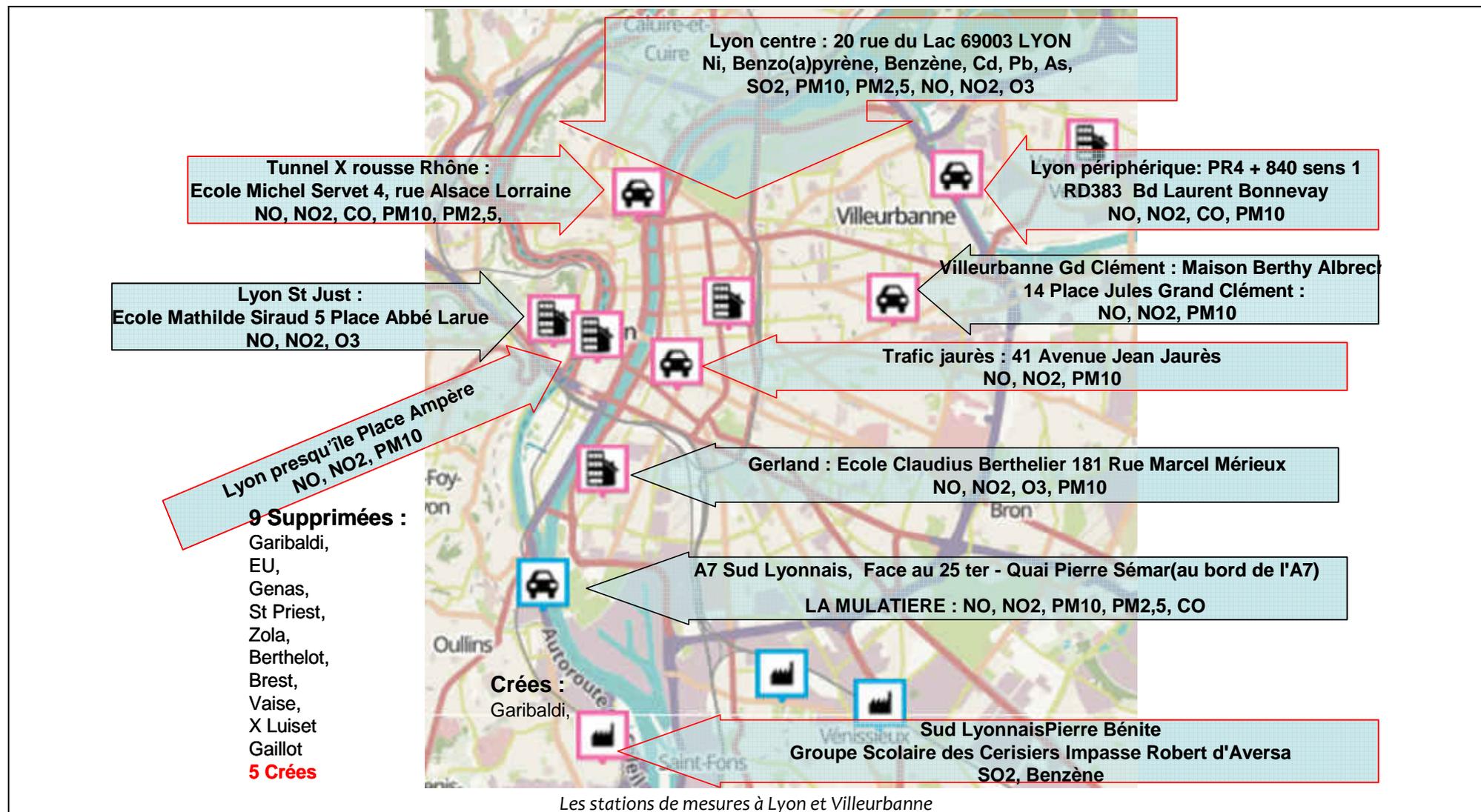
- ⇒ de la pertinence de la localisation des capteurs d'une part,
- ⇒ de la qualité de l'algorithme de modélisation et des paramètres,
- ⇒ beaucoup de la pertinence des données secondaires dont il se sert (intensité du trafic, vitesse du vent par exemple),
- ⇒ de la qualité du calage préalable des paramètres du modèle mathématique.



Stratégie de surveillance - Source Air Rhône-Alpes







L'emplacement des stations évolue régulièrement, notamment en fonction des besoins de la modélisation. Cette évolution empêche de pouvoir suivre, d'après les mesures, l'évolution de la pollution sur un site donné, suite, par exemple, à une évolution de voirie (boulevard Garibaldi par exemple) ou de système de transport (par exemple le tramway, avenue Berthelot). Seule une étude des résultats historiques de la modélisation détaillée permettrait d'en avoir connaissance.

2. 3. 2. **L'implantation du dispositif de surveillance**

Naturellement la précision de la détermination du niveau de pollution sur un territoire est d'autant plus précise que l'évaluation par le modèle est exécutée à partir d'un nombre de points de mesures nombreux, judicieusement positionnés sur le territoire. Or ce nombre de points est actuellement en cours de remplacement et de diminution, pour des raisons économiques.

Cependant, compte tenu des besoins de la modélisation, ce réseau est en évolution constante. Le graphique ci-avant indique cette évolution.

Les stations de surveillance fixes sont réparties sur l'ensemble de l'agglomération de façon à évaluer la pollution dans les différentes zones, industrielles, urbaines, de trafic ou périurbaines du territoire.

Nous donnons les stations d'Auvergne Rhône Alpes, de la Métropole et avec plus de détail, celles de Lyon-Villeurbanne.

2. 4 **Modélisation de la pollution locale**

2. 4. 1. **Principe de la modélisation**

Les capteurs coûtent cher et leur exploitation manuelle également. C'est pourquoi, ATMO AURA a tendance à les économiser.

La solution pour connaître la pollution en tous les points du territoire est la modélisation.

En utilisant la mécanique des fluides et des analyses statistiques fondées sur plusieurs années, la *modélisation évalue* sur le territoire la dispersion atmosphérique selon :

- ⇒ l'intensité probable des émissions de polluants atmosphériques,
 - * industrielles avec leur localisation,
 - * du trafic d'après les prévisions de trafic notamment,
 - * des foyers de chauffage et leur nature,
 - * des événements exceptionnels (incendie, congestion etc...),

d'après les niveaux de polluants mesurés aux stations la veille et la localisation des sources.

La qualité du résultat dépend de la justesse de paramètres divers :

- ⇒ Topographie du territoire, relief et occupation des sols,
- ⇒ intensité du trafic et estimation des types de véhicules et ancienneté,
- ⇒ prévisions météorologiques : vitesse du vent, température et pression.

Elle dépend aussi du calage initial des paramètres du modèle obtenu à l'aide des mesures des stations mobiles.

La *modélisation* calcule cette *évaluation* sur le territoire, en utilisant :

- ⇒ PREVALP, déterministe, régional à l'échelle kilométrique combinant :
 - * WRF modèle météorologique,
 - * un modèle de transport et
- ⇒ SIRANE, modèle fin (échelle 10 m) pour l'évaluation dans les villes, de la pollution du trafic automobile : PM et NOx (de l'E.C.L.), selon la météo (vent, température, nuages) et la topographie urbaine,
- ⇒ un composite regroupant les 2.

Les modèles sont « callés » à l'aide des mesures relevées par les stations mobiles.

2. 4. 2. **Utilisation de la modélisation**

Naturellement le résultat de la modélisation n'est qu'approximatif, mais il semble néanmoins correct, bien que sa qualité du résultat ne soit pas publiée, bien que probablement suivie pour améliorer le modèle.

De plus, la modélisation détaillée demande une puissance de calcul très importante et coûteuse. Le résultat était affiché jusqu'en 2013 sur le site d'Air-Rhône-Alpes. Mais pour des raisons avancées de coût, ce n'est plus le cas..

Nous estimons que c'est bien dommage, non seulement en raison de leur intérêt au jour le jour, mais aussi et surtout parce ce que cela permettrait au citoyen d'analyser la pertinence écologique des aménagements d'urbanisme.

La répartition géographique de la pollution (à 10m) n'est actuellement communiquée que :

- ⇒ au jour le jour mais de façon approximative et pour des zones peu détaillées,
- ⇒ trimestriellement et annuellement lors des bilans,
- ⇒ pour des alertes sur la pollution.

Cependant, une estimation de la qualité de l'air est actuellement utilisée notamment par l'application « Air to go ».

2. 4. 3. **Estimation de la pollution par mini-capteurs**

Pour vérifier, voire ajuster en temps réel les résultats du modèle, en fonction des aléas ou améliorer le modèle lui-même et il serait utile de les comparer aux mesures d'un nombre important de capteurs-transmetteurs, peu coûteux.

L'électronique des capteurs portée par un utilisateur ou placée dans un lieu significatif, est capable de transmettre sa mesure (en Bluetooth, WIFI ou autre) à un smartphone communiquant. Celui-ci peut transmettre le résultat, accompagné des coordonnées géographiques en 3 D du GPS du smartphone, au central d'ATMO AURA.

Malheureusement les mini capteurs (qui sont assez spécialisés) présentent une mauvaise qualité de mesure, c'est-à-dire une dispersion de résultats importante. Pour les utiliser efficacement, il conviendrait de les étalonner avant de les mettre en circulation, voire périodiquement.

Par ailleurs, l'exploration de l'espace par des drones pourrait fournir une meilleure connaissance de la pollution en altitude.

Des études et recherches dans cette voie d'utilisation d'un réseau de mini-capteurs, sont prévues par ATMO AURA.

2. 5 Les seuils de pollution

2. 5. 1. Surveiller les dépassements ou la moyenne ?

L'exposition de la population à la pollution dépend naturellement du niveau de pollution et encore plus de la durée pendant laquelle on est exposé à cette pollution.

Les évaluations d'impact sur la santé (EIS) montrent que pour obtenir un réel gain sanitaire lié à la pollution atmosphérique, il est préférable de diminuer les concentrations moyennes annuelles que de supprimer les pics de pollution. Ceux-ci ont individuellement un impact important sur la santé mais leur faible fréquence limite leur part dans l'impact sanitaire sur une année entière.

2. 5. 2. Le principe des seuils

Néanmoins, il a été convenu de définir des seuils en dessus desquels la pollution est considérée présenter des risques sanitaires, même si la pollution inférieure à ces seuils se révèle dangereuse pour certains individus.

L'OMS préconise des seuils fondés sur des statistiques médicales. Cependant, l'Union Européenne fixe des seuils supérieurs, plus compatibles avec les possibilités de modération de la pollution en ville. Ces seuils sont des limites contraignantes pour les villes. Leur dépassement fait l'objet de poursuite de l'Union Européenne.

La pollution peut se comparer aux seuils,

- ⇒ soit en valeur instantanée,
- ⇒ soit par sa valeur moyenne, sur une ou plusieurs heures ou jours,
- ⇒ soit par le nombre de jours de pollution dépassant les seuils.

Mais, en 12 ans, les seuils se sont renforcés et complexifiés. L'augmentation du nombre de journées de dépassement ne signifie donc pas nécessairement augmentation de la pollution.

Il appartient à ATMO-AURA de surveiller les dépassements de seuil, pour faire communiquer l'information au public, dans ses bilans, à l'union européenne et pour alerter la préfecture.

2. 5. 3. Valeur cible

Niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé, afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement.

2. 5. 4. Valeur limite

Niveau à atteindre dans un délai donné et à **ne pas dépasser**, fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

2. 5. 5. Objectif de qualité

Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

2. 5. 6. Seuil d'information et de recommandation

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

2. 5. 7. Seuil d'alerte

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

2. 5. 8. Obligation de concentration relative à l'exposition

Niveau fixé sur la base de l'indicateur d'exposition moyenne et devant être atteint dans un délai donné, afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine.

2. 5. 9. Indicateur d'Exposition Moyenne (IEM)

Concentration moyenne à laquelle est exposée la population et qui est calculée pour une année donnée à partir des mesures effectuées sur trois années civiles consécutives dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine répartis sur l'ensemble du territoire.

2. 5. 10. Valeurs des seuils

Polluants	Année		Journée		Heure				Date d'application	
	Objectif /an	Limite /an	Limite /jour	pendant	Seuil d'information horaire	Limite /heure	pendant	Seuil d'alerte horaire		pendant
PM10	30 µg/m ³	40 µg/m ³	50 µg/m ³	35 j/an	50 µg/m ³			80 µg/m ³	1 h	01/01/2005
PM2,5	20 µg/m ³	25 µg/m ³								01/01/2015
NO2		40 µg/m ³	200 µg/m ³	18 h/an	200 µg/m ³			400 µg/m ³	1 h	01/01/2010
O3			120 µg/m ³	25 j/an		180 µg/m ³	8 h	240 µg/m ³	1 h	02/01/2010
SO2	50 µg/m ³		125 µg/m ³	3 j/an	300 µg/m ³	350 µg/m ³	24 h/an	500 µg/m ³	3 h	01/01/2005
CO								10 000 µg/m ³	8 h	15/02/2002
Pb	0.25 µg/m ³	0.5 µg/m ³								01/01/2002
COV (benzène)	2 µg/m ³	5 µg/m ³								01/01/2010
HAP (B(a)P)	1 ng/m ³									31/12/2012
Arsenic					6 ng/m ³	6 ng/m ³				
Cadmium					5 ng/m ³	5 ng/m ³				
Nickel					20 ng/m ³	20 ng/m ³				

Les seuils imposés par l'Union Européenne

2. 6 Evaluation de la qualité de l'air sur le site ATMO AURA

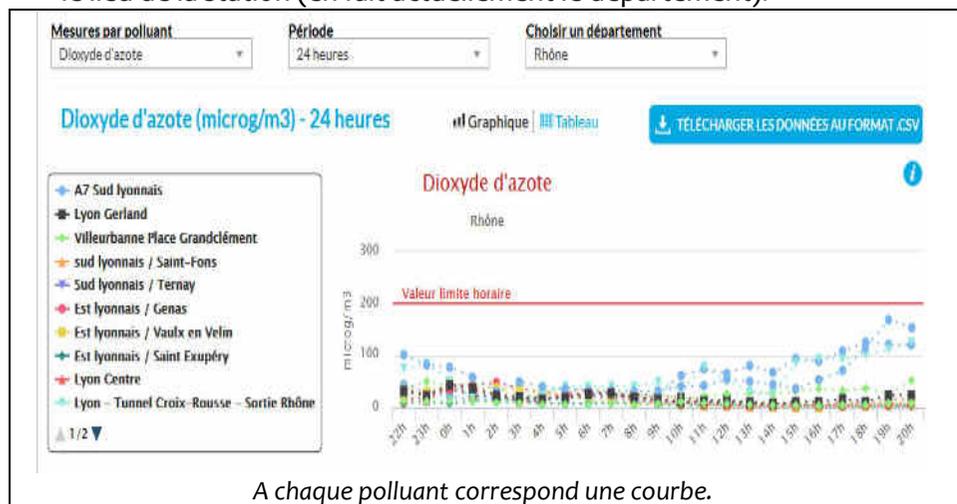
Actuellement, les résultats présentés sur le site le sont sous forme :

- ⇒ soit de chronogrammes, de la pollution relevée aux stations,
- ⇒ soit de bilans annuels,
- ⇒ soit des extractions de données à la demande,
- ⇒ soit de cartes de la répartition de la pollution sur le territoire.

2. 6. 1. Les chronogrammes

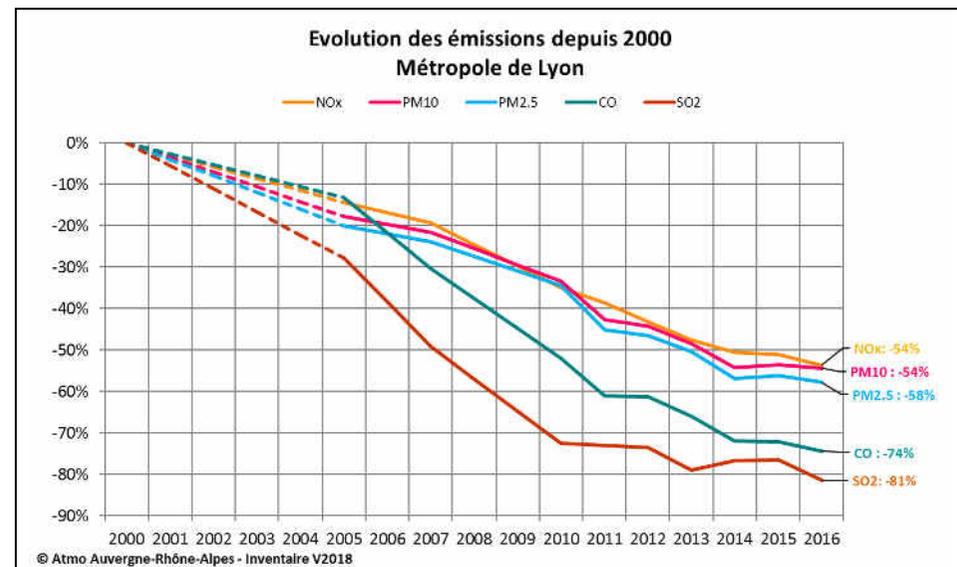
Pour afficher un chronogramme, il faut naturellement préciser :

- ⇒ les polluants,
- ⇒ la période et la fréquence,
- ⇒ le lieu de la station (en fait actuellement le département).

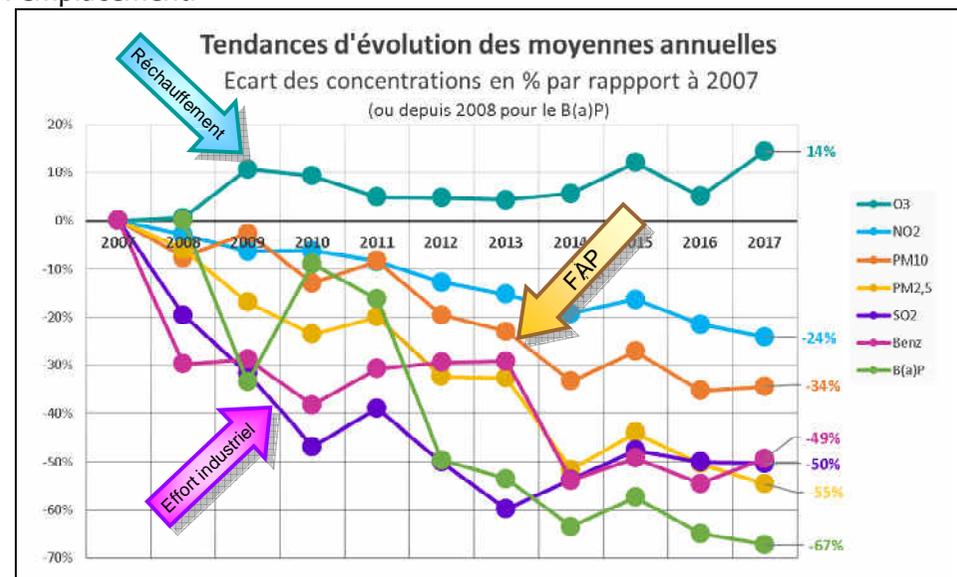


2. 6. 2. Historique du bilan 2017 de la pollution Lyonnaise

Selon les données du bilan 2017 d'ATLO-AURA, l'année 2017 confirme de nouveau une tendance globale à l'amélioration de la qualité de l'air sur la dernière décennie. Mais ces graphiques n'indiquent pas où se sont fait les mesures.



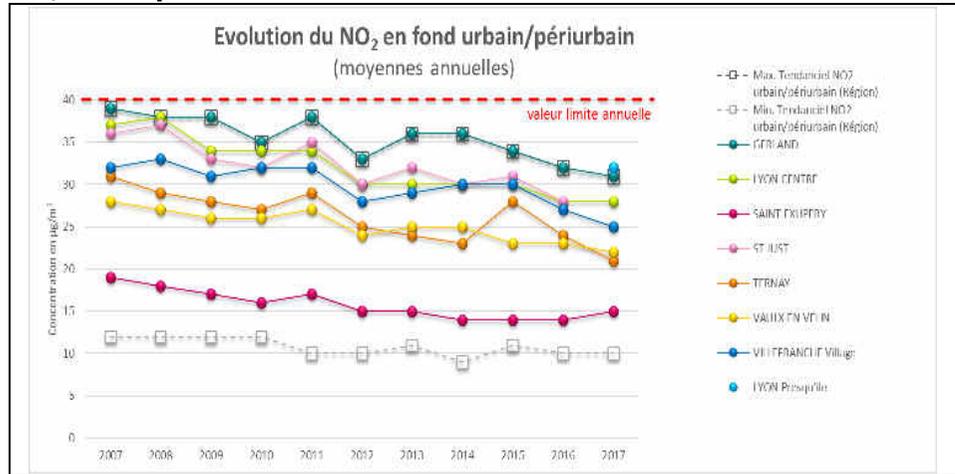
L'évolution de la pollution est différente selon le type de polluant et l'emplacement.



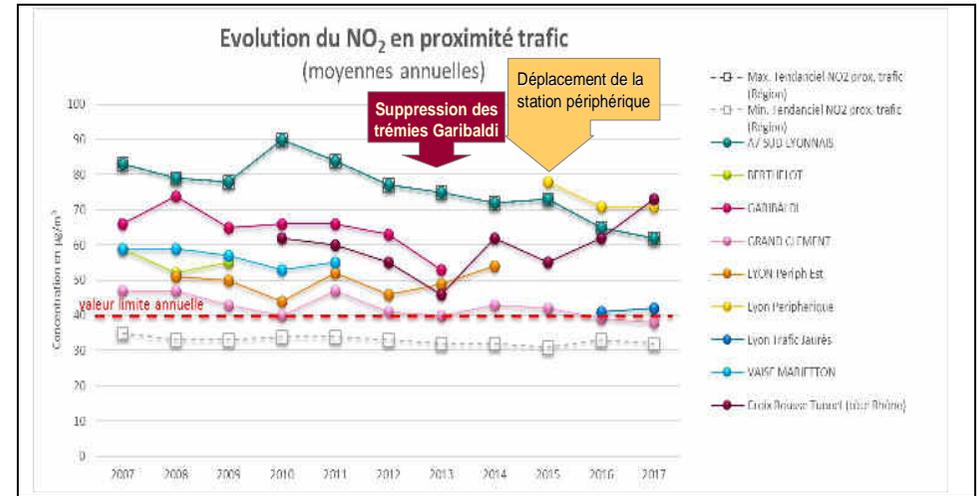
2.6.3. Les moyennes de pollution

La pollution moyenne est donnée dans les bilans annuels d'ATMO-AuRA. L'évolution est différente pour les mesures de la pollution dite « de fond » et pour les stations proches du trafic.

2.6.3.1 La pollution au NO₂

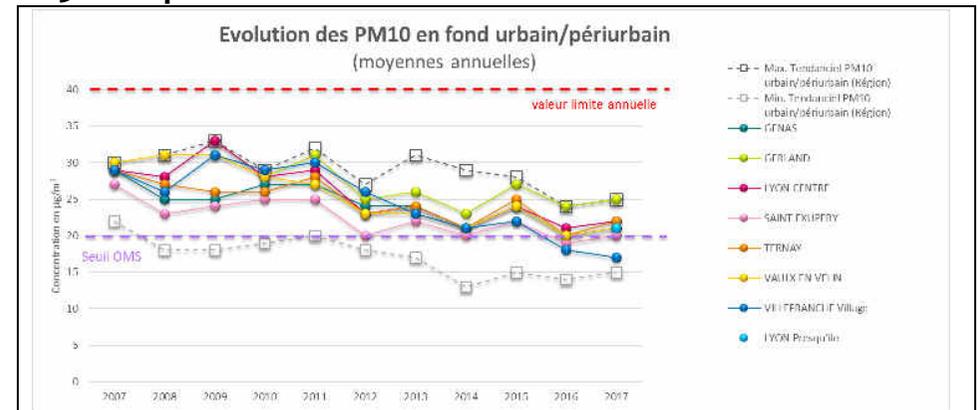


Depuis 10ans et plus, les niveaux sont globalement en baisse. La pollution de fond reste inférieure aux seuils de l'U.E., diminue peu, mais reste élevée et supérieure aux seuils de l'OMS.

