



Comment lutter contre la pollution urbaine



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

Sommaire

1. Les polluants nocifs dans l'atmosphère	7		
1.1. Liste des polluants	8		
1.2. La pollution par les NOx	8		
1.2.1. L'origine des NOx	8		
1.2.2. Les effets nocifs des NOx sur la santé et la végétation	8		
1.3. La pollution par les microparticules (PM)	8		
1.3.1. L'origine des microparticules	8		
1.3.2. Les effets nocifs de PM sur la santé	8		
1.4. La pollution par l'ozone	9		
1.4.1. L'origine de l'ozone	9		
1.4.2. Les effets nocifs de l'ozone sur la santé et la végétation	9		
1.5. La localisation et la dispersion de la pollution	9		
1.6. Les effets délétères de la pollution	10		
2. L'analyse de la pollution lyonnaise	11		
2.1. Principe de l'analyse de l'atmosphère	12		
2.2. Les mesures de la pollution	12		
2.2.1. Le principe des mesures	12		
2.2.2. Les techniques de mesure	12		
2.2.3. L'implantation du dispositif de surveillance	12		
2.2.4. La stratégie de surveillance	16		
2.3. Modélisation de la pollution locale	16		
2.4. Les seuils remarquables de pollution	16		
2.4.1. Le principe des seuils	16		
2.4.2. Valeurs des seuils	17		
2.4.3. Définitions associées	18		
2.4.4. Surveiller les dépassements ou la valeur moyenne ?	18		
2.5. Résultats d'analyse d'air à Lyon et Rhône Alpes	18		
2.5.1. Les résultats fournis par défaut sur le site	18		
2.5.2. Les chronogrammes de pollution	18		
2.5.3. Relevé journalier	19		
2.5.4. Analyse de l'évolution de la pollution à Lyon	20		
2.6. L'exposition des lyonnais à la pollution	21		
2.6.1. Cartographie 2014 de la pollution	21		
2.6.2. Analyse de la dispersion	22		
2.6.3. Analyse de l'exposition	23		
2.7. Remarques sur la restitution actuelle	24		
2.8. La pollution lyonnaise comparée	24		
2.8.1. Le panel de comparaison	24		
2.9. La pollution appréciée par les entreprises	24		
2.9.1. La pollution française	25		
3. Sources et historique de la pollution lyonnaise	27		
3.1. Part des diverses sources de pollution	28		
3.2. Evolution historique de la pollution à Lyon	31		
3.2.1. Historique général de la pollution	31		
3.2.2. Historique de la pollution par le SO ₂	32		
3.2.3. Historique de la pollution par les NOx	32		
3.2.4. Historique de la pollution par les PM	33		
3.2.5. Historique des jours de dépassement de seuils	34		
3.3. Le trafic cause majeure de pollution	35		
3.4. Bilan de la pollution à Lyon	37		
4. Plan d'Urgence pour la Qualité de l'Air	39		
4.1. Historique du PUQA	41		
4.2. Le PUQA et le diesel	41		
4.3. Les mesures abandonnées	41		
4.4. Les mesures retenues et leur avancement	42		
4.4.1. Priorité 1 : Inciter aux transports propres	42		
4.4.2. Priorité 2 : Réguler le trafic dans les zones polluées	43		
4.4.3. Priorité 3 : Réduire la pollution des combustions	44		
4.4.4. Priorité 4 : Promouvoir fiscalement des solutions de mobilité plus vertueuses	44		
4.4.5. Priorité 5- Sensibiliser pour changer les comportements	44		
4.5. Analyse du PUQA	44		

5. Plan de Protection de l'Atmosphère	45	7.4.1. Confirmation tardive de la nuisance sanitaire	64
5.1. Définition du PPA	46	7.4.2. L'intérêt calorifique du gazole	64
5.2. Le constat du PPA	46	7.4.3. La fiscalité attractive du gazole	64
5.3. Objectifs du PPA de réduction de la pollution	47	7.4.4. Avantages financiers des moteurs diesel	66
5.3.1. Objectif en termes de concentrations	47	7.4.5. Le respect des normes Euro	66
5.3.2. Objectif en termes d'émissions	47	7.4.6. Intérêts et inconvénients mécaniques des moteurs diesels	70
5.3.3. Objectif d'exposition de la population	47	7.5. Stratégie pour réduire la pollution du trafic	71
5.4. Les actions préconisées par le PPA	47	7.5.1. Liste des actions	71
5.5. Analyse critique des mesures du PPA	48	7.5.2. Avantages et inconvénients des types d'actions	72
6. Les transports lyonnais comparés et les objectifs du SCoT	49	7.5.3. Choix entre 2 stratégies urbaines	73
6.1. La politique de modes de transport du SCoT	50	7.5.4. Améliorer l'offre, stratégie vertueuse	74
6.2. Lyon comparée aux métropoles européennes	50	7.5.5. Pour accroître l'usage des véhicules électriques	75
6.2.1. La densité et la proximité du travail à Lyon	50	8. Fluidifier le trafic à 50km/h	77
6.2.2. L'importance des pendulaires	51	8.1. Les objectifs de la fluidification de trafic	78
6.2.3. Les modes de déplacement à Lyon	51	8.2. Principes de la régulation	78
6.2.4. Les transports collectifs à Lyon	53	8.2.1. Définitions préalables	78
6.2.5. Utilisation importante de l'automobile	55	8.2.2. Exemples de cycles types	78
6.3. Le coût des transports collectifs à Lyon	57	8.2.3. Débit maximal assuré	79
6.4. Les contraintes pour l'automobiliste	57	8.2.4. Carrefours particuliers	79
6.5. Analyse critique des indicateurs du SCoT	58	8.3. Cycle de feux intelligent (auto-adaptatif)	80
7. Réduire la pollution due au trafic	59	8.4. Coordination entre feux synchronisés	80
7.1. Rappel de la situation actuelle	60	8.4.1. Synchronisation des feux d'un sens unique	80
7.2. Réduire la pollution due à la lenteur	60	8.4.2. Synchronisation des feux d'une voie à double sens	81
7.2.1. Pollution des V.L. en fonction de la vitesse	60	8.4.3. Synchronisation globale d'un quartier	81
7.2.2. Eloigner les émissions des Poids Lourds	61	8.5. Ajustements par plans de feux	82
7.2.3. Réduire les congestions par la vitesse de 50km/h	61	8.5.1. Anticipation du feu vert	82
7.3. Réduire l'usage excessif du gazole	61	8.5.2. Adaptation à la condensation	82
7.3.1. L'utilisation excessive de motorisation diesel	61	8.5.3. Reprise manuelle	82
7.3.2. Consommation de carburant comparée à la capacité de raffinage	62	8.6. La régulation de trafic à Lyon	82
7.3.3. Import export de carburant	62	9. Réduire la pollution due au chauffage au bois	83
7.4. Raisons de la forte consommation de gazole	64	9.1. Rappel de la part du bois dans la pollution	84
		9.2. La part du bois dans le chauffage	85
		9.2.1. Les sources de contribution énergétique	85
		9.2.2. Part du bois dans les énergies renouvelables	85

9.2.3.	Part du bois dans les énergies renouvelables de la métropole	86
9.3.	Le taux satisfaisant de boisement français	86
9.4.	Les procédés d'utilisation de l'énergie-bois	88
9.5.	Intérêt du bois comme source énergétique	88
9.6.	Les inconvénients du chauffage au bois	89
9.6.1.	Inconvénients incontournables	89
9.6.2.	Inconvénients conjoncturels	89
9.7.	Minimiser la pollution par le chauffage au bois	89
9.7.1.	Minimiser la pollution des foyers individuels	89
9.7.2.	Brûler du bois très sec	89
9.7.3.	Assurer la qualité du bois de chauffage	90
9.7.4.	Optimiser la combustion	91
9.8.	Conclusion	91
10.	Lyon vers une pollution zéro ?	93
10.1.	Objet de la question	94
10.2.	Qu'entendons-nous par pollution zéro ?	94
10.2.1.	Pollution et empreinte carbone	94
10.2.2.	Pollution zéro ou presque zéro ?	94
10.2.3.	Causes visées par le document	94
10.3.	Les transports à pollution zéro	95
10.4.	Evolutions pour atteindre l'objectif	96
10.4.1.	Schéma type de métropole	97
10.4.2.	Les transports collectifs pour atteindre l'objectif	98
10.4.3.	Adaptation du modèle de pollution zéro à la métropole	98
10.4.4.	La part d'équipement existante ?	99
10.4.5.	L'effort pour compléter l'équipement	99
10.5.	Le télétravail, 2 ^{nde} voie vers la pollution zéro	101
10.6.	Conclusion	102

Résumé

Pendant des dizaines de jours par an, selon la météo, Lyon connaît une pollution qui excède les valeurs autorisées par des normes européennes devenues progressivement plus contraignantes. Les polluants les plus notables comme les microparticules, les oxydes d'azote, l'ozone sont décrits. Leur risque délétère est 10 fois plus élevé que celui des accidents de la route. La valeur et la distribution de ces polluants sur Rhône Alpes sont modélisées par l'agence Air Rhône Alpes et résumés par ses bilans annuels.

L'analyse historique de l'origine des polluants montre que la présence des polluants industriels est généralement divisée par 2 ou plus tous les 10 ans. En revanche, en hiver, en l'absence de vent, en cas d'inversion de température, malgré les préconisations de foyers fermés aux normes flamme vertes, l'engouement pour le chauffage au bois, rarement assez sec, mais considéré comme écologique, provoque une pollution excessive aux microparticules, qui peut contribuer à plus des $\frac{3}{4}$ des taux mesurés.

Par ailleurs, malgré les progrès des véhicules pour respecter les normes Euro, de plus en plus contraignantes, bien que le trafic soit pratiquement constant, les taux d'oxydes d'azote et de microparticules générés par le trafic baissent à peine. L'analyse des cartes de pollution montre que l'une des causes majeures de la pollution provient des congestions de trafic. Les embouteillages s'expliquent notamment par la priorité structurelle accordée à la circulation des transports collectifs terrestres, qui empruntent des artères qui furent de grands axes de circulation. Une autre cause notable est l'usage très majoritaire du diesel plus polluant en microparticules et inadapté à la circulation urbaine.

Divers plans nationaux (PUQA) ou régionaux (SRCAE, PPA) préconisent des mesures visant à réduire les émissions. Cependant, même si les dispositifs d'alerte ont été perfectionnés, l'analyse montre que les mesures les plus efficaces pour s'attaquer aux causes de pollution en ont été exclues, celles-ci risquant d'être impopulaires ou coûteuses notamment pour l'Etat.

Quelques dispositions utiles sont annoncées. Citons la classification des véhicules par une vignette de pollution, l'annonce de limitations d'accès dans la capitale. Vu le coût des filtres à particules, une orientation vers l'essence s'opère pour les petites cylindrées. Le diesel a été taxé de quelques c€ supplémentaires. Les contournements Ouest et Est de Lyon sortiront sans doute des cartons de projets mais dans un futur trop lointain.

D'autres mesures auraient cependant eu un impact important :

- ⇒ Mesures fiscales visant à inverser le différentiel de coût (20 c€) entre l'essence et le diesel, favorisé depuis des décennies, bien que l'empreinte carbone du diesel soit inférieure seulement d'environ 5% au kg ;
- ⇒ Mesures imposant l'éco-contrôle des véhicules et le remplacement des filtres à particules qui se dégradent dans les embouteillages ;
- ⇒ Mesures pour fluidifier la circulation à 50km/h, notamment une meilleure synchronisation des feux ;
- ⇒ Mesures imposant une véritable siccité du bois de chauffage (85%) ;
- ⇒ Mesures interdisant la combustion de bois en ville.

L'analyse comparée de l'usage des modes de transports privés ou collectifs de 24 métropoles européennes montre que dans l'aire lyonnaise, malgré une proximité domicile travail plutôt favorable, une majorité de « pendulaires » emprunte leur véhicule, à cause de l'éloignement du domicile ou du lieu de travail vis-à-vis des stations de transport collectif rapide. La construction en périphérie, à proximité des stations de nombreux parcs relais de grande taille, financés selon un mode à inventer, associée à l'augmentation de capacité de transports rapides sur rail contribuerait à accroître significativement l'utilisation des transports collectifs. La mise à disposition, dans ces parcs, de véhicules électriques en location complèterait le dispositif. Le chauffage au bois devrait rester très limité sinon interdit en ville et sa pollution complètement maîtrisée.

La métropole lyonnaise pourrait ainsi tendre vers un objectif de pollution faible sinon zéro. Cependant le coût d'investissement pour assurer l'usage quasi exclusif des transports collectifs en ville montre que les dépenses se montent, au moins, à 30 ans de capacité d'investissement du SYTRAL. Les coûts d'exploitation annuels seraient alors multipliés par 2,5. En conséquence, la diminution de la pollution des transports impliquera une stratégie pragmatique fondée sur une offre de transports compatible avec les finances publiques, laissant aux individus le choix de leur modes de déplacement, mais imposant un minimum de contraintes pour la circulation en centre ville de véhicules polluants, justifiées par une analyse sérieuse des risques de pollution.

1. Les polluants nocifs dans l'atmosphère



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)
Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

1.1. Liste des polluants

Les polluants sont des composés chimiques **gazeux et micro-particulaires**,

- ⇒ 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 écologiques.

Les composés gazeux sont essentiellement :

- ⇒ des oxydes d'azote (NO et NO₂) dits NO_x,
- ⇒ l'Ozone (O₃),
- ⇒ des oxydes de soufre (SO₂),
- ⇒ 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](#).

Les polluants qui sont à la fois les plus importants et les plus agressifs sont :

- ⇒ les oxydes d'azote,
- ⇒ les microparticules, et
- ⇒ l'ozone.

1.2. La pollution par les NO_x

1.2.1. L'origine des NO_x

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

1.2.2. Les effets nocifs des NO_x 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, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

1.3. La pollution par les microparticules (PM)

On classe les PM (Particules Microscopiques) selon leur taille en :

- ⇒ PM₁₀ (10µm > taille > 2,5µm) qui restent en suspension jusqu'à 1 jour,
- ⇒ PM_{2,5} (2,5 µm > taille > 1µm), qui peuvent y rester 1 semaine,
- ⇒ PM_{0.1} qui 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](#), [CH₄](#), [COVNM](#)).

Les particules peuvent aussi être remises en suspension sous l'action du [vent](#) ou sous l'action du [trafic routier](#).

1.3.2. 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.

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.

1.4. La pollution par l'ozone

1.4.1. 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, comme durant l'été 2003, en juin, entre le 10 et le 25 juillet et début août 2013, du fait de conditions météorologiques favorables (températures élevées, anticyclone, peu de vent).

1.4.2. Les 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.

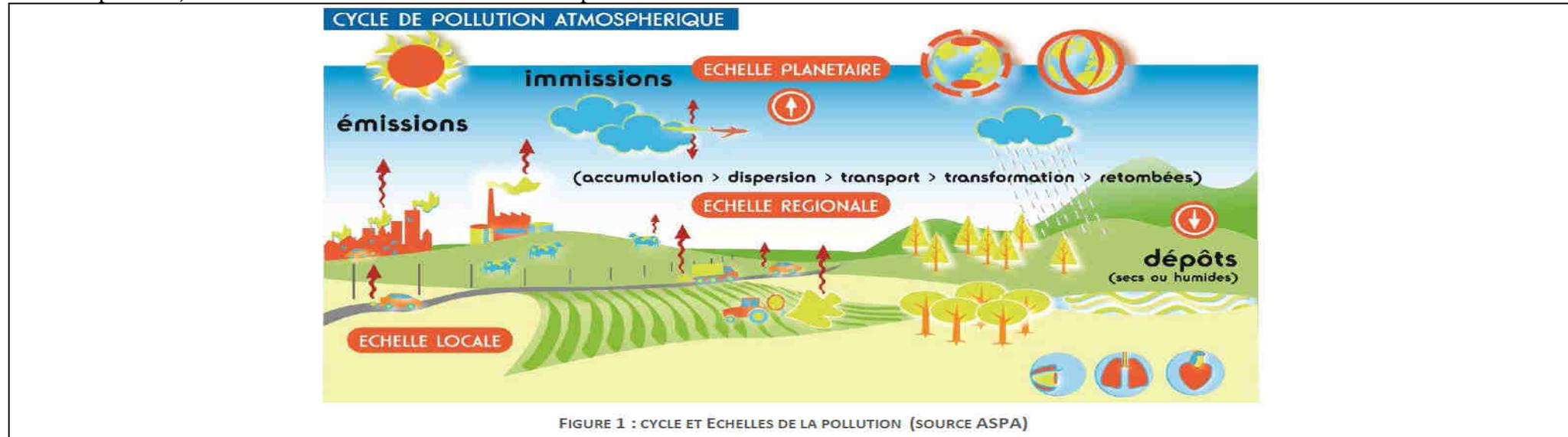
Plusieurs manifestations sont possibles : toux, inconfort thoracique, gêne douloureuse en cas d'inspiration profonde, mais aussi essoufflement, irritation nasale, oculaire et de la gorge. Les effets varient selon les individus et l'état de santé (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-ozone.html>).

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.

1.5. La localisation et la dispersion de la pollution

Les lieux de pollution par les NOx et PM sont :

- ⇒ pour les émissions d'origine industrielle, localisés sur des territoires limités,
- ⇒ pour les pollutions dues au trafic urbain, réparties sur des territoires beaucoup plus vaste, avec un maximum sur les grands axes de circulation.



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.

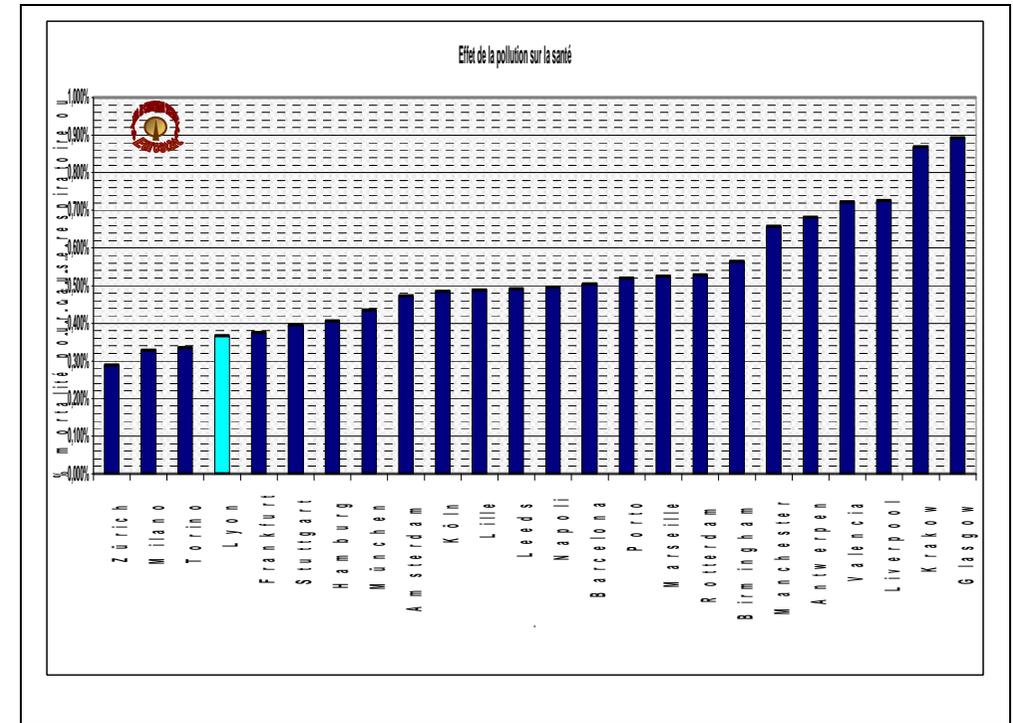
1.6. Les effets délétères de la pollution

La pollution urbaine tue 10 fois plus que les accidents de la route.

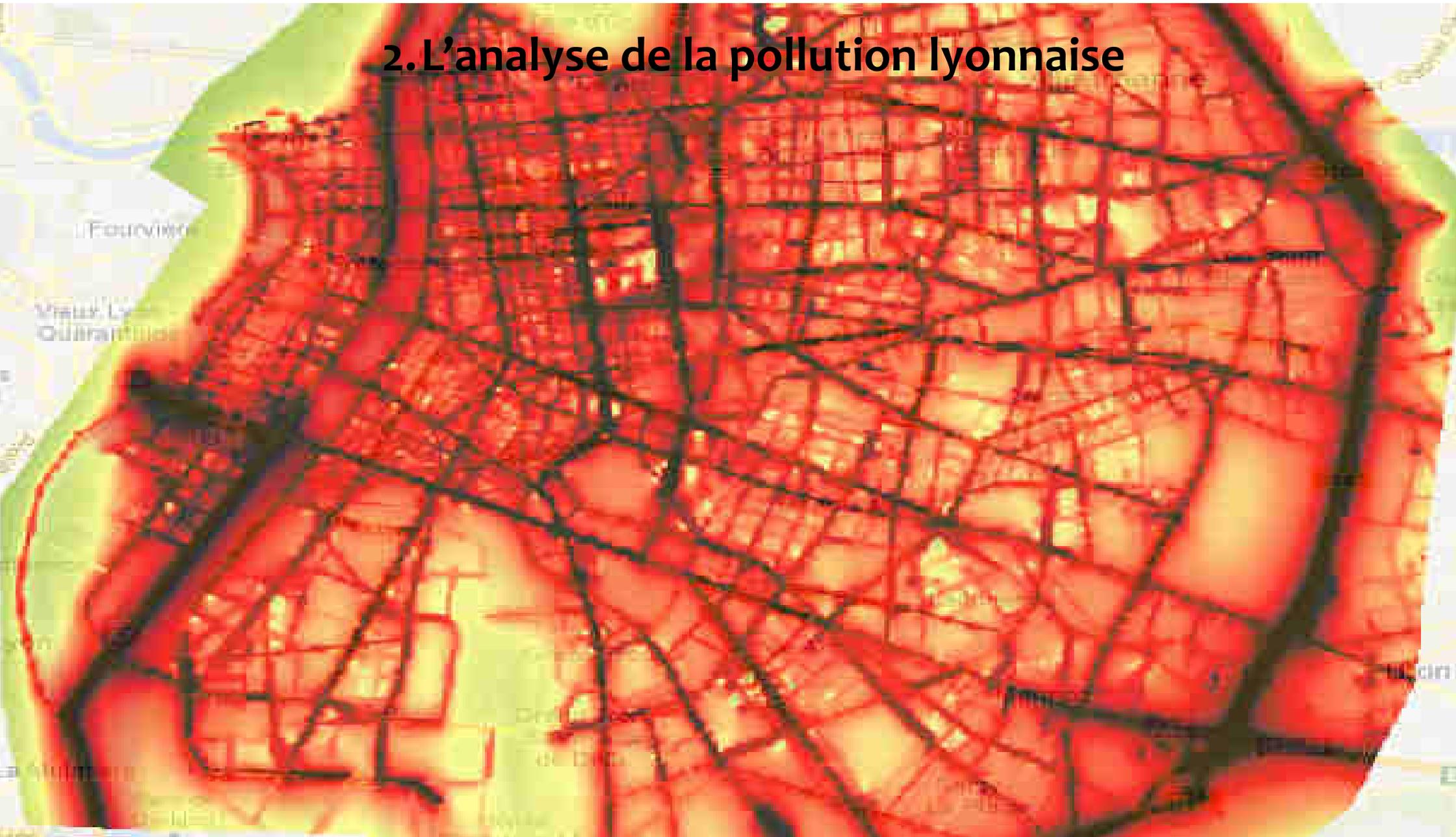
Si l'on prend en compte les décès prématurés d'habitants de moins de 65 ans pour des raisons cardiaques ou pulmonaires explicables par la pollution, les statistiques Eurostat parmi les 24 métropoles européennes, non capitales, les plus peuplées donnent les résultats suivants :

- ⇒ sur le Grand Lyon : environ 300 décès prématurés,
- ⇒ en France : 42 000.

Et pourtant, Lyon se place au 4^{ème} rang parmi les capitales européennes (hors capitales) les plus peuplées.



2. L'analyse de la pollution lyonnaise



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

2.1. Principe de l'analyse de l'atmosphère

L'analyse de la pollution est effectuée dans la région par l'agence Air-Rhône Alpes.

Elle est obtenue de 2 façons :

- ⇒ à proximité de la source, par mesure de la pollution,
- ⇒ à l'écart de la source, par évaluation au moyen de modélisations de la dispersion des molécules des polluants dans l'atmosphère.

2.2. Les mesures de la pollution

2.2.1. Le principe des mesures

Les mesures de la pollution sont réalisées par prélèvement et analyse d'un volume représentatif de l'atmosphère à contrôler. Cette mesure donne la pollution maximale si elle est réalisée à proximité de la source.

En 2012, les mesures étaient effectuées à partir d'un réseau de :

- ⇒ 24 stations de surveillance fixes qui mesurent la pollution en permanence dans leur environnement proche.
- ⇒ 13 remorques et 12 cabines, laboratoires déplaçables.

2.2.2. Les techniques de mesure

Selon le cas elles fournissent différentes mesures détectant certains des polluants ciblés : CO, NOx, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, HAP, SO₂. Cependant, compte tenu des besoins de la modélisation, ce réseau est en cours d'évolution. Le graphique ci-après indique cette évolution.

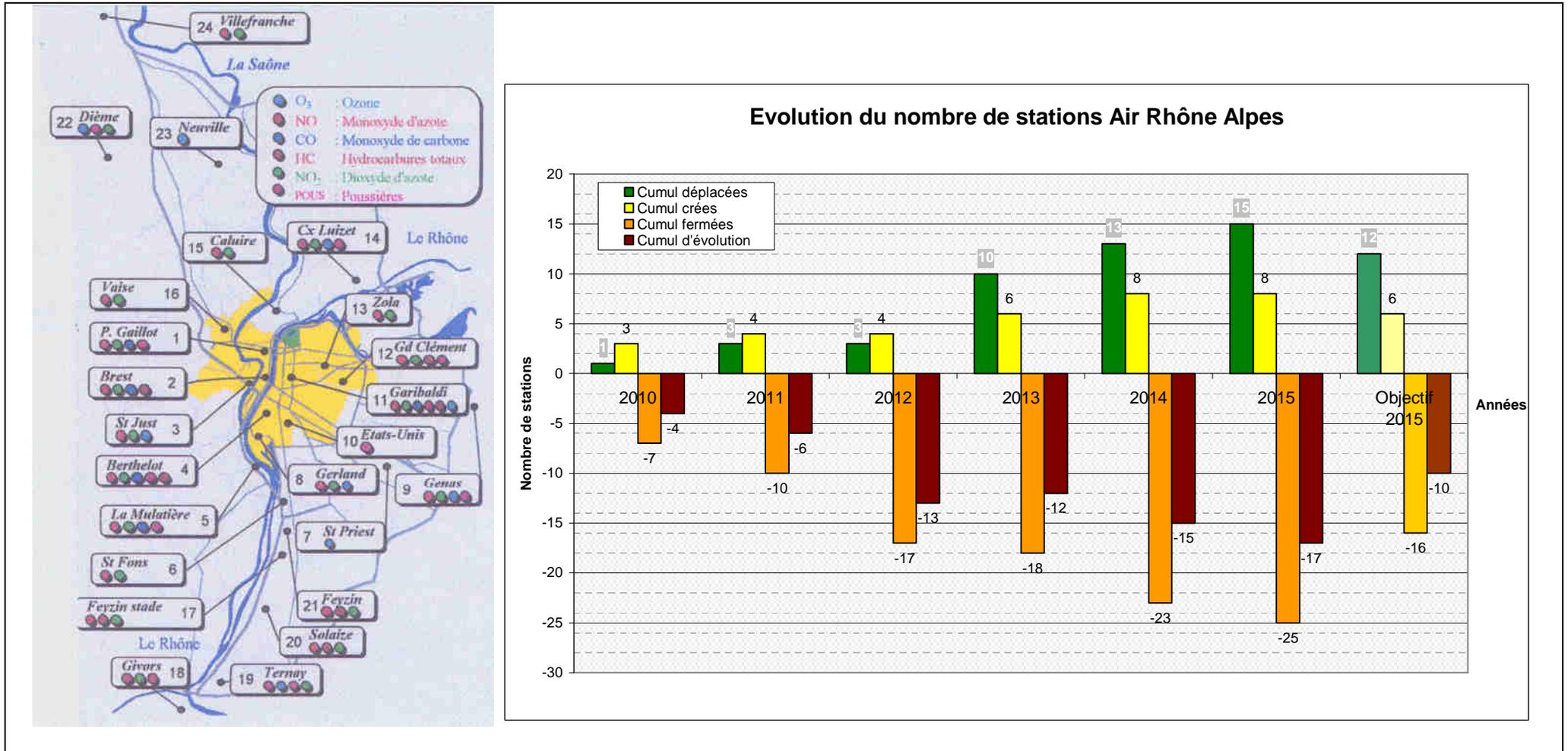
Polluant	Méthode de mesure des analyseurs fixes
NO₂	Chimiluminescence
O₃	Absorption UV
SO₂	fluorescence UV
PM₁₀/PM_{2.5} fraction non volatile	Microbalance
PM₁₀/PM_{2.5} fraction volatile	Microbalance + FDMS
BTX	chromatographie PID
CO	Corrélation IR
HAP, métaux lourds, COV et benzène	analysés en laboratoire à partir de prélèvements

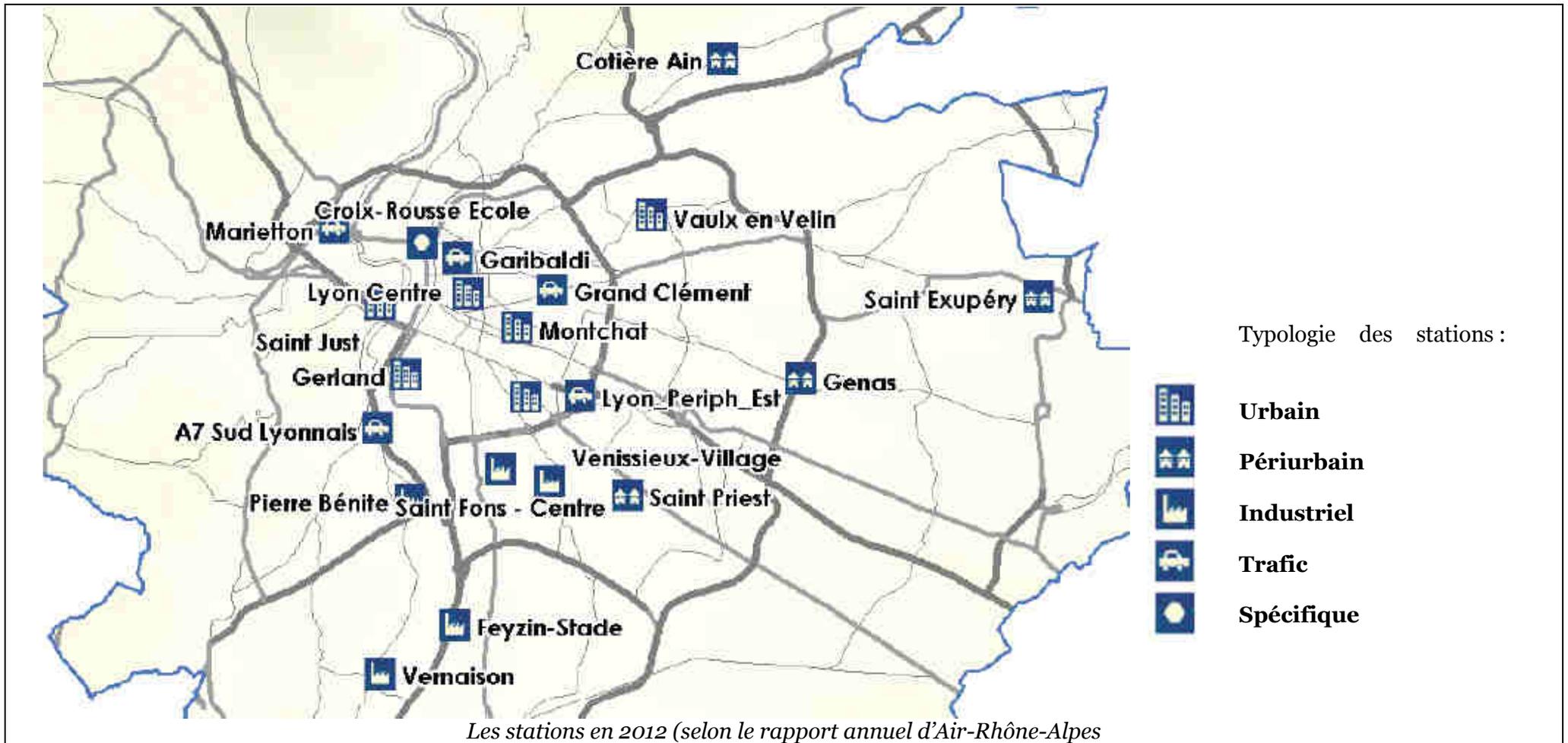
La précision de l'analyse dépend donc :

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

2.2.3. L'implantation du dispositif de surveillance

Naturellement la précision de la détermination du niveau de pollution sur un territoire est d'autant plus fiable que le modèle est exécuté non seulement à partir d'un nombre élevé de points de mesures judicieusement positionnées sur le territoire, mais aussi d'informations précises sur les sources de pollution, comme les émissions industrielles, l'intensité du trafic et la vitesse des véhicules et les émissions par le chauffage. Le nombre de points de mesure de la pollution est actuellement en cours de remplacement et de diminution.





Zone	Stations	Type	Communes	Polluants analysés
Nord-ouest lyonnais	Lyon Saint Just	urbain	Lyon1, Lyon2, Lyon 4, Lyon 5, Lyon 9, Craponne, Marcy l'Etoile, Francheville, Tassin la Demi-Lune, Ecully, Charbonnière, Champagne, Dardilly, Limonest, Saint Cyr au Mont d'Or, Saint Romain au Mont d'Or, Couzon au Mont d'Or, Saint Didier au Mont d'Or	O3, NO2, NO, SO2 Pas de mesure de PM10, PM2,5, O3... Aucune analyse fournie pour Lyon 8
Lyon centre	Garibaldi Berthelot	trafic	Lyon 3, Lyon 6, Villeurbanne, Caluire et Cuire, Collonges	NO2,NO, O3, PM10,PM2,5, SO2 Aucune donnée pour Lyon 8,
	Lyon Gerland	urbain	Lyon 7, Oullins, Ste-Foy les Lyon	NO2, NO, O3, PM10, Aucune donnée pour La Mulatière.
Nord Lyonnais	Côtière de l'Ain	périurbain	Meyzieu, Sathonay, Fontaine, Cailloux sur Fontaine	NO2, NO, O3, PM10
Sud lyonnais	Pierre Bénite	industriel	Pierre Bénite, St-Genis Laval, Brignais	SO2, hydrocarbures
	Feyzin	industriel	Feyzin, Corbas, Irigny, Vernaison, Chaponnay	NO2, NO, PM10, hydrocarbures
	Ternay	périurbain	Ternay, Charly, Mornant, Givors	NO2, NO, O3, PM10
	Saint-Fons	industriel	Saint-Fons, Vénissieux	NO2, NO, PM10
Est lyonnais	Vaulx en Velin	urbain	Vaulx en Velin, Décines, Rilleux la Pape	NO2,NO,PM10, PM2,5, SO2
	Genas	périurbain	Genas, Chassieu	NO2, NO, PM10, O3
Villefranche		périurbain	Poleymieux au Mont d'Or, Lissieu	NO2, NO, PM10, O3

On peut alors distinguer *deux grandes zones* de répartition des stations fixes :

⇒ à l'est de la Saône et des hauteurs, *qui vont depuis Oullins jusqu'aux Monts d'Or*, 16 stations dont 10 de référence fournissent les analyses depuis Ternay jusqu'à Fontaine.

⇒ à l'ouest, depuis Francheville jusqu'aux Monts d'Or : la seule station de St-Just est la référence pour l'ensemble de la zone.

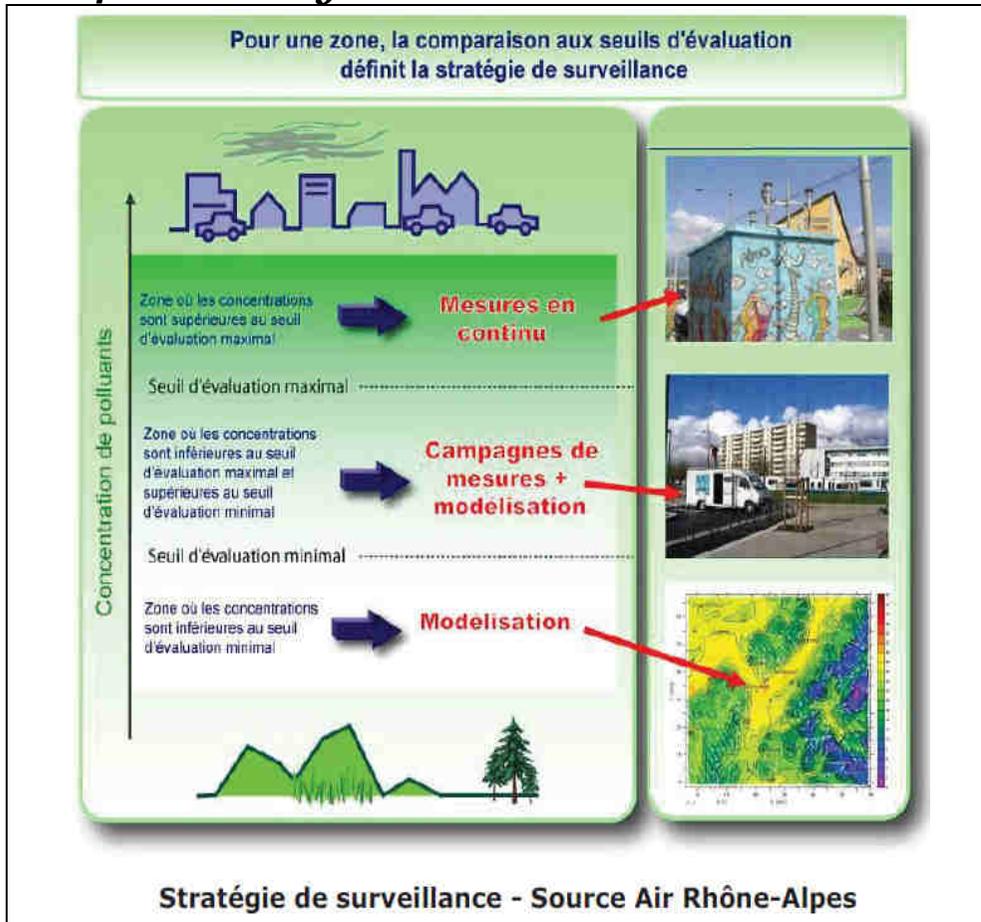
Les stations de surveillance fixes sont réparties sur l'ensemble de l'agglomération de façon à évaluer la pollution dans les différentes zones, industrielles, urbaines, de trafic ou périurbaines du territoire.

La liste des stations en 2012 est donnée par le tableau ci-avant, qui présente la répartition des stations sur l'ensemble du Grand Lyon.

Il est obtenu à partir des informations consultables sur le site <http://www.air-rhonealpes.fr/site/accueil/monaccueil/all/>.

Les résultats sont fournis par zones, chacune étant contrôlée à partir de stations de référence équipées pour analyser un nombre défini de polluants, en relation avec les sources de pollution du secteur. Chaque zone couvre un territoire incluant plusieurs communes.

2.2.4. La stratégie de surveillance



La stratégie de mesure et de surveillance dépend du niveau de la pollution par rapport aux seuils.

2.3. Modélisation de la pollution locale

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

- ⇒ un inventaire spatialisé des émissions atmosphériques,
- 3 modèles :
 - ⇒ PREVALP, déterministe, régional à l'échelle kilométrique combinant :
 - ⇒ WRF météorologique, un modèle de transport et
 - ⇒ CHIMERE en photochimie ;
 - ⇒ le prétraitement des données et un post-traitement optimisant des résultats ;
 - ⇒ 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. Les seuils remarquables de pollution

2.4.1. Le principe des seuils

La pollution peut se mesurer

- ⇒ soit par sa valeur moyenne,
- ⇒ soit par le nombre de jours de pollution dépassant les seuils.

Cette dernière historique serait la plus significative, toutes autres données égales par ailleurs, car la pollution excessive est le paramètre le plus important.

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.

2.4.2. Valeurs des seuils

Polluant	Type de norme	Moyenne	Valeurs à ne pas dépasser	Date d'application
SO₂	Objectif de qualité	Annuelle	50 µg/m ³	
	Seuil d'information	Horaire	300 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Sur 3h	500 µg/m ³	
	Valeur limite	Journalière	125 µg/m ³ avec 3 jours/an de dépassement autorisé	1er janvier 2005
	Horaire	350 µg/m ³ avec 24h/an de dépassement autorisé		
PM₁₀	Valeur limite	Annuelle	40 µg/m ³	1er janvier 2005
		Journalière	50 µg/m ³ avec 35 jours/an de dépassements autorisés	
	Objectif de qualité	Annuelle	30 µg/m ³	
	Seuil d'information	Journalière	50 µg/m ³	
PM_{2,5}	Seuil d'alerte	Journalière	80 µg/m ³	
	Valeur cible	Annuelle	20 µg/m ³	1er janvier 2010
	Indicateur Exposition	Annuelle	20 µg/m ³	2015
	Valeur limite	Annuelle	25 µg/m ³	1er janvier 2015
NO₂	Valeur limite	Annuelle	40 µg/m ³	1er janvier 2010
		Horaire	200 µg/m ³ avec 18h/an de dépassement autorisé	
	Seuil d'information	Horaire	200 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Horaire	400 µg/m ³	
O₃	Valeur cible	Sur 8h	120 µg/m ³ avec 25j/an de dépassement autorisé	1er janvier 2010
	Seuil d'information	Horaire	180 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Horaire	240 µg/m ³	
CO	Valeur limite	Sur 8 heures	10 000 µg/m ³	15 février 2002
Pb	Objectif de qualité	Annuelle	0.25 µg/m ³	
	Valeur limite	Annuelle	0.5 µg/m ³	1er janvier 2002
COV (benzène)	Objectif de qualité	Annuelle	2 µg/m ³	1er janvier 2010
	Valeur limite	Annuelle	5 µg/m ³	
HAP	Valeur cible	Annuelle	1 ng/m ³	31 décembre 2012
Arsenic			6 ng/m ³	
Cadmiu			5 ng/m ³	
Nickel			20 ng/m ³	

2.4.3. Définitions associées

2.4.3.1. 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.

2.4.3.2. 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.

2.4.3.3. 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.

2.4.3.4. 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.

2.4.3.5. 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.

2.4.3.6. 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.

2.4.3.7. 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.

2.4.4. Surveiller les dépassements ou la valeur moyenne ?

Les 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. Résultats d'analyse d'air à Lyon et Rhône Alpes

2.5.1. Les résultats fournis par défaut sur le site

Actuellement, fin 2013, les résultats sont présentés (par défaut) pour chaque commune sous forme de graphiques, élaborés en continu par PREVALP et représentent l'évolution, heure par heure, de la concentration des polluants. A chaque polluant correspond une courbe. Les évaluations présentées sont annoncées comme « validées » avec un délai qui peut varier de 2 heures à 10 heures après leur publication. Sur le site actuel, les graphiques ne donnent qu'une valeur identique mesurée sur la même station de référence, pour un ensemble de quartiers ou de commune très éloignées, ce qui n'a guère d'intérêt. En effet la pollution varie considérablement selon qu'on est situé près ou loin des axes routiers.

2.5.2. Les chronogrammes de pollution

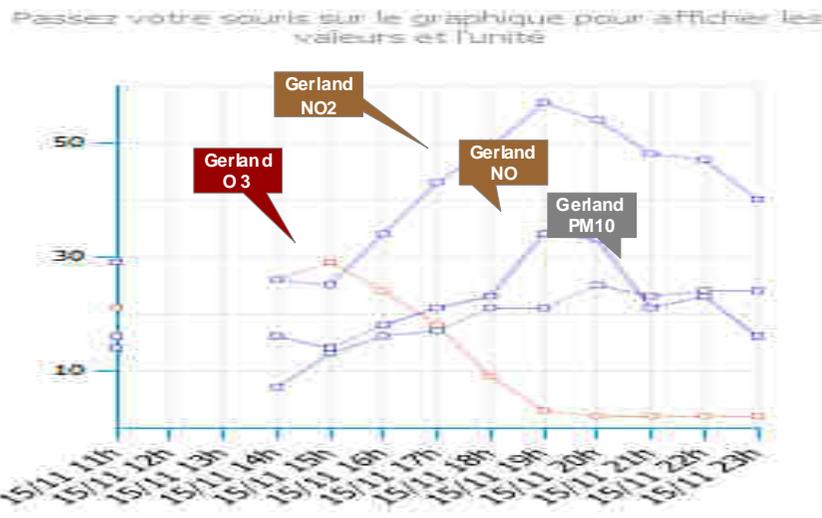
Les résultats de niveau de pollution peuvent être retirés de la base de données :

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



Chronogrammes journaliers de pollution

☐ Historique temporel fourni par défaut (fin 2013)



Le 16/11/2013

Raymond Joumard

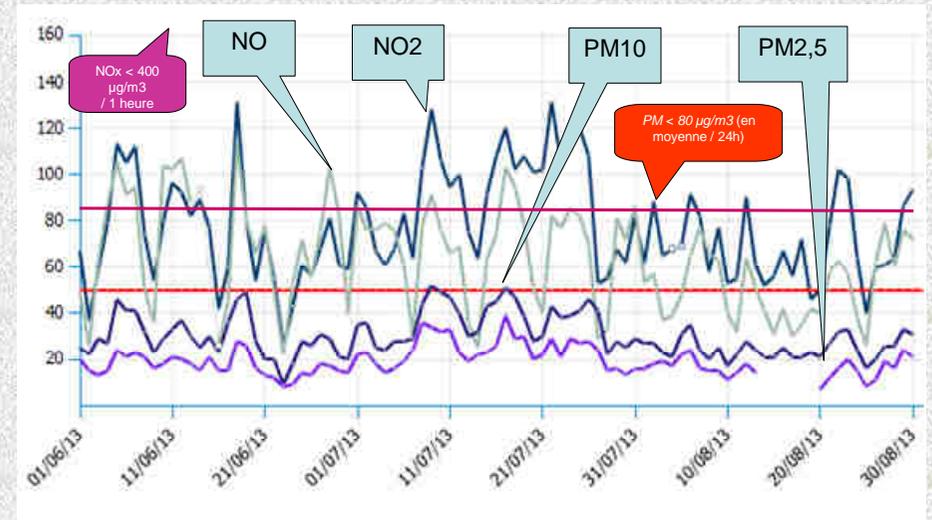
2.5.3. Relevé journalier

Exemple de chronogramme A7 sur une période de 2 mois.



