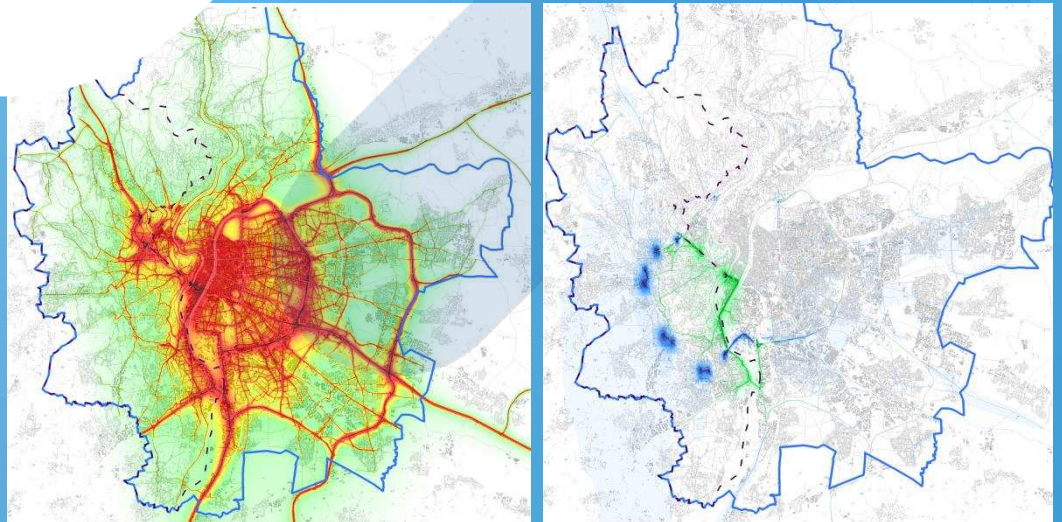


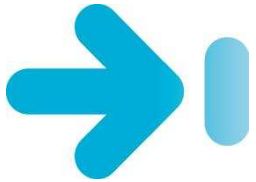
# Simulations prospectives de qualité de l'air à l'horizon 2030



**DANS LE CADRE DU PROJET « ANNEAU DES SCIENCES »  
DE L'AGGLOMERATION LYONNAISE**

[www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr)





Air Rhône-Alpes est issu du rapprochement de 6 associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'Air (Air-APS, AMPASEL, ASCOPARG, ATMO Drôme-Ardèche, COPARLY, SUP'AIR). Cette régionalisation a eu lieu le 1<sup>er</sup> janvier 2012 et a eu lieu suite aux orientations prises par le Grenelle de l'Environnement et transcrites par Décret Ministériel (2010-1268 du 22 octobre 2010).

## CONDITIONS DE DIFFUSION

Air Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (*décret 98-361 du 6 mai 1998*) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'Etat français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

Air Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur le site [www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr)

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Air Rhône-Alpes. Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : « © Air Rhône-Alpes (2012) Rapport technique Simulations Prospectives de Qualité de l'Air à l'horizon 2030 dans le cadre du projet « Anneau des sciences de l'agglomération lyonnaise, ».

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Air Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Air-Rhône-Alpes :

- depuis le formulaire de contact sur le site [www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr)
- par mail : [contact@air-rhonealpes.fr](mailto:contact@air-rhonealpes.fr)
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Un questionnaire de satisfaction est également disponible en ligne à l'adresse suivante <http://www.surveymonkey.com/s/ecrits> pour vous permettre de donner votre avis sur l'ensemble des informations mis à votre disposition par l'observatoire Air Rhône-Alpes.

Cette étude a reçu le concours financier du Grand Lyon.

Version éditée le 9 novembre 2012

# Sommaire



1. Contexte et objectifs de l'étude .....	5
1.1. L'air et la pollution atmosphérique .....	5
1.2. Contexte régional .....	7
1.3. La qualité de l'air sur l'agglomération lyonnaise .....	9
1.4. Etudes sur l'Ouest Lyonnais .....	11
2. Les scénarii et périmètres d'analyses .....	12
3. Volet émissions .....	17
3.1. Bilan des émissions actuelles sur le Grand Lyon .....	17
3.2. Zoom sur les émissions d'origine routière .....	18
3.3. Choix de l'année de prise en compte du parc roulant .....	19
3.4. Analyse des émissions .....	20
3.4.1. Situation actuelle 2010 .....	20
3.4.2. Horizon 2030 .....	21
4. Volet dispersion .....	24
4.1. Le modèle SIRANE .....	24
4.2. Les conditions de simulation .....	25
4.2.1. Les données géométriques : les réseaux .....	25
4.2.2. Période simulée .....	27
4.2.3. Météo, pollution de fond et émissions liées au trafic .....	27
4.3. Résultats de modélisation .....	29
4.3.1. Représentations des résultats .....	29
4.3.2. Indicateurs .....	29
4.3.3. Cartographies NO <sub>2</sub> : moyennes annuelles .....	31
4.3.4. Cartographies NO <sub>2</sub> : écarts entre scénarii .....	36
4.3.5. Exposition des territoires .....	42
4.3.6. Exposition des populations .....	43
4.4. Analyse des résultats .....	45
5. Conclusions et recommandations .....	47
Bibliographie .....	49
Glossaire .....	49
Table des illustrations .....	50
Annexe 0 : Norme d'émission Euro	
Annexe 1 : Résultats de modélisation PM <sub>10</sub>	
Annexe 2 : Zoom sur St-Genis-Laval	



# Résumé



La France est actuellement concernée par une procédure de contentieux pour non-respect de la réglementation européenne sur les particules fines (PM<sub>10</sub>) et une procédure concernant le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est probable. L'Etat français encourt des amendes importantes s'il ne fait pas la preuve de l'efficacité de plans d'actions relatifs à la qualité de l'air. L'agglomération lyonnaise fait partie des zones impliquées, avec des dépassements récurrents des seuils réglementaires.

La pollution par les PM<sub>10</sub> est liée au trafic routier, responsable d'un tiers des émissions, mais aussi, dans des proportions comparables, à d'autres activités (industries, chauffage résidentiel...). Pour ce polluant, le non-respect des seuils dans l'air ambiant porte essentiellement sur les pics journaliers (le seuil est à 35 jours de dépassements du 50 µg.m<sup>-3</sup> de la moyenne journalière) et sur des zones géographiques généralement étendues.

La pollution par le dioxyde d'azote est principalement observée à proximité des axes routiers et en zone urbaine dense avec une moyenne annuelle dépassant la valeur réglementaire (40 µg.m<sup>-3</sup> depuis 2010).

Si la qualité de l'air a tendance à s'améliorer au fil des ans à l'échelle des zones urbaines de la région, elle reste cependant préoccupante sur l'agglomération lyonnaise.

**Dans le cadre du projet d'infrastructure « Anneau des Sciences »<sup>1</sup> porté par le Grand Lyon et le Département du Rhône, Air Rhône-Alpes a réalisé des calculs d'émissions des polluants provenant du trafic routier et les simulations de leur dispersion pour différents scénarii prospectifs à l'horizon 2030. Les scénarii diffèrent notamment en termes de longueur du tracé, de nombre de tranchées ouvertes et fermées.**

## L'étude menée par Air Rhône-Alpes établit les constats suivants :

- A l'horizon 2030, le renouvellement du parc automobile peut constituer un levier d'action pour réduire les émissions du transport, à condition que l'augmentation potentielle du volume de trafic ne vienne pas compenser cette amélioration technologique.
- A ce même horizon, en termes d'émissions, la réalisation du projet « Anneau des Sciences » et de ses composantes ne dégrade pas globalement la situation par rapport au scénario de référence (2030 sans infrastructure) à l'échelle de l'agglomération.  
Sur l'axe A6/A7 requalifié en Boulevard Urbain, les réductions d'émissions sont significatives par rapport au scénario de référence. En revanche, les émissions augmenteront le long des nouvelles infrastructures et sur la zone ouest, principalement au niveau des émergences (entrée et sorties de tunnels) de la future infrastructure.
- Des simulations d'évolution de la qualité de l'air à l'horizon 2030 ont été réalisées afin d'estimer la superficie du territoire et le nombre de personnes potentiellement exposées à des niveaux de NO<sub>2</sub> supérieurs à la réglementation selon les scénarii.  
Globalement, la population ainsi que la surface exposée à des dépassements de seuils diminuent légèrement dans le cas de l'implantation d'une infrastructure, quel que soit le scénario, par rapport à une situation sans infrastructure.  
Il subsiste cependant des « spots » de surconcentrations très marqués au niveau des émergences de la nouvelle infrastructure. Ces « points noirs » potentiels constituent des zones spécifiques plus délicates à traiter, qui réclament une vigilance particulière quant à leur impact potentiel sur l'environnement proche et la population exposée.

**Cette étude constitue avant tout une première approche comparative des scénarii et non une étude d'impact. Elle a également permis d'identifier les sources d'incertitudes majeures à prendre en compte lors d'études ultérieures relatives au scénario qui sera retenu.**

<sup>1</sup> Projet défini sur le site du Grand Lyon : <http://www.grandlyon.com/L-Anneau-des-Sciences.340.0.html>



# 1. Contexte et objectifs de l'étude

## 1.1. L'air et la pollution atmosphérique

Chaque jour, un adulte inhale environ 15 mètres cube d'air en fonction de sa morphologie et de ses activités. L'atmosphère qui nous entoure est constitué d'un mélange de gaz, pour l'essentiel de diazote  $N_2$  (78%) et de dioxygène  $O_2$  (à 21%). Les éléments restants (1%) se répartissent entre vapeur d'eau, dioxyde de carbone ( $CO_2$ ), ozone troposphérique ( $O_3$ ), aérosols, gaz rares.

Cette composition est bien sûr variable dans l'espace et dans le temps et elle peut être très influencée par des paramètres locaux, tout particulièrement par les conditions météorologiques.

L'air peut également contenir des « substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives » (*définition issue de la loi sur l'air du 30/12/1996 intégrée au Code de l'Environnement - Livre II, Titre II*).

Ces substances constituent la pollution atmosphérique, mélange complexe de composés émis par les différentes sources de pollution (polluants primaires), mais également formés secondairement lors de réactions chimiques ayant lieu dans l'atmosphère (polluants secondaires).

### Les 4 principaux polluants règlementés en air extérieur sont :

- Les oxydes d'azote ( $NO_x$ )

Le terme « oxydes d'azote » désigne le monoxyde d'azote ( $NO$ ) et le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ), ce dernier étant l'espèce qui fait l'objet d'une surveillance dans l'air ambiant du fait de son impact sur la santé. Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique ( $N_2$ ) lors des combustions de combustibles fossiles à haute température, dont en particulier les carburants automobiles. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion. Le pot catalytique a permis depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence. Le  $NO_2$  se rencontre également à l'intérieur des locaux dans lesquels fonctionnent des appareils au gaz tels que les gazinières, chauffe-eau, etc.

- Le dioxyde de soufre ( $SO_2$ )

Le dioxyde de soufre ( $SO_2$ ) est un polluant d'origine essentiellement industrielle. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.

- Les particules fines ( $PM_{10}$ )

Les particules en suspension, communément appelées « poussières », proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrulés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, carrières, chantiers...). La mesure réglementaire s'effectue sur les particules de diamètre inférieur à  $10 \mu m$  ( $PM_{10}$ ) mais également sur celles dont le diamètre est inférieur à  $2,5 \mu m$  ( $PM_{2,5}$ ).

- L'ozone (O<sub>3</sub>)

Polluant secondaire, l'ozone n'est pas directement rejeté par une source de pollution : il n'est donc pas présent dans les gaz d'échappement des véhicules ou les fumées d'usine. Il se forme par une réaction chimique initiée par les rayons ultraviolets (UV) du soleil, à partir de polluants appelés « précurseurs », tels que les oxydes d'azote et les composés organiques volatils.

Cette liste de polluants n'est pas exhaustive. Il existe d'autres polluants ou famille de polluants qui sont surveillés : le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils (COV), les métaux lourds, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les dioxines et furanes, les pesticides, etc.

### Les phénomènes de pollution atmosphérique concernent différentes échelles.

A chaque échelle, les polluants ayant un impact sur la santé ne sont pas identiques, ils diffèrent notamment par leur durée de vie dans l'atmosphère et leur dynamique physico-chimique.

La pollution à l'**échelle locale** est principalement due à des formes chimiques ayant une « durée de vie » relativement courte dans l'air, ce qui limite leur dispersion à proximité des sources d'émission. Elle est souvent associée à des phénomènes perceptibles par la vue ou l'odorat. Dans le cas d'activités denses, les niveaux de pollution élevés peuvent couvrir des agglomérations entières.

L'**échelle régionale** concerne particulièrement les polluants dits « secondaires » comme l'ozone, qui se forment et persistent dans l'atmosphère, ce qui permet leur transport avec les masses d'air sur de grandes distances.

Les gaz à effet de serre, tels que le CO<sub>2</sub>, ne sont pas des composés toxiques impactant la santé humaine, en revanche l'augmentation de leur concentration moyenne dans l'atmosphère menace l'équilibre du système climatique à l'**échelle planétaire**. A ce niveau, le lieu d'émission importe assez peu : tous les composés émis vont s'accumuler dans l'atmosphère et y persister pendant plusieurs dizaines voire centaines d'années.

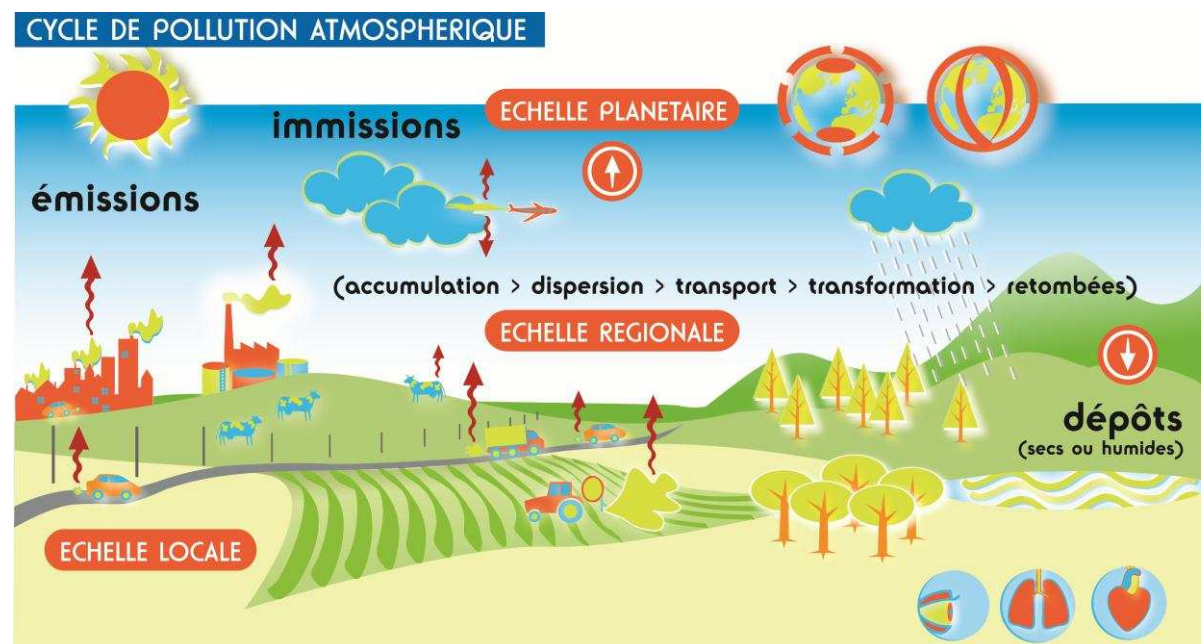


FIGURE 1 : CYCLE ET ECHELLES DE LA POLLUTION (SOURCE ASPA)

**Le « cycle » de la pollution atmosphérique peut être découpé en quatre étapes :**

1. les émissions ;
2. le transport des polluants dans l'atmosphère ;
3. leurs transformations et conversions chimiques ;
4. et finalement les immissions à savoir la qualité de l'air ambiant obtenue en un lieu donné et les retombées.

Une fois émis par une source dans l'atmosphère, un polluant va évoluer et se disperser plus ou moins facilement dans l'air selon plusieurs variables, dont les conditions météorologiques.

Comme il n'est pas possible de réaliser des mesures en tout point du territoire, la modélisation constitue une composante incontournable de la surveillance pour « spatialiser » l'information sur la qualité de l'air, établir des cartographies et pouvoir réaliser des études prospectives par simulation. La modélisation consiste à utiliser des logiciels calculant, à partir d'un inventaire géo-référencé des sources d'émissions (le « cadastre » des émissions), l'évolution des concentrations dans l'air ambiant des polluants par le biais de la résolution d'équations mathématiques et physiques.

Il devient ainsi possible d'estimer la qualité de l'air que les populations peuvent respirer en tout point d'un territoire donné.

*Pour d'autres informations sur les polluants atmosphériques, consulter le site [www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr), et notamment le livret « Air et santé », fruit d'un partenariat rédactionnel entre le Grand Lyon, l'inspection Académique du Rhône, Air Rhône-Alpes, Les petits débrouillards, l'ADES, OIKOS. <http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/684200>.*

## 1.2. Contexte régional

**La situation de la qualité de l'air est préoccupante en Rhône-Alpes.**

Les seuils réglementaires sont dépassés de manière récurrente dans certains territoires de la région Rhône-Alpes, notamment les seuils concernant les particules en suspension PM<sub>10</sub> et le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> (Figure 2).

Si aucune nouvelle action de réduction des pollutions n'est entreprise, près de 200 000 rhônalpins seraient encore exposés à des dépassements de seuils réglementaires pour la qualité de l'air en 2015. Outre l'impact sanitaire induit par cette pollution atmosphérique, l'Etat français risque d'être condamné par l'union Européenne pour non-respect des normes de qualité de l'air.

Concernant les particules fines, les dépassements sont essentiellement localisés dans les grandes agglomérations, en bordures des grandes voiries et dans les vallées alpines. Les sources principales de particules sont les transports, le chauffage au bois, les émissions diffuses du secteur industriel.

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est la forme nocive des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>, constitué du NO<sub>2</sub> et du NO). Les NO<sub>x</sub> sont principalement émis par les transports routiers. Les dépassements de valeur limite pour le NO<sub>2</sub> sont par conséquent essentiellement rencontrés à proximité des voiries routières. Cependant dans les grandes agglomérations très denses, des points de « fond urbain » peuvent aussi connaître des dépassements de valeur limite.



# LA QUALITÉ DE L'AIR EN RHÔNE-ALPES EN 2011

## BILAN DE MESURES VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION

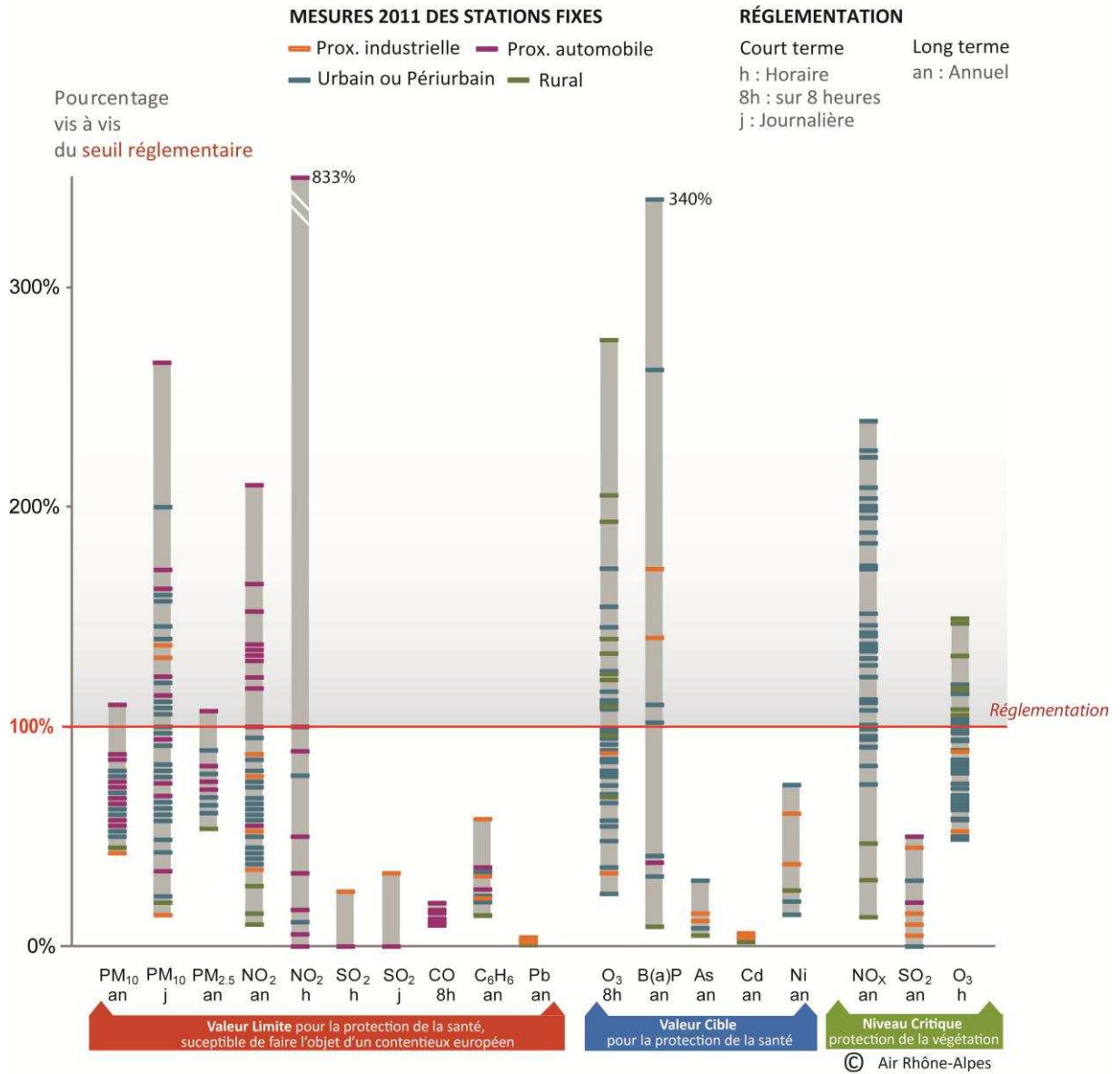


FIGURE 2 : PROFIL GENERAL DE LA QUALITE DE L'AIR MESUREE EN RHONE-ALPES EN 2011, EN VALEUR RELATIVE DES LIMITES REGLEMENTAIRES



### 1.3. La qualité de l'air sur l'agglomération lyonnaise

L'agglomération lyonnaise, deuxième unité urbaine de France, se caractérise par une densité de population et d'activités importantes et, de ce fait, d'émissions de polluants d'origines routière, industrielle ou encore résidentielle et tertiaire.

**Les résultats de la surveillance réglementaire font apparaître des dépassements des valeurs réglementaires, en particulier en ce qui concerne les PM<sub>10</sub> et le NO<sub>2</sub> (Figure 3 et Figure 4).**

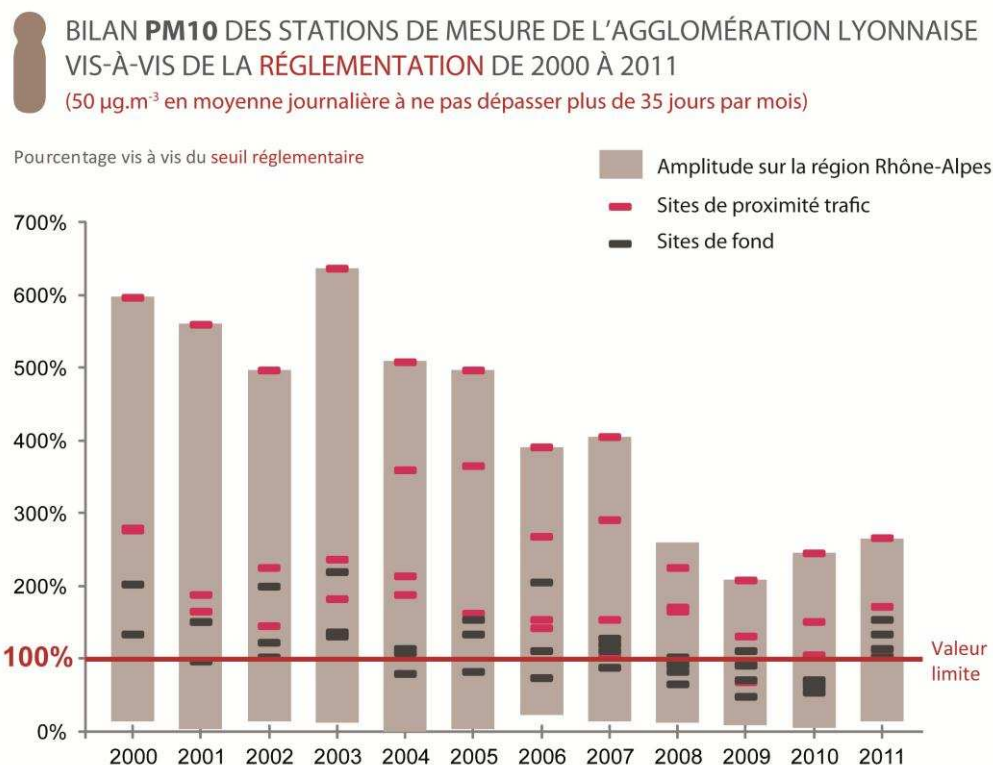


FIGURE 3 : BILAN REGLEMENTAIRE DES PM<sub>10</sub> SUR L'AGGLOMERATION LYONNAISE DEPUIS 2000

Le non-respect de la réglementation pour les particules fines (PM<sub>10</sub>) concerne les valeurs de pointe, c'est-à-dire les épisodes de pollution ponctuels au cours de l'année. La valeur limite est de 50 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

En 2011, tous les sites de surveillance sont concernés par ces dépassements.

Depuis une dizaine d'années, les concentrations maximales sont globalement en baisse, cependant le nombre d'épisodes est très variable d'une année sur l'autre, en lien notamment avec les conditions météorologiques.



## BILAN $\text{NO}_2$ DES STATIONS DE MESURE DE L'AGGLOMÉRATION LYONNAISE VIS-À-VIS DE LA RÉGLEMENTATION DE 2000 À 2011

( $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en moyenne annuelle)

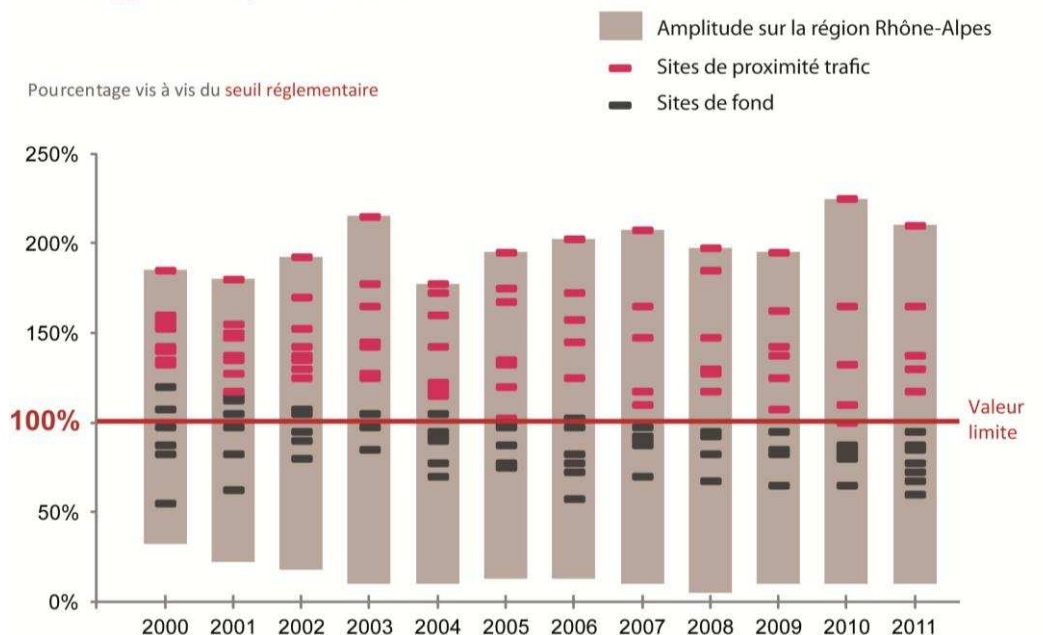


FIGURE 4 : BILAN RÉGLEMENTAIRE DU  $\text{NO}_2$  SUR L'AGGLOMÉRATION LYONNAISE, DEPUIS 2000

Le dioxyde d'azote, polluant lié au trafic routier, connaît en 2011 des dépassements des valeurs réglementaires en moyenne annuelle (situation chronique) de façon systématique sur les sites de proximité automobile. Les autres stations ne sont en revanche plus concernées par ces dépassements. Une légère tendance à l'amélioration est visible sur les niveaux des sites de fond urbain, en revanche il n'y a pas de tendance identifiée sur les mesures proches des axes routiers sur l'agglomération.

Outre le réseau de mesure, Air Rhône-Alpes met en œuvre des outils de calcul permettant d'évaluer les émissions de polluants et de modéliser la qualité de l'air (voir parties suivantes).

Ainsi, à l'échelle du Grand Lyon en 2011, 25 % des habitants du Grand Lyon auraient été potentiellement exposés à un dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote (soit une concentration supérieure à  $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  en moyenne annuelle), cf carte au § 4.3.3 p31.

Concernant la valeur limite en nombre de jours pollués par les  $\text{PM}_{10}$ , l'ensemble de l'agglomération a été concerné par un dépassement en 2011.

## 1.4. Etudes sur l'Ouest Lyonnais

Depuis 2006, Air Rhône-Alpes, en partenariat avec le Grand Lyon (par convention), intègre dans sa stratégie de surveillance de la qualité de l'air des études d'amélioration des connaissances sur la problématique des tunnels de Lyon.

En 2006-2007, une première étude a été menée autour du tunnel de la Croix-Rousse. La combinaison de mesures ponctuelles et d'une modélisation à fine échelle (modèle SIRANE) a permis de présenter aux élus et aux riverains l'état de la qualité de l'air sur l'ensemble du quartier de la Croix-Rousse, et de montrer notamment que, pour certains polluants (comme le dioxyde d'azote et les particules fines), les niveaux aux abords des entrées/sorties du tunnel ne respecteraient toujours pas les valeurs réglementaires à l'horizon de 2013.

Suite à cette étude, une station de mesure de qualité de l'air a été mise en place par Air Rhône-Alpes, à proximité de la tête du tunnel côté Rhône, dans l'enceinte de l'école Michel Servet, pour 4 ans, le temps de la durée des travaux de rénovation engagés par le Grand Lyon.

En 2007-2008, une deuxième étude a été réalisée sur l'ensemble du territoire de l'ouest lyonnais, concerné notamment par le projet « Tronçon Ouest Périphérique ». La zone couverte par cette étude s'étendait depuis le carrefour du Valvert au nord, jusqu'à la zone de Pierre-Bénite au sud, en passant par Francheville. Les résultats des mesures ont été exploités et ont montré que certaines zones étaient plus impactées que d'autres : en particulier le long des grands axes autoroutiers au nord et au sud de la zone, sur des zones avec des carrefours ou des rues canyon, mais aussi plusieurs points situés dans l'agglomération Lyonnaise.

En 2010-2011, Air Rhône-Alpes a étudié, en troisième volet, l'impact du tunnel de Fourvière sur une zone s'étendant du 2<sup>ème</sup> arrondissement de Lyon (depuis la sortie sud du tunnel jusqu'aux quartiers de Perrache et Presqu'île), jusqu'au 9<sup>ème</sup> arrondissement (depuis la sortie nord du tunnel jusqu'à Vaise), en passant par le 5<sup>ème</sup> arrondissement (au-dessus du tunnel).

Dans un premier temps, les mesures effectuées à l'aide de deux laboratoires mobiles, ont permis de dresser un bilan réglementaire précis à proximité des deux entrées/sorties du tunnel. Dans un second temps, les mesures ont servi à valider le modèle de dispersion SIRANE sur l'année 2008 (Figure 5). Ce modèle a permis de cartographier la pollution à l'échelle de la ville avec une résolution de 10 mètres, et a fortiori d'évaluer l'impact du tunnel vis-à-vis de l'exposition des populations.

Retrouvez les liens des études complètes dans la partie bibliographie de fin de document.