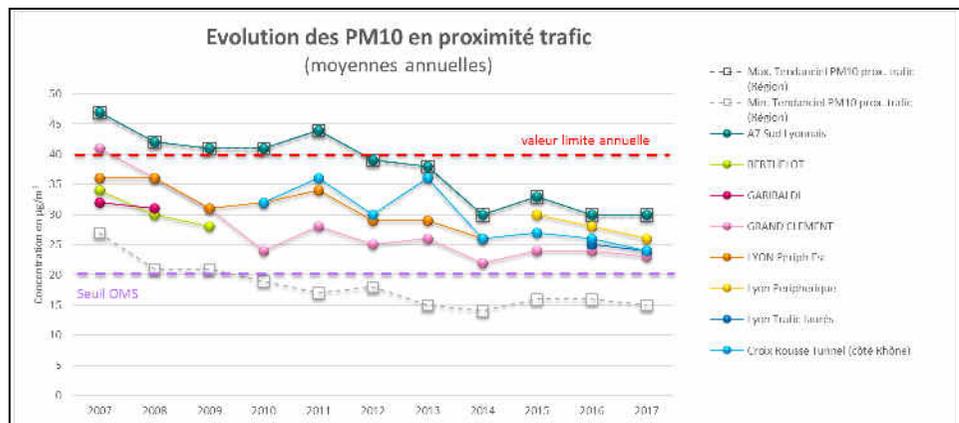


Cependant, on notera sur le graphique :
 ⇒ les dépassements du seuil règlementaire (40 µg/m₃), dans toutes les stations dédiées au trafic,
 ⇒ l'accroissement de 50% de la pollution, avenue Garibaldi, suite à la suppression des trémies,
 ⇒ l'accroissement de la mesure de pollution sur le périphérique Est, suite au déplacement de la station à distance règlementaire (8m).

2.6.3.2 La pollution aux PM



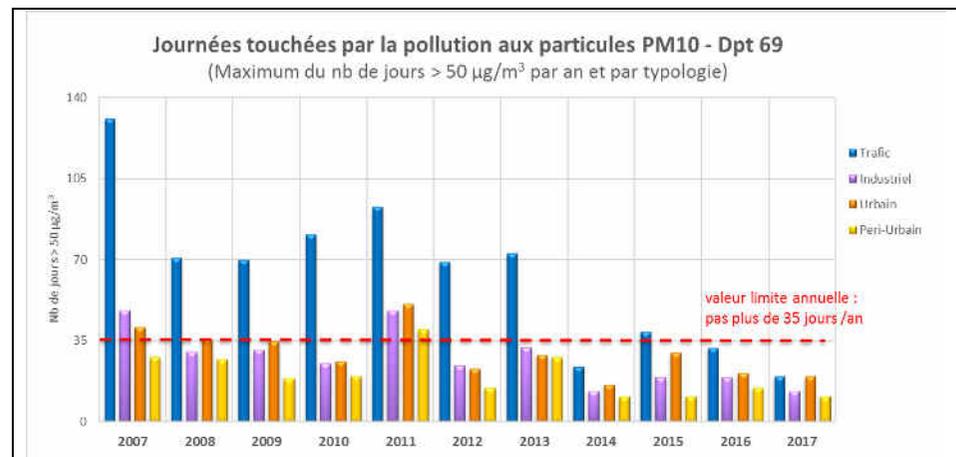
La pollution aux PM est en baisse depuis 10 ans.



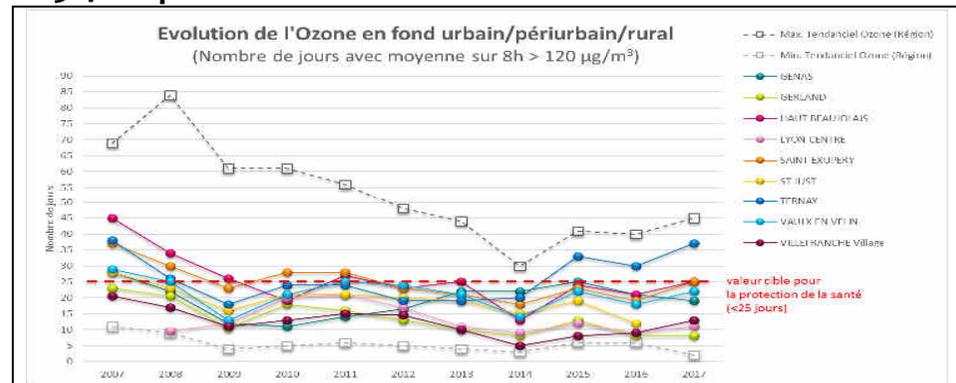
Elle désormais inférieure aux seuils imposés par l'Union Européenne.
 Le seuil de l'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassé à proximité du trafic.
 Mais le niveau de PM10 stagne depuis 3 ou 4 ans.

2.6.3.3 Nombre de jours hors seuil des PM10, en Métropole

Grâce aux conditions météorologiques favorables, le nombre maxi de jours hors seuil est respecté ces dernières années, notamment en 2017.
 Si le trafic n'augmente pas (ou n'est pas ralenti) et la météo favorable, la condition pourrait être respectée, les prochaines années,



2.6.3.4 La pollution à l'ozone



Depuis 2009, la pollution à l'ozone ne dépasse pas la valeur cible plus des 25 jours annuels règlementaires, mais les frise en divers points de la banlieue.

2.6.4. Extraction de données à la demande

Les résultats de niveau de pollution peuvent être retirés de la base de données :

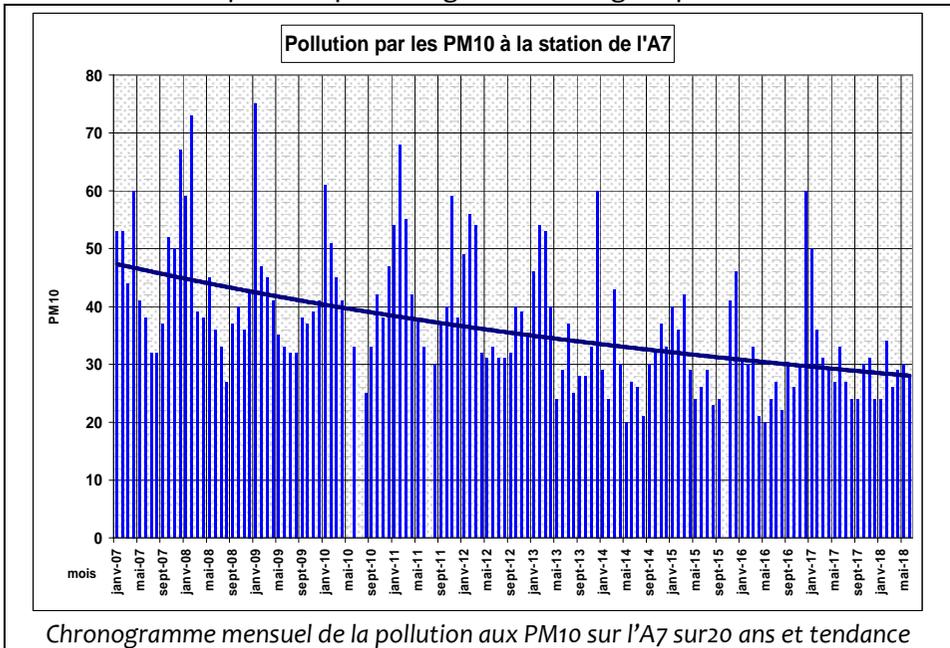
- ⇒ pour chaque station,
- ⇒ en fonction du temps,
- ⇒ pour chaque polluant analysé.

Il est possible à chacun d'extraire de la base de données d'ATMO-AURA des historiques à la demande, pour peu que les stations de mesures soient restées immuables sur la durée. Les tableaux de mesures sélectionnables sur une échelle de temps paramétrable, obtenues au format EXCEL peuvent être alors être présentées sous forme de courbes.

Nous fournissons les résultats de la pollution :

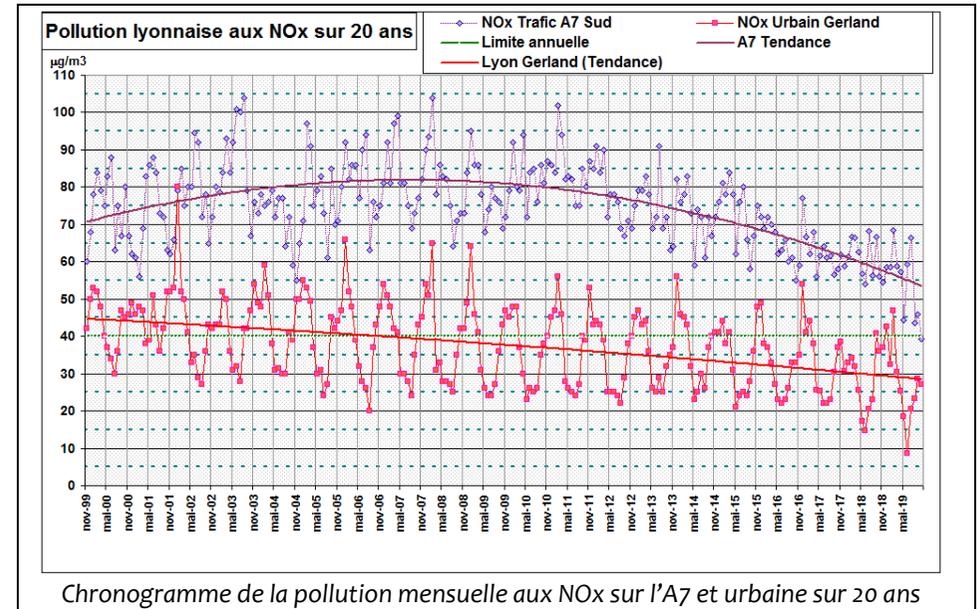
- ⇒ à la station A7 de la Mulatière, qui caractérise la circulation entrant dans Lyon par la rive droite, ceci sur des décennies,
- ⇒ à Gerland pour les NOx et les PM10.

Ce sont 2 stations qui n'ont pas changé sur ces longues périodes.

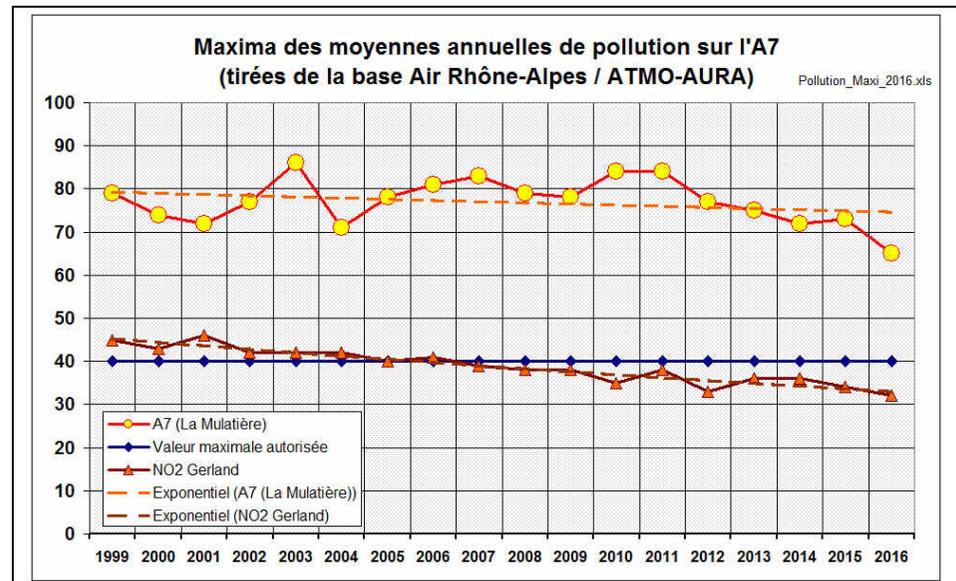
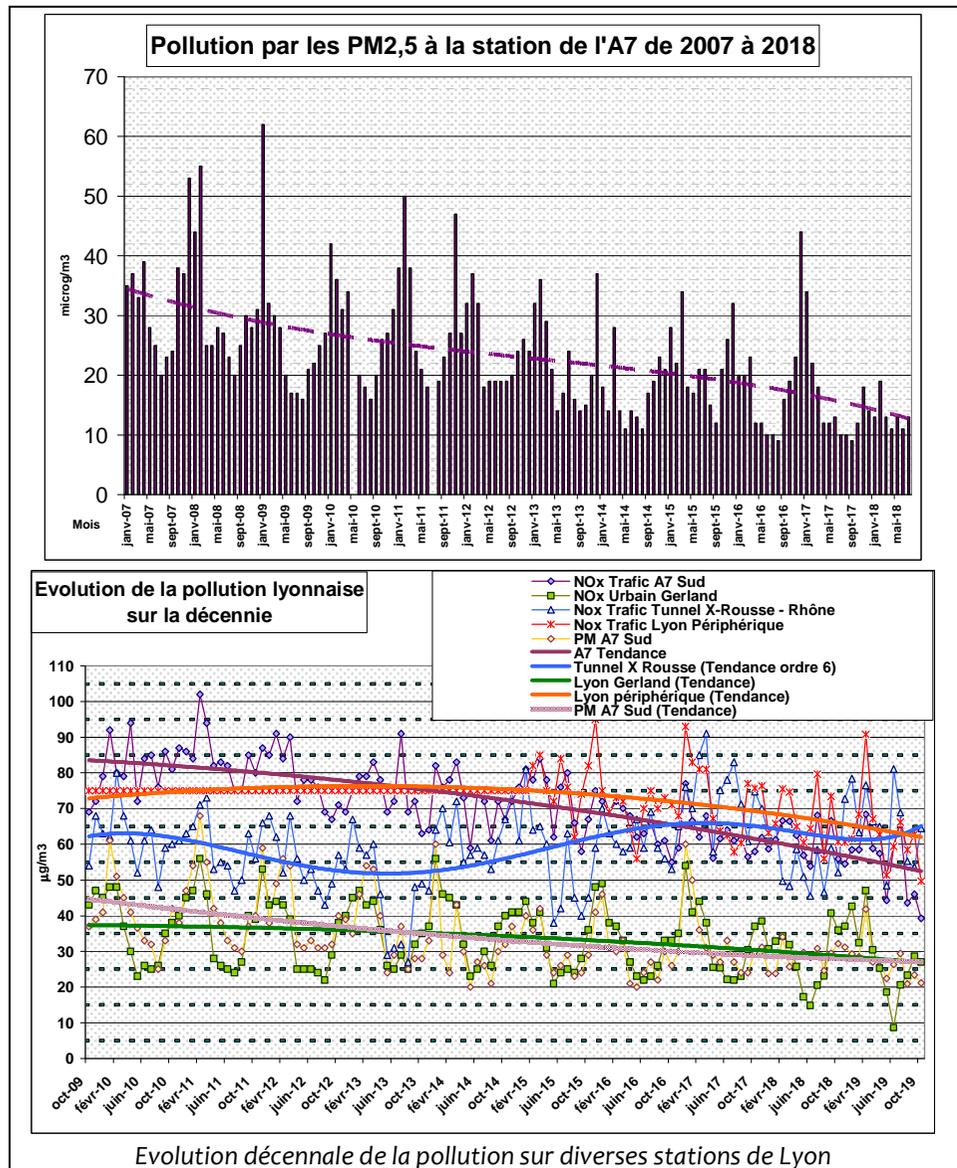


Chronogramme mensuel de la pollution aux PM10 sur l'A7 sur 20 ans et tendance

Chronogramme de la pollution mensuelle aux NOx sur l'A7 sur 20 ans et tendance



Chronogramme de la pollution mensuelle aux NOx sur l'A7 et urbaine sur 20 ans



Ces courbes montrent une décroissance lente depuis le début des mesures (10 à 20 ans), dont nous analyserons les causes :

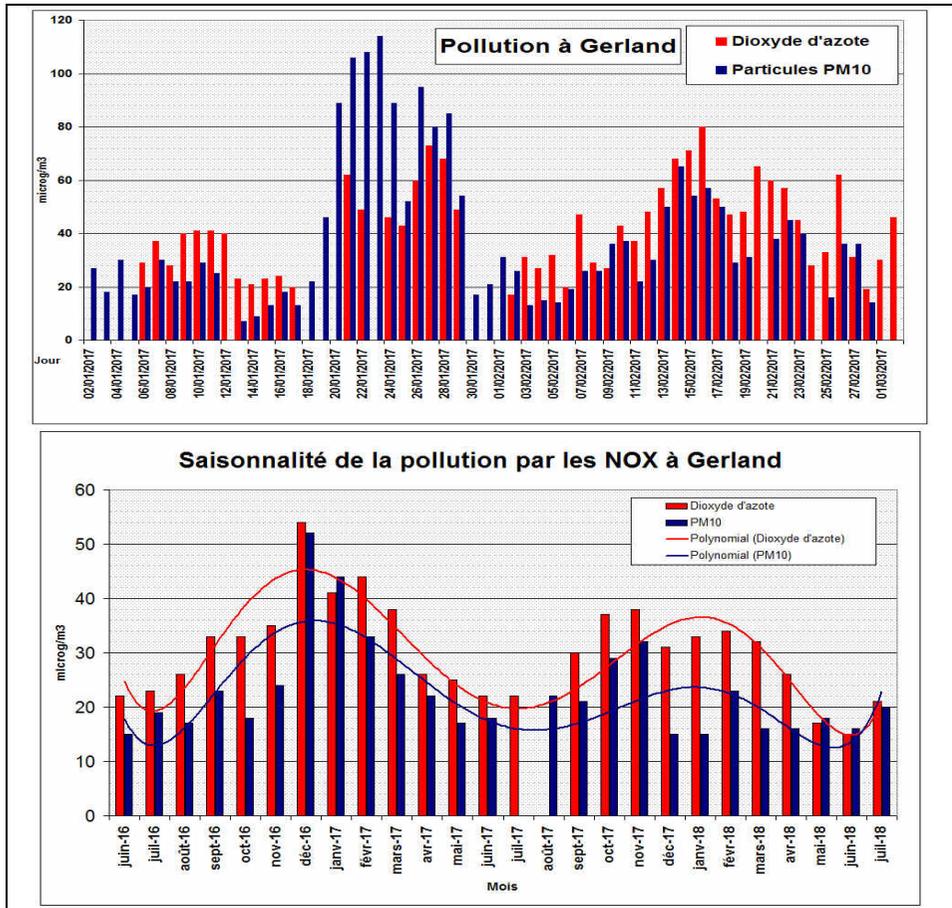
- ⇒ 30% pour les PM10,
- ⇒ 50% pour les PM2,5,
- ⇒ 30% pour les NOx, dont le niveau excède les seuils sur le périphérique et l'A7.

En revanche, la diminution des maxima est moins importante.

2. 6. 5. La saisonnalité de la pollution

Les courbes de pollution montrent également une forte saisonnalité de la pollution, avec un maximum hivernal. Cela est dû, en partie au moins, au chauffage par les combustibles thermiques, dont le chauffage au bois.

Les résultats tirés de ces stations sont manifeste mais moins optimistes que les bilans d'ATMO-AuRA.



L'analyse journalière présente une grande variabilité fonction probablement de la météo en plus de la variation d'intensité des émissions selon le jour de la semaine. A noter que la météorologie a été très favorable à la qualité de l'air en 2017.

Ces résultats et les courbes de tendance feront l'objet d'interprétation plus complète dans le chapitre des causes de la pollution.

2.7 L'exposition des lyonnais à la pollution

Cependant, les graphiques ne donnent que des valeurs mesurées sur les stations.

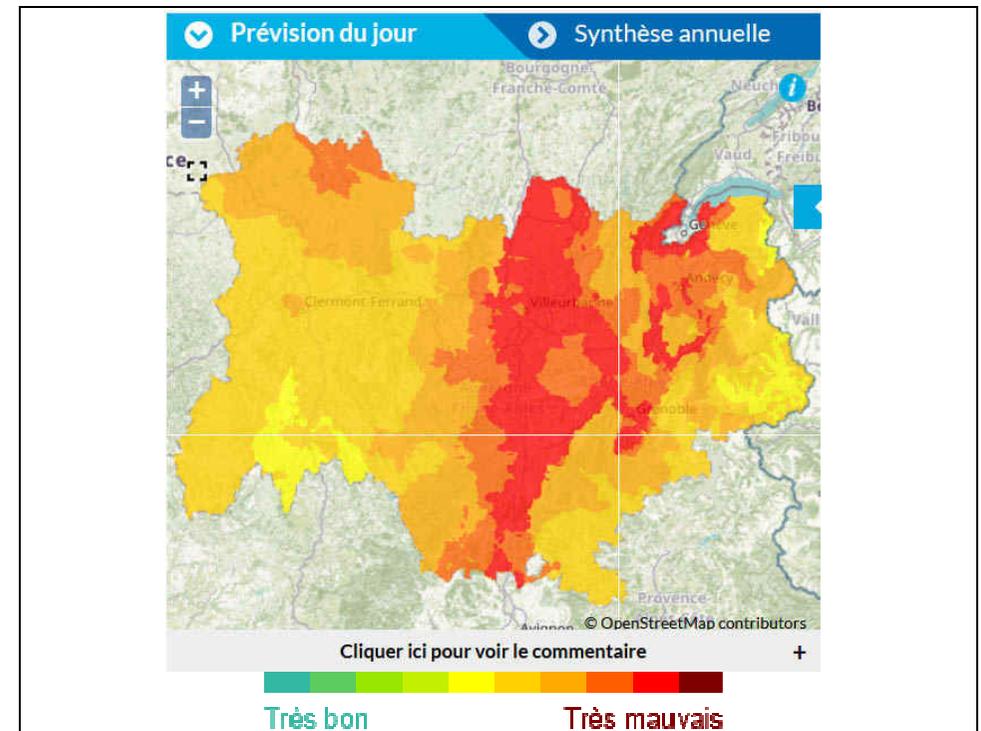
2.7.1. Les cartes de pollution

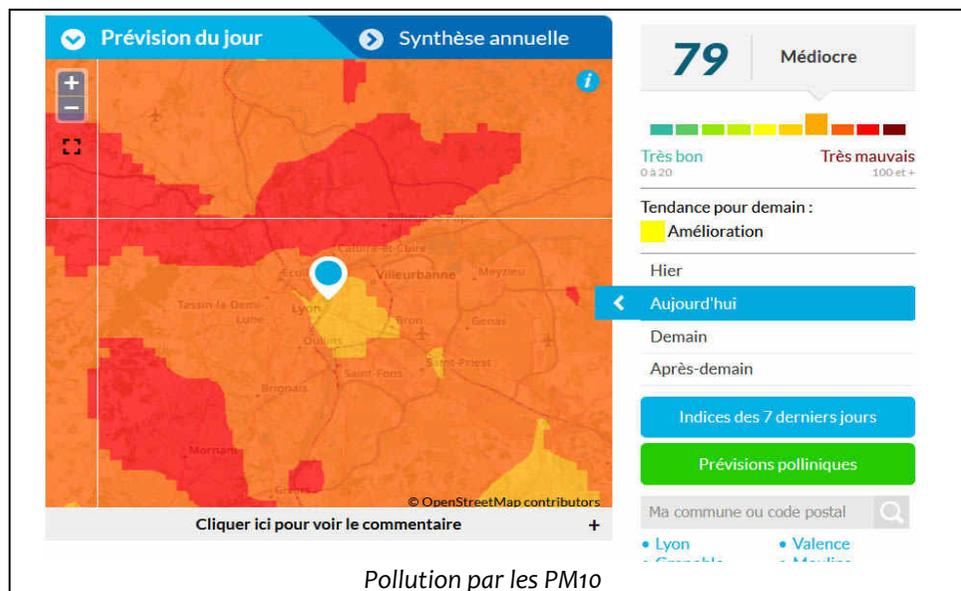
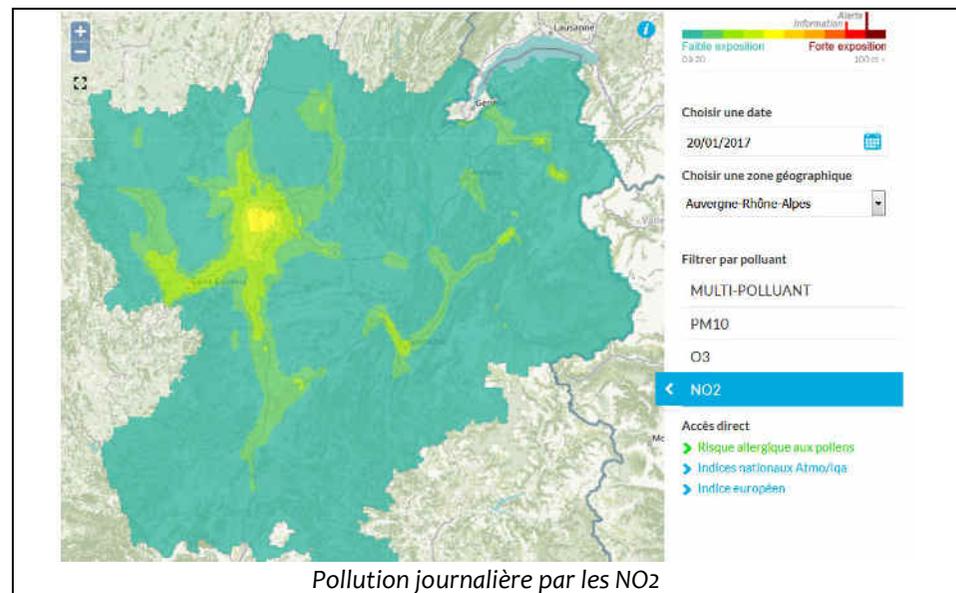
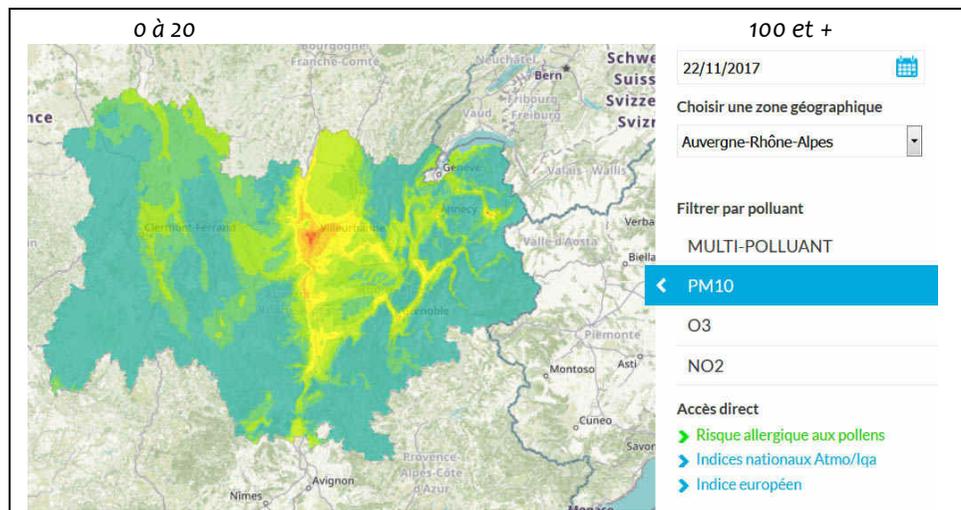
Pour connaître la pollution en divers lieux, généralement éloignés d'une station, le site d'ATMO-AuRA propose des résultats sous forme de **cartes**. En effet la pollution varie considérablement d'un point à l'autre, selon qu'on est situé près ou loin des axes routiers notamment.