Exemple d'historique de pollution à Lyon Sud (A7)

☐ Les relevés mensuels témoignent des dépassements



Le 04/12/2013

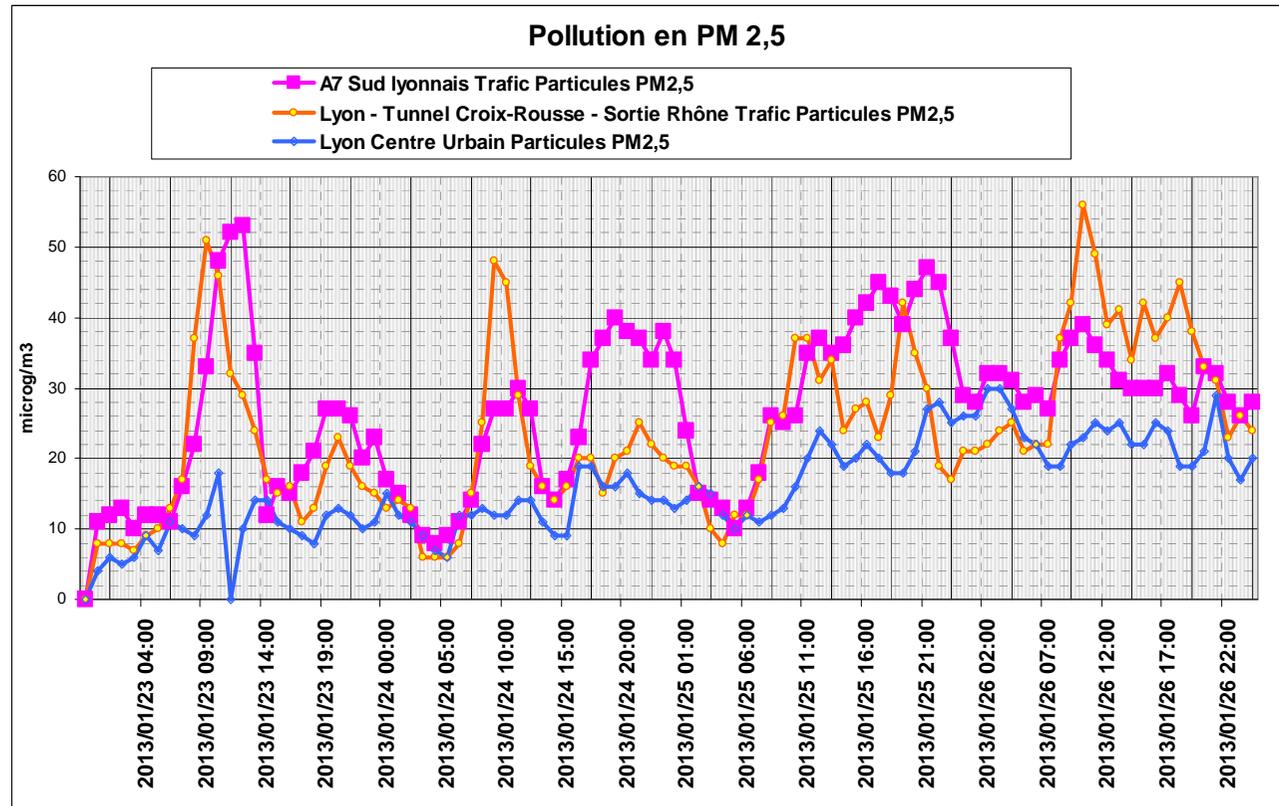
Raymond Joumard

2.5.4. Analyse de l'évolution de la pollution à Lyon

L'évolution de la pollution est différente selon le type de polluant.
Donnons ci-après quelques résultats types de pollution disponibles sur le site « air-rhone-alpes.fr » ou tirés des tableaux numériques :

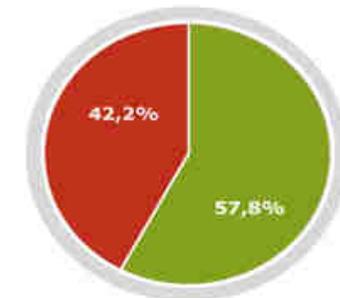
- ⇒ graphiques (chronogrammes) de la journée, (/l'air de ma commune), fournis par défaut ;

- ⇒ tableaux de mesures au format Excel, sélectionnables sur une échelle de temps paramétrable, qui permettent de tracer des graphiques (cf. plus loin) ;
- ⇒ graphiques équivalents ;
- ⇒ journées en dépassement ;
- ⇒ épisodes remarquables.



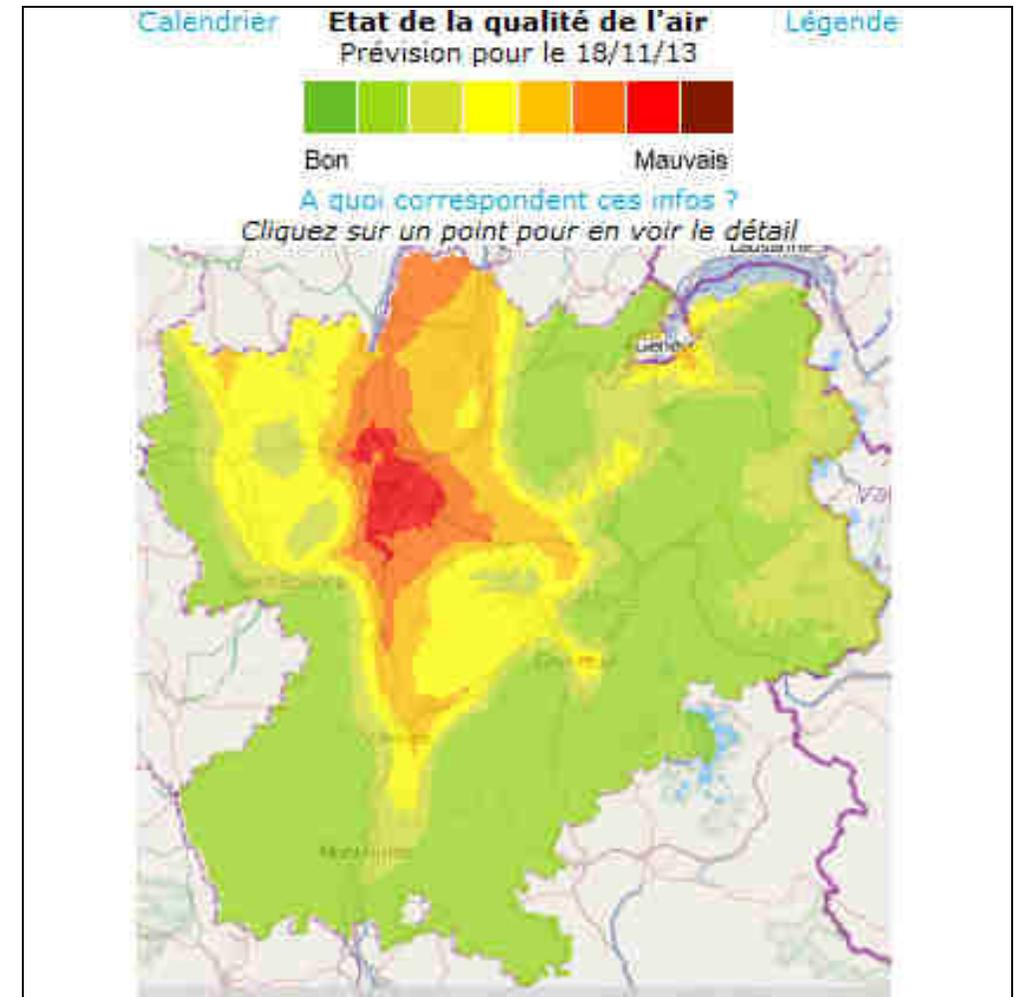
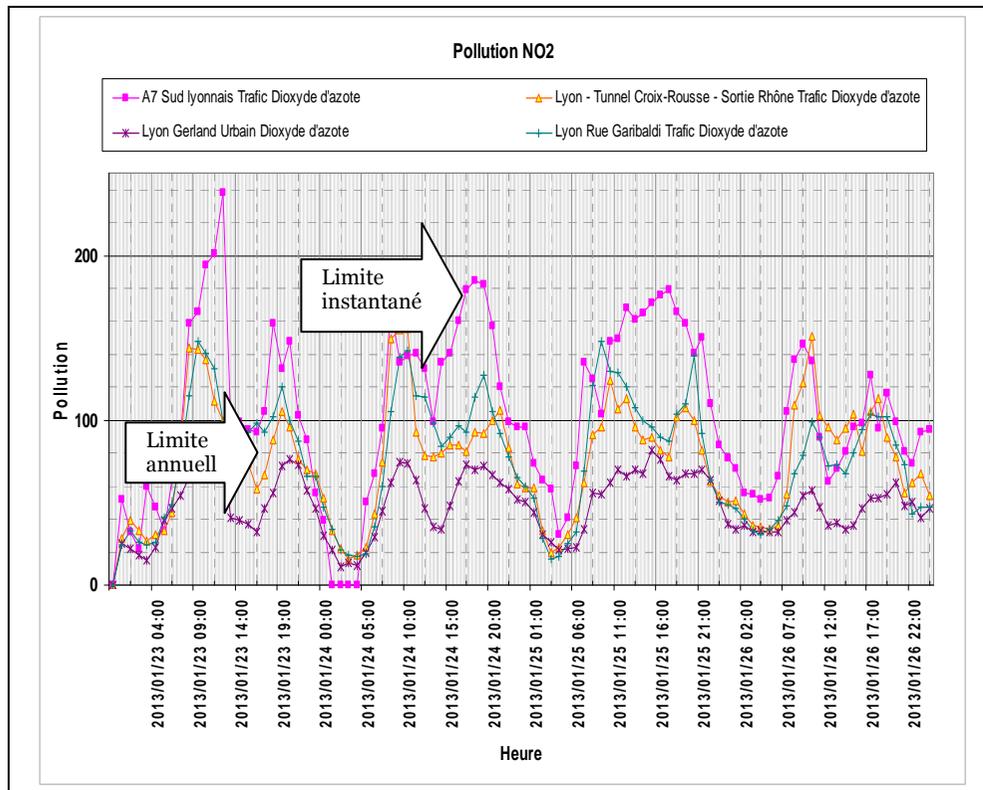
En 2011, environ 227 300 lyonnais ont été exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite annuelle de NO₂ (40 µg.m⁻³)

Cette part a fortement augmenté par rapport à 2010 (25%) en raison d'une météo particulièrement favorable à l'accumulation des polluants.



ESTIMATION DE LA PROPORTION DE POPULATION EXPOSÉE À LA VALEUR LIMITE DE DIOXYDE D'AZOTE SUR L'AGGLOMERATION DE LYON EN 2011.

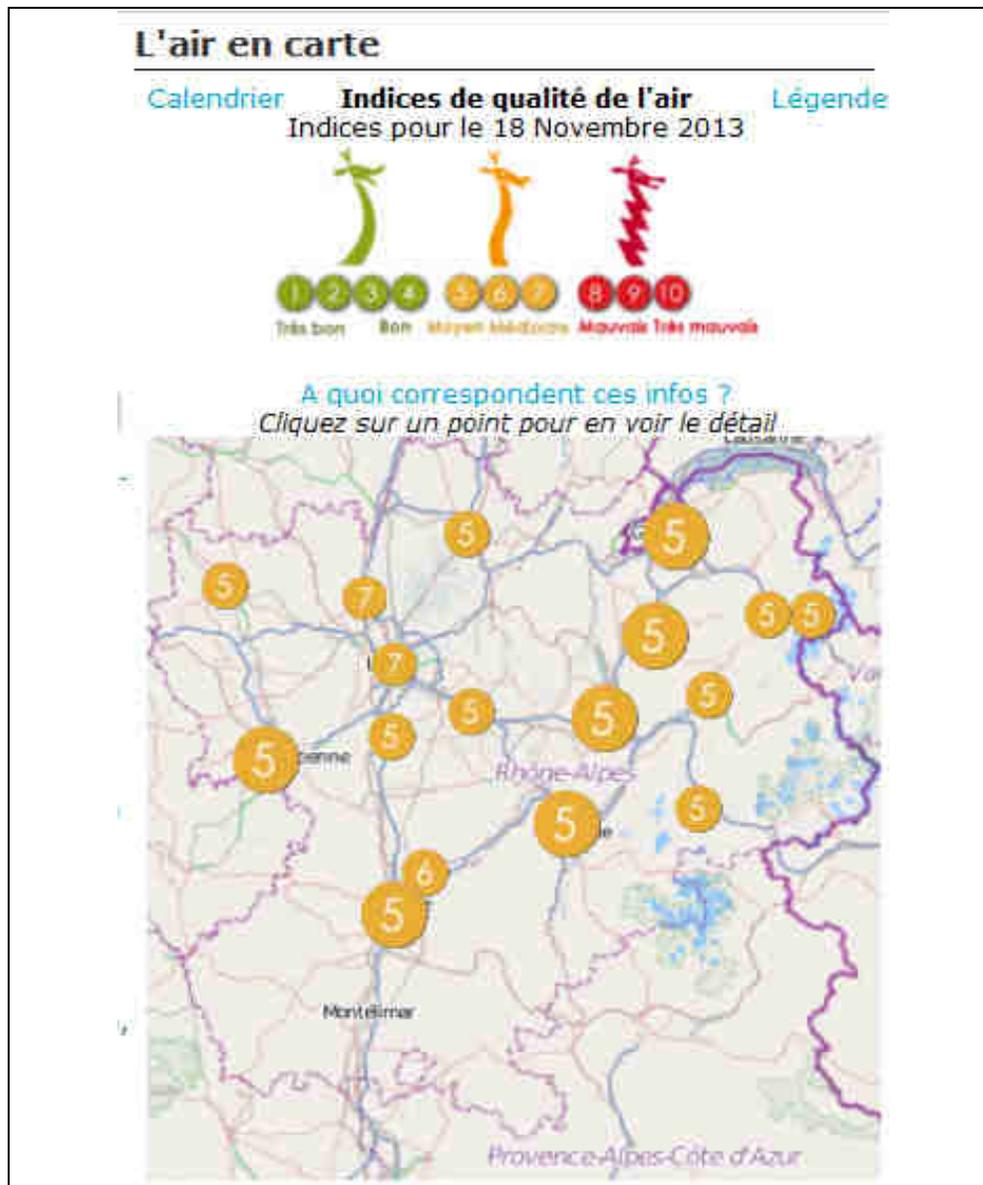
© Air Rhône-Alpes (SIRANE 2011) - Population : Données INSEE 2007
Estimation sur le territoire couvert par le modèle fin (10m)



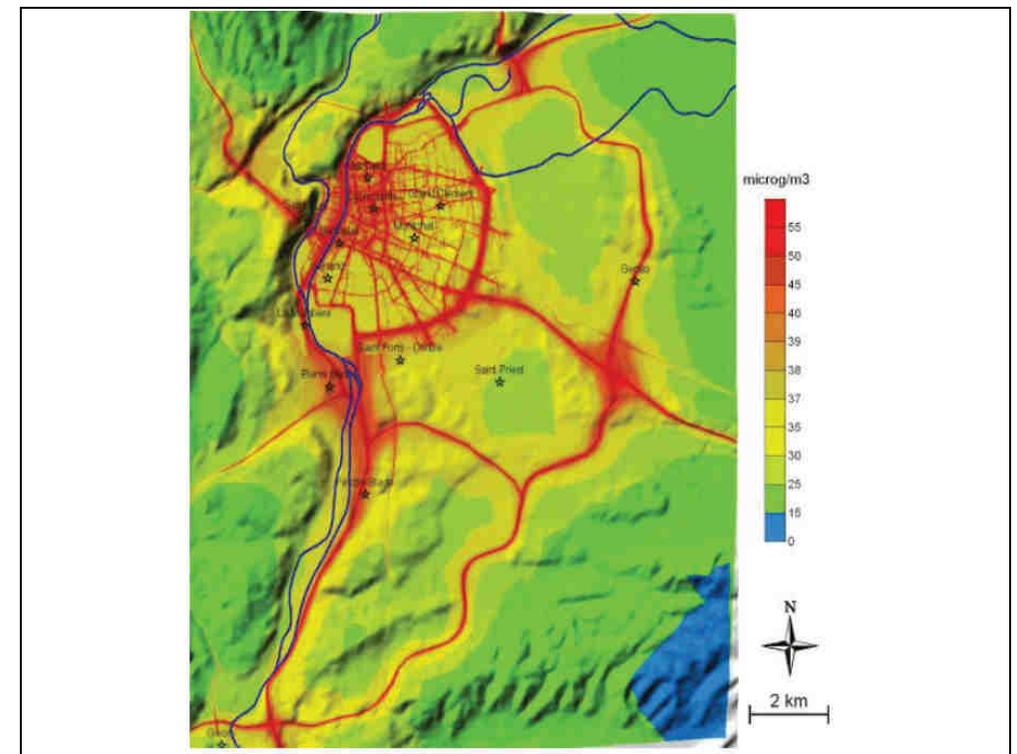
2.6. L'exposition des lyonnais à la pollution

2.6.1. Cartographie 2014 de la pollution

Les données disponibles sur le site d'air-rhonealpes.fr fin 2013, sont celles fournies par le logiciel de modélisation à grande échelle PREVALP.



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



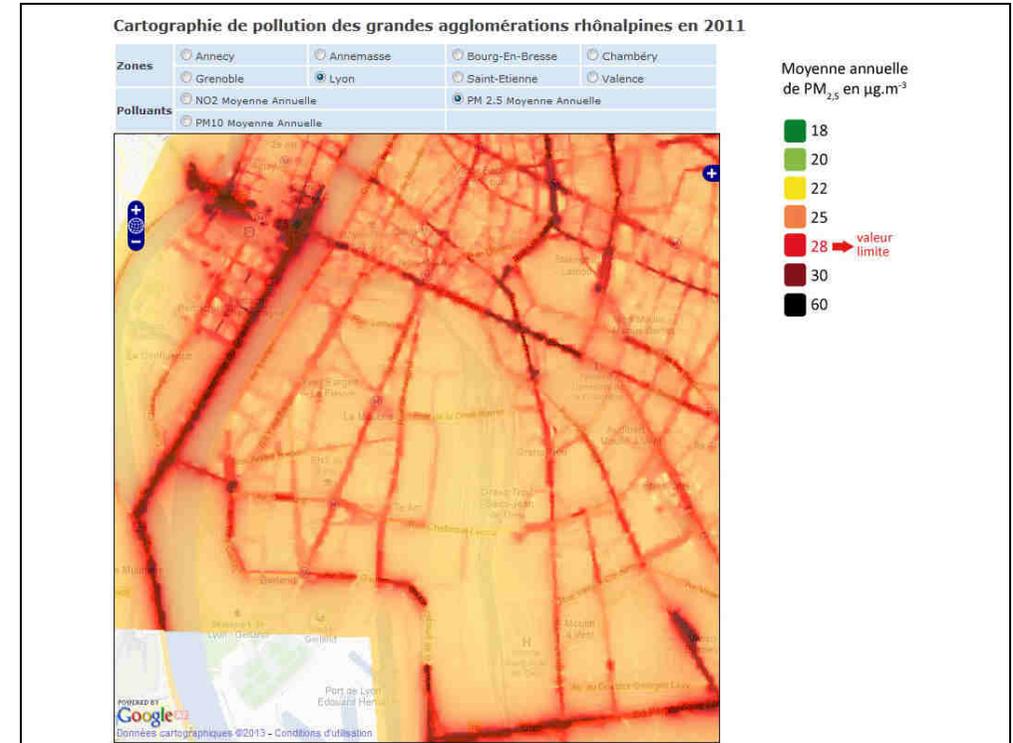
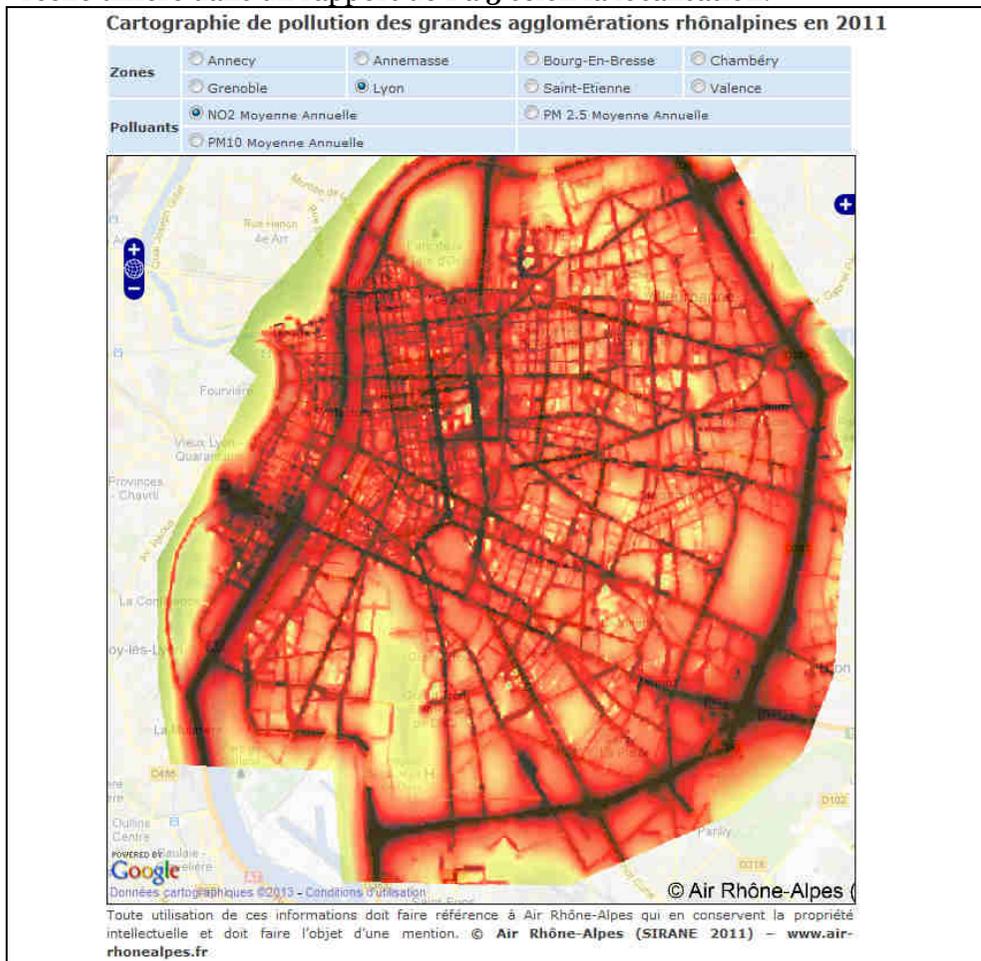
2.6.2. Analyse de la dispersion

Afin d'évaluer l'exposition de la population aux polluants, il est intéressant d'analyser la dispersion de la pollution fournie issue de la modélisation SERANE telle qu'elle était restituée par le site quasiment en temps réel, en début d'année 2013 et qui donnaient une vision remarquable de la distribution probable de la pollution.

Nous en fournissons quelques résultats cartographiques. Ils montraient une excellente corrélation avec le trafic (fourni sur « Google Earth » avec l'option Infotrafic).

Naturellement au nom de la rigueur scientifique, on pouvait regretter que ne soit pas publié l'écart type de l'erreur possible entre le résultat de la modélisation et la valeur mesurable de la pollution ou tout au moins une mise en garde sur le fait qu'il puisse exister un écart entre la valeur calculée et la valeur réelle. On peut cependant, penser que l'écart type probable de cette erreur était disponible à partir des écarts entre les relevés des stations mobiles et le résultat calculé.

Malheureusement, nous n'avons plus réussi à obtenir, à nouveau ces résultats cartographiques sur le site actuel. Il est possible, cependant, d'avoir idée approximative de la pollution sous forme d'une note sur 10, en déplaçant un curseur sur une carte à grande échelle. Mais nous n'avons pu obtenir qu'une seule note (de 1 à 10) du niveau de pollution par exemple pour l'ensemble de Lyon Est, alors que la mesure de la pollution réelle diffère dans un rapport de 1 à 3 selon la localisation.



2.6.3. Analyse de l'exposition

Compte tenu de la dispersion de la pollution d'une part et de l'habitat et de l'emploi d'autre part, en 2009, 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. Remarques sur la restitution actuelle

Nos remarques sur les restitutions actuelles sur le site sont les suivantes :

- ⇒ le nombre de stations de mesure est relativement faible ;
- ⇒ La modélisation de la pollution est donc indispensable pour connaître la pollution sur un territoire au relief très irrégulier, avec un habitat très diversifié (17 communes à partir de la station unique de St-Just) ;
- ⇒ présentant quelques incertitudes instantanées et nécessitant une grande puissance de calcul, les cartographies instantanées permettant aux habitants de connaître l'exposition selon leur position géographique à la pollution ne sont plus visibles depuis 2013.

2.8. La pollution lyonnaise comparée

2.8.1. Le panel de comparaison

Pour avoir une idée de l'importance de la pollution à Lyon, nous nous proposons de comparer la pollution à Lyon avec celle d'autres métropoles européennes. Comme source d'information, nous utiliserons les statistiques européennes Eurostat.

Comme panel de comparaison, nous avons choisi de prendre 24 métropoles de l'union européenne comparables à Lyon, c'est-à-dire :

- ⇒ qui sont les plus peuplées (de plus d'un million d'habitants) et
- ⇒ qui, comme Lyon, ne sont pas des capitales.

Etat	Liste des métropoles retenues
Allemagne	Munich., Francfort, Düsseldorf, Hambourg, Cologne, Stuttgart
Grande Bretagne	Manchester, Liverpool, Birmingham, Leeds, Edinburg, Glasgow
Italie	Milan, Turin, Naples
Espagne	Barcelone, Valence
France	Lyon, Marseille, Lille
Suisse	Zürich
Belgique	Anvers
Pays Bas	Rotterdam
Portugal	Porto

Ce panel de 24 métropoles non capitales les plus peuplées comprend :

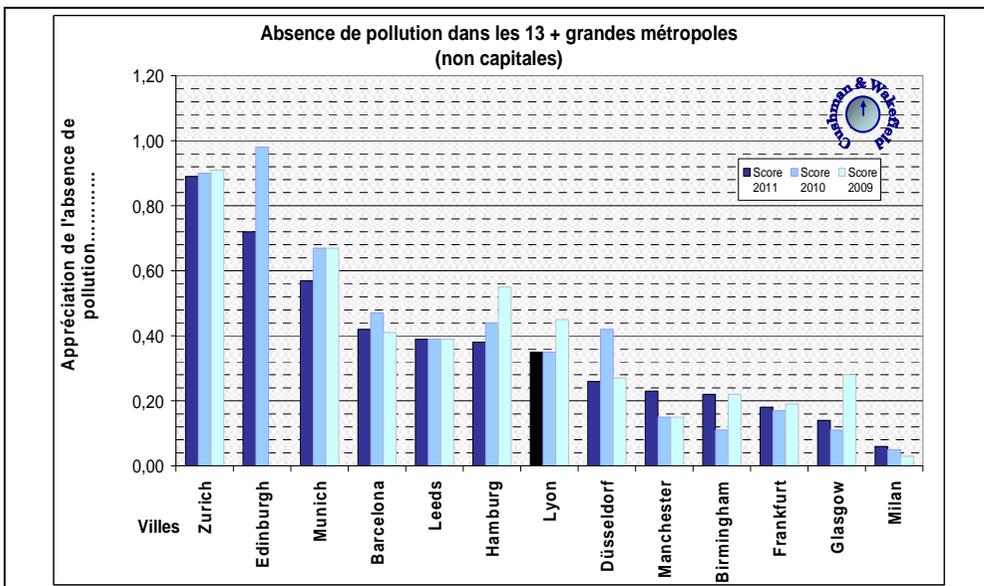
- ⇒ 13 métropoles (en gras) qui figurent dans un panel de comparaison de l'étude comparative effectuée par Cushman et Wakefield et citée dans le SCoT.
- ⇒ 11 métropoles complémentaires :

Comme tout panel, celui-ci est critiquable. Cependant, il inclut les 13 métropoles non capitales jugées les plus attractives économiquement, du classement Cushman et Wakefield (pris comme référence dans le SCoT). Les 11 autres métropoles figurent aussi dans la liste des cités européennes citées en tête d'autres classements comme le GaWC, relatif à l'activité économique.

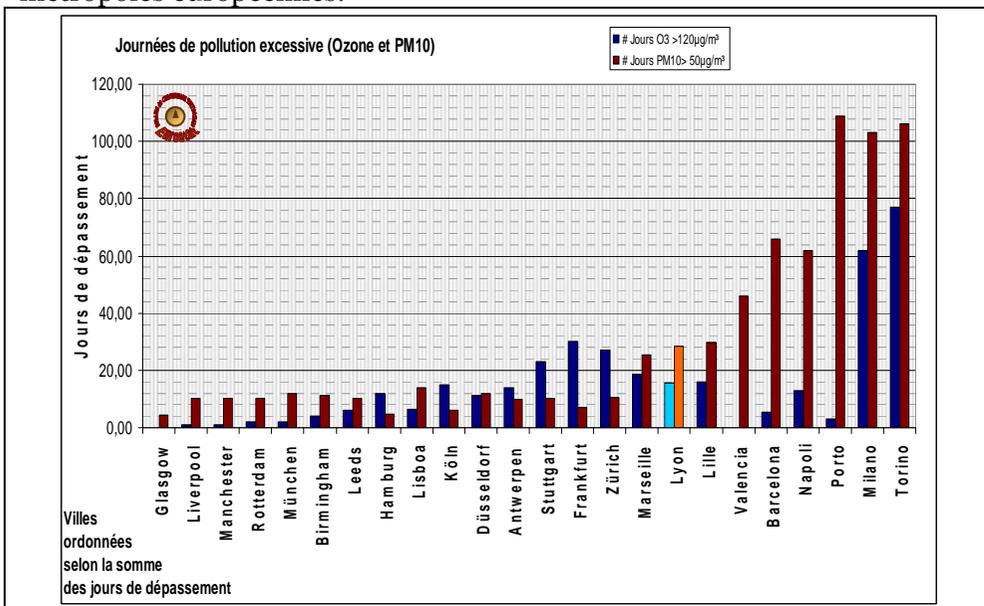
2.9. La pollution appréciée par les entreprises

Nous fournissons, ci-après, l'opinion de 500 entreprises sur la pollution dans 13 métropoles européennes (non capitales), en 2011, 2010 et 2009. (selon le sondage annuel de Cushman et Wakefield).

Lyon se place 7^{ème} / 13 métropoles européennes, et l'on peut noter que son positionnement est en recul.

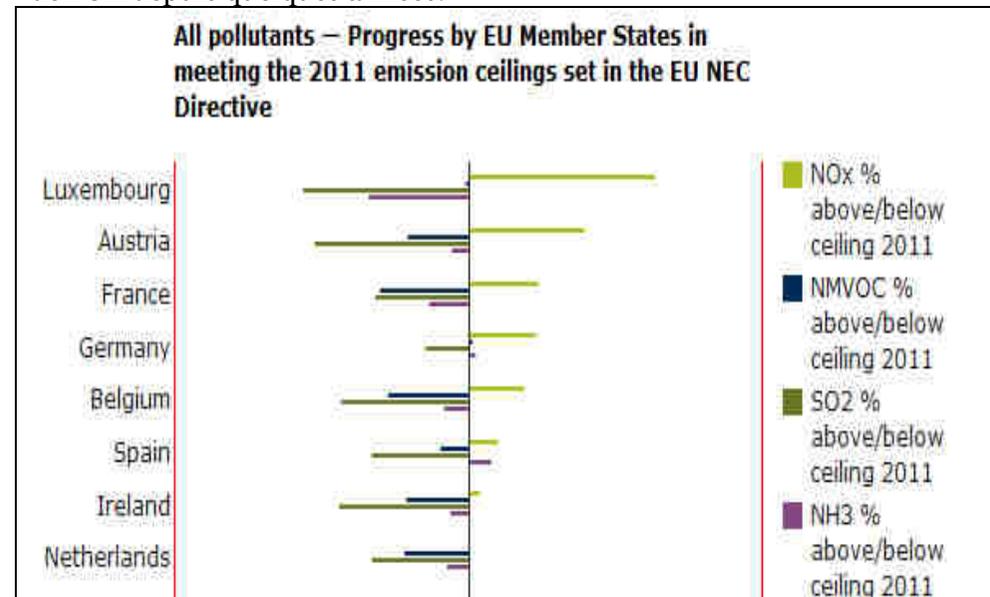


Concernant le nombre de jours de dépassement, selon les statistiques Eurostat de pollution (O₃ et PM10), Lyon est 17^{ème} sur les 24 autres métropoles européennes.

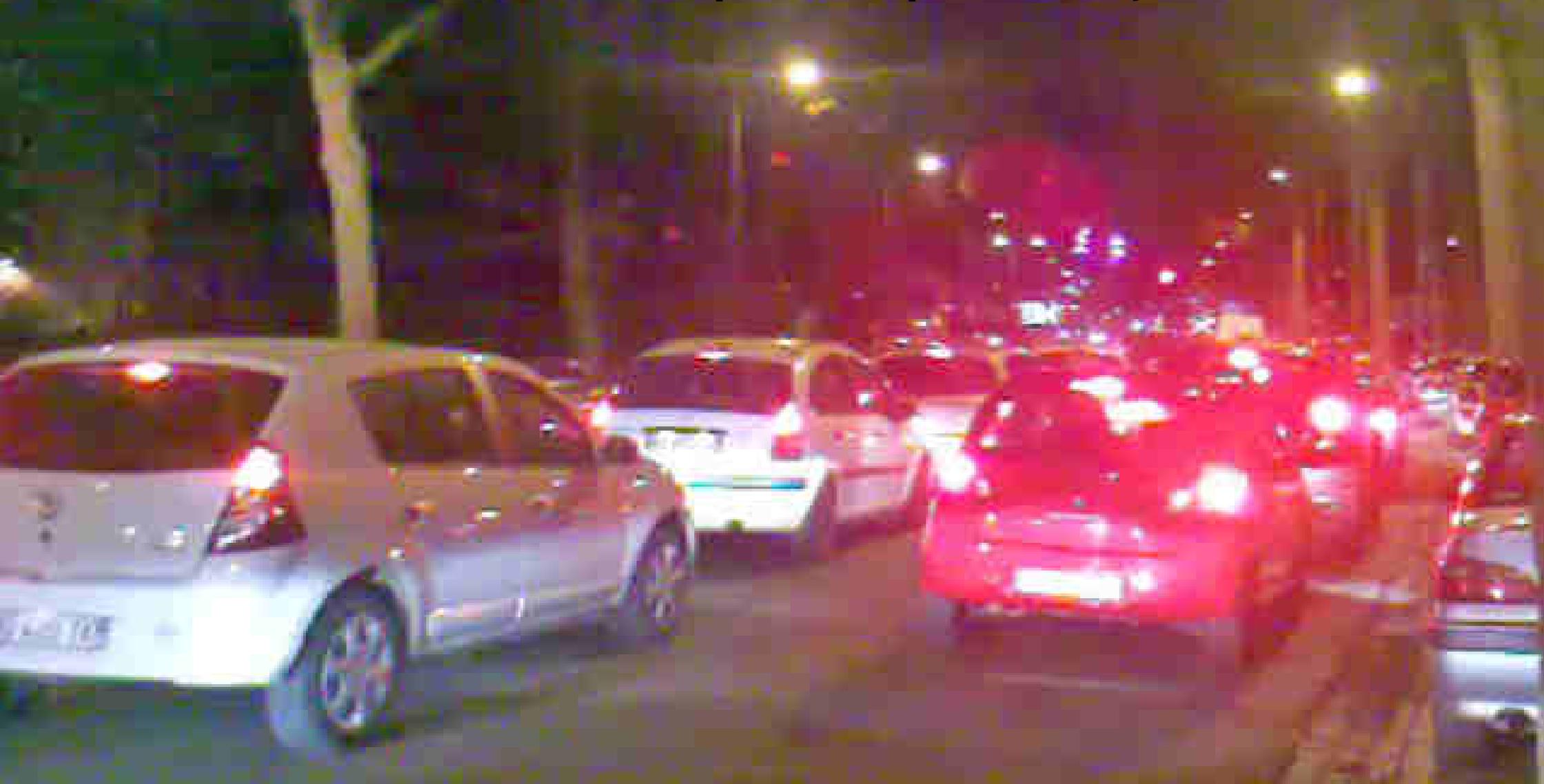


2.9.1. La pollution française

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. Cependant, ces excès de pollution exposent la France à de fortes amendes de l'UE depuis quelques années.



3. Sources et historique de la pollution lyonnaise



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

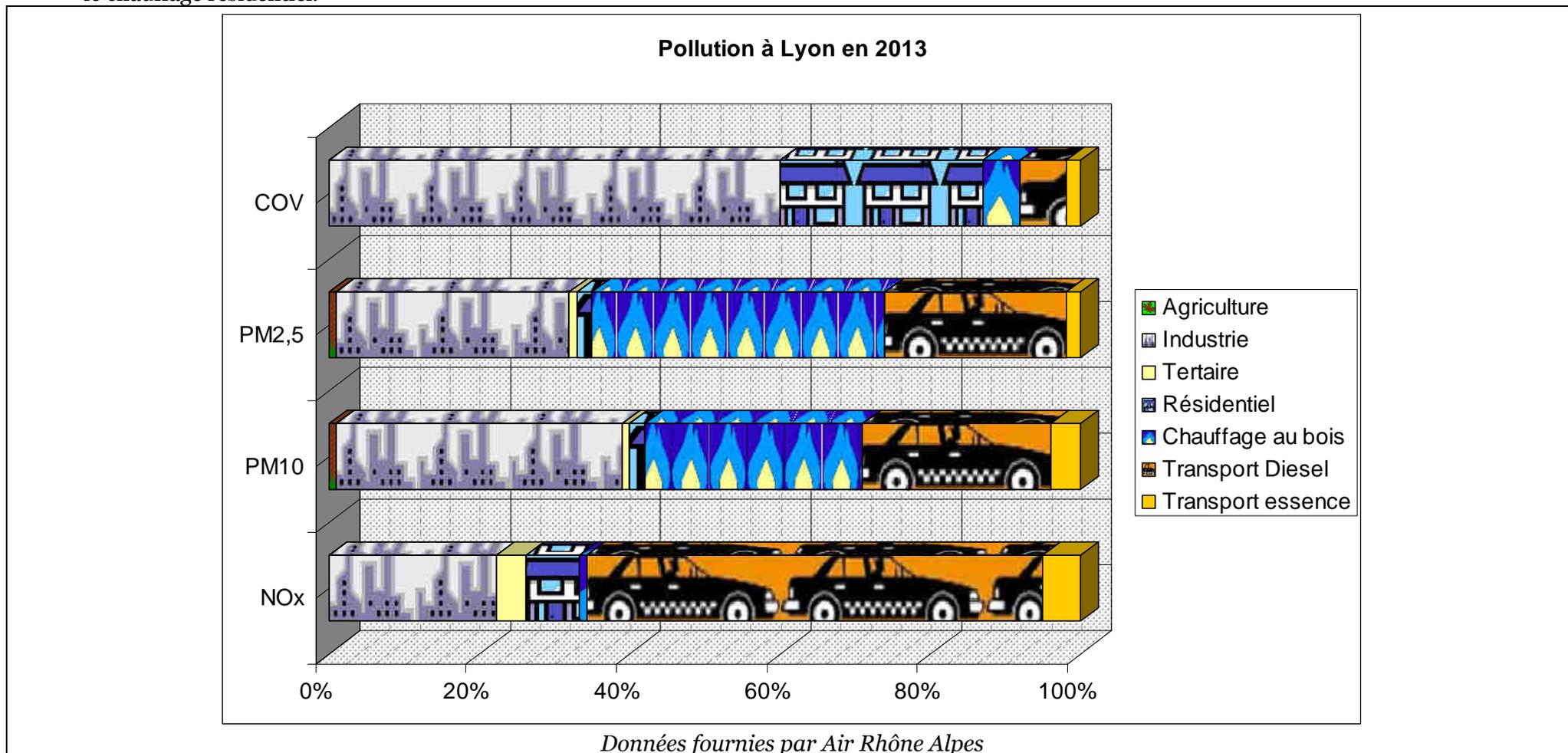
3.1. Part des diverses sources de pollution

Les sources notables de la pollution urbaine sont :

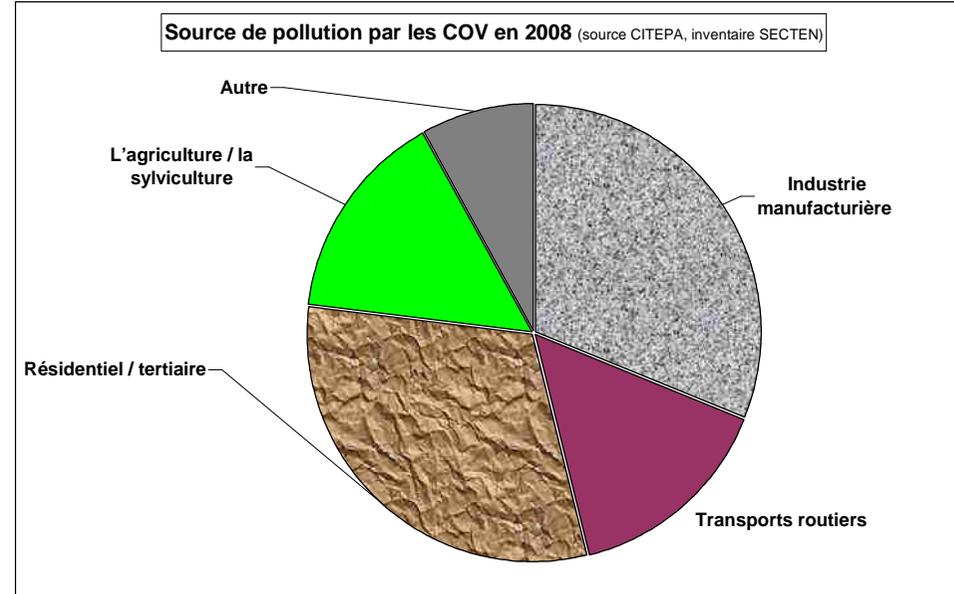
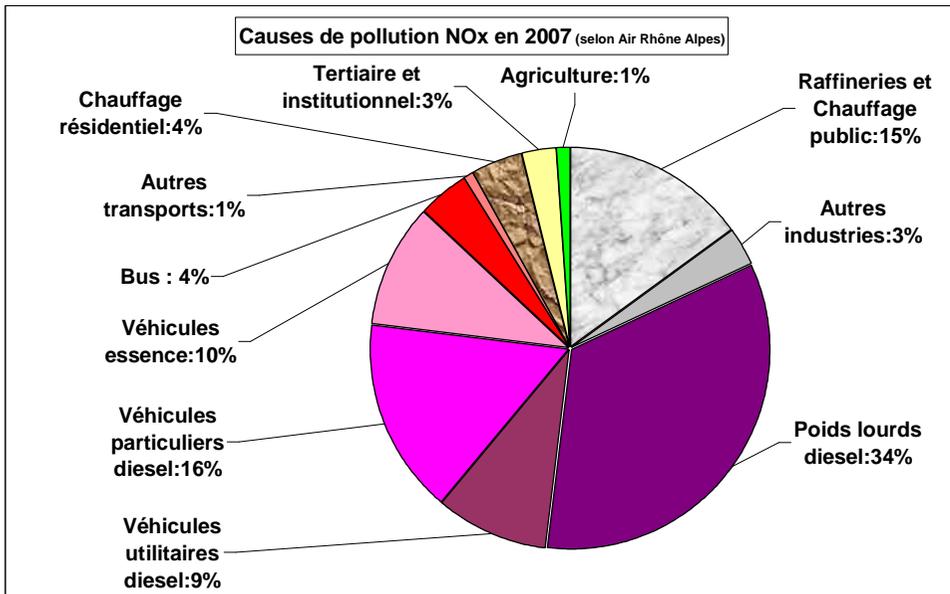
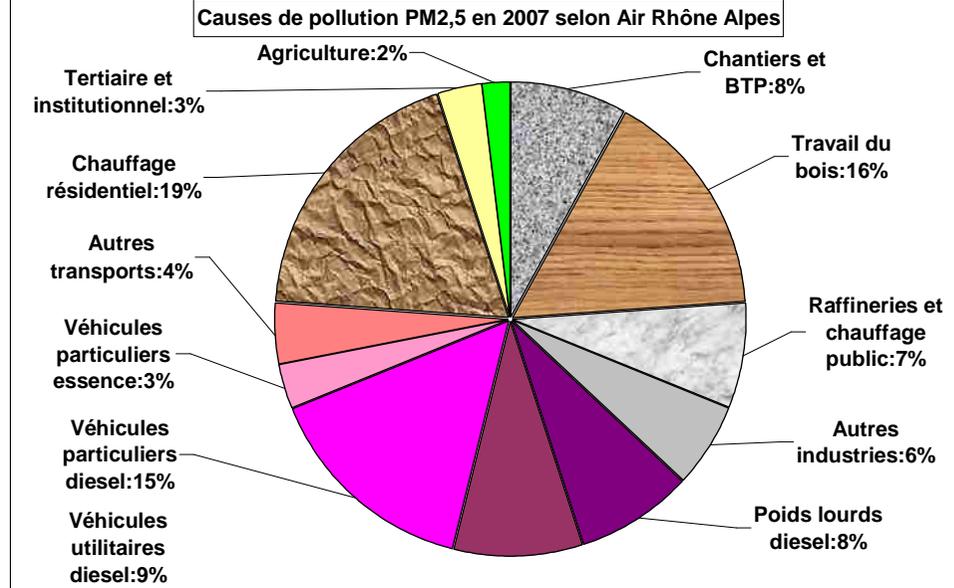
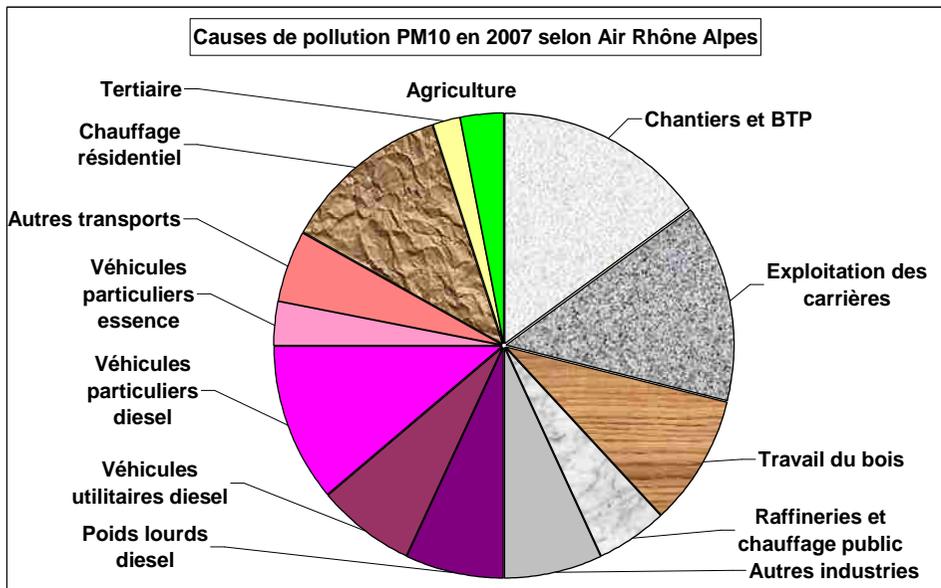
- ⇒ l'industrie,
- ⇒ le trafic automobile,
- ⇒ le chauffage résidentiel.

L'impact de ces sources sur la pollution dépend du type de polluant considéré et de la conséquence, bien entendu du lieu d'observation.

Les graphiques ci-après explicitent cette influence du type de source sur la pollution.



Les graphiques ci-dessous précisent l'influence des sources pour les polluants les plus importants.

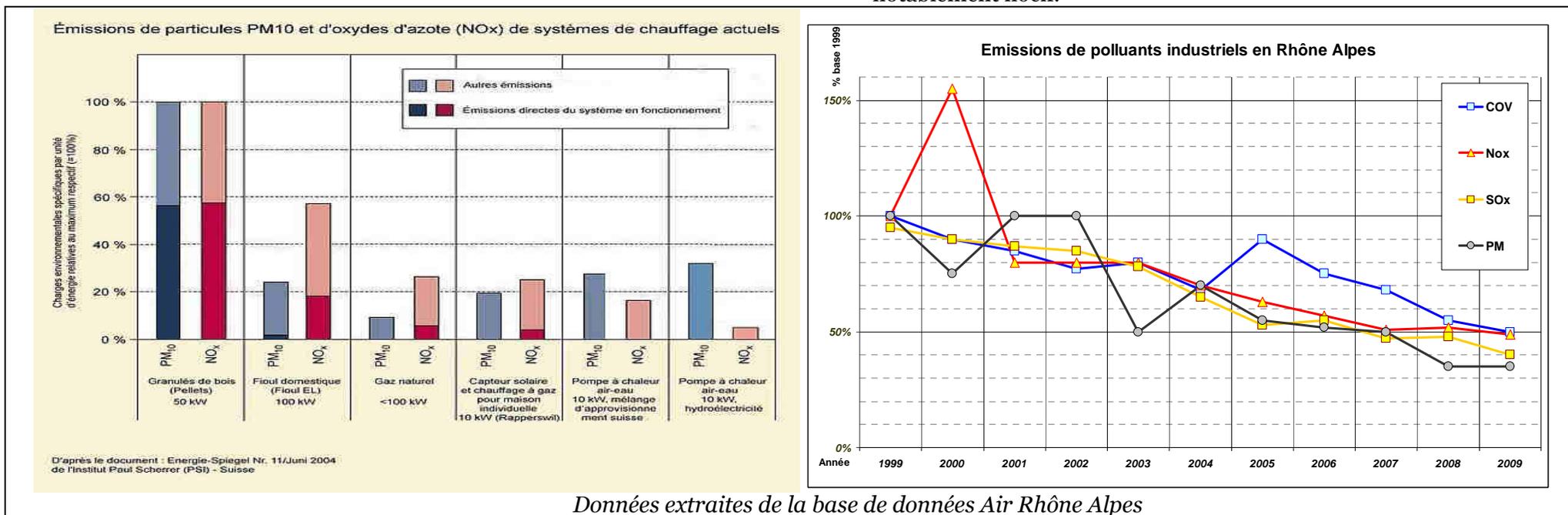


Données de 2007 extraites du Plan de Protection de l'Atmosphère, source Air Rhône Alpes

Naturellement l'influence des diverses sources de pollution dépend de la localisation et de son type : industriel, urbain, trafic, périurbain. Sur autoroute (A7) et en urbain, c'est-à-dire là où la pollution touche le plus de personnes, l'influence du trafic est certainement à majorer par rapport aux graphiques présentés, celle du chauffage résidentiel à minorer. Le travail du bois ne devrait pas avoir d'influence sensible en ville.