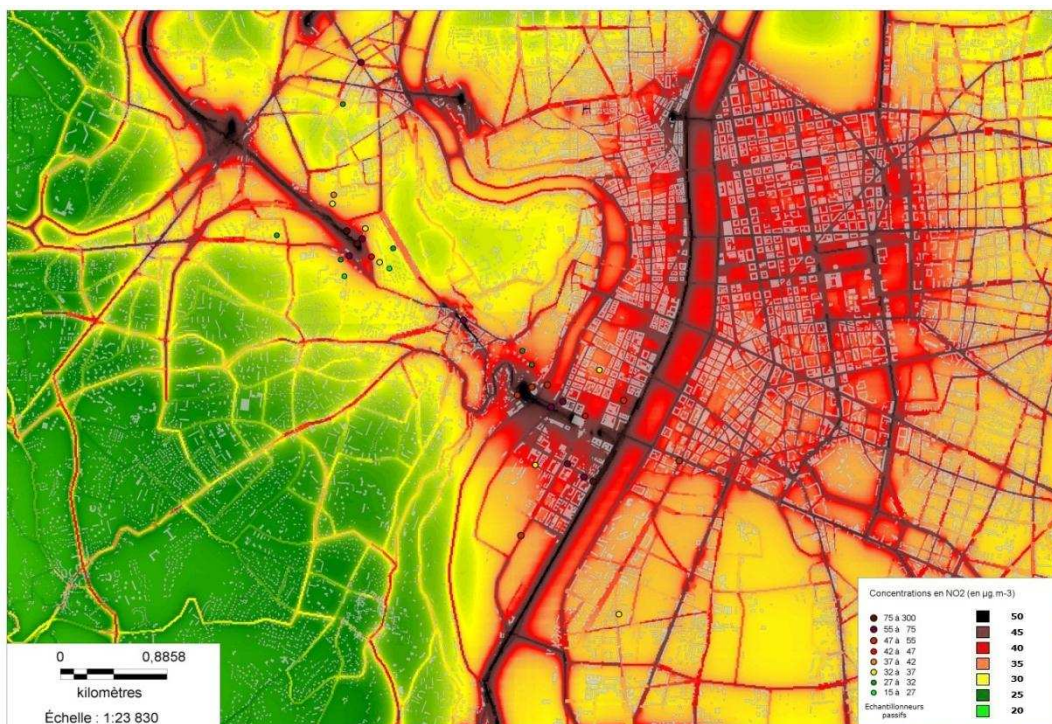


FIGURE 5 : CARTE DE MODELISATION DU NO<sub>2</sub> POUR L'ANNEE 2008, COMPARAISON AUX MESURES (2008 ET 2010)

La présente étude « Anneau des Sciences », menée en 2012, entre dans le cadre de l'axe 3 « Amélioration des connaissances » du Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) 2011-2015 d'Air Rhône-Alpes. Dans le cadre de cette étude et à partir de la modélisation mise en place au fil des études précédentes, Air Rhône-Alpes a réalisé des calculs d'émissions et la simulation de leur dispersion sur des scénarii prospectifs à l'horizon 2030. Cette date correspond à cinq ans après la mise en service envisagée de l'infrastructure, soit après stabilisation des trafics et à l'horizon du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT).

## 2. Les scénarii et périmètres d'analyses

Dans le cadre de la présente étude, les simulations de scénarii prospectifs ont été réalisées pour l'horizon 2030, sur la base des informations de tracés et des modélisations de trafic fournies par le Grand Lyon en avril 2012.

Trois scénarii d'infrastructures ont été étudiés, en plus du **scénario de référence** (i.e. sans nouvelle infrastructure, parfois appelé « fil de l'eau ») avec un trafic routier estimé pour 2030. Les hypothèses de calcul du trafic en 2030 sont présentées au § 3.3. Les scénarii diffèrent notamment en termes de longueur du tracé, de nombre de tranchées ouvertes et fermées. Dans tous les cas, la majeure partie du tracé est prévu en souterrain, avec des entrées-sorties (émergences) le long du parcours. Le détail de chaque scénario doit être présenté à l'occasion de la tenue d'un [débat public](#)<sup>2</sup>, et les documents de référence seront disponibles auprès de la Commission Particulière du Débat Public ou du Grand Lyon.

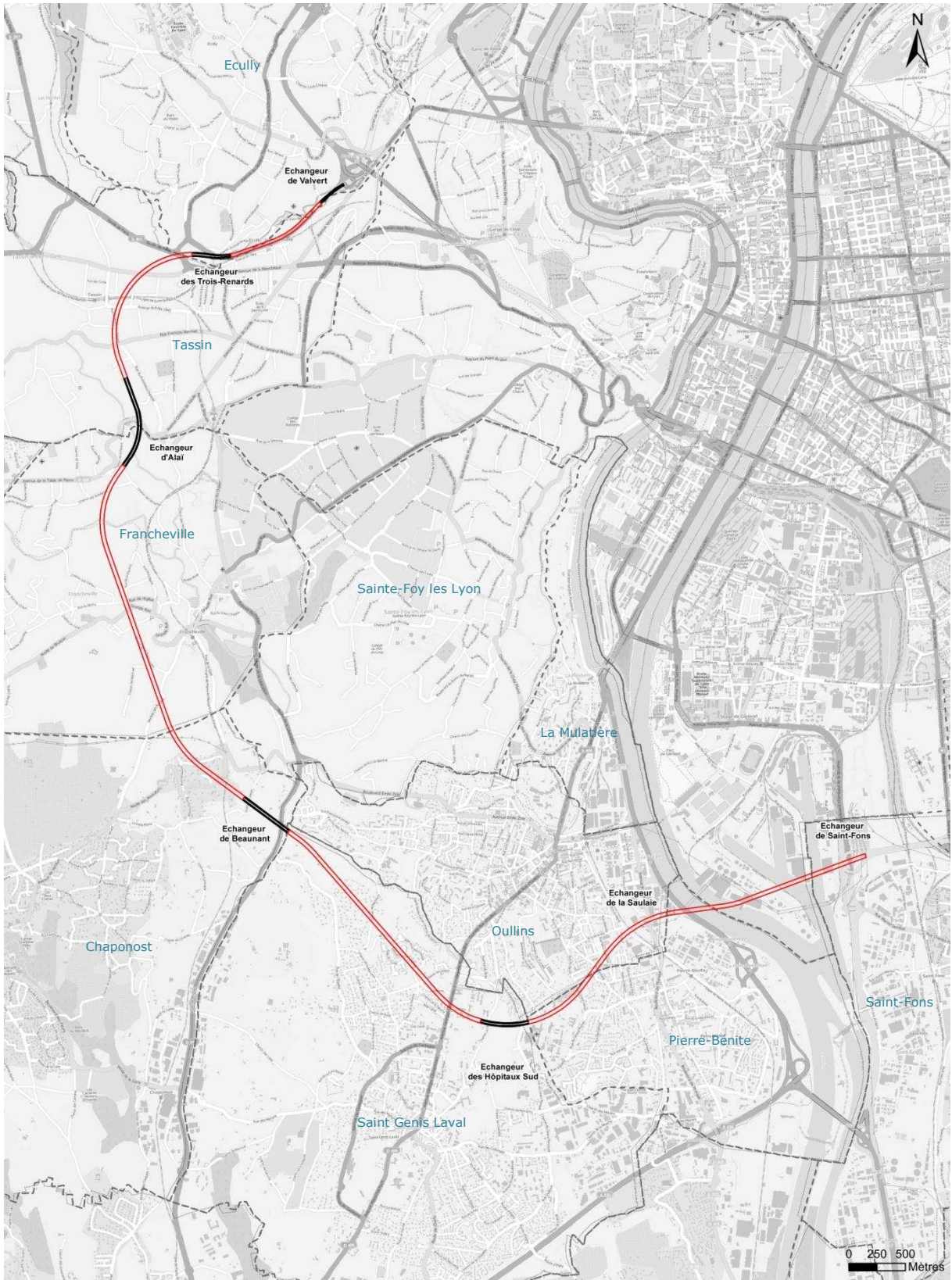
Les figures suivantes représentent ces différents tracés, dénommés pour la suite :

- scénario « **rocade** » ;
- scénario « **anneau des sciences** » ;
- scénario « **anneau des sciences sous fluvial** ».

<sup>2</sup> Site du débat public : <http://www.debatpublic-anneau-top.org>







**FIGURE 8 : TRACES DU SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS FLUVIAL  
EN ROUGE : TRANCHEE COUVERTE, EN NOIR : TRANCHEE AERIENNE (SOURCE : GRAND LYON, AVRIL 2012)**

Les périmètres d'analyse utilisés dans le rapport sont représentés sur la figure ci-dessous :

- ▶ **L'ensemble** du Grand Lyon et la commune de Chaponost à l'ouest (périmètre bleu) ;
- ▶ **Secteur ouest** : les 3 conférences locales des maires Ouest Nord, Val d'Yzeron, Lones et Côteaux (sans Givors ni Grigny) et la partie de Lyon jusqu'à l'A7 (zone jaune) ;
- ▶ **Des bandes de 300m** autour de :
  - l'axe A6/A7 (en violet) ;
  - l'axe de l'infrastructure du scénario rocade (en orange),
  - l'axe de l'infrastructure du scénario anneau des sciences (en vert) ;
- ▶ **Secteur intérieur** : délimité à l'est par l'A6/A7 et à l'Ouest par l'infrastructure
- ▶ **Le secteur A6/A7**, concerne les communes et arrondissements de part et d'autre de A6/A7, de Valvert au Boulevard Urbain Sud ou RD301 ; (Tassin-la-demi-lune, Lyon 2<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup>, 9<sup>ème</sup>, La Mulatière, Sainte-Foy-Les-Lyon, Oullins, Pierre-Bénite, Saint-Fons. Ce secteur est utilisé uniquement pour le volet émissions, n'est pas représenté sur la carte.

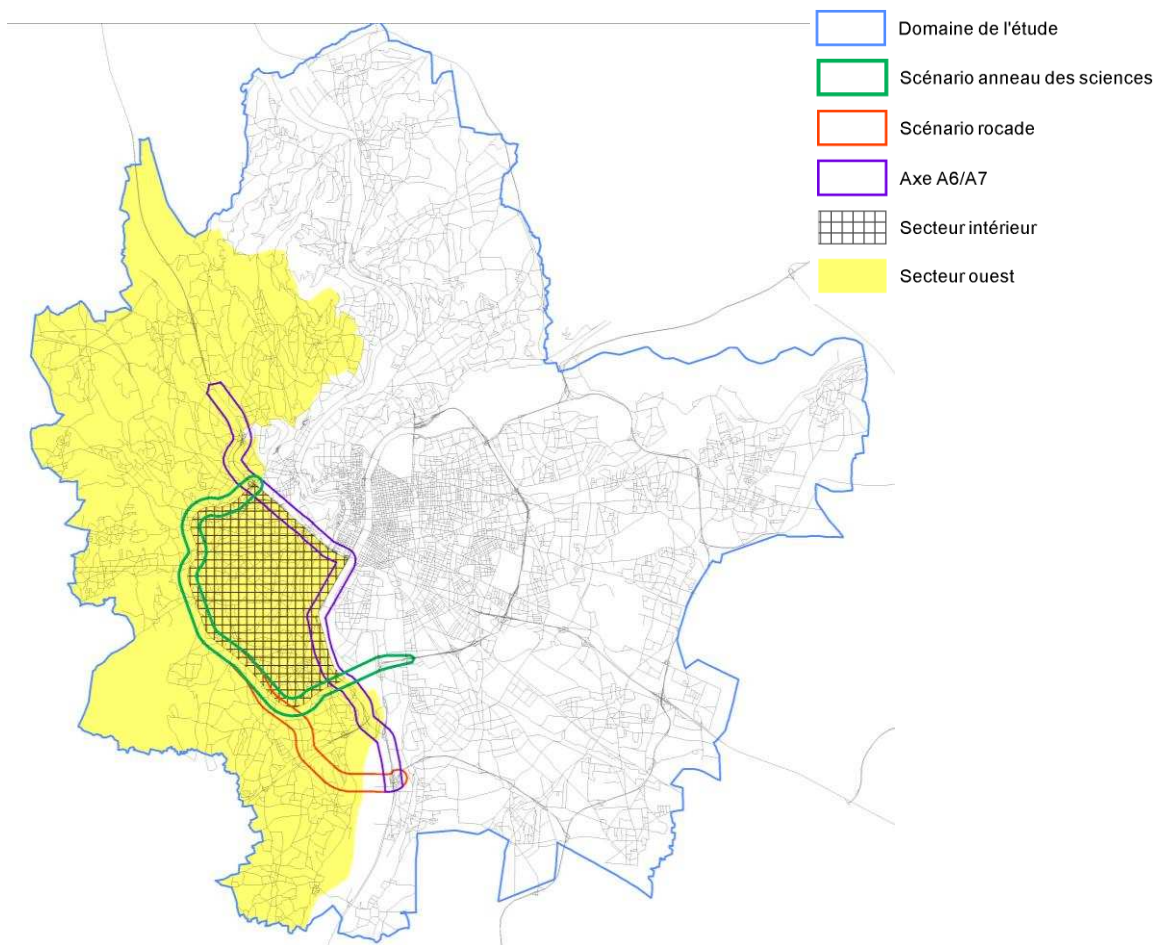


FIGURE 9 : ZONES DE « ZOOM » D'ANALYSE DES RESULTATS. BANDE 300M A6-A7, BANDE 300M SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES, BANDE 300M SCENARIO ROCADÉ, SECTEUR OUEST, SECTEUR INTERIEUR.



## 3. Volet émissions

### 3.1. Bilan des émissions actuelles sur le Grand Lyon

Air Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis une dizaine d'années un inventaire régional des émissions atmosphériques qui s'appuie sur le référentiel français OMINEA (Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques en France) développé par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique). Les calculs se basent sur plus de 400 activités recensées au sein de la classification européenne SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution).

Les sources prises en compte sont classées en fonction de la nature de l'activité considérée :

- Sources fixes anthropiques : industries (Grandes Sources Ponctuelles (GSP), PMI/PME) ; secteurs résidentiel et tertiaire par usage (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson...);
- Sources mobiles : transports routier, ferroviaire, aérien et fluvial ;
- Sources biogènes : agriculture, sylviculture et nature (sols, végétation).

Le schéma suivant synthétise la façon dont est calculé l'ensemble des émissions. Les données infracommunales sont privilégiées dans la mesure du possible pour améliorer la précision des bilans. Pour plus de précisions sur la méthode de calculs :

<http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/telecharger/652831>.

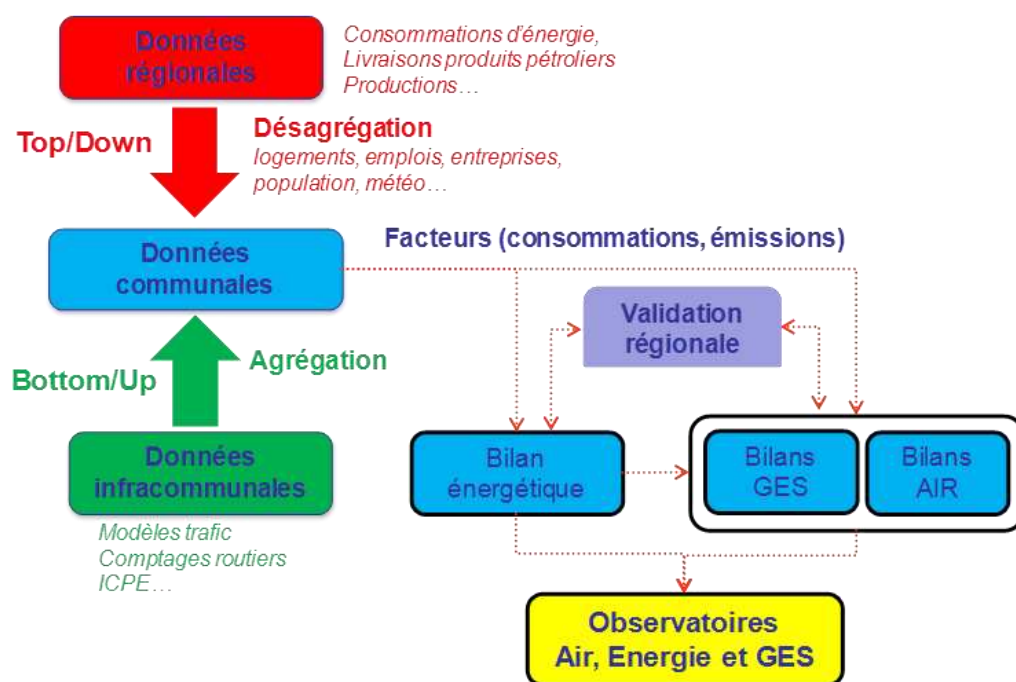


FIGURE 10 : SCHEMA GENERAL DE CALCUL DES EMISSIONS DE POLLUANTS

La figure suivante présente la contribution des secteurs d'activités aux émissions 2008 à l'échelle du Grand Lyon pour les oxydes d'azote, les particules PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub> et le CO<sub>2</sub>. **On constate que le transport routier contribue pour près de deux tiers aux émissions d'oxydes d'azote, pour environ un tiers aux émissions de particules et un quart aux émissions de CO<sub>2</sub>.** C'est notamment pour cette raison que les oxydes d'azotes font l'objet des focus principaux de cette étude.

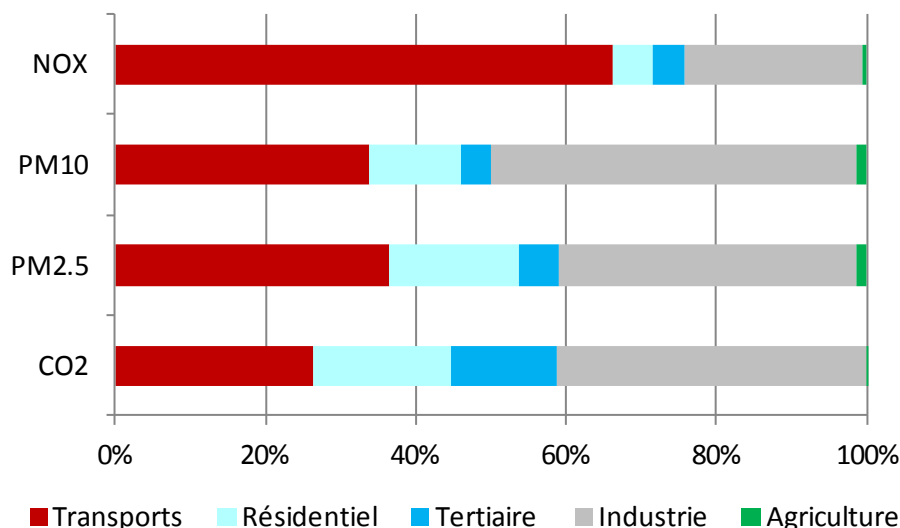


FIGURE 11 : EMISSIONS 2008 PAR SECTEUR D'ACTIVITE SUR LE GRAND LYON  
SOURCE : AIR RHONE-ALPES – VERSION 2011-1 SAUF CO2 (VERSION 2012-1)

### 3.2. Zoom sur les émissions d'origine routière

Le calcul des émissions routières repose sur la méthodologie européenne COPERT 4 (Computer Programme to Estimate Emissions from Road Transport). Cette méthode fournit pour plus de 200 types de véhicules une base de facteurs provenant majoritairement de mesures sur bancs à rouleau converties en fonctions mathématiques dépendant le plus souvent de la vitesse (pente + charge pour les véhicules lourds). Les variables dont dépendent ces facteurs d'émissions sont les suivantes :

**Véhicules légers :  $E_{VLi} = KM_{VLi} \times F_{VLi,Vi}$**

**Véhicules lourds :  $E_{PLi} = KM_{PLi} \times F_{PLi,Vi,RAMPE,CHARGE}$**

Avec :

$E_{VLi}$ : émission de la catégorie  $i$  de VL ou PL

$KM_{PLi}$ : distance parcourue par le VL ou PL  $i$

$F$  : facteur d'émission

$RAMPE$  : rampe du tronçon routier (facteurs donnés pour des rampes allant jusqu'à 6%)

$CHARGE$  : taux de charge utile d'un véhicule lourd (compris entre 0 et 100%)

$V_i$  : vitesse du véhicule  $i$  (facteurs disponibles jusqu'à 130 pour les VL. Pour les PL, la vitesse maximale associée à ces facteurs dépendent de la rampe et de la charge. Par exemple, un PL chargé à 100% dans une rampe à 6% n'aura pas de facteurs d'émissions au-delà de 50 km/h).

Les volumes de trafic proviennent des modélisations trafic du Grand Lyon (situation 2009, scénarii 2030 anneau des sciences et rocade), mises à disposition en février 2012, qui fournissent pour chaque axe routier significatif de l'aire d'étude un volume de trafic en heure de pointe converti en Trafic Moyen Journalier Annuel. Ces trafics sont ensuite dissociés en catégories de véhicules (voitures, véhicules utilitaires légers, poids lourds, transports en commun et deux roues motorisés) qui sont à leur tour décrites plus précisément grâce à un parc roulant national (permettant une distinction du carburant, de la cylindrée ou du PTAC (Poids Total Autorisé en Charge), ainsi que la norme d'émission Euro).

### 3.3. Choix de l'année de prise en compte du parc roulant

Le parc roulant de véhicules évolue d'année en année, avec le renouvellement progressif des véhicules anciens par de nouveaux véhicules moins polluants, du fait de la contrainte imposée par la norme Euro<sup>3</sup> sur l'ensemble des véhicules neufs. La dernière norme Euro connue à ce jour est Euro 6 pour les véhicules légers (date de 1<sup>ère</sup> immatriculation à partir de septembre 2015 – septembre 2016) et Euro VI pour les véhicules lourds – date de 1<sup>ère</sup> immatriculation à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2014).

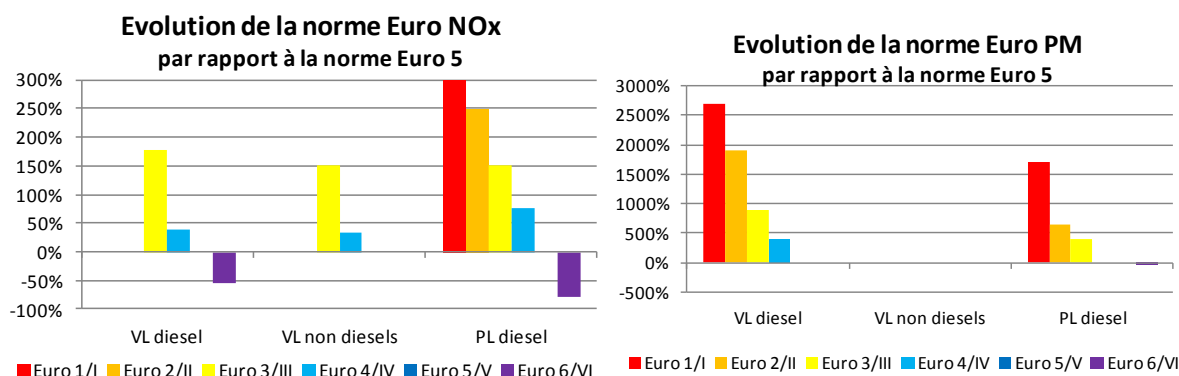


FIGURE 12 : EVOLUTION DE LA NORME EURO NO<sub>x</sub> ET PM PAR RAPPORT A LA NORME ACTUELLEMENT EN VIGUEUR SUR LES VEHICULES NEUFS  
VL : VEHICULES LEGERS, PL : POIDS LOURDS

La description de ce futur parc roulant est établie par l'IFSTTAR, à partir d'hypothèses relatives à la durée de vie moyenne de chaque type de véhicule, l'évolution du taux de diésélisation, le km moyen annuel parcouru...

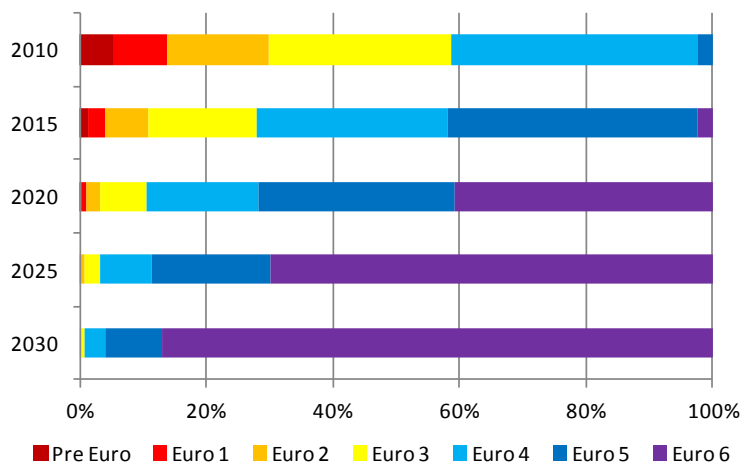


FIGURE 13 : EVOLUTION DU PARC ROULANT DE VOITURES ENTRE 2010 ET 2030 SELON LA NORME EURO  
SOURCE : IFSTTAR - VERSION NOVEMBRE 2011

Calculer les émissions routières à un horizon futur conduit à une incertitude qui augmente avec l'horizon de la simulation :

- Incertitudes sur l'évolution du parc (vitesse de renouvellement des véhicules) ;
- Les facteurs d'émissions réels pour les dernières normes Euro établies à ce jour (Euro 5/V et Euro 6/VI) ne sont pas connus, car les véhicules n'existaient pas lors des dernières mises à jour des bases de facteurs d'émissions... Ces derniers sont donc établis à partir du facteur

<sup>3</sup> La norme Euro est définie en annexe 0. Les chiffres romains correspondent aux PL, les autres aux VL.

Euro 4 « réel » auquel on applique un abattement correspondant à l'évolution « théorique » de la norme Euro. Cette méthode a montré par le passé qu'elle surestimait la baisse des émissions des véhicules neufs en conditions réelles.

Pour prendre en compte ce biais méthodologique et éviter ainsi de minorer les émissions calculées, une comparaison des émissions a été établie sur la période 2000-2005 entre la méthodologie COPERT 3 (parue au début des années 2000) et COPERT 4 (actualisation des facteurs en 2007). La baisse annuelle des émissions obtenue avec la méthode COPERT 3 est environ 25% plus importante que celle obtenues avec la méthode COPERT 4, comme le montre la figure ci-dessous. Pour corriger cet optimisme, il a été proposé de modéliser les émissions (à un horizon de 20 ans) au moyen d'un parc roulant moins performant (à un horizon de 15 ans). **C'est donc le parc roulant 2025 qui est utilisé pour modéliser les émissions routières 2030.**

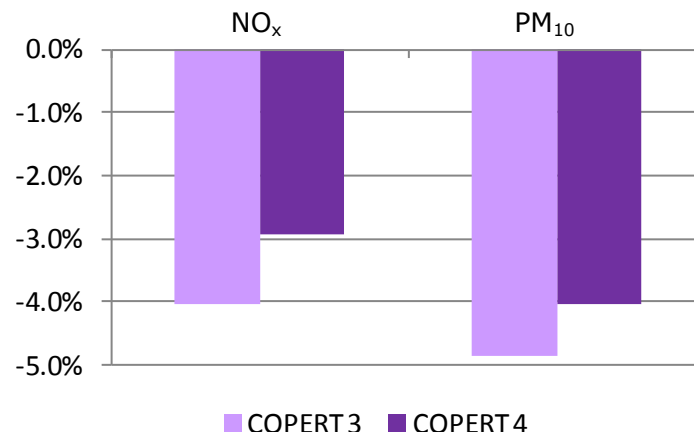


FIGURE 14 : POURCENTAGE ANNUEL DE DIMINUTION DES EMISSIONS CALCULE SUR LA PERIODE 2000-2005 A TRAFIC CONSTANT SELON DEUX VERSIONS DE COPERT

### 3.4. Analyse des émissions

#### 3.4.1. Situation actuelle 2010

Les émissions en situation actuelle ont été calculées à partir des modélisations de trafic de l'année 2009 et du parc roulant IFSTTAR pour l'année 2010. Il s'agit des dernières données disponibles. La Figure 15 montre que :

- 74% des distances (ou kilomètres KM) sont effectuées par les voitures qui contribuent à hauteur de 35% des émissions de NO<sub>x</sub>, 54% de PM<sub>10</sub>/CO<sub>2</sub> et 53% de PM<sub>2.5</sub>.
- 7,3% des distances sont parcourues par les PL qui représentent 21% des PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>, 27% du CO<sub>2</sub> et 45% des NO<sub>x</sub>.

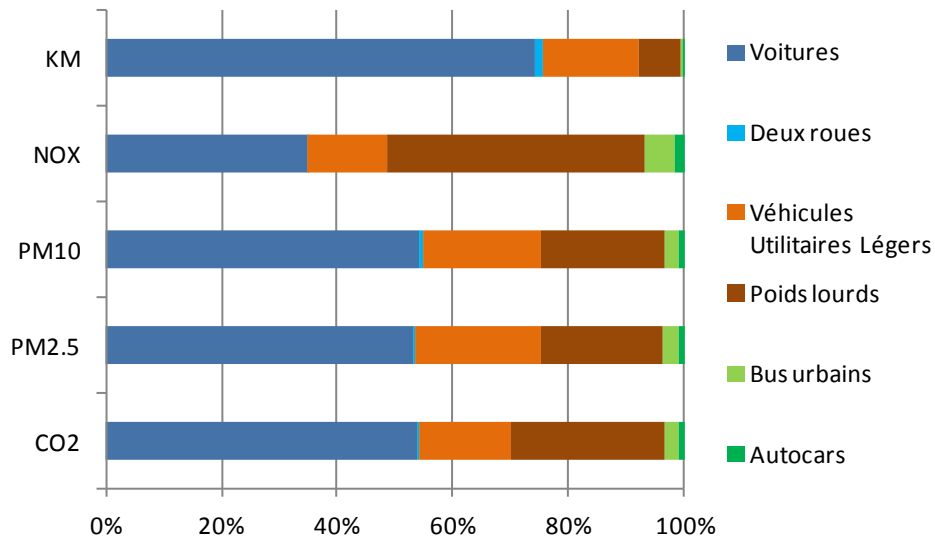


FIGURE 15 : REPARTITION DES EMISSIONS ROUTIERES 2010 SUR LE TERRITOIRE DU GRAND LYON  
 KM = KILOMETRES PARCOURUS  
 SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1

A noter qu'à l'échelle du Grand Lyon en 2008, les émissions de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub> et CO<sub>2</sub> dues au trafic routier représentent respectivement 31%, 35%, 66% et 26% des émissions totales (cf. Figure 11).

### 3.4.2. Horizon 2030

Les émissions associées aux situations prospectives 2030 ont été calculées puis comparées à celles de la situation actuelle sur 3 périmètres (Figure 9), comme l'indiquent les figures suivantes.

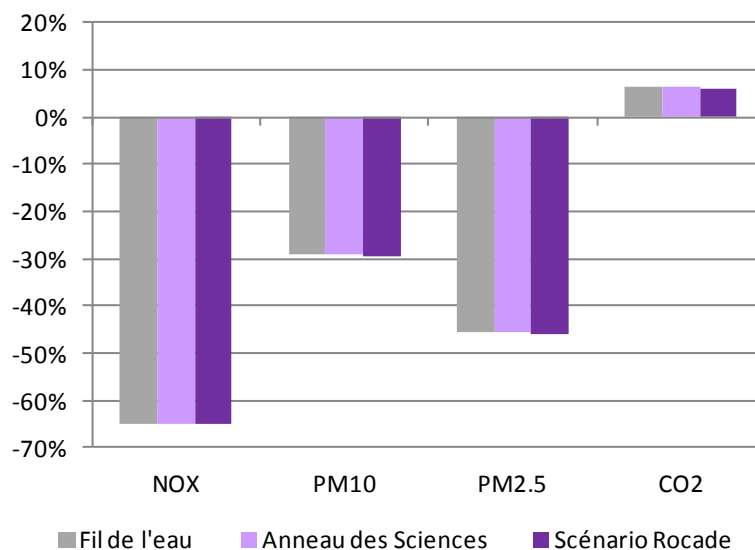


FIGURE 16 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE  
 GRAND LYON  
 SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1

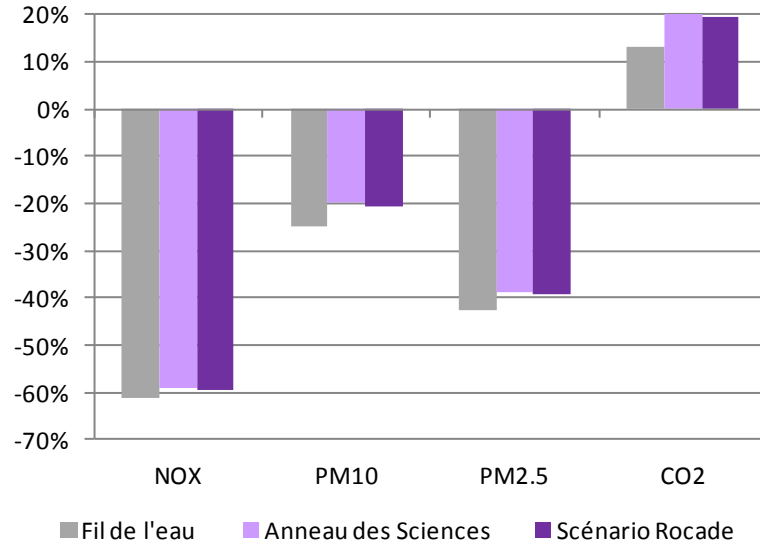


FIGURE 17 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE SECTEUR OUEST, cf. FIGURE 9 p16. SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1

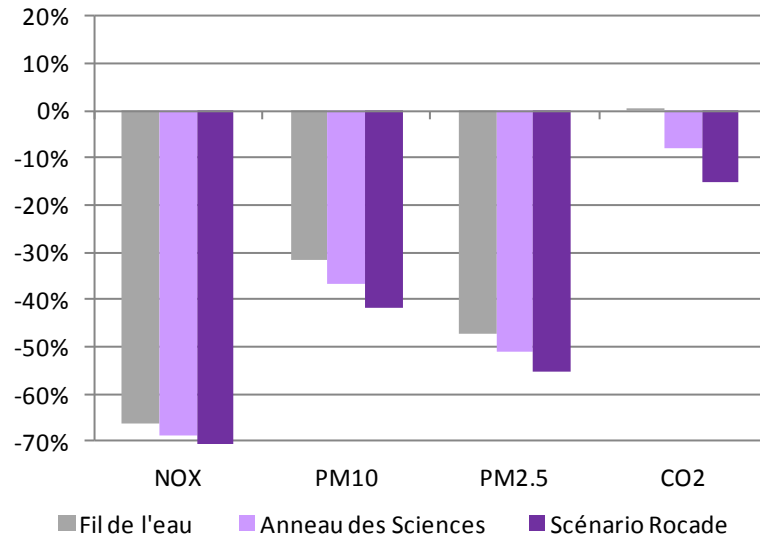


FIGURE 18 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE - SECTEUR A6/A7, cf. FIGURE 9 p16. SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1

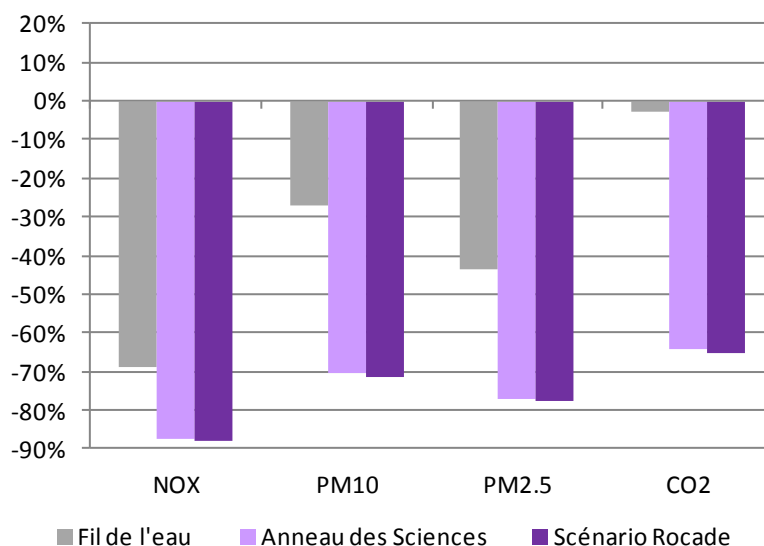


FIGURE 19 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE – BANDE DE 300M AUTOUR DE L'AXE A6/A7, cf FIGURE 9 P16 - SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1

### Principaux constats

#### Entre l'état actuel et l'horizon 2030, quel que soit le scénario (avec ou sans infrastructure) :

- **A l'échelle du Grand Lyon**, il est prévu une baisse sensible des émissions de polluants atmosphériques, liée surtout à l'amélioration technologique du parc roulant. La baisse des émissions de particules est toutefois moins marquée que celle des NO<sub>x</sub>, car toutes les particules ne sont pas émises à l'échappement : celles issues de l'usure des plaquettes de freins, pneus et routes sont indépendantes de l'âge du véhicule ;
- Enfin les émissions de CO<sub>2</sub> sont en légère hausse car l'amélioration technologique des véhicules ne compense pas entièrement l'augmentation des distances parcourues sur l'agglomération (+26% estimées entre 2010 et 2030), sachant que le CO<sub>2</sub> ne figure pas dans la réglementation Euro actuelle. **Sur les communes proches de la nouvelle infrastructure**, le bilan est légèrement moins favorable, mais reste néanmoins très positif par rapport à la situation actuelle ;
- **Enfin, sur les communes et arrondissements de Lyon proches de l'axe A6/A7**, les gains sont les plus intéressants, du fait d'une moindre circulation sur cet axe requalifié en boulevard urbain qui permet également des économies sur les émissions de CO<sub>2</sub>. Ce constat se confirme si l'on se limite aux émissions le long de l'axe A6/A7.