Ces cartes sont :

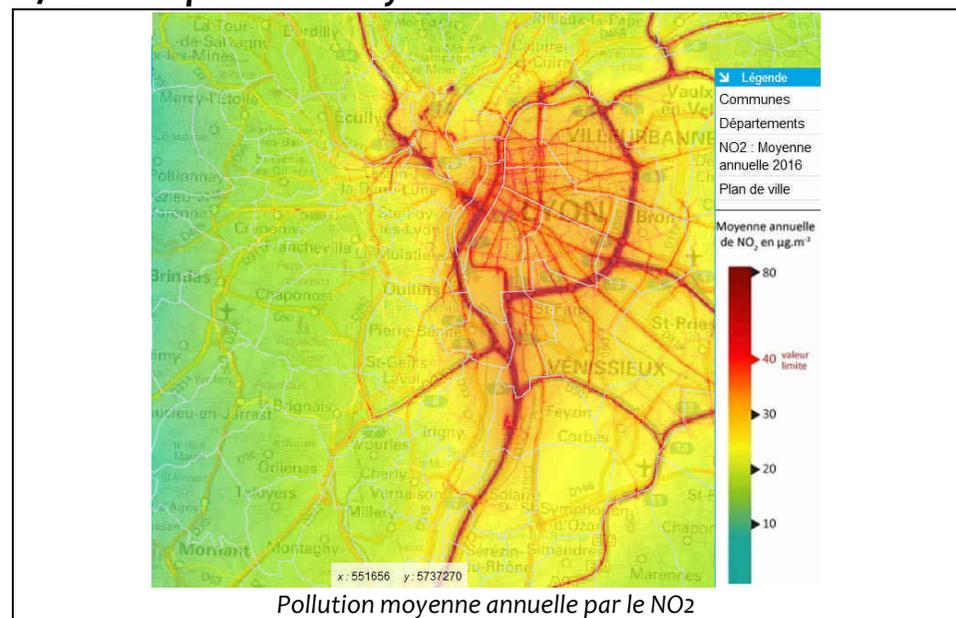
- ⇒ la carte de la veille (relevée),
- ⇒ la carte du jour (prévision) et
- ⇒ la carte du lendemain.

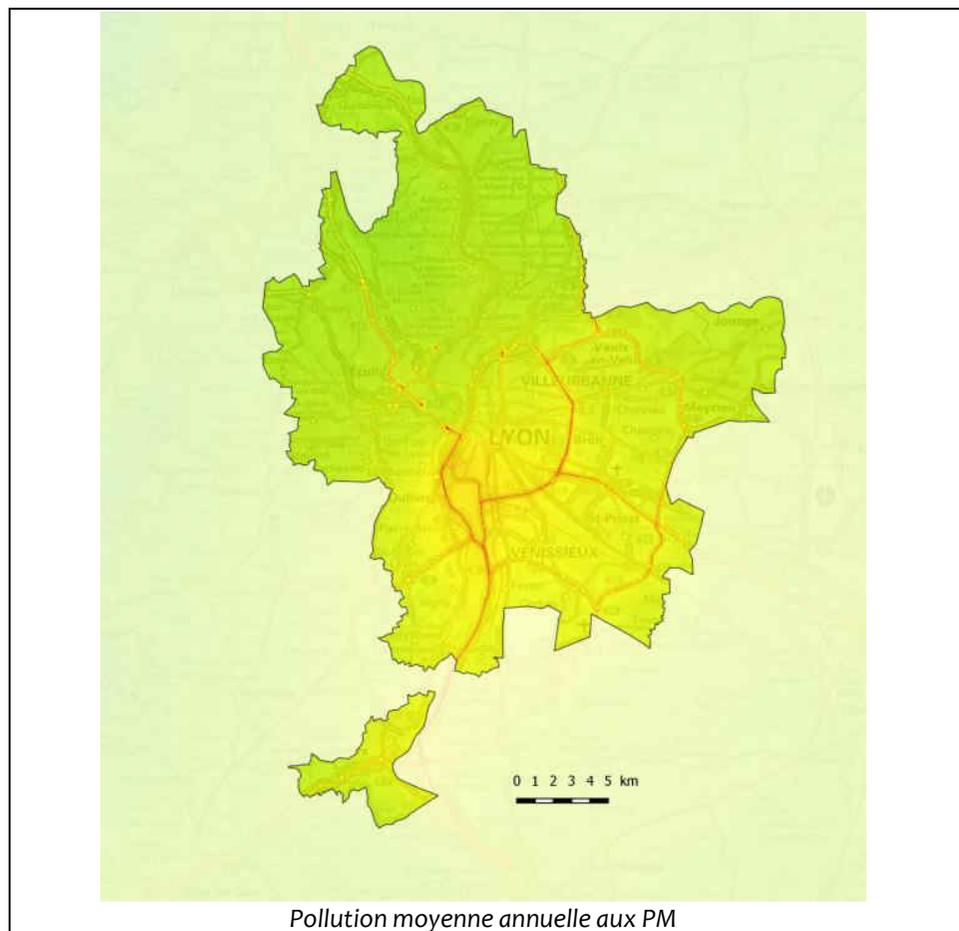
Il est possible de zoomer, mais la précision est ici insuffisante pour présenter de l'intérêt.





2. 7. 2. Expositions moyennes annuelles





Compte tenu de la dispersion de la pollution d'une part et de l'habitat et de l'emploi d'autre part, sont soumis à des niveaux hors limites :

⇒ pour le NO₂ : 1/22 des Lyonnais, essentiellement des riverains du boulevard périphérique et des grandes artères lyonnaises.

⇒ pour les PM₁₀ : 1/4 des Lyonnais (dépassement hors limite de plus de 35 jours pollués par an), notamment en proximité des principaux axes routiers.

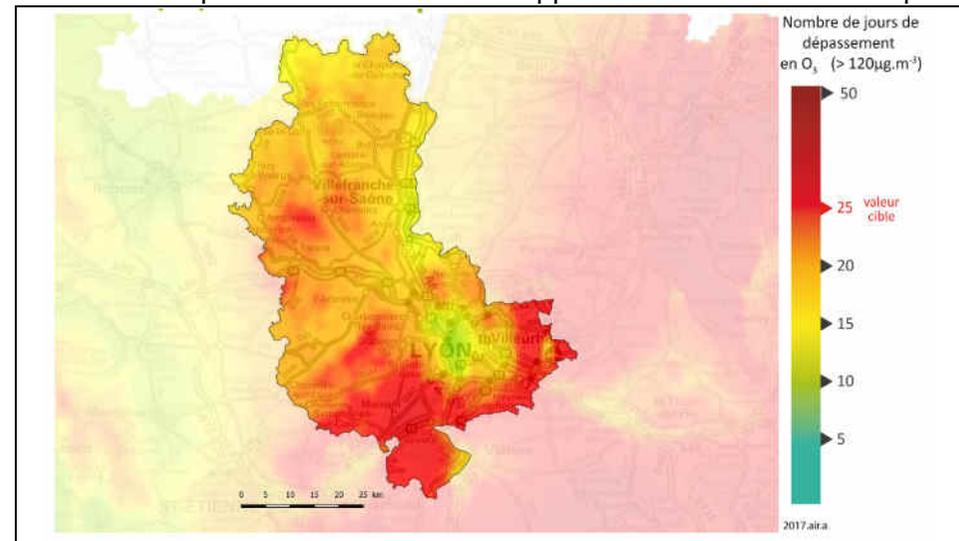
En année particulière (2007),

⇒ 100% de la population exposée, aussi en situation de fond.

Diminuer l'exposition à la pollution est donc un enjeu sanitaire fort sur l'agglomération lyonnaise.

2.7.2.1 Exposition des lyonnais à l'Ozone

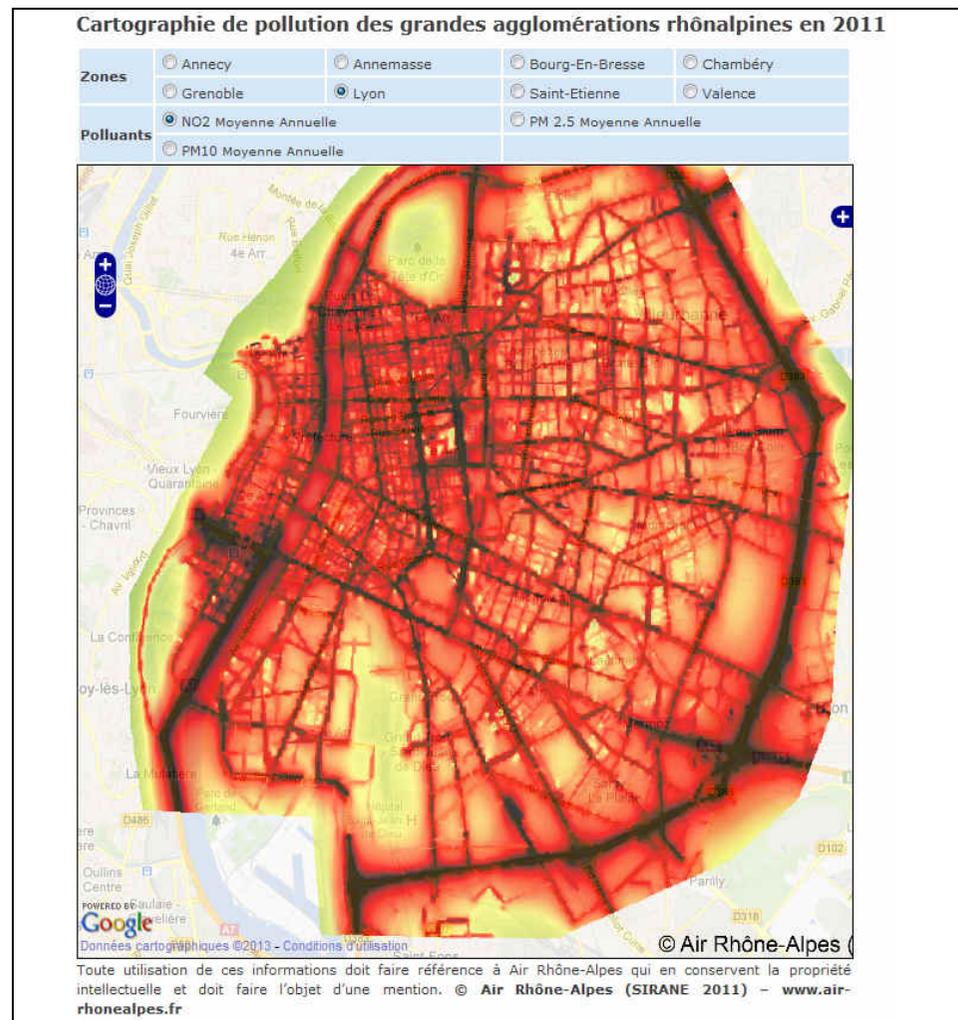
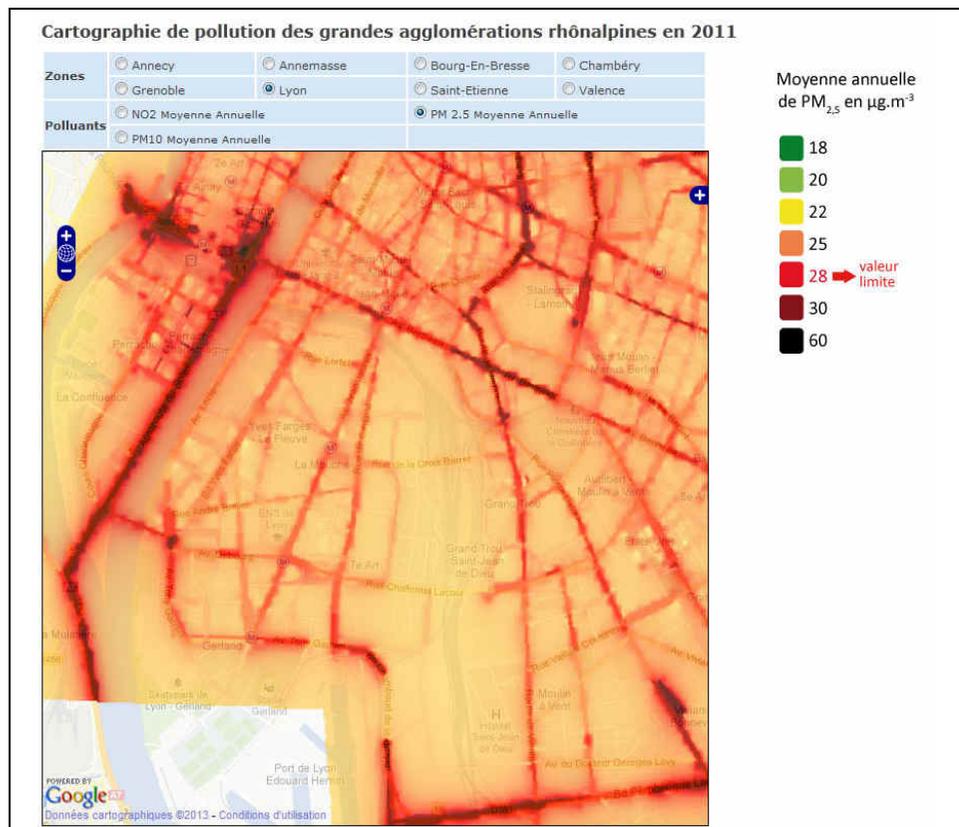
La cartographie plus ou moins détaillée de l'exposition moyenne annuelle des habitants est cependant fournie dans les rapports annuels d'Air Rhône Alpes.



2.8 Pollution prévisionnelle du jour

Jusqu'en 2013, le site d'Air Rhône Alpes fournissait pour la journée un résultat de calcul de la pollution issu de la modélisation SERANE. Il était possible de zoomer pour voir la pollution à 10m près et donc la distribution probable de la pollution, très intéressante.

Nous en fournissons 2 résultats cartographiques pour les NO_x et PM, qui montrait une grande corrélation avec le trafic (fourni par Infotrafic).



Naturellement il pouvait exister un écart entre la valeur calculée et prédite et la valeur réelle due notamment à la méconnaissance de divergences entre les paramètres de la modélisation et les paramètres réels à un instant donné. Malheureusement, ces résultats cartographiques ne sont plus fournis par le site actuel.

2. 9 Des indices complexes pour les nuls

Des indices de qualité de l'air, regroupant diverses pollution ont été établi (pour donner un seul chiffre ou pour les nuls, qui ne veulent pas en savoir plus).

2. 9. 1. L'indice régional d'ATMO-AuRA

L'indice communal diffusé sur le site web représente l'exposition des habitants d'une commune.

L'indice régional d'ATMO-AuRA prend la valeur du sous-indice le plus élevé des 3 polluants :

- ⇒ le dioxyde d'azote NO₂,
- ⇒ les **particules** fines **PM10** et
- ⇒ l'ozone O₃.

Il est présenté sur la [carte de prévision quotidienne](#) notamment ou sur le service [Air to Go](#), à une échelle de 10 mètres pour les agglomérations importantes (Grenoble, Lyon Saint-Etienne), Annecy uniquement sur l'application Air to Go et à l'échelle du kilomètre sur le reste de la région.

Chaque jour, les indices et cartographies sont

- ⇒ calculés et diffusés la veille vers 14h,
- ⇒ puis réactualisés le jour même vers 14h, et
- ⇒ recalculés le lendemain vers 14h, avec prise en compte des mesures des stations.

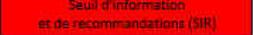
Le tableau ci-après indique les valeurs de cet indice et la couleur sur les cartes. Plus la qualité de l'air est mauvaise, plus l'indice est élevé et plus la carte passe du vert au rouge et plus.

Une valeur supérieure à 90 correspond au dépassement du seuil d'information et de recommandations pour l'un des 3 polluants concernés (NO₂, O₃, **PM10**) par le dispositif de gestion des épisodes de pollution ([Arrêté inter préfectoral du 1er décembre 2014](#)).

Une valeur supérieure à 100 correspond au dépassement du **seuil d'alerte** pour l'un des 3 polluants concernés (NO₂, O₃, **PM10**) au sein de ce même dispositif.

NB : Un indice de 90 correspond à :

- ⇒ une valeur de 8 pour l'indice ATMO ou
- ⇒ à une valeur de 75 pour l'indice Européen.

Indice quotidien			Réglementation		
			NO ₂	O ₃	PM10
Qualificatif	Echelle de couleur	valeur de l'indice	MaxH en µg/m ³	MaxH en µg/m ³	Moyl en µg/m ³
Très bon		>0	>0	>0	>0
Très bon		>10	>40	>36	>10
Bon		>20	>60	>54	>15
Bon		>30	>80	>72	>20
Bon		>40	>100	>90	>25
Moyen		>50	>120	>108	>30
Médiocre		>60	>140	>126	>35
Médiocre		>70	>160	>144	>40
Médiocre		>80	>180	>162	>45
Mauvais		>90	>200	>180	>50
Très Mauvais		>100	>400	>240	>80

2. 9. 2. Indice national de la qualité de l'air (ATMO)

L'indice ATMO est sensé caractériser globalement la qualité de l'air moyenne ressentie par la population des agglomérations de plus de 100 000 habitants (hors phénomènes localisés). Il prend en compte n'importe lequel des dépassements de seuils, afin de comptabiliser le nombre de jours de dépassement.

Un IQA (Indice de Qualité de l'Air) simplifié est établi pour les plus petites. Conçu à l'initiative du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, en France, depuis 1995, il fait l'objet d'un décret en mars 2000.

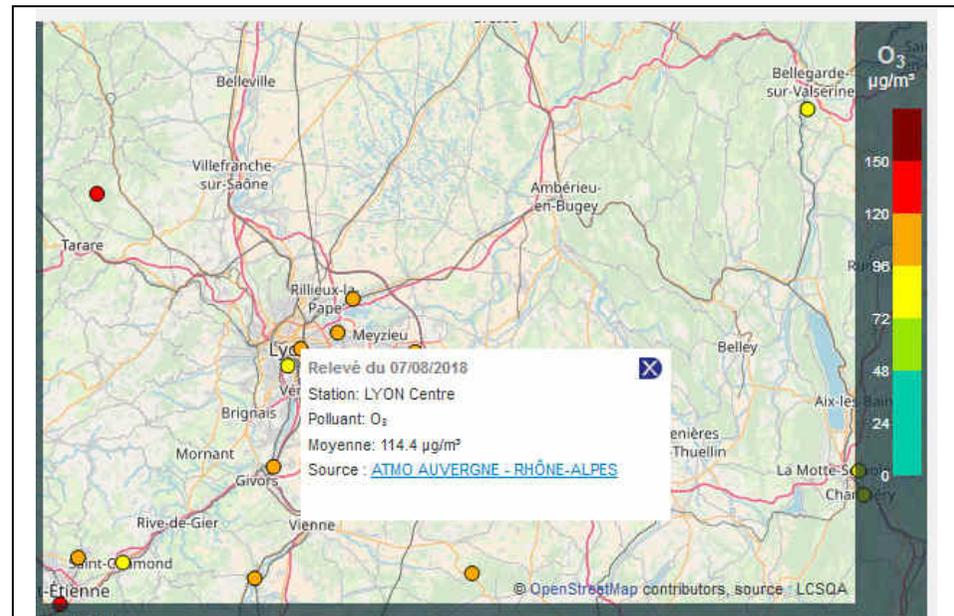
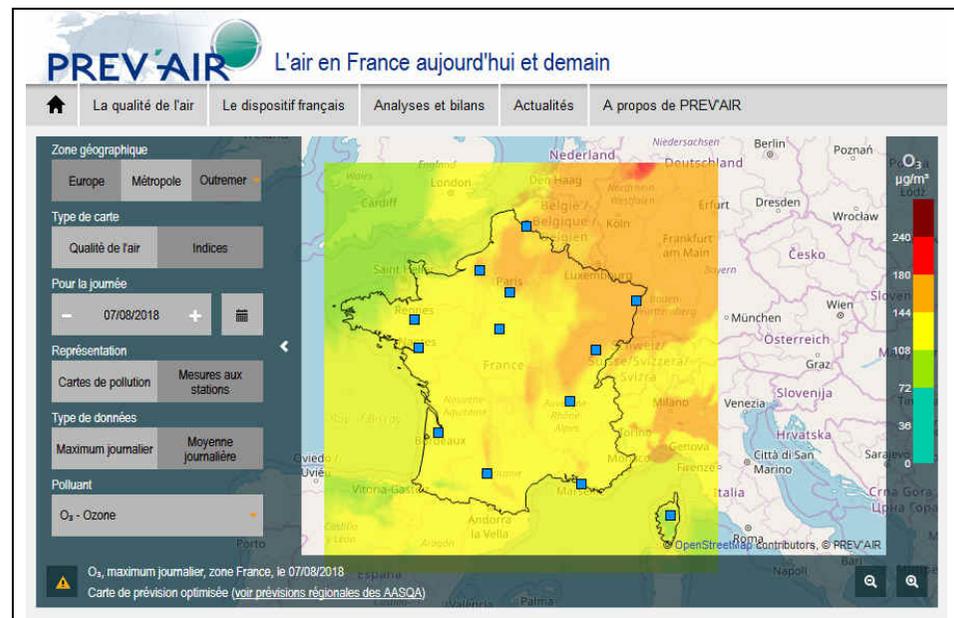
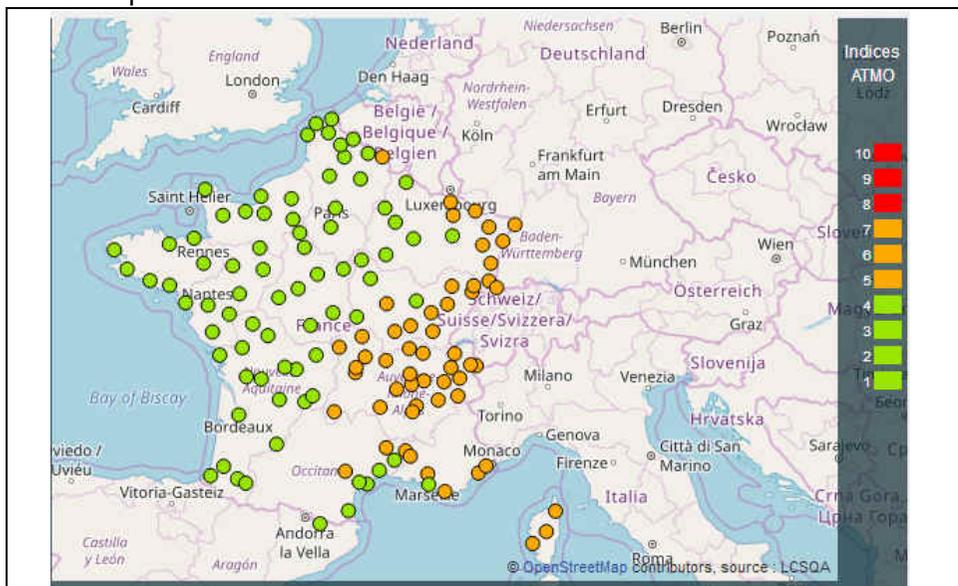
Sa valeur est déterminée quotidiennement par le sous-indice le plus élevé de 5 polluants :

- ⇒ le dioxyde de soufre SO₂,
- ⇒ le dioxyde d'azote NO₂,
- ⇒ l'ozone O₃,
- ⇒ les **particules** **PM10**,
- ⇒ les particules PM_{2,5}, à partir de 2020.