Ces graphiques montrent que, concernant :

- ⇒ les particules PM10, les causes sont pour moitié industrielles, un tiers le trafic et le restant le chauffage résidentiel et les brûlis,
- ⇒ les particules PM2,5, les causes sont pour 37% industrielles, 39% le trafic et 19% le chauffage résidentiel,
- ⇒ les oxydes d'azote, la cause essentielle est pour les 3/4 le transport et pour 18% l'industriel.
- ⇒ concernant le chauffage résidentiel, le chauffage au bois, souvent qualifié d'écologique au vu de son bilan CO² apparaît notablement nocif.



Il apparaît, dans les relevés historiques, que l'industrie a pu réduire sa pollution de moitié **en 11 ans**.

En revanche, selon les relevés en zone de trafic, **la pollution par le transport est plutôt en stagnation** (en légère diminution ou augmentation selon les lieux).

Donc, en bref, il apparaît que le transport est une source de pollution majeure sur laquelle il convient de faire porter les réflexions d'amélioration.

Comme le montrent les cartes géographiques, comme la suivante (représentation CartoproX), les lieux de pollution par NOx et PM sont :

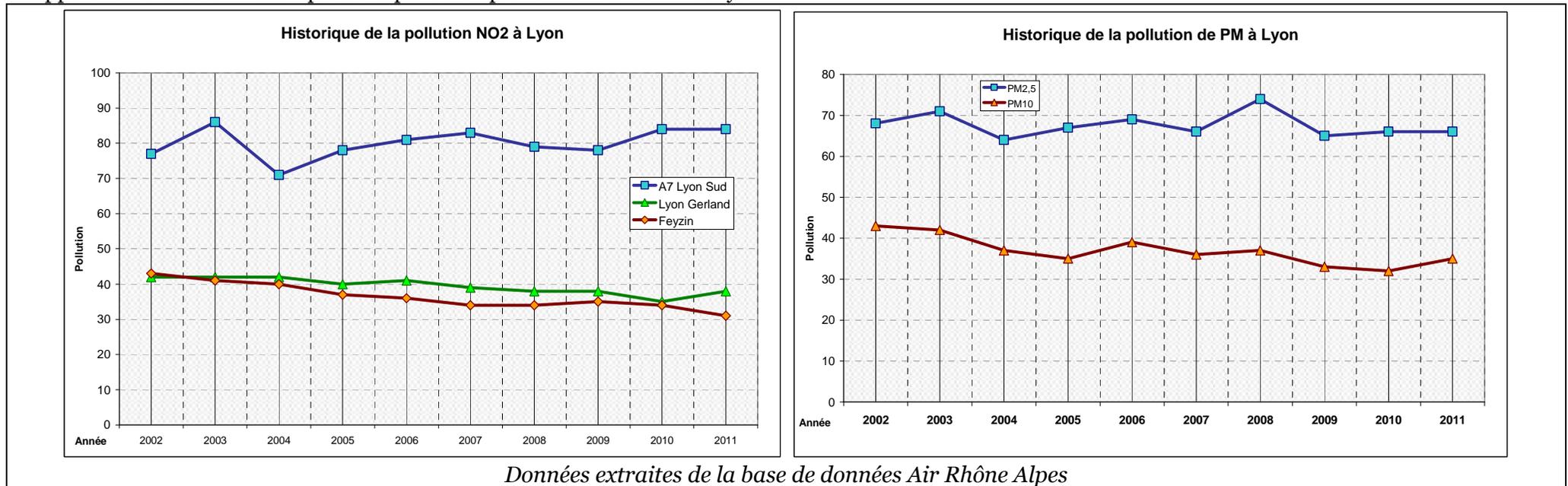
- ⇒ pour les émissions d'origine industrielle, localisées sur des territoires limités,
- ⇒ pour les pollutions dues au trafic, réparties sur des territoires beaucoup plus vastes, avec un maximum sur les grands axes de circulation,

La pollution est fréquemment excessive ($> 50\mu\text{g}/\text{m}^3$) le long des axes.

3.2. Evolution historique de la pollution à Lyon

Rappelons l'évolution historique de la pollution par le NO₂ et les PM à Lyon

axes.



L'analyse des histogrammes ci-dessus montre les évolutions suivantes de la pollution NO₂ selon son origine :

- ⇒ pollution industrielle : diminution de 30%,
- ⇒ pollution due au trafic : augmentation de 10%.

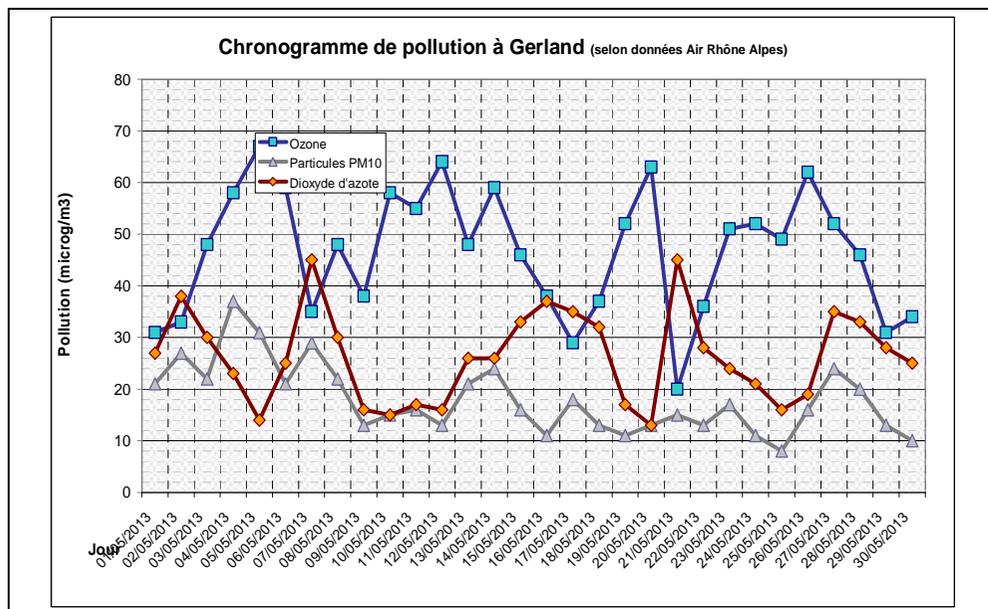
L'historique de la pollution urbaine d'origine mixte dépend beaucoup de son point de mesure : Ici : -7%.

3.2.1. Historique général de la pollution

Les données d'analyse dépendent des sites pris en considération.

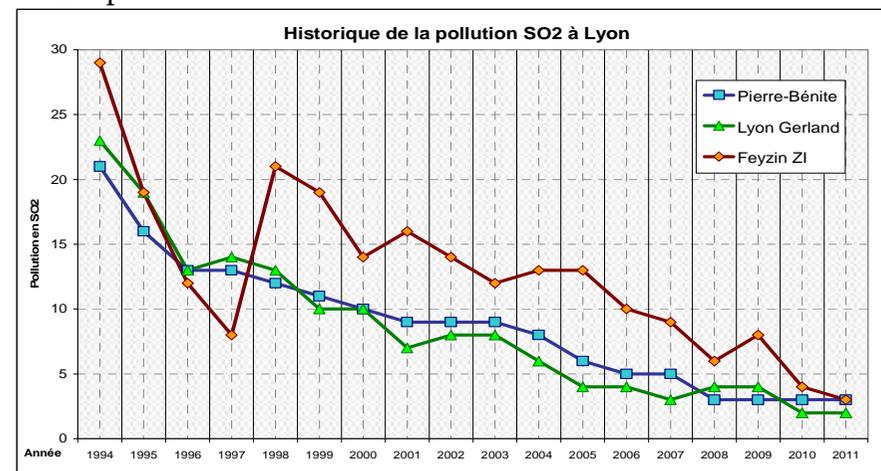
Aussi, nous avons pris en considération 3 sites, dont les données étaient connues sur 11 ans :

- ⇒ un site industriel (Feyzin), qui montre une baisse significative de pollution,
- ⇒ un site de trafic automobile (A7 sud), le plus pollué de l'agglomération, qui montre un accroissement de la pollution,
- ⇒ un site urbain, mixte, soumis aux 2 types de pollution et qui montre une légère diminution.



3.2.2. Historique de la pollution par le SO₂

Nous indiquons cette pollution pour mémoire. En effet, elle a été divisée par 10 depuis le début des mesures en 1994 avec l'élimination du soufre dans les carburants et l'application de mesures industrielles pour éliminer son évacuation dans l'atmosphère.



3.2.3. Historique de la pollution par les NO_x

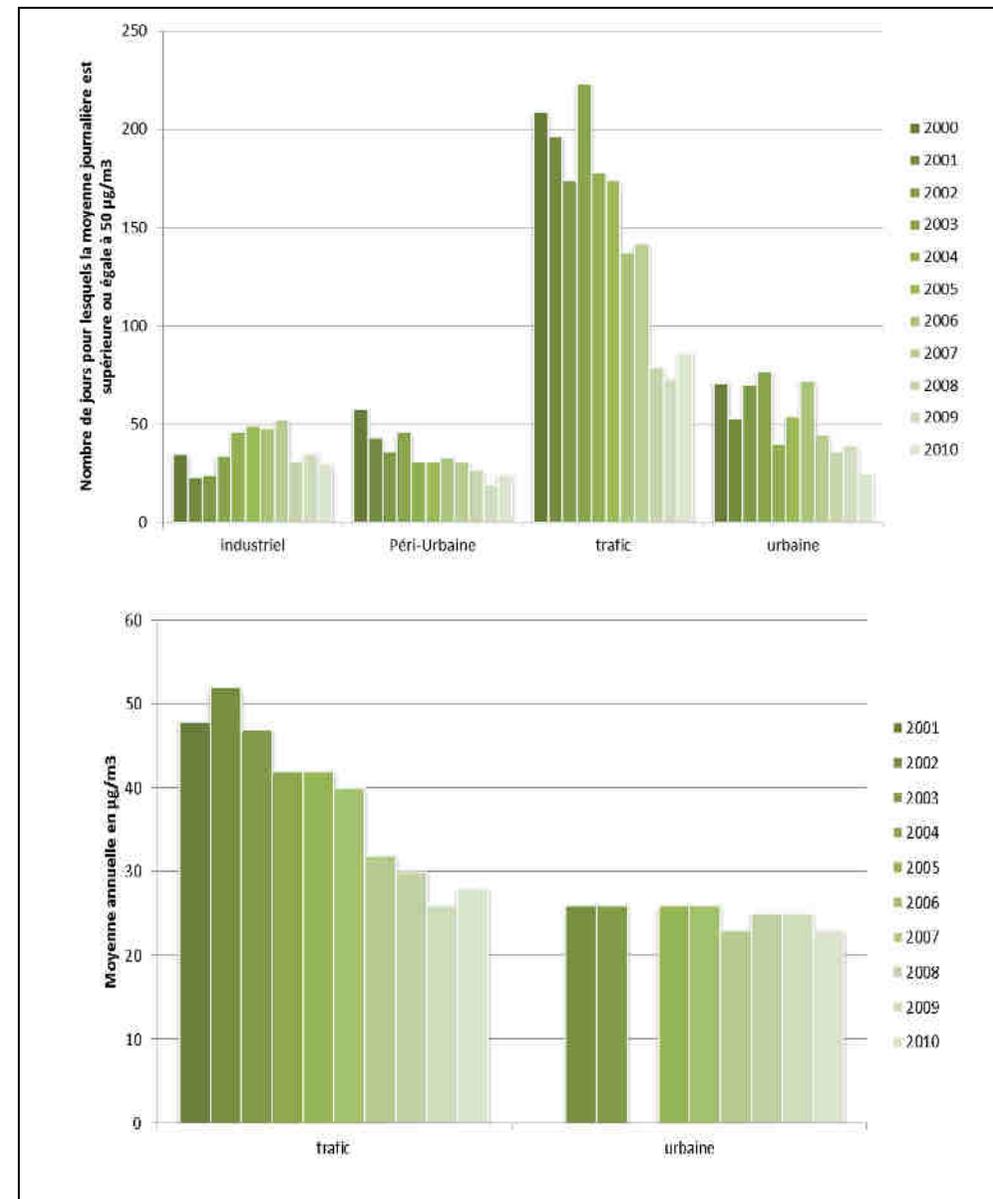
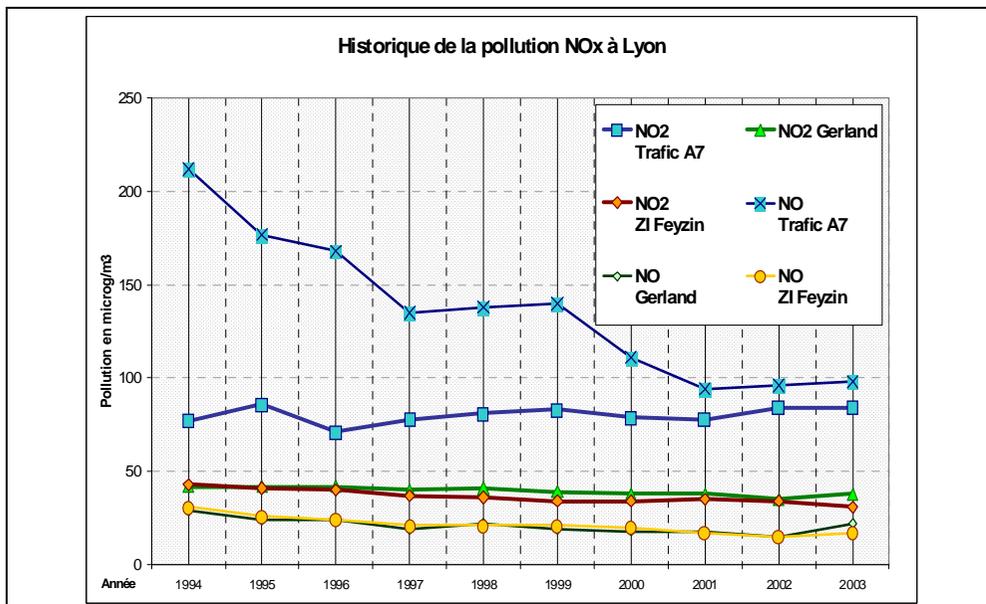
Concernant la pollution par les NO_x, elle est importante dans les zones de trafic. On note cependant une forte décroissance depuis 1994 de la pollution par le monoxyde d'azote (NO), alors que la pollution par le NO₂ reste à peu près stable.

Nous fournissons à titre d'exemple, un graphique construit à partir des tableaux de mesure (fin 2013) donnant l'évolution historique de la pollution à Lyon.

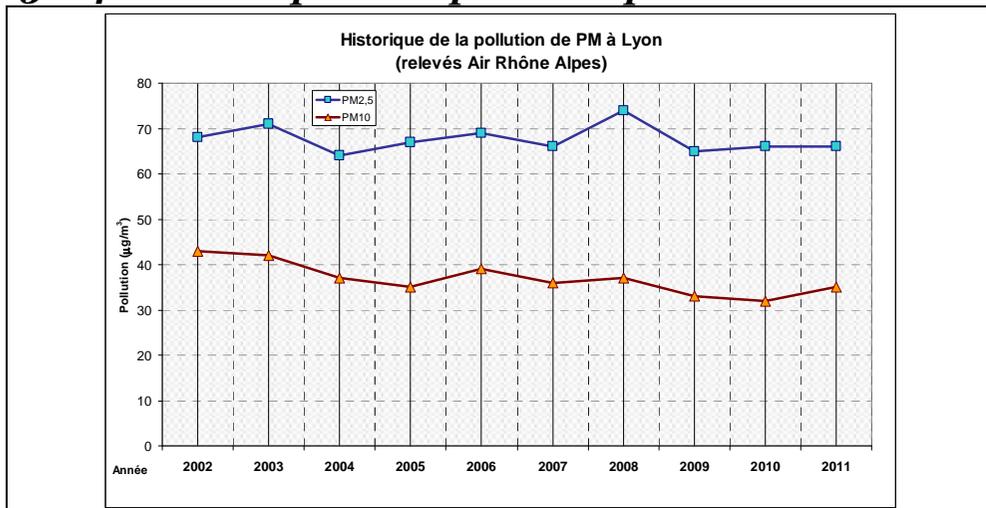
Concernant la pollution par les dioxydes d'azote, d'origine industrielle, elle a baissé de 43 µg/m³ à 31 µg/m³ soit de 25% en 10 ans.

En revanche, la pollution NO₂ due au trafic est passée de 79 µg/m³ à 84 µg/m³, soit une augmentation de 7%.

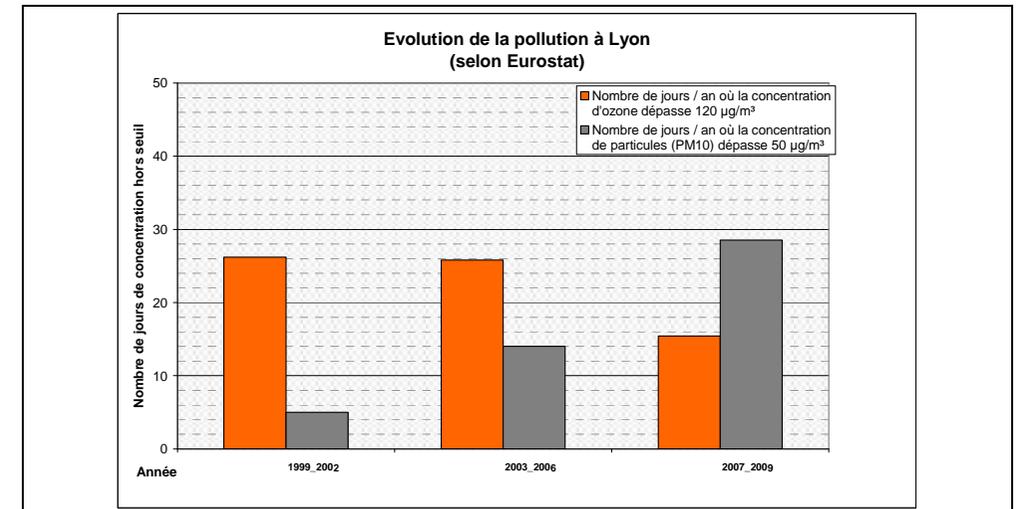
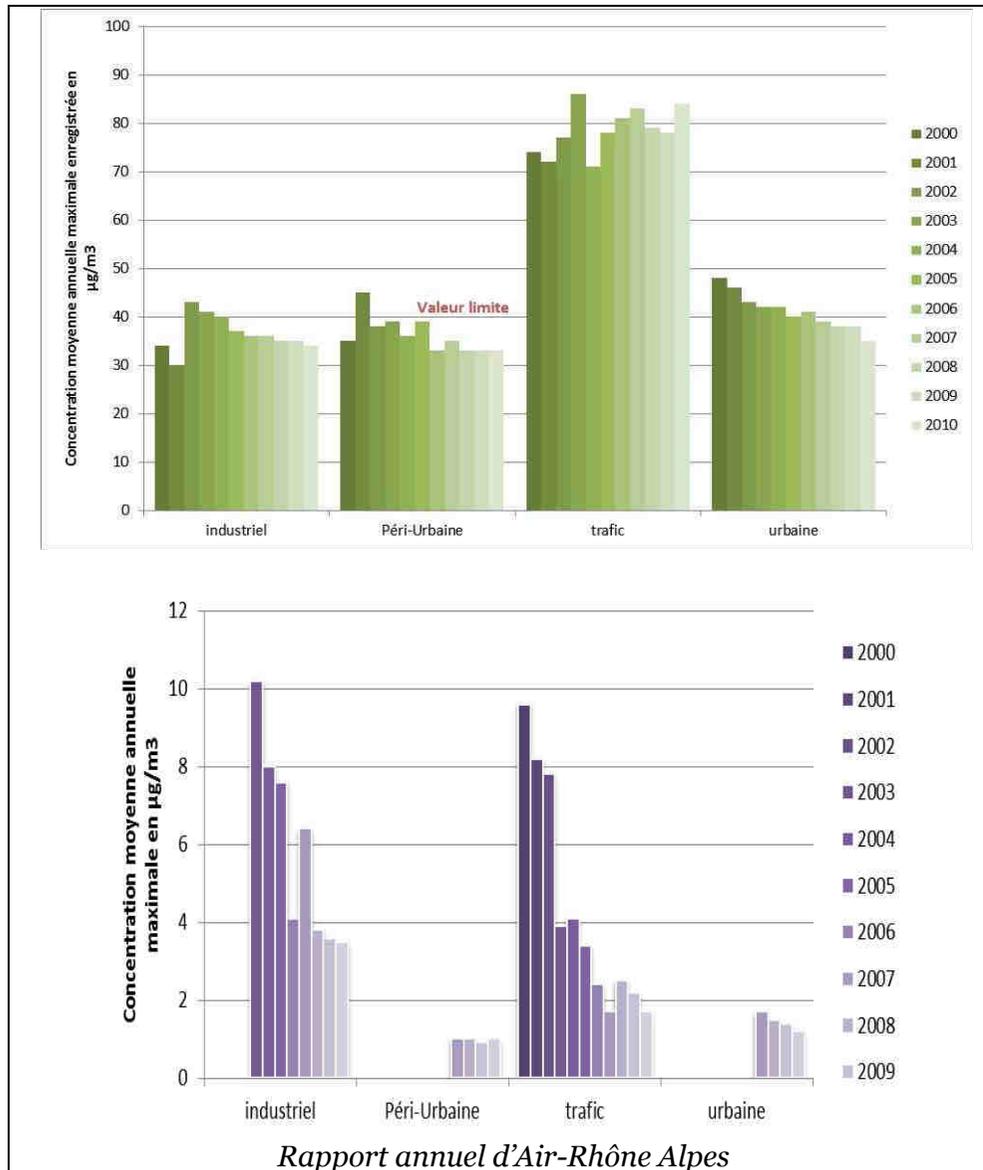
La pollution mixte urbaine a légèrement diminué d'environ 7%.



3.2.4. Historique de la pollution par les PM



La pollution par les PM10 a chuté de 15% grâce à la généralisation, sur les voitures neuves, des filtres à particules, mais les PM2,5, plus dangereux sont restés stables.



L'indice ATMO prend en compte n'importe lequel des dépassements de seuils, afin de comptabiliser le nombre de jours de dépassement.

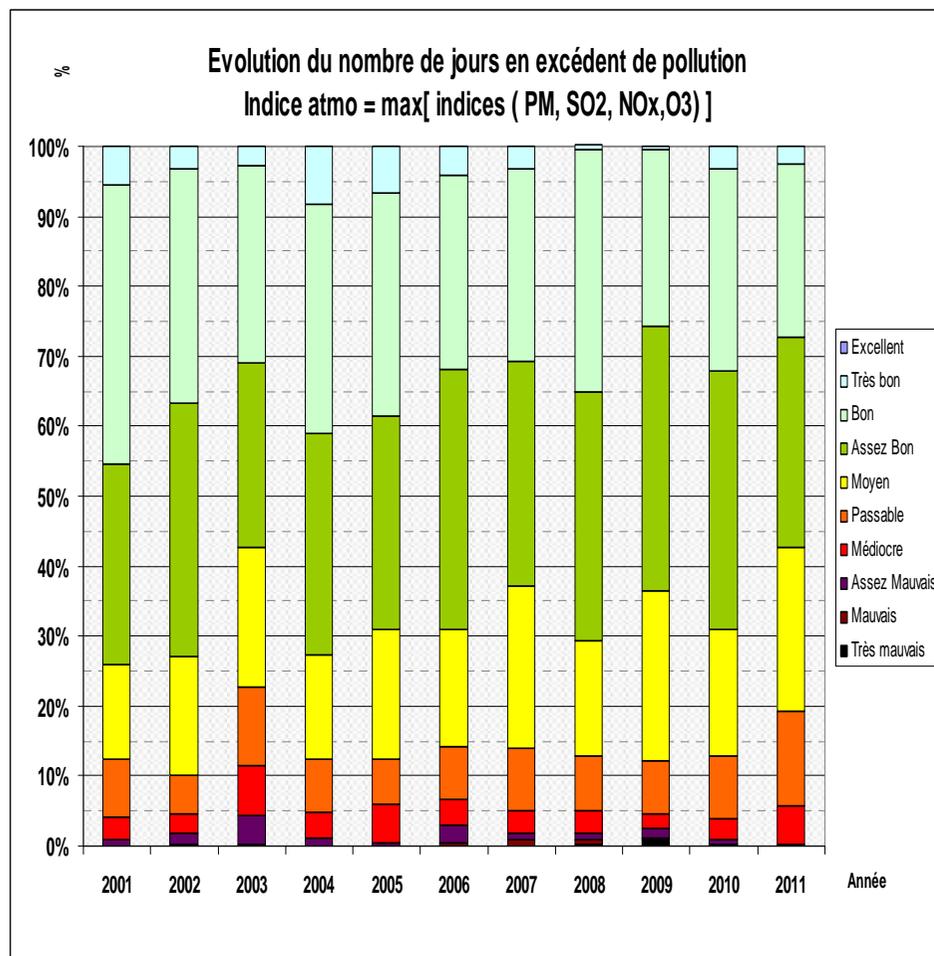
En 12 ans, de 2001 à 2013, le nombre de jours pendant lequel cet indice a été : très mauvais à passable est passé de 13 à 19, en croissance de 50%.

Cependant, rappelons que les normes se sont renforcées en 2005 et 2010, ce qui explique en grande partie cette augmentation. Ceci signifie aussi que la pollution est fréquemment proche de la limite de l'acceptable et qu'une baisse des seuils crée une forte augmentation du nombre des jours de dépassements.

3.2.5. Historique des jours de dépassement de seuils

Les relevés mensuels témoignent des épisodes de dépassement.

A Lyon, en 20 ans, le nombre de jours de PM10 excessif est passé de 5 à 29 (en raison aussi du durcissement des normes).

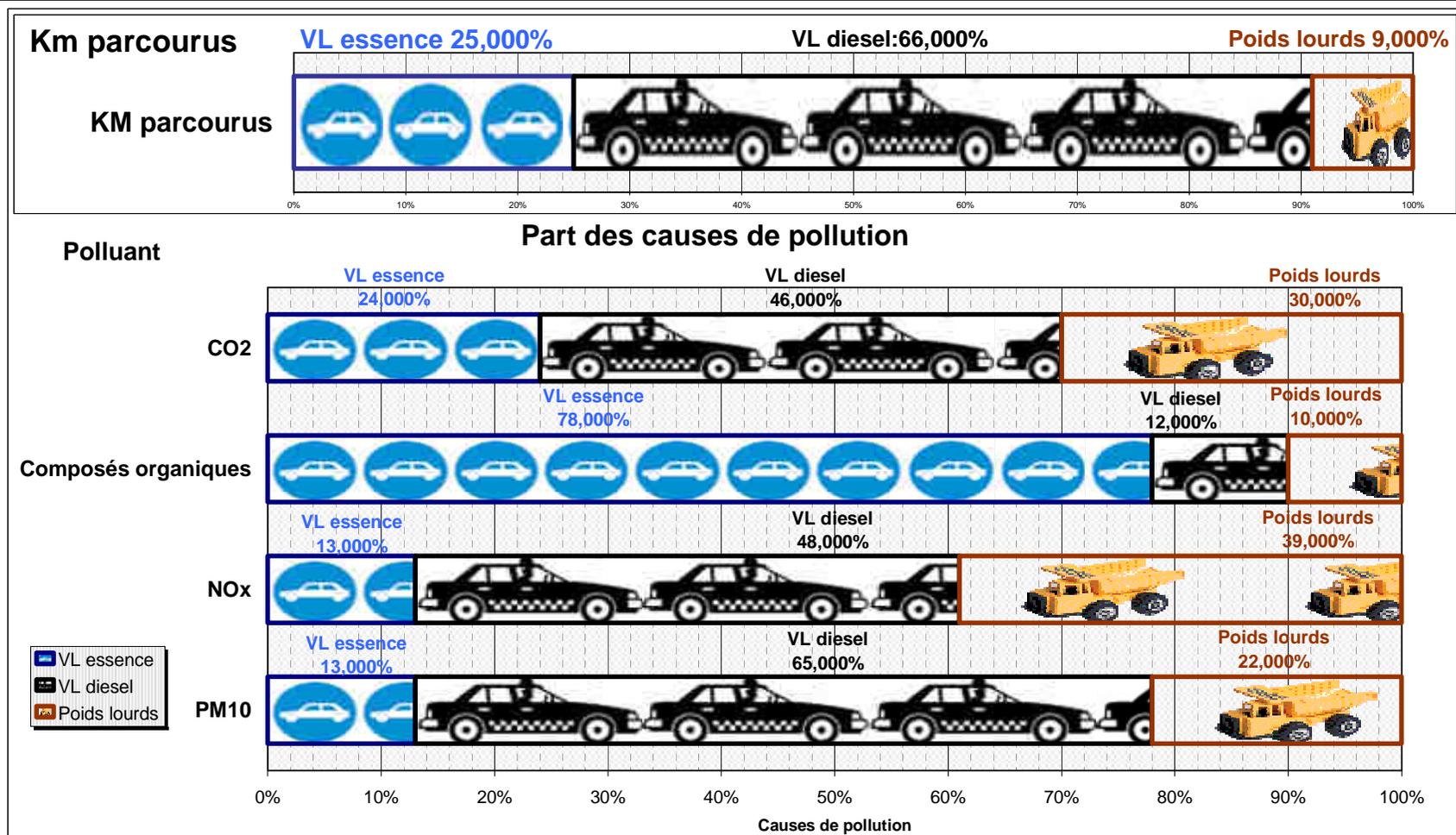


L'évolution de la pollution en PM :

- ⇒ pollution en PM10 : diminution de 15%,
- ⇒ pollution en PM2,5 : diminution de 5% (les filtres à particules des véhicules ne sont pas suffisamment efficaces pour ces PM2,5 qui se condensent après la sortie du pot d'échappement).

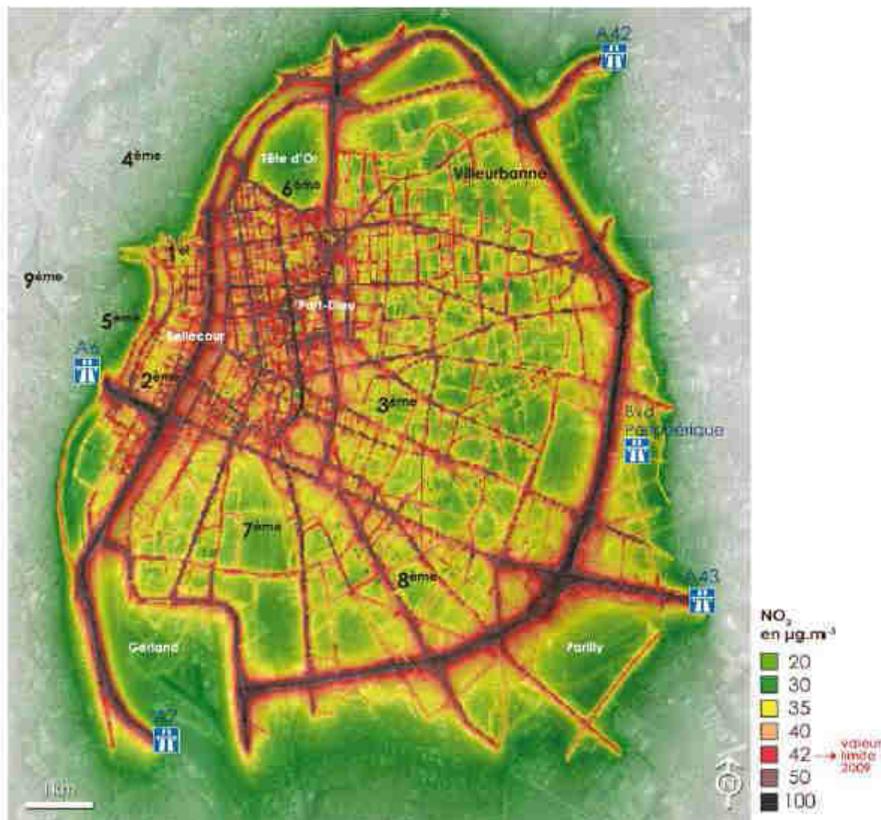
3.3. Le trafic cause majeure de pollution

Comme le montrent les diagrammes ci-dessus, **la cause majeure (86%) de la pollution est le trafic et notamment l'usage immodéré du diesel par les particuliers** qui s'ajoute sa pollution à celle des utilitaires, des poids lourds et des autobus. Le transport essence ne compte que pour 10% de l'ensemble.



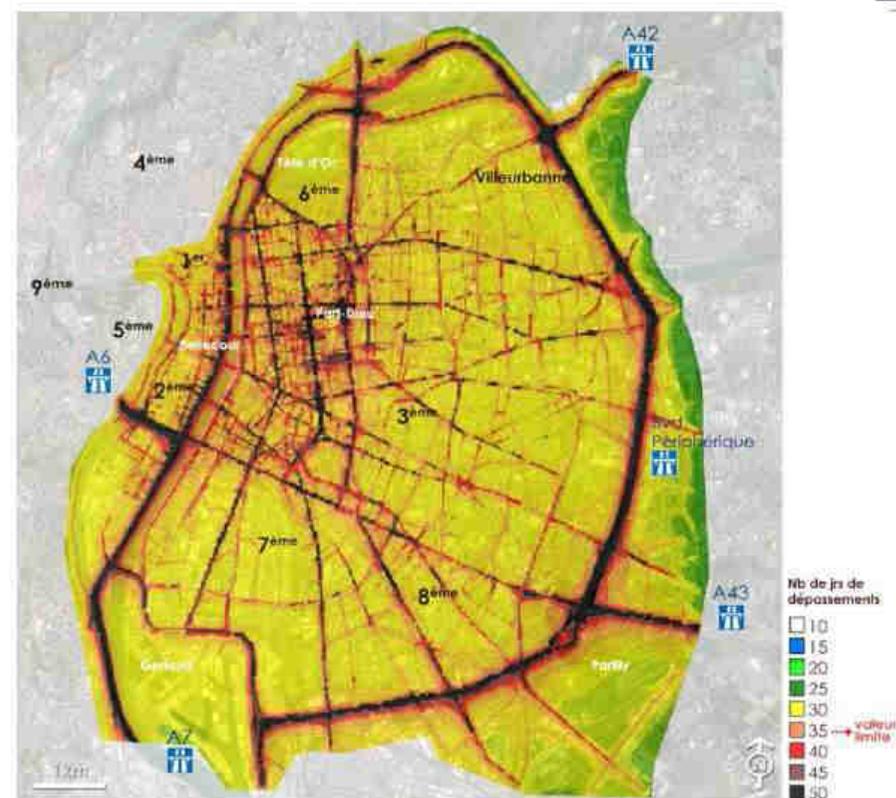
Pollution moyenne sur la métropole lyonnaise. (Données Air Rhône Alpes)

Mais l'origine de la pollution dépend beaucoup du lieu et du moment. Notamment, la concentration des microparticules diminue rapidement en fonction de la distance avec la source. Elle est aussi largement dispersée par le vent.



CONCENTRATION MOYENNE DU NO₂ SUR L'AGGLOMÉRATION LYONNAISE EN 2009

© Atmo-Rhône-Alpes (Sisane 2009) © Google 2009 / IGN 2010



PM₁₀ : NOMBRE DE JOURS DE DÉPASSEMENTS DU SEUIL JOURNALIER DE 50 µg.m⁻³ SUR L'AGGLOMÉRATION LYONNAISE EN 2009

© Atmo-Rhône-Alpes (Sisane 2009) © Google 2009 / IGN 2010

Concentration moyenne de NO₂ et nombre de jours de dépassement de seuils en PM. (Données extraites du projet 2013 de révision du PPA)

3.4. Bilan de la pollution à Lyon

Rappelons les causes de la pollution urbaine :

- ⇒ la moitié de la pollution PM est d'origine industrielle,
- ⇒ un **tiers provient du trafic**, concentré sur les congestions,
- ⇒ un sixième provient du **chauffage au bois** mal contrôlé,
- ⇒ Les ¾ des Oxydes d'azote proviennent des transports.

L'analyse indique que les véhicules diesel génèrent 86% de la nocivité due au trafic.

Or la pollution industrielle a été divisée par 2 et le trafic automobile a plutôt baissé, comme le montre le graphique ci-dessous.

Depuis l'an 2000, comme le montre le graphique ci-dessous, la pollution nocive individuelle des véhicules neufs a baissé de moitié (selon l'UFIP).

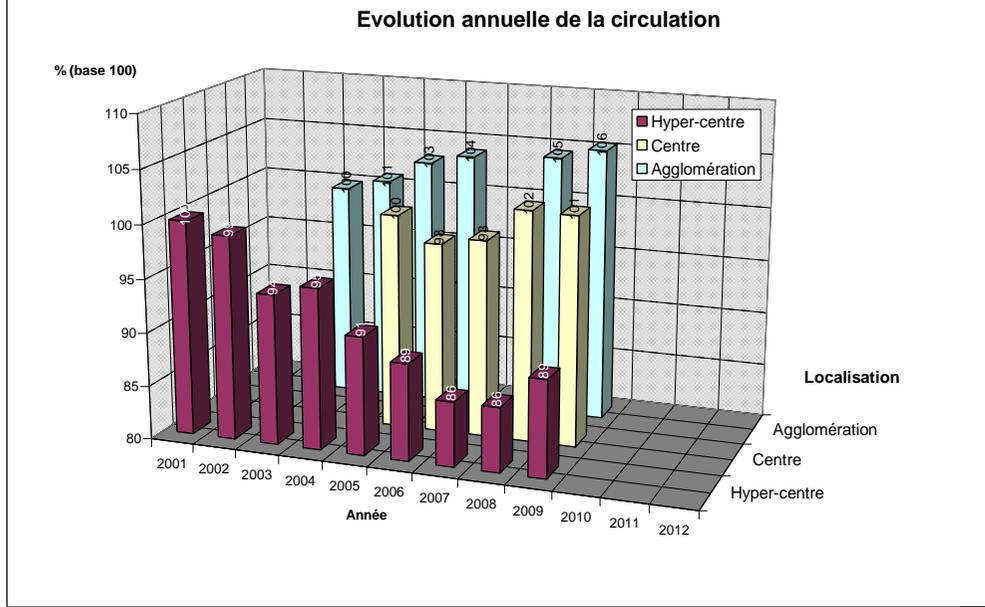
Or, malgré cela, la pollution nocive

- ⇒ est restée **approximativement stable** en moyenne et
- ⇒ **se localise le long des axes embouteillés**,
- ⇒ excède les seuils admis pendant 20% du temps, (en partie à cause du renforcement des seuils),
- ⇒ menace la ville d'**amendes** importantes de la part de l'U.E. comme la France,
- ⇒ **tue 10 fois plus que les accidents de la route** : 200 morts recensés sur 900 000 habitants, soit de l'ordre de ~300 morts prématurées (<65 ans) dans le Grand Lyon.

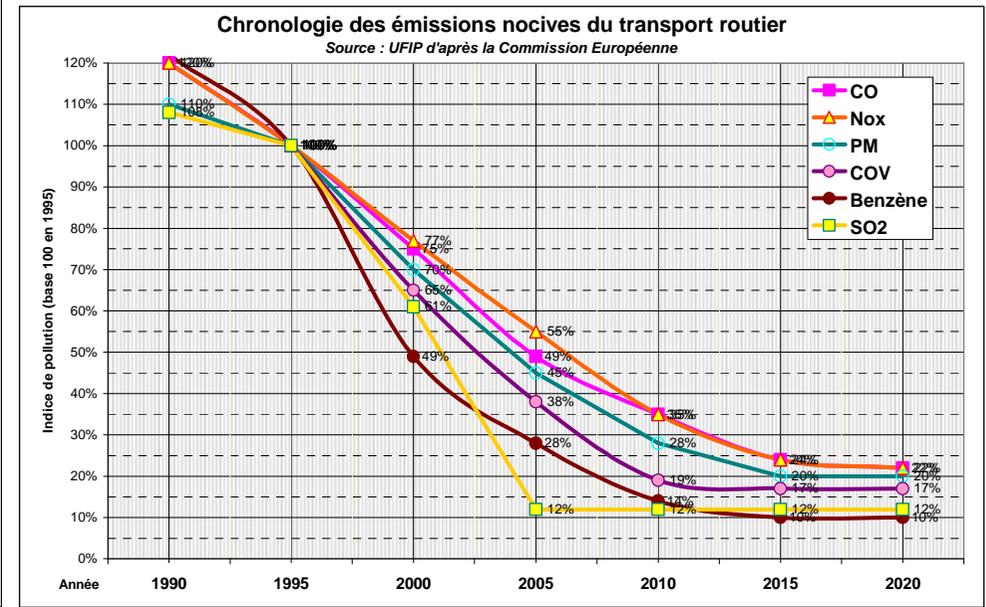
La pollution à Lyon est donc d'un problème dont il est important que responsables politiques, sanitaires, industriels, transporteurs et chaque citoyen doivent se préoccuper.

Pour lutter contre la pollution, il convient de déterminer **une stratégie qui s'attaque aux vraies causes, sans tabou.**

Nous nous proposons d'analyser les Plans de Protection de l'Atmosphère et le Schéma de Cohérence Territoriale du Grand Lyon, et aussi de comparer aussi Lyon avec d'autres métropoles européennes comparables.



Données de circulation extraites du Scot

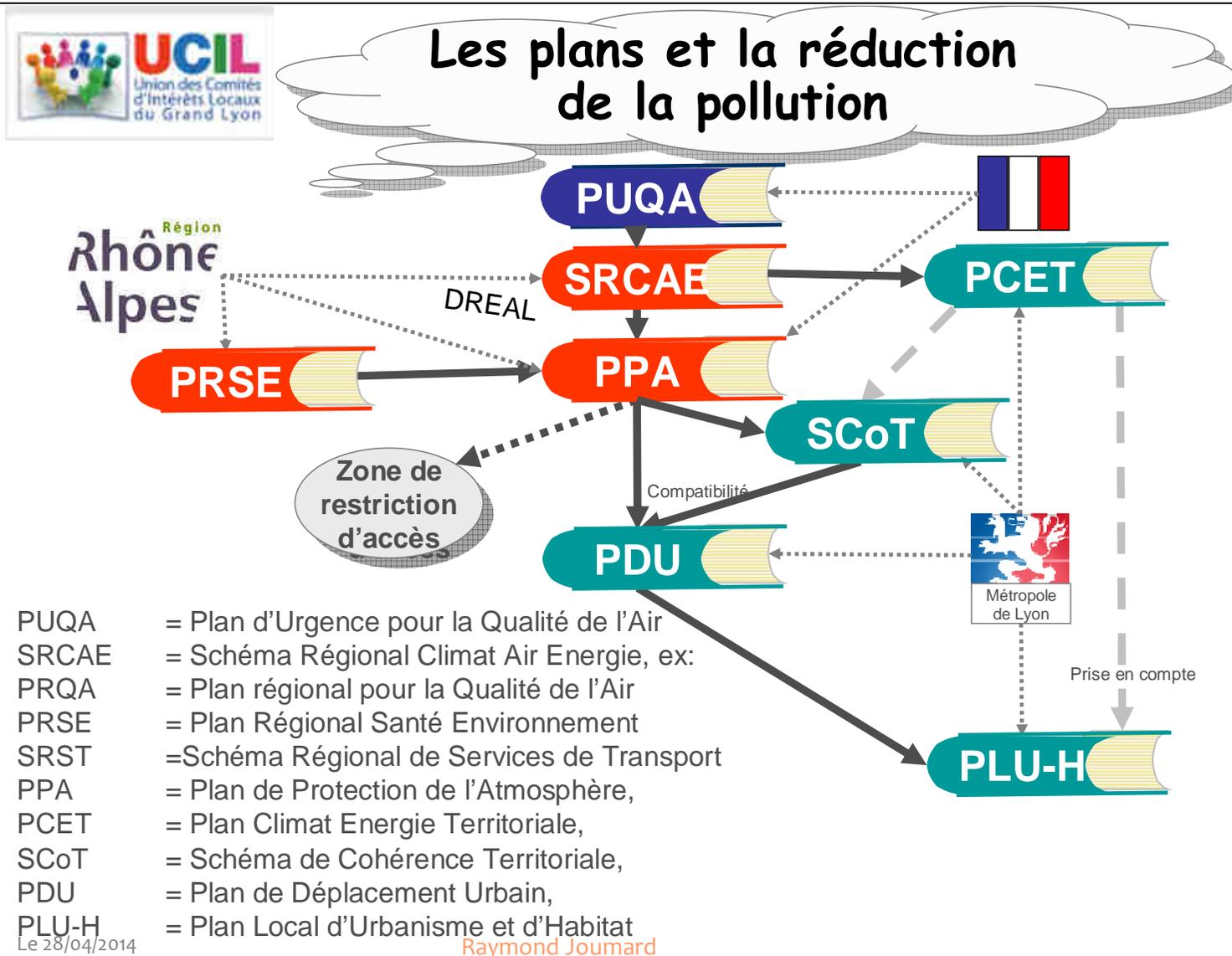


Données fournies par l'UFIP

4. Plan d'Urgence pour la Qualité de l'Air

Plan d'urgence pour la qualité de l'air :

« Des solutions concrètes et durables afin d'améliorer la qualité de l'air en particulier dans le domaine des transports, en lien avec l'élaboration des PPA »



4.1. Historique du PUQA

Ce Plan d'Urgence de la Qualité de l'Air (PUQA) a été :

- ⇒ initialement élaboré lors du ministère de l'écologie Delphine Batho et ses 38 mesures ont été présentées en mai 2013 ;
- ⇒ révisé par le ministère de Philippe Martin, et
- ⇒ son avancement présenté lors du Comité Interministériel de la Qualité de l'Air (le 18 décembre 2013).

Le 30 avril 2013 Delphine Batho a signé une lettre aux préfets pour leur demander de mettre en œuvre très concrètement les actions du plan d'urgence qui relèvent de l'action locale, en lien avec les collectivités, et en cohérence avec les Plans de Protection de l'Atmosphère et leur évaluation de la qualité de l'air.

Il devrait inspirer la révision des quelques PPA non achevés alors.

4.2. Le PUQA et le diesel

Comme on va le voir, dans sa version initiale, ce plan couvre largement le panel des mesures imaginables, sauf une mesure que nos études montre comme essentielle : le différentiel de taxation entre le diesel et l'essence, qu'il est urgent de diminuer progressivement, voire d'inverser.

Cette question n'y a pas été inscrite en connaissance de cause, car en Juin 2013, le Comité pour la Fiscalité Ecologique (CFE) a présenté un avis au Conseil National de l'Air préconisant de **fiscaliser en faveur de la qualité de l'air, et traitant notamment du différentiel de taxation entre le gazole et l'essence.**

Une évolution fiscale a été inscrite dans la loi de finances 2014 sous la forme d'une modulation, pour le parc des véhicules légers de société, de la « Taxe sur les Véhicules de Société » croissante en fonction des pollutions.

Selon le barème du 13.10.2014 la taxation comprend 2 composantes :

- ⇒ l'une selon l'émission de CO₂, par nature plutôt favorable au diesel,
- ⇒ un additif moins élevé pour l'essence croissant selon l'ancienneté du véhicule, plus fortement en cas de diesel.