#### En 2030 entre les scénarii (quel que soit le scénario) et la situation de référence (sans infrastructure) :

- **A l'échelle de l'agglomération**, la redistribution des trafics n'a pas d'impact significatif sur les émissions
- **Sur la zone Ouest**, la mise en service du nouvel axe contribue à une augmentation des émissions sur la zone comprise entre +2% et +7% selon le polluant considéré.
- **Le long de l'axe A6/A7**, la baisse attendue des émissions est importante

L'impact du projet d'infrastructure sur les émissions de polluant dépend donc du territoire considéré.

## 4. Volet dispersion

### 4.1. Le modèle SIRANE

Le modèle SIRANE utilisé par Air Rhône-Alpes dans cette étude est développé par le laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique de l'Ecole Centrale de Lyon. C'est un modèle de dispersion atmosphérique en milieu urbain. Il permet de décrire les concentrations en polluants dans des zones constituées essentiellement de rues bordées de bâtiments. Le modèle SIRANE couvre une échelle spatiale située entre l'échelle de la rue, où l'on s'intéresse plutôt à la répartition des polluants à l'intérieur même de cette rue, et l'échelle de l'agglomération, où il n'est plus possible de modéliser explicitement l'effet de chaque bâtiment. Il permet donc de fournir une cartographie de la pollution à l'échelle d'un quartier. D'un point de vue temporel, le modèle SIRANE est adapté à des échelles caractéristiques de l'ordre de l'heure. Différents types d'émissions sont prises en compte à l'aide de sources linéiques (représentant par exemple une voie de circulation) et de sources ponctuelles (par exemple une cheminée).

Le modèle permet de prendre en compte les principaux effets qui agissent sur la dispersion des polluants à l'échelle d'un quartier :

- Phénomènes de rue-canyon (confinement des polluants entre les bâtiments) ;
- Echange des polluants au niveau des carrefours ;
- Transport des polluants au-dessus des toits ;
- Prise en compte des caractéristiques du vent extérieur (vitesse, direction, turbulence, stabilité thermique) ;
- Modélisation de transformations chimiques simples ;
- Modélisation de la dispersion ou encore du lessivage des particules par les précipitations.

Les applications du modèle concernent l'étude des conséquences de la pollution atmosphérique en milieu urbain :

- Cartographie de la pollution à l'échelle d'un quartier, en complément des mesures ;
- Détermination de la représentativité des capteurs ;
- Evaluation de l'exposition de la population ;
- Impact de nouveaux aménagements urbains, de plans de déplacements ou de politiques de réduction des émissions.

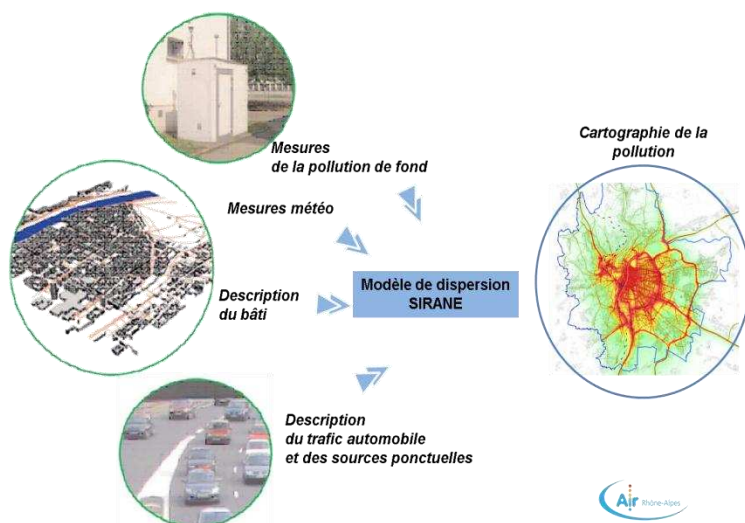


FIGURE 20 : PRINCIPE DE MODELISATION SIRANE

SIRANE est un outil « opérationnel », qui utilise des modèles théoriques et des formulations simplifiées des différents phénomènes physico-chimiques de l'atmosphère. Ce modèle est adapté au traitement d'un grand nombre de rues dans un temps de calcul limité. Il est validé par comparaisons avec les mesures du réseau de surveillance annuellement depuis 2003 ou encore via des campagnes de mesures spécifiques comme autour de Fourvière pour l'année 2008 [3].



## 4.2. Les conditions de simulation

Pour fonctionner, les données d'entrée du modèle sont de type :

- géométrique décrivant le domaine (réseau de rues, des intersections, des bâtiments) ;
- météorologique : vent, température, nébulosité, pression de la période étudiée ;
- émissions liées au trafic automobile (dans la zone étudiée) issues du cadastre des émissions et variables suivant les scénarii ;
- pollution de fond représentant les émissions provenant du trafic à l'extérieur de la zone étudiée ou d'autres sources de pollution complémentaires au trafic automobile.

### 4.2.1. Les données géométriques : les réseaux

Le domaine étudié est celui du Grand Lyon. Le réseau de rues actuel (2011) a été utilisé pour le scénario de référence « fil de l'eau ». Pour les autres scénarii, les réseaux dédiés ont été construits en ajoutant les brins correspondant aux parties aériennes de l'infrastructure (Figure 21). Ils comportent entre 21 917 et 21 952 brins selon le scénario (Tableau 1). Les entrées/sorties des parties souterraines de la nouvelle infrastructure ont été traitées comme des sources ponctuelles d'émission.

Réseau	Nombre de brins
Fil de l'eau	21 917
Scénario rocade	21 945
Scénario anneau des sciences	21 952
Scénario anneau des sciences sous-fluvial	21 925

TABLEAU 1 : TAILLE DES RESEAUX DE RUES SELON LES SCENARII



FIGURE 21 : RESEAUX SIRANE POUR LES DIFFERENTS SCENARI. LES BRINS EN VIOLET REPRESENTENT LES PARTIES AERIENNES DE LA NOUVELLE INFRASTRUCTURE.

## 4.2.2. Période simulée

Les évolutions des concentrations de NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> sont calculées<sup>4</sup> par le modèle pour chaque heure de la période et pour chaque brin de réseau. L'année 2011 a été choisie pour définir les conditions météorologiques et de pollution de fond : il s'agit de l'état le plus récent disponible et cette année présente des épisodes de dépassements de seuils réglementaires importants.

Dans un premier temps, seuls les calculs pour le mois de janvier ont été réalisés afin d'avoir une bonne estimation des tendances des différents scénarii et de servir de support aux différentes réunions de travail. Les délais de rédaction et de rendu des documents pour le débat public ont ensuite permis de réaliser les simulations pour toute l'année. Les résultats pour l'année entière sont donc présentés dans ce document.

## 4.2.3. Météo, pollution de fond et émissions liées au trafic

### • Informations météorologiques

Le modèle SIRANE a été mis en œuvre en utilisant les mesures météorologiques de Bron (température, vent et nébulosité) mesurées au cours de l'année 2011. Le vent est majoritairement Nord-Sud et l'ensemble des secteurs de direction du vent est représenté au cours de l'année (Figure 22).

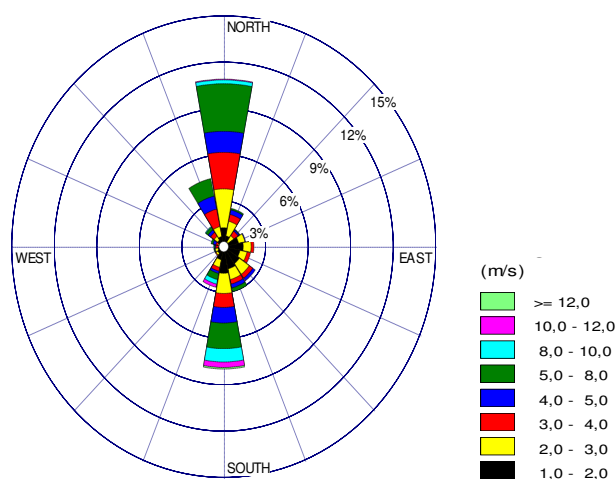
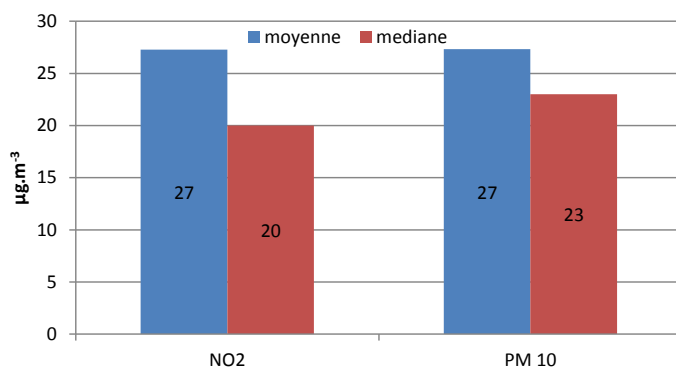


FIGURE 22 : ROSE DES VENTS A BRON, ANNEE 2011

### • La pollution de fond

La pollution de fond est représentative des émissions provenant du trafic à l'extérieur de la zone ou d'autres sources de pollution complémentaires au trafic automobile (chauffage, industrie, agriculture...). Les mesures horaires de l'année 2011 de la station de Vaulx-en-Velin (moins influencée par le trafic automobile) ont été utilisées (Figure 23).

<sup>4</sup> Temps de calcul informatique d'environ 18 heures pour 1 mois simulé, soit 9 jours pour 1 an simulé.



**FIGURE 23 : MESURES A LA STATION DE VAULX-EN-VELIN EN 2011**

A noter que pour comparer les scenarii entre eux, **l'ensemble des données d'entrée du modèle météorologiques et de pollution de fond sont fixes entre les scenarii.**

- **Les émissions routières**

Les émissions issues du trafic automobile sont celles présentées au chapitre précédent, projetées sur chaque brin de rue. Elles décrivent les situations en 2030 selon les différents scenarii. Aux tunnels déjà existants (Fourvière, Perrache, Croix-Rousse et BPNL), les émissions des tunnels de la nouvelle infrastructure ont été pris en compte. Ils ont été représentés sous la forme de sources ponctuelles d'émission placées géographiquement aux entrées/sorties de ces tunnels.

**Les simulations à l'horizon 2030 ont donc été réalisées à météorologie et pollution de fond identiques entre les scenarii (correspondant aux mesures de l'année 2011), seules les émissions de polluants dues au trafic routier varient entre le scenario de référence « fil de l'eau » et les autres scenarii.**

### 4.3. Résultats de modélisation

L'analyse des scénarii porte au niveau des émissions sur le CO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>. Les simulations de la dispersion portent quant à elles sur le NO<sub>2</sub> et les PM<sub>10</sub> car :

- Le CO<sub>2</sub> est un indicateur global et l'analyse de sa dispersion n'a pas de sens à l'échelle de travail de cette étude (cf. 1<sup>ère</sup> partie de ce document) ;
- Comme cela sera présenté par la suite, il y a déjà très peu de différences visibles entre scénarii pour les PM<sub>10</sub>. Les différences entre scénarii sont encore moins perceptibles pour les PM<sub>2.5</sub> que pour les PM<sub>10</sub> ;
- Une grande partie de l'analyse est basée sur les seuils réglementaires qui sont définis pour les NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>.

#### 4.3.1. Représentations des résultats

Des cartographies ont été créées pour caractériser les résultats des différents scénarii. Il s'agit de cartes :

- De concentrations moyennes annuelles (NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>) ;
- Du nombre de jours au cours desquels la moyenne journalière de PM<sub>10</sub> est supérieure à 50 µg.m<sup>-3</sup> (valeur limite réglementaire à ne pas dépasser plus de 35 fois par an en 2012) ;
- Des écarts de moyennes annuelles entre le fil de l'eau et l'état actuel ;
- Des écarts de moyennes annuelles des scénarii par rapport au fil de l'eau.

#### 4.3.2. Indicateurs

Le nombre de personnes exposées à différents seuils a été choisi comme indicateur. Ce calcul d'exposition de population a été réalisé à partir des données de population pour l'année 2030 (Figure 24).

La population 2030 a été estimée par îlot sur la base des informations d'évolution entre 2007 et 2030, fournies par le Grand Lyon prenant en compte une évolution moyenne par commune et une évolution liée à certains projets d'aménagement à cet horizon. La population 2007 et 2030 dans les différentes zones étudiées est présentée Tableau 2.

TABLEAU 2 : NOMBRE DE PERSONNES DANS LES DIFFERENTES ZONES ETUDIEES.

	Grand Lyon	Bande 300m A6-A7	Bande 300m Rocade	Bande 300m anneau des sciences	Secteur ouest	Zone Intérieur
population 2007	1 233 600	33 400	16 900	15 900	250 000	98 100
population 2030	1 368 700	37 300	17 800	16 700	260 600	102 100

Cette population a ensuite été affectée au bâti supposé habité présent sur l'îlot au prorata du volume de chaque bâtiment.

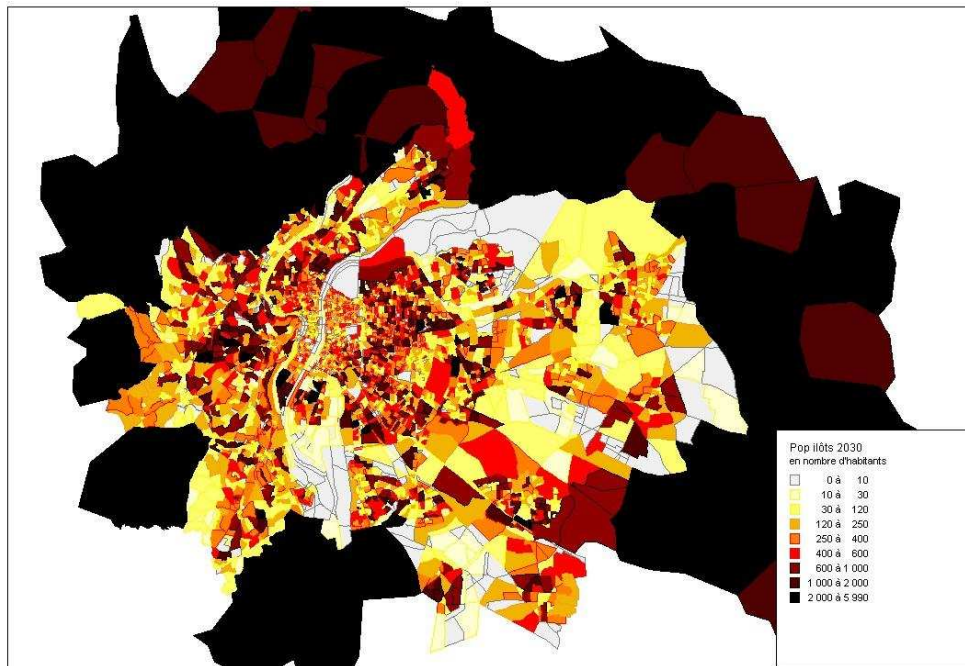


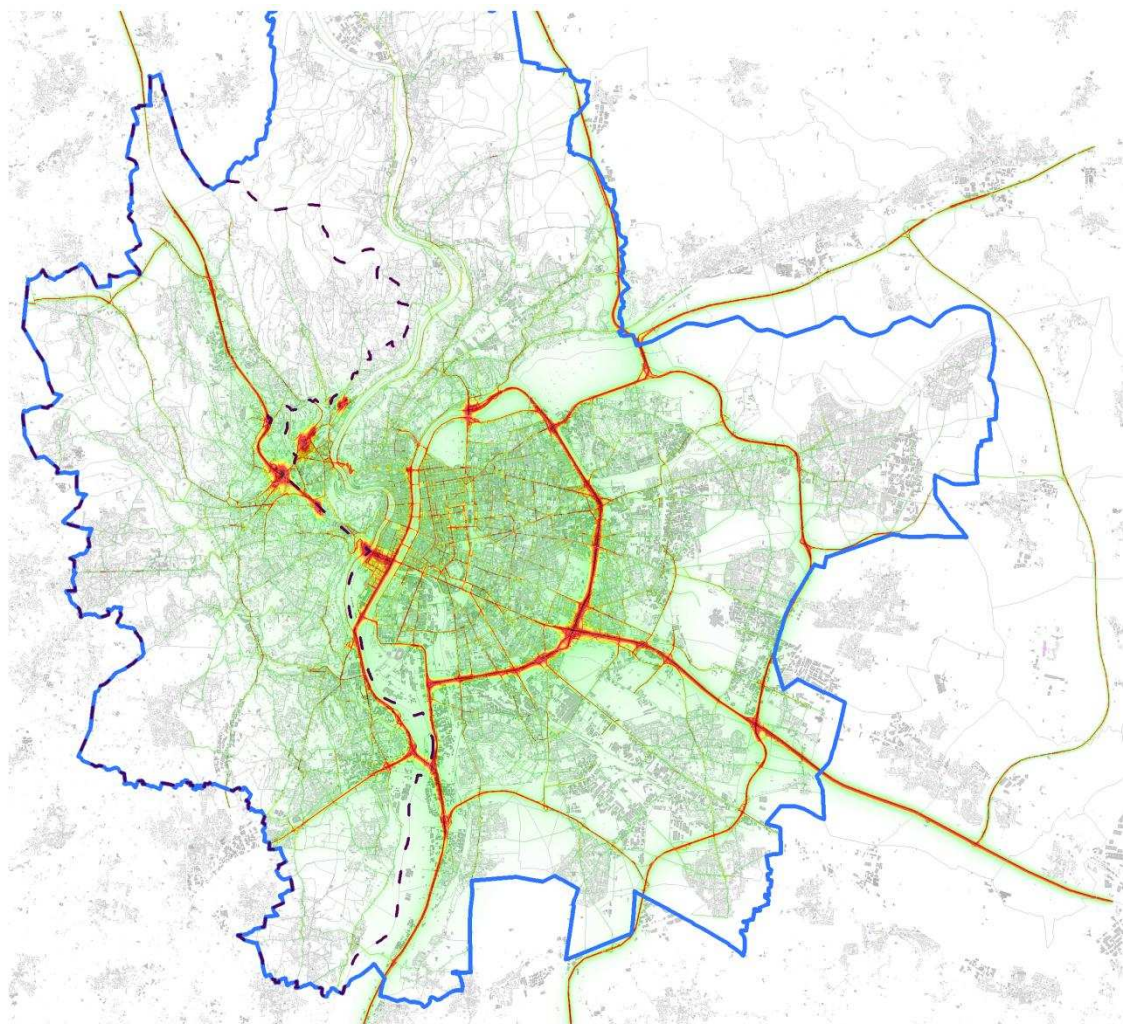
FIGURE 24 : POPULATION 2030 PAR ILOTS

Cette information de population a alors été croisée avec la cartographie de concentration de polluant afin de calculer l'exposition potentielle des populations à différents seuils. Ce travail a été réalisé sur les résultats de simulations de dispersion donc pour le  $\text{NO}_2$  et les  $\text{PM}_{10}$ .



Que ce soit en termes de concentration moyenne annuelle ou en nombre de jours pendant lesquels la concentration dépasse un certain seuil, les concentrations de  $\text{PM}_{10}$  sont très influencées par le niveau de fond qui est celui de 2011 (faute d'information suffisamment précises pour le faire évoluer à l'horizon 2030). La pollution par les  $\text{PM}_{10}$  est liée au trafic routier mais aussi, dans des proportions comparables, à d'autres activités (industries, chauffage résidentiel...). Le secteur des transports représente environ un tiers des émissions pour ce paramètre à l'échelle de l'agglomération. **Les particules  $\text{PM}_{10}$  ne constituent donc pas un indicateur adapté à l'analyse de l'impact de chaque scénario spécifiquement par rapport au trafic routier.** Cet indicateur n'a donc pas été retenu pour la présentation au public. Il a cependant été étudié et est présenté en fin de ce document en annexe 1.

**Les indicateurs d'exposition de population retenus sont donc basés sur les résultats de calculs de simulations des teneurs en  $\text{NO}_2$ .**







0 4 km

 Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon I

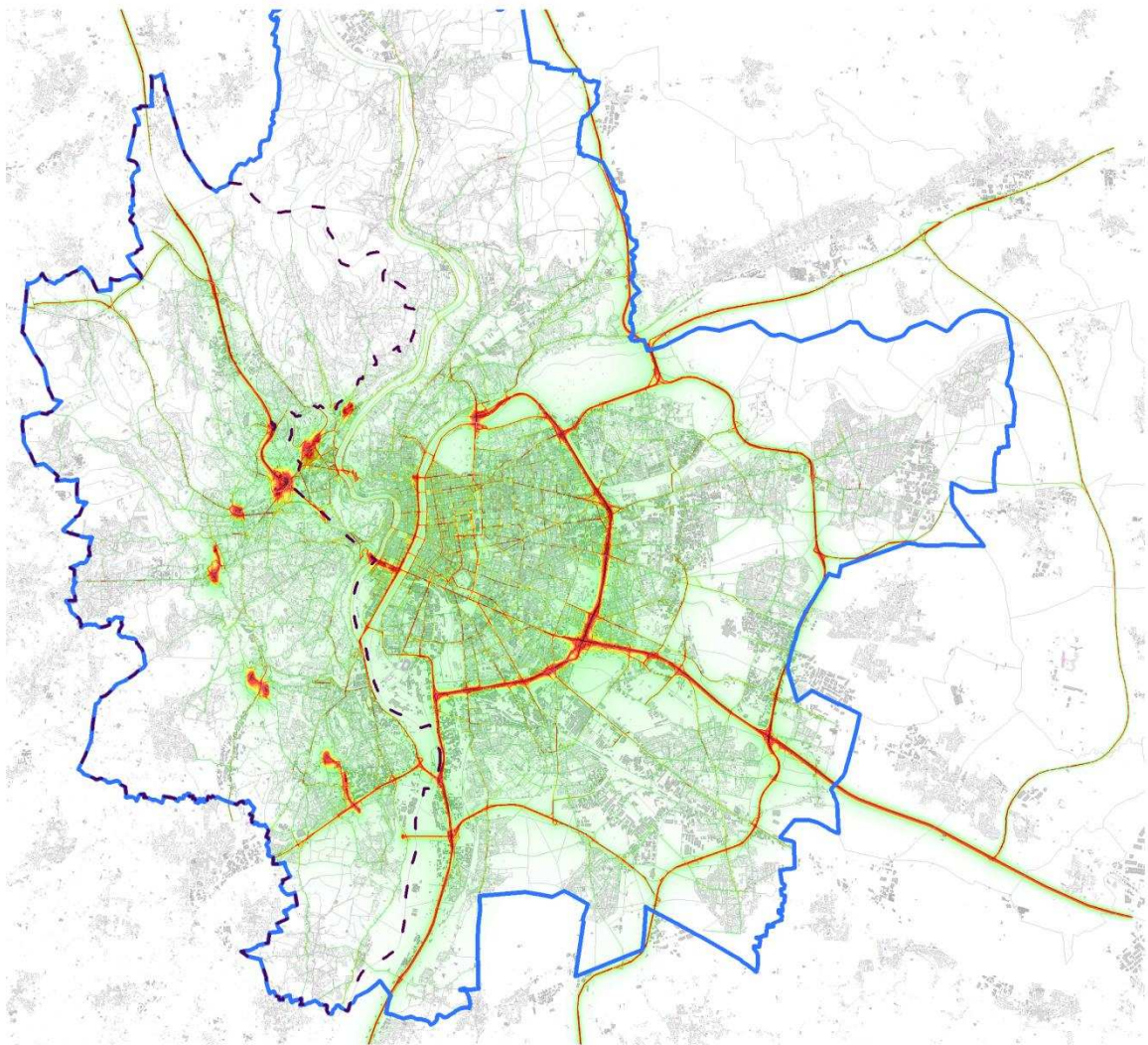
Concentration moyenne de dioxyde d'azote en µg/m<sup>3</sup>

-  28
-  30
-  33
-  35 *Valeur limite*
-  40 *annuelle (40µg/m<sup>3</sup>)*
-  50
-  60





**FIGURE 26 : MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>), SCENARIO DE REFERENCE « FIL DE L'EAU », ANNEE 2030**





0 4 km

 Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon I

Concentration moyenne de dioxyde d'azote en µg/m<sup>3</sup>

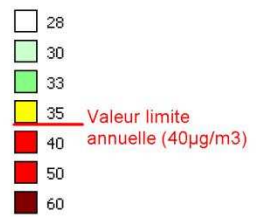
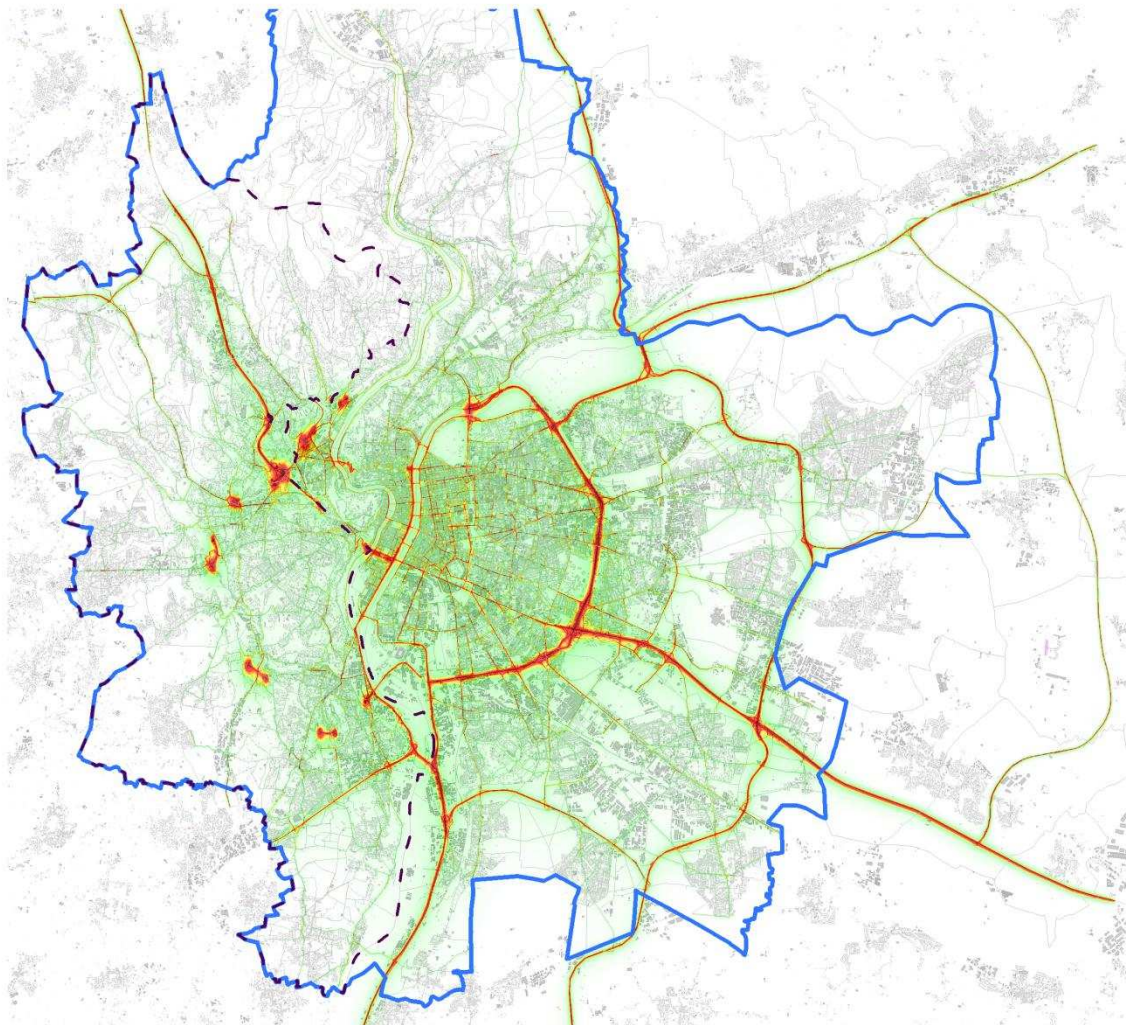




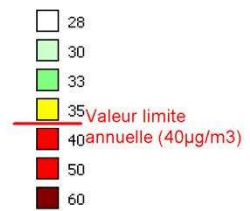
FIGURE 27 : MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>), SCENARIO ROCADE- ANNEE 2030



0 4 km

 Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon

Concentration moyenne de dioxyde d'azote en µg/m<sup>3</sup>



**FIGURE 28 : MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>), SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES— ANNEE 2030**