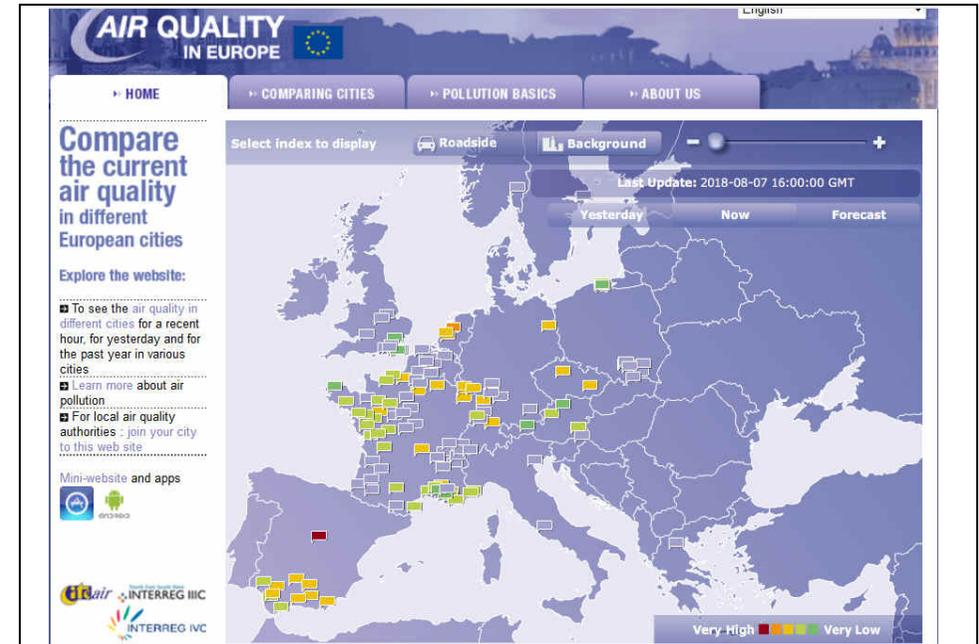
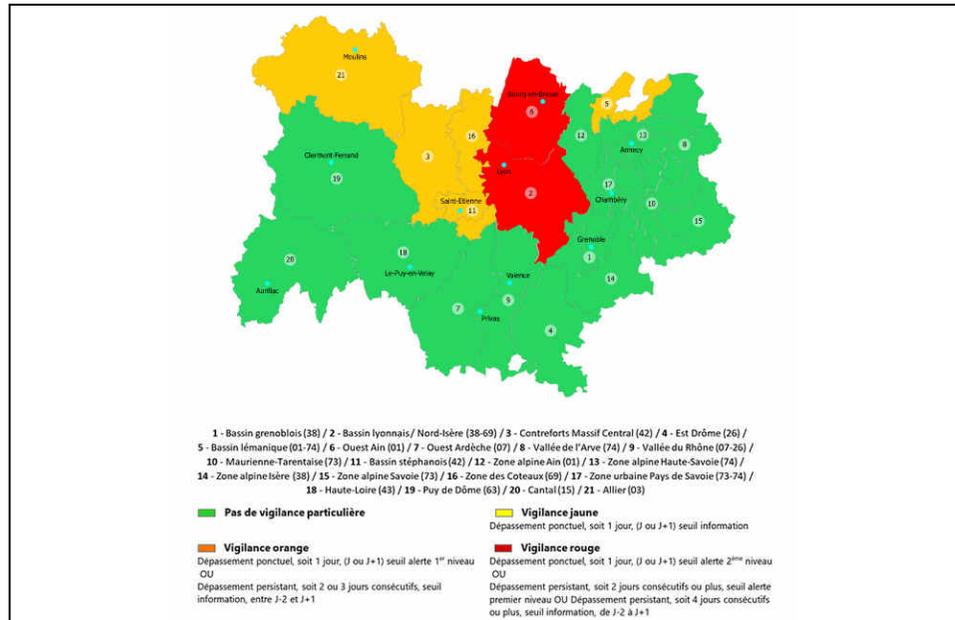
d'après les mesures aux stations urbaines de fond **éloignées de toute source de pollution**, de 0h à 24h.

Sa valeur de 1 à 10, est symbolisée par une couleur du vert au rouge.

Il ne prend pas en compte les phénomènes particuliers ou localisés de pollution, relevés en proximité industrielle et automobile ou dans les zones rurales.



Représentation détaillée sur PREVAIR, ou en carte de vigilance (ATMO-AuRA).



2. 9. 3. Les 2 Indices CITEAIR

Représentatifs :

- ⇒ l'un de la pollution urbaine de fond,
- ⇒ l'autre de la pollution près des voies de circulation, établi à partir des mesures des sites trafic.

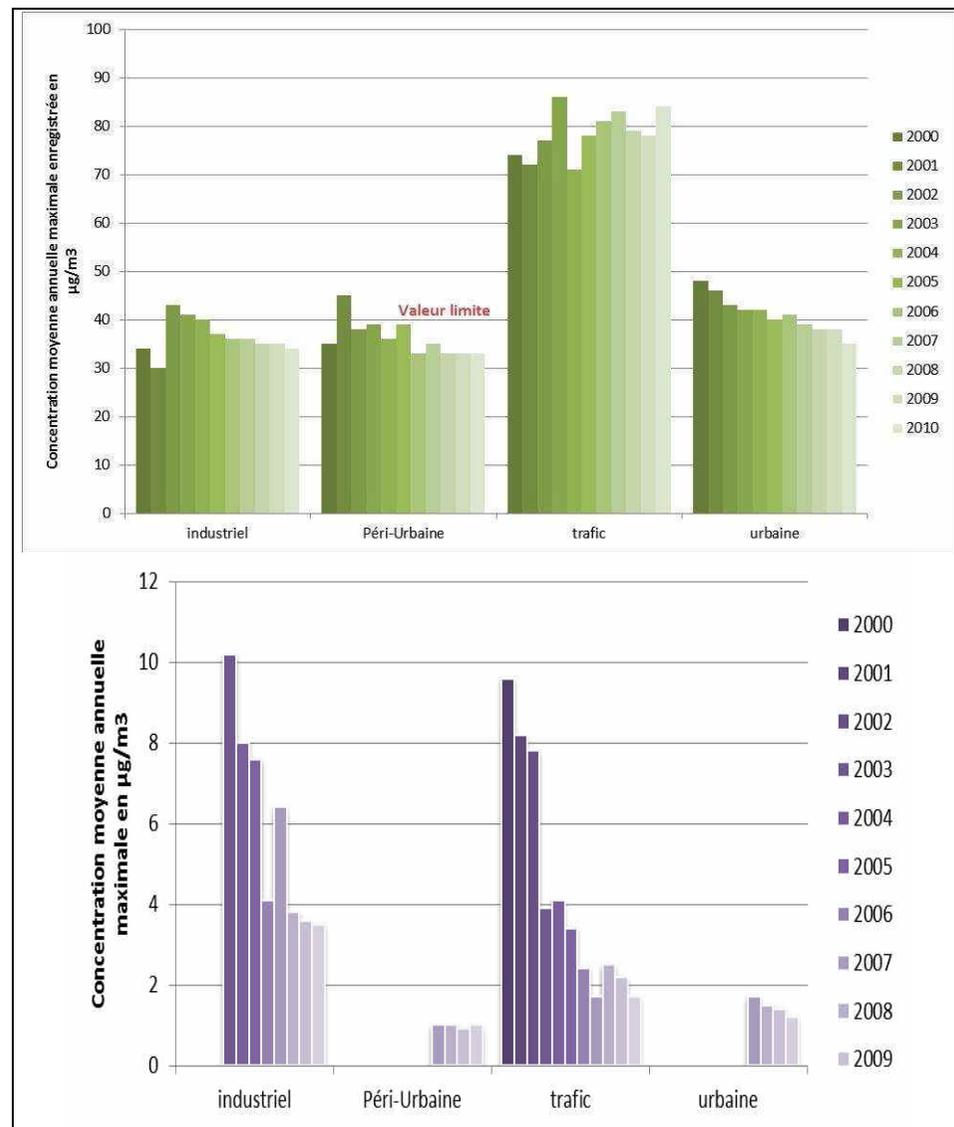
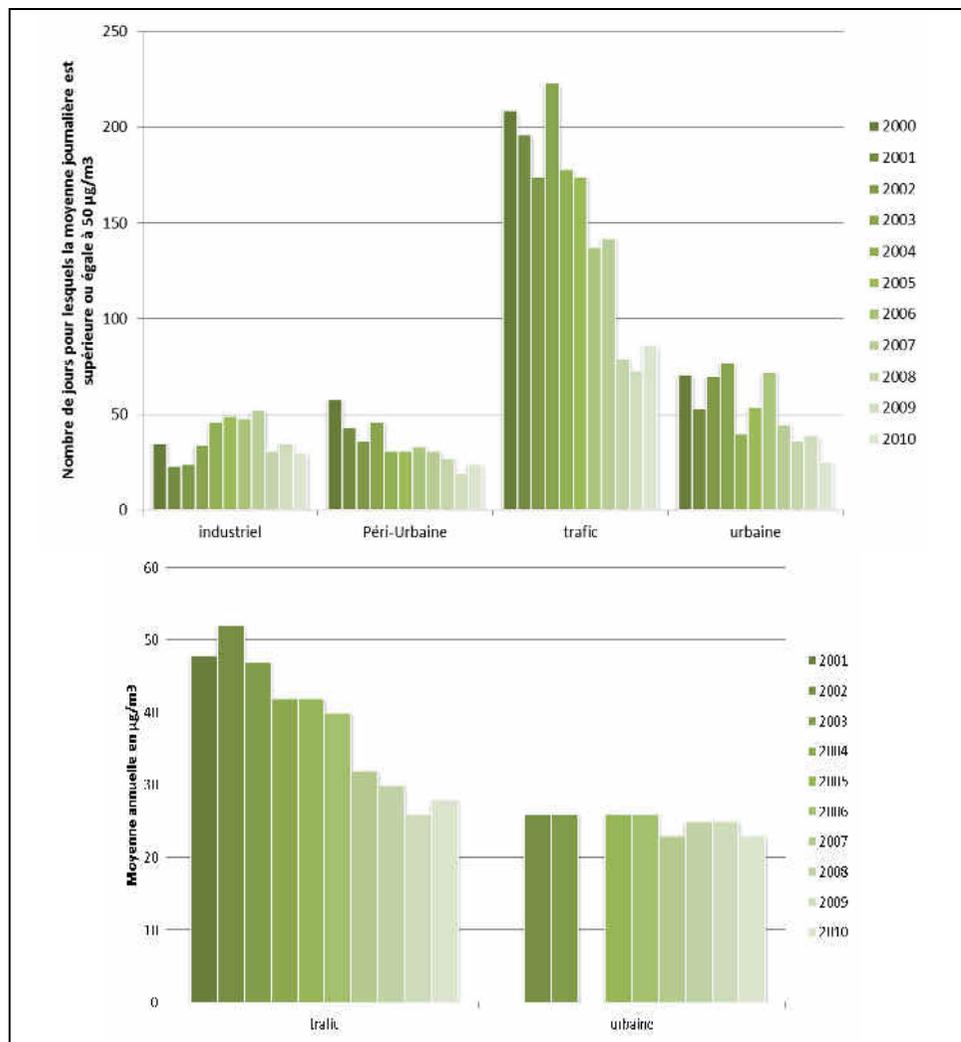
Ils ont pour objectif de comparer la qualité de l'air dans les différentes villes européennes.

Ils sont disponibles directement sur le site CiteAir.

Leur valeur est égale au plus mauvais de 4 sous-indices de la journée sur les stations de mesure :

- ⇒ du dioxyde d'azote (NO₂),
- ⇒ De l'ozone (O₃),
- ⇒ des **particules** en suspension (**PM₁₀**),
- ⇒ du dioxyde de soufre (SO₂) et
- ⇒ du CO (monoxyde de carbone).

2. 10 Evolution de la pollution selon le bilan 2017



2.11 Les épisodes de pollution

2.11.1 Principe de gestion des épisodes de pollution

Les épisodes de pollution sont détectés par ATMO-AuRA et gérés par arrêté inter-préfectoral.

2.11.1.1 Objectif

L'objectif est :

- ⇒ de limiter l'exposition des populations lors des épisodes de pollution,
- ⇒ d'anticiper des actions sur les sources de pollution, complémentaire de mesures pérennes, décrites dans les Plans de Protection de l'Atmosphère.

4 polluants représentatifs de la pollution subie sont concernés :

- ⇒ dioxyde de soufre,
- ⇒ dioxyde d'azote,
- ⇒ ozone,
- ⇒ PM10.

2.11.1.2 Niveaux

Il existe 2 niveaux d'activation de la vigilance, gradués si un dépassement de seuil est constaté ou prévu par ATMO AuRA :

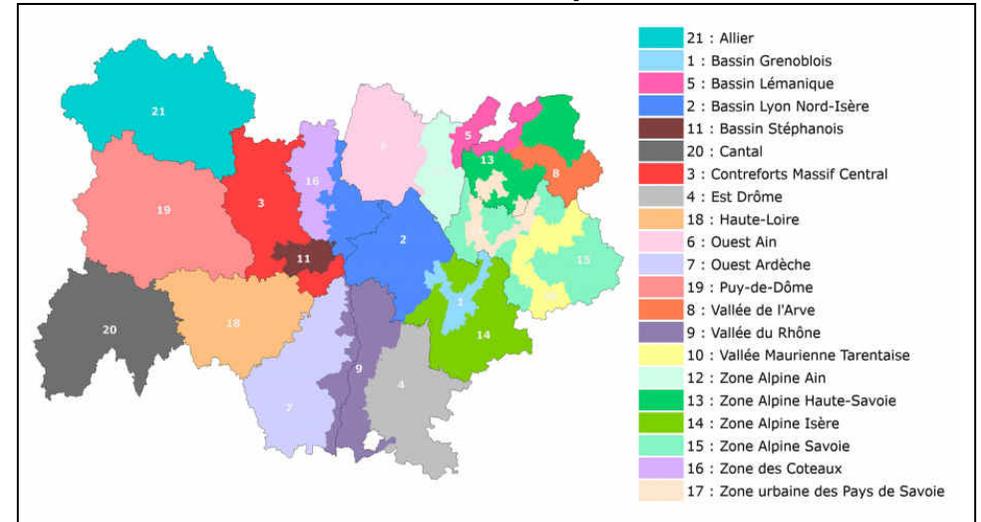
INFORMATION ET RECOMMANDATIONS :

Ce niveau vise à protéger en priorité les personnes les plus sensibles à la pollution atmosphérique : patients souffrant d'une pathologie chronique, asthmatiques, insuffisants respiratoires ou cardiaques, personnes âgées, jeunes enfants...

ALERTE :

Ce niveau vise à protéger toute la population. Il entraîne des actions contraignantes de réduction des rejets de polluants décidées par les Préfets, ciblant les différentes sources concernées (trafic routier, industries, secteurs agricole et domestique,...).

2.11.2. Les zones de contrôle de la pollution



2.11.3. Condition de déclenchement d'un épisode de pollution

Les épisodes sont déterminés par la modélisation, selon le territoire exposé et selon les habitants impactés, en situation de fond.

Règlementairement il y a un épisode de pollution si :

- ⇒ un dépassement de seuil ou un risque concerne au moins 25 km²,
- ⇒ au moins 10 % de la population d'un « bassin » est concernée,
- ⇒ en dehors d'un bassin, au moins 50 000 h. sont concernés.

Niveau de vigilance	Seuil	d'information	d'alerte	
			Niveau 1	Niveau 2 ou 3
Durée	J			
	J+1			
	J+2			
	J+n			

La « vigilance pollution de l'air » est déclenchée, s'il y a augmentation temporaire de la pollution de l'air affectant la santé ou l'environnement
 augmentation temporaire de la pollution de l'air affectant la santé ou l'environnement :

[arrêté zonal du 22/05/2017, adopté le 5/07/2017](#)

Le niveau de vigilance est fonction :

- ⇒ du seuil dépassé : information ou alerte et
- ⇒ de la persistance du dépassement (cf. tableau).

2.11.3.1 Conditions détaillées de déclenchement de vigilance.

	Vigilance					
	Jaune		Orange		Rouge	
	Sur prévision	sur persistance	sur prévision	persistance (constatée)	sur prévision	sur persistance
SO ₂	300 /h. à J ou J+1	500 /h. à J et J+1	500 3h. à J ou J+1	300 /h. à J et J+1		500 3h. à J ou J+1
NO ₂	200 /h. à J ou J+1	400 3h. à J ou J+1	200 3j. à J-1, J et J+1			400 3h. à J ou J+1 200 /h. à J-2, J-1, J ou J+1
O ₃	180 /h. à J ou J+1	240 3h. à J ou J+1	180 /h. à J et J+1	300 3h. à J ou J+1 360 /h. à J ou J+1		240 3h. à J et J+1 180 à J-2, J-1, J & J+1
PM ₁₀	50 à J ou J+1	80 à J ou J+1	50 à J & J+1			80 à J & J+1 50 à J-2, J-1, J & J+1

Le dépassement horaire doit être en heures consécutives /h. signifie en moyenne horaire / La moyenne journalière est calculée de 0h à 24h.

2.11.3.2 Fin 2017, début 2018 : passage aux « vigilances pollution »

Depuis le 22 novembre 2017, un nouvel arrêté est entré en vigueur, relatif aux procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant. L'objectif est d'alerter la population, mais aussi les autorités préfectorales et les collectivités, du risque encouru.

ATMO-AuRA diffuse dorénavant un message de « vigilance pollution » sur 4 niveaux (vert, jaune, orange, rouge), définis :

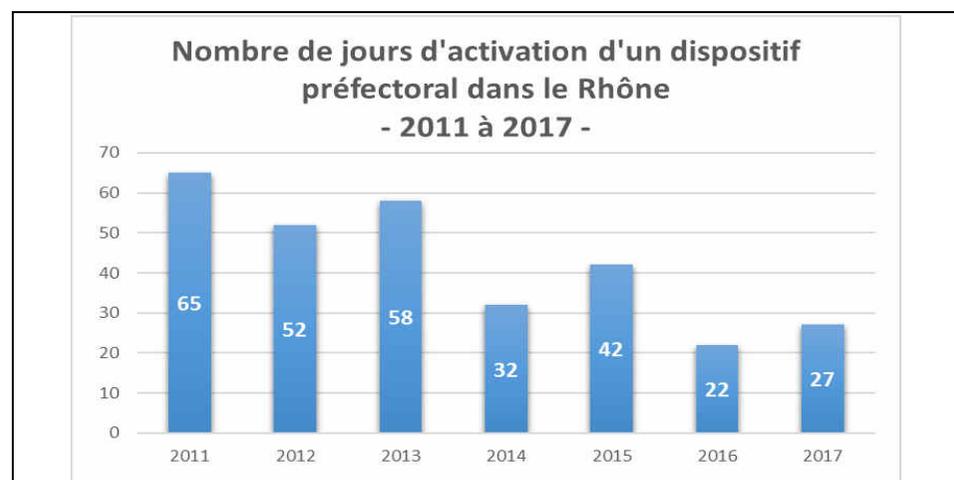
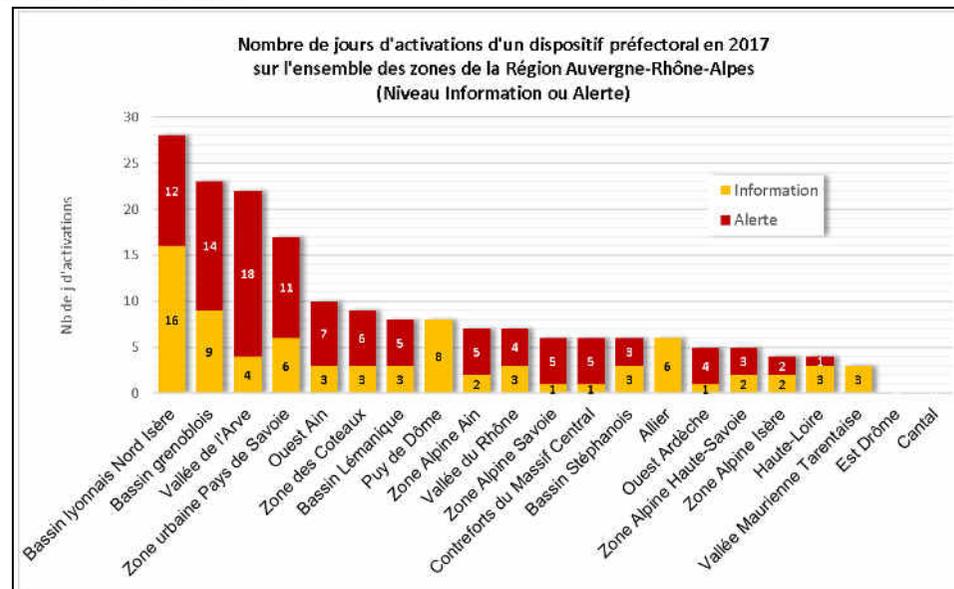
- ⇒ en fonction de la prévision des niveaux de pollution : *dépassement d'un seuil d'information ou d'alerte*,
- ⇒ mais aussi de la persistance des dépassements, et
- ⇒ de la surface des territoires impactés.

Le passage du jaune à l'orange puis au rouge traduit une augmentation des taux de pollution et/ou de la durée de l'épisode.

Chaque bulletin de vigilance comprend des recommandations :

- ⇒ **sanitaires** : comment se protéger en limitant son exposition) et
- ⇒ **comportementales** : comment agir pour limiter ses émissions de polluants).

Le niveau rouge permet aux autorités de prendre des arrêtés pour restreindre la circulation automobile (anciennement le niveau 2 d'alerte pollution). Dans toutes les zones géographiques concernées, la vitesse maximale des véhicules est abaissée de 20 km/h sur les autoroutes, grands axes routiers, boulevards urbains.



Depuis 2017, une nouvelle version des procédures préfectorales a institué :

- ⇒ la **circulation différenciée** basée sur les vignettes Crit'Air,
- ⇒ la circulation des véhicules sans vignette et celle des véhicules comportant une vignette de type 4 ou 5 interdite jusqu'à la levée de l'alerte,
- ⇒ la limitation de circulation des véhicules avec une vignette de type 3 en au delà des 3 premiers jours.

2. 11. 4. Mise en pratique des procédures pour les vignettes CRIT'Air

La mise en pratique des vignettes CRIT'Air est diversement appliquée sur Rhône Alpes en 2018.

Pour Lyon et Villeurbanne,

- ⇒ Les véhicules sans vignette Crit'Air sont interdits de circulation,
- ⇒ Pas de campagne d'informations sérieuse sur l'obligation d'acquérir la vignette Crit'Air (38% des véhicules ont leur vignette collée sur le pare-brise).
- ⇒ un ticket à 3 € valable pour une journée entière.

Pour le bassin grenoblois :

- ⇒ de la pédagogie dès début 2017 :
- ⇒ si vous n'avez pas la bonne vignette, vous devez faire demi-tour, + amende de 68 € aux contrevenants.
- ⇒ Ticket TAG au tarif unitaire habituel de 1,60 € valable un jour entier.

Pour Annecy :

- ⇒ interdiction de circuler sans vignette ou avec une vignette de type 4 ou 5,
- ⇒ ticket de bus à 1 € valable un jour entier.

2. 12 Bilan de la pollution à Lyon

La pollution industrielle (50% des PM) a été divisée par 2

Le chauffage au bois, qui émet jusqu'à 50% des PM en période hivernale d'inversion de température, même normalisé flamme verte***** ne cesse pas, car considéré comme écologique !

Le trafic automobile (35% des PM et 2/3 des NOx)

- ⇒ a un peu baissé en centre ville, mais croit en périphérie,
- ⇒ la nocivité individuelle des véhicules neufs a été divisée par 3.

Malgré cela, la pollution nocive a baissé de 30% au centre et 60% en périphérie, et se localise surtout le long des axes embouteillés, a conduit à une condamnation de la France par l'U.E., excède 20% du temps (6 fois plus souvent) les seuils admis en partie à cause du renforcement des seuils, tue 10 fois plus que les accidents de la route, soit 500 morts prématurées (<65 ans) dans le Grand Lyon.