Donnons un exemple type :

TVS 2015	Coût par g de CO ₂	émission en g/km	Taxe 1	Additif	Taxe
308 150ch diesel	4,0 €	107	428 €	40 €	468 €
308 155ch essence	5,5 €	125	688 €	20 €	708 €

Taux d'émission de dioxyde de carbone	Tarif applicable par gramme de dioxyde de carbone émis
Jusqu'à 50 g/km	0 €
De 51 à 100 g/km	2 €
De 101 à 120 g/km	4 €
De 121 à 140 g/km	5,5 €
De 141 à 160 g/km	11,5 €
De 161 à 200 g/km	18 €
De 201 à 250 g/km	21,5 €
À partir de 251 g/km	27 €

En octobre 2014, une augmentation de 2 c€ des taxes sur le diesel a été décidée, suite d'ailleurs à une baisse générale du coût des carburants et une baisse du différentiel de 0,4c€ aura lieu avec la mise en place de la taxe carbone de 2 c€ sur l'essence et 2,4 c€ sur les diesel. Le différentiel initial était de l'ordre de 20c€.

Ces 2 exemples montrent que l'ampleur des correctifs est insuffisante pour inverser une forte incitation fiscale en faveur des véhicules diesel.

4.3. Les mesures abandonnées

Trois types de mesures ont été abandonnés :

- ⇒ les mesures particulièrement coûteuses pour l'état ou
- ⇒ les mesures les plus contraignantes, qui risquent d'être impopulaires,
- ⇒ des mesures jugées trop coûteuses pour les particuliers.

Hélas, c'est celles qui auraient été les plus efficaces, en complément de la taxation diesel.

Ce sont :

- ⇒ *Priorité 1, mesure n°14* : Inciter à renouveler le parc de véhicules les plus polluants en termes de PM, NO_x et pas seulement en CO₂
- ⇒ *Priorité 1, mesure n°16* : Inciter auetrofit des VP et 2 roues (AMIⁱ),
- ⇒ *Priorité 1 mesure n°13* : Créer des ZAPAⁱⁱ, c'est-à-dire interdire ou faire payer l'accès au centre ville en modulant selon la nocivité des véhicules,

Développer des technologies améliorant la qualité de l'air et de bruit des véhicules non électriques, y compris les 2 roues.

4.4. Les mesures retenues et leur avancement

Dans sa version de fin 2013, le PUQA se compose donc de 35 mesures dont 29 formalisées et **6 encore en étude en 2014¹**.

Elles sont classées en 5 « priorités » d'actions(1) :

- ⇒ 1- Inciter aux transports propres (1-26),
- ⇒ 2- Réguler le trafic dans les zones les plus polluées (27-32),
- ⇒ 3- Réduire la pollution des combustions (33-34),
- ⇒ 4- Alléger la fiscalité des véhicules les moins polluants,
- ⇒ 5- Sensibiliser pour changer les comportements (35-38).

On peut s'interroger sur le concept de priorité retenu, qui nous semble plutôt à l'opposé du principe d'efficacité. En effet, plus le délai d'effet des actions est grand, plus il nous semble utile de les anticiper.

La plupart des mesures retenues sont :

- ⇒ soit peu coûteuses, soit financièrement équilibrées, pour l'état,
- ⇒ soit déléguées aux collectivités locales,
- ⇒ soit déléguées aux organismes publics et aux entreprises privées.

4.4.1. **Priorité 1 : Inciter aux transports propres**

4.4.1.1. Favoriser le covoiturage

(1)définition, (2)label, (3)aires, (4)compétence de substitution aux AOMDⁱⁱⁱ.

<http://www.espacedestemps.grandlyon.com/ Services de mobilite/doc /Enqu%EAt%20Covoiturage%202012.pdf>

4.4.1.2. Favoriser la logistique des derniers km du transport de marchandises

Par une charte de logistique adaptée aux spécificités des collectivités :

- ⇒ (5) Conférer compétence aux AOMD sur cette logistique,
- ⇒ (6) Optimiser les tournées de livraison par des réglementations municipales,
- ⇒ (7) Faciliter l'accès par les véhicules les plus propres (identifiés par pastille) *et une charte d'engagements volontaires proposée par le MEDDE.*
- ⇒ (8) Accompagner des plates-formes logistiques près des agglomérations,
- ⇒ (9) Réserver des quotas d'espaces à la logistique des derniers kilomètres, dans les PLU et les ZAC,
- ⇒ (10) Développer le recours à des alternatives (vélos-cargos ou triporteurs).

4.4.1.3. Accélérer le développement de véhicules électriques

Les subventions concernent :

- ⇒ (11) Créer des infrastructures de recharge / véhicules électriques,
- ⇒ (12) Aider à l'acquisition de véhicules particuliers électriques, voitures, deux-roues, vélos à assistance électrique, 27% du coût d'acquisition du véhicule (plafonnée à 6300€), via un AMI « mobilité et véhicules routiers » et de l'ADEME^{iv},
- ⇒ (13) Développer les véhicules utilitaires électriques et hybrides : VUL, PL, autobus, autocars, AMI « véhicules du futur ».
- ⇒ (14) Faciliter l'accès au centre ville aux véhicules les plus propres, selon leur identification.

¹ En orange dans ce document.

4.4.1.4. Renouveler le parc de véhicules polluants

La stratégie du plan consiste à

- ⇒ (15) Inciter auetrofit bon marché de véhicules PL, par un AMI à étudier ;
- ⇒ (16) Inciter auetrofit des VP et 2 roues (AMI), développer des technologies des véhicules non électriques, y compris 2 roues ;
- ⇒ (17) Réduire les émissions dans les aéroports (notamment en modulant la taxe des aéronefs) ;
- ⇒ (18) Développer l'éco-entretien des véhicules : (moteurs, plaquettes de frein, pneus...).

4.4.1.5. Développer les transports en commun propres

Concernant les transports en commun, le plan PUQA propose les mesures suivantes (à effet marginal) :

- ⇒ (19) Intégrer l'enjeu « qualité de l'air » dans le prochain appel à projets pour les transports en commun en site propre (TCSP),
- ⇒ (20) Offrir plus de transports collectifs en période de restriction de circulation pour pollution,
- ⇒ (21) Mettre en place plus de Plans de Déplacement, *d'entreprises, interentreprises, d'administrations, d'universités*, et améliorer leur contenu notamment en cas d'épisode de pollution,
- ⇒ (22) Développer des pédibus et vélo-bus pour le ramassage scolaire.

5.4.1.6. Développer les aménagements pour le vélo et la marche

Pour favoriser l'usage du vélo, le PUQA propose de :

- ⇒ (23) Développer un « service public du vélo » : en conférant compétence aux AOMD en cas de défaillance de l'offre privée :
 - ⇒ le vélo en libre-service,
 - ⇒ la location de vélo de longue durée,
 - ⇒ la création d'espaces de type «Maison du Vélo»,
 - ⇒ Créer des abris à vélos dans les immeubles existants.
- ⇒ (24) Promouvoir le développement des « modes actifs de mobilité », par des évolutions réglementaires, en veillant à la sécurité des usagers.

Exemple amende renforcée pour stationnement sur une piste cyclable.

- ⇒ (25) Concevoir (collectivités) une inter-modalité cohérente intégrant des itinéraires cyclables, piétons et des stationnements sécurisés, en communiquant sur les bénéfices pour la santé, via les Plans Piétons & Vélos, en lien avec les AOMD ;
- ⇒ (26) Etudier l'opportunité et la mise en place d'une indemnité pour les déplacements domicile – travail en vélo (étude auprès d'entreprises volontaires).

4.4.2. Priorité 2 : Réguler le trafic dans les zones polluées

Ces mesures d'ordre public environnemental sont :

- ⇒ (27) Réguler les axes fortement fréquentés à la vitesse régulière de 70 à 90 km/h, *reconnue optimale du point de vue de la pollution et de la sécurité routière* ;
- ⇒ (28) Développer des mesures la gestion dynamique du trafic^v, sur les voies rapides urbaines, sur la base d'expériences réussies (2013-2015),
- ⇒ (29) Renforcer les mesures d'urgence en cas d'épisode de pollution ;
- ⇒ (30) Instaurer une politique modulée de stationnement payant (collectivités) en fonction de l'identification de la classe des véhicules ;
- ⇒ (31) Identifier 3 catégories de véhicules selon leur date de mise sur le marché, avec des vignettes de couleurs^{vi} ;
 - 1* et 2* (20,5 % du parc), les plus émetteurs,
 - 3* (17,3 % du parc),
 - 4* et 5* (62,2 % du parc) ;
- ⇒ (32) Mettre en œuvre technique, économique et juridique à l'étude en concertation avec les collectivités locales^{vii}.

4.4.3. Priorité 3 : Réduire la pollution des combustions

- (33) Abaisser les limites d'émission des installations industrielles ;
 (34) Réduire les émissions des appareils de chauffage au bois anciens et des foyers ouverts :
 ⇒ Expérimentation en cours d'une aide à la conversion cofinancée par l'ADEME et les collectivités dans la vallée de l'Arve,
 ⇒ Interdiction de l'utilisation des foyers ouverts dans certains PPA^{viii},
 ⇒ Label volontaire flamme verte développé par l'ADEME.

4.4.4. Priorité 4 : Promouvoir fiscalement des solutions de mobilité plus vertueuses

Limitée à une législation élargissant l'assiette de la Taxe sur les Véhicules de Sociétés (TVS) pour la fonder non seulement sur les émissions de CO₂, mais aussi sur l'émission de polluants, en fonction du carburant (diesel ou essence) et de l'année de fabrication.

4.4.5. Priorité 5- Sensibiliser pour changer les comportements

- (35) Dans les plans de déplacement (PDU...) bilan de gaz à effet de serre, en plus du bilan carbone des trajets, un inventaire des polluants locaux,
 Etiquetage «climat et qualité de l'air» pour intégrer dans les décisions la qualité de l'air et les enjeux sanitaires associés ;
 (36) Prendre en compte la politique de l'air dans les politiques de transports, de planification et d'urbanisme ;
 (37) Justifier les politiques locales de mobilité durable par les objectifs de qualité de l'air ;
 Encourager la marche et le vélo, l'auto-partage, le vélo-partage, le covoiturage, les règles de circulation ;
 (38) Information des pic de pollution des particuliers et des conducteurs.

4.5. Analyse du PUQA

Nous sommes conscients que les conclusions que nous allons prononcer, ci-dessous sont iconoclastes, mais elles découlent logiquement de l'analyse de la réalité technique qui sera détaillée dans le chapitre suivant. L'adoption progressive de la norme Euro 6 (et marginalement les autres mesures du plan) aura un effet bénéfique, mais qui risque d'être insuffisante.

Si l'on réalise que l'ensemble des mesures adoptées par le plan, vu l'expérience des 10 dernières années, nous craignons que la réduction de la pollution s'avère toujours insuffisante pour suivre le renforcement des normes européennes, et qu'elle se heurte malheureusement aux imperfections des filtres à particules qui n'éliminent pas les PM_{2,5}, dont l'efficacité se détériore dans les bouchons urbains et qui sont coûteux à remplacer.

En revanche, nous pensons que la pollution chuterait plus rapidement et significativement sous les seuils autorisés, moyennant quelques mesures abandonnées dans le plan, comme :
 ⇒ annoncer rapidement l'inversion du différentiel de taxation essence diesel (voire annoncée, progressive) ;
 ⇒ annoncer rapidement des bonus malus plus favorables à l'essence ;
 ⇒ réguler la vitesse à 50km/heure sur tous les axes urbains (mesure exprimée de façon ambiguë), pas seulement périphériques ;
 ⇒ annoncer que l'on va dissuader l'accès (ou le stationnement) en ZAPA^{ix} des véhicules les plus polluants, qui sont les véhicules diesel.

Certes, des mesures contraignantes, comme celles-ci, seraient populaires.

5. Plan de Protection de l'Atmosphère



Photo : <http://i-medias.info/presse>

U.C.I.L. 50 rue Saint-Jean 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

En 2007, année touchée par une mauvaise qualité de l'air, 100% de la population a été exposée.

5.1. Définition du PPA

Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) est un plan d'actions, arrêté par le Préfet, qui a pour objectif de réduire les émissions de polluants atmosphériques et de maintenir ou ramener, dans la zone du PPA concerné, les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux normes fixées à l'article R. 221-1 du code de l'environnement.

Le plan que nous nous proposons d'analyser est la version révisée en 2014 du plan 2005-2010 du Plan de Protection de l'Atmosphère. La révision concerne la période 2010-2015, quasiment achevée.

La révision 2014 du PPA, fait des constats sur la pollution, fixe des objectifs, présente des propositions d'actions.

Nous en analysons l'efficacité, la cohérence et les lacunes.

5.2. Le constat du PPA

Le constat du Plan de Protection de l'Atmosphère valide complètement nos constatations : la qualité de l'air reste problématique sur la région lyonnaise. Les polluants dépassent régulièrement les valeurs réglementaires sur la période 2007-2010.

Le long des axes routiers toutes les stations trafic présentent des dépassements des valeurs réglementaires :

- ⇒ des particules PM10,
- ⇒ du dioxyde d'azote NO2,
- ⇒ du benzène, et du Benzo(a)Pyrène,
- ⇒ de l'ozone.

En proximité des zones industrielles,

3 stations sur les 5 de l'agglomération lyonnaise dépassent au moins une valeur réglementaire (particules PM10 ou benzo(a)pyrène).

En situation de fond (urbain ou périurbain) : sur la moitié des stations, au moins un dépassement en particules ou en ozone est constaté.

Une partie de la population est exposée à un air nuisible à sa santé, pollué à des niveaux supérieurs à la valeur limite en année normale (2009) :

- ⇒ pour le dioxyde d'azote, près 1 Lyonnais sur 2,
- ⇒ pour les particules PM10 près de 1 lyonnais sur 4.

5.3. Objectifs du PPA de réduction de la pollution

5.3.1. Objectif en termes de concentrations

Ramener les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux valeurs réglementaires, avec une priorité sur les particules et les oxydes d'azote.

5.3.2. Objectif en termes d'émissions

L'objectif proposé par le PPA est de décliner la directive plafond au niveau local et d'atteindre un objectif de baisse

- ⇒ de 40% des émissions d'oxydes d'azote, et
- ⇒ de 30% des émissions de particules PM10.

5.3.3. Objectif d'exposition de la population

Les objectifs d'exposition de la population sont de :

- ⇒ tendre à une exposition minimale de la population et
- ⇒ traiter les points noirs résiduels par des actions spécifiques.

Notons que ces derniers objectifs ne nous paraissent pas totalement explicites.

5.4. Les actions préconisées par le PPA

Industrie	Résidentiel	Transport
Installations Classées pour la Protection de l'environnement 1) Surveiller et faire diminuer les émissions.	Chauffage au bois 7) Connaître le parc de chauffage.	Dans les PDU 2015 14) fixer des objectifs de diminution de : 10% en PM et NOx sur le PPA, 19 % en PM et 17% en NOx en son centre.
Chaudières à biomasse ou carburant de 2 à 20 MW.	8) Fixer des objectifs de qualité pour le bois sec, avec label.	Plans de déplacements professionnels 15) Plans de Déplacement Administrations et Plans de Déplacement Entreprises de plus de 250 salariés et les suivre.
2) Abaisser les limites admises d'émissions.	9) Interdire progressivement l'utilisation des foyers ouverts.	
Chaufferies	10) Financer les chauffages au bois peu polluants.	Charte CO2 16) Évaluer l'impact sur la qualité de l'air du développement de la charte CO2. Restrictions de circulation 20) des restrictions - de circulation permanente pour les PL et VUL - de vitesse sur certains axes pour améliorer la fluidité du trafic. 21) En cas de pic de pollution : étendre et renforcer les actions inter-préfectorales.
5) Conditionner les aides aux nouvelles chaufferies.	11) Interdire les autres.	
6) Limiter les chaufferies collectives au bois.	12) Interdire les brûlis de déchets.	
	13) Sensibiliser.	
Carrières et TP	Urbanisme	
7) Améliorer les pratiques.	17) Tenir en compte de la qualité de l'air dans l'urbanisation (SCoT, PLUH).	
4) Une charte « chantier propre ».	18) Fournir une carte de la qualité de l'air dans les « porter à connaissance ».	
	19) Traiter spécifiquement les "points noirs" de l'air par :	
	a) déplacement ou établissement de population sensible.	b) actions transports sur axes spécifiques.

5.5. Analyse critique des mesures du PPA

Compte tenu des tendances actuelles, on peut penser que les mesures concernant l'industrie et le résidentiel vont continuer à assurer la diminution de la pollution ayant ces origines.

Concernant la pollution due aux transports, compte tenu du fait que l'évolution actuelle est plutôt à la stagnation si ce n'est à l'augmentation, il nous semble que des **actions plus systématiques s'imposeraient pour obtenir l'efficacité compatible avec les objectifs.**

Comme le Plan n'est sorti que quelques mois avant la fin de sa période de validité, il prévoit déjà que l'objectif ne sera pas atteint sur divers critères.

Parmi les mesures non planifiées susceptibles de diminuer les

émissions de polluants du trafic, sans prétendre à viser l'exclusivité citons :

⇒ des mesures tendant à **ne plus décourager l'achat (malus)**

et l'utilisation de véhicules à essence (taxes sur les carburants), beaucoup moins polluants qu'au gazole,

⇒ les **encouragements à l'utilisation de véhicules moins générateurs de polluants nocifs**, à accumulation d'énergie (hybrides, électriques, compression d'air...),

⇒ la création de **transports collectifs électriques, en site propre** (métro, tram, ou autres plus innovants..., une meilleure utilisation des voies ferrées existantes),

⇒ la création massive de **parcs relais près des transports collectifs rapides** (métro),

⇒ la création d'**axes urbains de déplacement fluides** (à vitesse minimale de 50km/h),

⇒ des infrastructures de **suppression des points journaliers de congestion** (accès à l'A7 vers le sud, pont Pasteur et rond point Tony Garnier, Tassin la Demi-lune...),

⇒ la mise au programme de la prochaine décennie d'au moins un **contournement fluide de l'agglomération** (CEL, COL, TOP, anneau des sciences ou autre),

⇒ des **péages sur les ouvrages urbains les plus encombrés** par des véhicules pouvant utiliser les contournements (tunnel de Fourvière, voire ZAPA à plus large cible dans le centre).

Malheureusement une grande part de ces mesures à effet urbain ou régional est du ressort d'une décision ou d'une réglementation nationale.

L'autre partie n'est même pas envisagée ou est loin d'être décidée au niveau local.

Certes les mesures locales pourraient être préconisées par les futures révisions des autres plans (SCoT, PDU), mais on peut se demander si elles le seront à cause :

⇒ de leur délai de réalisation (TOP^x)

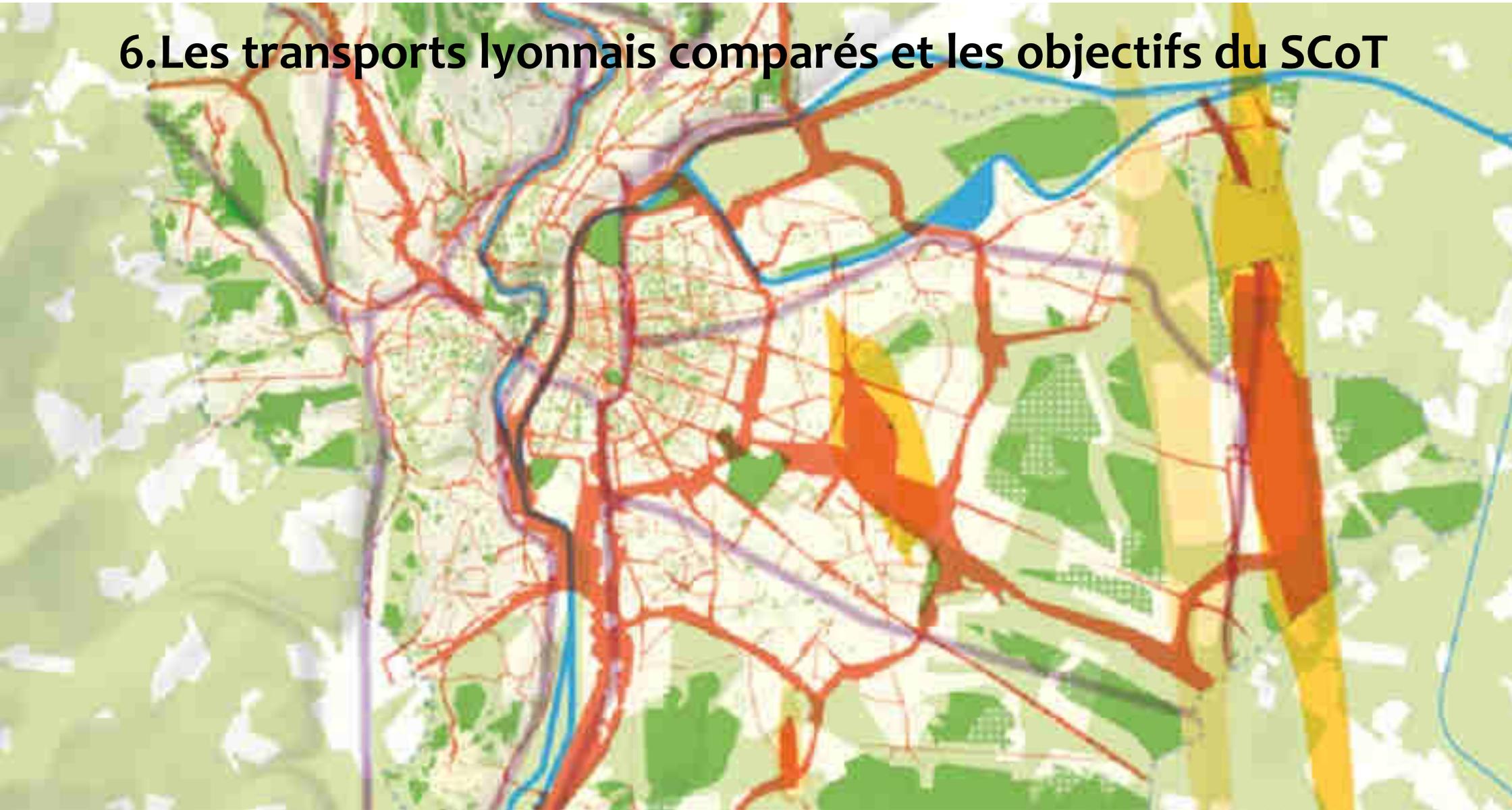
⇒ de manque de financement (Parcs relais)

⇒ de leurs conséquences contraignantes (ZAPA),

⇒ de résistances parfois dogmatiques, malgré leur faible coût (suppression des points noirs et régulation de trafic).

Si ce n'est pas le cas, il nous semble optimiste de penser que les objectifs de diminution de la pollution seront atteints en 2020, malgré la mise en service des normes Euro6 et Euro7.

6. Les transports lyonnais comparés et les objectifs du SCoT



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)
Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

Dans ce chapitre, nous présentons les orientations du SCOT et la comparaison de Lyon avec les 24 autres métropoles européennes, les plus peuplées, non capitales (définies au chapitre 1), sur les points suivants :

- ⇒ Les besoins de mobilité,
- ⇒ L'usage des modes de déplacement,
- ⇒ La disponibilité de modes de transports peu polluants,
- ⇒ La fluidité du trafic.

6.1. La politique de modes de transport du SCoT^{xi}

Le fondement exprimé de cette politique est « Réduire la part de la voiture dans les déplacements dans l'agglomération ».

Pour cela, le SCoT milite notamment pour la **proximité domicile-travail**.

Le SCoT définit de 5 orientations de transports :

- ⇒ L'évolution modale des déplacements de personnes,
- ⇒ L'évolution modale des transports de marchandises,
- ⇒ La desserte du territoire,
- ⇒ La multipolarité &
- ⇒ l'intégration urbaine des infrastructures.

Dit autrement, le SCoT préconise :

- ⇒ la promotion des formules de déplacements peu polluants (marche à pied, vélo, transports en commun etc.) ;
- ⇒ des solutions pour une distribution écologique sur le dernier km ;
- ⇒ la proximité du domicile et du travail par rapport aux stations de transport ;
- ⇒ des possibilités pour garer son véhicule près des stations de transport en commun ;
- ⇒ des ouvrages d'art et des aménagements de voirie pour faciliter la mobilité.

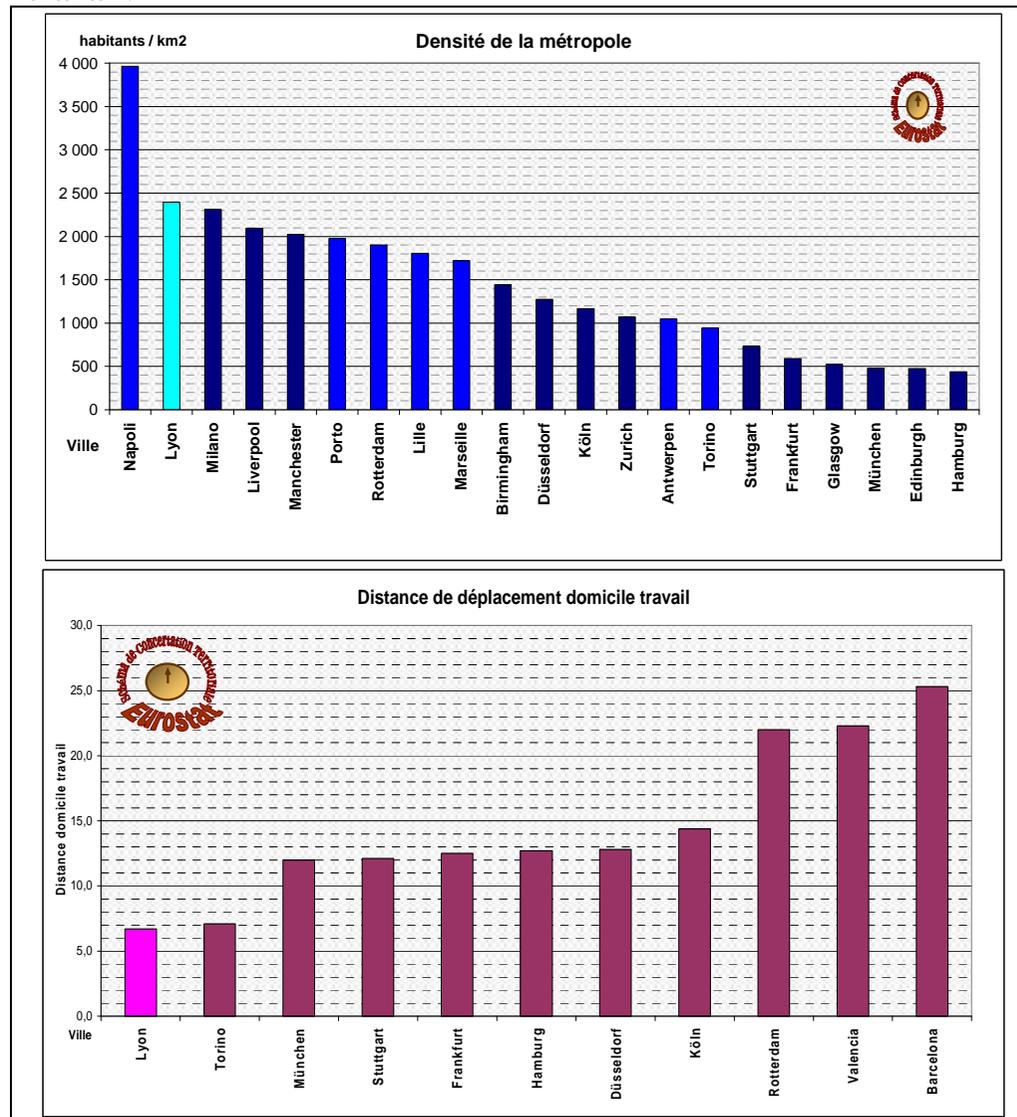
6.2. Lyon comparée aux métropoles européennes

Nous avons comparé Lyon aux 23 autres métropoles à l'aide d'indicateurs officiels, essentiellement ceux fournis par Eurostat.

Certains indicateurs utilisés par le SCoT coïncident avec les indicateurs Eurostat, d'autres non. Indiquons également que le SCoT fournit les valeurs initiales en 2010, mais ne fournit pas encore, hélas, de valeur mise à jour les années suivantes.

6.2.1. La densité et la proximité du travail à Lyon

La métropole Lyonnaise est celle où, à l'exception de Naples, la densité de population est la plus forte. Ce facteur favorise la **proximité domicile-travail**.



Cette distance moyenne domicile-travail (connue en 2008) pour Lyon

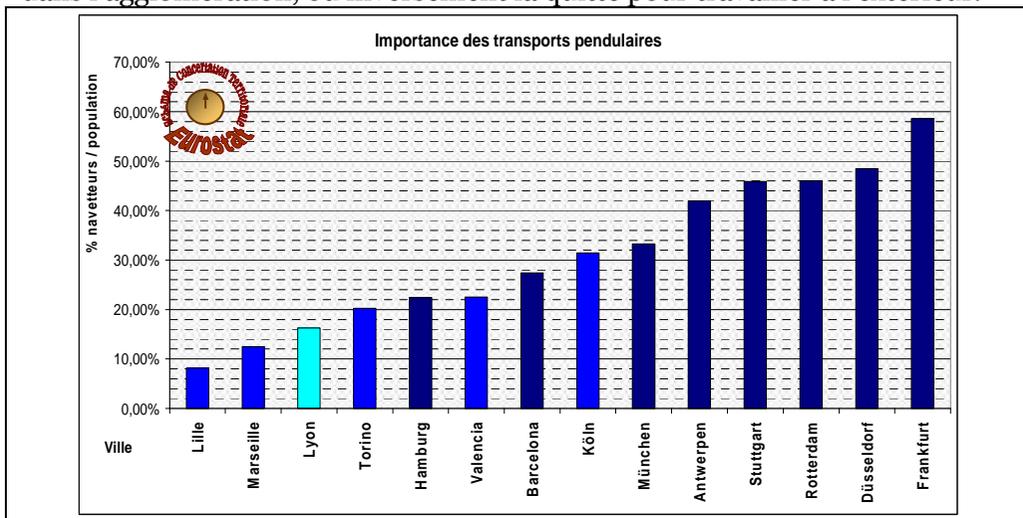
- est de :
- ⇒ 5,7 km dans la même commune,
- ⇒ 7,8 km si le travail n'est pas dans la même commune (65% des cas),
- ⇒ soit 7.1 km en moyenne pondérée.

Le diagramme de comparaison ci-après montre que :

Parmi les métropoles où cette distance est renseignée, Lyon est celle des métropoles qui indique la distance domicile travail la plus courte.

6.2.2. L'importance des pendulaires

Les pendulaires (ou navetteurs) sont les personnes qui viennent travailler dans l'agglomération, ou inversement la quitte pour travailler à l'extérieur.



Naturellement, le nombre de navetteurs dépend fortement des limites prises en compte pour ce calcul. D'où un côté un peu arbitraire.

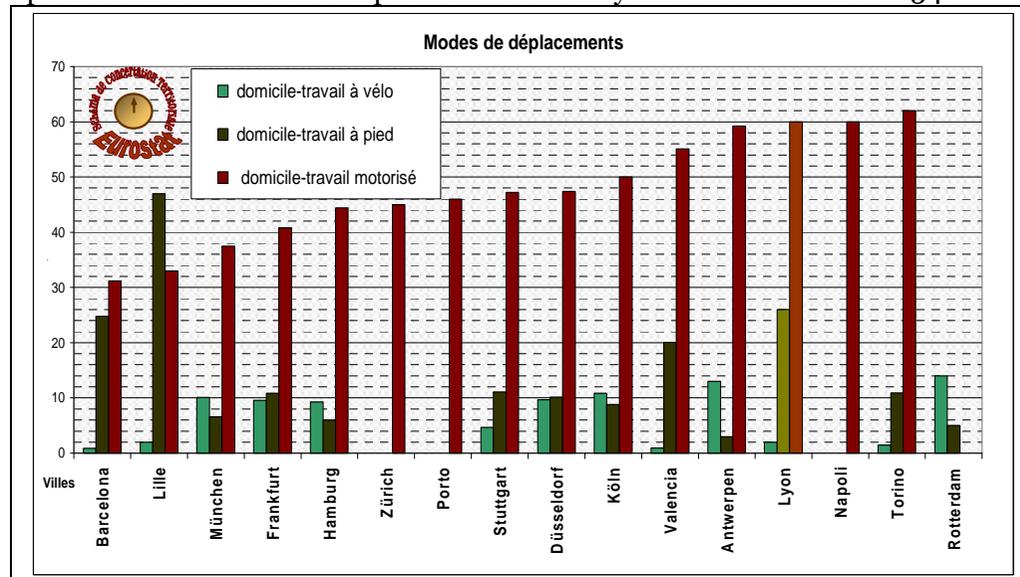
Avec 200 000 pendulaires, le ratio nombre de navetteurs / population place Lyon 3^{ème} / 14 métropoles européennes (ayant renseigné les navetteurs).

Proximité du travail, nombre limité de navetteurs, les conditions structurelles de base semblent réunies pour que l'accès au travail soit facile à Lyon.

Malheureusement, dans les faits, la situation est loin d'être idyllique.

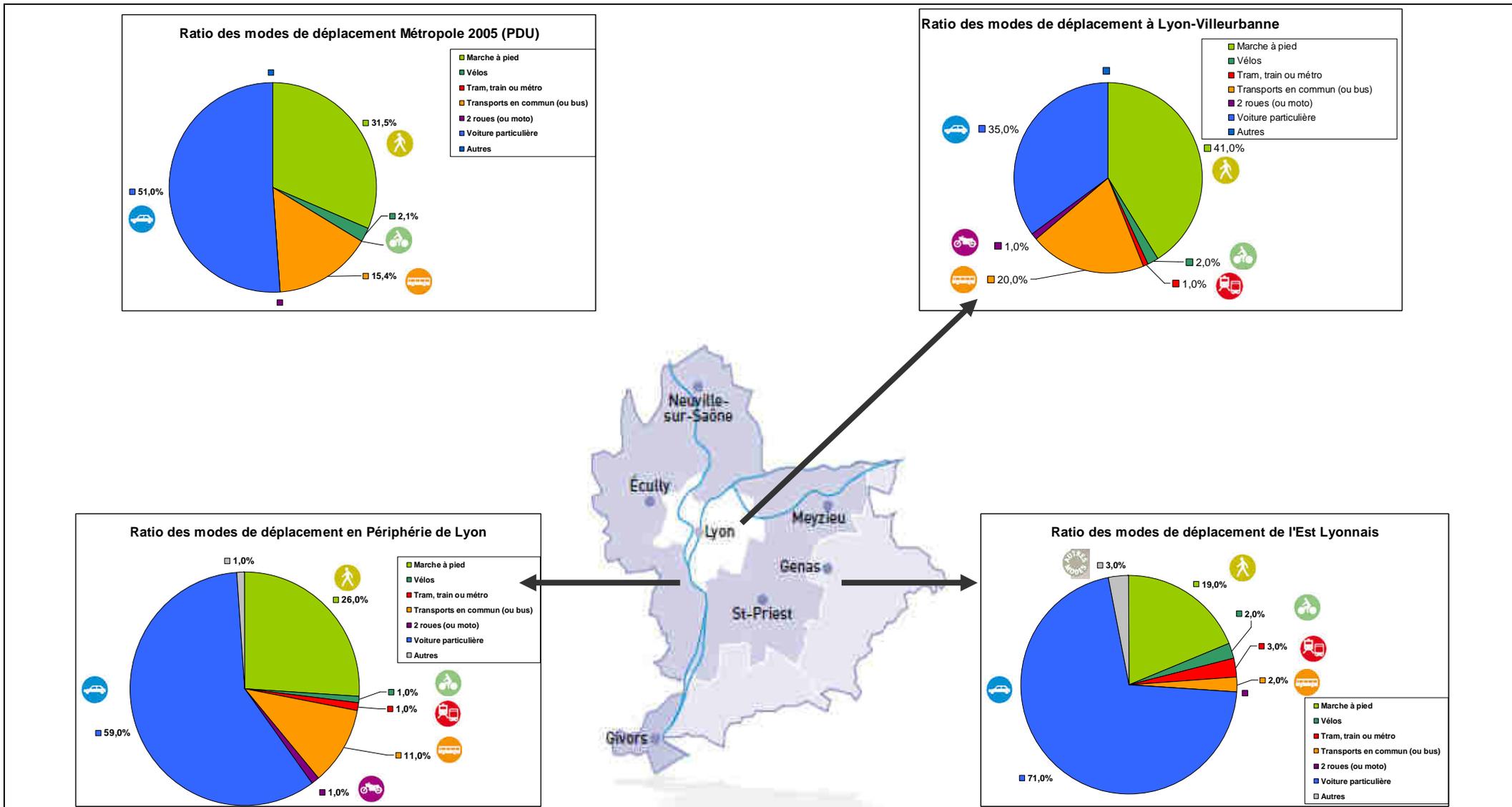
6.2.3. Les modes de déplacement à Lyon

Les pendulaires viennent dans la métropole Lyonnaise autant depuis la partie Est de la métropole que depuis l'Est Lyonnais qui n'en fait pas partie. Aussi, les statistiques ont été élaborées de façon distincte et non pas globale, comme les indicateur Eurostat. Il faudrait établir une moyenne pondérée pour avoir des valeurs comparables. Cette moyenne est de l'ordre de 54%.



Dans la métropole lyonnaise, on note une utilisation relativement importante des véhicules thermiques puisque Lyon figure seulement 13^{ème} / 16, concernant leur non usage. Le PDU rappelle également que la voiture monopolise 95% de l'espace public.

Or, comme nous l'avons indiqué et comme le rappelle le PDU, la voiture particulière est la principale responsable de la pollution générée par la mobilité quotidienne des habitants de l'agglomération lyonnaise, très loin devant les transports collectifs pour toutes les catégories de polluants. Mais notre étude montre que la cause en est particulièrement les embouteillages, souvent évitables et parfois créés artificiellement pour faire circuler les transports en commun !



6.2.4. Les transports collectifs à Lyon

6.2.4.1. L'utilisation des transports collectifs à Lyon

Comment expliquer cette forte utilisation de véhicules motorisés, essentiellement de la voiture particulière, par rapport aux transports collectifs ?

Un des critères de choix majeur du mode de déplacement est le temps de déplacements. Le temps considéré comme acceptable notamment à Lyon est de l'ordre d'une demi-heure.

6.2.4.2. L'accessibilité aux transports collectifs

Un critère majeur de l'attrait des transports collectif est la distance restant à faire à pied.

Les indicateurs caractérisant l'attractivité des transports collectifs sont :

- ⇒ la durée des trajets domicile-travail,
- ⇒ le ratio des domiciles et des lieux de travail situés à proximité des stations exprimant l'accessibilité à la desserte.

Le SCoT comptabilise ces dessertes de proximité par les corridors urbains :

- ⇒ à moins de 500 m des lignes du réseau d'agglomération et
- ⇒ à moins de 1 km autour des arrêts du réseau métropolitain.

Part	de résidence	d'emplois
Proche des corridors urbains (<500m)	42,0%	46,0%
Autour des gares (< 1km)	53,0%	58,0%
Au sein d'un de ces 2 périmètres	67,0%	69,0%
Desservis de la résidence au travail	53,8%	
Travaillant avec leur voiture		15,0%
Travaillant avec leur voiture ou mal desservis	54,3%	

Selon le Sytral 2008, Sirene 2010 (Insee), Spot Thema.

Le ratio de desserte explique qu'environ 54% des travailleurs doivent utiliser un véhicule motorisé, alors que le pourcentage constaté est de 35% à 71% soit en moyenne de l'ordre de 53%, selon le PDU (et 56% en 2007 selon Eurostat).

Il est donc **illusoire d'espérer diminuer ce taux**, sauf à rendre les « modes doux » et les transports collectifs plus attractifs, en augmentant notamment :

- ⇒ leur proximité,
- ⇒ leur rapidité,
- ⇒ leur fréquence.

6.2.4.3. Fréquentation des transports collectifs

Le SCoT analyse la fréquentation des transports collectifs.

En 2010 (par rapport à la population 2008 du SEPAL) :

- ⇒ 382 375 000 voyages/an/habitant sur le réseau TCL, soit 288 voyages/habitant /an en 2010 ;
- ⇒ 1 740 000 voyages/ an sur le réseau Conseil général du Rhône ;
- ⇒ + 89 000 montées-descentes / jour : dans les 34 gares TER de l'agglomération,
- ⇒ + 50 000 transports à la demande.

Il serait intéressant de disposer des statistiques actualisées et le complément dû notamment à la ligne Lyon-Saint-Exupéry desservie depuis 2010, qui dépassent 400 000 et à la prolongation du métro B vers Oullins.

	travail	études	Autre motif
Motif d'utilisation du réseau	1/3	1/3	1/3

Cependant, les périodes critiques sont les périodes de déplacements domicile-travail, à analyser particulièrement.

A Lyon, le nombre de trajets domicile-travail en voiture (200 000) est de l'ordre du nombre d'allers-retours effectués en transport collectifs (235 000).

L'usage important de la voiture est donc à rechercher dans le manque d'attractivité des transports collectifs.

6.2.4.4. Les indicateurs de desserte du SCoT

Le SCoT propose des indicateurs qui sont le nombre de stations et la longueur du réseau (existants en décembre 2010 ou financés dans le Plan de mandat du SYTRAL). L'analyse de ces indicateurs explicite en partie, mais en partie seulement la desserte des transports collectifs.

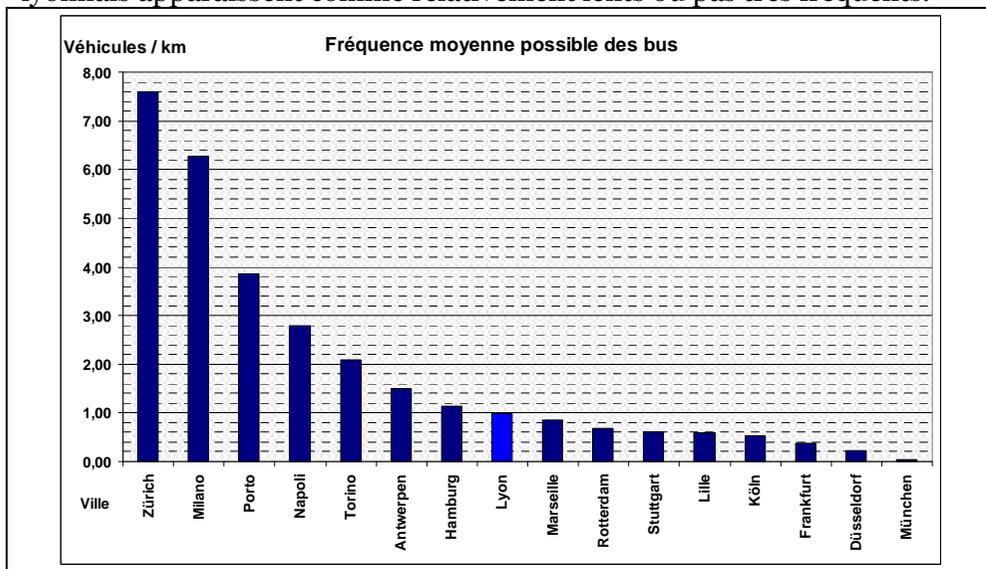
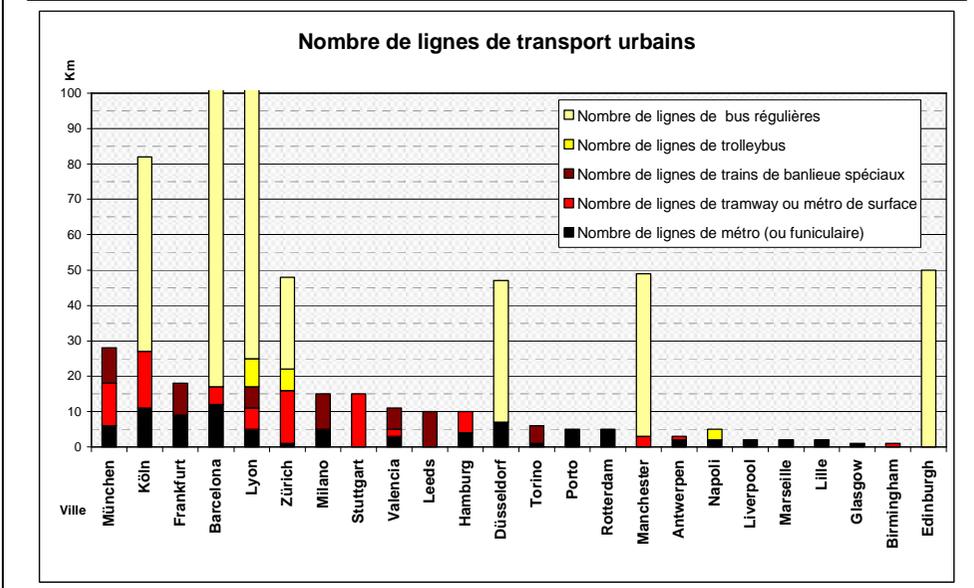
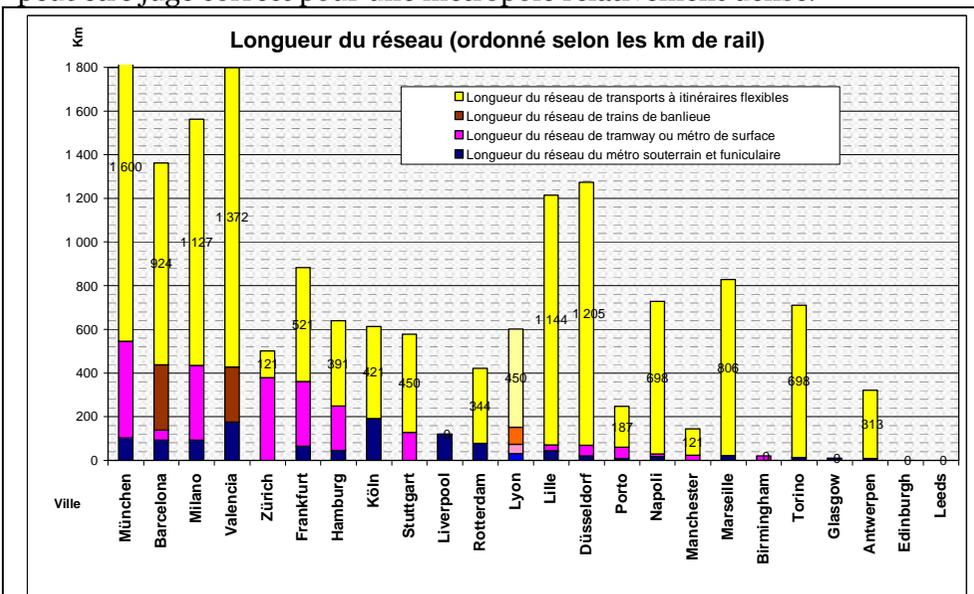
Mode	Arrêts	+/-	km	Ajouts
Métropolitain	35	(+1)	27,6 km	(+1.8km)
Tramway-express	10	(+1)	21,6 km	(+0.8km)
Voies ferrées en ville	35		148 km	
Funiculaire			3,7 km	
Tramway en ville			34,7 km	(+7km)

6.2.4.5. La relative lenteur des transports Lyonnais

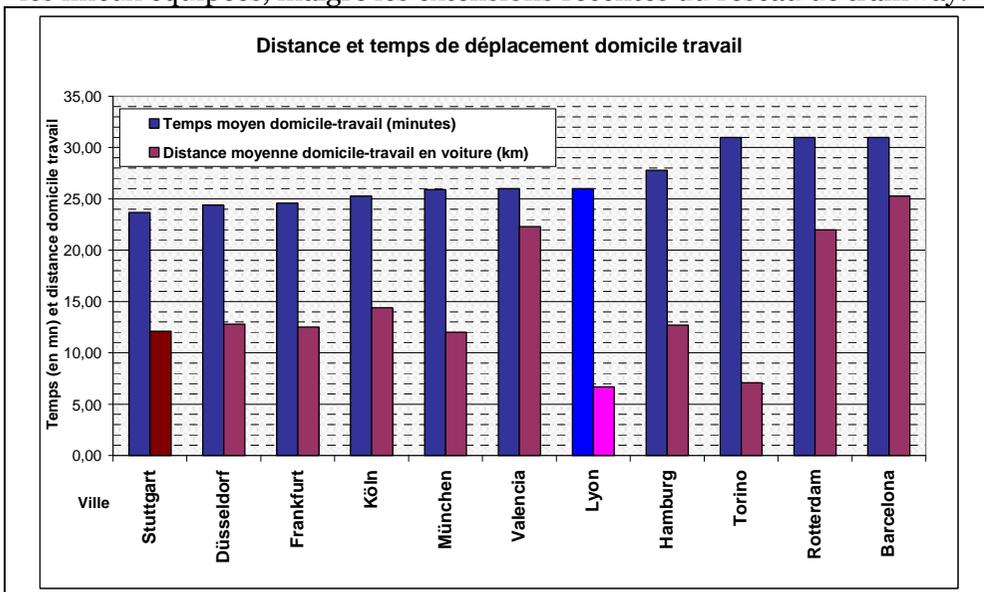
Concernant le temps de déplacement, Lyon est 7^{ème} / 11 métropoles (qui ont renseigné cet indicateur Eurostat).