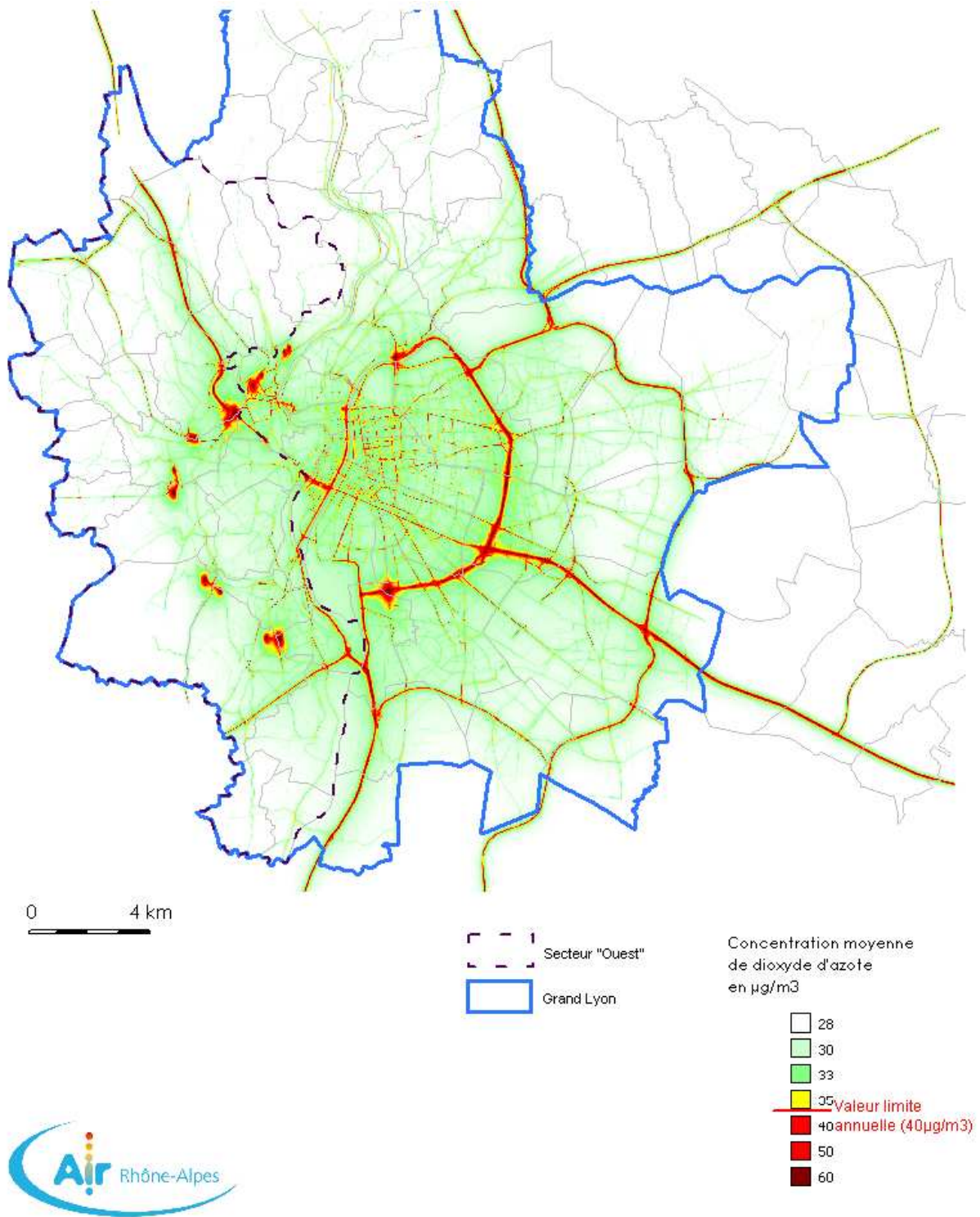
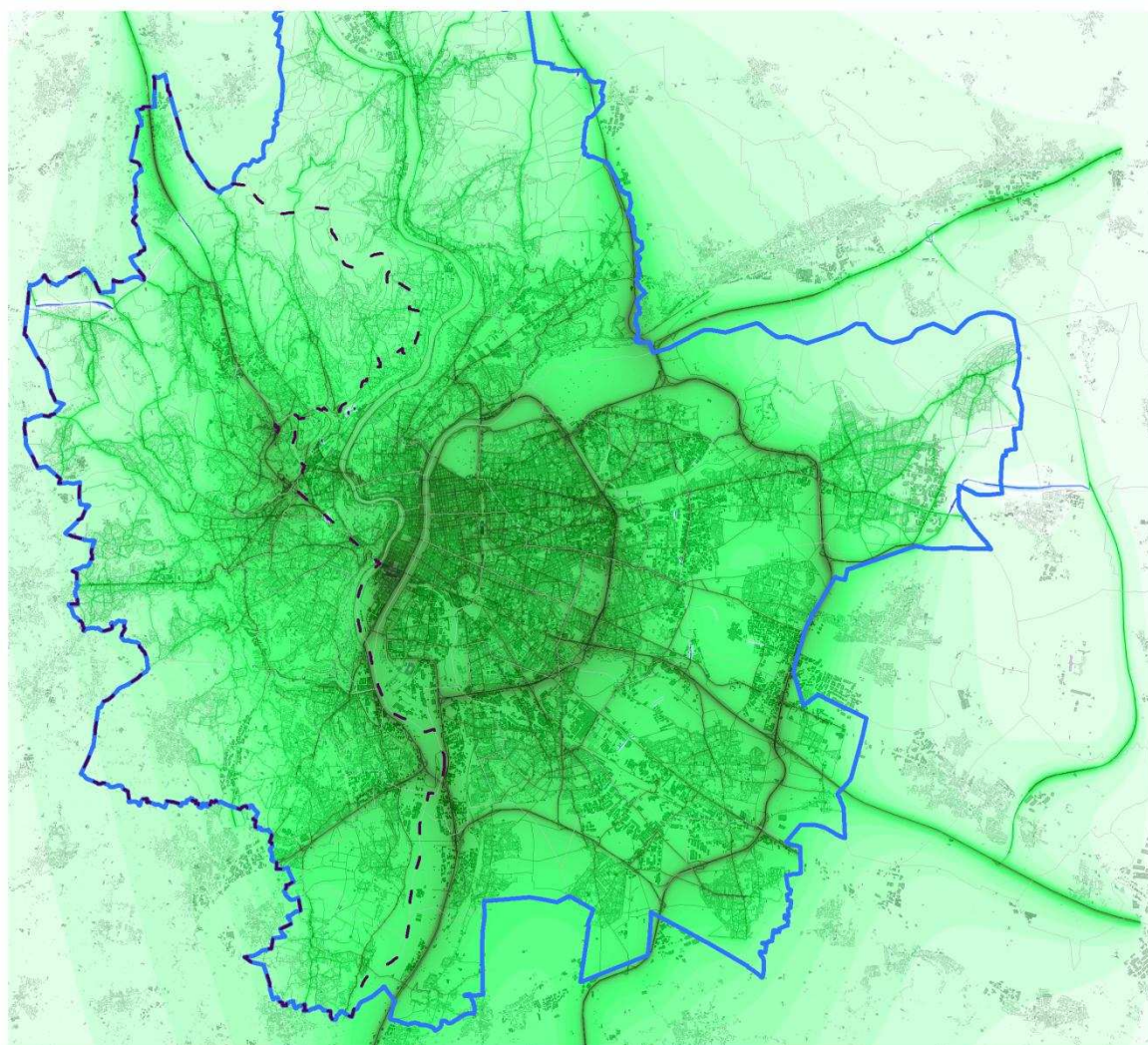


FIGURE 29 : MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>), SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL- ANNEE 2030



#### 4.3.4. Cartographies NO<sub>2</sub> : écarts entre scenarii

Les cartes d'écart des moyennes de NO<sub>2</sub> entre les scenarii ont été élaborées et sont présentées ci-après. Elles permettent une visualisation plus aisée des différences :

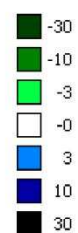
- Le scenario de référence « fil de l'eau » (2030) a été comparé à la situation actuelle (2011) ;
- Les scenarii rocade, anneau des sciences, anneau des sciences sous-fluvial ont été comparés au scenario référence « fil de l'eau » ;
- Les scenarii rocade et anneau des sciences ont également été comparés entre eux.



0 4 km

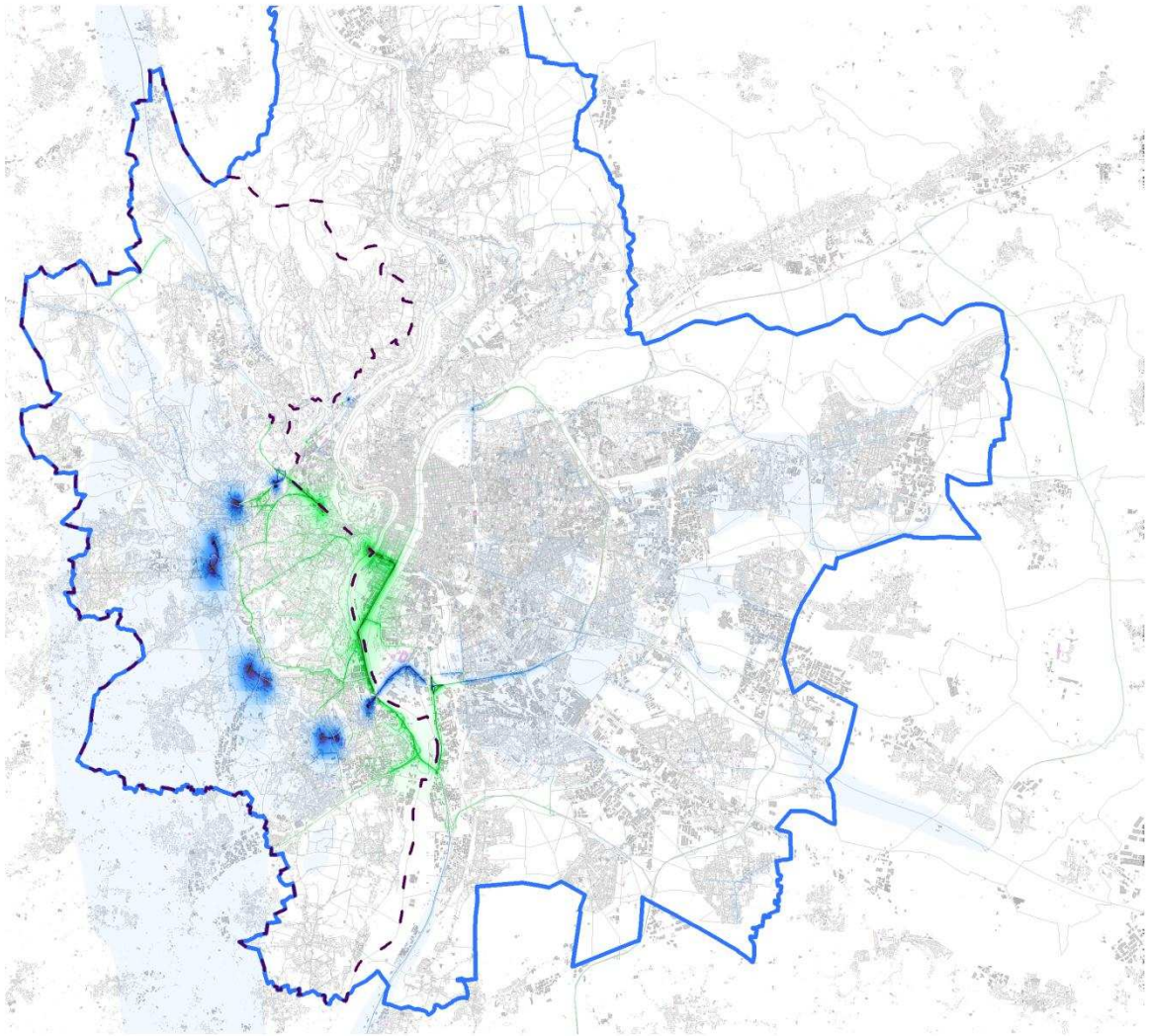
 Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon

Différence de concentration  
de dioxyde d'azote  
en µg/m<sup>3</sup>



**FIGURE 30 : ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARII DE REFERENCE (2030) ET ACTUEL (2011)**





0 4 km

Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon

Différence de concentration de dioxyde d'azote en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

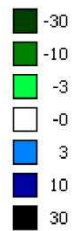
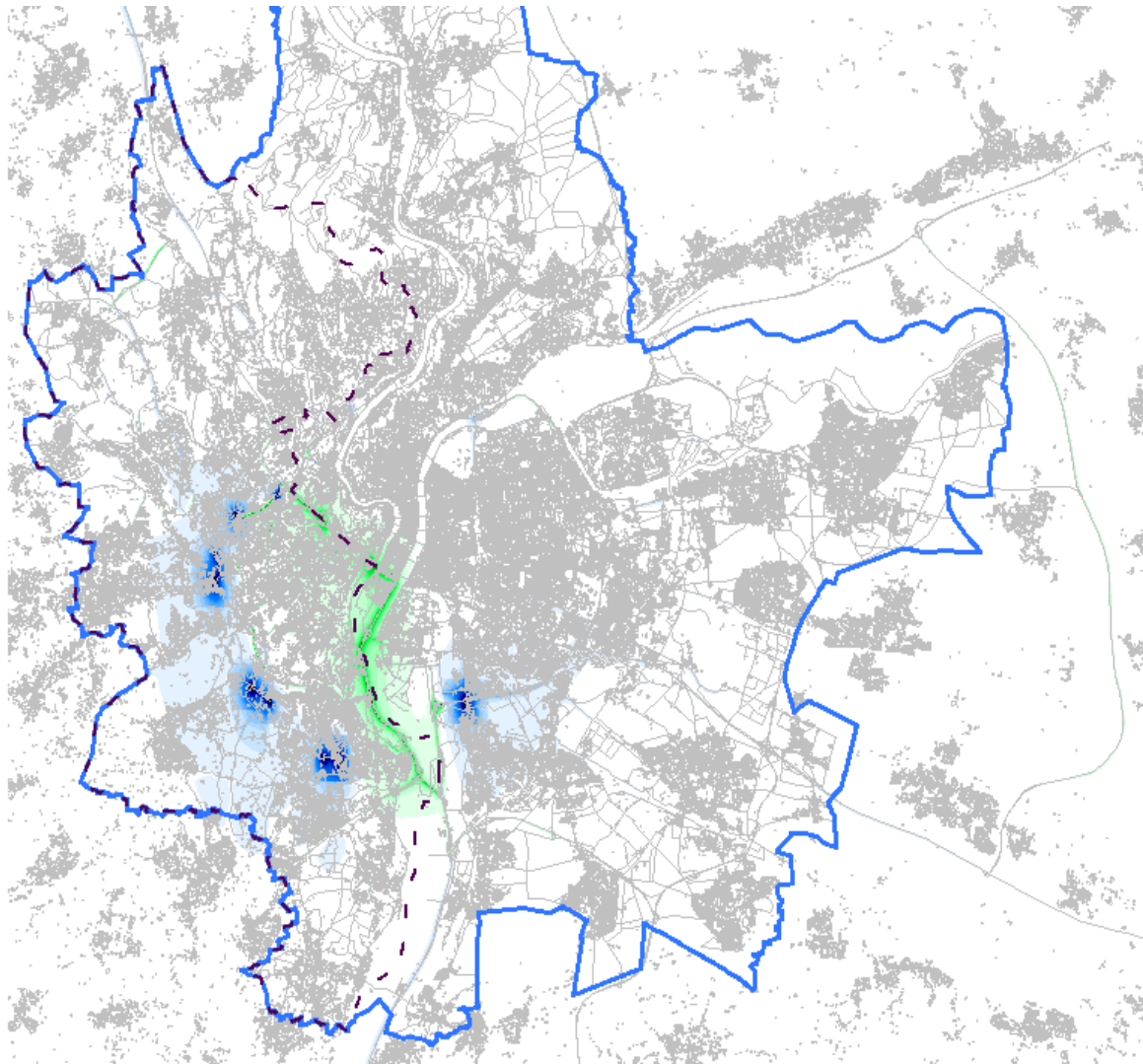


FIGURE 32 ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARI ANNEAU DES SCIENCES ET REFERENCE, ANNEE 2030.



0 4 km

Secteur "Ouest"  
Grand Lyon

Différence de concentration  
de dioxyde d'azote  
en µg/m<sup>3</sup>

-30  
-10  
-3  
-0  
3  
10  
30



**FIGURE 33 ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARI ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL (2030) ET REFERENCE (2030)**



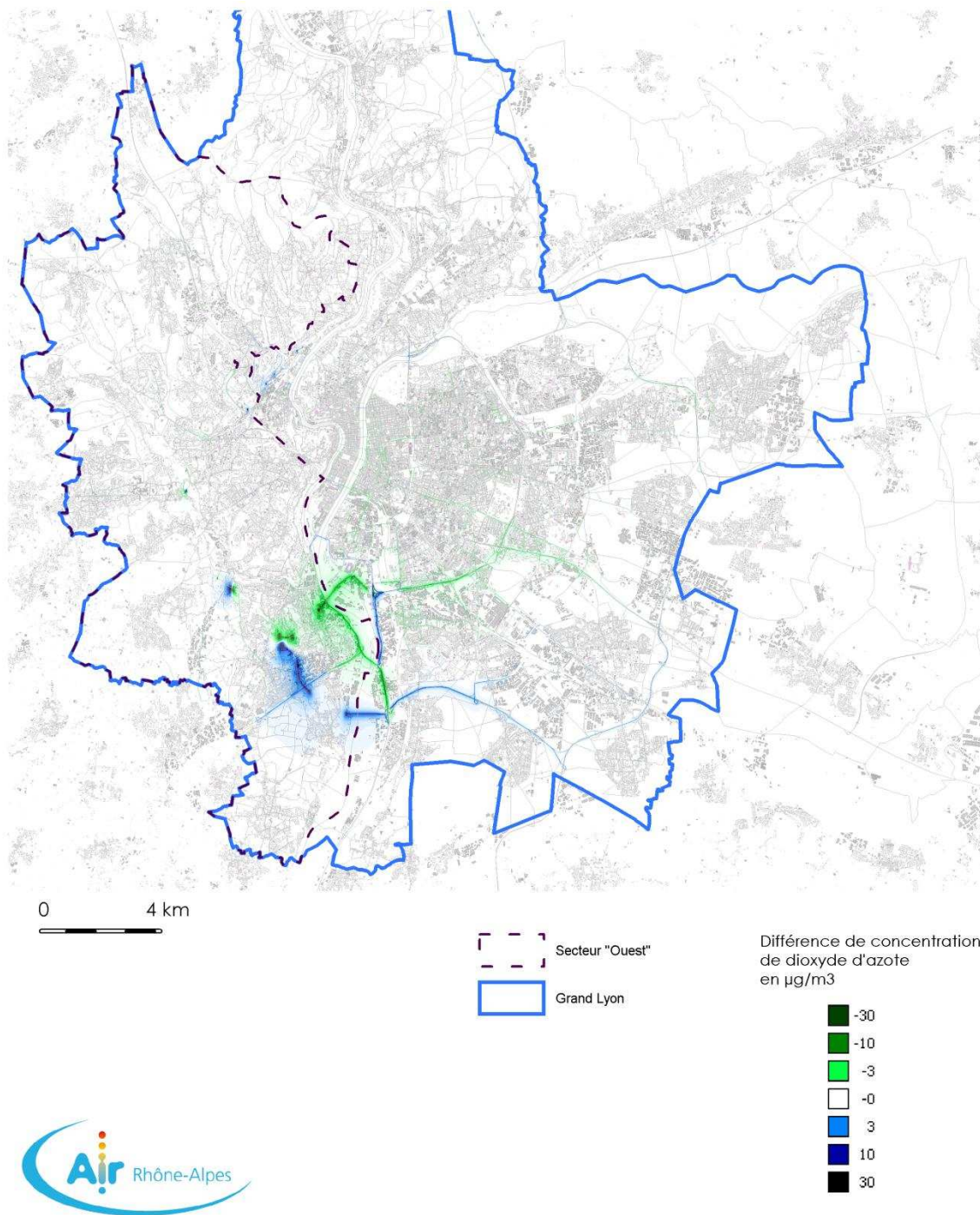


FIGURE 34 ÉCART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARI ROCADE (2030) ET ANNEAU DES SCIENCES (2030)

### 4.3.5. Exposition des territoires

Le surface du territoire exposée à un niveau supérieur au seuil réglementaire<sup>5</sup> pour le dioxyde d'azote, a été calculée pour chaque scénario selon les différentes zones présentées au §2 pour les différents scénarii à l'horizon 2030.

Zone	scenario 2030	territoire exposé à une concentration annuelle de plus de 40 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ( $\text{km}^2$ )
Grand Lyon (518 $\text{km}^2$ )	scenario référence	11,2
	scenario rocade	10,9
	Scenario anneau des sciences	11,0
	scenario anneau des sciences sous-fluvial	11,2
secteur ouest (167 $\text{km}^2$ )	scenario référence	1,9
	scenario rocade	2,0
	Scenario anneau des sciences	2,0
	scenario anneau des sciences sous-fluvial	2,0
secteur intérieur (20 $\text{km}^2$ )	scenario référence	0,14
	scenario rocade	0,05
	Scenario anneau des sciences	0,05
	scenario anneau des sciences sous-fluvial	0,04
bande 300m A6/A7 (10 $\text{km}^2$ )	scenario référence	1,8
	scenario rocade	1,2
	Scenario anneau des sciences	1,3
	scenario anneau des sciences sous-fluvial	1,1
bande 300m rocade (9.6 $\text{km}^2$ )	scenario référence	0,4
	scenario rocade	0,8
	Scenario anneau des sciences	0,7
	scenario anneau des sciences sous-fluvial	0,9
bande 300m anneau des sciences (9 $\text{km}^2$ )	scenario référence	0,4
	scenario rocade	0,9
	Scenario anneau des sciences	0,9
	scenario anneau des sciences sous-fluvial	0,7
bande 300m anneau des sciences sous-fluvial (8.5 $\text{km}^2$ )	scenario référence	0,5
	scenario rocade	1,0
	Scenario anneau des sciences	0,8
	scenario anneau des sciences sous-fluvial	0,8

TABLEAU 3 : TERRITOIRE EXPOSE A UNE CONCENTRATION ANNUELLE DE PLUS DE 40  $\mu\text{g.m}^{-3}$  ( $\text{km}^2$ ) POUR LES SCENARII 2030 AUX DIFFERENTES ZONES D'ANALYSE, LES ZONES SONT CELLES DE LA FIGURE 9 P16.

<sup>5</sup> Il s'agit de la valeur réglementaire applicable pour 2010 à savoir 40  $\mu\text{g.m}^{-3}$  en moyenne annuelle, dernière valeur réglementaire en vigueur en 2012.

### 4.3.6. Exposition des populations

Le nombre de personnes potentiellement exposées à un niveau supérieur au seuil réglementaire<sup>6</sup> pour le dioxyde d'azote, a été calculé pour chaque scénario selon les mêmes zones que précédemment. Pour l'état actuel, les calculs ont été réalisés en utilisant les données de population 2007 puis les perspectives 2030 afin de ne comparer l'influence que d'un paramètre à la fois.

Valeur Limite = 40 µg.m <sup>-3</sup>	NO <sub>2</sub>					
	Grand Lyon	Bande 300m A6-A7	Bande 300m Rode	Bande 300m anneau des sciences	Secteur ouest	Zone Intérieur
Situation actuelle pop 2030	345 000	26 400	3 100	3 400	24 000	13 300
Situation actuelle pop 2007	313 700	21 900	2 400	3 100	22 900	11 400
Scénario référence	28 800	5 200	800	900	3 800	1 050
Scénario rocade	24 700	2 700	1 600	1 400	3 400	400
Scénario anneau des sciences	26 100	2 800	1 400	1 600	3 500	500
Scénario anneau des sciences sous-fluvial	26 700	3 000	1 500	1 700	3 600	500

TABLEAU 4 : RESULTATS DES CALCULS D'EXPOSITION DE POPULATION AU NO<sub>2</sub>, EN NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES AU-DESSUS DU SEUIL DE 40µg.m<sup>-3</sup> EN MOYENNE ANNUELLE. LES ZONES FONT REFERENCES A LA FIGURE 9 P16.

Ces résultats sont présentés en termes de pourcentage de population (par rapport à la population de chaque zone, comme présentée Tableau 2 p29) dans le tableau ci-dessous.

Valeur Limite = 40 µg.m <sup>-3</sup>	NO <sub>2</sub>					
	Grand Lyon	Bande 300m A6-A7	Bande 300m Rode	Bande 300m anneau des sciences	Secteur ouest	Zone Intérieur
Situation actuelle pop 2030	25,2%	70,7%	17,4%	20,4%	9,2%	13,0%
Situation actuelle pop 2007	25,4%	65,6%	14,2%	19,5%	9,2%	11,6%
Scénario référence	2,1%	13,9%	4,5%	5,4%	1,5%	1,0%
Scénario rocade	1,8%	7,2%	9,0%	8,4%	1,3%	0,4%
Scénario anneau des sciences	1,9%	7,5%	7,9%	9,6%	1,3%	0,5%
Scénario anneau des sciences sous-fluvial	2,0%	8,0%	8,4%	10,2%	1,4%	0,5%

TABLEAU 5 : RESULTATS DES CALCULS D'EXPOSITION DE POPULATION AU NO<sub>2</sub>, EN POURCENTAGE DE PERSONNES EXPOSEES AU-DESSUS DU SEUIL DE 40µg.m<sup>-3</sup> EN MOYENNE ANNUELLE. LES ZONES FONT REFERENCES A LA FIGURE 9 P16.

L'évolution des situations des personnes selon les scénarii a également été évaluée en faisant une comparaison entre les simulations,, basée sur une variation minimale de concentration de 2 µg.m<sup>-3</sup>, en moyenne annuelle. Entre 2 scénarii, la concentration moyenne annuelle à laquelle une personne est exposée peut évoluer de différentes manières.

Elle peut :

- Baisser, conduisant à une amélioration de la qualité de l'air pour cette personne ;

<sup>6</sup> Il s'agit de la valeur limite applicable à partir de 2010 à savoir 40 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle, dernière valeur réglementaire publiée à ce jour.

- Ne pas changer ou très peu, la qualité de l'air sera considérée comme « inchangée » pour cette personne ;
- Augmenter : la qualité de l'air sera considérée comme « dégradée » pour cette personne.

Il est également possible d'associer à cette évolution le passage de la concentration moyenne annuelle au-dessus ou en-dessous du seuil réglementaire.

Une synthèse de ces comparaisons est présentée Tableau 6.

Valeur Limite = 40 µg.m <sup>-3</sup>		NO <sub>2</sub>					
		Grand Lyon	Bande 300m A6-A7	Bande 300m Rociade	Bande 300m Anneau des Sciences	Secteur ouest	Secteur intérieur
Ecart du nombre de personnes exposées au-dessus de la valeur limite	rocade/référence	-4 100	-2 400	800	500	-400	-600
	anneau des sciences/référence	-2 700	-2 300	600	800	-300	-600
	anneau des sciences sous-fluvial /référence	-2 000	-2 100	600	900	-200	-600
Détérioration QA	rocade/référence	13 100	300	8 400	5 300	12 500	1 100
	anneau des sciences/référence	10 900	400	5 900	7 100	9 600	1 500
	anneau des sciences sous-fluvial /référence	10 600	NC	NC	NC	NC	NC
Détérioration nombre de personnes qui basculent au-dessus de la valeur limite	rocade	900	100	900	700	900	0
	anneau des sciences	1 100	100	200	200	200	0
	anneau des sciences sous-fluvial /référence	1 000	NC	NC	NC	NC	NC
Amélioration QA	rocade/référence	50 400	24 400	1 000	1 700	21 200	13 800
	anneau des sciences/référence	37 700	22 300	1 000	1 000	13 900	10 700
	anneau des sciences sous-fluvial /référence	13 300	NC	NC	NC	NC	NC
Amélioration QA + qui bascule en-dessous de la valeur limite	rocade/référence	3 600	2 500	100	140	1 300	600
	anneau des sciences/référence	3 300	2 400	100	100	1 100	600
	anneau des sciences sous-fluvial /référence	2 900	NC	NC	NC	NC	NC

QA = qualité de l'air - NC= non calculé

TABLEAU 6 : RESULTATS D'EVOLUTION D'EXPOSITION DE POPULATION AU NO<sub>2</sub>, CHIFFRES ARRONDIS LES ZONES FONT REFERENCES A LA FIGURE 9 P16.

## 4.4. Analyse des résultats

Comme le montre la comparaison entre l'état actuel et le scénario de référence, malgré l'augmentation du trafic, l'évolution technologique des véhicules à l'horizon 2030 conduit à une baisse très significative des concentrations de NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant. Toutefois, un nombre non négligeable de personnes reste potentiellement exposé à des niveaux supérieurs à la réglementation actuelle.

Globalement, sur l'ensemble du Grand Lyon et sur les différentes zones étudiées, la présence d'une nouvelle infrastructure influence peu la superficie totale du territoire exposé au-delà du seuil réglementaire. Les différentes cartographies des scénarii à l'horizon 2030 montrent un report de pollution depuis l'axe A6/A7 vers les parties aériennes de la future infrastructure, autour desquelles les écarts de concentration sont les plus marqués. En termes de moyenne annuelles, les écarts de concentration pour le NO<sub>2</sub> sur l'ensemble de la zone varient entre 3 et 10 µg.m<sup>-3</sup>.

A l'échelle de l'agglomération, quel que soit le scénario considéré, on constate à l'horizon 2030 et par rapport à la situation de référence (« fil de l'eau ») :

- Qu'il y a globalement plus de personnes pour qui la qualité de l'air s'améliore que de personnes pour qui elle se dégrade ;
- Que moins de personnes sont exposées au dépassement de la valeur limite pour le NO<sub>2</sub> ;
- Qu'une dégradation de la qualité de l'air est observée pour les habitants en proximité de la nouvelle infrastructure et résidant dans la « zone ouest » ;
- Que le nombre de personnes pour lesquelles la qualité de l'air s'améliore et bascule en dessous du seuil réglementaire est globalement plus important dans l'hypothèse de l'implantation d'une infrastructure que sans infrastructure.

Dans les conditions de simulation décrites dans ce document, sur l'ensemble de l'agglomération, le scénario rocade concerne un plus grand nombre de personnes aussi bien en termes d'amélioration que de dégradation de la qualité de l'air. Cependant, entre les différents scénarios, il n'est pas identifié de différence significative dans l'évolution du nombre de personnes exposées à des dépassement de seuils réglementaires.

Indépendamment de la quantification des populations exposées, il est important de noter que les différents tracés envisagés se situent potentiellement dans des zones où sont déjà implantés des établissements accueillant du public sensible vis-à-vis de la pollution atmosphérique. C'est le cas par exemple de la zone des hôpitaux de Saint-Genis-Laval. Il faudrait notamment considérer comme « sensibles » les bâtiments accueillant des enfants jeunes (crèches, garderies, écoles...) ou des personnes malades et/ou âgées (hôpitaux, cliniques, maisons de retraite, autres établissements de santé).

Il convient d'être vigilant à cette problématique compte tenu du fait que les occupants de ce type d'établissements sont non seulement plus fragiles, mais ne sont en outre pas comptabilisés dans les statistiques de population « résidente ». C'est pourquoi des études et outils appropriés devront être mis en œuvre afin d'évaluer et de traiter plus finement l'impact potentiel des infrastructures routières sur ce type d'établissements.

Dans le cadre de la présente étude, un focus sur la zone Pierre Bénite/Saint Genis Laval/Oullins a été réalisé et est présenté en annexe 2. Au cours des différentes simulations, des concentrations ont en effet été calculées aux endroits où des tubes de mesures avaient été posés lors de la campagne Ouest Lyonnais en 2008, dont cinq points sur le site de l'Hôpital Lyon Sud.

En termes d'impact global, on constate peu de variation entre les scénarii sur ces points. Les résultats confirment que les sorties des tunnels de la nouvelle infrastructure auront très probablement un impact important sur la qualité de l'air avoisinante. La dégradation ponctuelle de la qualité de l'air au niveau des émergences des infrastructures nécessite une attention particulière, et devra être étudiée de manière plus approfondie afin d'envisager les solutions les plus adaptées.

En effet, la modélisation réalisée dans le cadre de cette étude n'a pas pu prendre en compte, faute de données, les évacuations (cheminées) qui pourront être implantées le long du tracé et venir ainsi diminuer les quantités de polluants émises au niveau des entrées/sorties de tunnels.

Des solutions de traitement d'air pourraient à terme être envisagées même si celles-ci concerneront avant tout les particules, le traitement du dioxyde d'azote ne semblant pas à l'heure actuelle praticable sur des infrastructures de ce type.

A la lumière d'une étude d'impact plus approfondie, il conviendra de s'assurer et de pouvoir garantir que les zones de surconcentrations potentielles identifiées n'impacteront ni des populations résidentes, ni des établissements accueillant un public sensible.

## 5. Conclusions et recommandations

Dans le cadre du projet d'infrastructure « Anneau des Sciences », Air Rhône-Alpes a réalisé des calculs d'émissions des polluants provenant du trafic routier et les simulations de leur dispersion pour des scénarii prospectifs à l'horizon 2030.

A cet horizon, le renouvellement volontariste du parc automobile peut constituer un levier d'action pour réduire les émissions du transport.

En termes d'émissions, la réalisation du projet « Anneau des Sciences » et de ses composantes ne dégrade pas globalement la situation à l'échelle de l'agglomération par rapport au scénario de référence (situation sans infrastructure). En se focalisant sur l'axe A6/A7 qui serait « requalifié » en boulevard urbain, les réductions d'émissions sont significatives par rapport au scénario de référence. En revanche, il faut noter que les émissions augmenteront le long des nouvelles infrastructures et sur la zone ouest, principalement au niveau des émergences (entrées et sorties de tunnels) de la future infrastructure.

Des simulations d'évolution de la qualité de l'air à l'horizon 2030 ont été réalisées afin d'estimer la superficie du territoire et le nombre de personnes potentiellement exposées à des niveaux supérieurs à la réglementation selon les scénarii.

Globalement sur l'ensemble du Grand Lyon et sur les différentes zones étudiées, la présence d'une nouvelle infrastructure influence peu la superficie exposée au-delà du seuil réglementaire (légère diminution de la surface). Il y a un déplacement des territoires exposés depuis l'axe A6/A7 vers les parties aériennes de la nouvelle infrastructure.

A l'échelle de l'agglomération dans son ensemble, la quantité de population potentiellement exposée à des dépassements de seuils diminue dans le cas de l'implantation d'une nouvelle infrastructure. Il subsiste cependant des « spots » de surconcentrations très marqués au niveau des émergences de la nouvelle infrastructure. Ces zones particulières, qualifiées de « points noirs » potentiels de qualité de l'air, sont plus délicates à traiter. Elles réclament une vigilance accrue quant à leur impact potentiel sur l'environnement proche et la population exposée. En particulier, la localisation d'établissements accueillant un public sensible (enfants, personnes âgées ou malades) vis-à-vis de ces zones d'impact potentiel doit faire l'objet d'études approfondies et, le cas échéant, d'actions de remédiation.