3 La pollution dans les métropoles européennes

3.1 La pollution française

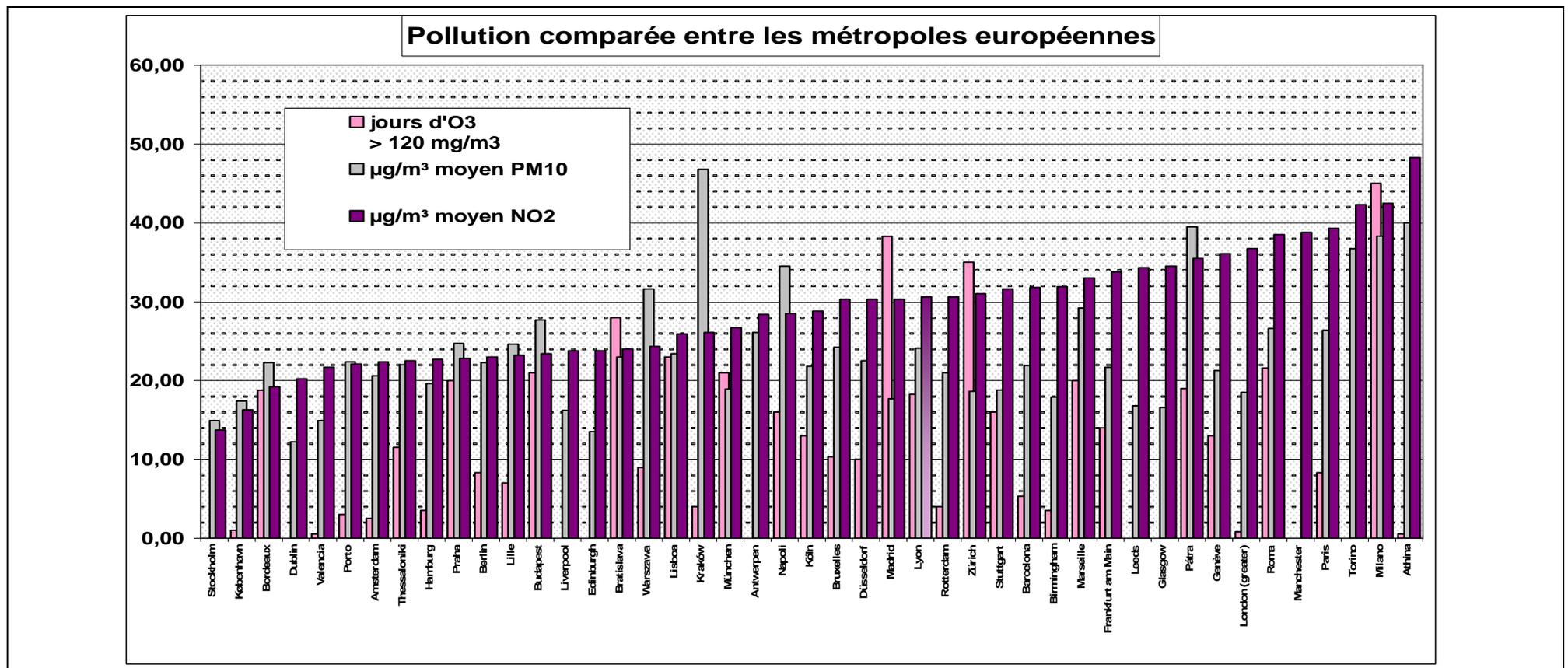
Le problème d'exposition à la pollution n'est pas typiquement lyonnais, puisque la France est la 3^{ème} plus mauvaise nation parmi 8 états dans lesquels les dépassements de pollution, surveillés par l'Union Européenne, se produisent régulièrement. En France, ce sont désormais, seulement les émissions de NOx qui en sont la cause. Ces excès de pollution exposent la France à de fortes amendes de l'UE depuis quelques années.

En France les excès de pollution ont lieu dans les 3 grandes métropoles, Paris, Lyon, Marseille et aussi dans les vallées alpines, en raison de l'industrie et aussi parfois de la contamination par la vallée du Pô.

3.2 Comparaison européenne de la pollution

3.2.1. Comparaison globale

Lyon est en milieu de tableau par rapport aux métropoles européennes.



3. 2. 2. Utilisation d'un panel de métropoles comparables

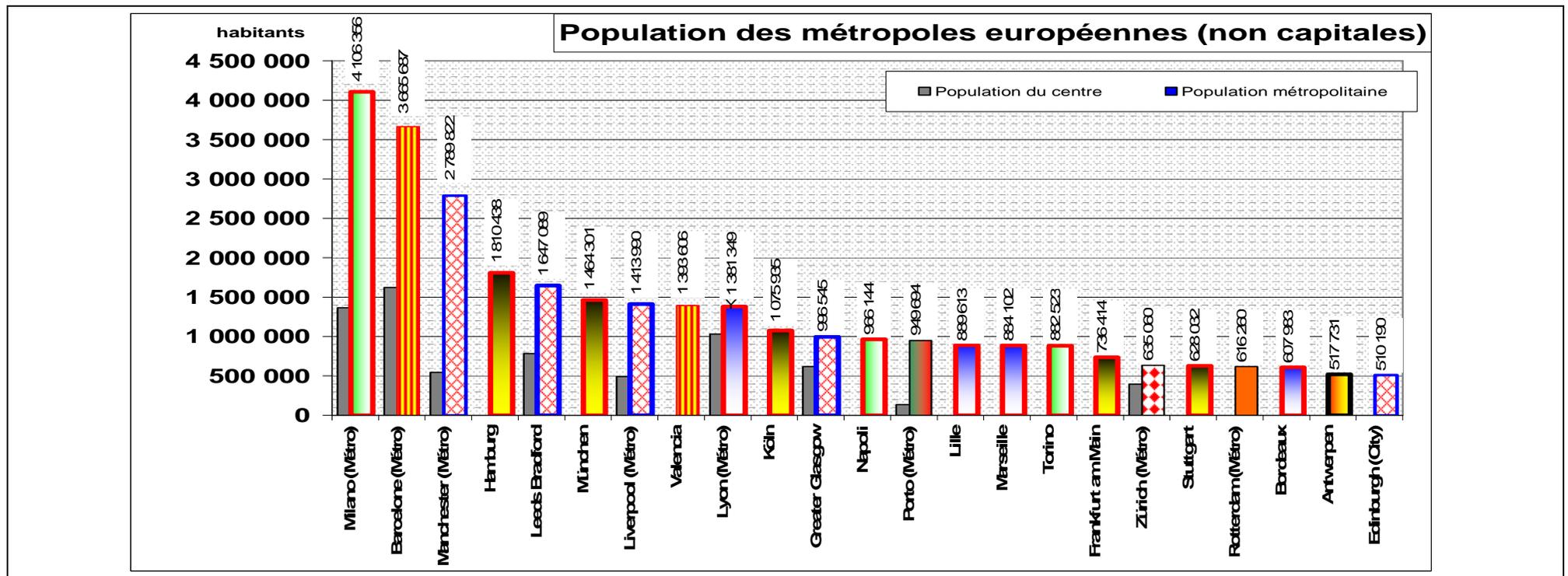
Il est intéressant de faire une comparaison sur un panel des 23 métropoles européennes les plus peuplées, non capitales.

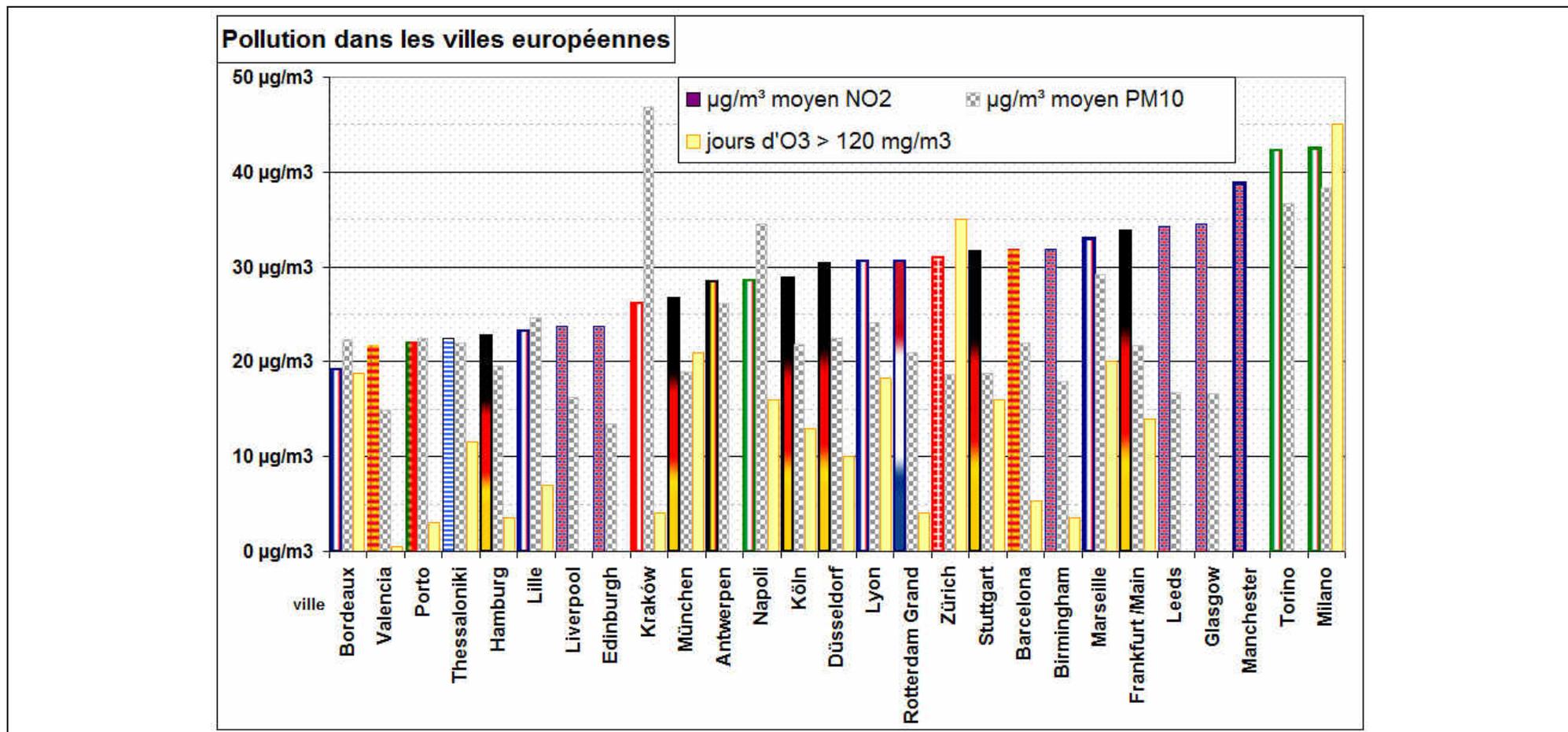
Nous avons éliminé les capitales car souvent la concentration de population y génère une pollution excessive. En revanche, leur passé historique, souvent de cité royale a permis d'y développer une large surface d'espaces verts.

Ce sont :

- ⇒ En France : Lyon, Marseille, Lille ;
- ⇒ En Allemagne : Munich, Francfort, Düsseldorf, Hambourg, Cologne, Stuttgart ;
- ⇒ En Grande Bretagne : Manchester, Liverpool, Birmingham, Leeds, Edimbourg, Glasgow ;
- ⇒ En Italie : Milan, Turin, Naples ;
- ⇒ En Espagne : Barcelone, Valence ;
- ⇒ En Suisse : Zürich ;
- ⇒ En Belgique : Anvers ;
- ⇒ Aux Pays Bas : Rotterdam ;
- ⇒ Au Portugal : Porto.

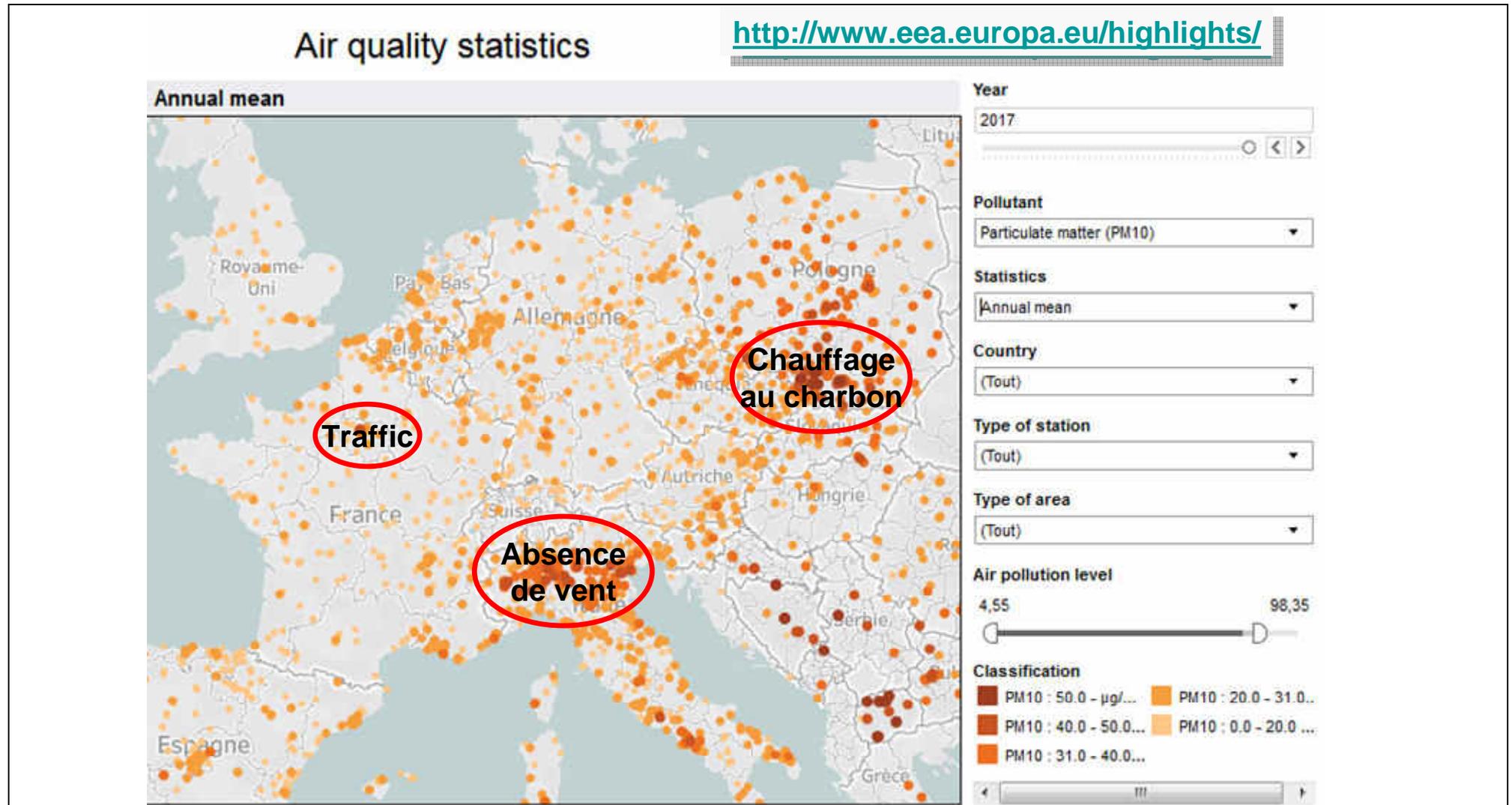
La comparaison porte sur l'ensemble de la métropole. La population de ces villes va de 500 000 habitants à 4Mhabitants.

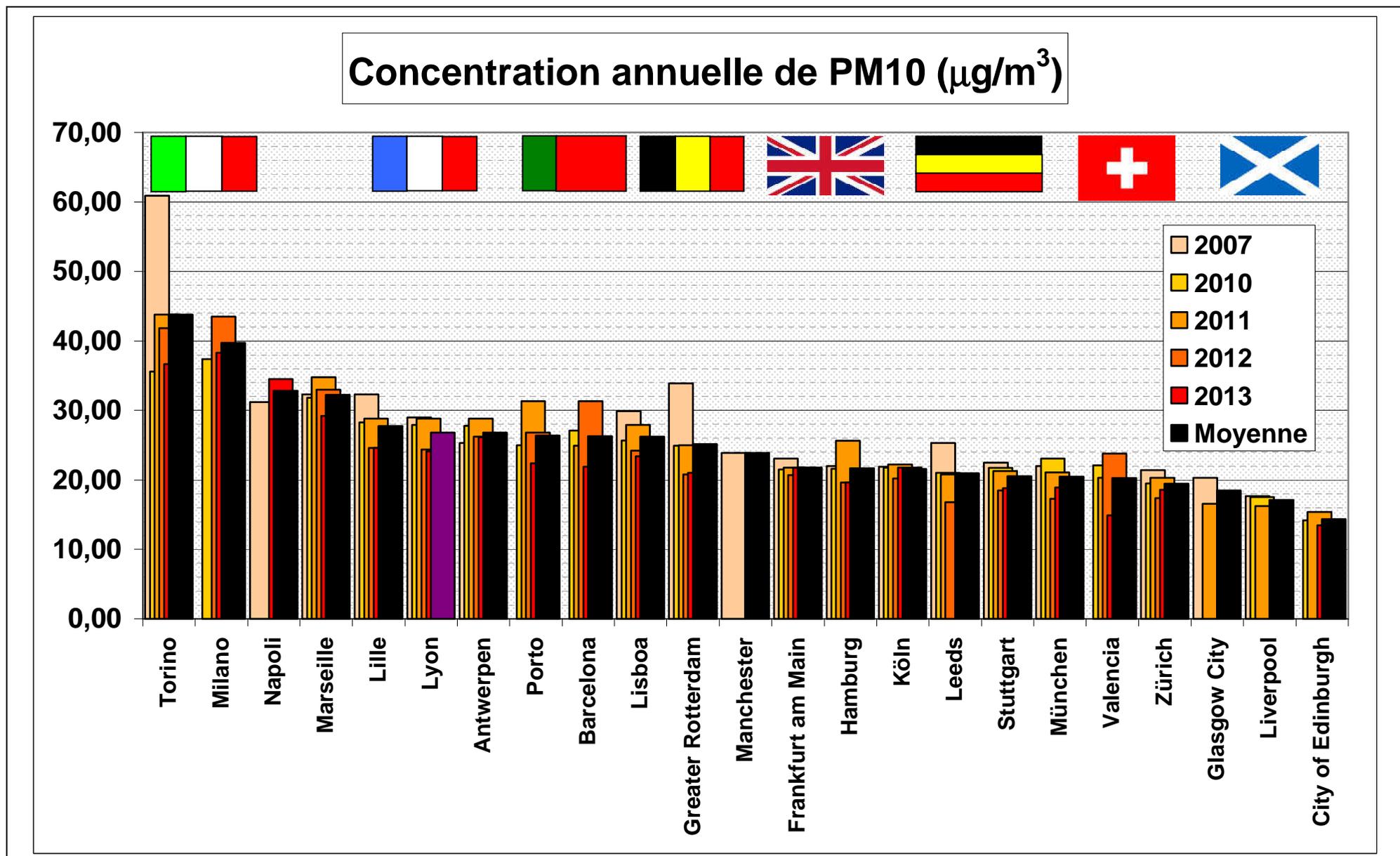




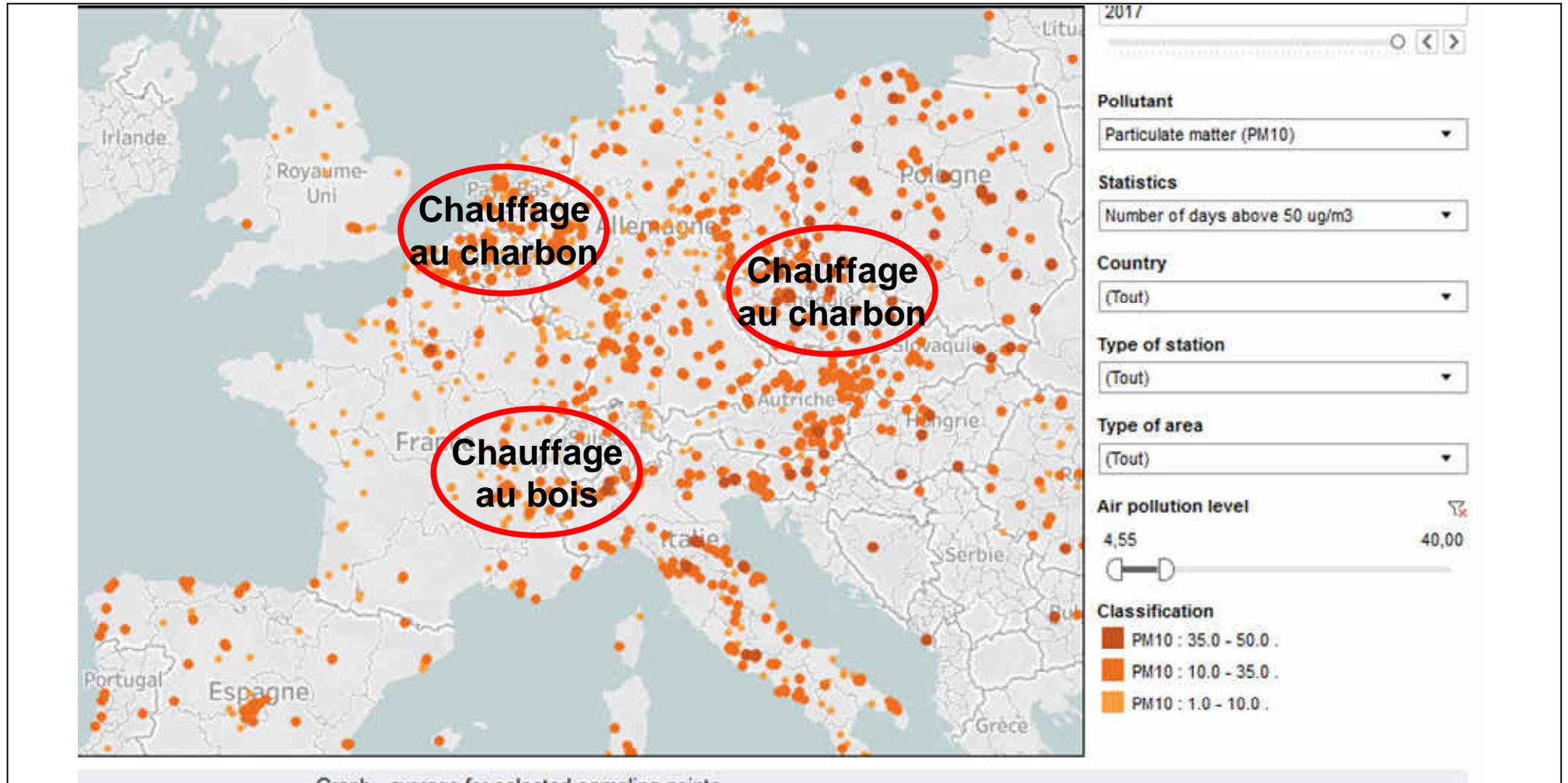
Lyon se place en milieu de tableau sur ces 29 métropoles.