La distance moyenne maximale entre bus indique que la fréquence moyenne des bus (1 tous le 2 km) doit être de l'ordre de 6 à 12 mn, pour une vitesse moyenne de 24 à 12km/h. La fréquence des bus, Lyon est 8^{ème} / 16 en nombre de bus par km de ligne, mais avec une valeur très inférieure à celle des métropoles les mieux équipées. Les bus ou trolleybus lyonnais apparaissent comme relativement lents ou pas très fréquents.

Selon les indicateurs Eurostat et les informations recueillies sur Wikipédia, Lyon est 14^{ème} / 21 en km de réseau de transport collectif, ce qui peut être jugé correct pour une métropole relativement dense.



Lyon est 12^{ème} / 24 en km de réseau ferré. Cependant, la longueur du réseau ferré est relativement faible en comparaison avec les métropoles les mieux équipées, malgré les extensions récentes du réseau de tramway.



Le diagramme montre qu'à Lyon, il y a une forte discordance entre la distance moyenne faible et le temps du trajet domicile-travail plutôt long. La relative lenteur des transports en commun lyonnais est donc une 2^{nde} raison qui explique le fort ratio d'utilisation de la voiture.

6.2.4.6. La pollution par les transports urbains

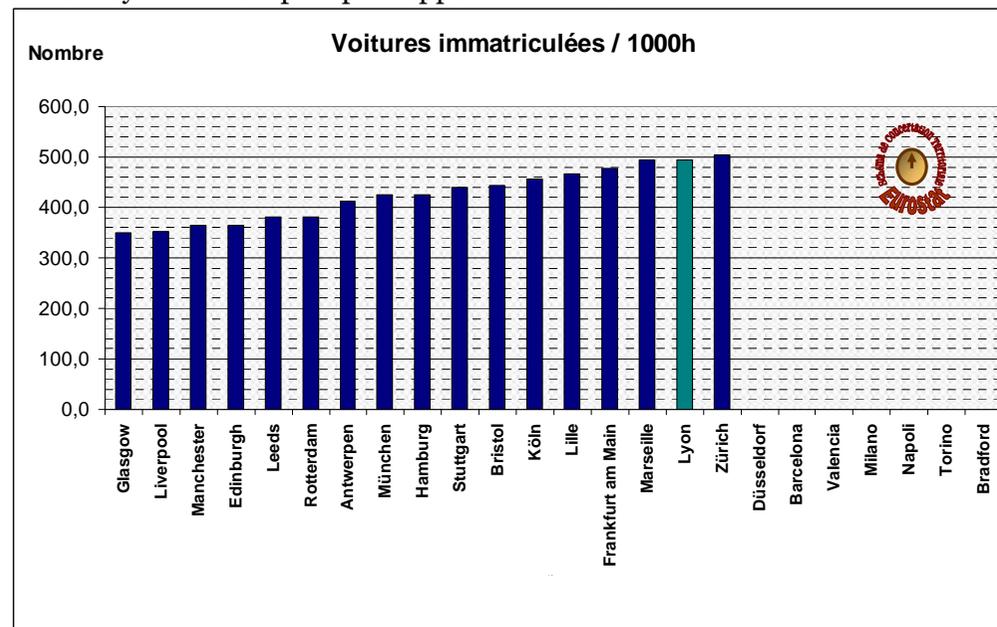
Selon le PDU, en 2005, 40% de l'offre et 70% des déplacements des usagers des TCL étaient assurés par des véhicules électriques. Il reste donc un progrès à faire dans ce domaine.

6.2.5. Utilisation importante de l'automobile

6.2.5.1. La possession importante de voitures

Les statistiques montrent que plus les habitants ont d'automobiles, plus ils les utilisent. Mais on peut aussi tenir le raisonnement inverse selon lequel plus la voiture est pratique par rapport à d'autres moyens de transport (comme en centre ville) plus on a tendance à l'utiliser et donc à en posséder.

Le nombre de voitures par habitants est donc un indicateur de commodité de ce moyen de transport par rapport aux autres.



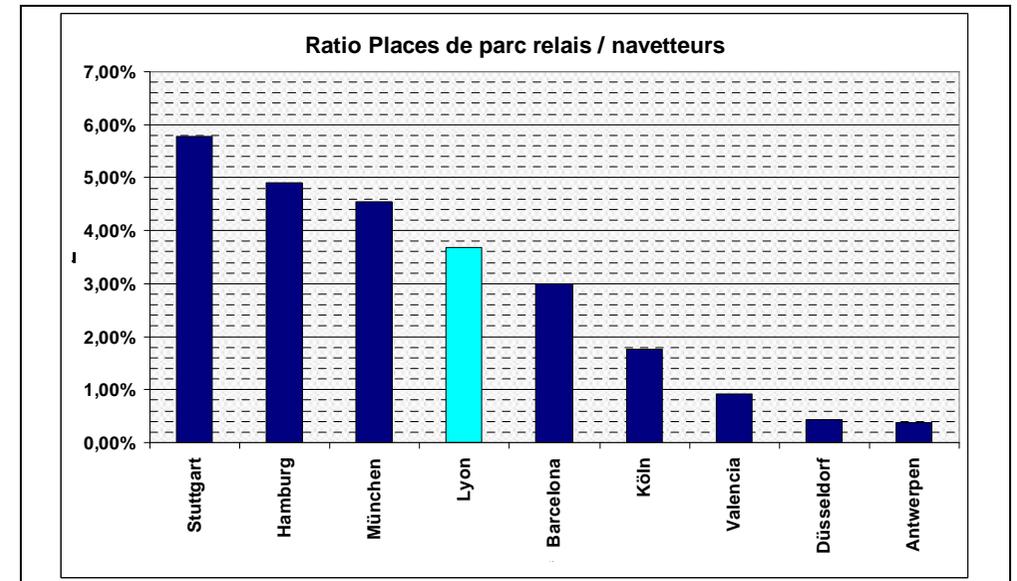
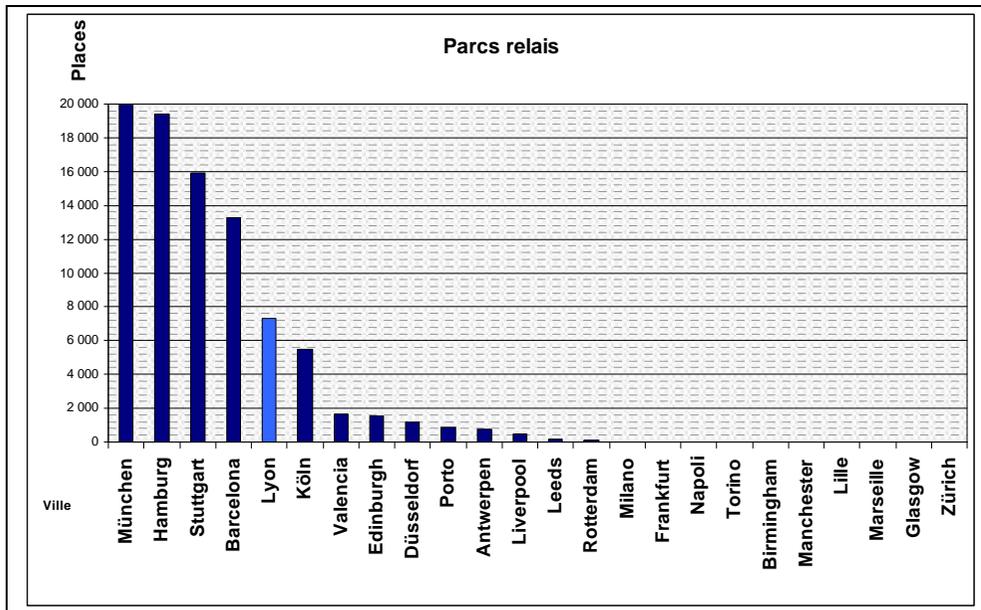
Dans le Grand Lyon et sa périphérie, selon Eurostat, les habitants possèdent une voiture pour 2 habitants, juste derrière Zurich, leader (dans un panel renseigné de 17 métropoles). Ces données sont très supérieures aux chiffres donnés par le PDU.

Indicateurs		Métropole	Lyon Villeurbaine
Possession de voiture	ménages	25%	33%

6.2.5.2. Les facilités limitées de stationnement à Lyon

Le SCoT recense les stationnements dans la ville et les parcs relais. Pour inciter les pendulaires à ne pas pénétrer dans la ville en voiture, il faudrait que les automobilistes puissent laisser leurs voitures aux portes de la ville dans des parcs relais.

A Lyon, pour 160 000 navetteurs qui entrent dans Lyon, on compte seulement 10 000 places de parking en parc relais, ce qui est insuffisant pour réduire le ratio d'automobilistes qui entrent en ville. Lyon apparaît cependant comme la 4^{ème} métropole en places de parcs relais. Le ratio ramené au nombre de navetteurs est cependant moins faible pour Lyon, comparé aux villes renseignées dans Eurostat.



Le PDU affirme que tous les modes de déplacements ont leur place. Néanmoins, la tendance du PDU est de réduire les facilités offertes aux utilisateurs d'automobiles, comme la diminution des places de stationnement et de garage dans les immeubles, en espérant diminuer le nombre de voitures possédées.

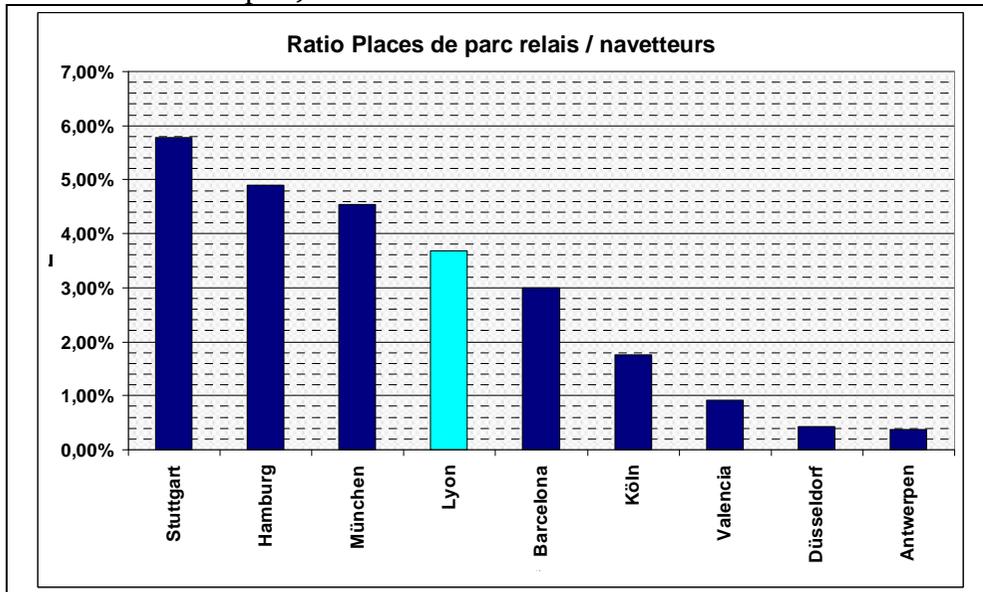
Stationnements	Nombre
Sur voirie (Lyon et Villeurbanne)	124 500
En parc public du Grand Lyon	19 800
En parc-relais	7 340
Sur Lyon-Saint-Exupéry aéroportuaire	9 700

La politique de la ville tend à limiter les stationnements en ville, ce qui évidemment est moins coûteux. Cette stratégie dissuasive reste d'un effet limité (voir plus haut) et aussi, provoque de la circulation parasite (10 minutes pour trouver une place), c'est dire 10% à 20% de la circulation selon les statistiques) et donc un surcroît de pollution.

Ville	Ratio : place de stationnement/m ²	Centre	Périphérie
Lyon	Selon la centralité	100m ² SHON ^{xii}	50m ² SHON
Francfort		175m ²	35m ²
Bruxelles	Selon la desserte	90m ²	200 m ²
Genève		250m ²	50m ²

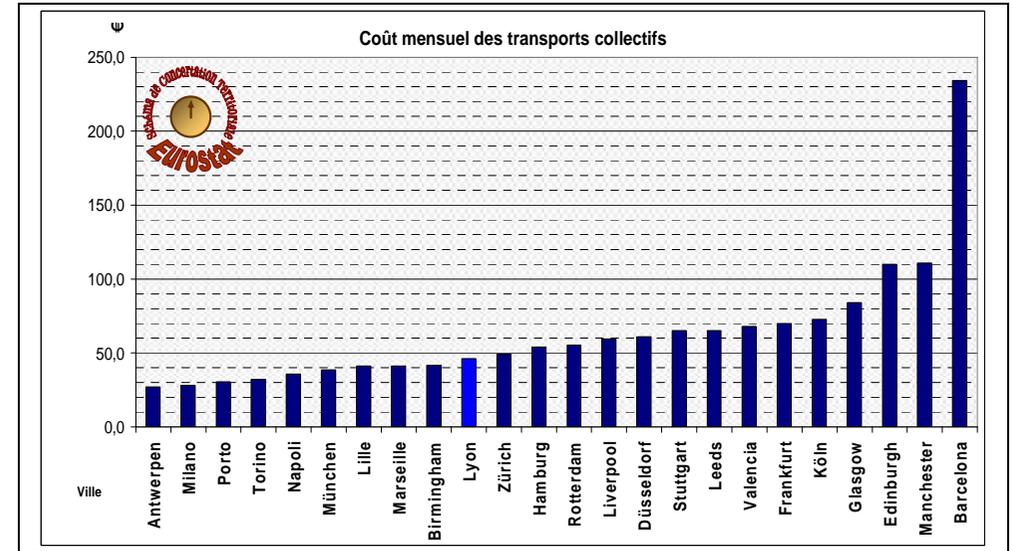
(selon le PDU)

Rappelons que la carence de places de garage et de stationnement est, avec la disponibilité de prises normalisées, l'un des freins essentiels au développement des véhicules électriques (en complément d'usage des véhicules thermiques).



6.3. Le coût des transports collectifs à Lyon

Lyon est 10^{ème} /24 pour le coût des transports collectifs à Lyon. Celui-ci est relativement très raisonnable et n'est pas un facteur dissuasif.



6.4. Les contraintes pour l'automobiliste

Par ailleurs le SCoT recense les contraintes imposées à l'automobiliste au nom de l'écologie, avec comme objectif **plus de km à vitesse limitée dans l'agglomération.**

Kms linéaires de voirie à vitesse limitée	130	110	90	30
Nationale				
Métropolitaine	50%	50%		
En agglomération	61%	27%	12%	
Kms de linéaire de voirie aménagé sur le Grand Lyon, en 2010	140km			

Le nombre de km à vitesse limitée a bien augmenté ces 2 dernières années, mais sans réduire sensiblement ni les excès de pollution dus au trafic, ni le nombre de jours de pollution excessive. Ceci n'est guère étonnant. Nous montrons en effet, qu'en ville, la pollution est plutôt due à la lenteur excessive qu'à la vitesse excessive et que la pollution est semblable entre 70 et 90km/heure.

6.5. Analyse critique des indicateurs du SCoT

Les indicateurs du SCoT fournissent quelques indications intéressantes pour apprécier les transports lyonnais.

La valeur des indicateurs a été fournie lors de l'élaboration du SCoT, mais **sans fournir d'objectif, ni de projet d'évolution dans le temps.**

La valeur de ces indicateurs n'a pas été systématiquement réévaluée depuis, bien qu'on puisse en suivre certains plus ou moins facilement. Il serait d'ailleurs plus commode que ces indicateurs soient rendus identiques aux indicateurs établis par Eurostat, dont la métropole lyonnaise ne fournit la valeur que pour une partie d'entre eux.

On peut également regretter que, contrairement à Eurostat, ni le SCoT, ni le PDU ne fournissent la valeur d'indicateurs relatifs à la qualité des transports lyonnais et à la satisfaction des usagers.

Enfin, il nous paraîtrait intéressant que le choix d'indicateurs soit orientés sur :

- ⇒ la facilité de transports, pour chaque mode,
- ⇒ les effets écologiques des transports et
- ⇒ les conséquences des aménagements de voirie et des choix d'urbanisme.

7. Réduire la pollution due au trafic



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)
Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

7.1. Rappel de la situation actuelle

Lyon connaît une pollution excessive, due majoritairement aux transports depuis de nombreuses années, malgré :

- ⇒ la stabilisation du trafic,
- ⇒ l'adaptation du parc automobile aux normes Euro d'antipollution,
- ⇒ la réduction de moitié de la pollution de fond due aux émissions industrielles,
- ⇒ la réduction de la pollution résidentielle par des foyers fermés, des appareils 5 étoiles, les chaudières modernes.

7.2. Réduire la pollution due à la lenteur

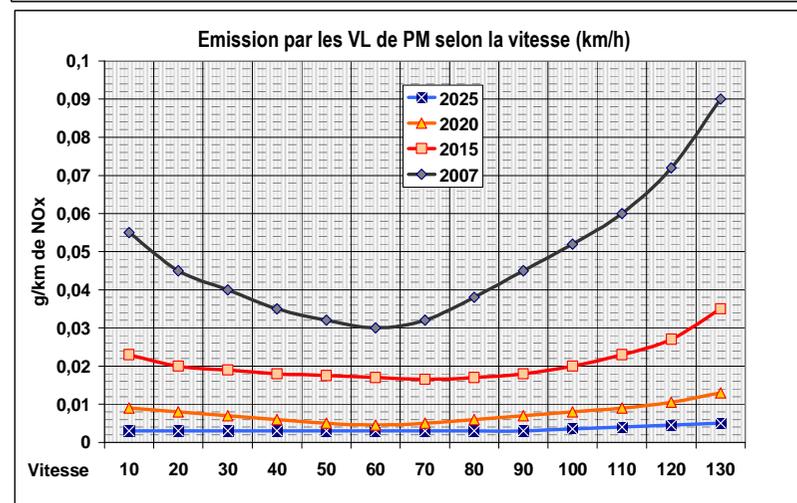
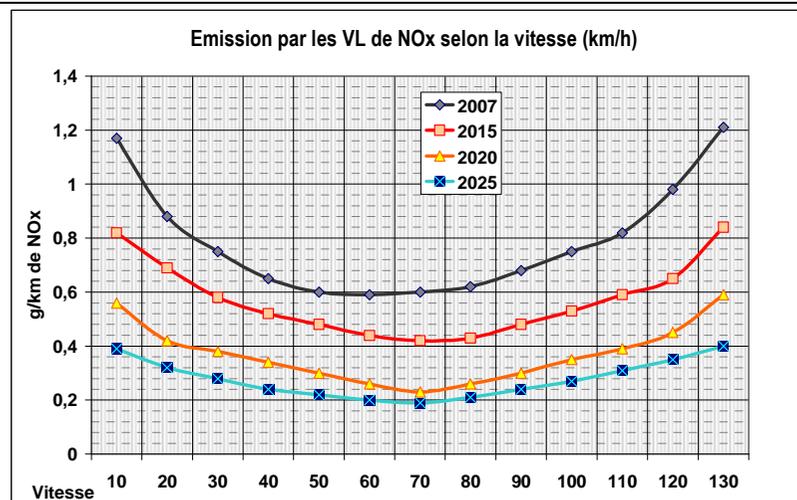
7.2.1. Pollution des V.L. en fonction de la vitesse

Les diagrammes suivants représentent les émissions (moyennes, car dépendant un peu du véhicule) des Véhicules Légers (V.L.) fonction de la vitesse pour les véhicules neufs et la diminution de cette pollution selon l'ancienneté du véhicule. Comme chacun sait, sur autoroute, la dépense de carburant, les émissions de CO₂ et les émissions de polluants augmentent avec la vitesse. Elles doublent quand la vitesse croît de 70 à 130km/h. Cependant, il est moins répété que les émissions de CO₂ et de polluants connaissent un minimum pour une vitesse de l'ordre de 60km/h. pour les véhicules légers et de 90km/h pour les poids lourds et doublent quand la vitesse passe de 50km/h à 10km/h et infiniment plus quand le véhicule doit stopper (en l'absence de stop and Go). De même en cas d'accélération.

En ville, la deuxième cause majeure de pollution urbaine par le trafic est la lenteur et donc les congestions (embouteillages).

Nous devons donc analyser les solutions qui permettraient de faire rouler les véhicules thermiques à une vitesse la plus constante possible, de l'ordre de 50km / heure.

A noter que ces caractéristiques seraient aggravées pour des véhicules usagers ayant beaucoup circulé en ville.



Pour les V.L. en ville, les démarrages à froid accroissent les émissions de PM, de CO et de COV. Pour les voitures diesel, le fait de rouler lentement accroît les émissions émises pendant la centaine de kilomètres suivants.

7.2.2. Eloigner les émissions des Poids Lourds

Les émissions unitaires de NOx des poids lourds sont :

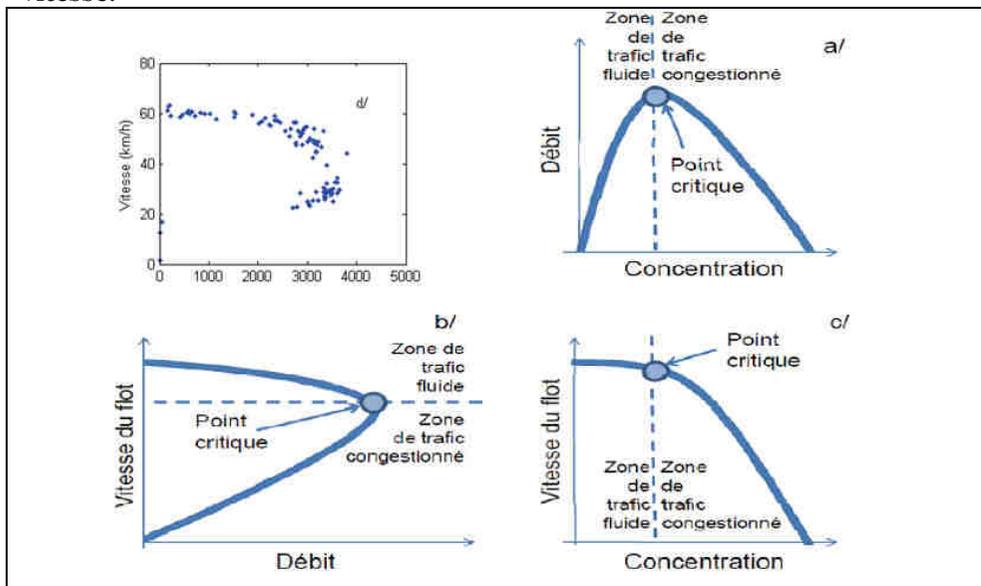
- ⇒ minimales à 90km/h,
- ⇒ environ 10 fois plus élevées que celles des VL ;
- ⇒ triplées lorsque la vitesse passe de 90 à 10 km/h.
- ⇒ triples pour les anciens (Pré Euro) que pour les récents (Euro 3);
- ⇒ 60% plus élevées s'il est chargé qu'à vide.

A Lyon, il faudra continuer à dévier de plus en plus la plupart des poids lourds hors de l'agglomération, par les périphériques.

7.2.3. Réduire les congestions par la vitesse de 50km/h

Une vitesse de 50km/h (à 60km/h) est idéale car non seulement elle permet une consommation et une pollution proche de l'optimum, mais de plus, elle offre le plus grand débit de véhicules (cf. : <http://www.certu-catalogue.fr/comprendre-le-traffic-routier.html>). De plus, elle offre une sécurité jugée satisfaisante.

En dessous, la distance entre véhicules diminue moins vite que la vitesse à cause du temps de réaction du conducteur. Au dessus, la distance de sécurité entre véhicules augmente, car elle croît comme le carré de la vitesse.

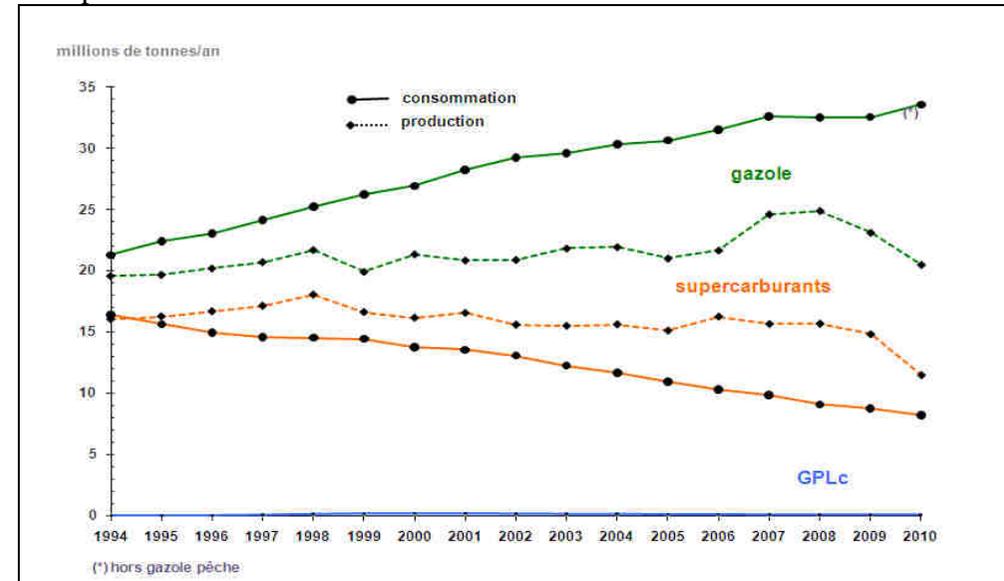


7.3. Réduire l'usage excessif du gazole

7.3.1. L'utilisation excessive de motorisation diesel

Rappelons l'évolution de la consommation du gazole sur 20 ans et de sa production.

Ces chronogrammes de l'UFIP (Union Française des Industries Pétrolières) montrent l'évolution de 1994 à 2010, données par le tableau ci-après.



Depuis 1994, la demande française en diesel n'a cessé de croître, alors que celle de supercarburants a connu une forte diminution. Cela s'explique par le plus grand recours au transport routier et par la diésélisation du parc automobile français.

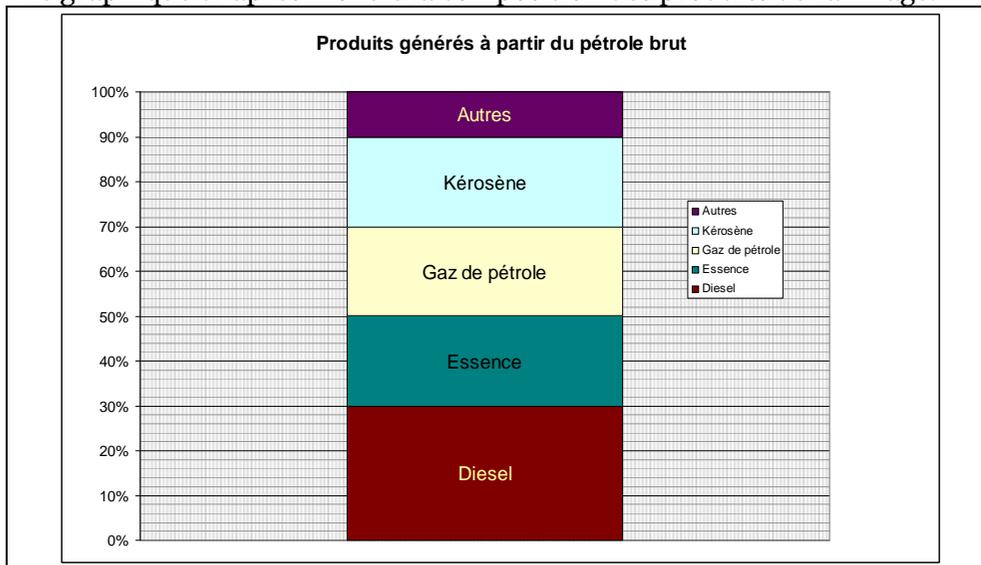
En croissance jusqu'en 1994, la consommation globale a légèrement décliné depuis, en fonction :

- ⇒ du parc qui, a cru de 60% de 1980 à 2005, dû à la progression du nombre de ménages et du taux d'équipement par ménage passé de 0,95 à 1,1,
- ⇒ du kilométrage parcouru par véhicule (14 200 km/an à 13 300 km/an de 2001 à 2005),
- ⇒ des consommations unitaires (de 8 l/100km à 7,7 l/100km pour l'essence et de 9,7 à 6,4 l/100km pour le gazole de 2001 à 2005).

En nombre de véhicules, 75% du parc automobile est aujourd'hui équipé de ce type de moteurs, contre un quart en 1995 et 4,8% en 1980. C'est, selon le Comité des constructeurs français d'automobiles (CCFA) le taux le plus élevé en Europe, avec celui de la Belgique. Et ce déséquilibre n'a cessé de s'accroître jusqu'en 2012 (cf. : <http://www.slate.fr/story/16861/raffinage-total-francais-malade-diesel-ecologie>).

7.3.2. Consommation de carburant comparée à la capacité de raffinage

Le graphique ci-après montre la composition des produits de raffinage.



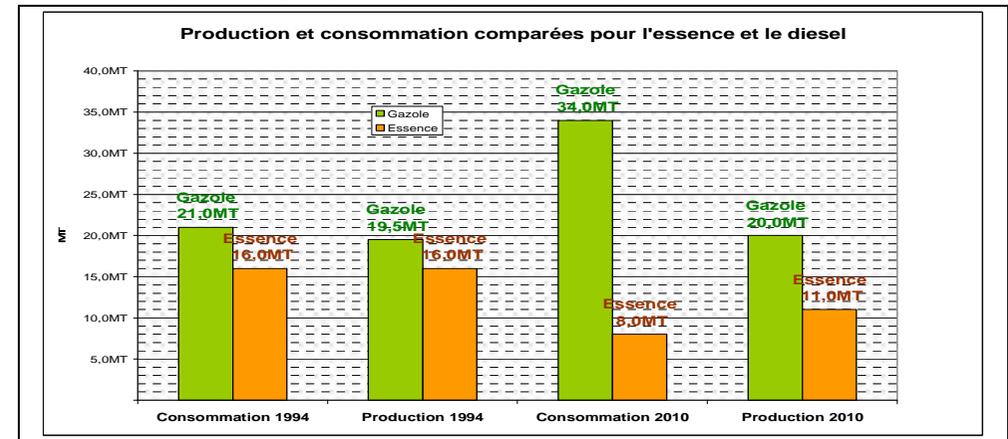
Techniquement, en effet, on ne peut guère faire varier la proportion des produits raffinés selon les besoins, pour l'ajuster à la demande, bien que cette proportion diffère légèrement selon la lourdeur du pétrole brut (brent)

Globalement, la production de gazole et de fioul représente entre 30% et 40% du pétrole brut raffiné

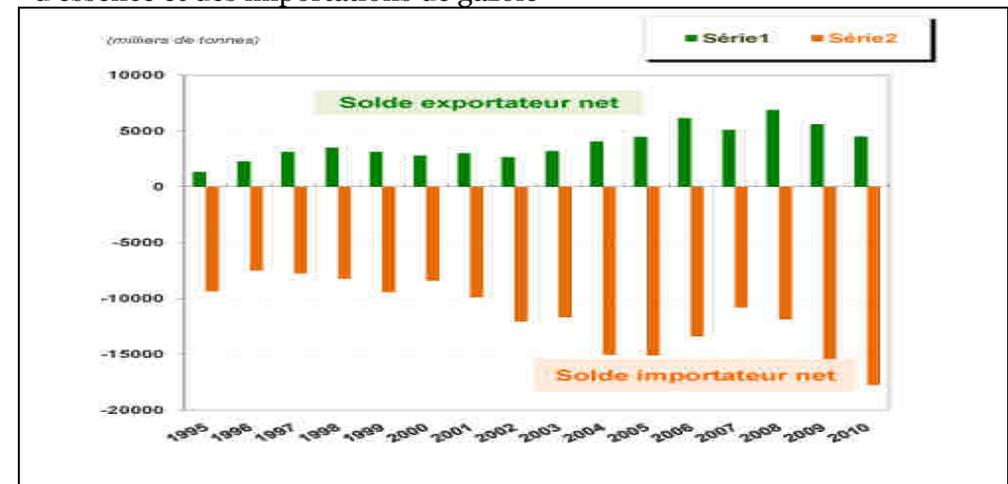
Le schéma de raffinage ci-après montre les équipements de raffinage avec les produits légers en haut et les produits lourds en bas du schéma. Il indique les équipements qui permettent d'augmenter légèrement le taux d'essence produit, mais la marge de manœuvre est faible.

7.3.3. Import export de carburant

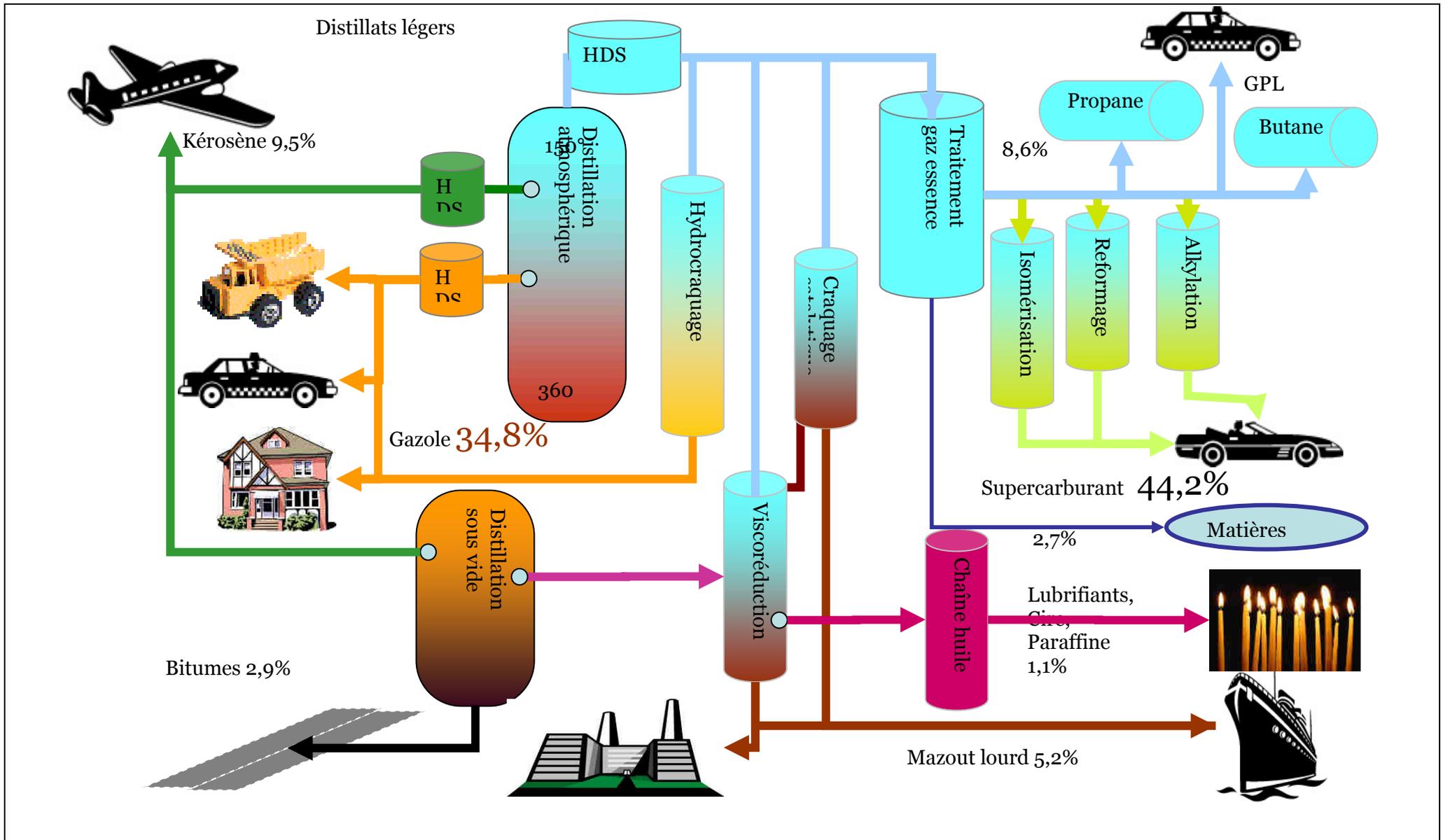
Conséquence du déséquilibre entre production et consommation, la France est donc obligée d'importer près de 11 Mt de Gazole et d'exporter 4 Mt d'essence. La consommation de GPLc reste marginale à moins de 1% des volumes de carburants consommés en France. « *Novembre 2010* »



Le diagramme suivant représente un historique des exportations d'essence et des importations de gazole



Naturellement ces transports de carburants et les écarts conduisent à une gabegie écologique d'une part et économique d'autre part (revente à bas coût).



7.4. Raisons de la forte consommation de gazole

Comme on l'a montré, le diésel est plus polluant que l'essence.

Pourquoi utilise-t-on trop le diesel ?

Les raisons en sont de type :

- ⇒ sanitaire,
- ⇒ calorifique,
- ⇒ fiscale,
- ⇒ financière,
- ⇒ mécanique,
- ⇒ normative.

7.4.1. Confirmation tardive de la nuisance sanitaire

Ce n'est qu'en 2013 que les microparticules ont été reconnues officiellement cancérigènes par l'OMS. En l'absence de certitude, pendant des années, la dangerosité de la pollution par le diesel a été considérée comme hypothétique et les précautions négligées.

7.4.2. L'intérêt calorifique du gazole

7.4.2.1. Pouvoir calorifique comparés

La quantité d'énergie que l'on peut espérer tirer d'un carburant provient :

- ⇒ d'une part de son pouvoir calorifique,
- ⇒ d'autre part du rendement de la transformation de la chaleur en énergie.

Le pouvoir calorifique caractérise la quantité de chaleur dégagée par la combustion des ces hydrocarbures, avec l'oxygène de l'air (générant CO₂ et eau).

Quel est le pouvoir calorifique respectif du gazole et de l'essence ?

Elle s'exprime en général en :

- ⇒ kilojoule par **kilogramme** (noté kJ/kg) ou
- ⇒ kilojoule par **litre**, kJ/l),
- ⇒ kilojoule par **mole**, kJ/mol.

Le tableau suivant donne le pouvoir calorifique des carburants :

Combustible	kJ / kg	kJ / l
Dihydrogène	141.790	12.750
Essence	47.300	35.475
Gazole	44.800	38.080
Éthanol	29.700	21.300
Gazole / Essence	-5,3% de moins	7,3% de plus

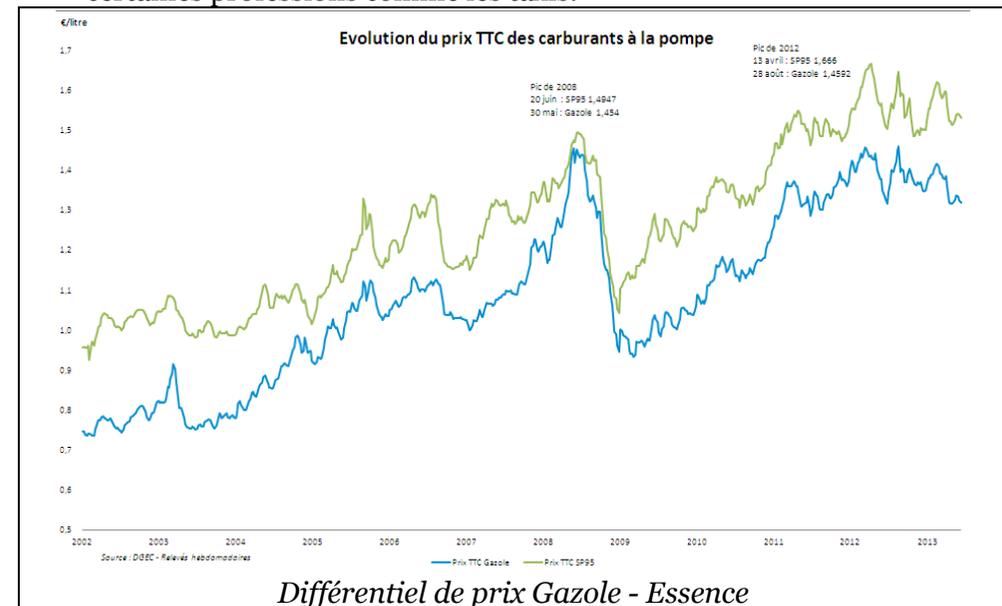
Le gazole est moins calorifique que l'essence au kilogramme.

Mais, comme le carburant est vendu au litre et vu que la densité du gazole est de 0.85, contre 0.75 pour l'essence, **le gazole est plus calorifique que l'essence au litre.**

7.4.3. La fiscalité attractive du gazole

Les raisons fiscales sont notamment :

- ⇒ le différentiel du coût du gazole,
- ⇒ les bonus-malus sur les voitures neuves,
- ⇒ les dispositions de récupération de TVA sur le diesel, pour certaines professions comme les taxis.

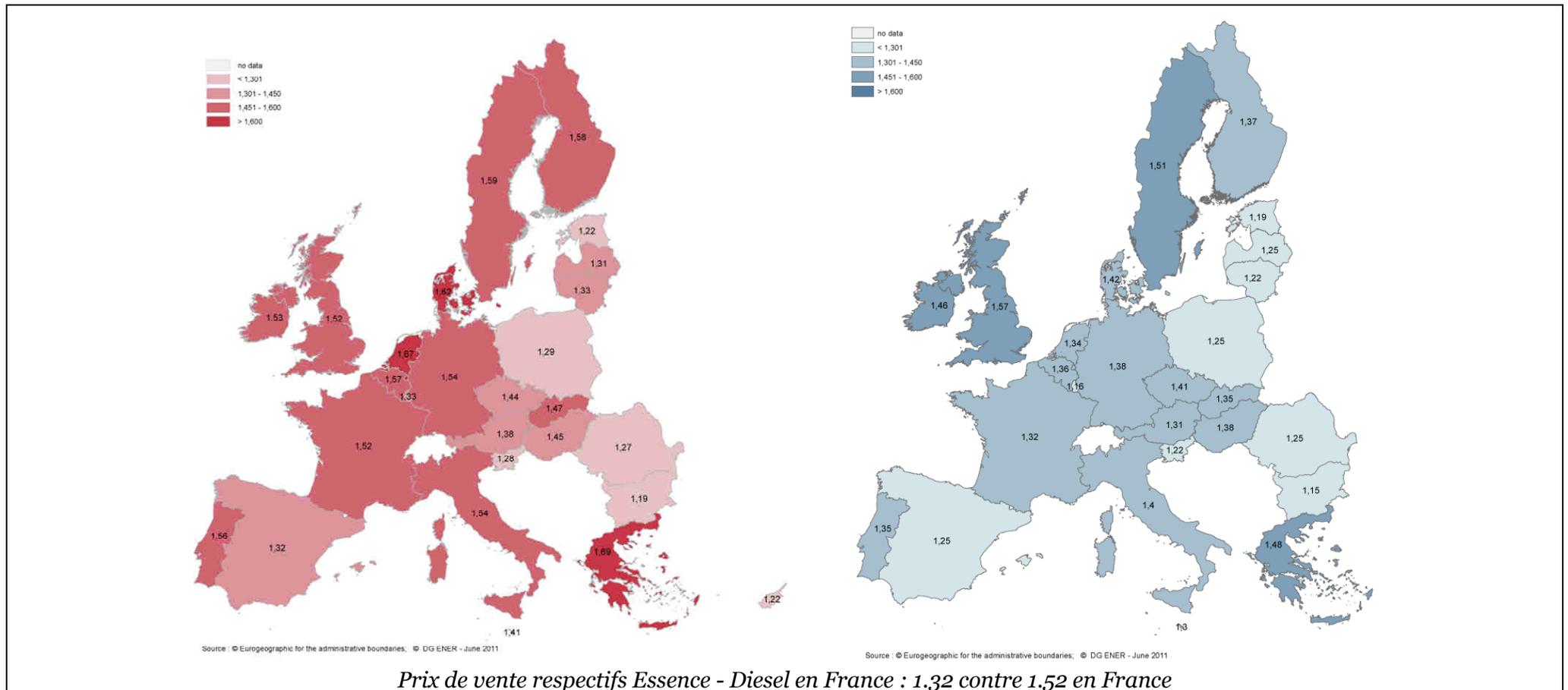


Le chronogramme du prix du litre de diesel, de 2002 à 2014, montre un différentiel de prix en faveur du diesel.

Une tentative a été faite en 2008 pour annuler ce différentiel, mais cela n'a hélas pas duré.

En France ce différentiel de prix est des plus élevé (0,20€). Il a été créé dans les années 1960, lorsque les centrales thermiques au fioul ont été remplacées par des centrales nucléaires, pour inciter les automobilistes à consommer le surplus de diesel devenu disponible, malgré les défauts des moteurs diesel de l'époque.

Comme les circonstances et les conditions se sont renversées, il est incompréhensible que l'inversion progressive du différentiel n'ait pas été appliquée durablement, alors que les gouvernements successifs n'ont cessé d'affirmer qu'un rééquilibrage de la fiscalité devait s'opérer. En 2011, le [Commissariat au développement durable](#) dénonçait ce déséquilibre, qui d'ailleurs incite à fermer des raffineries en France.



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

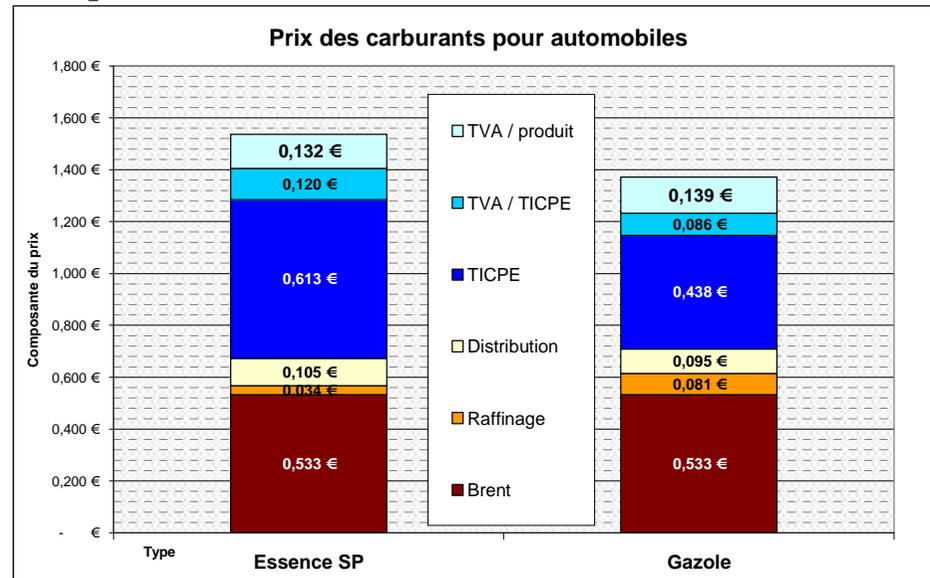
Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

Le diagramme suivant explicite la décomposition du coût du diesel. On note que :

- ⇒ le diesel est plus coûteux à raffiner que l'essence,
- ⇒ légèrement moins coûteux à distribuer,
- ⇒ nettement moins taxé que l'essence (SP95) : 0,663€/l au lieu de 0,865€/l soit une différence de : 0,20€/l en faveur du diesel en 2014.

Le litre de gazole est donc à la fois plus énergétique et moins taxé que le litre d'essence.