Il convient de considérer cette étude comme une première approche visant avant tout à comparer des situations entre elles et non à établir l'impact précis de l'infrastructure. Ces travaux ont néanmoins permis d'identifier des sources d'incertitudes majeures. A ce titre, à l'issue du débat public, si l'opportunité et la faisabilité du projet sont confirmées, il conviendra, dans le cadre d'une future étude d'impact relative au tracé définitif de l'infrastructure de s'assurer de la bonne prise en compte des points de vigilance suivants :

- Pour le calcul des émissions polluantes :

Il convient de noter que ce calcul a été réalisé pour un horizon 2030 avec des hypothèses notamment sur le parc roulant de véhicules. La prise en compte d'un parc roulant 2025 constitue une hypothèse conservatrice de nature à ne pas minorer les émissions calculées. De la même façon, une mise en service plus rapide de l'infrastructure serait de nature à remettre en cause le bilan des émissions qui ne porterait alors plus sur l'année de mise en service de l'infrastructure.

- Pour la modélisation de la qualité de l'air ambiant :
  - Afin de limiter la surestimation des niveaux de pollution de fond futurs et de ne pas étudier l'impact de l'infrastructure uniquement en termes de différentiel entre scénarii, il est nécessaire de disposer d'informations/hypothèses pour faire évoluer la pollution de fond estimée à l'horizon 2030 (i.e. non liée uniquement au trafic routier) ;
  - Pour minimiser les incertitudes sur la répartition des concentrations, il faut disposer d'informations très précises sur l'infrastructure telles que :
    - La localisation exacte des émergences des tunnels ;
    - La présence de cheminées d'aération/extraction des tunnels et leur localisation ;
    - Des informations sur les ponts induisant une « sur hauteur » d'émission qui n'est pas prise en compte par défaut.
  
- Pour le calcul d'exposition de population :
  - La seule information disponible concerne la population résidente. Il n'y a donc aucun « habitant » dans les « établissements sensibles ». Il conviendra donc de prendre en compte spécifiquement ces installations par des approches adaptées ;
  - L'évolution du bâti et la répartition de la population à l'horizon 2030 ont été estimées par une méthode d'affectation tenant compte de grands projets mais offrant de faibles visibilité et précisions. Une étude prospective du développement de l'urbanisme à l'horizon 2030 s'avèrerait très utile dans ce cadre.



# Bibliographie

[1] Etude de la qualité de l'air sur le quartier de la Croix-Rousse (2006-2007) :

- Rapport COPARLY  
Synthèse : <http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649498>
- Rapport COPARLY - Bilan Qualité de l'Air  
Rapport d'étude : <http://air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649499>
- Rapport Ecole Centrale Lyon - Modélisation SIRANE  
Rapport d'étude : <http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649500>
- Rapport FluidAlp - Modélisation Tunnel  
Rapport d'étude : <http://air-rhonealpes.fr/site/media/voir/649501>

[2] Etude de la qualité de l'air à la périphérie ouest de Lyon (2007-2008):

Rapport d'étude : <http://www.atmo-rhonealpes.org/site/media/voir/652943>

[3] Rapport « d'étude de la qualité de l'air aux abords du tunnel de Fourvière » :

<http://www.air-rhonealpes.fr/site/media/voir/683860>

[4] Site du Grand Lyon : Anneau des Sciences : « du Top à l'Anneau des Sciences » :

<http://www.grandlyon.com/L-Anneau-des-Sciences.5340.0.html>

[5] Site du débat public sur le projet « Anneau des Sciences »

<http://www.debatpublic-anneau-top.org/>

## Glossaire

BPNL Boulevard Périphérique Nord de Lyon

BUS Boulevard Urbain Sud ou RD301

CO<sub>2</sub> Dioxyde de carbone

KM Kilomètres

IFSTTAR Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

NO<sub>2</sub> Dioxyde d'azote

NO<sub>x</sub> Oxydes d'azote

SCOT Schéma de cohérence territoriale

VRU Voie rapide urbaine

VUL Véhicules utilitaires légers

PL Poids Lourds

PM<sub>10</sub> Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm

PM<sub>2,5</sub> Particules en suspension de diamètre inférieur à 2.5 µm

PTAC Poids Total Autorisé en Charge, i.e. poids cumulé du véhicule et de son chargement

SYTRAL syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise

Inventaire des émissions : quantité d'une substance polluante émise par une entité donnée pour une zone géographique et une période de temps donnée. Un inventaire détaillé des émissions permet, outre l'alimentation des modèles, une connaissance approfondie de l'origine géographique et sectorielle des polluants

Dispersion : Une fois émis par une source dans l'atmosphère, un polluant va se disperser plus ou moins facilement dans l'air selon les conditions météorologiques.

# Table des illustrations

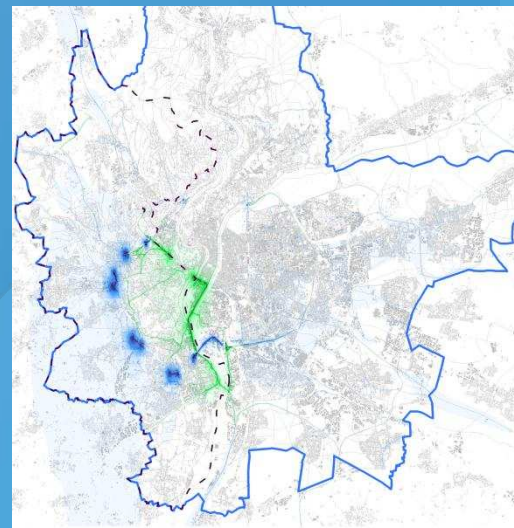
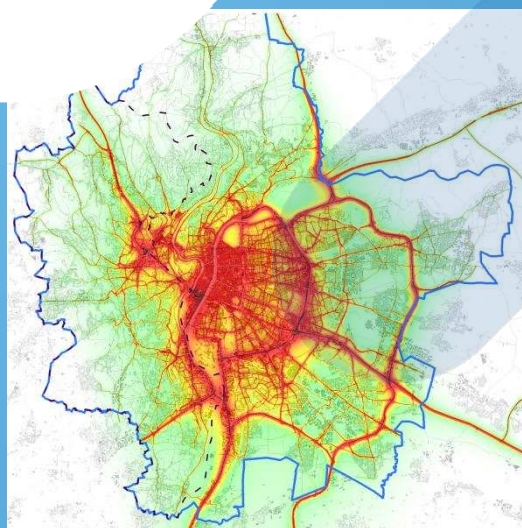


FIGURE 1 : CYCLE ET ECHELLES DE LA POLLUTION (SOURCE ASPA) .....	6
FIGURE 2 : PROFIL GENERAL DE LA QUALITE DE L’AIR MESUREE EN RHONE-ALPES EN 2011, EN VALEUR RELATIVE DES LIMITES REGLEMENTAIRES .....	8
FIGURE 3 : BILAN REGLEMENTAIRE DES PM <sub>10</sub> SUR L’AGGLOMERATION LYONNAISE DEPUIS 2000.....	9
FIGURE 4 : BILAN REGLEMENTAIRE DU NO <sub>2</sub> SUR L’AGGLOMERATION LYONNAISE, DEPUIS 2000.....	10
FIGURE 5 : CARTE DE MODELISATION DU NO <sub>2</sub> POUR L’ANNEE 2008, COMPARAISON AUX MESURES (2008 ET 2010).....	12
FIGURE 6 : TRACES DU SCENARIO ROCADE EN ROUGE : TRANCHEE COUVERTE, EN NOIR : TRANCHEE AERIENNE (SOURCE : GRAND LYON, AVRIL 2012) .....	13
FIGURE 7 : TRACES DU SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES EN ROUGE : TRANCHEE COUVERTE, EN NOIR : TRANCHEE AERIENNE (SOURCE : GRAND LYON, AVRIL 2012) .....	14
FIGURE 8 : TRACES DU SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS FLUVIAL EN ROUGE : TRANCHEE COUVERTE, EN NOIR : TRANCHEE AERIENNE (SOURCE : GRAND LYON, AVRIL 2012) .....	15
FIGURE 9 : ZONES DE « ZOOM » D’ANALYSE DES RESULTATS. BANDE 300M A6-A7, BANDE 300M SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES, BANDE 300M SCENARIO ROCADE, SECTEUR OUEST, SECTEUR INTERIEUR. ....	16
FIGURE 10 : SCHEMA GENERAL DE CALCUL DES EMISSIONS DE POLLUANTS .....	17
FIGURE 11 : EMISSIONS 2008 PAR SECTEUR D’ACTIVITE SUR LE GRAND LYON SOURCE : AIR RHONE-ALPES – VERSION 2011-1 SAUF CO <sub>2</sub> (VERSION 2012-1) .....	18
FIGURE 12 : EVOLUTION DE LA NORME EURO NO <sub>x</sub> ET PM .....	19
FIGURE 13 : EVOLUTION DU PARC ROULANT DE VOITURES ENTRE 2010 ET 2030 SELON LA NORME EURO SOURCE : IFSTTAR - VERSION NOVEMBRE 2011.....	19
FIGURE 14 : POURCENTAGE ANNUEL DE DIMINUTION DES EMISSIONS CALCULE SUR LA PERIODE 2000-2005 A TRAFIC CONSTANT SELON DEUX VERSIONS DE COPERT.....	20
FIGURE 15 : REPARTITION DES EMISSIONS ROUTIERES 2010 SUR LE TERRITOIRE DU GRAND LYON KM = KILOMETRES PARCOURUS SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1 .....	21
FIGURE 16 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE GRAND LYON SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1.....	21
FIGURE 17 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE SECTEUR OUEST, CF. FIGURE 9 P16. SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1 .....	22
FIGURE 18 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE – SECTEUR A6/A7, CF. FIGURE 9 P16. SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1 .....	22
FIGURE 19 : COMPARAISON DES EMISSIONS PAR RAPPORT A LA SITUATION ACTUELLE – BANDE DE 300M AUTOUR DE L’AXE A6/A7, CF FIGURE 9 P16 - SOURCE : AIR RHONE-ALPES - VERSION 2012-1 .....	23
FIGURE 20 : PRINCIPE DE MODELISATION SIRANE.....	24
FIGURE 21 : RESEAUX SIRANE POUR LES DIFFERENTS SCENARII. LES BRINS EN VIOLET REPRESENTENT LES PARTIES AERIENNES DE LA NOUVELLE INFRASTRUCTURE. ....	26
FIGURE 22 : ROSE DES VENTS A BRON, ANNEE 2011 .....	27
FIGURE 23 : MESURES A LA STATION DE VAULX-EN-VELIN EN 2011 .....	28
FIGURE 24 : POPULATION 2030 PAR ILOTS.....	30
FIGURE 25 : MOYENNE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO <sub>2</sub> ), ETAT ACTUEL, ANNEE 2011.....	31
FIGURE 26 : MOYENNE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO <sub>2</sub> ), SCENARIO DE REFERENCE « FIL DE L’EAU », ANNEE 2030 .....	32
FIGURE 27 : MOYENNE DE DIOXYDE D’AZOTE (NO <sub>2</sub> ), SCENARIO ROCADE– ANNEE 2030 .....	33



FIGURE 28 : MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ), SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES— ANNEE 2030 .....	34
FIGURE 29 : MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ), SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL— ANNEE 2030 .....	35
FIGURE 30 : ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARII DE REFERENCE (2030) ET ACTUEL (2011) .....	37
FIGURE 31 ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARII ROCADE (2030) ET ACTUEL (2011) .....	38
FIGURE 32 ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARII ANNEAU DES SCIENCES ET REFERENCE, ANNEE 2030. ....	39
FIGURE 33 ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARII ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL (2030) ET REFERENCE (2030) .....	40
FIGURE 34 ECART ENTRE LES MOYENNES DE DIOXYDE D'AZOTE DE LA SIMULATION DES SCENARII ROCADE (2030) ET ANNEAU DES SCIENCES (2030) .....	41
TABLEAU 1 : TAILLE DES RESEAUX DE RUES SELON LES SCENARII .....	25
TABLEAU 2 : NOMBRE DE PERSONNES DANS LES DIFFERENTES ZONES ETUDIEES. ....	29
TABLEAU 3 : TERRITOIRE EXPOSE A UNE CONCENTRATION ANNUELLE DE PLUS DE 40 µG.M <sup>-3</sup> (KM <sup>2</sup> ) POUR LES SCENARII 2030 AUX DIFFERENTES ZONES D'ANALYSE, LES ZONES SONT CELLES DE LA FIGURE 9 P16. ....	42
TABLEAU 4 : RESULTATS DES CALCULS D'EXPOSITION DE POPULATION AU NO <sub>2</sub> , EN NOMBRE DE PERSONNES EXPOSEES AU-DESSUS DU SEUIL DE 40µG.M <sup>-3</sup> EN MOYENNE ANNUELLE. LES ZONES FONT REFERENCES A LA FIGURE 9 P16. ....	43
TABLEAU 5 : RESULTATS DES CALCULS D'EXPOSITION DE POPULATION AU NO <sub>2</sub> , EN POURCENTAGE DE PERSONNES EXPOSEES AU-DESSUS DU SEUIL DE 40µG.M <sup>-3</sup> EN MOYENNE ANNUELLE. LES ZONES FONT REFERENCES A LA FIGURE 9 P16. ....	43
TABLEAU 6 : RESULTATS D'EVOLUTION D'EXPOSITION DE POPULATION AU NO <sub>2</sub> , CHIFFRES ARRONDIS LES ZONES FONT REFERENCES A LA FIGURE 9 P16. ....	44

# Annexe 0



**DOCUMENT TECHNIQUE : ANNEXE 0 – NORME D’EMISSION EURO**

[www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr)



**Diffusion : novembre 2012**

Siège social : 3 allée des Sorbiers – 69500 BRON

Tel : 09 72 26 48 90 - Fax : 09 72 15 65 64

[contact@air-rhonealpes.fr](mailto:contact@air-rhonealpes.fr)



Les normes européennes d'émission, dites normes Euro, sont issues de réglementations de l'Union européenne qui fixent les limites maximales de rejets polluants des véhicules neufs mis en circulation. Leur objectif est de réduire la pollution atmosphérique due au transport routier. La première norme Euro a vu le jour en 1993, les normes suivantes se succèdent tous les 3 à 5 ans, avec des normes d'émissions de plus en plus sévères, ce qui oblige les constructeurs automobiles à modifier les technologies employées.

La mise en œuvre se fait à des dates décalées pour les voitures, les véhicules utilitaires légers, les motos et les véhicules lourds. Les normes diffèrent entre les types de moteurs (moteurs à allumage commandé (essence, GPL...) ou moteurs Diesel) et les véhicules, jusque dans les unités choisies, rapportées à la distance parcourue (g/km), sauf pour les véhicules lourds où elles sont rapportées à l'énergie développée (g/kWh).

Véhicules légers	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Voitures	janv-93	janv-97	janv-01	janv-06	janv-11	sept-15
VUL Classe I (masse à vide < 1305 kg)	oct-94	oct-97	janv-01	janv-06	janv-11	sept-15
VUL Classes II & III (masse à vide : 1305-1760 kg et > 1760 kg)	oct-94	oct-98	janv-02	janv-07	janv-12	sept-16
Deux roues motorisés	2000	2004	2007			
Véhicules lourds	Euro I	Euro II	Euro III	Euro IV	Euro V	Euro VI
PL, BUS et autocars	oct-93	oct-96	oct-01	oct-06	oct-09	janv-14

*Année de première mise en circulation et norme Euro associée*

Les émissions de polluants sont mesurées durant un cycle de conduite normalisé appelé NEDC (New European Driving Cycle) qui dure 20 minutes. Il comprend une première phase de conduite de type urbain, suivie d'une phase de conduite de type périurbain/rural. Ces émissions sont mesurées sur des véhicules dépourvus d'options (par exemple pas de climatisation) dans des conditions qui peuvent être assez différentes d'un usage réel.

Les polluants considérés dans la norme présentent un enjeu sanitaire avéré : oxydes d'azote, particules, hydrocarbures... Les émissions de CO<sub>2</sub> (résultant de la combustion de matière carbonée) ne sont actuellement pas prises en compte dans ces normes car respirer du CO<sub>2</sub> n'est pas directement toxique pour l'homme. Toutefois, face au réchauffement climatique causé par la hausse des émissions de Gaz à Effet de Serre, la surveillance des émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules fait l'objet de travaux de la part de l'Union européenne. De même, en complément de la masse de particules sur laquelle se base actuellement la norme, la future norme Euro 6 devrait introduire un nombre maximal de particules émises, les particules les plus petites présentant le plus grand risque pour la santé.

Type	Unité de mesure	Polluant	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Voiture diesel et VUL diesel < 1305 kg à vide	mg/km	CO	2720	1000	640	500	500	500
Voiture diesel et VUL diesel < 1305 kg à vide	mg/km	NOX	-	-	500	250	180	80
Voiture diesel et VUL diesel < 1305 kg à vide	mg/km	HC + NO <sub>x</sub>	970	900	560	300	230	170
Voiture diesel et VUL diesel < 1305 kg à vide	mg/km	PM	140	100	50	25	5	5

Type	Unité de mesure	Polluant	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
VUL diesel entre 1305 et 1760 kg à vide	mg/km	CO	5170	1200	800	630	630	630
VUL diesel entre 1305 et 1760 kg à vide	mg/km	NOX	-	-	650	330	240	110
VUL diesel entre 1305 et 1760 kg à vide	mg/km	HC + NO <sub>x</sub>	1400	1100	720	390	300	200
VUL diesel entre 1305 et 1760 kg à vide	mg/km	PM	190	150	70	40	5	5

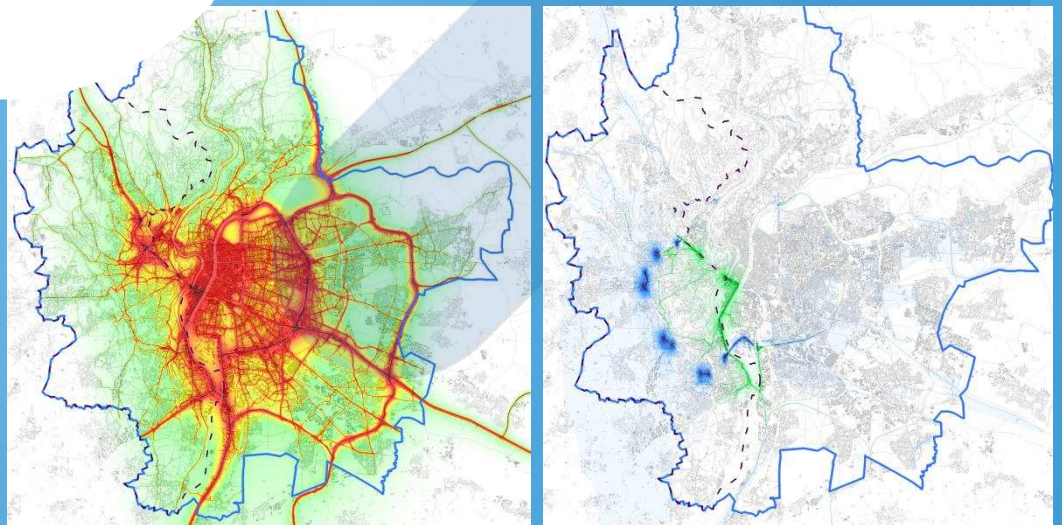
Type	Unité de mesure	Polluant	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
VUL diesel > 1760 kg à vide	mg/km	CO	6900	1350	950	740	740	740
VUL diesel > 1760 kg à vide	mg/km	NOX	-	-	780	390	280	130
VUL diesel > 1760 kg à vide	mg/km	HC + NO <sub>x</sub>	1700	1300	860	460	350	220
VUL diesel > 1760 kg à vide	mg/km	PM	250	200	100	60	5	5

Type	Unité de mesure	Polluant	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Véhicules légers essence, GPL, GNV	mg/km	CO	2720	2200	2200	1000	1000	1000
Véhicules légers essence, GPL, GNV	mg/km	NOX	-	-	150	80	60	60
Véhicules légers essence, GPL, GNV	mg/km	HC	-	-	200	100	100	100
Véhicules légers essence, GPL, GNV	mg/km	PM	-	-	-	-	5	5
Véhicules légers essence, GPL, GNV	mg/km	HCNM	-	-	-	-	68	68

Type	Unité de mesure	Polluant	Euro I	Euro II	Euro III	Euro IV	Euro V	Euro VI
Véhicules lourds diesel	g/kWh	CO	4.5	4	2.1	1.5	1.5	1.5
Véhicules lourds diesel	g/kWh	NOX	8	7	5	3.5	2	0.4
Véhicules lourds diesel	ppm	NH <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	10
Véhicules lourds diesel	g/kWh	HC	1.1	1.1	0.66	0.46	0.46	0.13
Véhicules lourds diesel	g/kWh	PM	0.36	0.15	0.1	0.02	0.02	0.01

### ***Normes d'émissions par polluant et typologie de véhicule***

# Annexe 1



## DOCUMENT TECHNIQUE : ANNEXE 1 – SIMULATIONS PM10

[www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr)



# Sommaire de l'annexe 1



Cette annexe présente les résultats de simulation  $PM_{10}$  pour l'année 2011 et pour les différents scénarii 2030.

<b>1. Annexe 1 : Résultats de modélisation <math>PM_{10}</math></b> .....	<b>3</b>
<b>1.1. Cartographies des nombre de jours de dépassement 2011 et 2030</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2. Cartographies des moyennes annuelles 2011 et 2030</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3. Analyse des cartes et exposition de la population aux seuils réglementaires</b> .....	<b>13</b>





# 1. Annexe 1 : Résultats de modélisation PM<sub>10</sub>

## 1.1. Cartographies des nombre de jours de dépassement 2011 et 2030

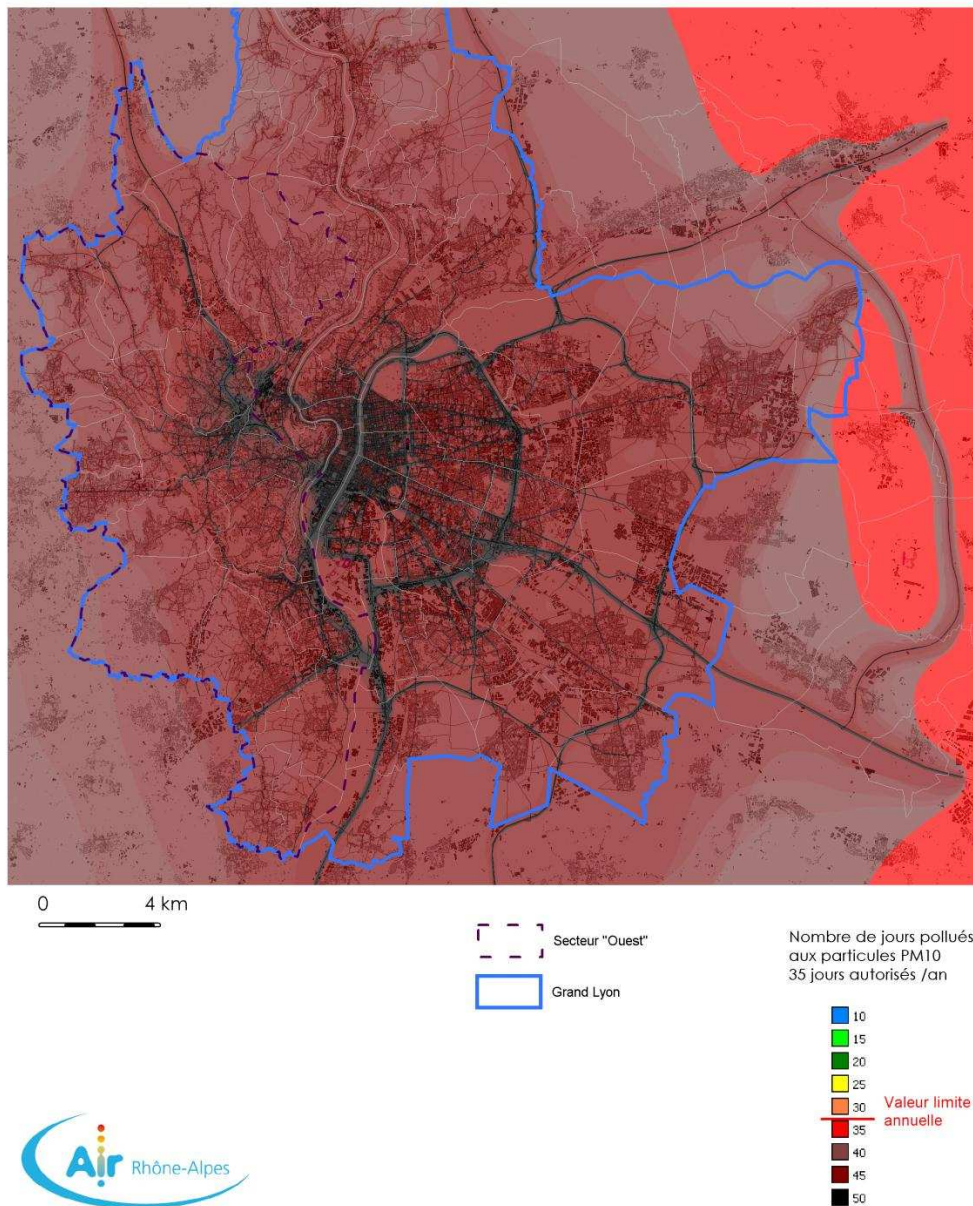
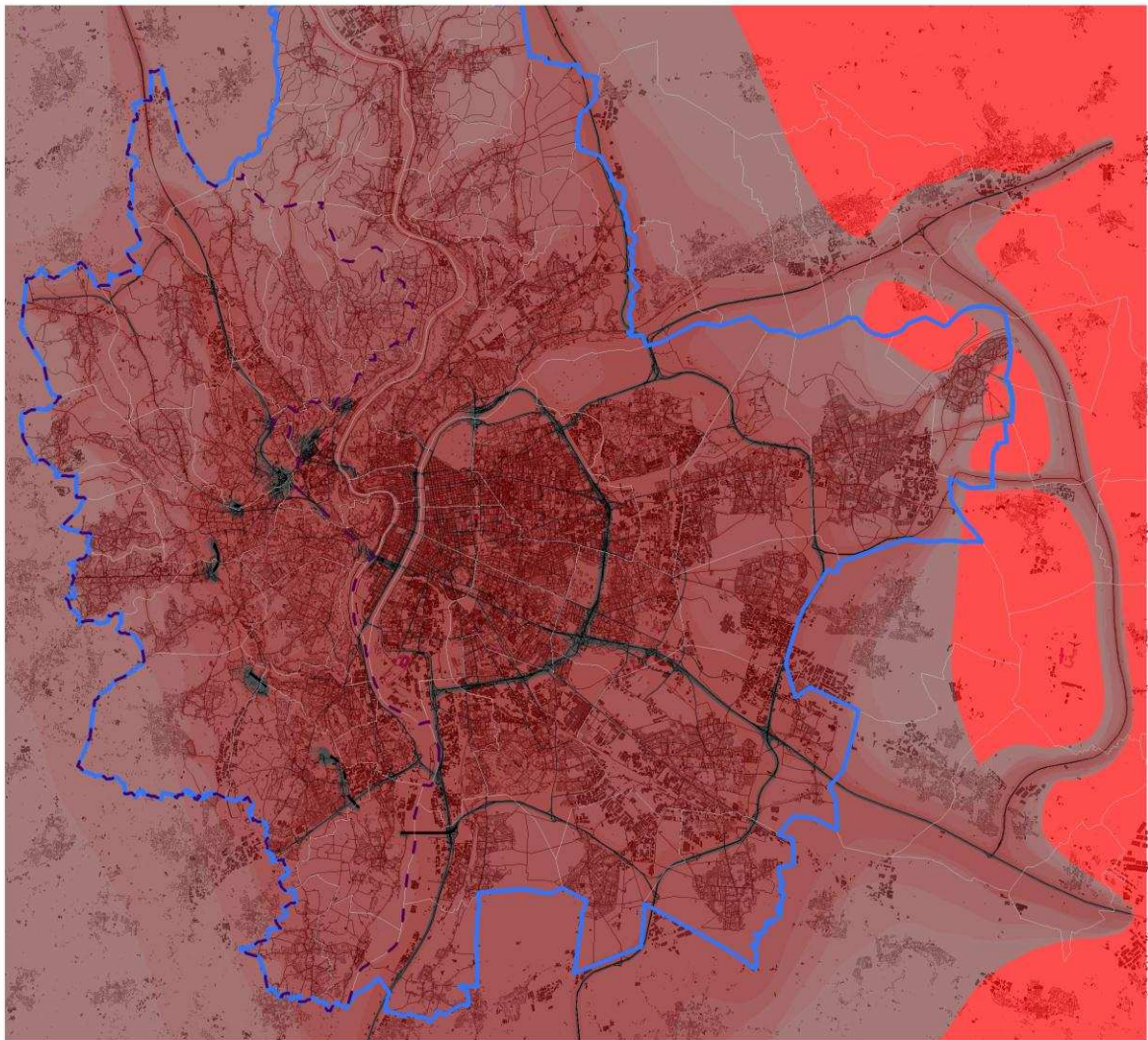




FIGURE ANNEXE1 - 1 : NOMBRE DE JOURS POLLUES AUX PARTICULES PM10, SITUATION ACTUELLE ANNEE 2011





0 4 km

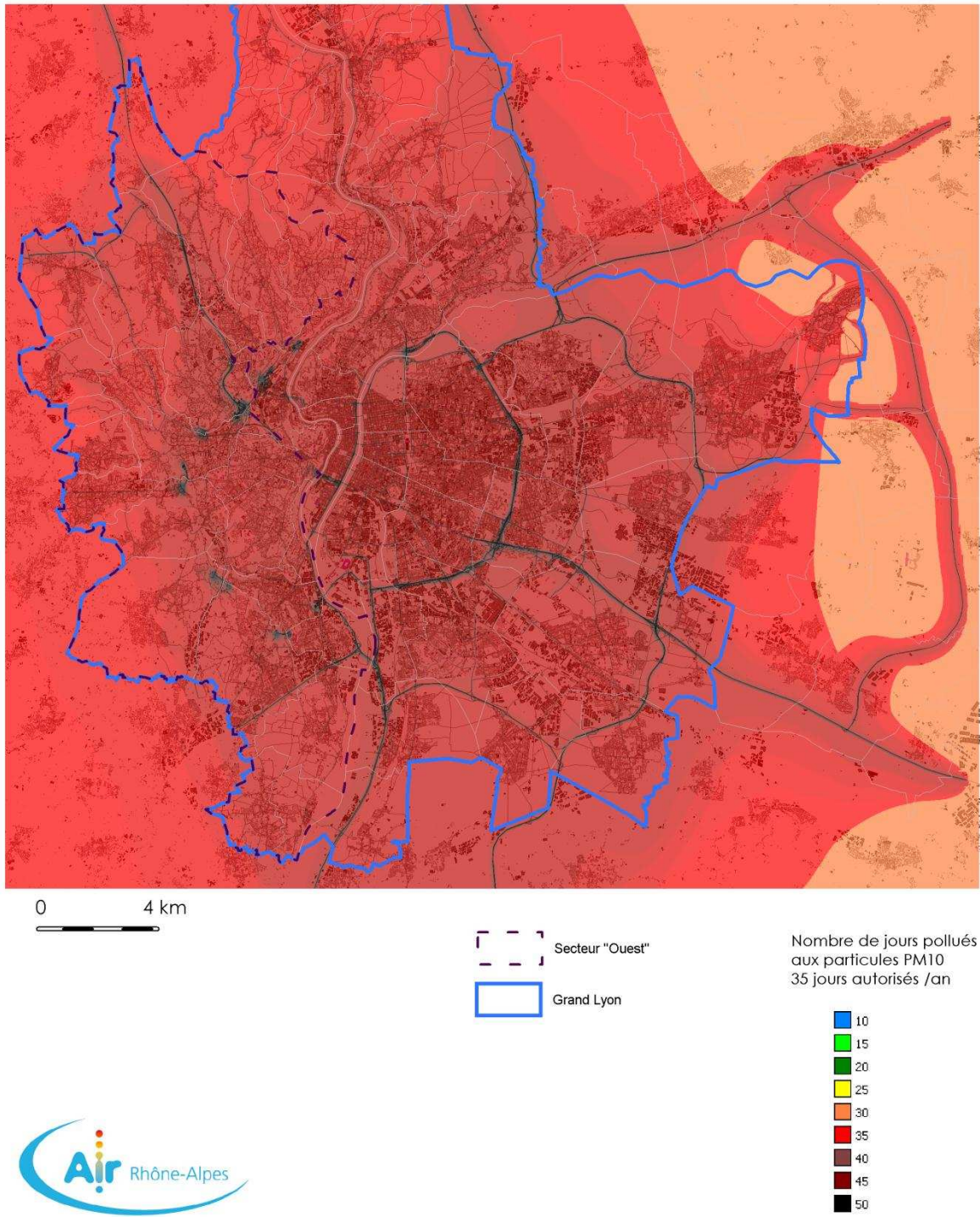


 Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon

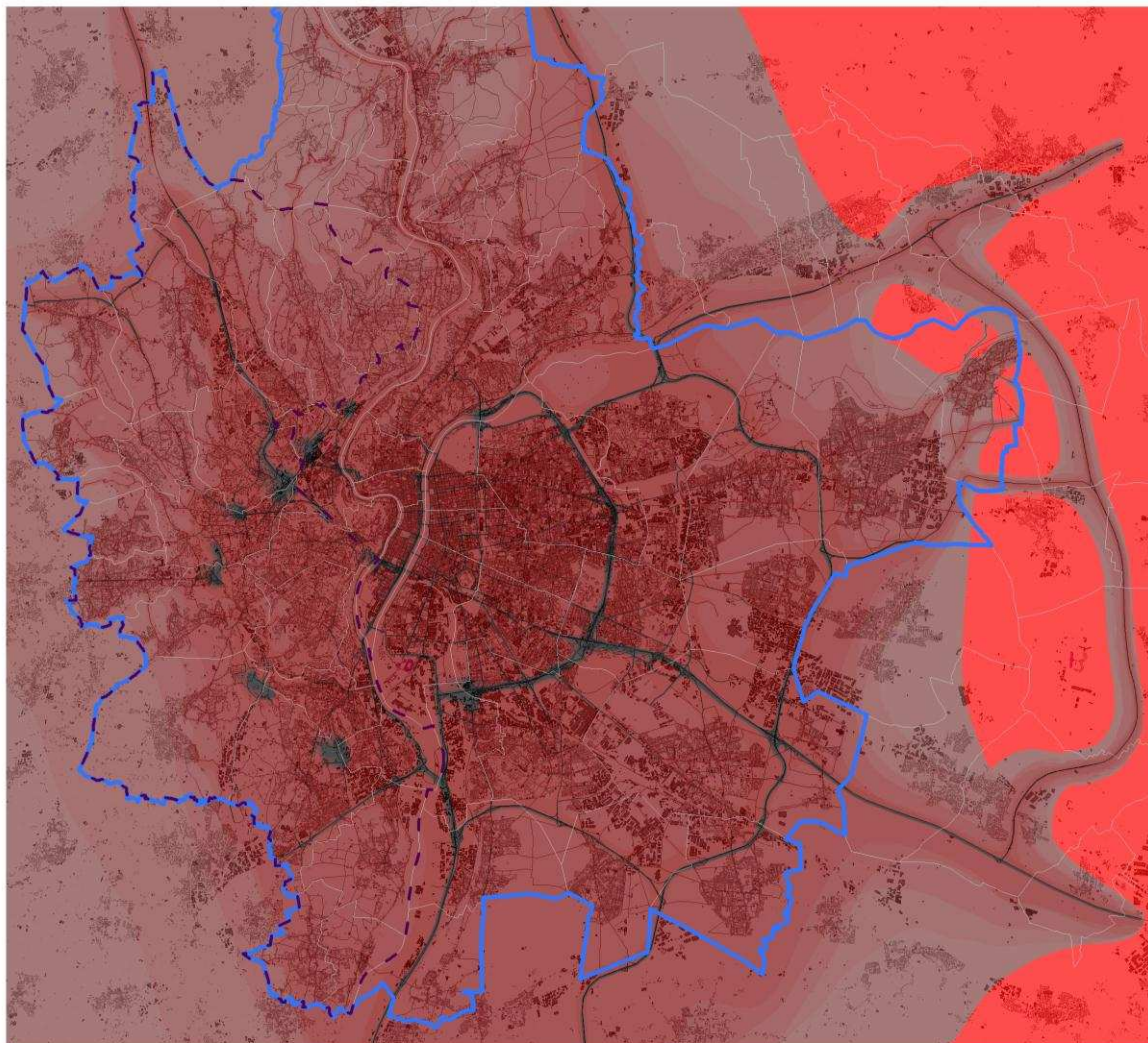
Nombre de jours pollués  
 aux particules PM10  
 35 jours autorisés /an