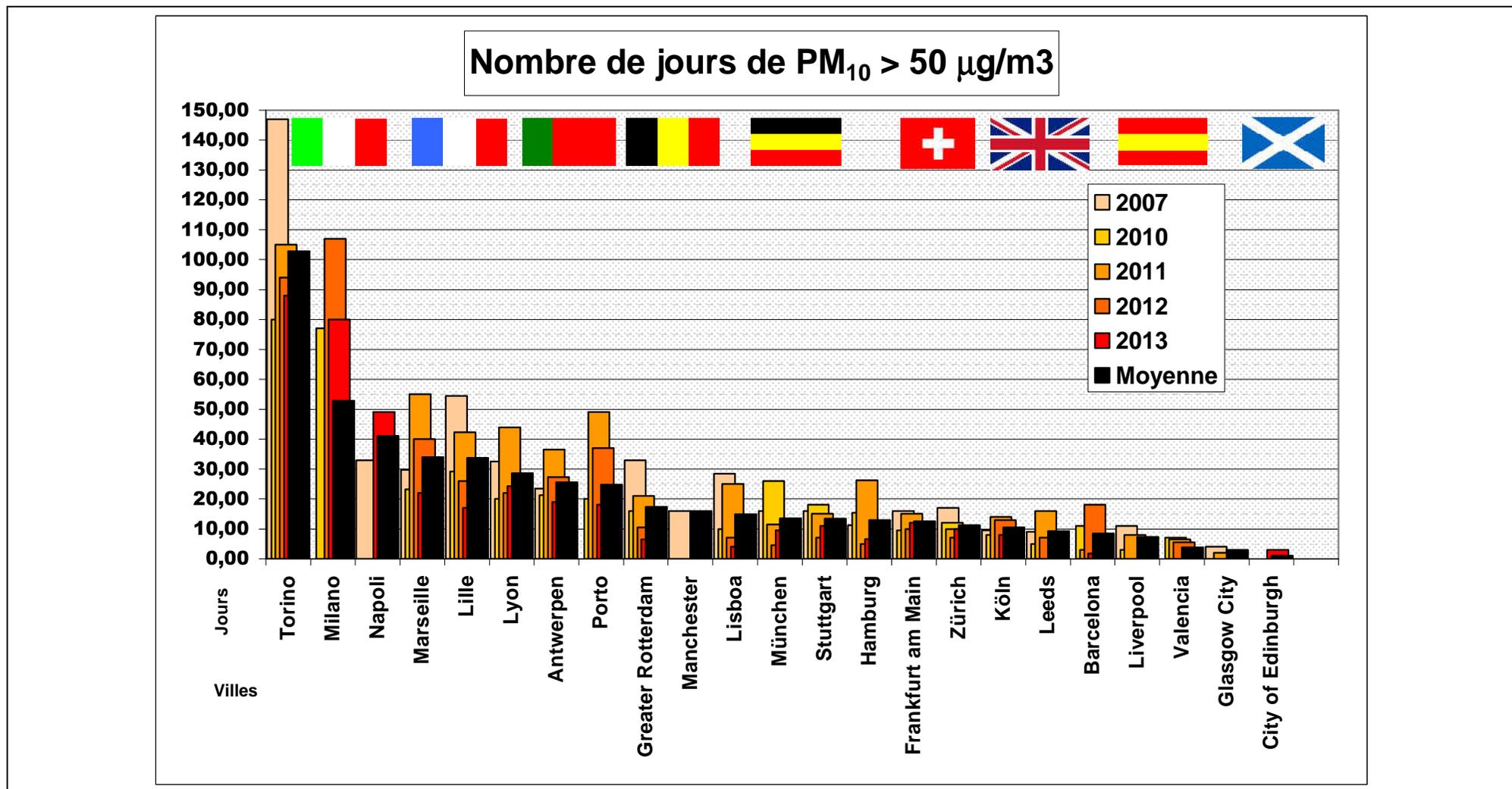
3.3 La pollution européenne aux microparticules



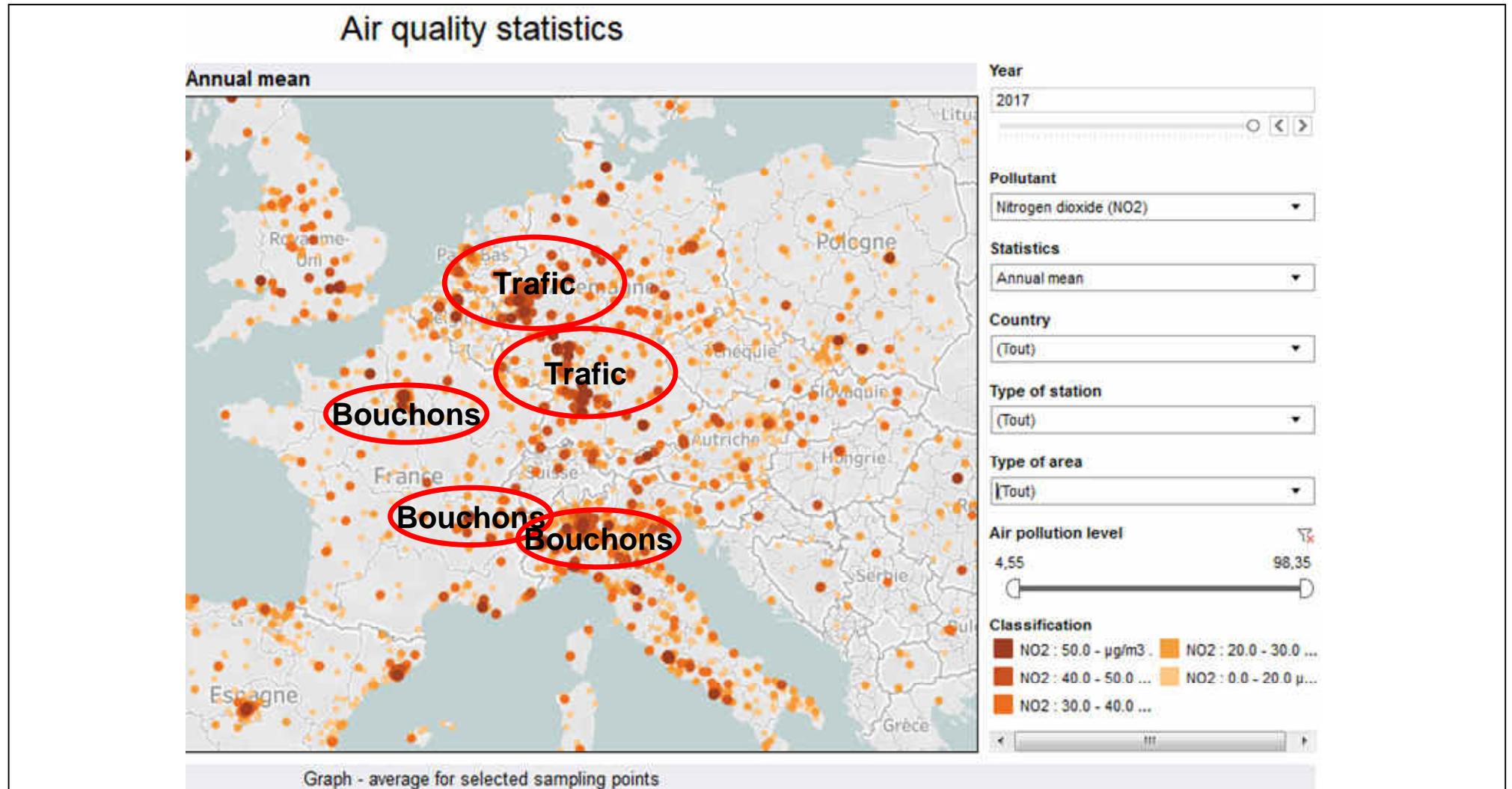


Lyon est 18^{ème} /23 pour la pollution aux PM10. La valeur moyenne est inférieure à la limite imposée par l'Union Européenne. C'est la ville la mieux classée des 3 métropoles Françaises (non capitales) les ville françaises figurent derrière les 3 métropoles italiennes.

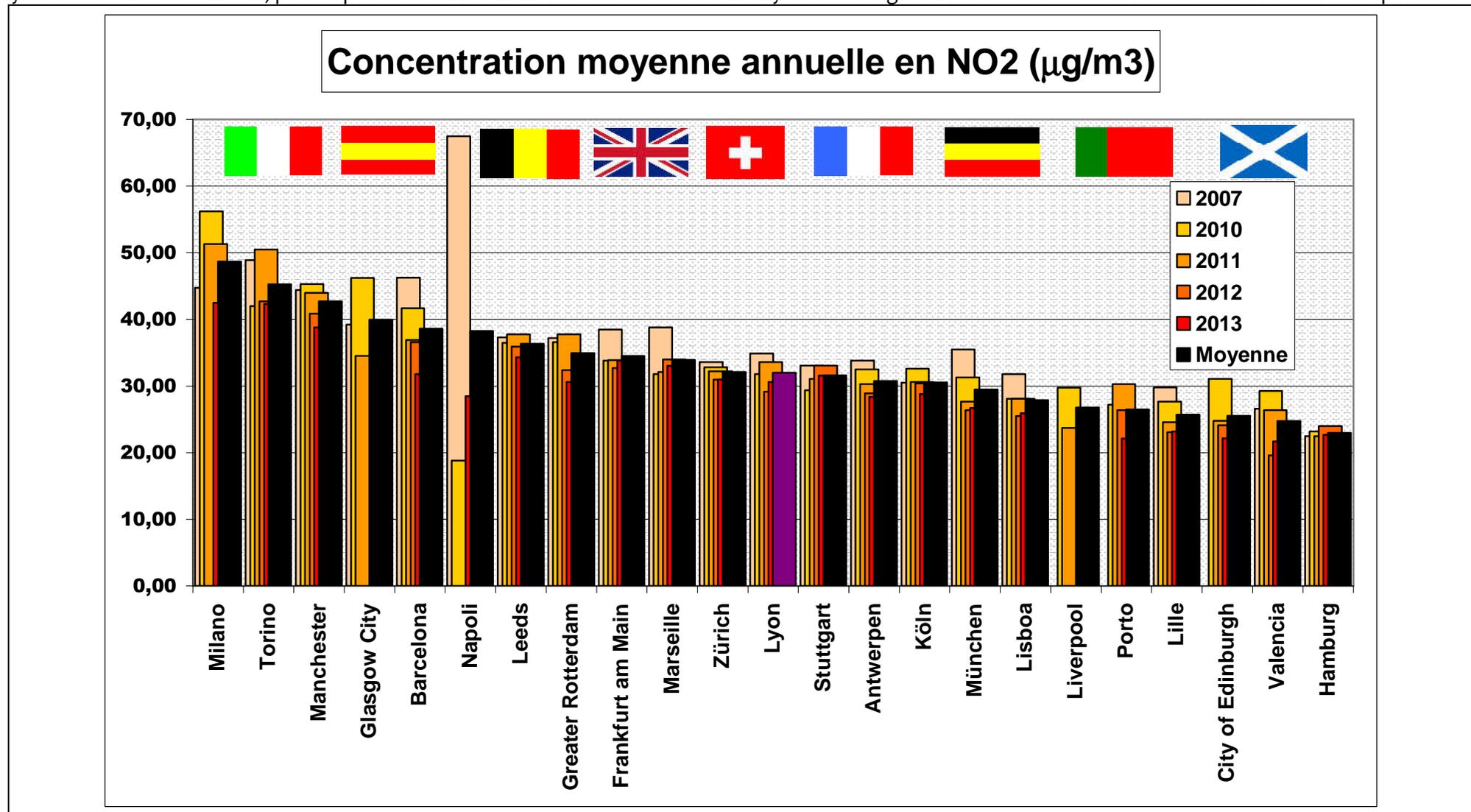




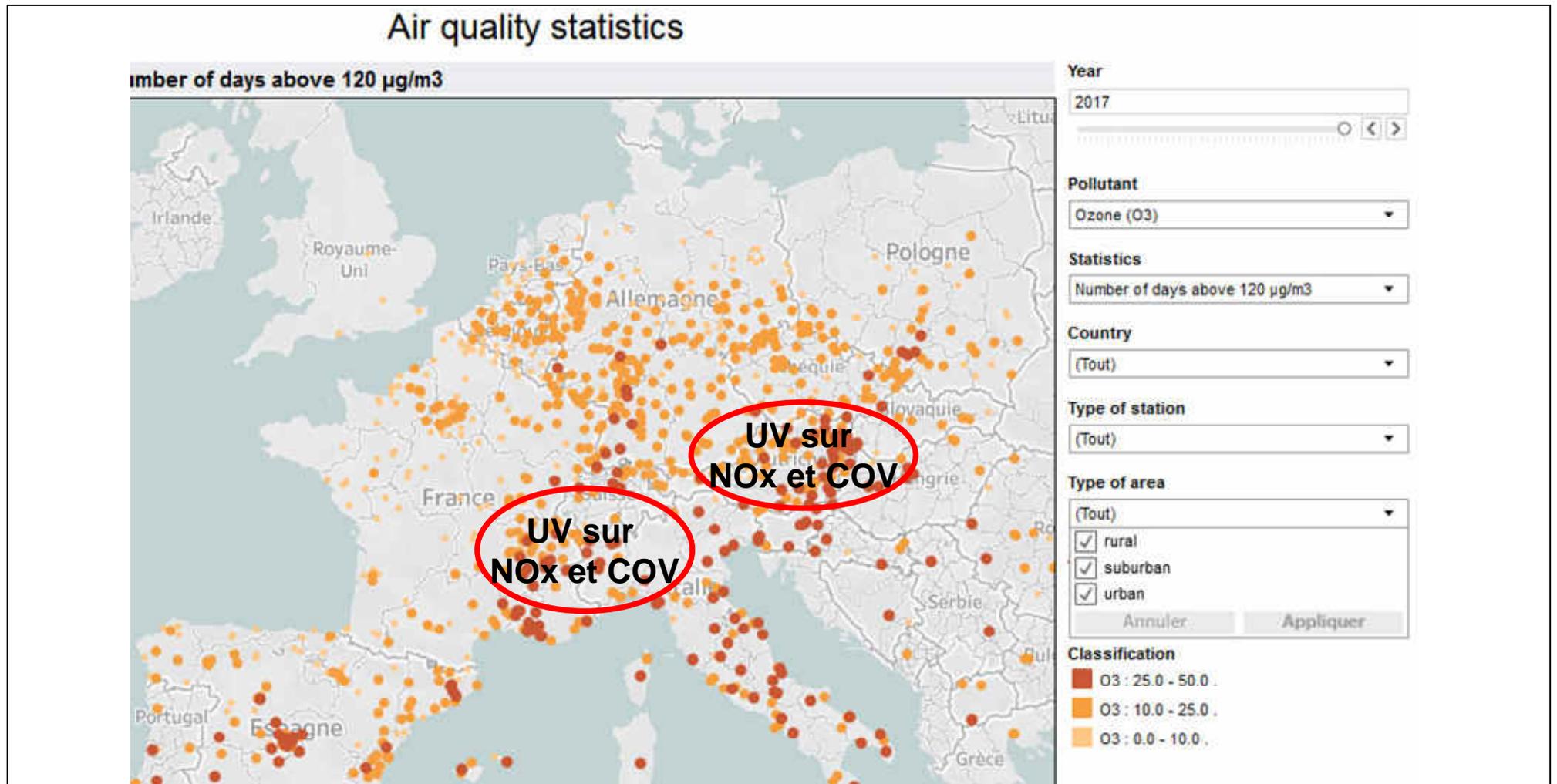
3. 4 La pollution européenne aux oxydes d'azote



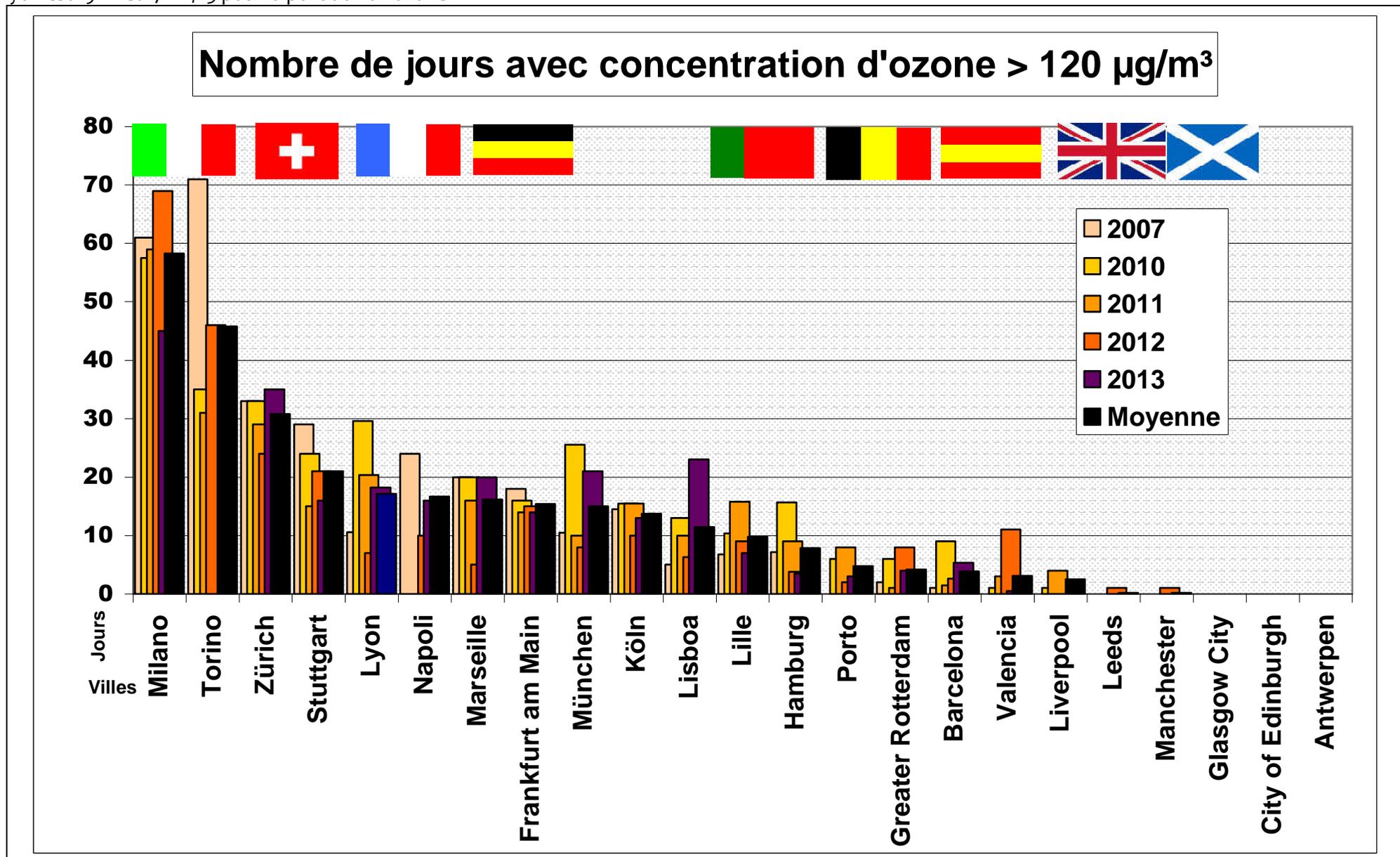
Lyon est en milieu de tableau, pour la pollution aux NO₂. La concentration en NO₂ à Lyon est en légère décroissance et inférieure au seuil de l'union européenne.

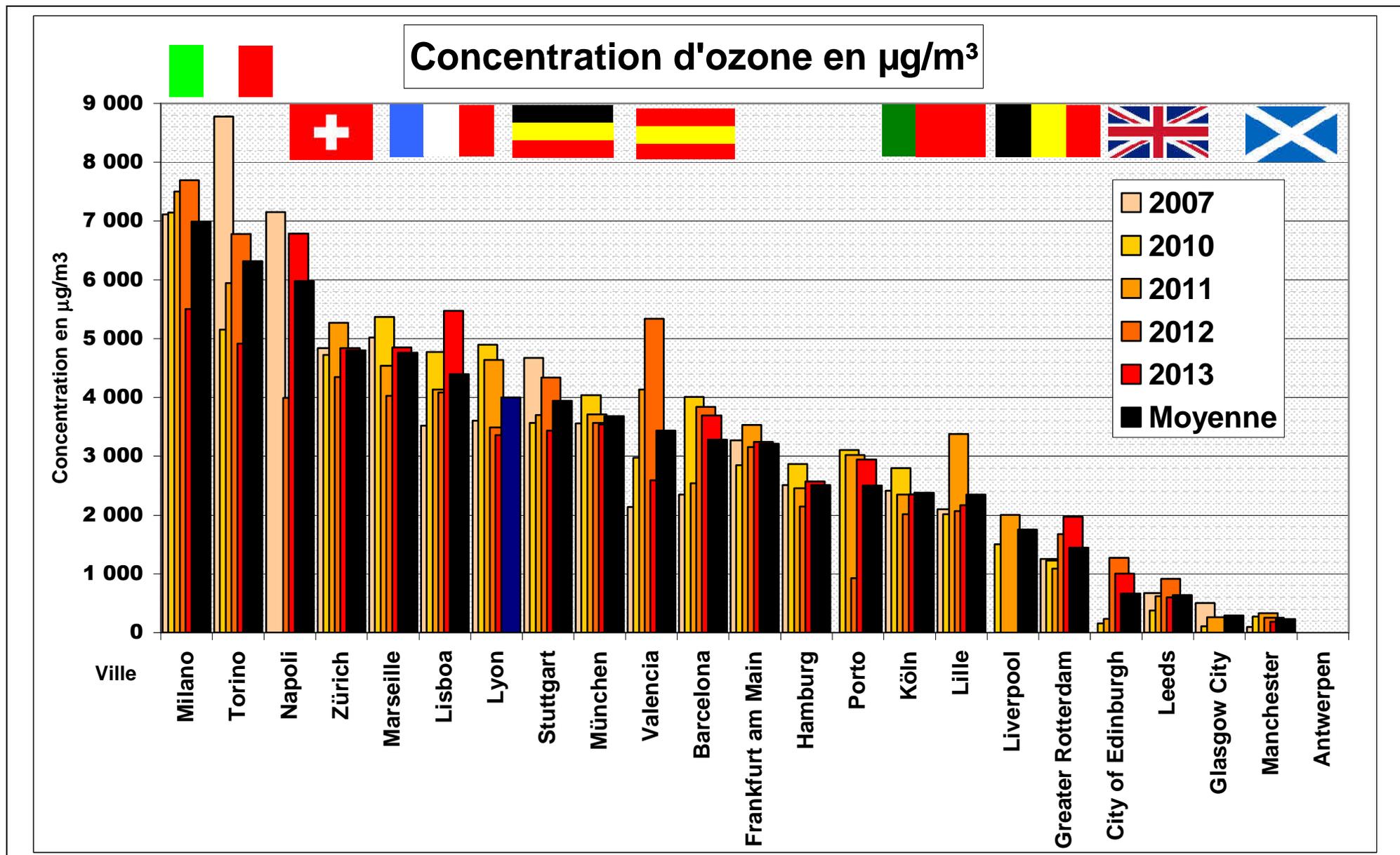


L'analyse de la pollution aux particules et aux oxydes d'azote montre clairement l'influence à la fois géographique et nationale des excès de pollution. Hormis les différences climatiques (vent et pluie), une explication possible réside, concernant les PM dans la présence d'industrie et les dispositions légales concernant le chauffage et concernant les NO_x, l'organisation et les équipements de déplacement et d'urbanisme.



Lyon est 19^{ème} et 17^{ème} /23 pour la pollution à l'ozone





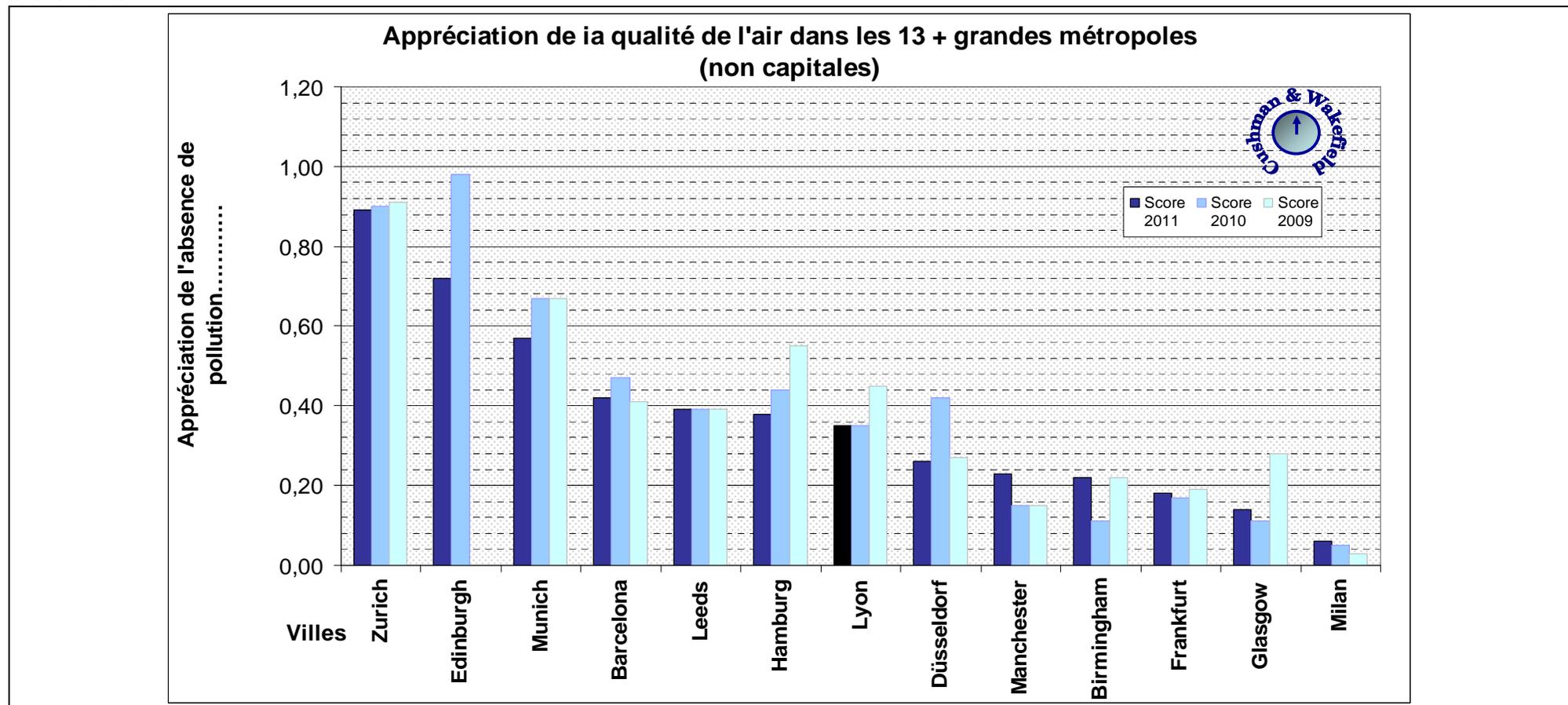
Les statistiques Eurostat montrent que les villes Françaises sont les plus polluées derrière les villes italiennes, parmi les villes européennes comparables. Lyon est cependant la moins polluées des 3 villes françaises (derrière Marseille et Lille).