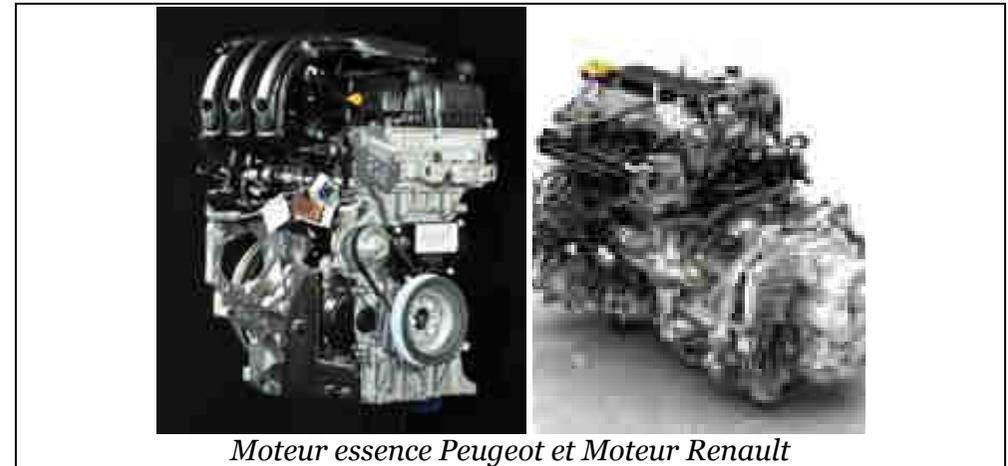
Et si le diesel devenait plus cher que l'essence, comme aux USA ?



Ces avantages fiscaux ont conduit à inciter les acheteurs à se tourner de plus en plus vers le gazole et les constructeurs à améliorer la technique des moteurs.

7.4.4. **Avantages financiers des moteurs diesel**

Une voiture à moteur diesel est plus chère à l'achat et en entretien. En revanche, elle est plus sobre en carburant, lequel est anormalement moins cher au litre. Elle coûte donc moins cher pour un usage intensif. Malheureusement, à puissance égale, la différence à l'achat est maintenant compensée par un bonus-malus plus sévère pour la plupart des voitures essence.



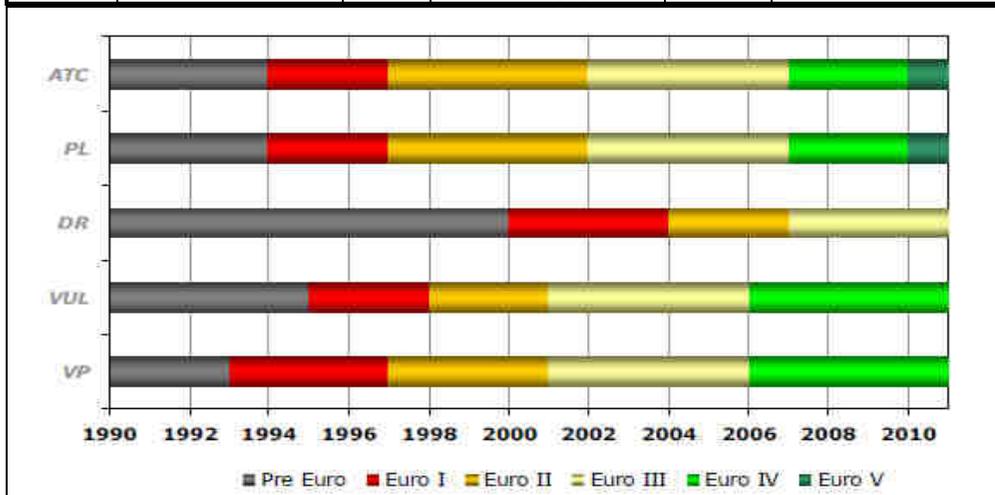
7.4.5. **Le respect des normes Euro**

Progressivement, des normes Euro de plus en plus sévères ont été adoptées concernant les limites de pollution acceptable. La norme Euro 6 est entrée en vigueur en fin 2014 et la norme Euro 7 en 2017.

Les normes Euro exigent que des moteurs neufs aient une limite de taux de pollution de plus en plus faible, comme on le constate sur les graphiques ci-après.

Si l'on considère les taux de pollution admis, les normes de pollution critiques (NOx et PM) étaient beaucoup plus laxistes pour les moteurs diesel que pour les moteurs à essence. On peut regretter que ce soit encore le cas, même pour la norme Euro 6, bien que la différence soit réduite à 25%.

VL	= Véhicules Légers, PTAC <3,5 t	VP	= Véhicules Particuliers	VUL	= Véhicules Utilitaires Légers
DR	= deux roues	PL	= Poids Lourds PTAC > 3,5 t	ATC	= autocars

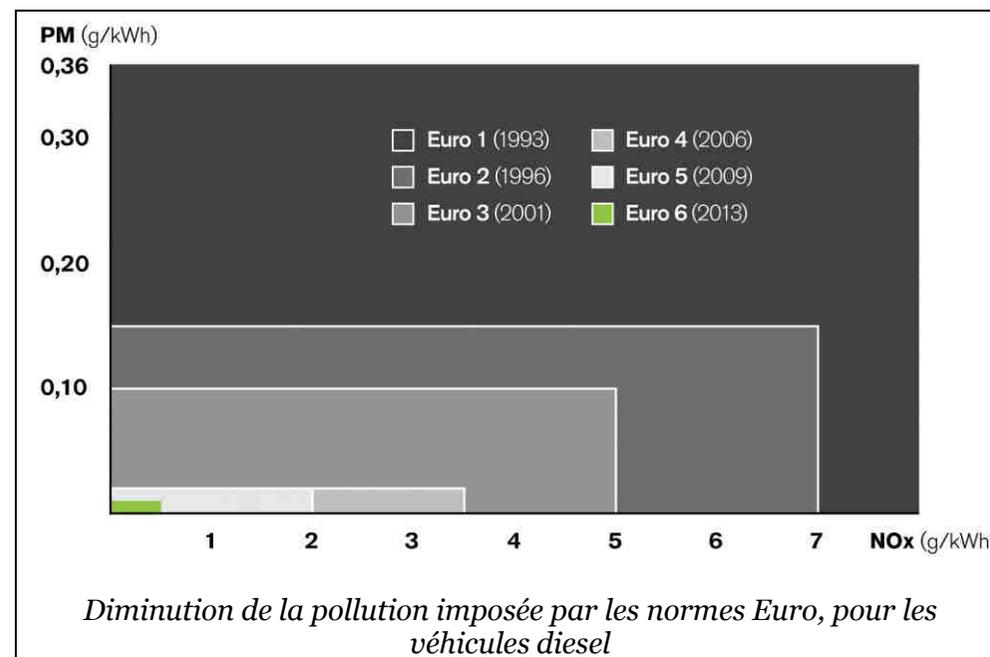
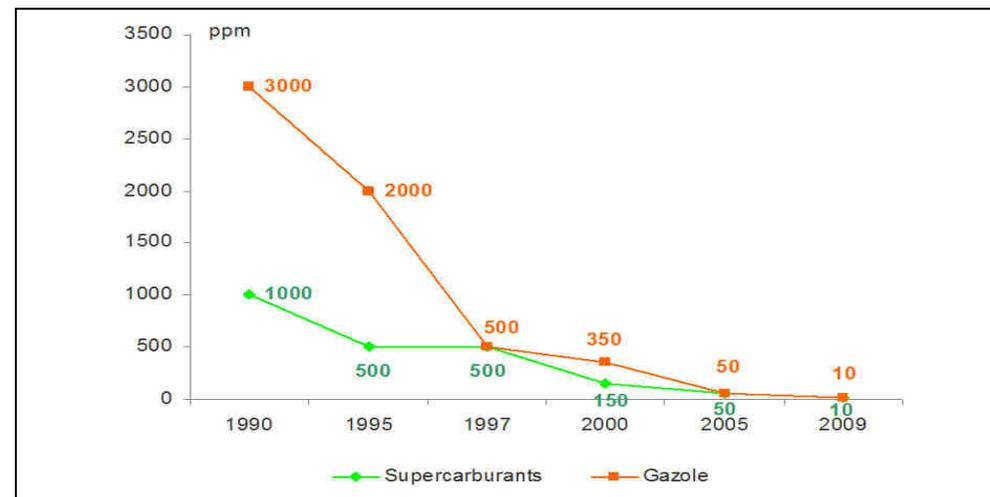


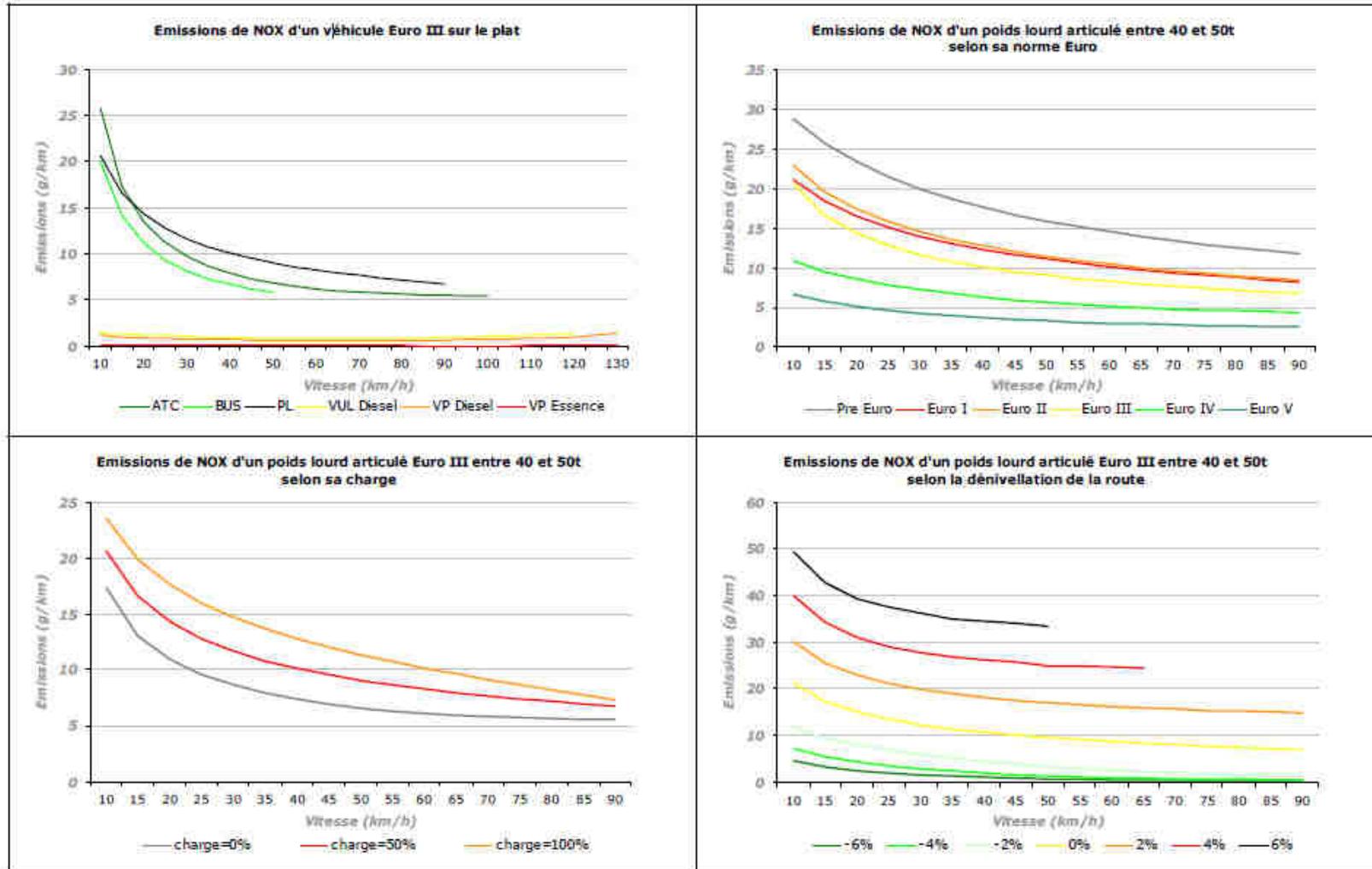
Cependant comme la montré la tricherie sur les tests d'émission de NO₂ (et de CO₂) des moteurs allemands, découverte en 2015, les motoristes diesel ne savent pas tous réduire les émissions des moteurs actuels au niveau de la norme, en leur conservant une puissance attractive.

Comme cela est fait aux USA, les constructeurs vont devoir équiper les autos des systèmes SCR (Selective Catalytic Reduction) qui modifient la teneur des gaz d'échappement en NO_x grâce à la présence d'urée qui crée une réaction chimique avant l'expulsion des gaz, système efficace mais cher (800€ à 1000€ selon Renault et Ford).

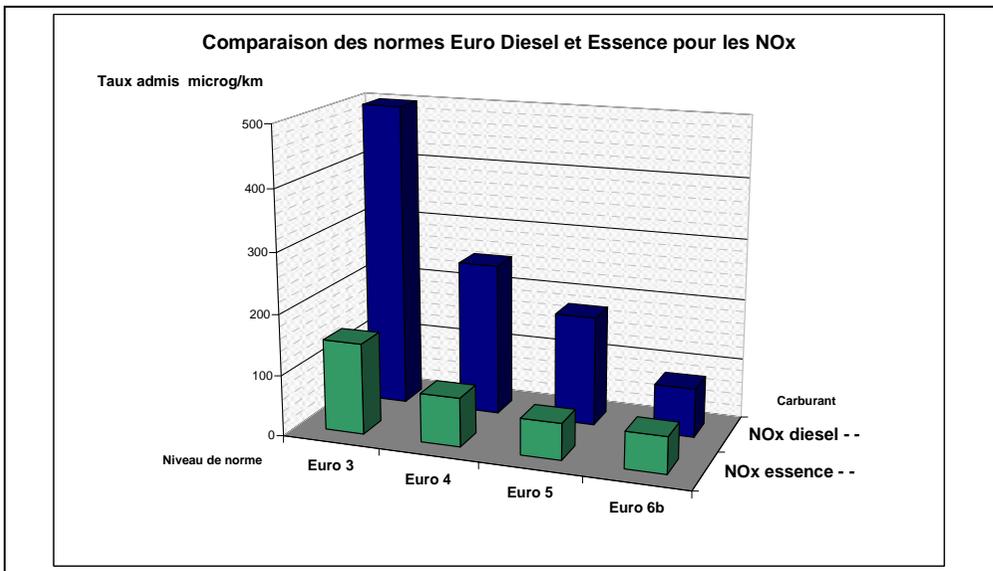
Ce système est cependant la solution adoptée par le groupe PSA, mais pas par le groupe Renault ou Volkswagen.

L'implantation de ce dispositif sur les voitures pose cependant des contraintes d'encombrement, de poids et de coût : il comprend un catalyseur avec injecteur, un module de dosage, un réservoir et un contrôle en boucle réalisé par deux capteur NO_x, ainsi qu'une surveillance par des capteurs de pression et de température.

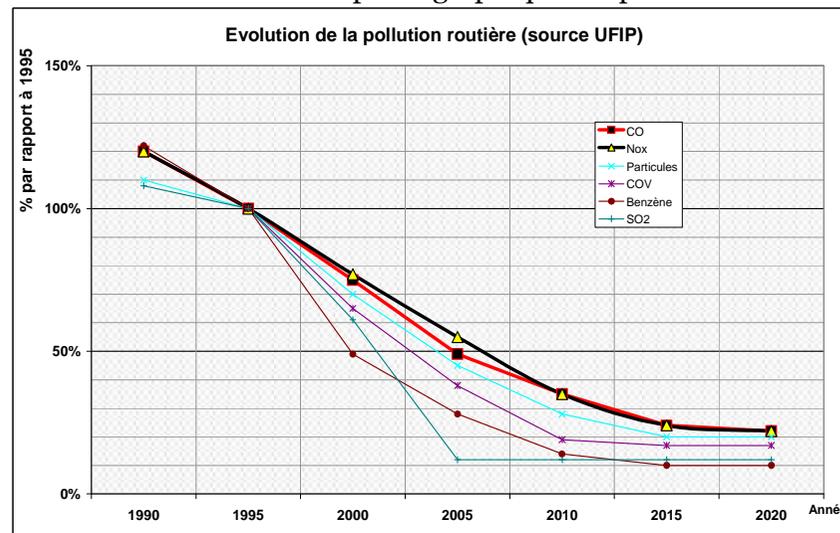




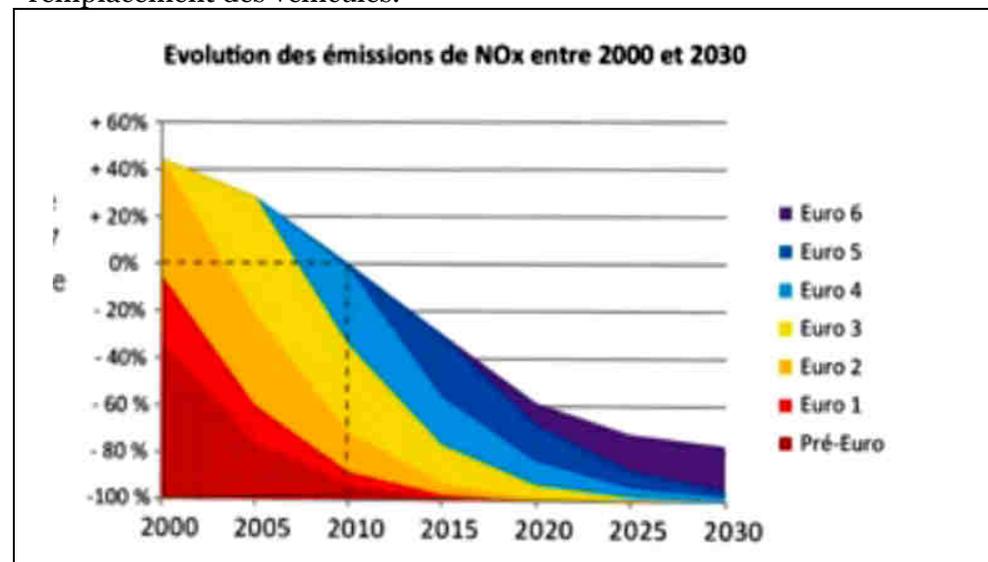
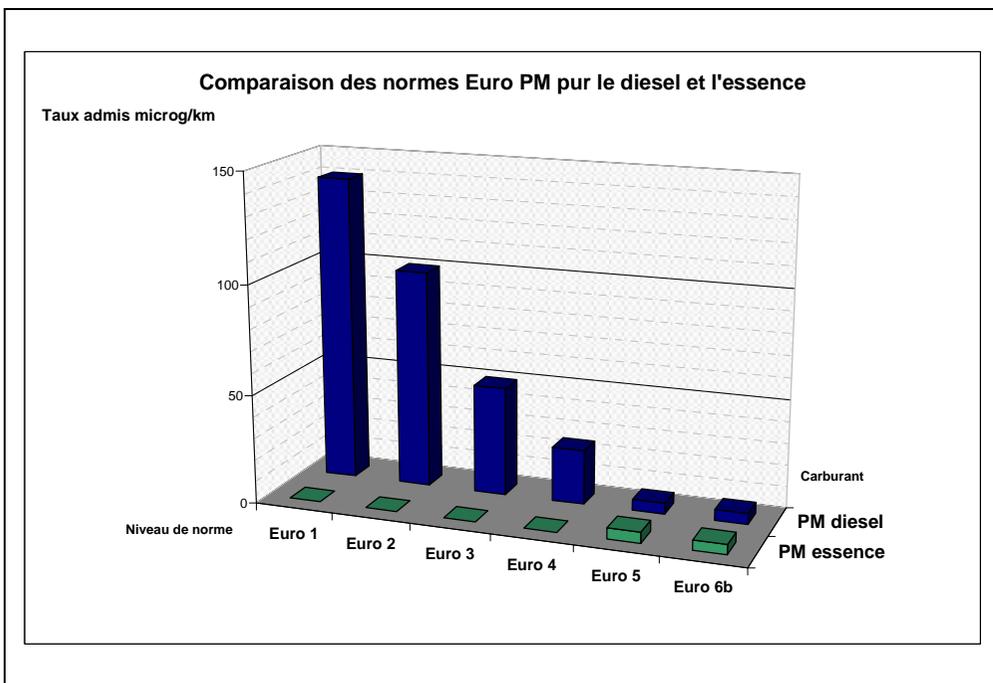
Quelques exemples de courbes d'émission



Selon l'UFIP, la décroissance de la pollution des véhicules apportée par la norme Euro serait donnée par le graphique ci-après.



Cependant ce graphique nous paraît très optimiste et théorique. Aussi, donnons-nous aussi un autre chronogramme un peu moins optimiste, évalué pour Rhône Alpes (Air-Rhône Alpes) qui tient compte du délai de remplacement des véhicules.



En effet, avec leur vieillissement et surtout leur utilisation en ville, à vitesse réduite dans les bouchons et avec des redémarrages répétés, les moteurs diesel neufs voient leurs performances et leur respect des normes se dégrader rapidement. Rappelons d'ailleurs que les contrôles périodiques de la pollution des moteurs et leur remise aux normes de pollution ont été retirés des Plans.

7.4.6. Intérêts et inconvénients mécaniques des moteurs diesels

Il y a 40 ans, les moteurs diesel avaient moins d'attrait que les moteurs à essence.

Comparés aux moteurs à essence, les moteurs diesel étaient :

- ⇒ moins puissants,
- ⇒ moins souples lors des changements de rythme des véhicules,
- ⇒ plus bruyants,
- ⇒ plus lourds à puissance équivalente,
- ⇒ plus difficiles à régler,
- ⇒ plus coûteux d'entretien,
- ⇒ plus polluants,
- ⇒ leur consommation plus impactée que celle d'un moteur à essence par les changements de régime, en montée, en cas d'obstacle ou de ralentissement.

En revanche :

- ⇒ ils avaient plus de couple à bas régime,
- ⇒ ils consommaient moins,
- ⇒ ils avaient une bien meilleure longévité,
- ⇒ les voitures diesel décotaient moins que les voitures à essence.

Du fait de leur avantage fiscal, les constructeurs automobiles, notamment français leurs ont apporté d'importantes évolutions pour corriger leurs défauts :

- ⇒ des compresseurs pour accroître leur puissance,
- ⇒ de l'électronique pour augmenter la souplesse,
- ⇒ de l'isolation pour atténuer le bruit,
- ⇒ des filtres à particules pour les rendre moins polluants.

Néanmoins, les moteurs diesel récents restent encore ;

- ⇒ plus complexes, donc plus chers que les moteurs à essence et plus fragiles qu'autrefois (et donc ne sont plus un avantage à la revente),
- ⇒ plus lourds,
- ⇒ un peu plus bruyants,
- ⇒ plus sensibles aux faibles régimes et aux changements de régime,
- ⇒ nettement plus polluants, notamment en microparticules 2,5 μ , les plus dangereuses.

Cependant, ils sont **plus économiques à l'usage pour les grands rouleurs**,

En effet, ils consomment de l'ordre de 20% de moins par litre (6% par kg) car :

- ⇒ le gazole a une énergie volumique plus élevée,
- ⇒ leur rapport volumétrique est plus élevé,
- ⇒ la combustion est plus « confinée »,
- ⇒ il n'y a pas de papillon d'admission qui entraîne une dépense d'énergie,
- ⇒ ils fonctionnent en mélange pauvre,
- ⇒ ils sont équipés de système de suralimentation.

Pour plus d'informations techniques, voir : [Blog Automobile http://blogautomobile.fr/un-moteur-diesel-consomme-quun-moteur-essence-81597#ixzz3D7kSLGtu](http://blogautomobile.fr/un-moteur-diesel-consomme-quun-moteur-essence-81597#ixzz3D7kSLGtu).

Une raison qui a pu pousser les politiques à avantager les moteurs diesel est que l'industrie automobile française avait beaucoup investi dans les moteurs diesel.

Cependant, la situation a changé. Les constructeurs français ont également sorti une gamme d'excellents moteurs à essence.

Peugeot, en collaboration avec BMW, dispose d'une gamme de moteurs turbo compressés de 65 à 200ch, récompensée 7 années (2007 à 2013) du titre « International Engine of the Year Award », catégorie 1.4 à 1.8l. : 3 cylindres EBO (1l.), EB2 Euro 5, EP3 (1,4l.), EP6 (1,6l.).

Renault propose aussi des moteurs turbo compressés à essence : TCe 3 cylindres de 90ch et H4JT de 130ch.

7.5. Stratégie pour réduire la pollution du trafic

7.5.1. Liste des actions

Quelles sont les actions possibles ? La réduction de la pollution due au trafic nécessitera un panel cohérent d'actions.

Cependant, comme nous l'avons dit, la plupart de ces mesures ont été retirées des plans, car elles sont coûteuses pour l'état ou contraignantes et coûteuses pour les particuliers.

Actions Nationales	Actions Urbaines
Réduire l'usage du diesel par la politique fiscale : ⇒ sur le gazole, ⇒ sur les bonus / malus, donc ⇒ l'annonce du renversement progressif du différentiel de taxation diesel – essence et la planification sur 10 ans ; ⇒ des mesures correctives éventuelles pour poids lourds, pour éviter un impact économique fort sur les professionnels (récupération partielle de taxe) ; ⇒ la récupération des taxes équivalentes entre le diesel et l'essence ⇒ des dispositions favorisant l'achat et la location de véhicules plus écologiques, par des bonus et malus qui ne pénalisent pas l'essence ;	Développer les transports collectifs propres Inciter au covoiturage ; Inciter à partager des véhicules propres ; Fluidifier le trafic à 50 km/h sur les artères par une régulation de trafic, sur une voirie adaptée ; Améliorer les défauts de voirie causes de congestion (points noirs) ; Détourner le trafic parasite (via Fourvière) par des contournements ; Développer des transports collectifs plus rapides, plus denses, hors trafic ; Intermodalité : Créer des parcs relais près des transports collectifs ;
Inciter à renouveler le parc de véhicules essence (Euro 5) ou diesel Euro 6 ;	Instaurer des contraintes d'accès aux véhicules polluants (ZAPA) ou une taxation fonction des taux de pollution mesurés ;
Instituer des normes Euro indépendantes de la technologie du moteur ;	Moduler le coût de stationnement selon le niveau de pollution des véhicules, mesuré ou catalogué, ceci de façon permanente et pas seulement en cas d'alerte de pollution ;
Imposer des éco-contrôles techniques de pollution, avec des mesures pour contraindre ou inciter au retrofit (remplacement des FAP, Filtres à Particules) ;	Inciter à l'usage du vélo et de la marche ;
Encourager fiscalement un meilleur choix énergétique, par une taxe carbone ;	Interdire le chauffage en cheminée ouverte et même totalement dans les zones les plus polluées ;
En plus des mesures concernant le diesel :	Eloigner les habitants des artères (PLUH).
Inciter fiscalement la fabrication, l'achat, la location de véhicules plus propres, à accumulation (électriques, air...), à gaz, à hydrogène...	
Inciter la recherche, visant à alléger le coût des batteries et à accroître leur durée de vie	
Faciliter la recharge nocturne des automobiles électriques, par des mesures financières et une réglementation d'équipement des garages collectifs	

L'usage des véhicules électriques implique des progrès techniques et administratifs qui débloquent les contraintes actuelles.

Nous allons aussi montrer qu'une stratégie urbaine appropriée est nécessaire pour combiner utilement les mesures indiquées et pour en éviter certains effets néfastes.

Par ailleurs, nous nous proposons d'analyser l'efficacité des mesures en regard de leur coût et de leur délai d'efficacité et surtout vérifier sérieusement, a posteriori, l'amélioration apportée par les dispositions adoptées.

7.5.2. Avantages et inconvénients des types d'actions

Il est possible d'analyser chaque action selon 3 critères :

- ⇒ le délai nécessaire pour apporter une amélioration,
- ⇒ le coût,
- ⇒ les contraintes subies par les habitants.

Au niveau national, il apparaît nécessaire de diminuer au plus tôt (compte tenu du délai) le différentiel de coût et de bonus-malus entre le diesel et l'essence.

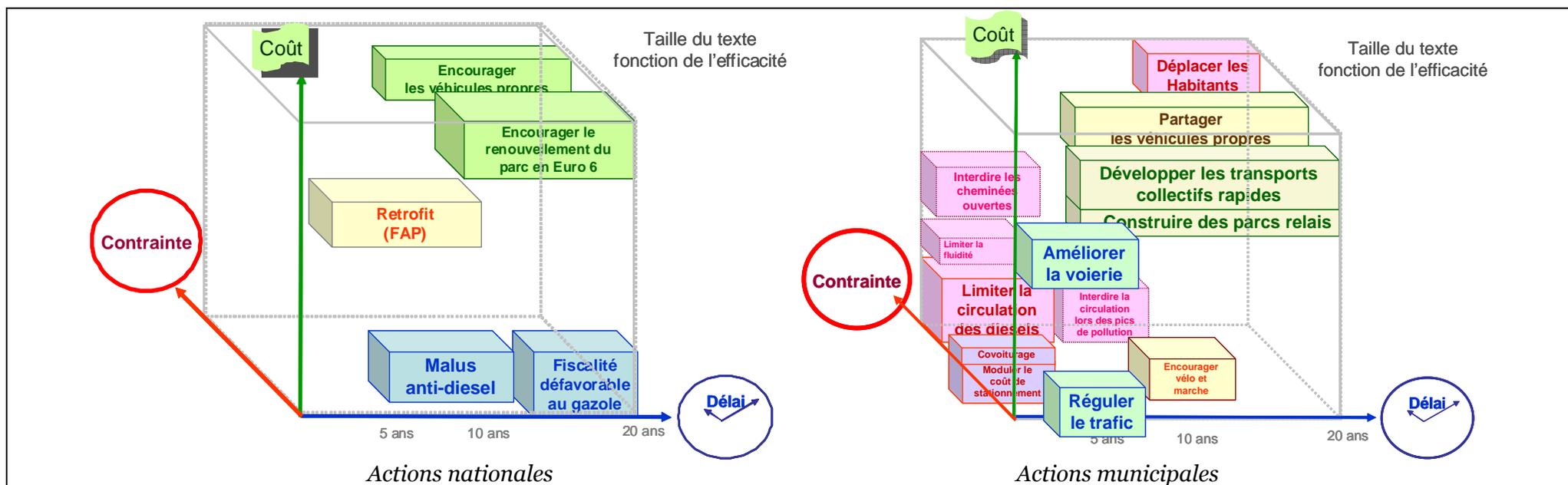
Au niveau municipal, il est souhaitable de définir un plan de déplacements qui prévoit de combiner des améliorations de voirie et de régulation de trafic.

Les autres actions essentielles prévues dans les plans et devraient être réalisées progressivement en fonction de la capacité de financement la métropole.

Il s'agirait notamment de :

- ⇒ construire beaucoup de grands parcs relais,
- ⇒ développer des transports collectifs rapides,
- ⇒ mettre des véhicules propres en partage : vélos, vélos électriques, scooter électriques, voitures électriques.

Il serait également utile que le PLU-H, le long des artères polluées, limite l'habitat et y contraigne les climatisations des bureaux à disposer d'un filtrage efficace et bien entretenu.



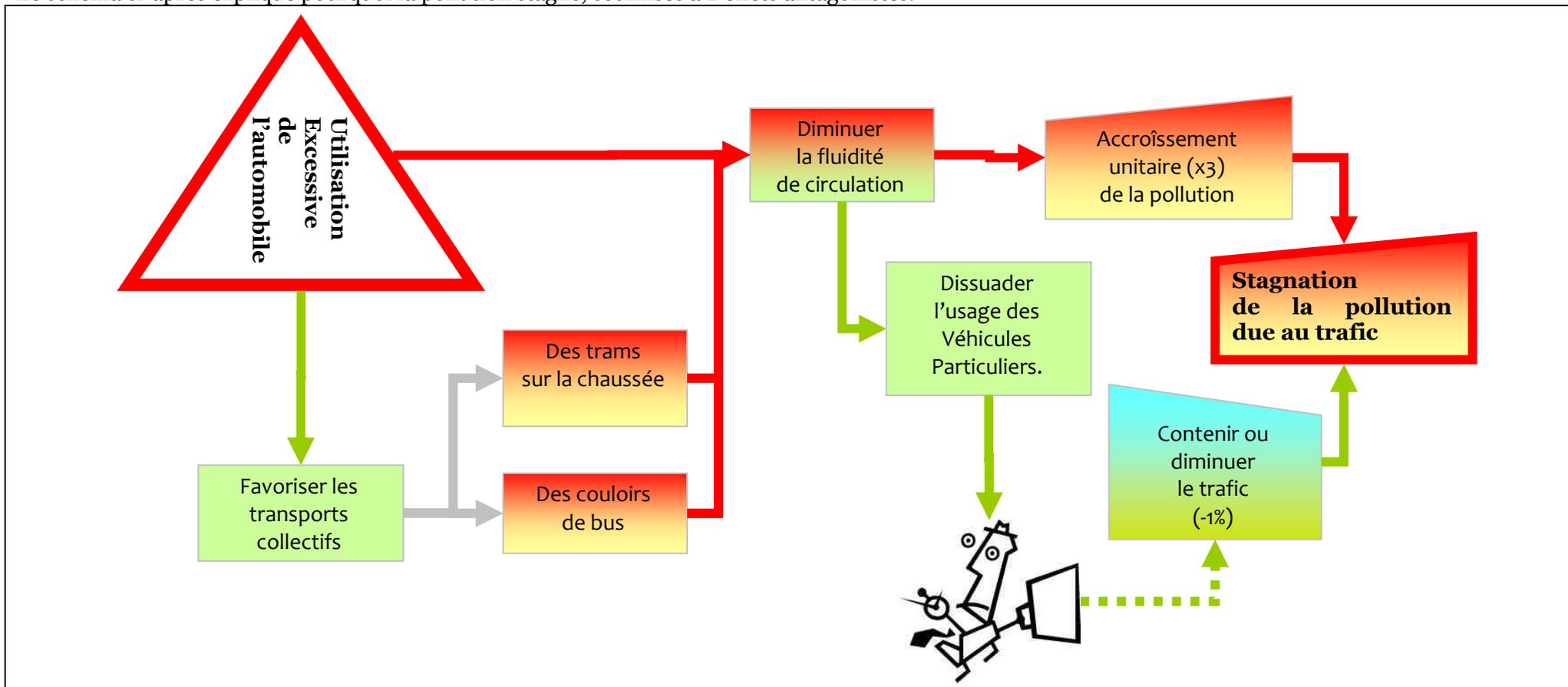
7.5.3. Choix entre 2 stratégies urbaines

Il est souhaitable que les diverses actions soient entreprises de façon coordonnée selon une stratégie.
Analysons 2 types de stratégie : une stratégie fondée sur la contrainte et une stratégie fondée sur l'offre.

7.5.3.1. Contraindre le trafic, stratégie néfaste

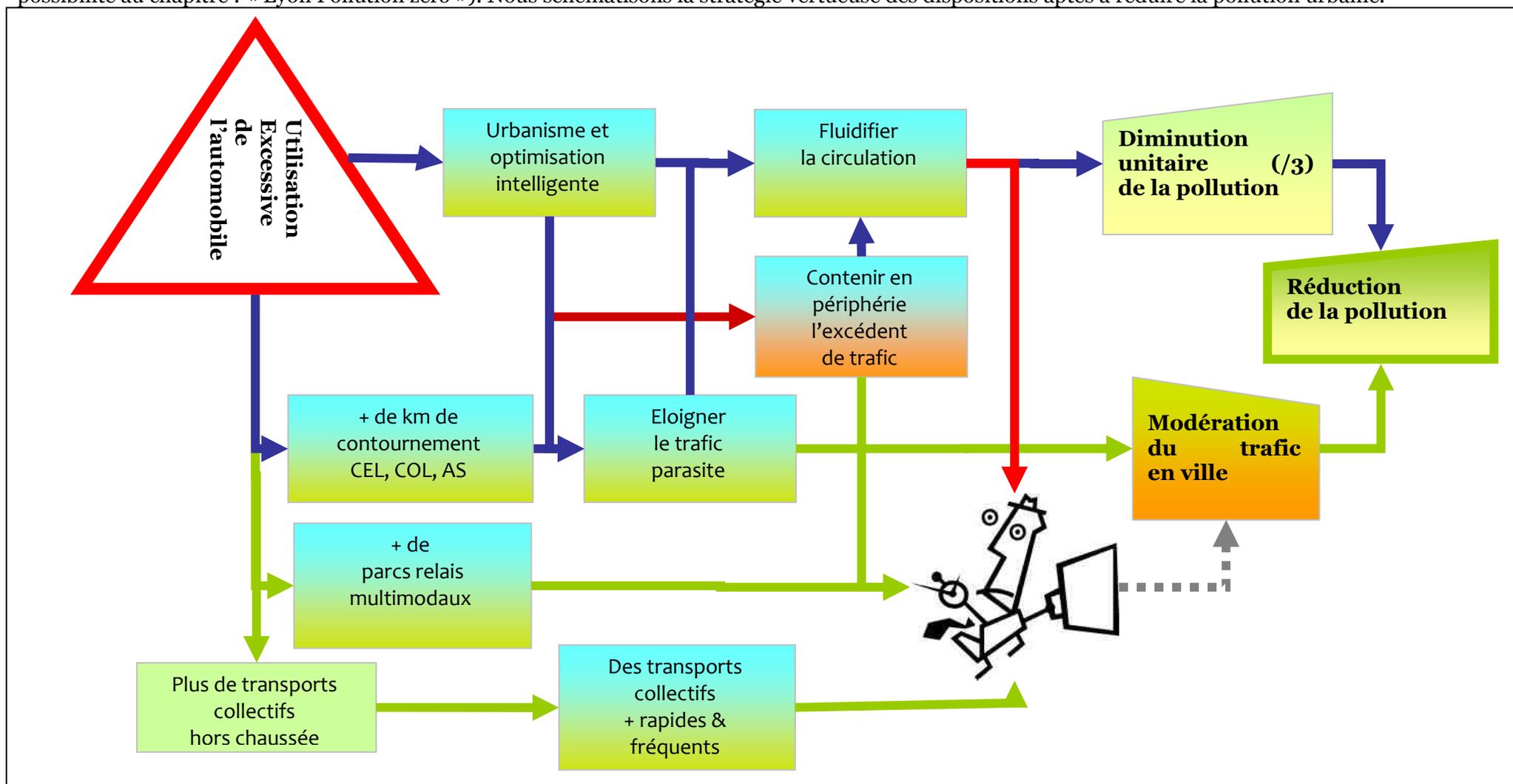
La stratégie fondée sur l'instauration de contraintes à l'utilisation de l'automobile a été implicitement appliquée depuis plus d'une décennie. Comme nous l'avons vu, elle n'a pas vraiment réussi à diminuer la pollution. Ce n'est une stratégie efficace pour réduire la pollution due au trafic.

Le schéma ci-après explique pourquoi la pollution stagne, soumise à 2 effets antagonistes.



7.5.4. Améliorer l'offre, stratégie vertueuse

En revanche, ce que montrent les statistiques, c'est que c'est l'accroissement des services de transport collectifs diminue l'usage de la voiture (analyse de possibilité au chapitre : « Lyon Pollution zéro »). Nous schématisons la stratégie vertueuse des dispositions aptes à réduire la pollution urbaine.



Cependant, diverses dispositions sont utiles pour éviter l'effet « rebond » incitant l'utilisateur à profiter des améliorations, pour circuler d'avantage, emprunter sa voiture et habiter plus loin : Paiement des transports à leur coût réel, retenue des excès de véhicules en entrée de l'agglomération, taxe carbone... L'inconvénient de cette stratégie est son coût et donc son délai de mise en place, sujet que nous analysons dans le chapitre « Lyon, pollution zéro ».

7.5.5. Pour accroître l'usage des véhicules électriques

7.5.5.1. Liste des dispositions

La recharge nocturne des automobiles électrique par de l'énergie, sans empreinte carbone, sans pollution nocive nécessite en effet :

- ⇒ des progrès technologiques pour diminuer le coût du stockage d'énergie (batteries...) et en accroître la longévité,
- ⇒ des progrès organisationnels accroissant les facilités de recharges rapides : réseau de stations, prises dans les garages (normes de prises et bâtiments),
- ⇒ le renversement des dispositions administratives augmentant le ratio parking / m² habitable (actuellement 1,1 garage par 75m² SHOM), car les habitants peuvent souhaiter disposer d'une voiture électrique pour la ville sans renoncer à une voiture thermique pour les longs parcours du Week-end,
- ⇒ le stationnement de véhicules électriques dans des parcs relais qui permettrait aux utilisateurs de ces parcs de compléter leur trajet (entre parc et lieu de travail ou entre parc et domicile).

A noter que la location de véhicules électriques rechargés de jour est une excellente solution pour diminuer la pollution, mais qui peut être néfaste à l'empreinte carbone, selon l'heure de recharge. Par ailleurs, l'utilisation de places de stationnement existantes en ville contribue à l'augmentation de la pollution, car elle prolonge le fonctionnement des autres véhicules polluants.

L'offre de location serait bienvenue dans les parcs relais à créer, de façon à ce que les trajets de banlieue, en amont et en aval des transports en commun puissent se faire en voiture électrique.

7.5.5.2. Pour accroître l'efficacité des batteries

Le développement des véhicules électriques est conditionné par les caractéristiques des batteries.

Indiquons quelques informations sur la longévité des batteries et les progrès nécessaires pour accroître leur durée de vie :

- ⇒ les batteries liquides au plomb standard ont une durée de vie courte (capacité diminuée de 20%), de l'ordre de 400 à 500 cycles de décharge à 50%.
- ⇒ les batteries au plomb et gel ont une durée de vie de l'ordre d'un à 2 millier de cycles de charge-décharge à 80% et une bonne résistance à la sulfatation,
- ⇒ des spécialistes des batteries lithium-ion, estiment que leur durée de vie serait limitée à environ deux ou trois ans après fabrication,
- ⇒ selon l'exposé du Professeur Mikael G. Cugnet qui a mené une série de teste de charge-décharge, lors de la 245^{ème} édition des rencontres de l'industrie chimique, organisée à la Nouvelle Orléans en avril 2013 : « *Les packs batteries peuvent être utilisés durant une période variant de 5 à 20 ans en fonction de nombreux facteurs... alors que beaucoup estiment la durée de vie moyenne à 8 ans* ».

Cependant, ce genre de test n'a pas pris en compte l'usure du temps, qui risque de produire une oxydation. Celle-ci diminue l'impédance interne (autodécharge) entre trois et cinq ans et rend la batterie inutilisable.

L'objectif doit donc être de mettre sur le marché des batteries ayant au moins 2000 cycles de charge décharge à 80%, sans dégradation avec le temps, pour une longévité d'au moins 10 ans.

Sujet tabou chez les constructeurs et occulté par des formules diverses de location ou de garantie, la nécessité d'avoir à effectuer un remplacement des batteries au bout d'un certain temps (5 ans) ou d'un certain nombre de km (100 000), associé au coût élevé d'un jeu de batteries actuelles (~5 000 €) est un frein sérieux au développement des véhicules électriques. Néanmoins, on peut espérer que ce frein disparaîtra avec les progrès technologiques.

8. Fluidifier le trafic à 50km/h



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

8.1. Les objectifs de la fluidification de trafic

Les objectifs de la fluidification de trafic sont :

- ⇒ accroître le débit, avec un coût d'investissement acceptable ;
- ⇒ diminuer les temps de trajets (VP et TC) pour éviter le gaspillage de temps des Lyonnais et attirer l'implantation d'entreprises (critère de Cushman et Wakefield) ;
- ⇒ rendre les transports collectifs plus attractifs en les accélérant ;
- ⇒ assurer la sécurité en incitant au respect de la vitesse ;
- ⇒ réduire les émissions
 - de CO₂ par une vitesse optimale et constante,
 - de polluants nocifs (vitesse trop faible, redémarrages) ;
- ⇒ respecter les exigences de l'Union Européennes de non dépassement des seuils de pollution.

8.2. Principes de la régulation

Ce document présente des conditions et contraintes urbanistiques qui favorisent la régulation de trafic nécessaire pour atteindre la fluidité.

8.2.1. Définitions préalables

Les feux tricolores sont caractérisés par :

- ⇒ leur période,
- ⇒ les phases,
- ⇒ le plan de feux,
- ⇒ la durée des phases.

8.2.1.1. La période

La période est le temps au bout duquel la séquence des feux se répète.

Autrement dit, c'est la durée du cycle répété de séquences de phases vertes, orange et rouge sur l'ensemble des rues et passages du carrefour.

La durée de la période est habituellement fixe, mais peut-être adaptable par modification de la durée de certaines phases.

8.2.1.2. Les phases

Une phase est la portion de période pendant lequel il n'y a aucun changement d'état des feux d'une rue ou d'un passage.

8.2.1.3. Le plan de feux

Le plan de feu est le cycle d'enchaînement des différentes phases de la période.

Un plan de feu peut enchaîner jusqu'à une soixantaine de phases.

8.2.1.4. La durée de chaque phase.

La durée d'une phase est habituellement fixe, mais peut être adaptable progressivement ou même instantanément.

8.2.2. Exemples de cycles types

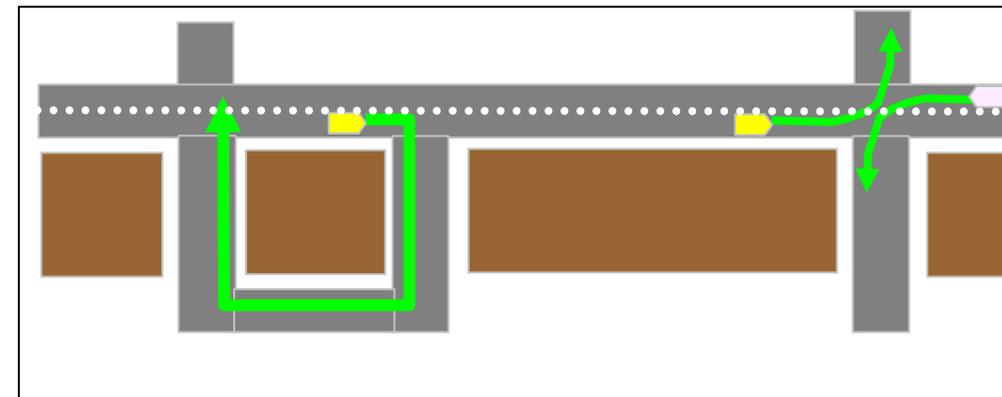
Donnons comme exemple le plan de feux type d'un carrefour standard de 2 chaussées à simple sens et un autre de chaussées à double sens.

Pour simplifier la présentation, les phases pour passages piétons ont été synchronisées avec celles des véhicules, simplification de la réalité.

Carrefour en sens unique		
Nord-Sud	Durée	Est ouest
Vert	25 s	Rouge
Orange	3 s	Rouge
Rouge	2 s	Rouge
Rouge	25 s	Vert
Rouge	3 s	Orange
Rouge	2 s	Rouge
Total	60 s	
ROUGE	35 s	

"Tourne à gauche" successifs				
Nord-Sud	Sud Nord	Durée	Est Ouest	Ouest Est
Rouge	Vert+TàG	9 s		Rouge
Rouge	Vert+Orange	3 s		Rouge
	Vert	18 s		Rouge
	TàG	Rouge	9 s	Rouge
Orange	Rouge	3 s		Rouge
	Rouge	3 s		Rouge
	Rouge	9 s	Rouge	Vert + TàG
	Rouge	3 s	Rouge	Vert+Orange
	Rouge	18 s		Vert
	Rouge	9 s	TàG	Rouge
	Rouge	3 s	Orange	Rouge
	Rouge	3 s		Rouge
	Total	90 s		
	TàG=Tourner à Gauche	30 s	/voie de vert	

"T à G" simultanés		
Nord-Sud	Durée	Est-Ouest
Vert	30 s	Rouge
Orange	3 s	Rouge
TàG	10 s	Rouge
Rouge	2 s	Rouge
Rouge	30 s	Vert
Rouge	3 s	Orange
Rouge	10 s	TàG
Rouge	2 s	Rouge
Total	90 s	
	30 s /voie de vert	



8.2.3. Débit maximal assuré

A 50km/h la densité maximale est d'environ un véhicule tous les 20 m (14 m entre véhicule).

Pour une phase de 30s, la distance parcourue pendant une phase verte est de $D_p = (30 \text{ s} * 14 \text{ m/s})=420 \text{ m}$.

Le débit maximal de véhicules par voie de l'onde verte est de l'ordre de : $F = D_p / 20\text{m} = 21 \text{ véhicules}$.

Pour chaque voie, dans un carrefour avec une période de 90s., le débit est donc de $D_2 = 21 * 3600 \text{ s} / 90 \text{ s} = 840 \text{ véhicules / h}$.

Pour une phase de 24 s en sens unique, le débit maximal est $D_1 = 25 * 14 / 20 * 3600 / 90 = 1050 \text{ véhicules / h}$.

Un des intérêts des sens uniques est donc d'autoriser un débit par voie 25% supérieur, comparé à une chaussée à double sens.