FIGURE ANNEXE1 - 3 : NOMBRE DE JOURS POLLUES AUX PARTICULES  $PM_{10}$ , SCENARIO ROCADE ANNEE 2030



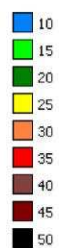
**FIGURE ANNEXE1 - 4 : NOMBRE DE JOURS POLLUES AUX PARTICULES PM<sub>10</sub>, SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES ANNEE 2030**



0 4 km

 Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon

Nombre de jours pollués  
aux particules PM10  
35 jours autorisés /an



**FIGURE ANNEXE1 - 5 : NOMBRE DE JOURS POLLUES AUX PARTICULES PM<sub>10</sub>, SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL, ANNEE 2030**



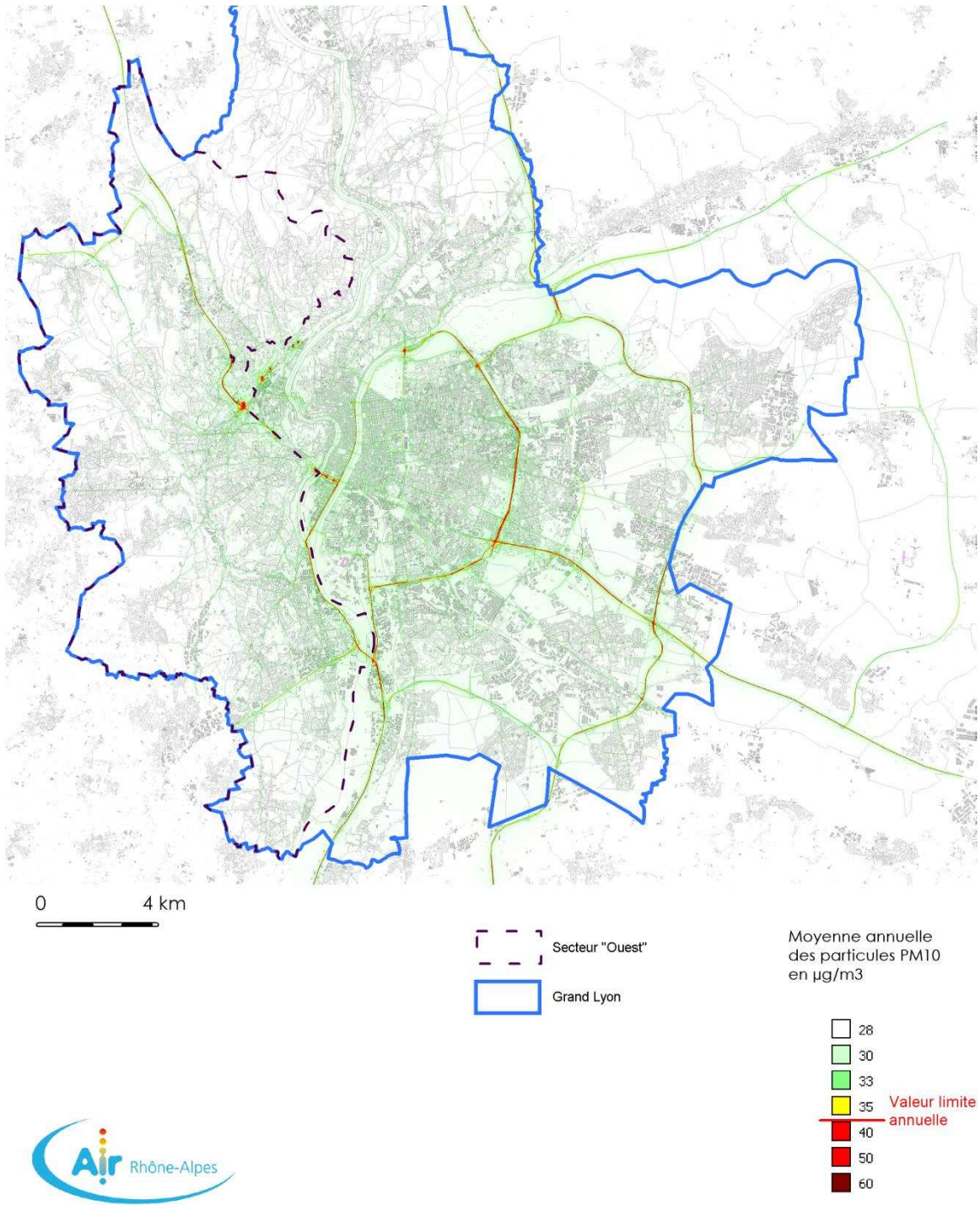
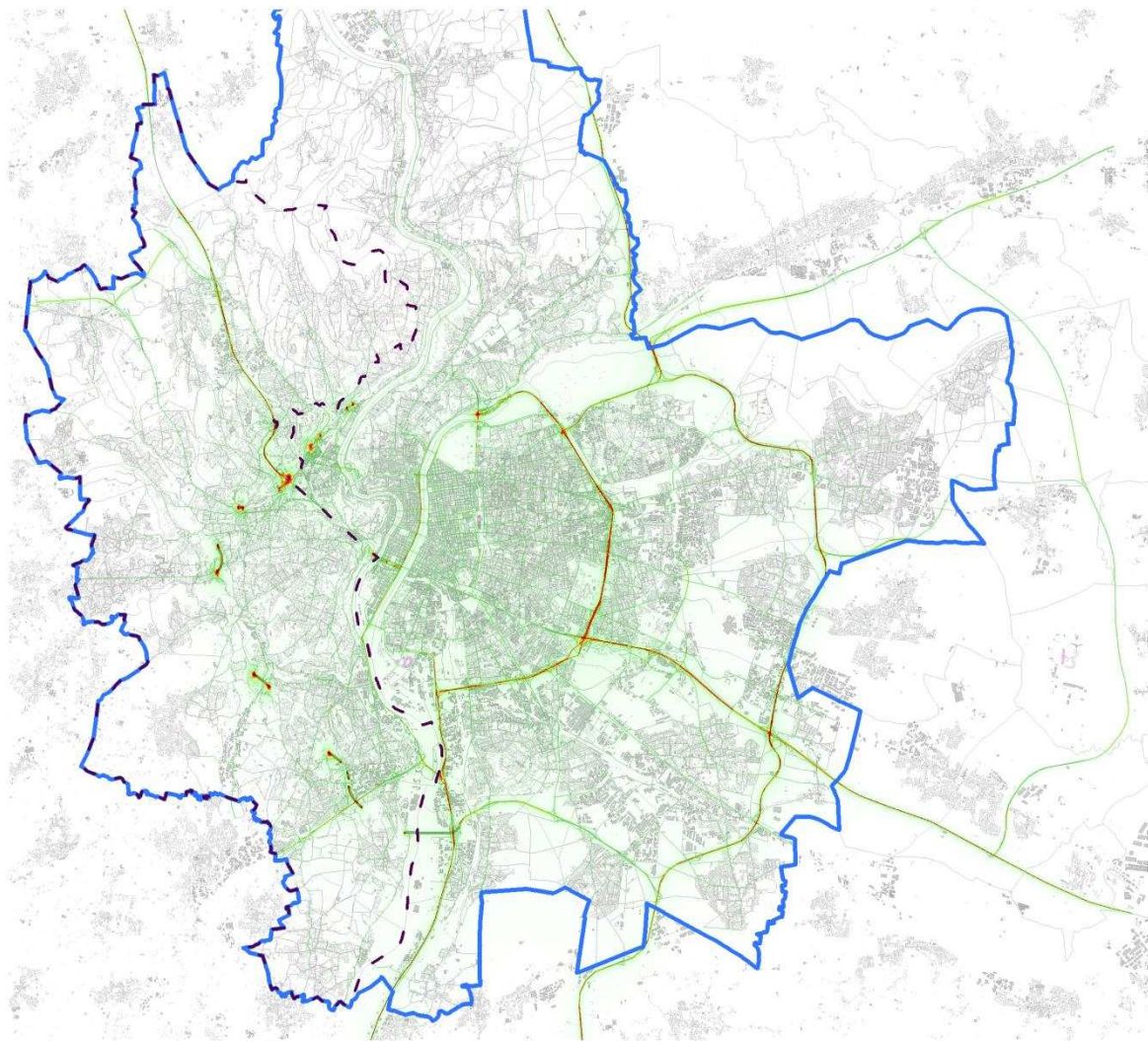


FIGURE ANNEXE1 - 7 : MOYENNE DES PARTICULES PM<sub>10</sub>, SCENARIO REFERENCE, ANNEE 2030



0 4 km

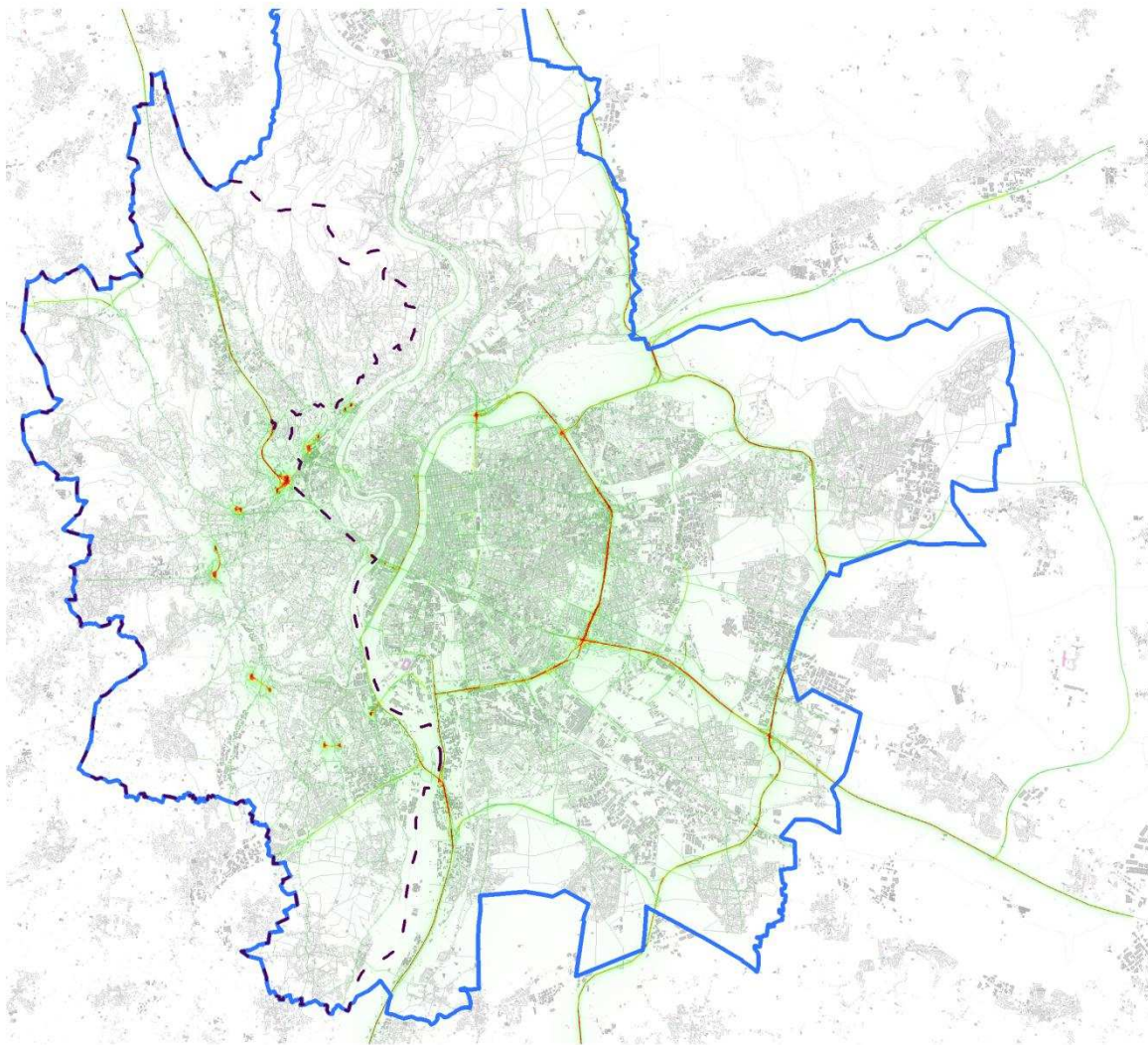
Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon

Moyenne annuelle  
des particules PM10  
en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



**FIGURE ANNEXE1 - 8 : MOYENNE DES PARTICULES PM<sub>10</sub>, SCENARIO ROCADE, ANNEE 2030**





0 4 km

[Dashed line] Secteur "Ouest"  
[Blue outline] Grand Lyon

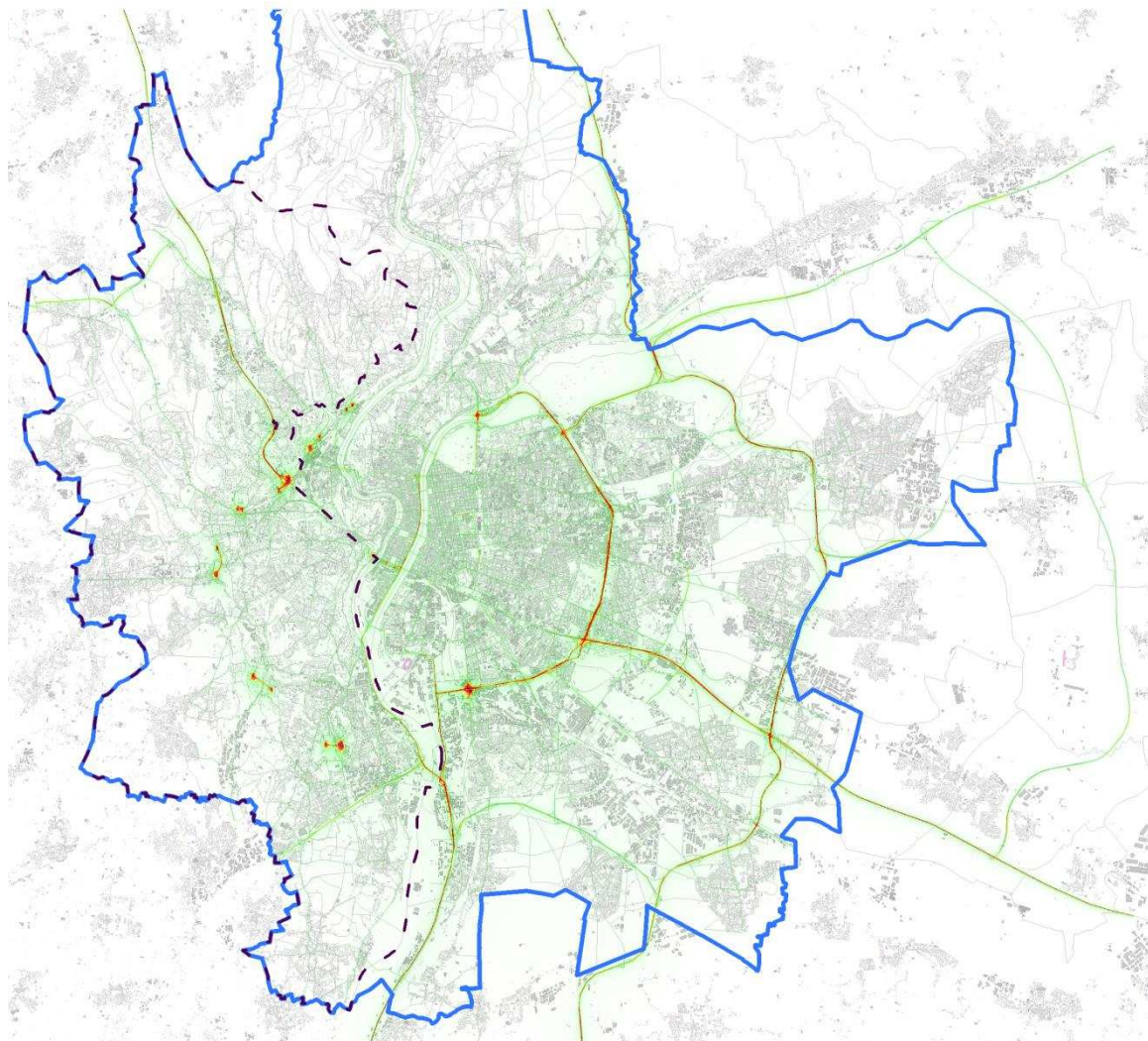
Moyenne mensuelle  
des particules PM10  
en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$





40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  par an maximum



FIGURE ANNEXE1 - 9 : MOYENNE DES PARTICULES PM<sub>10</sub>, SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES, ANNEE 2030



0 4 km

 Secteur "Ouest"  
 Grand Lyon

Moyenne annuelle  
des particules PM10  
en µg/m<sup>3</sup>

	28
	30
	33
	35
	<b>Valeur limite annuelle</b>
	40
	50
	60

40µg/m<sup>3</sup> par an maximum



FIGURE ANNEXE1 - 10 : MOYENNE DES PARTICULES PM<sub>10</sub>, SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES, ANNEE 2030

### 1.3. Analyse des cartes et exposition de la population aux seuils réglementaires

La pollution par les PM<sub>10</sub> est liée au trafic routier mais aussi, dans des proportions comparables, à d'autres activités (industries, chauffage résidentiel...). Le secteur des transports représente environ un tiers des émissions pour ce paramètre à l'échelle de l'agglomération. Pour ce polluant, le non-respect des seuils dans l'air ambiant porte essentiellement sur les pics journaliers (le seuil est à 35 de jours de dépassements du 50µg.m<sup>-3</sup> de la moyenne journalière) et concerne l'ensemble de l'agglomération.

Comme cela est visible sur les cartes présentées précédemment, à l'échelle de l'agglomération et des différentes zones, 100% des habitants subissent des risques de dépassements de la valeur limite journalière en PM10 que ce soit pour l'état actuel (2011) ou encore les scénarii 2030.

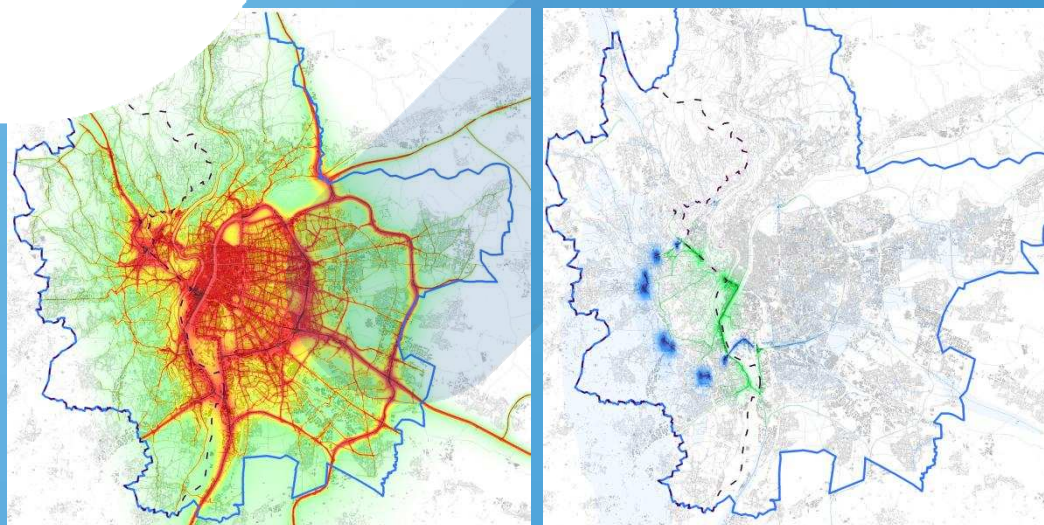
La valeur réglementaire relative à la moyenne annuelle des particules PM<sub>10</sub><sup>1</sup> est très peu dépassée, (Tableau 1) à la fois pour la situation actuelle (environ 4900 personnes soit 0.4% de la population du Grand Lyon) et pour les différents scénarii (environ 2000, soit entre 0.15 et 0.17%). Evaluer l'impact des différents scénarios sur la qualité de l'air par rapport à ce seuil est donc très limité et utiliser cette analyse sur les PM<sub>10</sub> comme indicateur n'est donc pas pertinent.

TABEAU 1 : NOMBRE DE PERSONNES AU DESSUS DU SEUIL DE 40 µg.m<sup>-3</sup> EN MOYENNE ANNUELLE PM<sub>10</sub>, POPULATION 2007 POUR LA SITUATION ACTUELLE ET 2030 POUR LES SCENARII

Scenario	Nombre de personnes	pourcentage
Situation actuelle	4 900	0,40%
Scenario fil de l'eau	2 280	0,17%
Scenario rocade	1 990	0,15%
Scenario périphérique aérien	2 110	0,15%
Scenario périphérique souterrain	2 210	0,16%

<sup>1</sup> 40 µg.m<sup>-3</sup>

## Annexe 2



**DOCUMENT TECHNIQUE : ANNEXE 2 : ZOOM SUR ST-GENIS-LAVAL**

[www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr)



**Diffusion : novembre 2012**

Siège social : 3 allée des Sorbiers – 69500 BRON

Tel : 09 72 26 48 90 - Fax : 09 72 15 65 64

[contact@air-rhonealpes.fr](mailto:contact@air-rhonealpes.fr)



# Sommaire de l'annexe 2



Cette annexe présente un zoom sur la zone de St-Genis-Laval des résultats de simulation 2011 et des différents scénarii 2030 en moyennes annuelles  $\text{NO}_2$  et  $\text{PM}_{10}$ . A noter que la population exposée dans ce secteur n'a pas pu être évaluée car il n'y a pas de population répertoriée dans les hôpitaux.

1. Annexe 2 : zoom sur la zone .....	3
2. Etat actuel (2011) .....	4
2.1. Cartographies $\text{NO}_2$ .....	4
2.2. Cartographies $\text{PM}_{10}$ .....	5
2.3. Résultats ( $\text{NO}_2$ et $\text{PM}_{10}$ ) aux capteurs sur le site de l'hôpital Lyon Sud .....	7
3. Scénarii 2030 .....	9
3.1. Cartographies $\text{NO}_2$ des moyennes annuelles.....	9
3.2. Cartographies $\text{NO}_2$ des écarts des moyennes annuelles .....	13
3.3. Cartographies $\text{PM}_{10}$ des moyennes annuelles .....	19
3.1. Cartographies $\text{PM}_{10}$ des écarts des moyennes annuelles .....	23
4. Résultats ( $\text{NO}_2$ et $\text{PM}_{10}$ ) aux capteurs sur le site de l'hôpital Lyon Sud .....	27



## 1. Annexe 2 : zoom sur la zone

Le capteur de Pierre Bénite d'Air Rhône-Alpes est situé depuis 1985 au Sud-Ouest<sup>1</sup> de l'agglomération à proximité de l'A7 et de l'A450 (Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Il y est de type « industriel » et mesure le SO<sub>2</sub>, BTX et HAP.

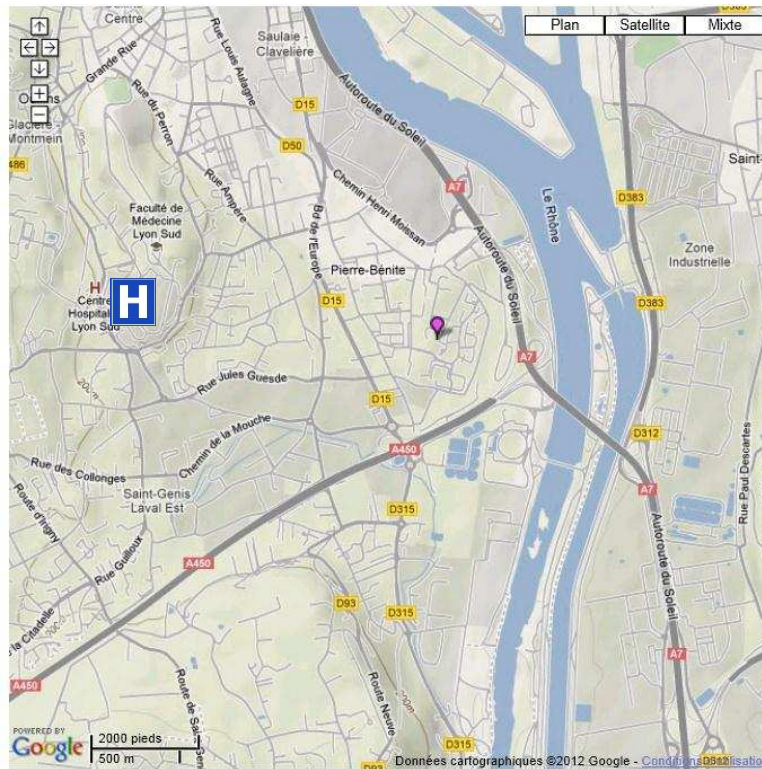
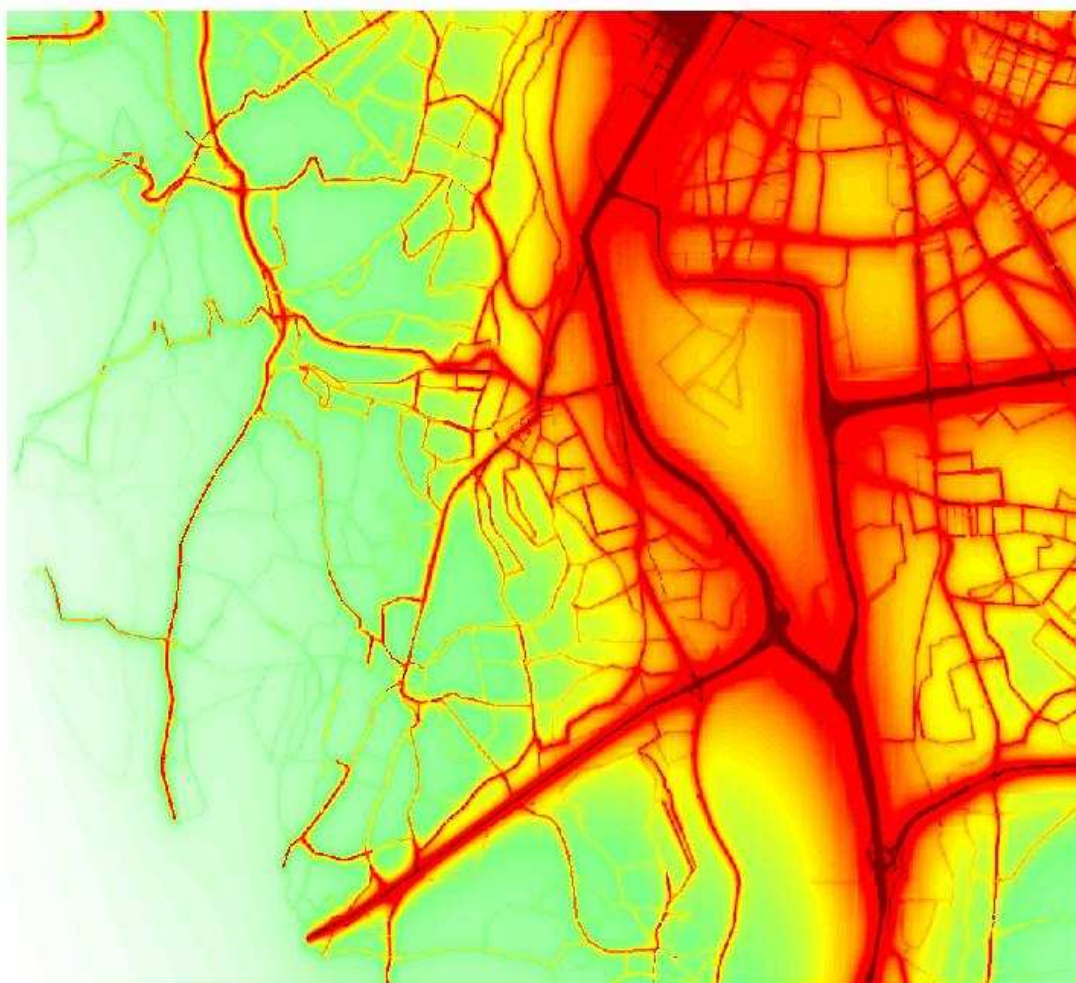


FIGURE ANNEXE 2 - 1 : LOCALISATION DE LA STATION AIR RHONE-ALPES DE PIERRE BENITE

<sup>1</sup> Groupe scolaire des cerisiers à Pierre Bénite, coordonnées GPS : N 45.70 E 4.83

## 2. Etat actuel (2011)

### 2.1. Cartographies NO<sub>2</sub>



Concentration moyenne  
de dioxyde d'azote  
en µg/m<sup>3</sup>



FIGURE ANNEXE 2 - 2 : MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>), ETAT ACTUEL 2011

## 2.2. Cartographies PM<sub>10</sub>

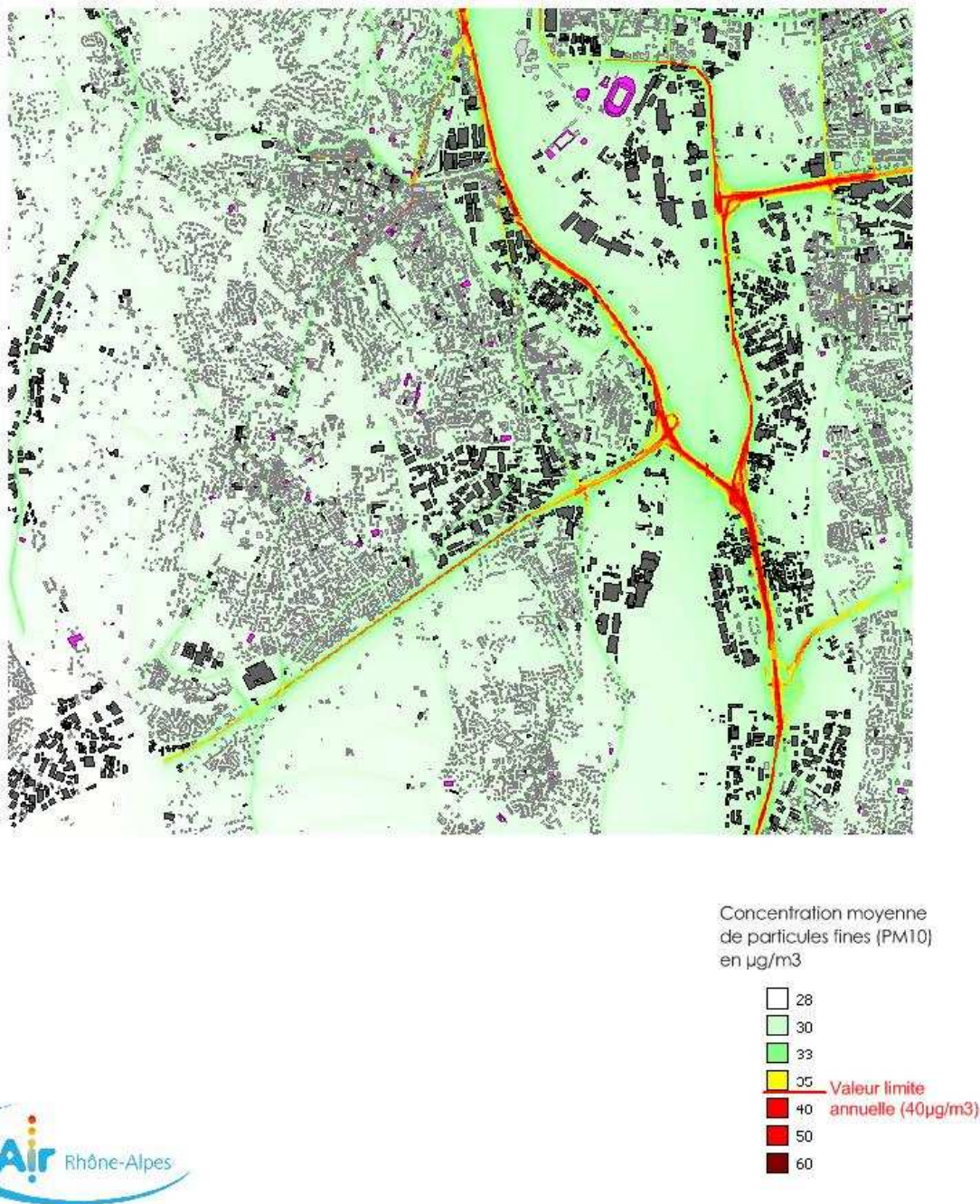


FIGURE ANNEXE 2 - 3 : MOYENNE DE PARTICULES FINES (PM<sub>10</sub>), ETAT ACTUEL 2011





### 2.3. Résultats (NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>) aux capteurs sur le site de l'hôpital Lyon Sud