3.5 L'opinion des entreprises sur le facteur pollution dans le choix de leur implantation

Jusqu'en 2013, la société immobilière Cushman et Wakefield éditait une comparaison des opinions des entreprises sur l'attractivité des métropoles européennes. Concernant la pollution, Lyon se situait aussi en milieu de tableau (7^{ème}/13).

On peut cependant noter qu'il existe un écart entre l'opinion et la réalité, notamment concernant les NOx. Zurich est particulièrement appréciée alors qu'elle se situe proche de Lyon dans les concentrations. Mais Edinburg et Munich méritent mieux leur classement.

La comparaison montre que les opinions sont, sans doute, plus justifiées par la présence de microparticules qui créent des brumes que par les oxydes d'azote, qui se voient moins.



3.6 Corrélation entre modes de déplacement et pollution

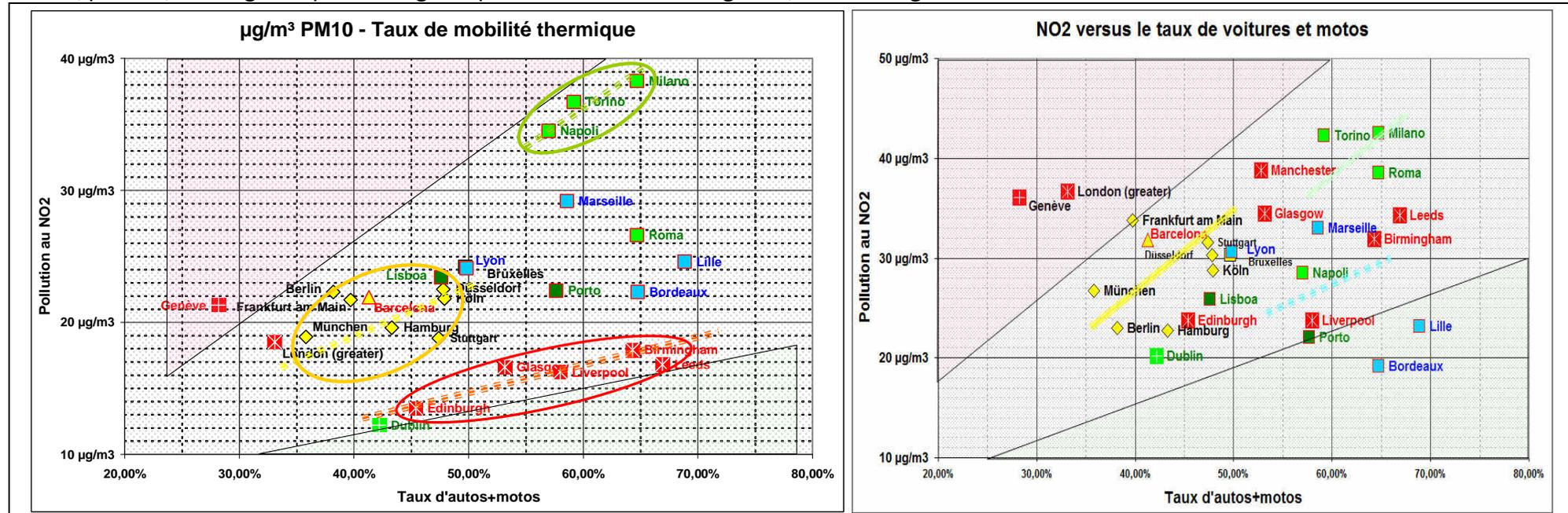
L'analyse de la pollution aux particules et aux oxydes d'azote montre clairement l'influence à la fois géographique et nationale des excès de pollution.

Hormis les différences climatiques (vent et pluie), une explication possible réside :

⇒ concernant les PM : dans la proximité d'industries et les dispositions concernant le chauffage,

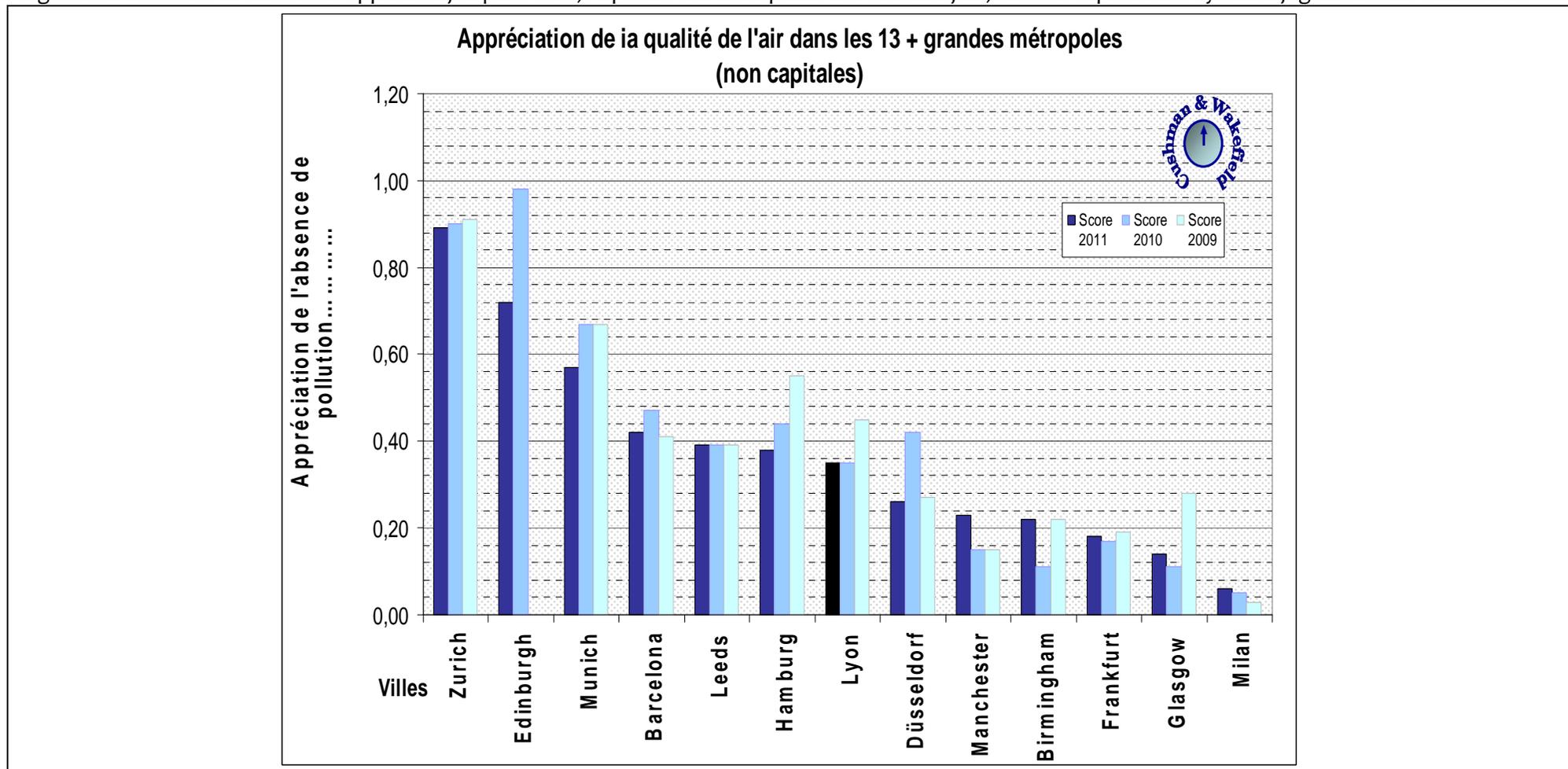
⇒ concernant les NOx, dans l'organisation et les équipements de déplacement et d'urbanisme.

En effet, par état, les nuages de points s'alignent plus ou moins sur une diagonale, mais les diagonales diffèrent selon les états.

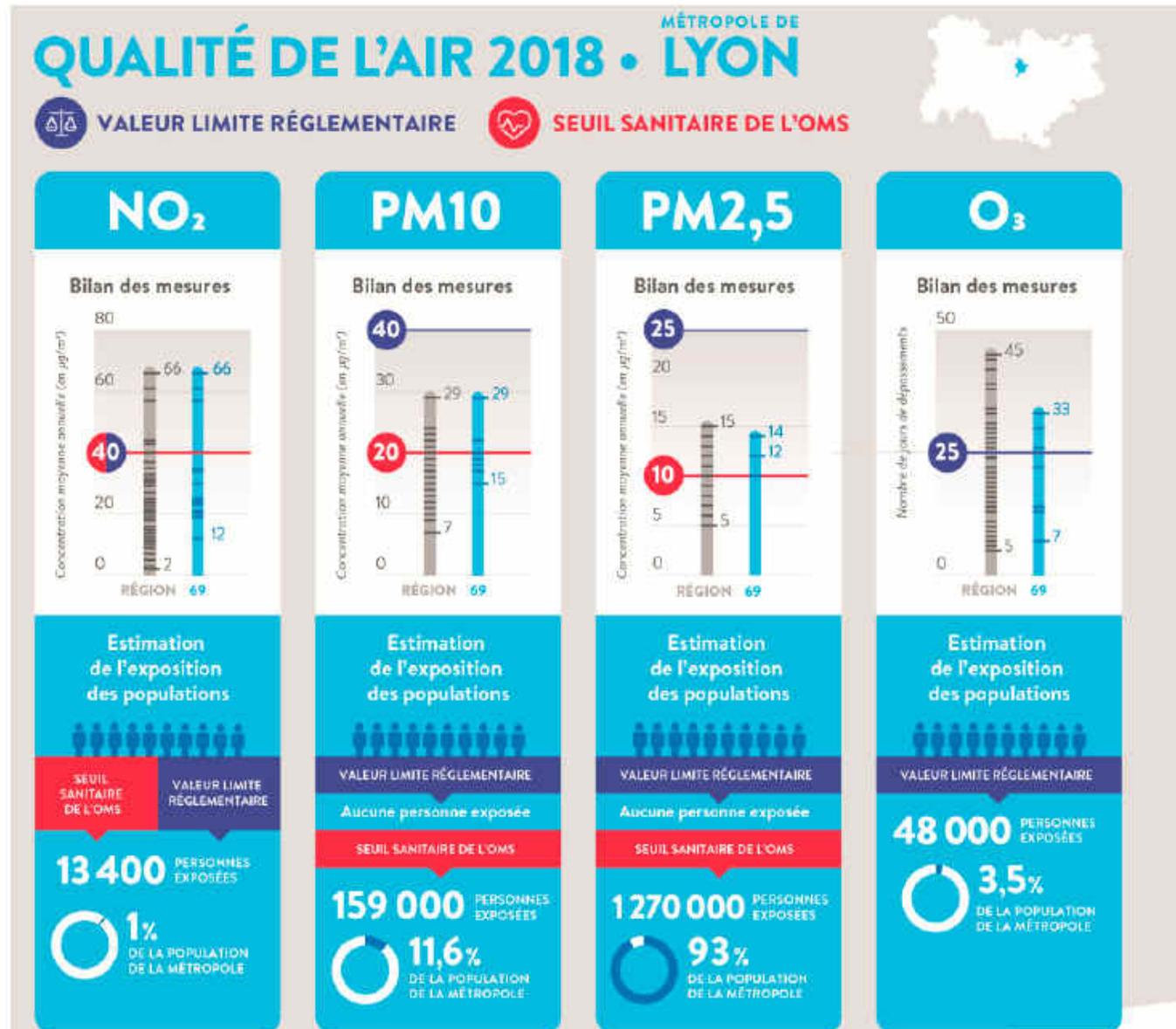


3.7 Opinion sur le niveau de pollution

L'organisme Cushman et Wakefield appréciait jusqu'en 2012, l'opinion des entreprises sur divers sujets, comme la pollution. Lyon est jugé en milieu de tableau.



4 Les Sources de la pollution urbaine



4.1 Contribution des secteurs économiques à la pollution

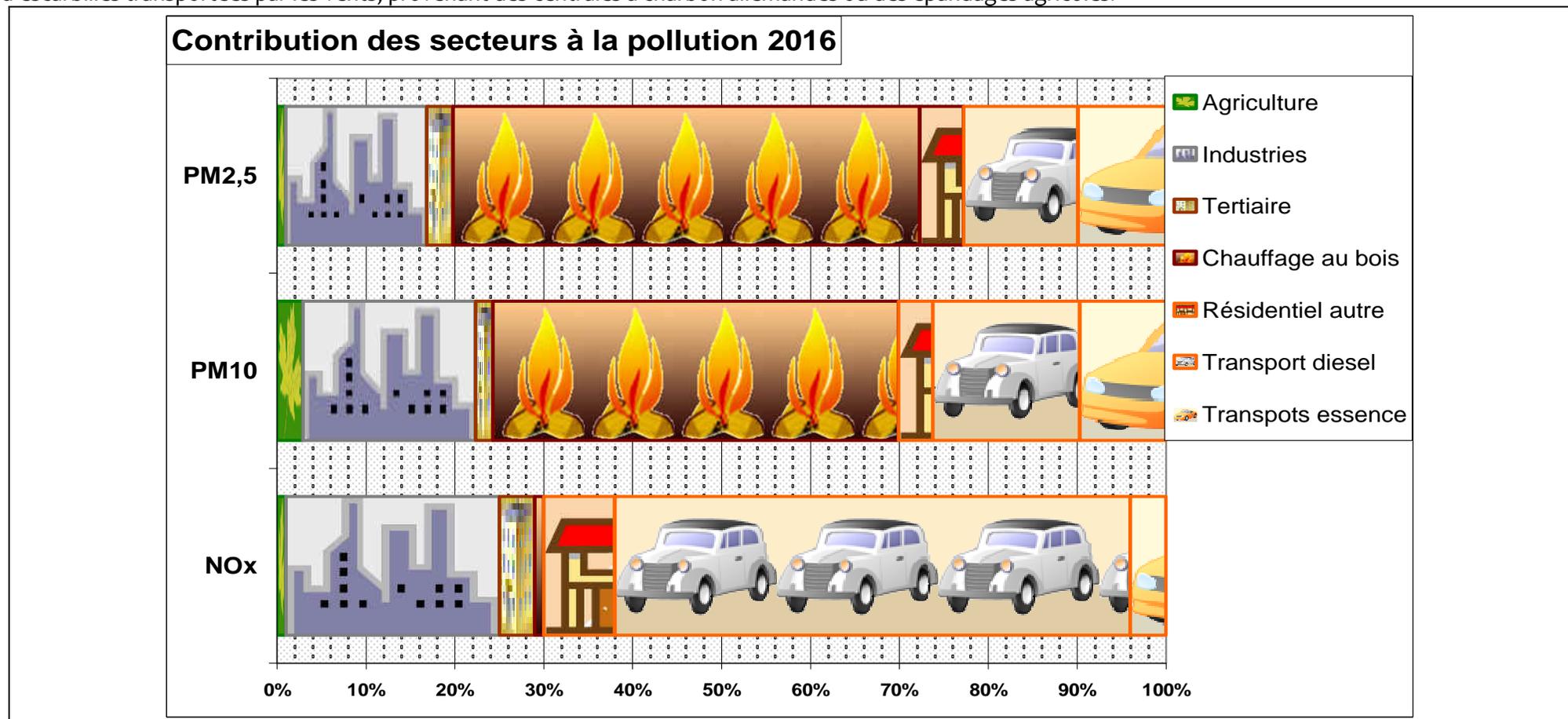
Il est important de rappeler que la contribution des sources varie considérablement selon le lieu considéré, la période de l'année et la météo.

Le diagramme suivant (établi selon les informations 2016 d'ATMO-AuRA) donne la contribution moyenne des différents secteurs économiques à la pollution.

Concernant les oxydes d'azote, le contributeur des émissions est pour les 2 tiers le trafic automobile et principalement le diesel et pour un quart le secteur industriel.

Concernant les microparticules, le contributeur majeur est le chauffage et notamment le chauffage au bois, pour plus de la moitié. Le secteur industriel est à l'origine de l'ordre de 20% des émissions de particules.

Cependant, les épisodes de pollution importante aux micro-particules, peuvent être déclenchés par des événements externes à la métropole, comme des nappes d'escarbilles transportées par les vents, provenant des centrales à charbon allemandes ou des épandages agricoles.



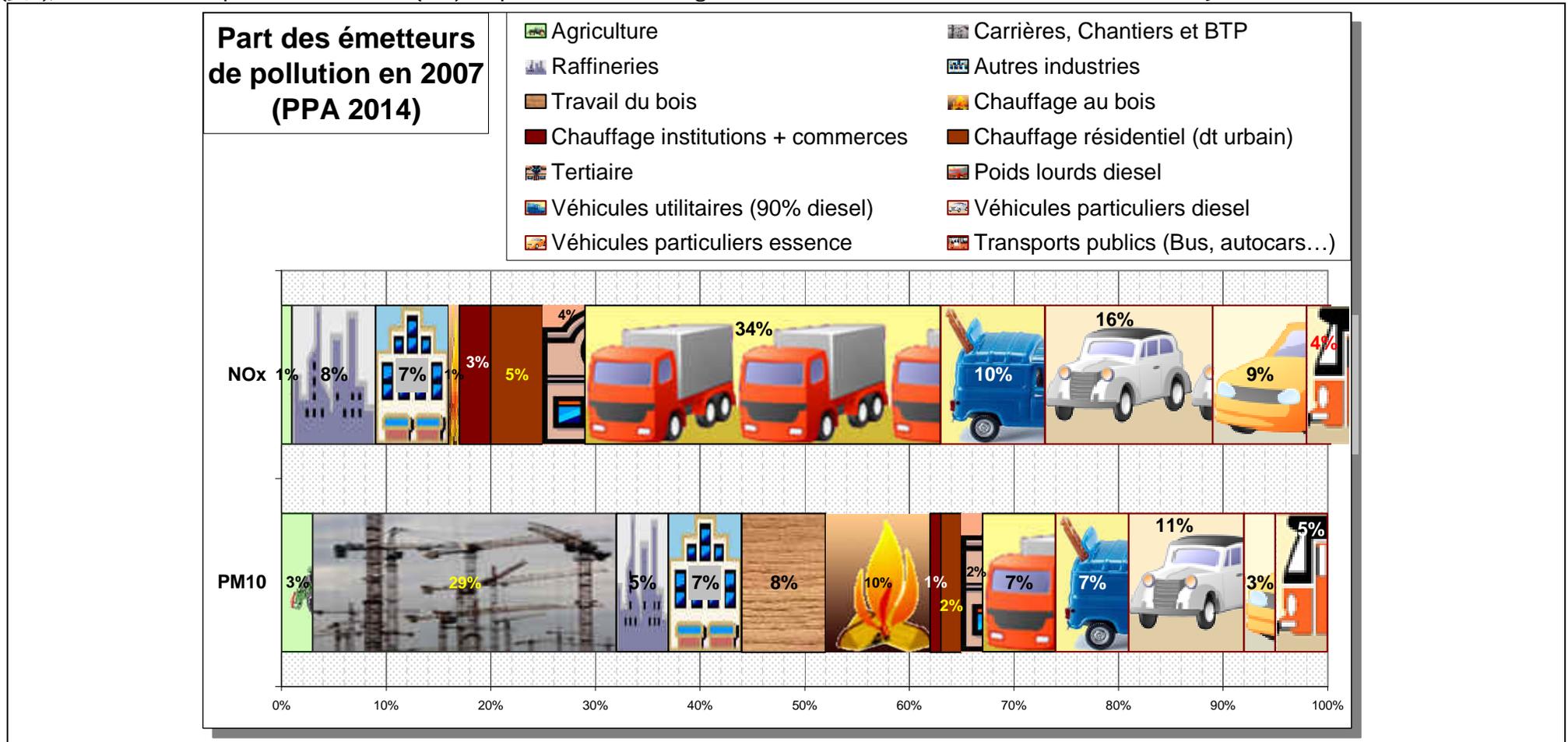
Le diagramme suivant rentre davantage dans les détails, mais le territoire de mesure est plus large et la source date de 2007.

Il montre la contribution importante des chantiers BTP dans la génération de microparticules.

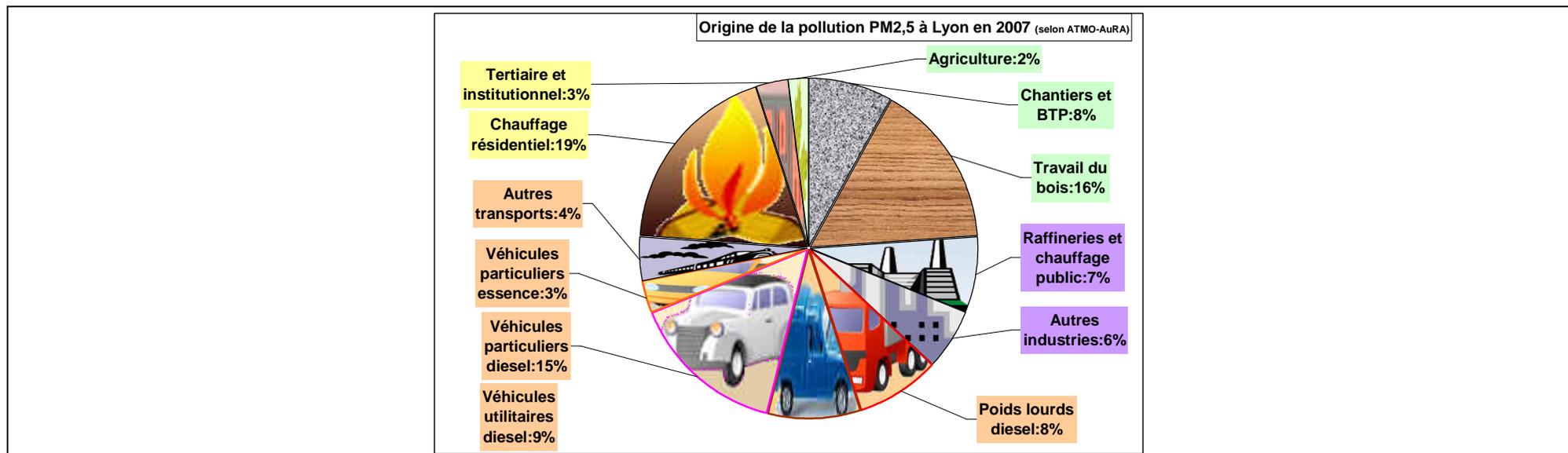
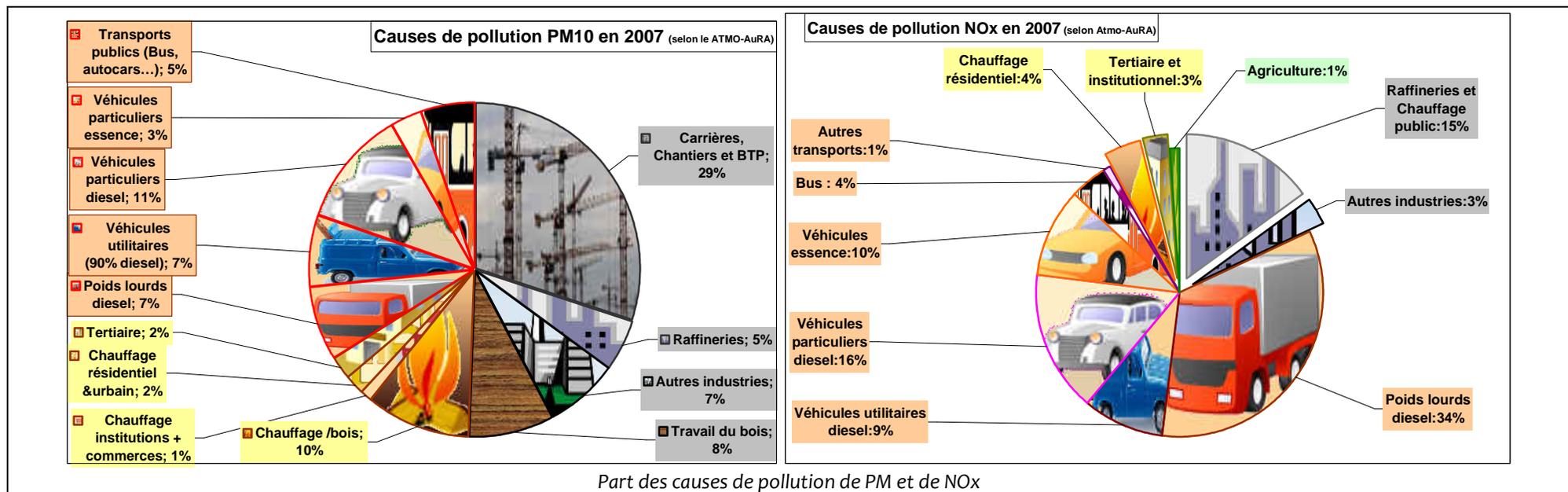
Il détaille les parts du même ordre de grandeur des divers véhicules diesel : poids lourds, utilitaires légers (7%), de particuliers (11%) et des bus (5%).