8.2.4. Carrefours particuliers

Chaque carrefour nécessite une étude particulière. Certains carrefours complexes nécessitent une étude d'aménagement et de régulation poussée pour fonctionner de façon vraiment optimale. Exemple, le rond point Tony Garnier :

Dans le cas d'un croisement de sens uniques, le flux peut circuler pendant 25s/60s, soit un peu plus de 40% du temps.

Dans le cas d'un croisement de rues à double sens, les phases de Tourne à Gauche peuvent être séquencées soit simultanément (à l'indonésienne, comme pratiqué aux USA), soit successivement. Dans ce cas le Tourne à Gauche peut être prévu avant ou après le vert, souplesse utile, comme nous le verrons, pour effectuer la synchronisation des axes à double sens.

La période classique est donc de 90s en France ou plus dans d'autres pays, ce qui alloue environ 30 s au feu vert. Quand le trafic n'est pas intense, ce plan de feux laisse écouler suffisamment de voitures. Il permet le passage d'une douzaine de véhicules par voie, s'il n'y a pas de retard au démarrage. Quand le trafic est intense, l'allongement des phases de vert et donc de la période sont utiles pour écouler d'avantage de véhicules.

Pour éviter de diminuer le débit de 20% par les « Tourne à Gauche », il est possible d'imposer par exemple un tour de pâté d'immeuble en sens horaire ou anti horaire, bien que ce dispositif utile ne soit pas courant.



8.3. Cycle de feux intelligent (auto-adaptatif)

Un plan de feu intelligent s'adapte à la densité de circulation.

La durée de chaque phase est adaptable de 2 façons :

⇒ **Par micro-régulation immédiate, en temps réel :**

allongement d'une phase en cas de reliquat de véhicules en fin de phase, ou raccourcissement en cas d'absence de passage en fin de phase.

Ce type d'adaptation immédiate convient en cas de légère congestion.

⇒ **Par changement de plan de feux, en coordination avec d'autres carrefours :**

- soit en cas de diminution de trafic,
- soit en cas d'augmentation.

Ce type d'adaptation convient en cas de saturation du carrefour.

La combinaison micro-régulation + coordination est complexe, sauf si son effet reste limitée : allongement d'une phase verte au détriment d'une rouge, détection de présence et suppression d'un Tourne à Gauche ou anticipation de feu rouge, selon les entrées du carrefour précédent.

8.4. Coordination entre feux synchronisés

En ville un carrefour à feux est rarement isolé. Il est judicieux de tenir compte des carrefours voisins. La synchronisation nécessite des transmissions par onde ou filaires entre feux ou vers une régulation centralisée.

Le cas type de synchronisation des feux entre carrefours d'un axe de circulation principal crée une « onde verte », flot de véhicules roulant à la vitesse choisie rencontrant systématiquement des feux verts au carrefour suivant.

Tous les carrefours synchronisés doivent fonctionner :

- ⇒ avec une période commune,
- ⇒ des phases identiques ou coordonnées et
- ⇒ un déphasage (décalage des phases) calculé entre cycles de feux, selon l'éloignement d'un carrefour de référence.

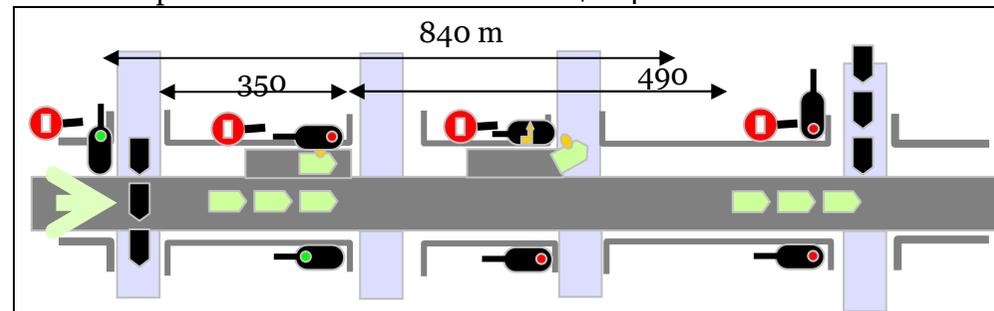
Il nous paraît important de rappeler les contraintes urbanistiques pour que la synchronisation des feux puisse se faire correctement.

8.4.1. Synchronisation des feux d'un sens unique

A 50 km/h, un véhicule parcourant $d=13,9\text{m/s}$.

Avec un plan de feux standard :

- ⇒ la longueur de l'onde verte, $L=350\text{ m}$.
- ⇒ l'espace vide entre 2 ondes vertes, $E=490\text{ m}$.
- ⇒ l'espacement entre 2 ondes vertes $D_v=840\text{ m}$.



Le « déphasage » entre plans de feux de 2 carrefours synchronisés est fonction de leur distance : $\Phi = D / d$.

Il n'y a pratiquement pas de contraintes urbanistiques sauf des dégagements à gauche nécessaires.

Les sens uniques ont 2 avantages :

- ⇒ assurer un débit optimal aux carrefours à feux tricolores et
- ⇒ autoriser une synchronisation de la circulation sans contrainte.

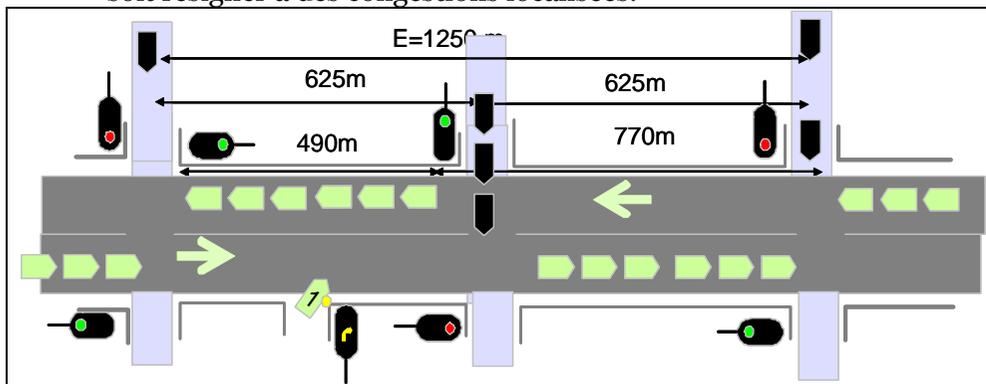
8.4.2. Synchronisation des feux d'une voie à double sens

Pour que la régulation fonctionne à 50km/h, les croisements doivent être espacés de :

- ⇒ soit $D_v = \text{espacement entre flots} / 2 = 630\text{m}$ (sur 45s) environ,
- ⇒ soit en décalant les TàG, alternativement de $D_1 / 2 = 490\text{m}$ (sur 35s) pour l'un et $D_2 = 770\text{m}$ (sur 55s) pour l'autre.

Sinon, il faudra :

- ⇒ soit ajuster les durées de phases et de période,
- ⇒ soit adapter la voirie (cf. ci-dessous auto 1),
- ⇒ soit résigner à des congestions localisées.



Pour pouvoir synchroniser un axe à double sens, il est impératif que les distances entre carrefours soient conçues pour assurer la synchronisation des feux.

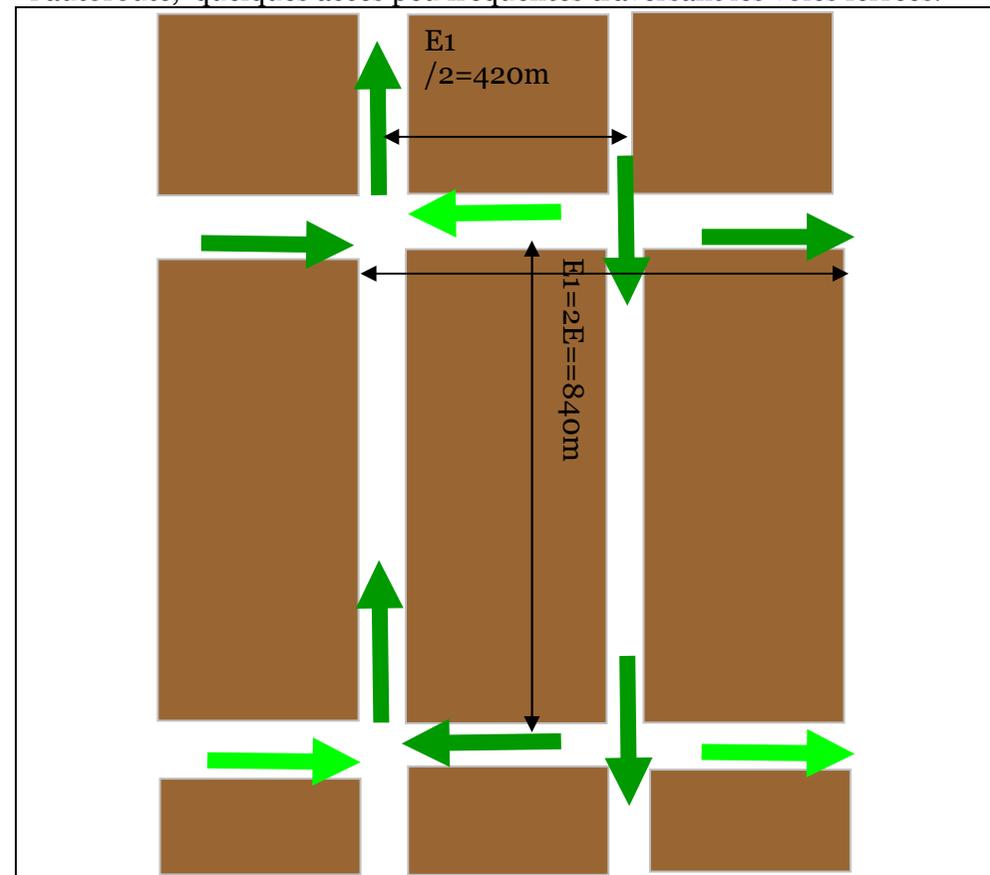
Malheureusement les conditions idéales sont rarement anticipées.

8.4.3. Synchronisation globale d'un quartier

Une régulation intelligente implique une synchronisation auto-adaptative et globale par zones.

Chaque zone peut être régulée indépendamment des autres, sans que cela nuise sensiblement à l'optimisation de sa régulation et à celui des zones adjacentes.

Citons comme exemple de zone le quartier de Gerland, délimitée par le Rhône et les voies ferrées et qui comporte seulement : des entrées depuis l'autoroute, quelques accès peu fréquentés traversant les voies ferrées.



La synchronisation globale est utile pour éviter que les ralentissements ne se propagent.

La figure suivante montre l'exemple d'un quartier quadrillé selon 2 axes perpendiculaires avec régulation optimale, avec sens unique de chaque direction. Il est intéressant de pouvoir synchroniser les axes dans les 2 directions perpendiculaires.

Pour pouvoir synchroniser les axes perpendiculaires d'une zone, il est impératif que les distances entre carrefours respectent des contraintes.

(voir l'exemple sur le schéma).

8.5. Ajustements par plans de feux

L'important pour réguler le trafic est donc que la voirie ait été étudiée pour.

Faute de quoi, la coordination globale oblige à :

- ⇒ s'écarter du cycle de feux idéal,
- ⇒ l'adapter aux contraintes de distance ;
- ⇒ privilégier un axe de circulation au détriment des autres, par exemple, en début ou en fin de journée.

Les conditions idéales sont rarement réunies. Alors, chaque carrefour nécessite des ajustements étudiés.

Une bonne régulation ne fonctionne que si :

- ⇒ tous les plans de feux sont bien étudiés, bien connus du régulateur pour forcer le bon plan selon le problème particulier rencontré ;
- ⇒ le déclenchement est parfait et à temps, automatiquement ou manuellement ;
- ⇒ les problèmes sont traités rapidement (véhicule mal stationné par exemple) et éliminés rapidement par une patrouille de policiers.

Lors d'un changement de plan de feux, un délai existera avant que le nouveau cycle de feux optimise le trafic.

Un fonctionnement transitoire peut-être calculé afin de lisser les temps et réduire les perturbations sur le trafic.

8.5.1. Anticipation du feu vert

Lorsqu'un flot de véhicule(1) débouche pour emprunter un axe synchronisé, il faut anticiper l'allumage du feu vert suivant pour écouler ce flot auxiliaire avant l'onde verte.

8.5.2. Adaptation à la condensation

Plutôt qu'un ajustement « continu », l'adaptation au trafic d'un carrefour isolé ou d'un ensemble de carrefours se fait par installation d'un nouveau « plans de feux », dont les phases ou la période sont différentes.

8.5.3. Reprise manuelle

Les décisions d'adaptation peuvent être automatiques, mais doivent pouvoir être reprises en main par un régulateur, notamment en cas d'événement particulier (match...), ce qui nécessite que celui-ci dispose d'une vision globale des problèmes en amont ou aval.

8.6. La régulation de trafic à Lyon

Un PC (CRITER Centre de Régulation et d'Information sur le Trafic et Evénements Routiers) assure la surveillance et la régulation du trafic.

CRITER est le poste de gestion centralisée du trafic du Grand Lyon. Il permet de **gérer en temps réel le trafic routier sur les 2400 km de voirie de l'agglomération**, par la gestion d'ondes vertes, et la mise en place de la priorité aux transports en communs.

CRITER est constitué (chiffres 2013):

⇒ **d'un réseau de capteurs** permettant de remonter en temps réel de l'information sur le trafic grâce aux 621 postes de mesures (dont 48 affectés au vélos), 246 caméras vidéos, et d'un **réseau d'actionneurs** permettant de piloter 1 255 des 1500 carrefours à feux de l'agglomération, 46 PMV et 126 sites bornes...

⇒ **d'un puissant réseau de télécommunication industriel** permettant d'assurer la rapidité et la robustesse du dispositif : 485 km de fibre optique, technologies radio de type wifi, 28 frontaux de communication 174 commutateurs réseaux - d'un poste de gestion centralisée hébergeant des serveurs industriels ;

⇒ **de plusieurs bases de données** dont une base de données de configuration découpant le réseau selon une logique de déplacements, une base de données temps réel et une base de données historique pour amasser la connaissance ;

⇒ **d'outils logiciels puissants et temps réels** qui permettent de gérer le trafic : régulation, information, supervision des équipements, analyse de la base de connaissance pour amélioration des services.

9. Réduire la pollution due au chauffage au bois



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)

Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

Résumé

Le recours aux énergies renouvelables se développe, notamment pour générer moins de CO₂ en recourant en grande partie à la combustion de bois.

Mais cette combustion émet trop de micro particules.

Pour le chauffage urbain, comment concilier :

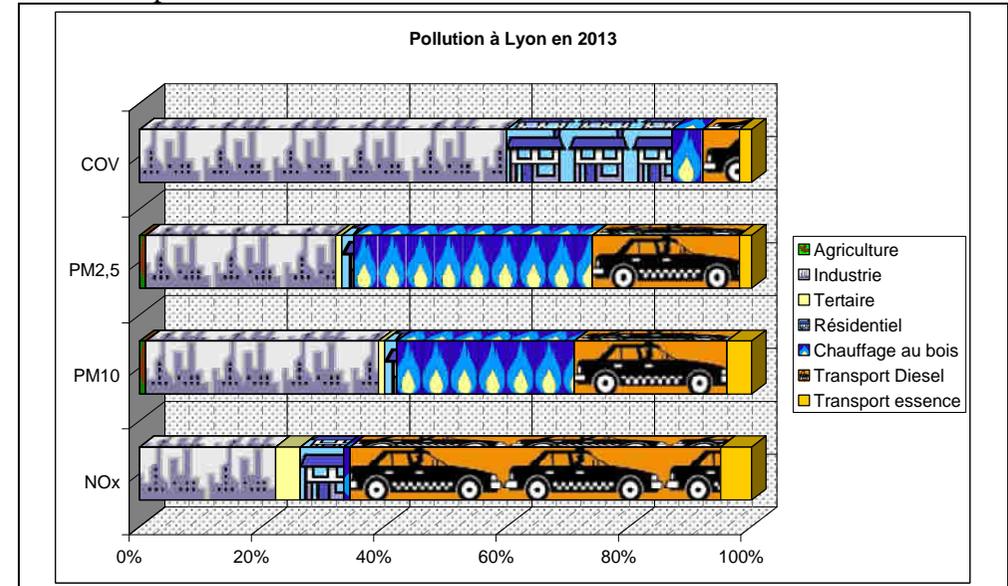
- ⇒ Réduction de l'empreinte CO₂,
- ⇒ Energie renouvelable,
- ⇒ Respect des normes de pollution ?

Pour assurer l'alimentation de foyers propres, adaptée à cette filière, deux voies simultanées s'imposent et doivent converger :

- ⇒ les foyers fermés aux normes flamme verte,
- ⇒ une filière de distribution de bois sec, moyennant des normes sur l'humidité et le séchage du bois.

9.1. Rappel de la part du bois dans la pollution

Le graphique donne la part des diverses sources de pollution selon Air Rhône Alpes.



Le dossier de presse d'avril 2014 d'Air Rhône Alpes.fr sur le bilan 2012 indique que, pour le Grand Lyon, en 2013 la cause de la pollution par les particules fines, sont :

⇒ les transports pour 26% des émissions Dont 77% dus au diesel,

⇒ Le chauffage au bois pour 45% des émissions (parfois 73%).

Il apparaît que le chauffage au bois occupe la première place dans les sources de pollution en microparticules, spécialement en période hivernale.

Rappelons cependant qu'il s'agit là de moyennes et que, à un instant donné, la part des diverses sources dans la pollution urbaine dépend :

- ⇒ de la localisation,
- ⇒ de la période (été, hiver...),
- ⇒ du moment (heure de trafic ou non),
- ⇒ beaucoup de la météo (vent, pluie...).

D'où les recommandations d'Air Rhône-Alpes :

- ⇒ éviter les chauffages d'appoint au bois,
- ⇒ éviter de brûler des déchets verts,
- ⇒ éviter les foyers ouverts au profit de foyers « flamme verte »,
- ⇒ entretenir l'appareil de chauffage et sa conduite.

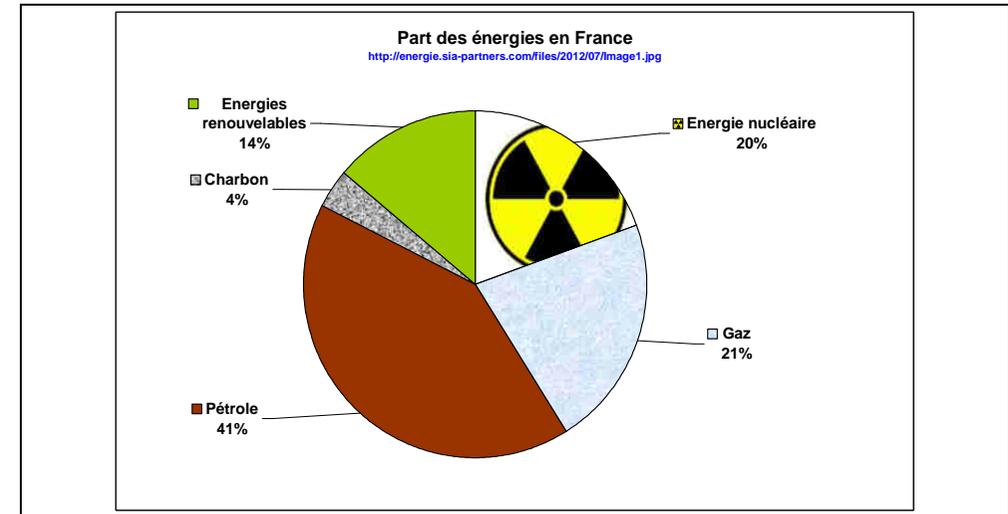
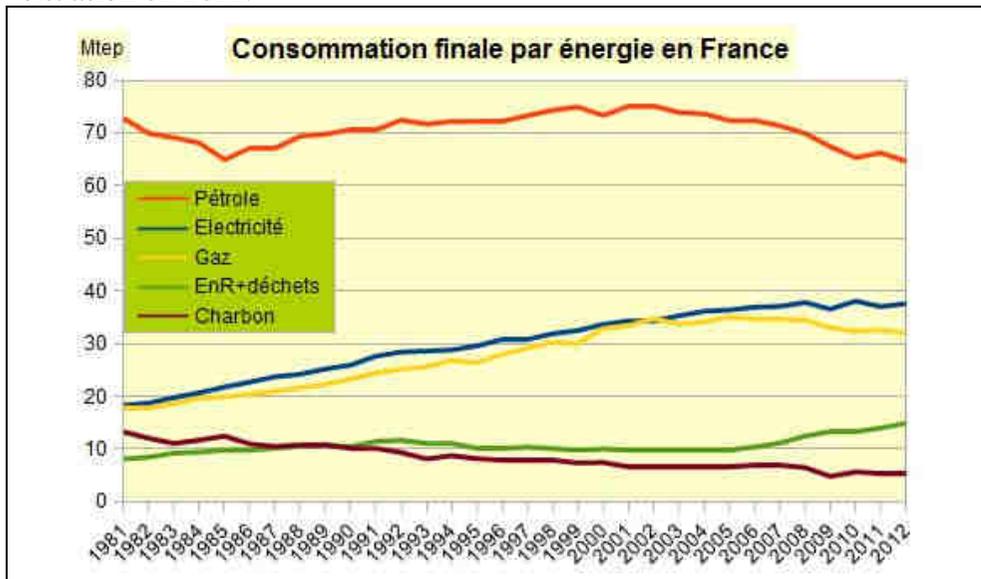
Et nous ajouterons : choisir des bois d'essence appropriée et de siccité suffisante.

Signalons, par ailleurs, que la combustion de bois humides risque de fausser les mesures car les particules fines s'agglomèrent aux plus grosses.

9.2. La part du bois dans le chauffage

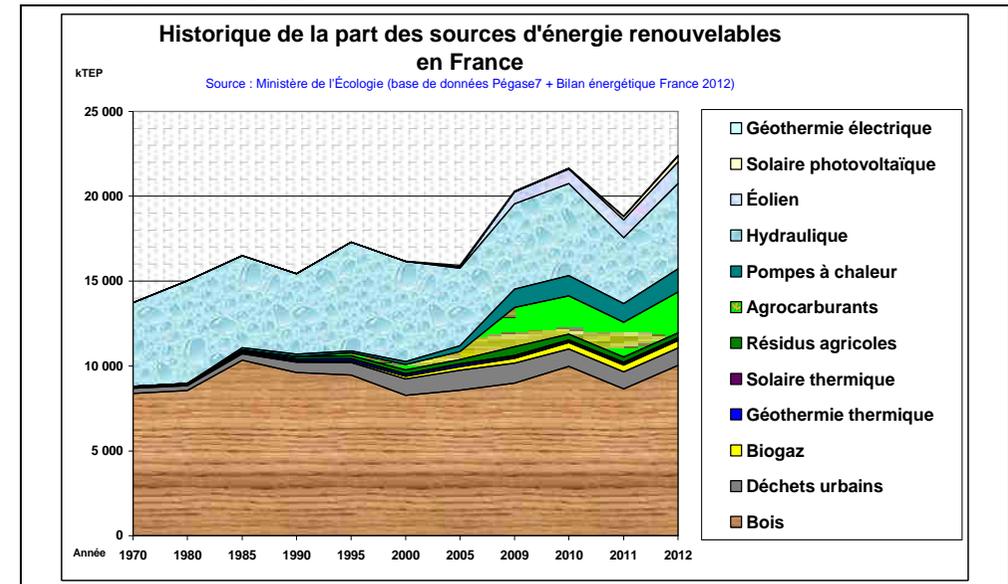
9.2.1. Les sources de contribution énergétique

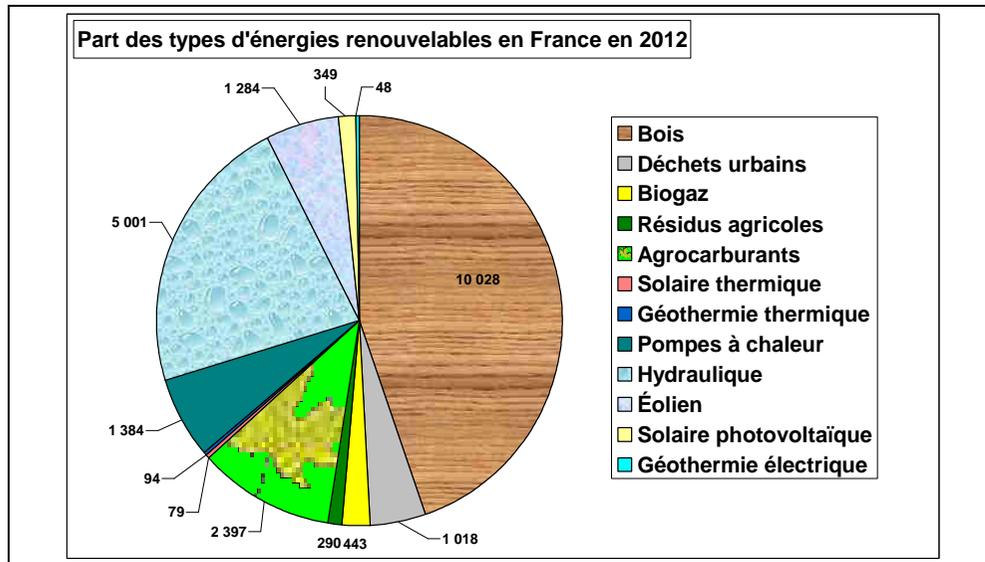
Le graphique historique ci-après indique la part des diverses sources énergétique dans la consommation française et le graphique suivant la situation en 2012.



9.2.2. Part du bois dans les énergies renouvelables

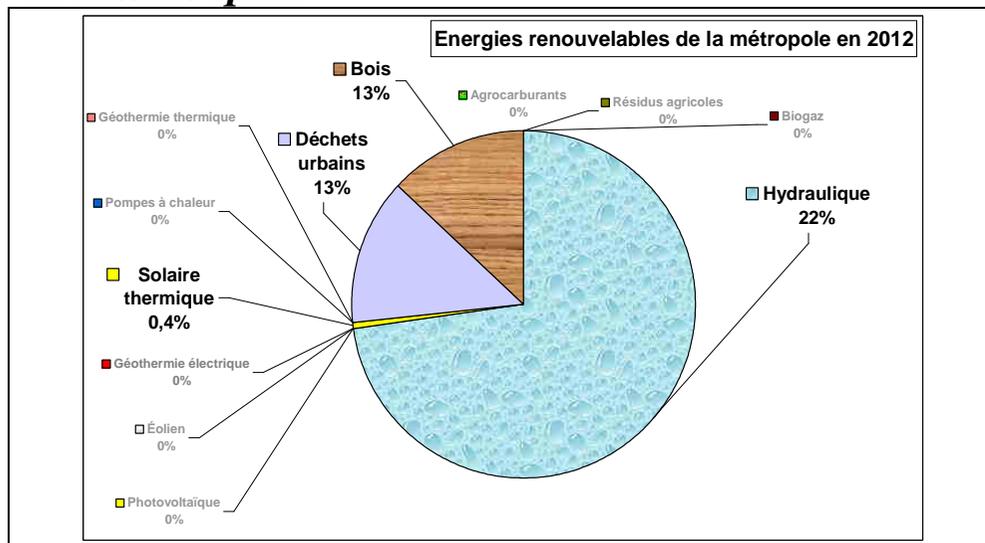
Les graphiques suivants montrent la part croissante des énergies renouvelables et du bois comme source d'énergie en France et sa contribution en 2012.





Le bois représente donc environ 45% des 22% d'énergies renouvelables dans la consommation française, soit environ 10% de l'énergie.

9.2.3. Part du bois dans les énergies renouvelables de la métropole

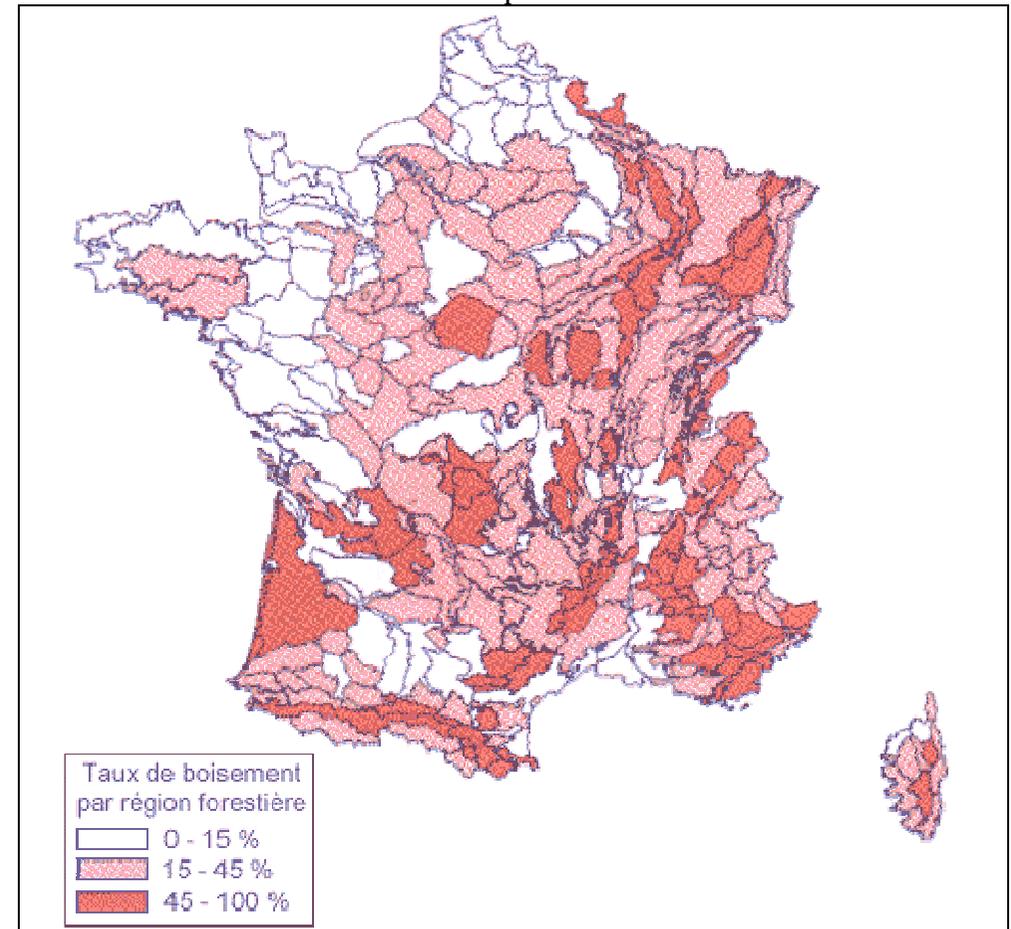


La part du bois dans les énergies renouvelable lyonnaise est seulement de 13% en raison de la part importante de l'énergie électrique fournie par les barrages au fil de l'eau du Rhône.

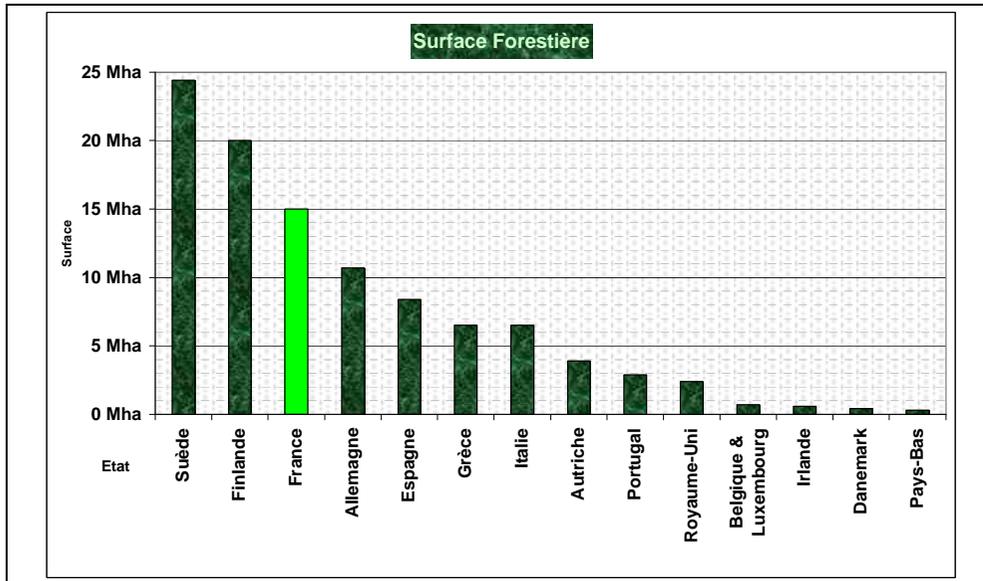
9.3. Le taux satisfaisant de boisement français

Les bois couvrent :

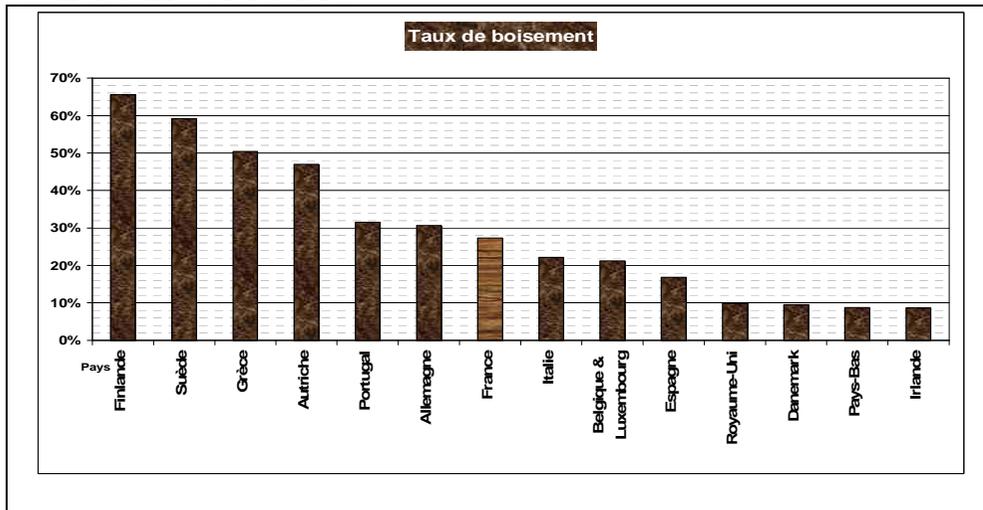
- ⇒ 27% de la France métropolitaine,
- ⇒ 10 % de la surface boisée européenne.



Le bois sur pied représente 2,5 Mm³.

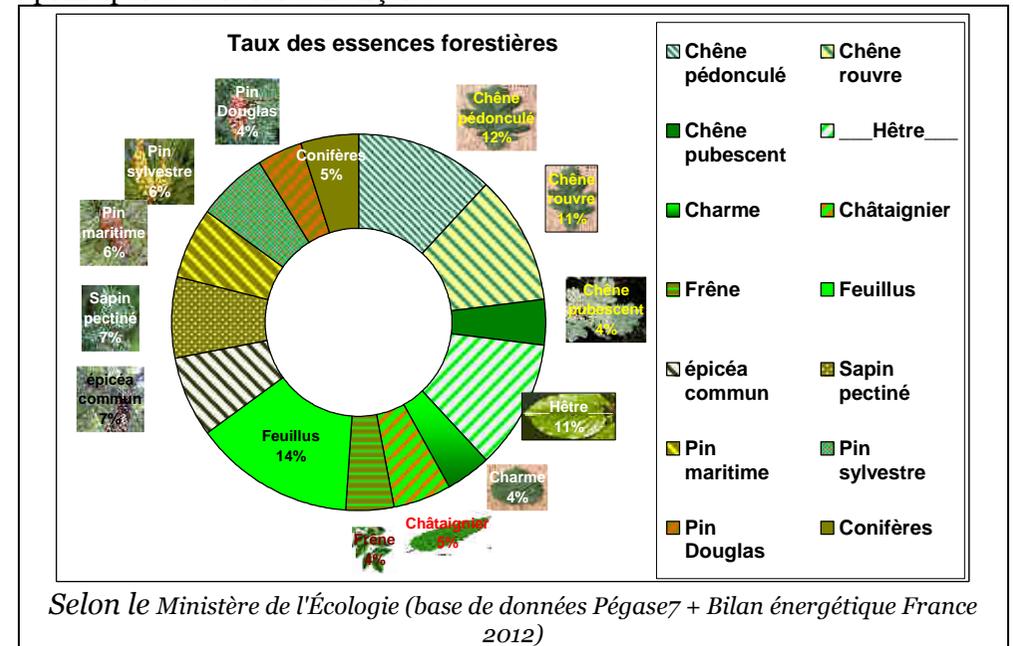


La France métropolitaine est en 3ème position derrière la **Suède**, la **Finlande** pour la surface boisée, et dans la bonne moyenne pour le taux de surface forestière.



Les essences de bois, les essences conseillées pour leur combustion longue sont disponibles : chêne, hêtre, charme, frêne, érable et les arbres fruitiers.

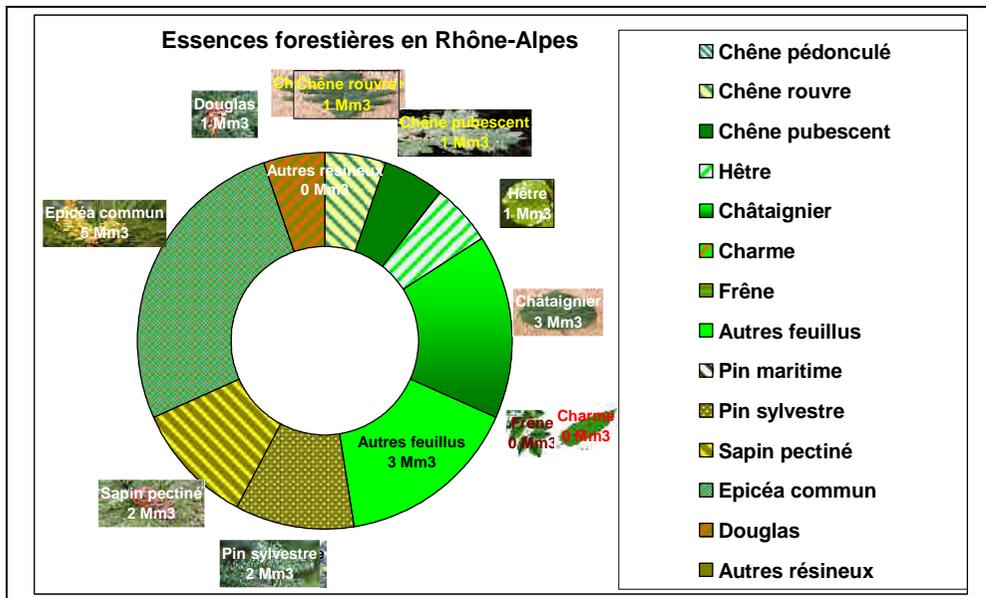
Le graphique ci-après donne la composition des diverses essences principales de la forêt française.



Selon le Ministère de l'Écologie (base de données Pégase7 + Bilan énergétique France 2012)

La forêt française se compose de :

- ⇒ 64 % de feuillus et
- ⇒ 36 % de conifères.



La composition en essences de la forêt Rhône Alpes est donnée ci-avant.

La composition en conifères atteint là plus de 50%.

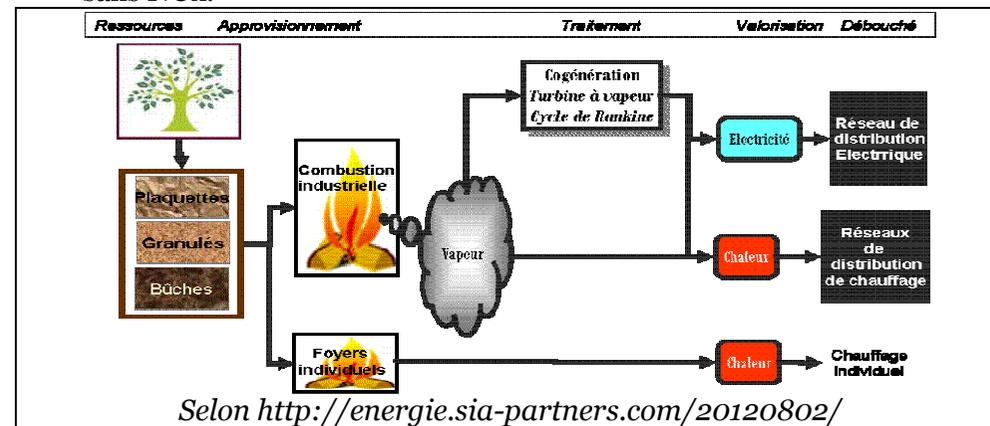
Concernant l'adaptation au chauffage, on peut cependant regretter :

- ⇒ trop peu de bois à croissance rapide (peuplier, bouleau...),
- ⇒ trop de résineux impropres à la combustion, appauvrissant les sols, vulnérables aux incendies.

9.4. Les procédés d'utilisation de l'énergie-bois

Les divers procédés pour générer de l'énergie à partir du bois sont :

- ⇒ La combustion directe du bois abattu et découpé et les déchets reconditionnés issus des scieries, menuiseries et ébénisteries ;
- ⇒ La combustion de lignite, formée naturellement par la formation d'humus au sol dans l'humidité et à l'abri de l'air de lignine sous terre ;
- ⇒ Les processus industriels de combustions, incinérations, fermentations ;
- ⇒ La génération d'énergie électrique par une turbine à vapeur
- ⇒ Les gazéifications générant biogaz, bio-fioul, huiles alors plus faciles à transporter et à brûler,
- ⇒ Le procédé de la Toscane, de distillation d'acides pyroligneux et formation de goudrons, cracking catalytique sur noir de carbone, qui aboutit à des mélanges d'hydrocarbures propres et sans NOx.



9.5. Intérêt du bois comme source énergétique

Le bois, don de la nature, moins coûteux que d'autres énergies fossiles, abondant en France est un recours naturel intéressant et économique.

Il est considéré comme une source d'énergie renouvelable écologique bien que sa combustion dégage du CO₂, car l'arbre abattu aujourd'hui en forêt résulte d'une transformation inverse du CO₂ en composés carbonés, depuis des dizaines d'années grâce à la fonction chlorophyllienne de ses feuilles. Cela suppose naturellement que les arbres coupés soient remplacés, ce qui est la véritable action écologique.

9.6. Les inconvénients du chauffage au bois

9.6.1. Inconvénients incontournables

Le bilan de l'empreinte carbone de la combustion de bois n'est pas complètement équilibré, pour diverses raisons :

- ⇒ La fonction chlorophyllienne diminue progressivement avec la croissance des arbres,
- ⇒ La France manque d'essences à croissance rapide (peupliers, bouleaux),
- ⇒ Le transport génère trop de CO₂.

La combustion non optimale risque de générer trop d'effluents nocifs

- :
- ⇒ si la température obtenue est insuffisante,
- ⇒ lors d'une combustion lente,
- ⇒ au démarrage,
- ⇒ si l'installation de chauffage a été sous-évaluée.

Contrairement aux chauffages électriques ou au gaz, les fumées :

- ⇒ intoxiquent le voisinage, selon le vent dominant
- ⇒ contribuent notablement aux dépassements des seuils autorisés de PM, surtout en absence de vent.

9.6.2. Inconvénients conjoncturels

La filière bois actuelle n'est pas optimale :

- ⇒ 50% environ des forêts rhônalpines sont trop peu exploitées,
- ⇒ les déchets de bois sont mal récupérés,
- ⇒ l'habitude est de commencer un séchage partiel des bois sur place.

Cette habitude :

- ⇒ évite de transporter des bois gorgés d'eau, mais
- ⇒ entraîne une immobilisation financière inutile (2ans), et
- ⇒ manque d'efficacité produit un bois de chauffage en grosses bûches insuffisamment sèches (35-40 % d'eau à Paris et 40-45 % à Lyon).

9.7. Minimiser la pollution par le chauffage au bois

9.7.1. Minimiser la pollution des foyers individuels

Les foyers ouverts très générateurs de microparticules sont inadaptés et à proscrire pour le chauffage urbain.

Depuis le 01/01/2011, les performances écologiques des foyers fermés et les chaudières sont caractérisés selon 3 critères, par des étoiles « Flamme Verte ».

Pour les appareils 5 étoiles, la valeur de ces critères est la suivante :

- ⇒ le PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) ou rendement énergétique,
- = 70 %, voire = 85 % soit *7 fois plus qu'une cheminée ouverte*,
- ⇒ les émissions de particules fines < 125 mg/Nm³ soit *jusqu'à 160 fois moins de particules qu'une cheminée ouverte*,
- ⇒ l'émission de monoxyde de carbone (CO) < 0,3 % des fumées.

Mais ces améliorations des chauffages ne sont pas suffisantes en ville.

En effet, même s'ils respectent ces normes, les foyers accroissent nécessairement le taux de PM admis dans l'air qui est seulement de 50µg/m³.

De plus, les émissions dépendent :

- ⇒ de la qualité du bois brûlé et
- ⇒ des conditions de combustion.

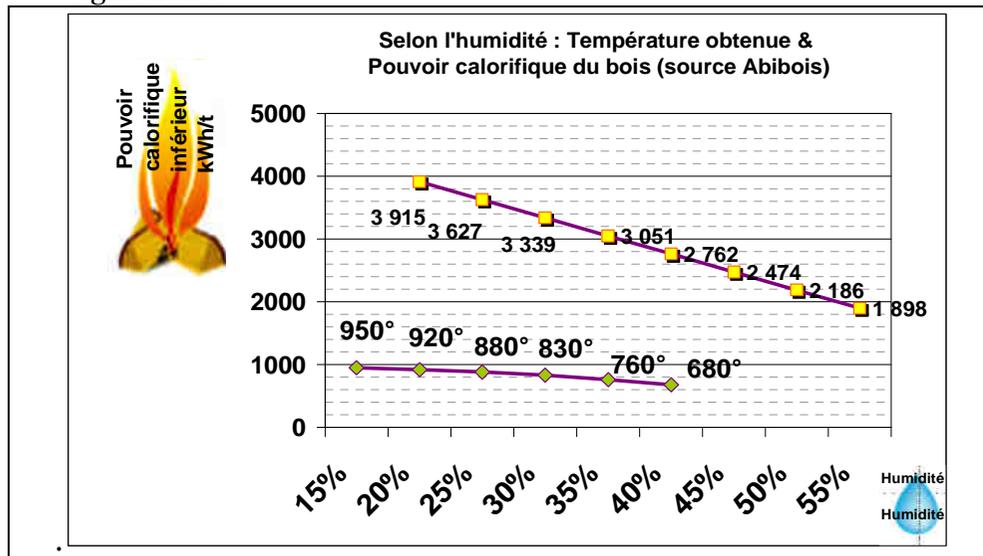
9.7.2. Brûler du bois très sec

La chaleur dégagée par la combustion du bois sert à chauffer mais aussi à vaporiser l'humidité qu'il contient. Par conséquent, moins il contient d'eau et plus il dégagera de chaleur et plus la température sera élevée.

Selon le graphique, brûler du bois avec 15% d'humidité au lieu de 40% :

- ⇒ améliore le pouvoir calorifique d'environ 25%, donc
- ⇒ transforme le bois en CO₂ et énergie, avec une efficacité, compensant presque l'absorption par la fonction chlorophyllienne,
- ⇒ diminue d'autant la consommation de bois,
- ⇒ accroît d'environ 200° la température sous la voûte,
- ⇒ réduit d'un facteur 10 le taux de pollution en PM₂₀ et PM₅₀, (constaté par une combustion sans flamme)
- ⇒ se conduit avec une souplesse incomparable,
- ⇒ induit un transport allégé de 25%.

A noter que les cendres de bois sont aussi récupérables en agriculture.



9.7.3. Assurer la qualité du bois de chauffage

Cependant, le séchage du bois est difficile, car sa compacité retarde l'évaporation notamment des veines centrales.

Les résineux ayant une sève inadaptée à une combustion propre créant des fumées grasses qui encrassent les filtres, ce qui nécessite des dégoudronnages ou induit la tentation de supprimer les filtres.

Il serait souhaitable que lors du processus d'approvisionnement, le bois de chauffage soit :

- ⇒ trié par essence,
- ⇒ séché à température élevée après déchiquetage,
- ⇒ packagé sous une forme pratique, en sacs papier propres adaptés au chargement des fourneaux.

En effet, la vaporisation de l'eau est bien plus efficace à 900°C qu'à température ambiante.