Une analyse plus détaillée montre d'ailleurs que dans la métropole de Lyon, compte tenu de la faible fréquentation des bus, dans les plages calmes de la journée, au km-voyageur, un bus émet en moyenne environ 60% de la pollution d'une voiture particulière. Selon ce diagramme, la pollution des voitures à essence est limitée à 3% des PM.

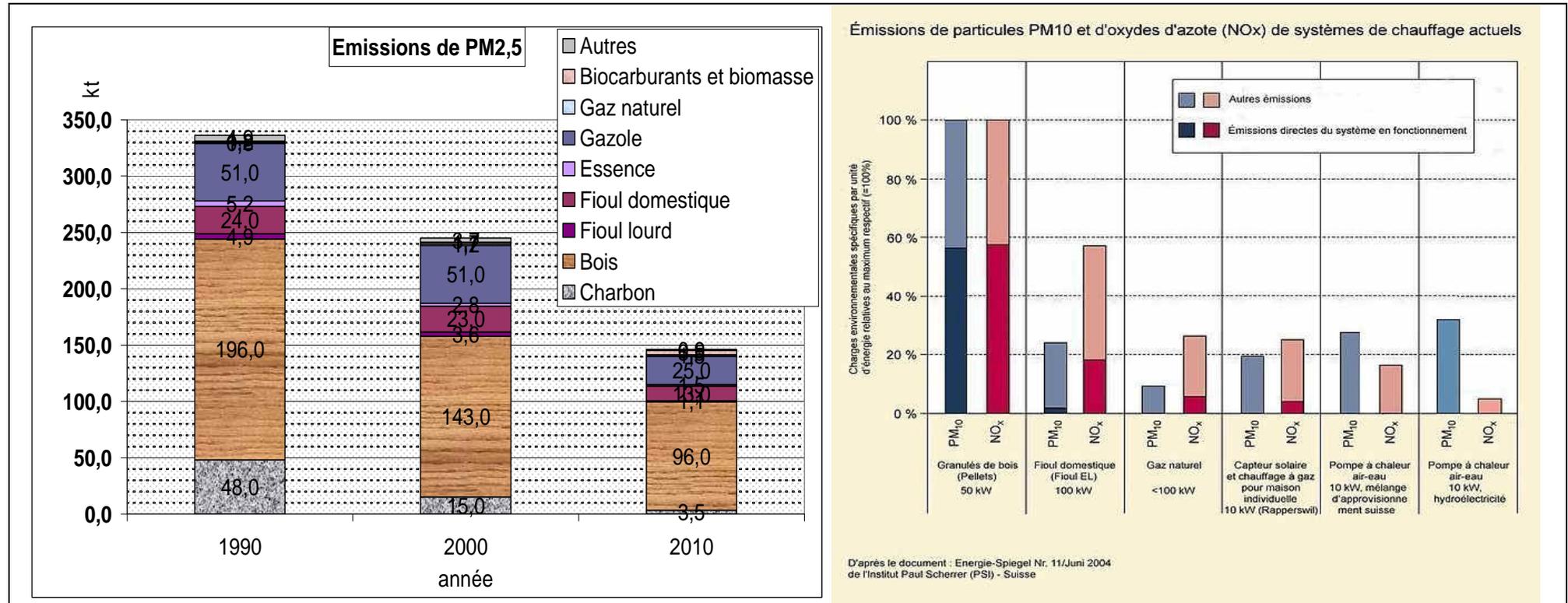
Concernant les oxydes d'azote, la part du chauffage est limitée à 8%. Pour le reste, on note la part importante des véhicules diesel, notamment des poids lourds (34%), des véhicules de particulier au diesel (16%). La part des utilitaires légers est limitée à 10% et celle des véhicules essence à 9%.



Ces taux sont intéressants pour déterminer les bonnes dispositions à appliquer pour réduire la pollution et notamment la pollution excessive aux oxydes d'azote.



Le diagramme concernant l'évolution des émissions de PM2,5 montre que les PM2,5 diminuent de 50% en 20 ans, et que désormais la part du chauffage au bois notamment devient largement prépondérante.



Concernant le chauffage, le diagramme ci-dessus compare les émissions de microparticules et de NOx des divers types de chauffage.

On note l'intérêt des pompes à chaleur (air-eau), pour diminuer la pollution, également économique en énergie. Malheureusement cette solution n'est que rarement préconisée en France, où l'ADEME qui fait plutôt la promotion des foyers à cheminées fermées et des chaufferies publiques au bois, qui polluent 5 fois plus et ne sont pas plus économiques pour l'utilisateur.

La qualité de l'air est étroitement liée aux substances émises dans l'atmosphère par les activités humaines et certaines sources naturelles.

La pollution anthropique est principalement concentrée dans les zones urbanisées, à proximité de zones industrielles ou des axes de circulation.

Les activités les + émettrices sont :

⇒ les transports, l'industrie, le chauffage et l'agriculture.

En Auvergne-Rhône-Alpes, les transports émettent :

⇒ 64% des **NOx**,

⇒ 14% des **particules** fines **PM10**,

⇒ 13% des **particules** fines **PM2,5**.

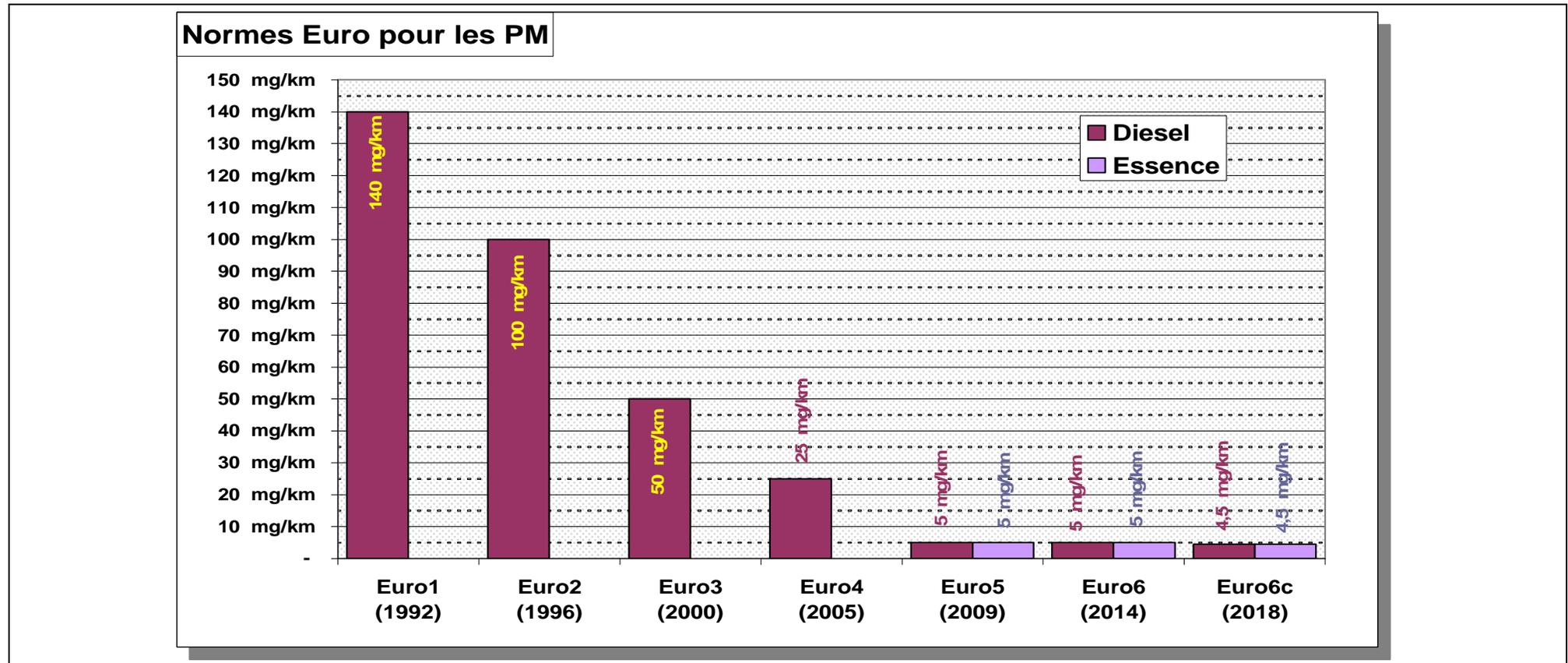
En Auvergne-Rhône-Alpes, le secteur industrie/énergie/déchets représente :

- ⇒ 85% des émissions de SO₂,
 - ⇒ 28% pour le **CH₄**,
 - ⇒ 23% pour les **COVNM**,
 - ⇒ 19% pour les **NO_x**,
 - ⇒ 16% pour les dioxines/Furanes,
 - ⇒ 14% pour les **PM₁₀**,
 - ⇒ 8,8% pour les PM_{2,5}.
 - ⇒ la contribution majoritaire pour la plupart des métaux lourds (Plomb, cadmium, Chrome, Arsenic, Mercure, Nickel)
-

5 Effet des normes Euro sur la pollution

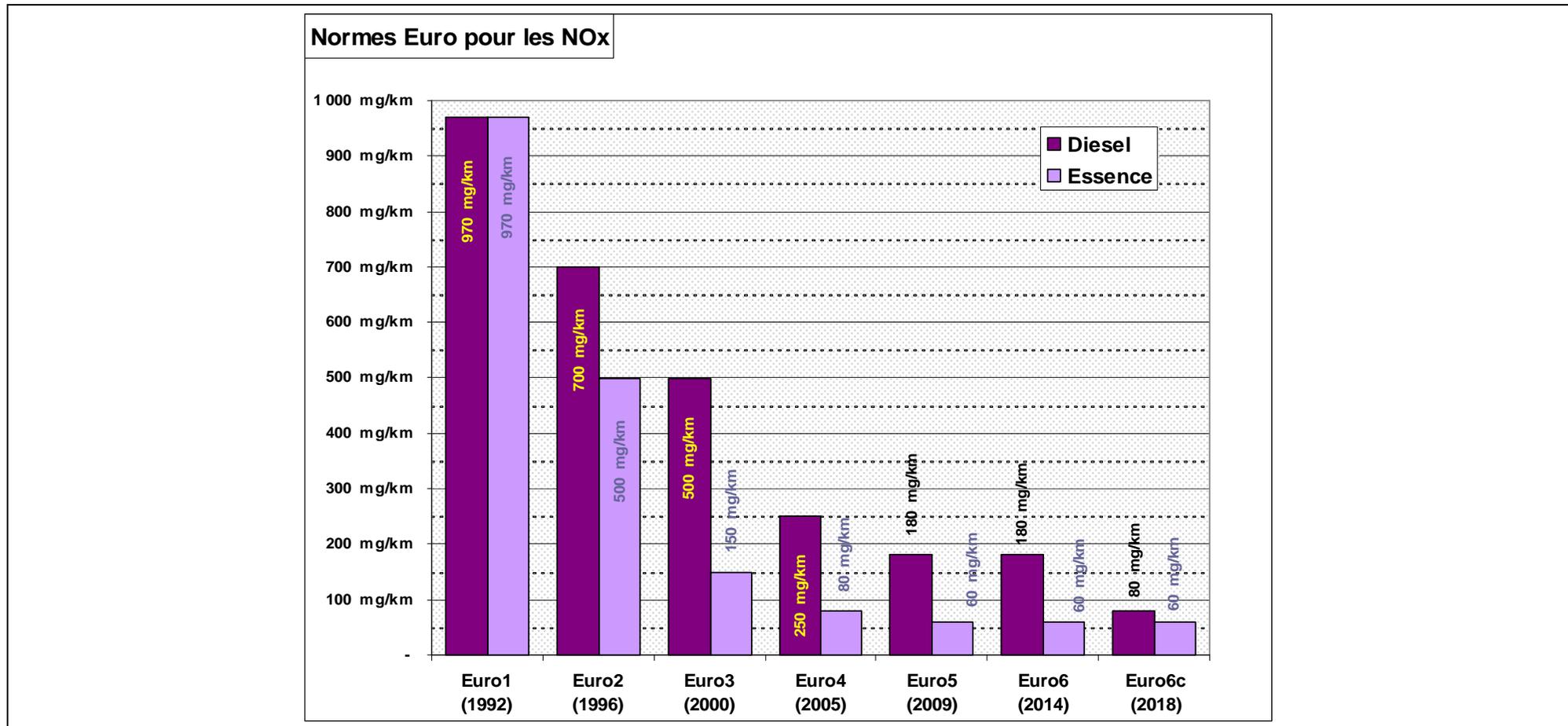
Les normes Euro portent sur les PM et les NOx et ont affecté différemment les véhicules diesel et essence. Cette différenciation est apparue, car les progrès nécessaires sur les véhicules diesel ne pouvait avoir lieu rapidement. Mais grâce aux filtres à particules et catalytiques, les véhicules diesel ont pu converger vers les véhicules essence. L'inconvénient de ces dispositifs sont l'augmentation du coût des véhicules (surtout de petite taille) et l'accroissement direct et indirect des émissions de CO₂.

5.1 Les normes pour les PM



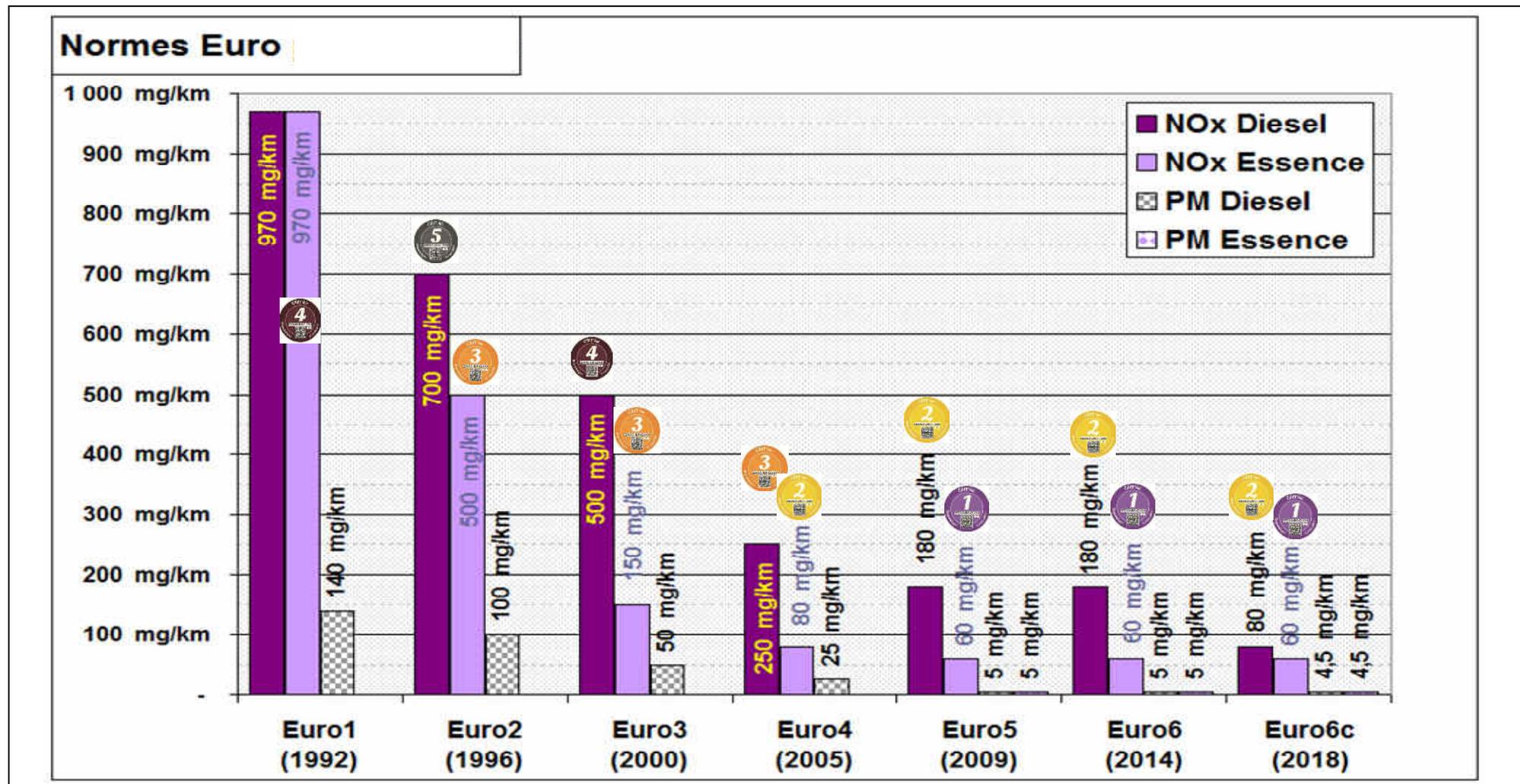
Pour limiter les PM_{2,5}, la norme Euro 5 pour le diesel et Euro6 pour l'essence ajoute une réduction sur le nombre de PM.

5.2 Les normes pour les NOx



Les normes EURO ont imposé une réduction dans un **rapport d'environ 15** des NOx en près de 30ans.

5.3 Récapitulatif



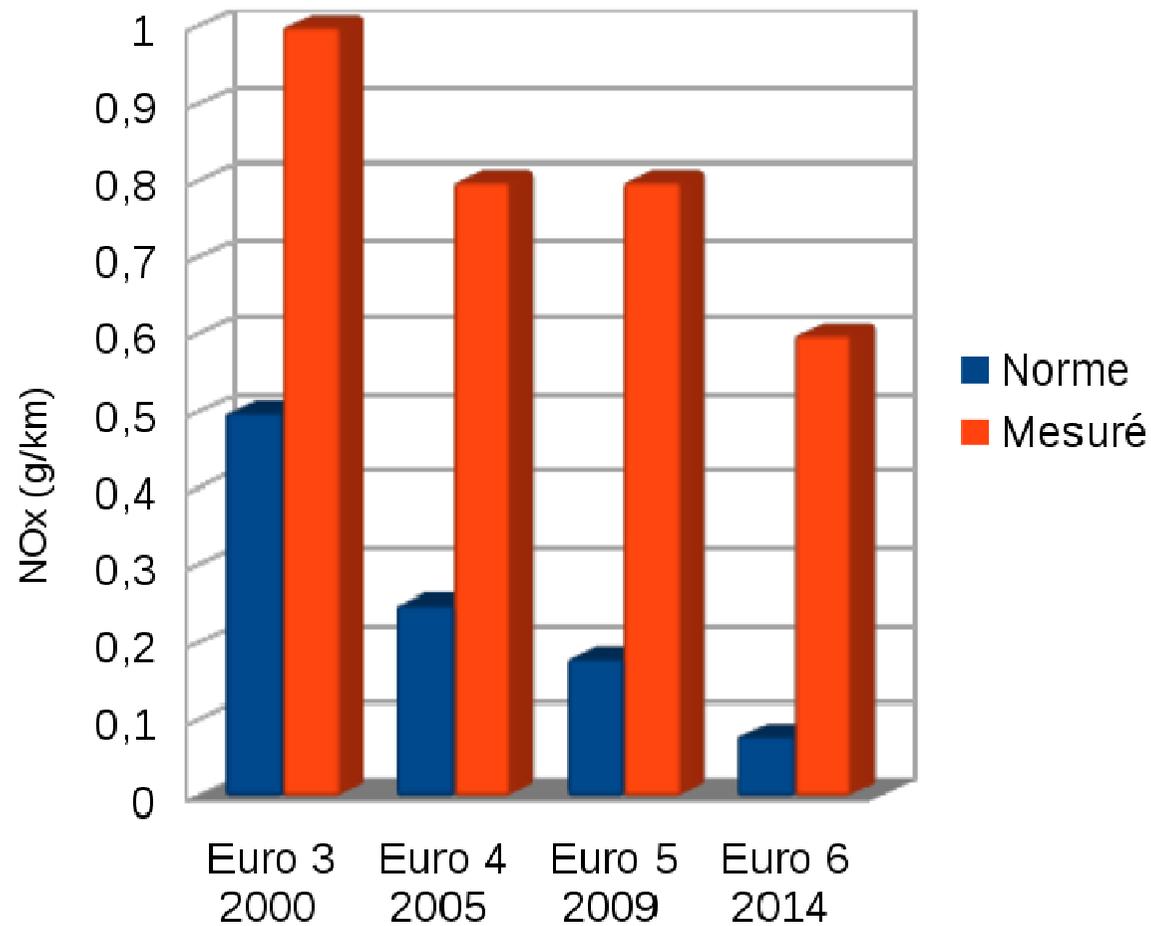
On peut déplorer que les vignettes CRIT'AIR traduisent imparfaitement les réductions de pollution.

Notamment, les vignettes diabolisent les véhicules diesel. En fait, le problème des moteurs diesel est qu'ils s'accommodent mal aux conditions de circulation urbaine, notamment aux démarrages à froid et à l'encrassement des moteurs et des filtres à faible régime.

Malheureusement aussi, il y a un écart important jusqu'en 2020 entre les normes et la réalité, due au contournement des tests par les constructeurs automobile (Volkswagen-gate).

Cet écart est entrain de disparaître grâce à des tests en condition proches des conditions réelles.

Émissions de NOx des véhicules Diesel



Ecart entre les normes et la réalité

6 Des solutions efficaces pour réduire la pollution lyonnaise



6.1 Les solutions proposées

6.1.1. Principe de sélection

Parmi les diverses idées de solution pour réduire la pollution, il faut faire des choix, ne serait-ce que pour des raisons budgétaires.

Nos principes de sélection des solutions reposent sur :

- ⇒ l'indépendance et la liberté,
- ⇒ le progrès, et
- ⇒ la rigueur.

6.1.1.1 La liberté

L'UCIL se proclame apolitique, donc indépendante des politiques et donc libre de ses propositions.

La liberté consiste aussi à privilégier la liberté de choix du citoyen, par une stratégie d'offre, en évitant d'imposer un choix par la contrainte.

C'est au citoyen de choisir entre les transports collectifs et les solutions individuelles (la voiture ou le vélo par exemple). Cette stratégie implique que les institutions **offrent** des solutions qui assurent la coïncidence entre l'attractivité (rapidité, confort, exactitude, économie, sécurité...) et les avantages recherchés par la collectivité (économiques à long terme pour le citoyen, écologique...). Elle repose sur la confiance dans les individus pour choisir, la solution qui présente alors le plus d'avantages, autant pour la collectivité que pour eux-mêmes.

Par exemple, quand on prolonge une ligne de métro, on constate qu'elle est immédiatement très fréquentée. Or, le métro automatique dans les zones d'habitation dense, malgré son coût d'investissement élevé, est de loin d'être la solution la plus économique à long terme pour la collectivité et à court terme pour l'individu. En revanche, pour desservir la banlieue lointaine, il conviendrait, comme le demande la Cour des Comptes, d'imaginer des solutions à la fois plus économiques pour la collectivité d'une part et plus pratiques et plus rapides que les bus d'autre part.

La stratégie de liberté s'oppose à une stratégie de **contrainte** qui consiste à mettre en place des interdictions ou des limitations. Ces stratégies de contrainte, non seulement génèrent la contestation, mais aussi provoquent des « **effets rebonds** », c'est à dire soit des résistances, soit des stratégies individuelles d'évitement incontrôlables, dont la conséquence a généralement un effet indirect bien plus désastreux que l'existant et bien entendu que l'effet des stratégies d'offre.

Nous donnerons des exemples.