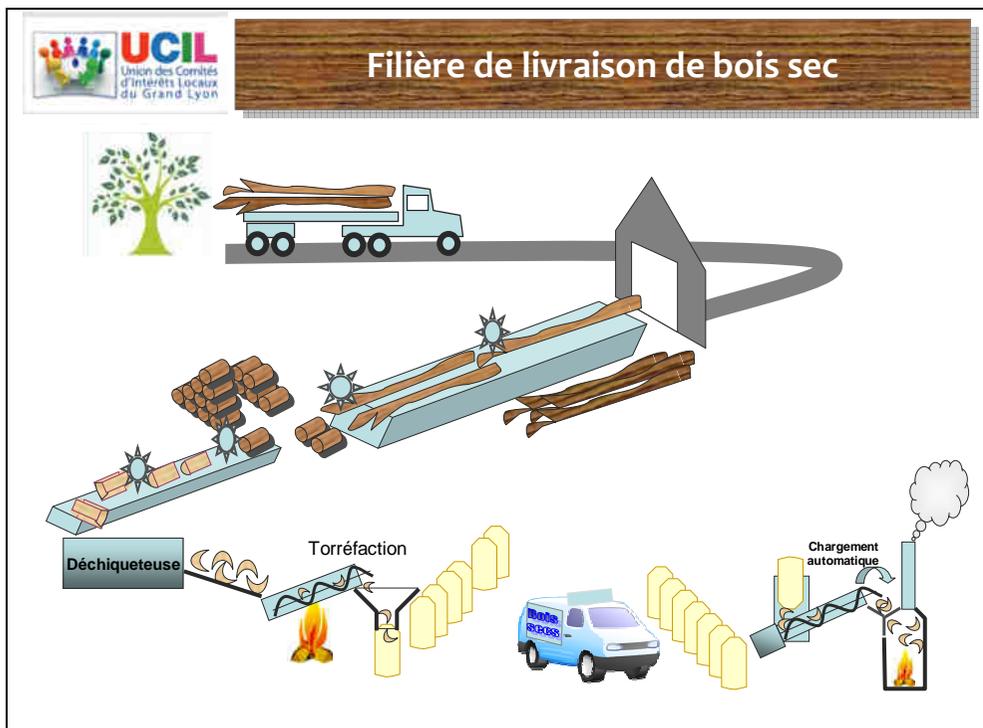
L'objet visé est la mise sur le marché d'un combustible torréfié, présenté sous une forme commode (copeaux en sachets ou briquettes), pour un coût de la calorie acceptable (voire voisin du coût actuel).

La qualité du bois implique de piloter le processus,

- ⇒ selon les caractéristiques des appareils,
- ⇒ selon les essences traitées.

Pour accélérer le séchage, il conviendrait donc d'opérer comme suit :

- ⇒ peu après l'abattage, transporter le bois vers un bâtiment proche,
- ⇒ trier les bois par essence,
- ⇒ scier les troncs de bois en long et les branches en bûches,
- ⇒ scier chaque bûche deux fois en long,
- ⇒ échantillonner la sciure pour connaître son humidité,
- ⇒ effectuer un passage à la déchiqueteuse,
- ⇒ torréfier les copeaux au four (fixe ou mobile), équipé de moyens de conduite et goulottes de transferts,
- ⇒ homogénéiser les copeaux,
- ⇒ emballer les copeaux dans des sacs commode à manipuler.



Les fournisseurs de bois et des machines existent pour chaque étape, mais pour fédérer ces activités, il manque cependant une filière complète de fabrication et de livraison de bois secs ou torréfiés en gros volumes, localisée dans un même secteur géographique boisé.

9.7.4. Optimiser la combustion

Le processus doit être optimisé jusqu'à la combustion comprise.

Le packaging devrait rendre le bois commode à transporter et à adapté au chargement continu du foyer en bois déchiqueté et torréfié. Le chargement des grosses installations (voire des inserts) doit être effectué avec une fréquence suffisante pour éviter la baisse de température du foyer, si possible avec un dispositif de chargement automatique par exemple par vis sans fin.

Le tirage d'air entrant dans le foyer, doit être optimisé en fonction de la hauteur et du diamètre du conduit de la cheminée, tirage qui d'ailleurs augmente en fonction de la chaleur des cendres.

Une procédure de démarrage à froid, doit être optimisée, en préparant les foyers de combustion avec des combustibles améliorés.

9.8. Conclusion

Le chauffage au bois constitue une énergie économiquement intéressante. Compte tenu des normes ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) et des niveaux de pollution constatés à Lyon, malgré un bilan écologique attractif, le chauffage au bois devrait répondre en ville à des conditions contraignantes, mal satisfaites à ce jour. Même si les foyers répondent au critère ***** « flamme verte », l'humidité des bois disponibles, généralement méconnue des utilisateurs, est excessive.

En conséquence on peut craindre que :

- ⇒ les rendements thermiques soient insuffisants,
- ⇒ même bien surveillée ou pilotée, la combustion du bois génère une pollution fréquemment inacceptable en ville,
- ⇒ les filtres à particules soient mal entretenus, étant d'exploitation difficiles surtout si le bois contient des résineux.

Il existe des normes de foyers, mais des normes plus sévères de siccité du bois devraient être exigibles.

Une filière d'approvisionnement en bois séchés serait indispensable pour :

- ⇒ assurer la conformité du bois à ces normes sévères,
- ⇒ le livrer sous un packaging commode et économique,
- ⇒ adapter le chargement continu aux foyers.

Il conviendrait néanmoins d'éviter le chauffage au bois dans les quartiers dépassant déjà fréquemment les seuils de PM, en raison de la proximité d'axes de trafic comme l'axe Nord Sud.

10.

Lyon vers une pollution zéro ?



U.C.I.L. - 50 rue Saint-Jean - 69005 LYON (Siret n° 38485278600027)
Tél : 09 66 43 97 71 - courriel : u.c.i.l@wanadoo.fr site internet : www.ucil.fr

Association agréée au titre de l'article L 121.8 et L 160.1 du code de l'urbanisme et de l'article 40 de la loi du 10-07/1976 relative à la protection de la nature

10.1. Objet de la question

Quels investissements permettraient de réduire à zéro (ou presque) les émissions de polluants en ville ?

Combien cette opération coûterait ?

Est-ce la solution d'avenir ?

Telles sont les questions auxquelles ce chapitre se propose de répondre.

10.2. Qu'entendons-nous par pollution zéro ?

10.2.1. Pollution et empreinte carbone

La notion de pollution inclut 2 concepts différents :

- ⇒ la suppression des gaz à effets de serre comme le CO₂ (empreinte carbone), inoffensifs pour les êtres vivants aux doses habituelles, mais responsable (avec CH₄) du réchauffement climatique, phénomène porteur de risques considérables pour l'humanité,
- ⇒ les émissions de polluants nocifs à la santé.

Rappelons que la plupart des parades à la pollution apportent des remèdes aux 2 types de pollution.

Citons les principales :

- ⇒ la diminution des déplacements, donc l'orientation vers le télétravail,
- ⇒ l'isolation thermique des bâtiments,
- ⇒ le renforcement des transports collectifs électriques, à condition que l'électricité soit fabriquée de nuit sans brûler de carbone,
- ⇒ le chauffage électrique, dans les mêmes conditions.

Citons pour mémoire :

- ⇒ la réduction de rejets industriels (divisés par 2 chaque décennie),
- ⇒ la création de zones réservées aux véhicules propres,
- ⇒ la réduction du trafic automobile en ville, par l'accroissement des transports collectifs, en vélo, ou à pied,
- ⇒ le respect des normes Euro (6) par les véhicules.

En revanche, certaines mesures diminuent la pollution, mais accroissent plus ou moins les émissions de gaz à effet de serre. C'est, par exemple, le cas pour les pots catalytiques. Certaines mesures considérées comme plutôt écologique accroissent la pollution urbaine, comme le chauffage au bois privé ou public, en ville.

10.2.2. Pollution zéro ou presque zéro ?

L'objectif de pollution zéro est, bien entendu, trop ambitieux pour être réaliste, mais on peut tenter de s'en approcher.

De plus, la zone visée mériterait d'être précisée. Disons, pour fixer les idées, la partie de la métropole située à l'intérieur de l'anneau des sciences actuel et futur. Bien entendu, rien n'empêchera la pollution extérieure (NOx, O₃...) de migrer vers le centre-ville. Cependant, une proportion notable de microparticules se dépose dans une zone inférieure au km du lieu de leur émission.

10.2.3. Causes visées par le document

Naturellement, pour viser une pollution zéro, il conviendrait également d'effectuer une vaste campagne d'isolation des bâtiments, d'élimination du chauffage au bois en ville, dans les foyers individuels, voire collectifs.

Ce chapitre traite essentiellement du développement nécessaire des transports collectifs, pour réduire l'usage de l'automobile. Rappelons en effet que, dès lors que les transports en commun sont suffisamment proches et rapides, l'analyse des statistiques d'utilisation des modes de transport montre que, hormis les 15% qui ont besoin de leur véhicule dans le cadre de leur travail, la presque totalité des travailleurs utilisent les transports collectifs pour leurs déplacements domicile travail dès lors que leur domicile et leur lieu de travail sont correctement desservis.

L'extension des transports collectifs est probablement le domaine dans lequel les mesures doivent être prises à long terme et sont, à la fois, les plus structurantes, les plus coûteuses.

Cette extrapolation des évolutions souhaitables nous a paru

intéressante :

- ⇒ pour mesurer la somme de progrès à faire,
- ⇒ pour déterminer les orientations d'investissement,
- ⇒ évaluer le coût de ces évolutions,
- ⇒ apprécier la cohérence des mesures prises à court terme avec un projet global à long terme.

10.3. Les transports à pollution zéro

Commençons par un petit rappel.

En France, l'électricité est :

- ⇒ à 75% d'origine nucléaire, sans empreinte carbone, bien que responsable de déchets radioactifs à long terme,
- ⇒ à 20% d'origine naturelle, sans empreinte carbone.

Exceptionnellement, en cas de pénurie instantanée, d'origine thermique.

Elle est alors fabriquée par les centrales thermiques françaises au fioul ou à charbon ou par les centrales thermiques européennes.

L'énergie nucléaire ne dégage ni CO₂ ni pollution, mais ses déchets nucléaires doivent être traités.

Rappelons également que les transports urbains individuels non polluants peuvent être effectués :

- ⇒ par des véhicules électriques à condition de les charger la nuit
- ou ⇒ en mode dit doux, c'est à dire à pied ou en vélo.

Les transports collectifs peu polluants utilisés sont essentiellement :

- ⇒ le métro,
- ⇒ le tramway,
- ⇒ les trolleybus,
- ⇒ les bus à batterie.

Leur dépense énergétique reste généralement faible, rapportée au voyageur, surtout pour les transports sur rail.

Les données nécessaires aux réflexions concernent :

- ⇒ le montant des investissements /km de voie,
- ⇒ la durée de vie de la voie,
- ⇒ le coût d'un véhicule,
- ⇒ la durée de vie des véhicules,
- ⇒ la fréquence moyenne de passage,
- ⇒ la vitesse commerciale,
- ⇒ la capacité en voyageurs des véhicules,
- ⇒ la fréquence (trajets hebdomadaires),
- ⇒ la statistique de fréquentation par mode (nombre d'usagers annuels),
- ⇒ le coût d'exploitation par an et par km.

Rappelons quelques informations clés.

Mode	Vitesse commerciale	Investissement/km	Débit mxi	Coût / km /voyageurs
Métro	30km/h	105,0M€	11 413	6,97c€
Tramway	30km/h	17,5M€	4 050	18,51c€
Trolleybus	17km/h	10,0M€	1 440	30,46c€
Bus à batteries	17km/h	5,0M€	1 440	24,51c€
Vaporetto	10km/h	0,2M€	2 400	11,42c€
Télécabine	15km/h	10,0M€	4 200	17,03c€
Automobile	30km/h	600k€	680	33,68c€
Moto	40km/h	300k€	680	27,42c€
Vélo sur piste	17km/h	100k€	24	31,07c€

L'ensemble de ces données permettent de calculer, par km et usager :

- ⇒ l'amortissement de la voie,
- ⇒ l'amortissement des véhicules,
- ⇒ le coût d'exploitation.

D'où le coût du km par voyageur.

Les valeurs données sont des valeurs moyennes tirées de publications diverses, mais dont la précision reste approximative. Pour les fréquentations nous avons utilisé les valeurs des indicateurs du SCoT 2010. Les valeurs que nous avons retenues ne sont donc que des ordres de grandeurs.

Les coûts d'exploitation notamment sont rarement publiés et d'autre part variables d'une installation à une autre. Ramené à l'usager voyageur, naturellement, ils dépendent beaucoup de la fréquentation. Une étude plus circonstanciée serait certainement utile.

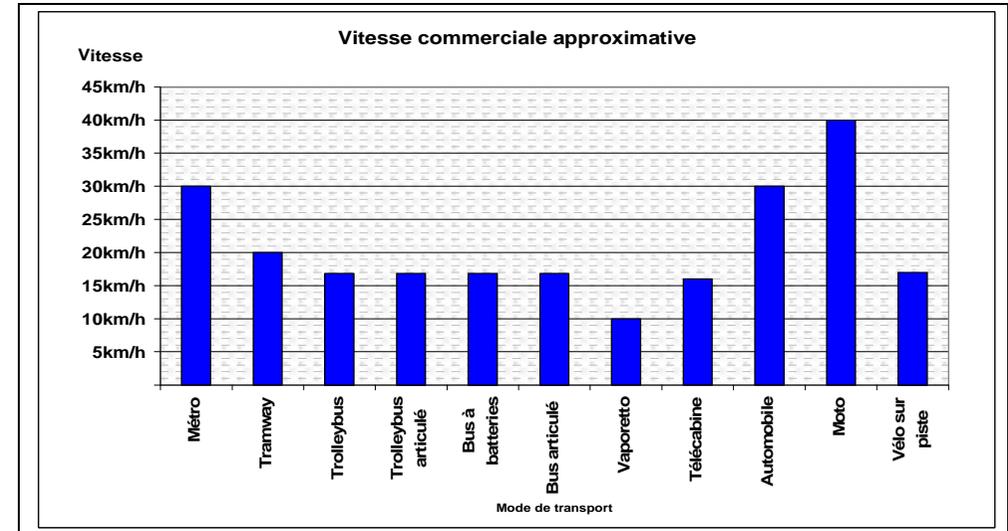
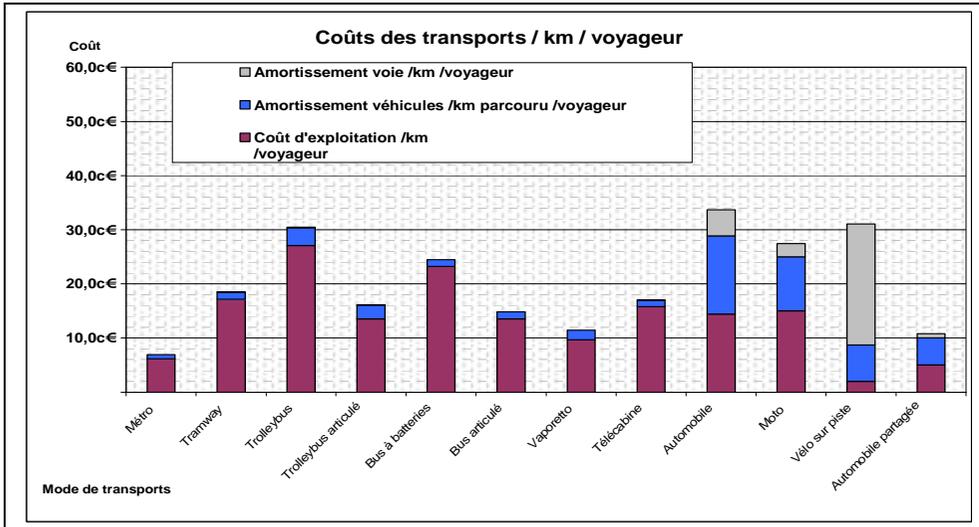
Pour les transports innovants, nous avons utilisé des études effectuées par d'autres villes, dont nous donnons référence en fin de document.

Concernant l'automobile, au coût de la chaussée, nous avons ajouté un complément pour le stationnement.

Malgré un coût d'investissement élevé, à terme, grâce à son débit et à sa vitesse, le métro est à la fois le transport le moins cher et le plus rapide. Des moyens de transports innovants en ville peuvent aussi être pris en considération, comme la télécabine ou les navettes fluviales.

Les bus n'ont un coût d'exploitation intéressant que s'ils sont suffisamment remplis et se déplacent rapidement. C'est un vrai dilemme, car en diminuer la fréquence en accentue la non fréquentation.

Le vélo n'est bon marché que si l'on ne compte pas le coût de la piste, exorbitant, ramené à l'usager effectif. C'est aussi 3 à 4 fois plus dangereux que la moyenne hors site propre, même si l'activité physique qu'il procure est favorable à la santé.



La vitesse des automobiles dépend fortement de la situation. Elle varie entre 50 et quelques km heures, selon les heures. A Paris par exemple, on l'estime à 17 km/h. On note, bien évidemment que tous les transports individuels (hors la marche à pied) sont plus coûteux que les transports collectifs, mais que la différence n'est pas aussi importante que cela.

Une conception urbaine globale des déplacements devrait favoriser chaque mode en valorisant ses avantages, pour que chaque individu optimise ses déplacements, en fonction des caractéristiques des modes de déplacement disponibles.

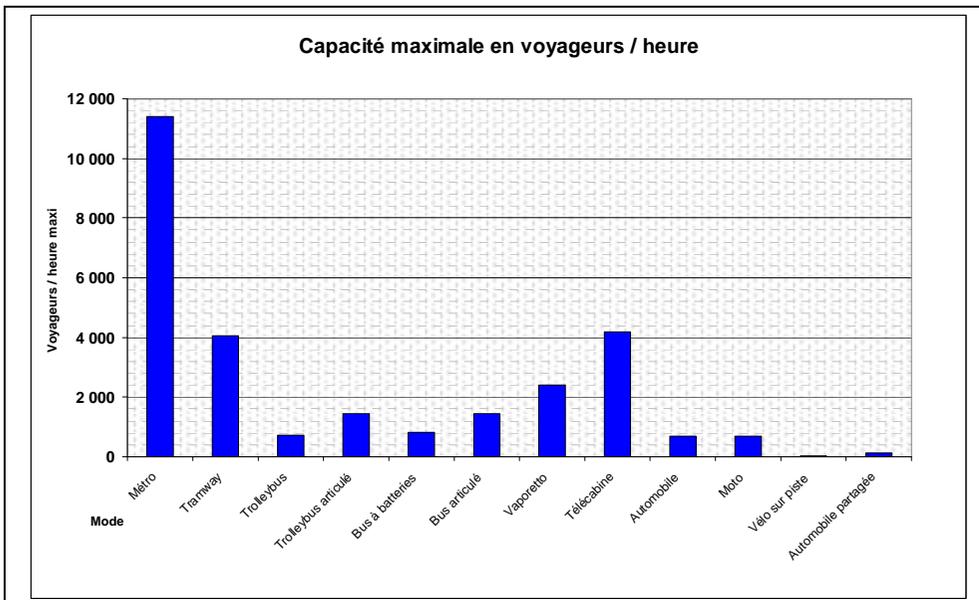
10.4. Evolutions pour atteindre l'objectif

Pour atteindre l'objectif de pollution zéro, ne circulerait en ville que :

- ⇒ des transports collectifs électriques,
- ⇒ des livreurs en camionnettes électriques,
- ⇒ des véhicules électriques en location : autos, scooters, vélos.

Des parcs relais, seraient nécessaires aux portes de la cité, pour offrir aux pendulaires 160 000 places pour garer leurs véhicules.

Une logistique du dernier km impliquerait de décharger les camions vers de camionnettes de livraison.



10.4.1. Schéma type de métropole

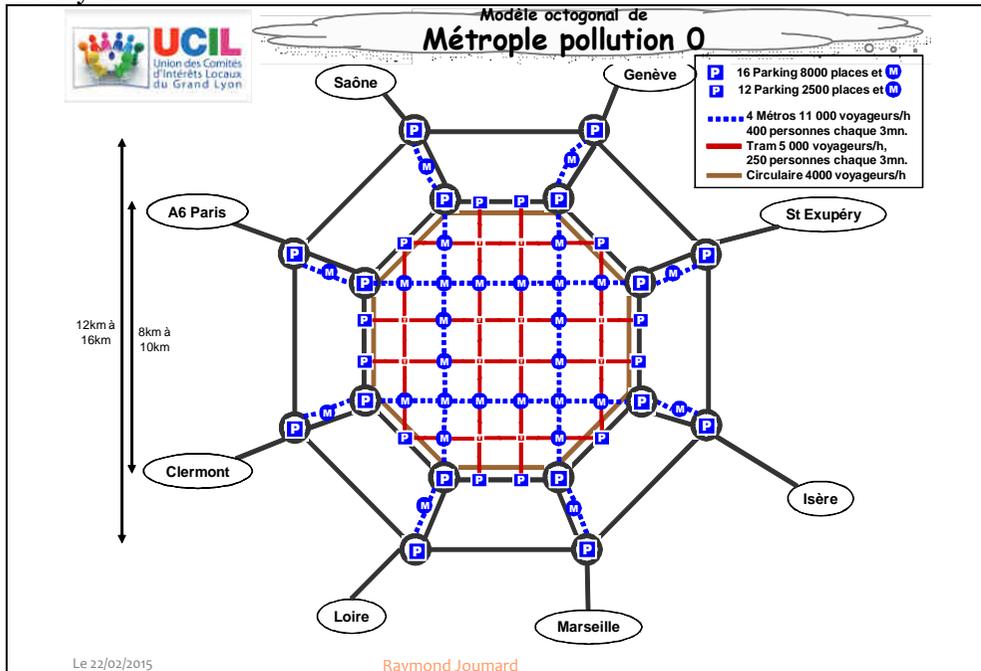
Nous avons imaginé des lignes de transport collectif (T.C.)

quadrillant la cité avec une densité inversement proportionnelle au coût d'investissement / km.

⇒ 1/3 métro,

⇒ 2/3 tram ou autre.

Nous proposons un schéma type des T.C. dans une métropole de la taille de Lyon.

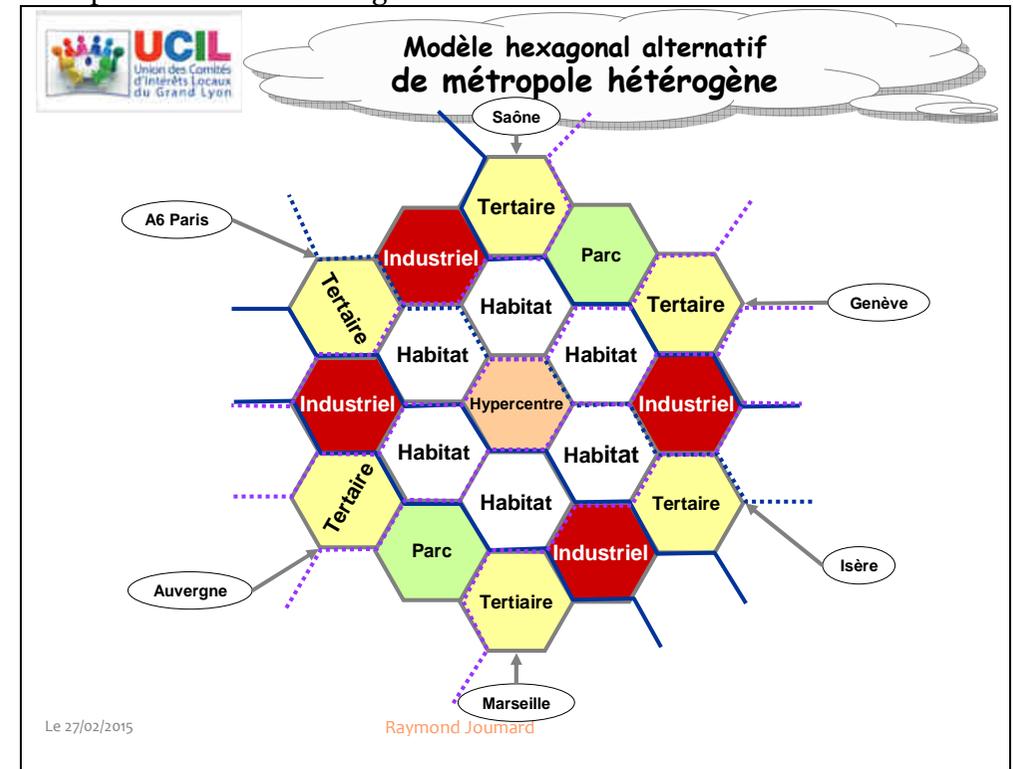


La métropole est présentée avec une structure homogène de forme octogonale, avec maillage des transports à angles droits. Nous ne prétendons pas que ce modèle, proche des métropoles développées empiriquement, soit optimal. Mais il a l'avantage d'être comparable avec la réalité de la métropole lyonnaise.

On pourrait aussi analyser une métropole différente avec :

- ⇒ un pôle habitat,
- ⇒ un pôle commercial,
- ⇒ un pôle industriel,
- ⇒ un pôle d'activités tertiaires,
- ⇒ un pôle loisir.

On pourrait aussi analyser, par exemple, une métropole hexagonale, composée de cellules hexagonales...



Mais nous n'avons pas détaillé plus avant ce type d'étude, car il s'adapte difficilement au schéma à angle droit des grands axes de la métropole.

10.4.2. Les transports collectifs pour atteindre l'objectif

Le maillage des transports présenté est mixte :

Mode	Nombre	Débit unitaire	Débit total A/R
Métros	4	11 000	88 000
Tramways	8	4 000	64 000
Télécabine	1 circulaire	4 000	8 000
Bus	Appoint	2 000	
Stationnement	Nombre	Places	Places totales
Parc relais	16	8 000	128 000
Parc relais	12	2 500	30 000

Dans notre approche,

- ⇒ en centre ville, les bus ont un rôle de transport d'appoint pour rejoindre les stations de transport sur rail, espacées d'1,2 km,
- ⇒ en périphérie, les bus sont considérés comme un mode de transport permettant de rejoindre les parcs relais ou d'irriguer les banlieues depuis ces parcs, desservis par les transports rapides.

Les bus ne sont pas donc pas pris en compte dans le chiffrage, car :

- ⇒ leur trajets sont facilement adaptables,
- ⇒ ils sont déjà largement présents dans l'agglomération,
- ⇒ l'analyse de leur trajet optimal ne peut se faire que sur la ville réelle.

Cependant, il est probable que si les transports individuels n'étaient plus utilisés, leur fréquence et leur nombre devraient être significativement accrus.

10.4.3. Adaptation du modèle de pollution zéro à la métropole

Il est possible de calquer globalement le modèle sur l'existant.

Le réseau de transports réel diffère néanmoins du modèle pour les raisons suivantes :

⇒ pour s'adapter à la géographie :

des 2 collines, contraintes fortes, des 2 fleuves,

⇒ pour se plier à l'économie :

des 2 gares principales + 2 secondaires (Jean Jaurès, St Paul),

⇒ pour des raisons d'économie (peu de places en parcs relais) ;

⇒ en raison de l'histoire.

Le Rhône, fut longtemps une frontière fluviale entre France et Dauphiné.

L'urbanisme historique a densifié l'hyper-centre de Lyon sous l'influence de Napoléon, Perrache, Jean-Claude Marius Wäisse...

De vastes terrains militaires ainsi que des parcs (la Tête d'Or, Blandan, Gerland) ont été historiquement localisés dans les faubourgs de la ville, dans des zones qui se sont ensuite fortement urbanisées.

Aussi, on note la concentration des lignes de transports dans l'hyper-centre historique.

Citons les différences essentielles entre l'existant et le modèle :

⇒ la circulaire de transports collectifs est inexistante et non envisagée ;

⇒ la circulaire routière (anneau des sciences) n'est pas bouclée ;

⇒ comme le souhaitait Charles Hernu, le premier métro de Lyon

a une forme coudée en Γ pour desservir Villeurbanne, puis

Vaulx-en-Velin ; ⇒ le métro B bute sur le métro A à Charpennes ;

⇒ il existe un seul métro vers l'ouest, sous Fourvière ;

⇒ une seconde liaison par métro de l'Ouest au centre n'existe

pas ;

⇒ c'est le métro B qui a été prolongé vers Oullins, et non le métro

A.

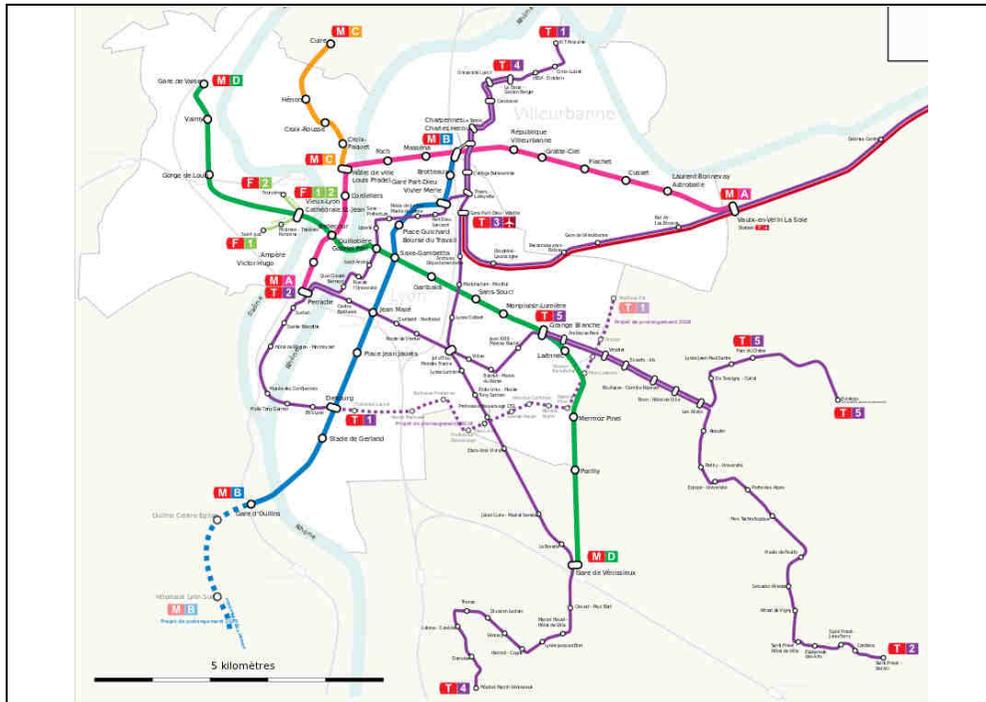
⇒ la liaison ferroviaire depuis Perrache n'est guère utilisée,

⇒ pour des raisons d'économies d'investissement, le tramway a

été préféré au métro pour des liaisons périphériques,

⇒ c'est notamment le tramway T1 qui assure la desserte vers la

Confluence.

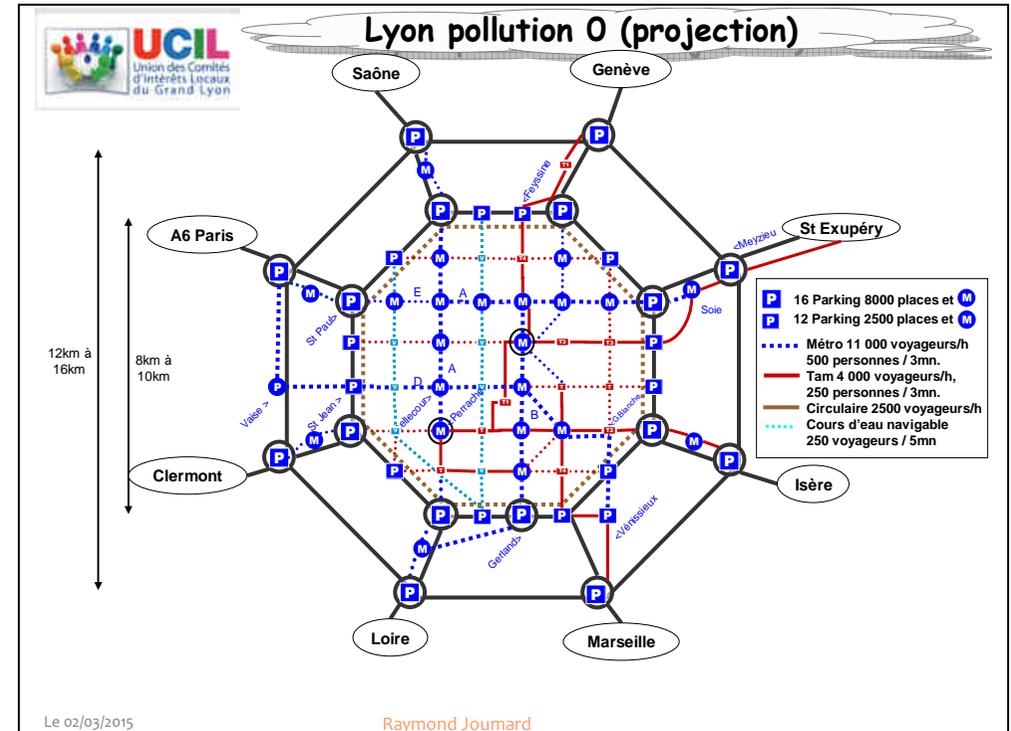


Ainsi, ce sont des tramways assure les liaisons vers le Sud, le Nord et l'Est :

- ⇒ le T3 au N-E, jusqu'à l'aéroport,
- ⇒ le T4 dessert les banlieues Sud,
- ⇒ le T1 au N. et au S.E. se prolongeant vers E. Herriot...
- ⇒ le T2 vers le S-E,
- ⇒ le T5 vers l'Est.

10.4.4. La part d'équipement existante ?

Si l'on essaie de plaquer le modèle sur l'équipement actuel de la métropole, on obtient le schéma suivant. Il s'agit naturellement d'une fiction, dont on ne sait ni si elle se réalisera un jour, ni comment.



Environ la moitié de l'équipement existe.

10.4.5. L'effort pour compléter l'équipement

Il est intéressant d'évaluer l'effort financier qui permettrait d'atteindre un réseau de transport susceptible de répondre à un objectif de réduction drastique de l'usage de la voiture en ville. Les données retenues ne sont que des ordres de grandeur, forcément discutables, mais néanmoins fondées sur des publications de spécialistes.

Les moyens de transports retenus dans le chiffrage sont ceux qui ont le coût /km / voyageurs le plus faible, en favorisant aussi le montant d'investissement^{xiii}. C'est pourquoi, dans notre calcul, nous avons introduit une part de transports innovants. Ceux-ci sont intéressants pour leur faible niveau d'investissement, comme les transports fluviaux ou les télécabines. La création de transports par navettes fluviales sur les cours d'eau implique un investissement réduit, de l'ordre de 1M€ par vaporetto et pour desservir les 16 km, 30 vaporettos de 250 personnes permettraient d'obtenir une fréquence de l'ordre de 5 minutes, pour un débit du même ordre de grandeur que le tramway. Leur mode de traction peut-être thermique voire aussi à batteries au plomb et au gel, sachant que sur l'eau, le poids n'est guère un problème.

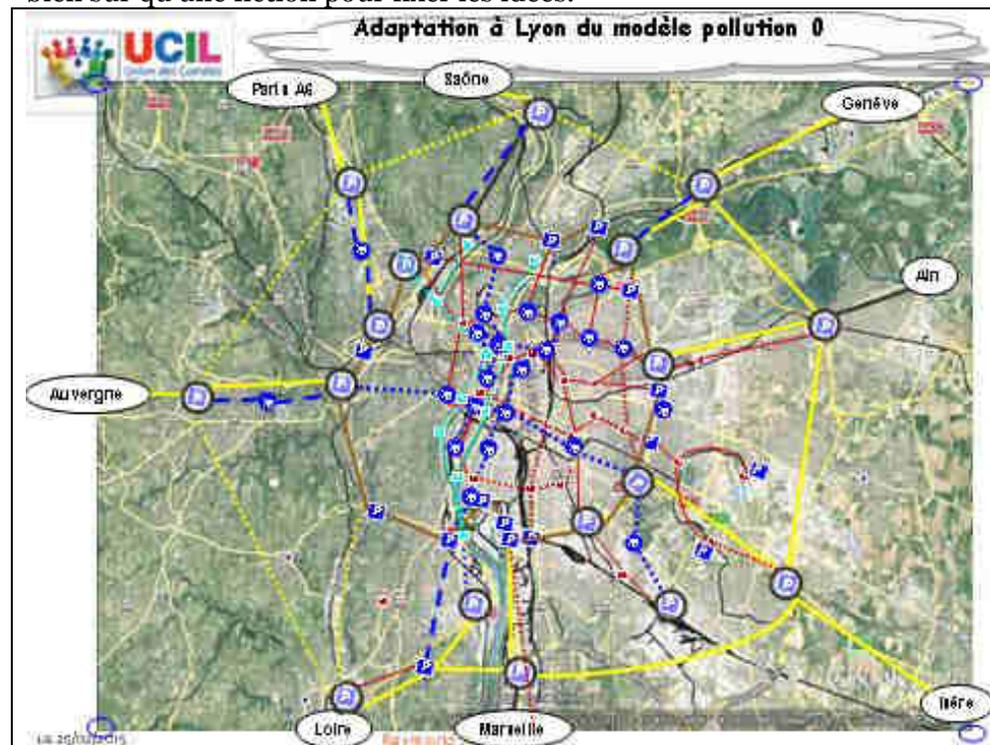
Un transport collectif circulaire le long du périphérique (plus de 30 km de circonférence) par une télécabine est la solution la plus économique et possible grâce à la faible emprise au sol de cette technologie. L'investissement est modéré, de l'ordre de 15M€ par km, soit de l'ordre de 8 fois moins que le métro. Le débit est semblable à celui du tramway. Ce dispositif franchit aisément les obstacles (fleuves et collines), mais doit respecter des parcours sans survoler d'habitat proche.

De plus, la circulation n'étant pas destinée à disparaître du jour au lendemain, les modes proposés ont l'avantage de ne pas entraîner de risque d'embouteillages sur les axes de déplacements existants. De plus, ils présentent un attrait touristique.

Investissement	Investissement / km	Sections restantes	km	Coût
Métro	131 M€	15	18 km	2 364 M€
Tramway	23 M€	23	28 km	644 M€
Vaporetto	16 M€	13	16 km	250 M€
Télécabine circulaire	16 M€	8	32 km	512 M€
	Coût/place	Places	Nouvelles	Coût
Parking	15,0k€	160 000	150 000	2 250,0c€
				6 020,2c€

Dans l'estimation, il n'a été compté ni l'augmentation de la capacité nécessaire et prévue des rames de métros et ni l'automatisation prévu de la ligne B.

L'adaptation du modèle de transport à la géographie lyonnaise donnerait le schéma ci-après, par extrapolation de l'existant. Cette projection n'est bien sûr qu'une fiction pour fixer les idées.



Malgré tout, le montant des investissements qui seraient nécessaires pour atteindre cette densité d'équipement s'élèverait à **6 000 M€** soit au moins une quarantaine d'années moyennant 150M€ d'investissements/an. Les places en parc relais ne s'accroissent, par exemple, que de 1000 par an. Le patrimoine net est actuellement de l'ordre de 4 000M€. Il faudrait donc multiplier par 2.5 l'offre de transports collectifs existante. Ce montant est donc très élevé, comparé à la capacité de financement de la métropole.

Rappelons également que le billet de transport est financé actuellement pour près de la moitié par des taxes diverses versées par les entreprises et les habitants et pour environ les 2 tiers, si l'on inclut les investissements. A règles de financement inchangées, si l'on tient compte des taxes annuelles diverses finançant les transports urbains passeraient donc de plus de 400M€ à plus de 1 000M€/an à taux de contribution égal. Autrement dit, plus l'offre de transport se développe, même si le taux d'utilisation des transports collectifs en est amélioré, plus les taxes doivent augmenter pour couvrir le déficit d'exploitation. Un tel accroissement de l'offre de transport devrait donc probablement impliquer, à terme, une évolution du mode de financement des transports collectifs. De plus, le choix du mode mis en place doit être justifié par l'importance de la fréquentation et donc par la densité de l'habitat. Par ailleurs, moins les habitants utilisent leur voiture, moins la TIPP sur les carburants et la TVA associée rapporte à l'état.

10.5. Le télétravail, 2nde voie vers la pollution zéro

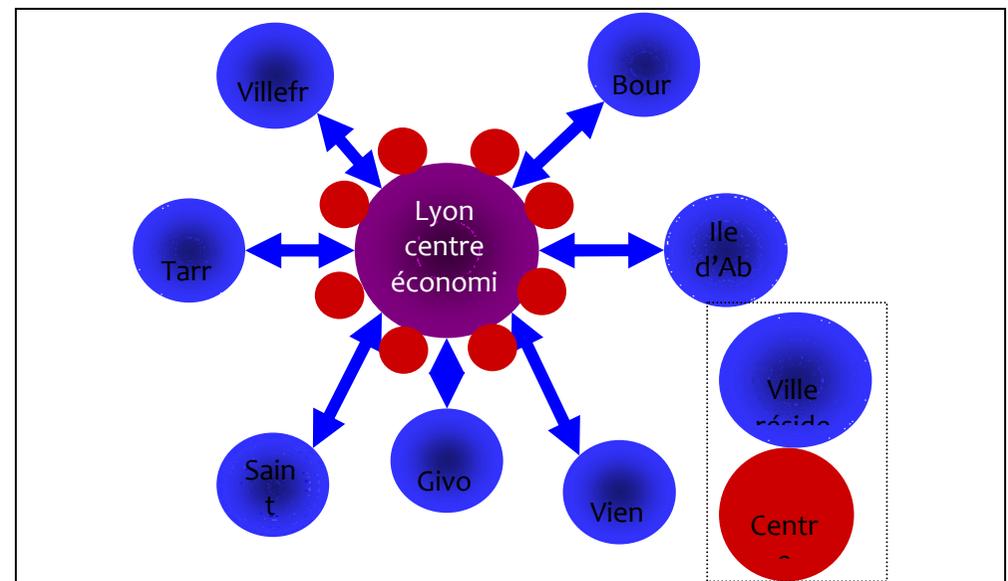
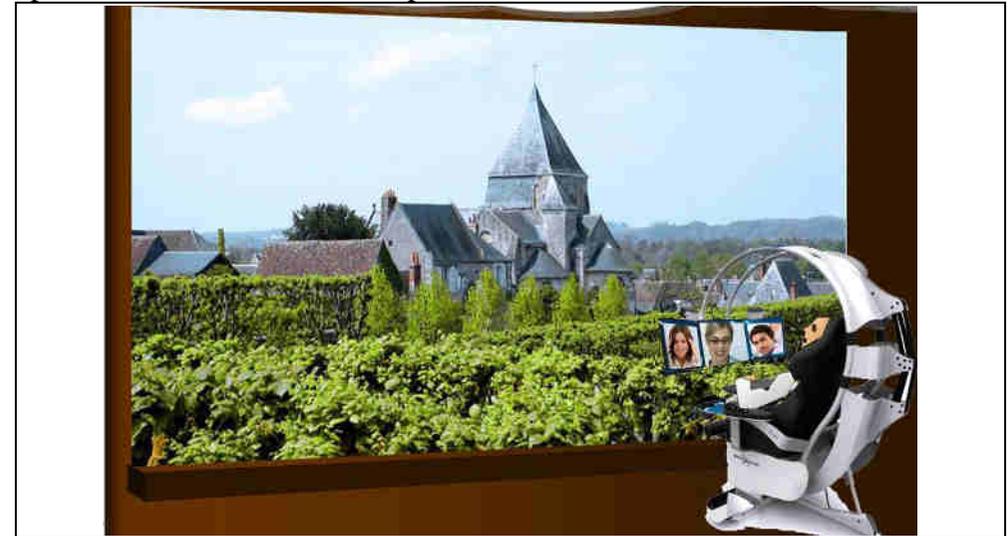
Le recours aux transports collectifs est-il la meilleure solution et la plus réaliste pour réduire la pollution ? Si la solution existait aujourd'hui, la réponse pourrait être oui.

Mais compte tenu de l'effort financier, sa mise en œuvre complète nécessitera au moins 5 décennies, voire le double et impliquerait des coûts de fonctionnement élevés (certes compensés par des réductions des km parcourus en transport individuel et donc sur les coûts des solutions individuelles de chacun). Le fait de payer le transport à son juste prix limiterait d'ailleurs les comportements déviants comme le fait d'éloigner l'habitat du lieu de travail.

Une autre voie consiste à réduire les besoins de déplacements, grâce notamment aux progrès des applications internet et à une organisation adaptée.

Par exemple, on peut de plus en plus faire ses courses sur internet. Mais les livreurs devront alors organiser plus de tournées (certes optimisées) et l'urbanisme s'adapter. Les activités tertiaires privées ou professionnelles pourront se faire de plus en plus via des sites internet pour les démarches administratives notamment. De plus en plus de travailleurs pourraient travailler chez eux. Les réunions pourront se faire de plus en plus par téléconférence.

Les déplacements professionnels pourraient, alors, devenir occasionnels. De ce fait, les employés auront probablement tendance à se disperser à la campagne, loin de la ville. Dans cette hypothèse, les déplacements urbains devront être complétés par des déplacements multipolaires sur rail pour permettre à certains de vivre plus loin des centres.



10.6. Conclusion

Lyon pollution zéro est un objectif vers lequel nos élus aimeraient tendre pour éliminer les méfaits de la pollution. Sa réalisation impliquerait non seulement une extension importante des transports collectifs mais aussi de nombreux et importants parcs relais dans lesquels les navetteurs laisseraient leur véhicule.

On est à peine à mi chemin, de l'extension des transports collectifs qui seraient nécessaire, même si on s'en approche année après année. Dans cette hypothèse, les déplacements automobiles individuels resteront inévitables entre la banlieue et les parcs relais qui auront été construits.

Mais atteindre cet objectif sera très coûteux en investissement (au moins 6 000M€) et surtout les charges d'exploitation annuelles passeraient alors de 400M€ à 1000M€ par an. Il faudra donc tant de temps pour atteindre l'objectif que nos générations ne connaîtront pas cette solution.

Cependant, dans ce délai, les progrès d'internet et des applications virtuelles auront probablement tendance à faire diminuer progressivement certains besoins de déplacements. Grâce au succès du virtuel, le télétravail sera de plus en plus possible pour diverses professions et les services offerts aux clients. Les opérations de télétraitement permettront de faire des courses, des démarches etc.

Par conséquent, le schéma du réseau de transport et le dimensionnement de l'effort nécessaire sera à reconsidérer régulièrement, à l'aulne des évolutions technologiques.

ⁱ AMI= Appel à Manifestations d'Intérêt.

ⁱⁱ ZAC = zones d'aménagement concerté

ⁱⁱⁱ AOMD=Autorités Organisatrices de la Mobilité Durable

^{iv} ADEME=Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

^v par le Ministère de l'écologie et du développement durable et de l'énergie.

^{vi} Encore à l'étude. Mais le critère de date de fabrication n'est pas le seul significatif de la pollution.

^{vii} avec :

- le Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD),

- le Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie & des technologies (CGIET)

- l'Inspection générale de l'administration (IGA).

^{viii} PPA=Plan de Protection de l'Atmosphère.

^{ix} ZAPA=Zones d'actions prioritaires pour l'air

^x TOP =Bouclage de l'anneau des sciences),

^{xi} SCoT = Schéma de Cohérence Territoriale

^{xii} m² SHON, comprenant les parties communes, donc augmenté d'environ 20%

^{xiii} <http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/F33->

[Le_cout_des_transports_cle15daa1.pdf](http://www.languedoc-roussillon.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/F33-Le_cout_des_transports_cle15daa1.pdf)

http://www.amutc.fr/pdf/INF_Point_sur_couts_transports_collectifs_urbains_site_pr

[opre.pdf](http://www.amutc.fr/pdf/INF_Point_sur_couts_transports_collectifs_urbains_site_pr)

[http://ecocitestrasbourg.org/IMG/pdf/certu-cout-km-tram-bhns.pdf](http://www.amutc.fr/pdf/INF_Point_sur_couts_transports_collectifs_urbains_site_pr)

[http://www.remontees-mecaniques.net/forums/index.php?showtopic=12117](http://www.amutc.fr/pdf/INF_Point_sur_couts_transports_collectifs_urbains_site_pr)

[http://tempsreel.nouvelobs.com/societe/20120713.FAP5593/toulouse-s-equipera-d-un-](http://www.amutc.fr/pdf/INF_Point_sur_couts_transports_collectifs_urbains_site_pr)

[telepherique-urbain-en-2017.htm](http://tempsreel.nouvelobs.com/societe/20120713.FAP5593/toulouse-s-equipera-d-un-telepherique-urbain-en-2017.htm)