Les concentrations ont été calculées aux endroits où des tubes passifs avaient été posés lors de la campagne Ouest Lyonnais en 2008 dont cinq sur le site de l'Hôpital Lyon Sud (cercle rouge sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

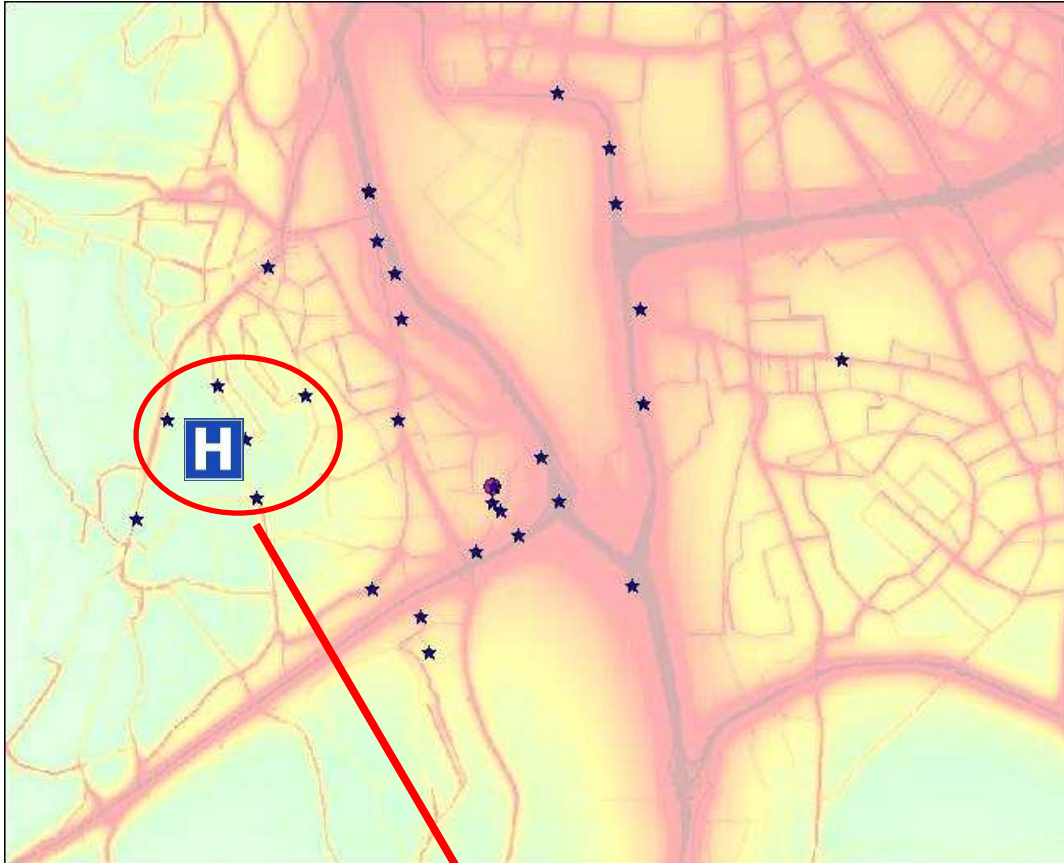


FIGURE ANNEXE 2 - 5 : EMBLEMENTS DES « RECEPTEURS-TUBES » (ETOILES) AUTOUR DE LA STATION DE PIERRE BENITE (ROND ROSE)

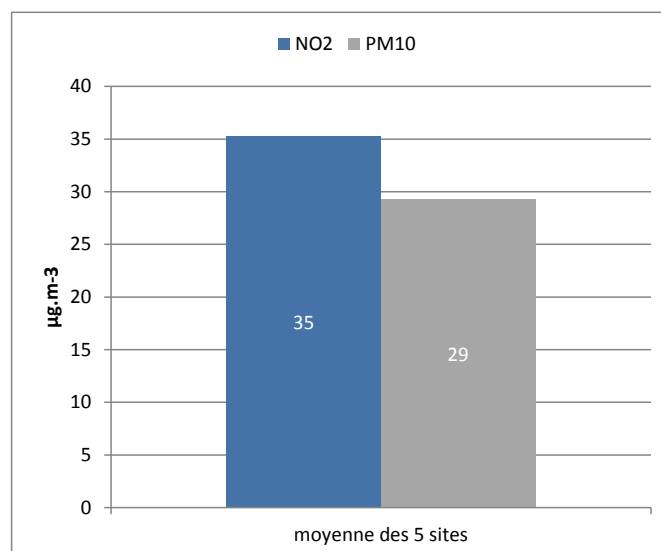
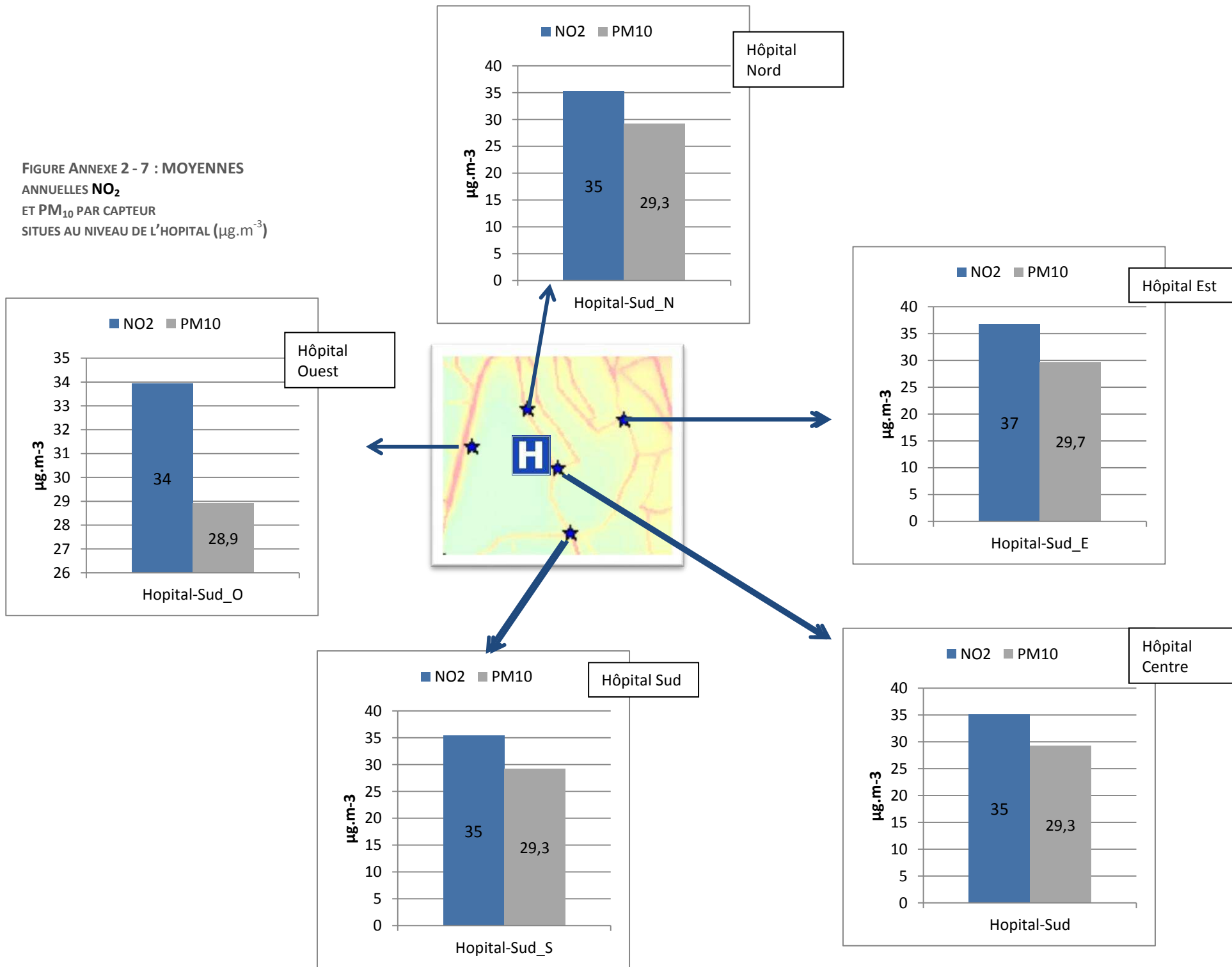


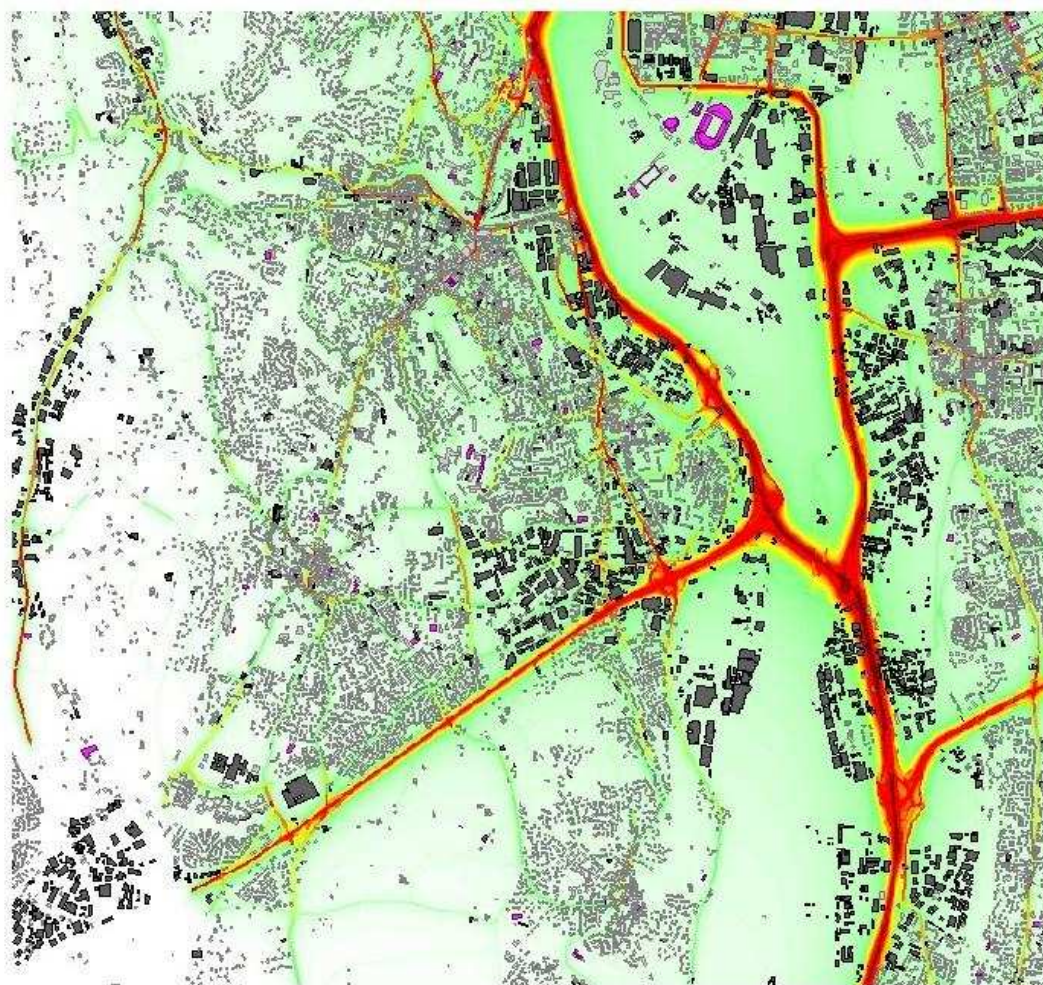
FIGURE ANNEXE 2 - 6 : MOYENNES ANNUELLES NO<sub>2</sub>ET PM<sub>10</sub> 2011 AUX 5 « RECEPTEURS-TUBES » HOPITAL LYON SUD (µg.m<sup>-3</sup>)

FIGURE ANNEXE 2 - 7 : MOYENNES ANNUELLES  $\text{NO}_2$  ET  $\text{PM}_{10}$  PAR CAPTEUR SITUÉS AU NIVEAU DE L'HOPITAL ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )



### 3. Scenarii 2030

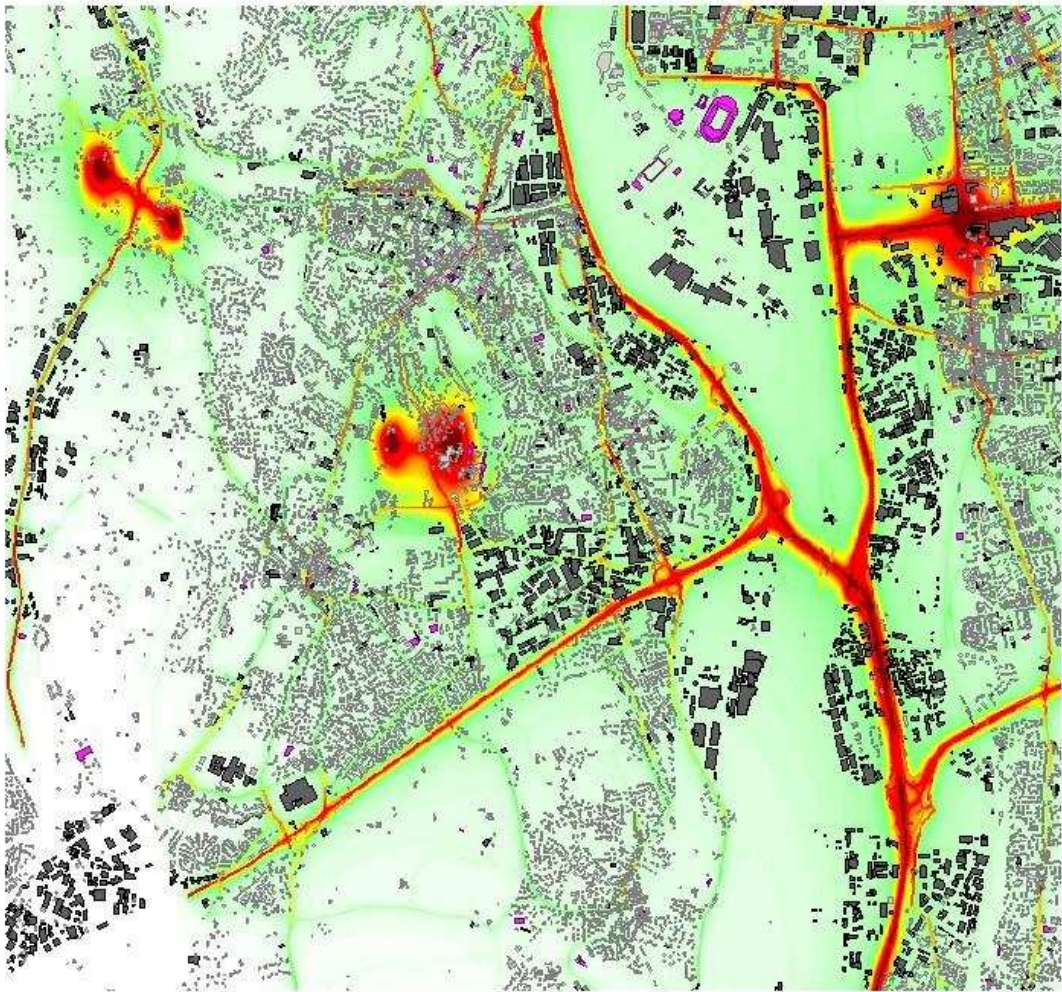
#### 3.1. Cartographies NO<sub>2</sub> des moyennes annuelles



Concentration moyenne  
de dioxyde d'azote  
en µg/m<sup>3</sup>



FIGURE ANNEXE 2 - 8 : SCENARIO REFERENCE, ANNEE 2030, MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE

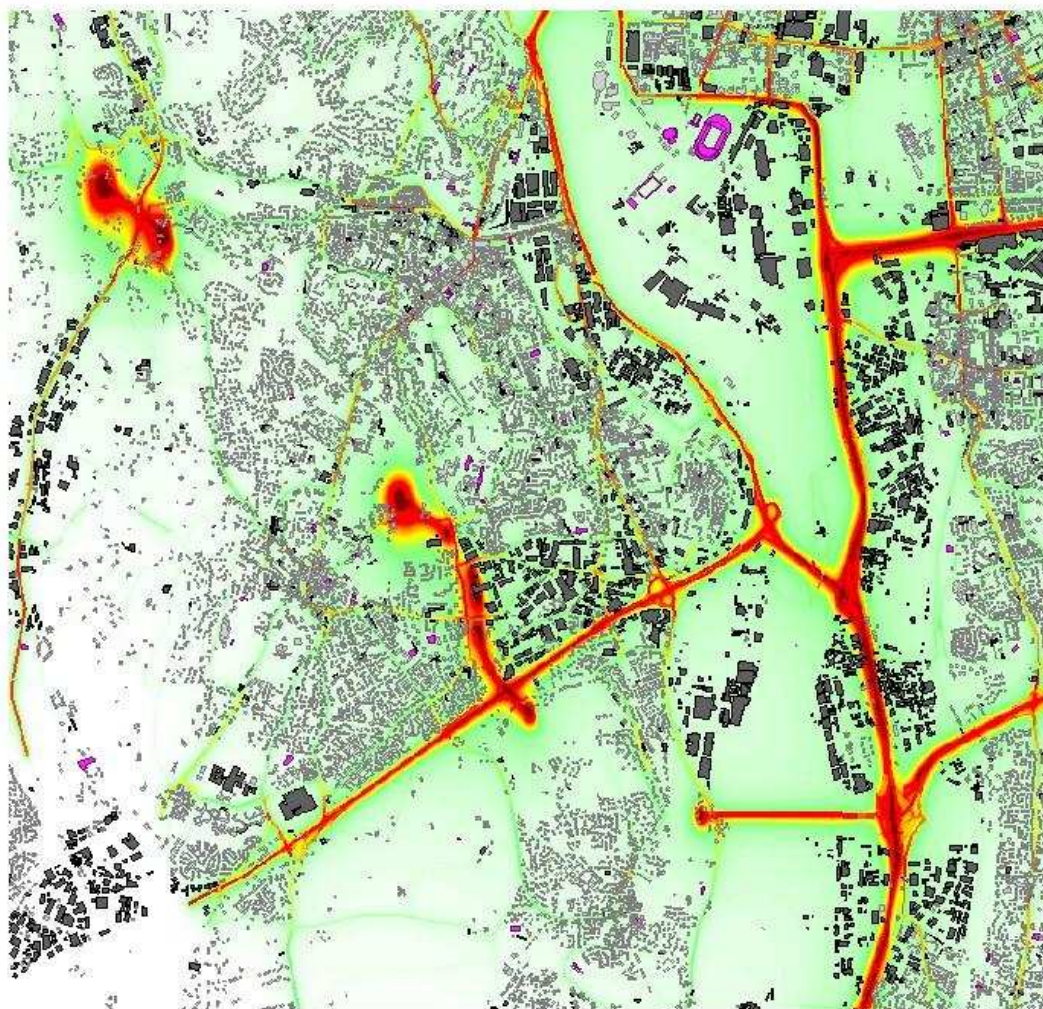


Concentration moyenne  
de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)  
en µg/m<sup>3</sup>



FIGURE ANNEXE 2 - 9 : SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL 2030, MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE





— Infrastructure  
Anneau des Sciences  
aérienne

Concentration moyenne  
de dioxyde d'azote  
en µg/m<sup>3</sup>



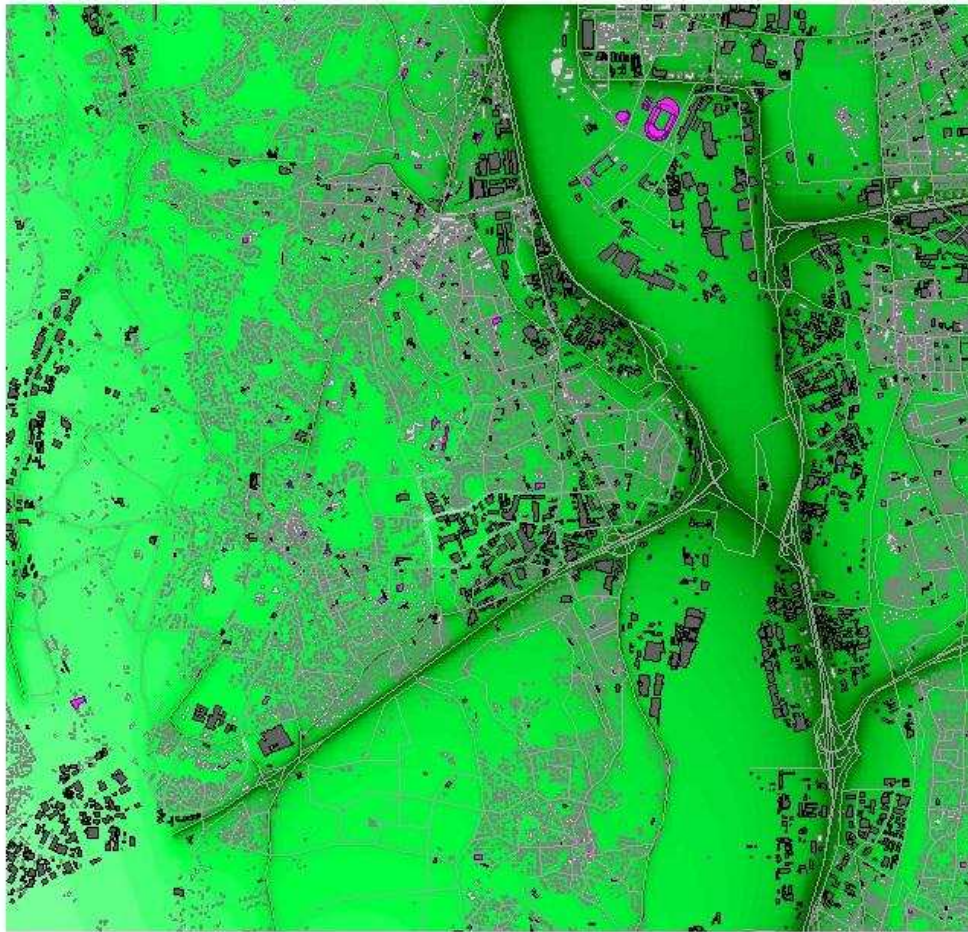
FIGURE ANNEXE 2 - 11 : SCENARIO RODE 2030, MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE

## 3.2. Cartographies NO<sub>2</sub> des écarts des moyennes annuelles

Les cartes d'écart entre scénarii ont été élaborées. Elles permettent une visualisation plus aisée des différences :

- le scénario fil de l'eau (2030) a été comparé à la situation actuelle (2011) ;
- les scénarii rocade, périphérique aériens et souterrains ont été comparés au scénario fil de l'eau ;
- les scénarii rocade et périphérique aériens ont également été comparés entre eux.





Différence de dioxyde  
d'azote en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

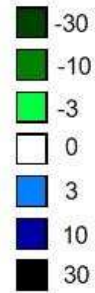


FIGURE ANNEXE 2 - 12 : COMPARAISON SCENARIO DE REFERENCE (2030) / SITUATION ACTUELLE (2011), MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE

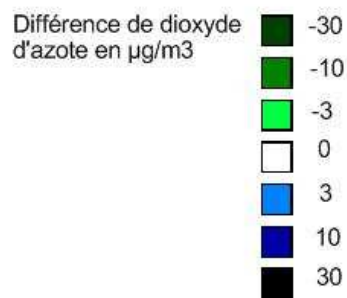
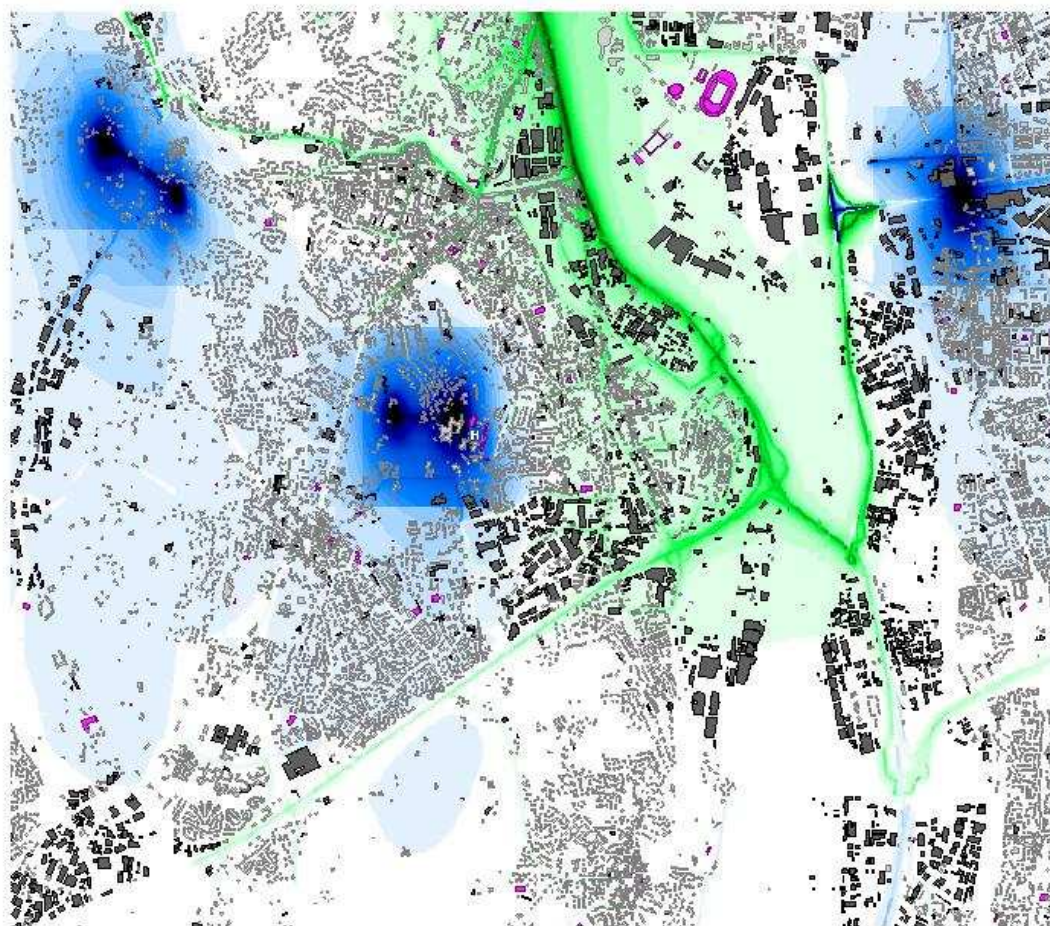
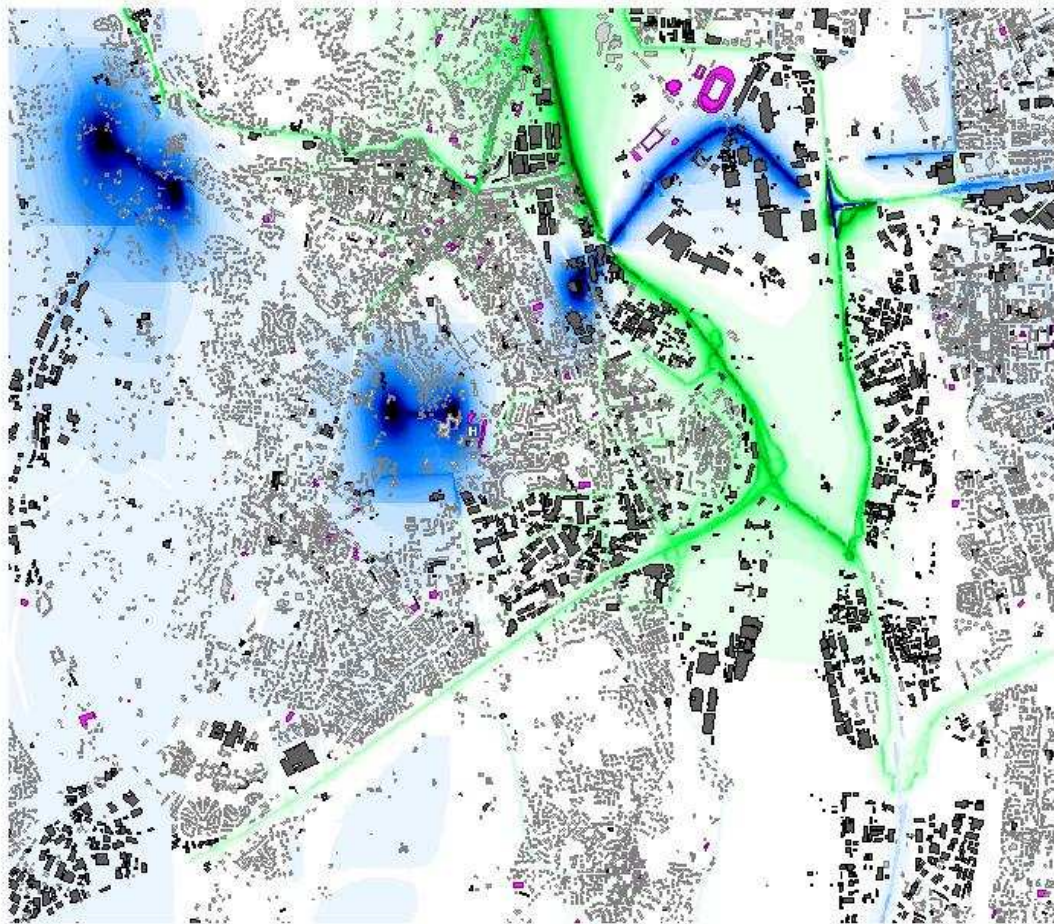


FIGURE ANNEXE 2 - 13 : COMPARAISON SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL / SCENARIO DE REFERENCE, ANNEE 2030, DIFFERENCE DE LA MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE





Différence de dioxyde  
d'azote en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

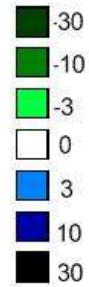


FIGURE ANNEXE 2 - 14 : COMPARAISON SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES / SCENARIO DE REFERENCE, ANNEE 2030, DIFFERENCE DE LA MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE

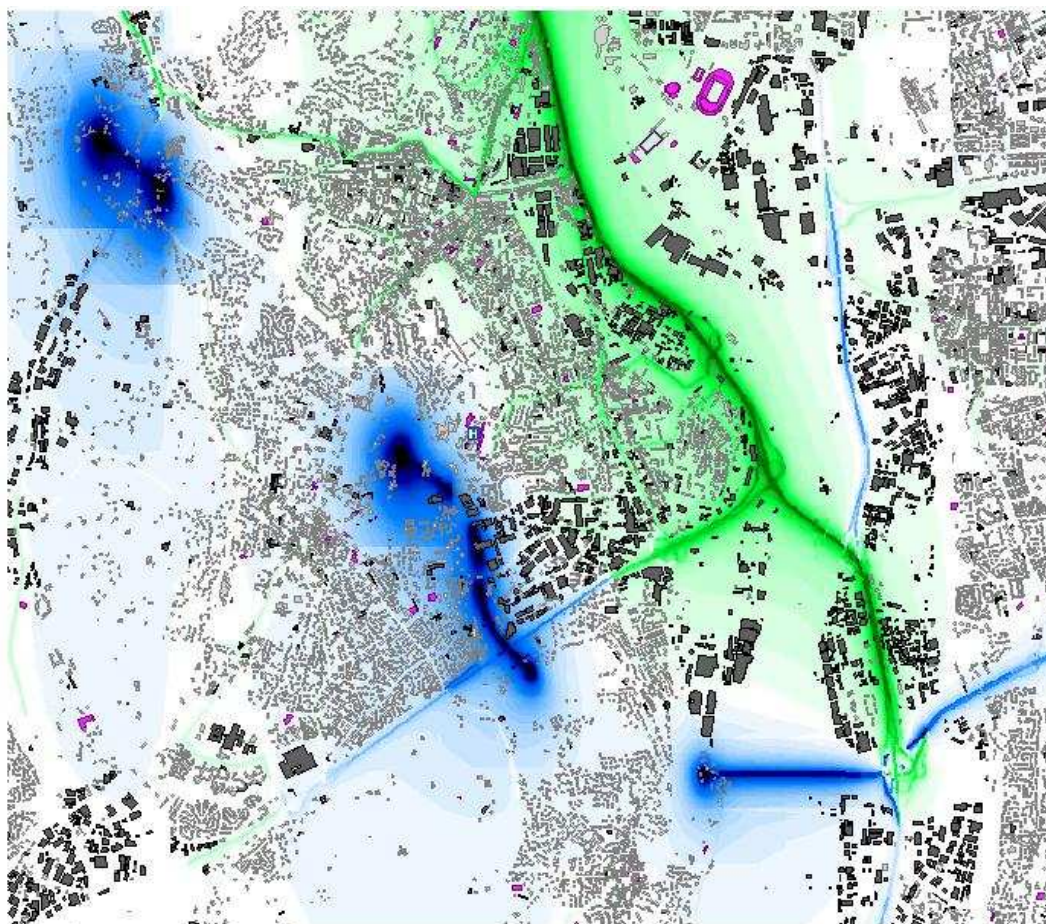
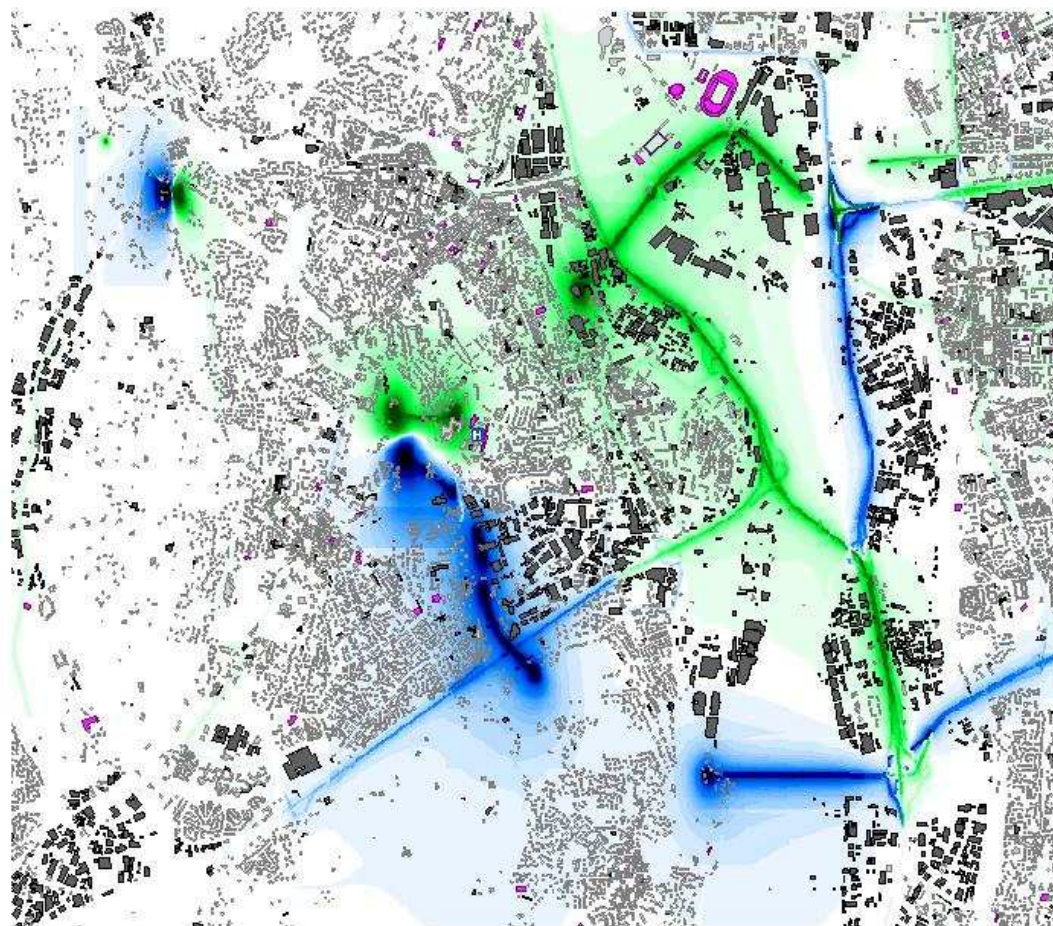
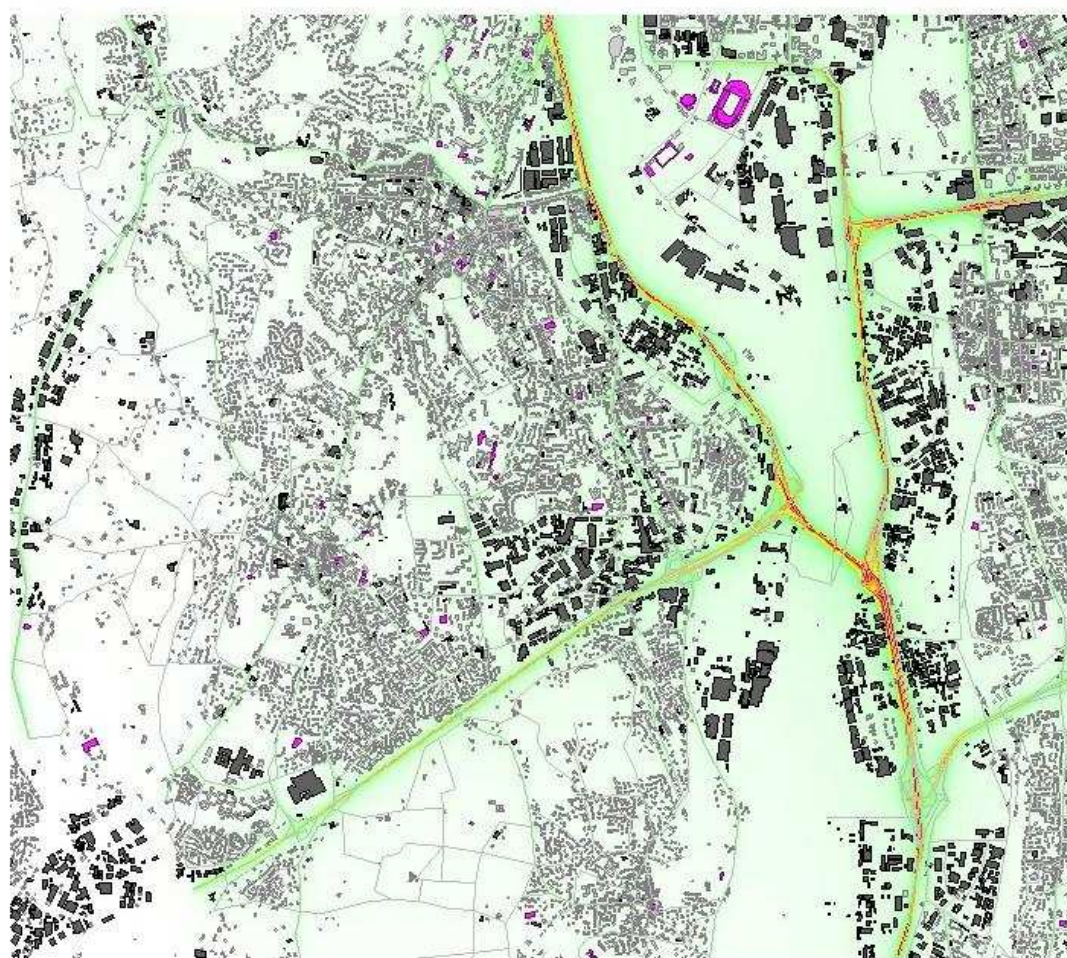


FIGURE ANNEXE 2 - 15 : COMPARAISON SCENARIO ROCADE / SCENARIO DE REFERENCE, ANNEE 2030, DIFFERENCE DE LA MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE



**FIGURE ANNEXE 2 - 16 : COMPARAISON SCENARIO ROCADE / SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES, ANNEE 2030, DIFFERENCE DE LA MOYENNE DE DIOXYDE D'AZOTE**

### 3.3. Cartographies PM<sub>10</sub> des moyennes annuelles

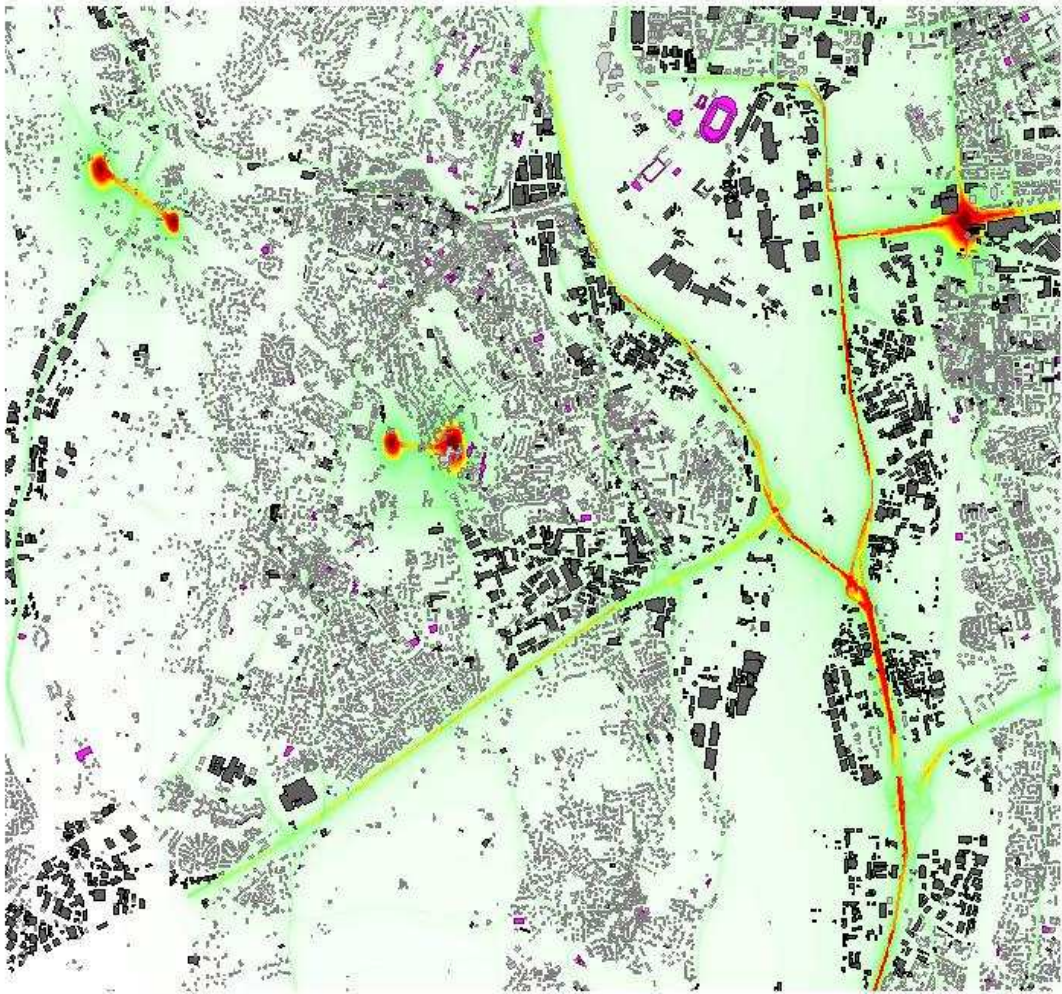


Concentration moyenne  
de particules fines (PM10)  
en µg/m3



FIGURE ANNEXE 2 - 17 : SCENARIO REFERENCE, ANNEE 2030, MOYENNE DE PARTICULES FINES (PM<sub>10</sub>)



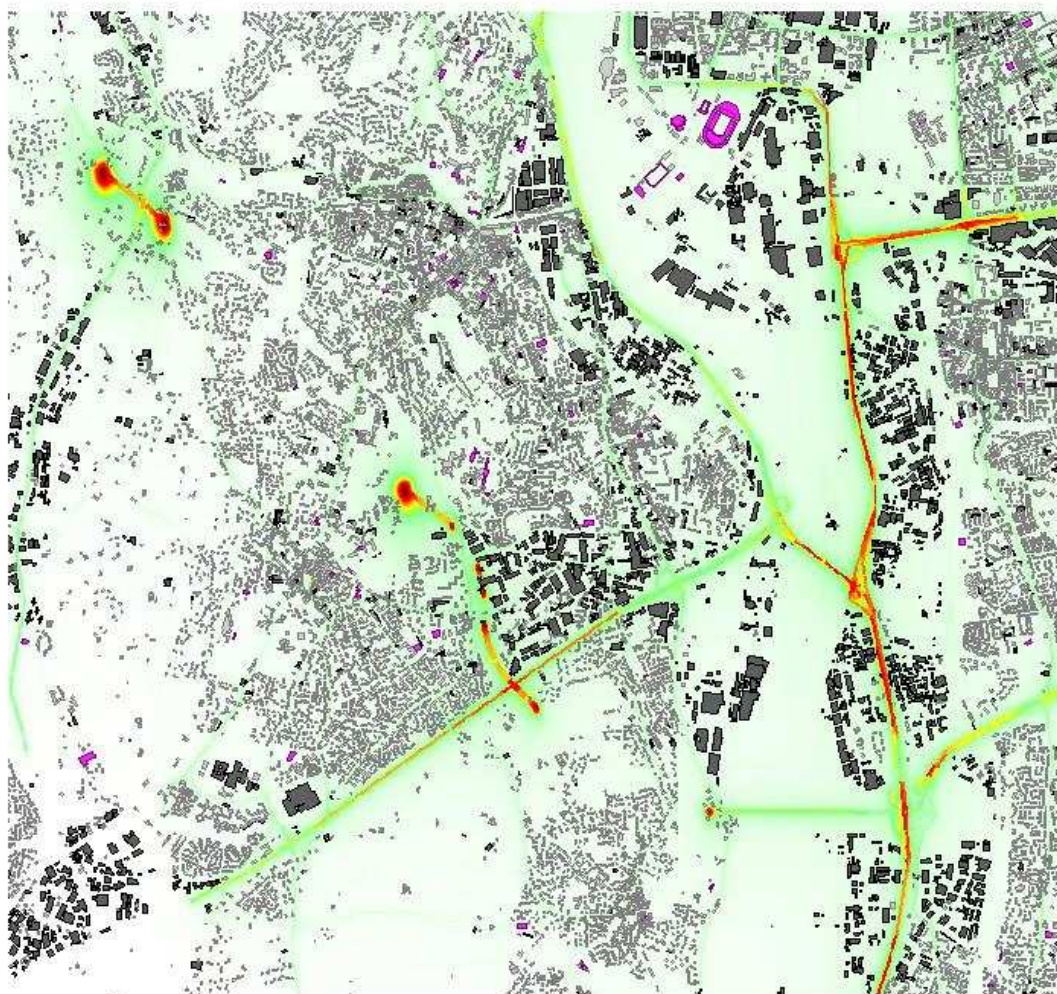


Concentration moyenne  
de particules fines (PM10)  
en µg/m<sup>3</sup>



FIGURE ANNEXE 2 - 19 : SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL, ANNEE 2030, MOYENNE DE PARTICULES FINES (PM<sub>10</sub>)





Concentration moyenne  
de particules fines (PM10)  
en µg/m<sup>3</sup>



FIGURE ANNEXE 2 - 20 : SCENARIO ROCADE, ANNEE 2030, MOYENNE DE PARTICULES FINES (PM<sub>10</sub>)



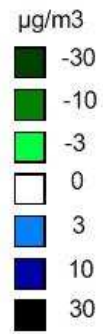
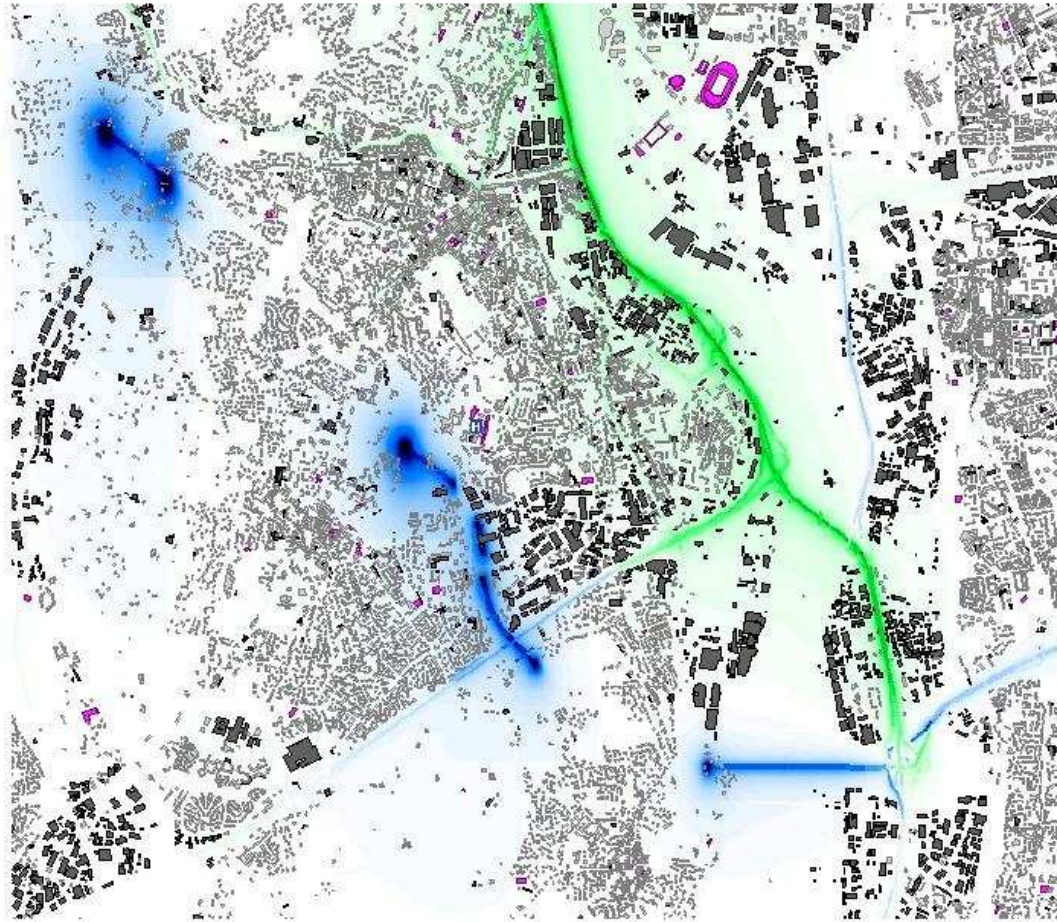


FIGURE ANNEXE 2 - 22 : COMPARAISON SCENARIO ROCADE / SCENARIO REFERENCE, ANNEE 2030, DIFFERENCE DE LA MOYENNE DE  $PM_{10}$

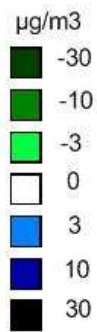
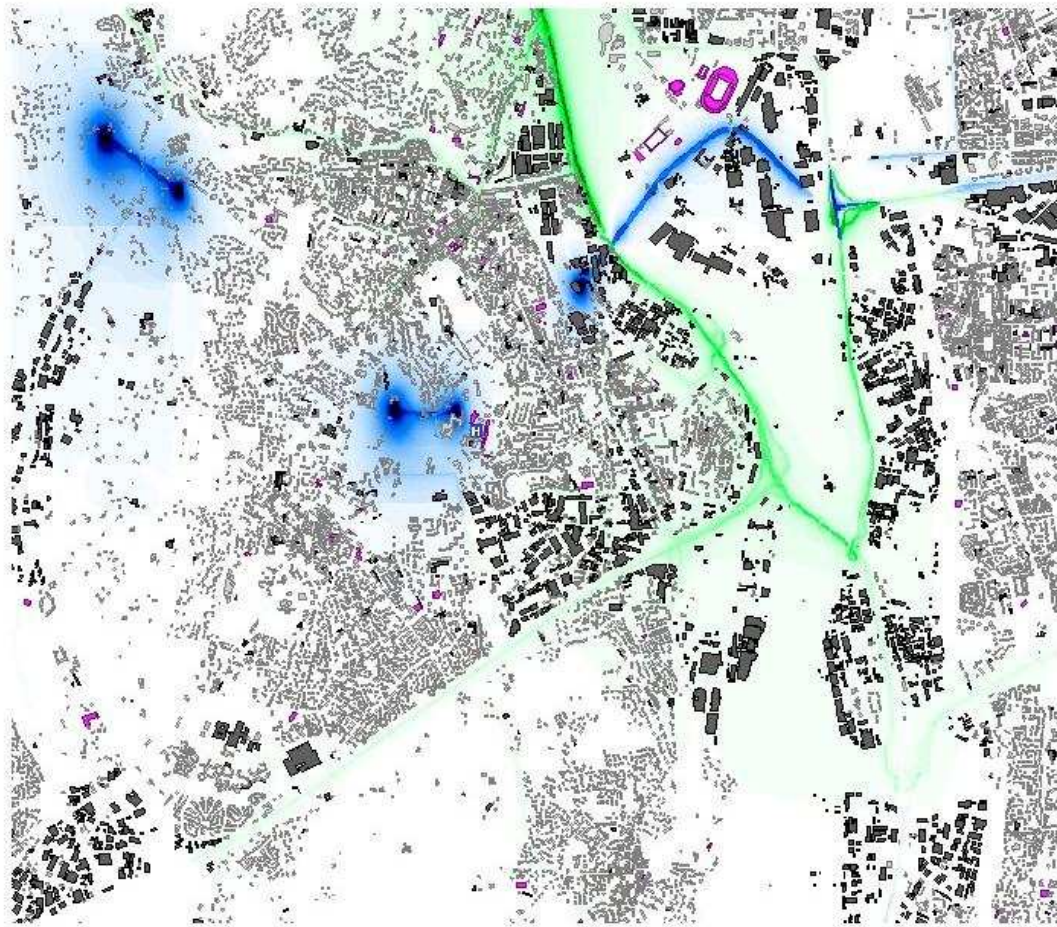


FIGURE ANNEXE 2 - 23 : COMPARAISON SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES / SCENARIO REFERENCE, ANNEE 2030, DIFFERENCE DE LA MOYENNE DE PM<sub>10</sub>

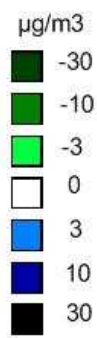
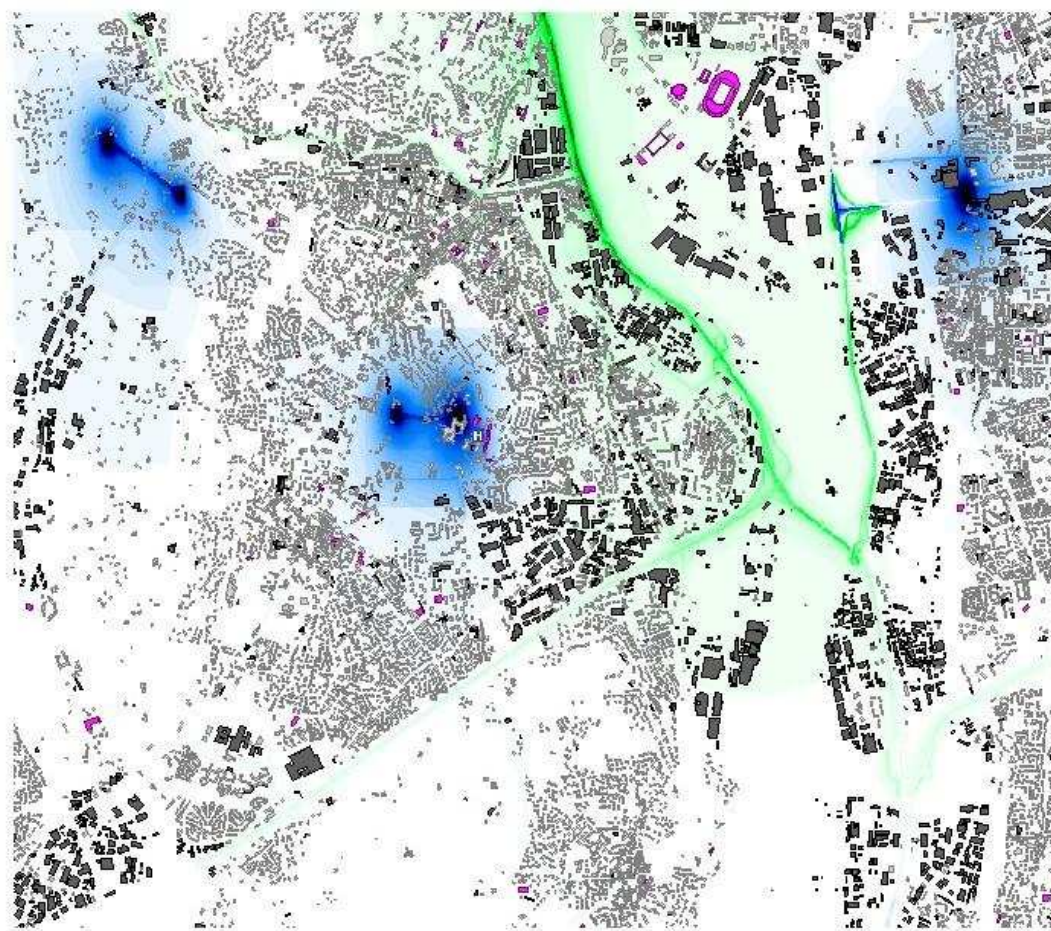


FIGURE ANNEXE 2 - 24 : COMPARAISON SCENARIO ANNEAU DES SCIENCES SOUS-FLUVIAL / SCENARIO REFERENCE, ANNEE 2030, DIFFERENCE DE LA MOYENNE DE PM<sub>10</sub>

## 4. Résultats (NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>) aux capteurs sur le site de l'hôpital Lyon Sud

Au cours des différentes simulations, des concentrations ont été calculées aux endroits où des tubes passifs avaient été posés lors de la campagne Ouest Lyonnais en 2008 dont cinq sur le site de l'Hôpital Lyon Sud (cercle rouge sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

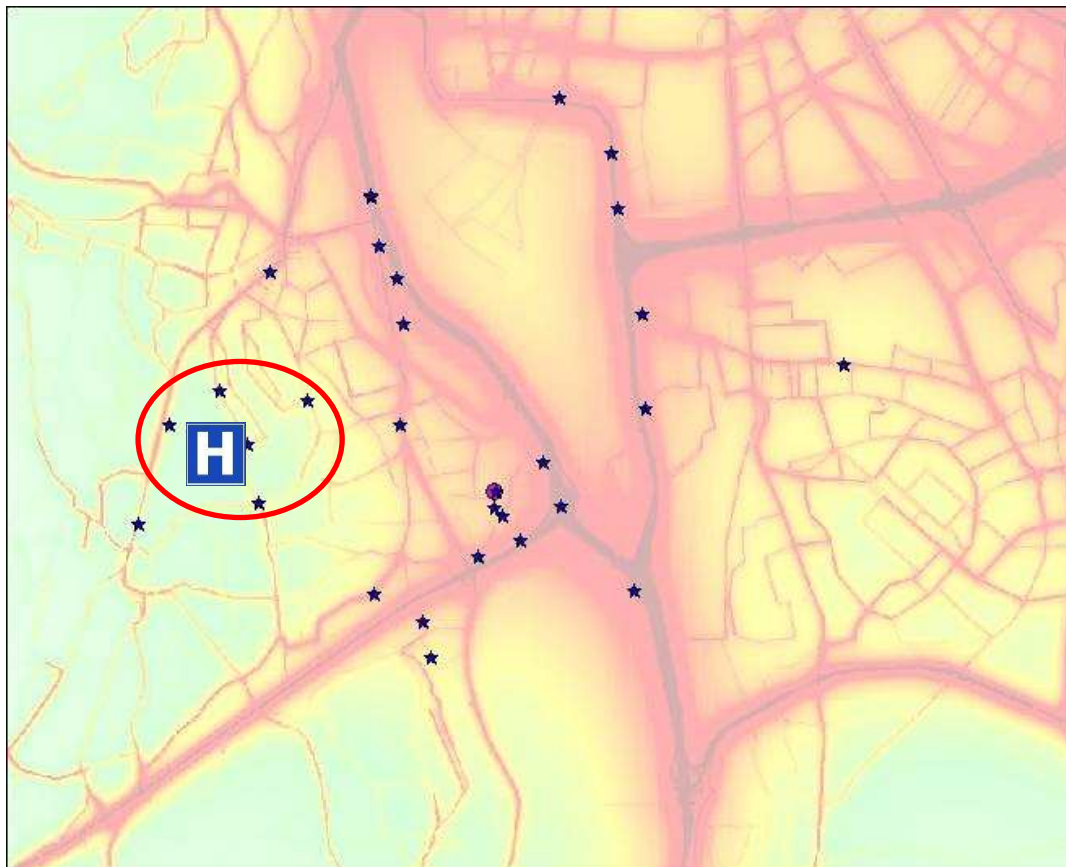


FIGURE ANNEXE 2 - 25 : EMBLEMES DES « RECEPTEURS-TUBES » (ETOILES) AUTOUR DE LA STATION DE PIERRE BENITE (ROND ROSE), PAS DE NOUVELLE INFRASTRUCTURE SUR LE FOND DE CARTE

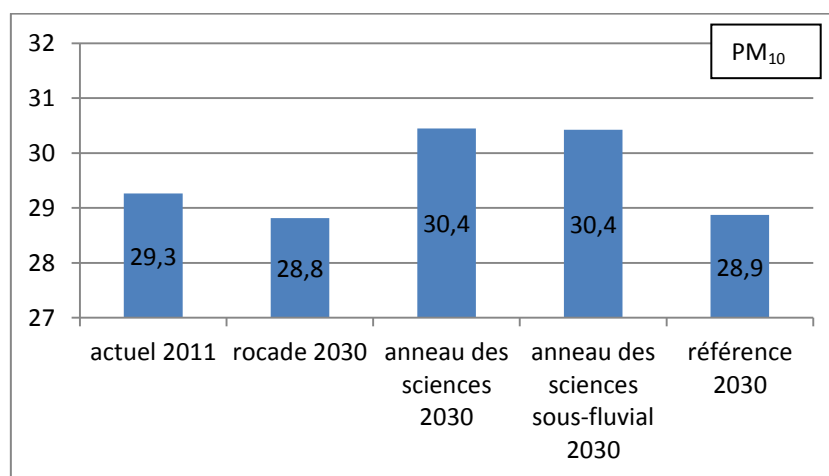
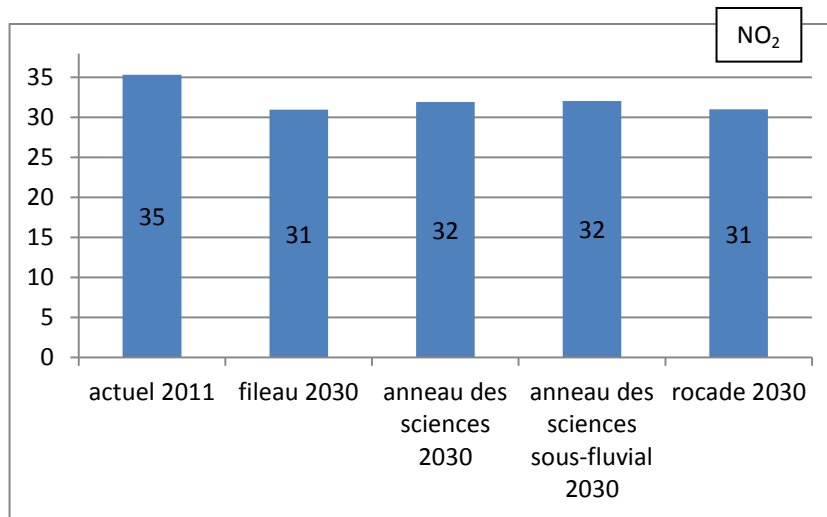
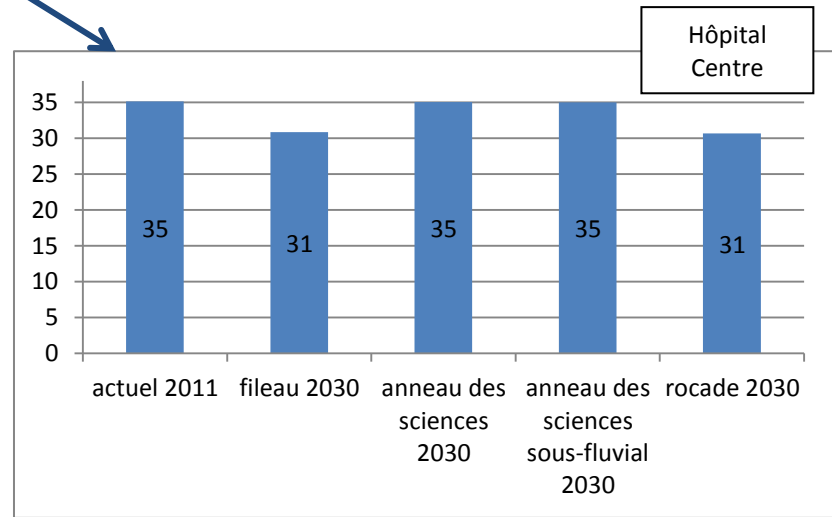
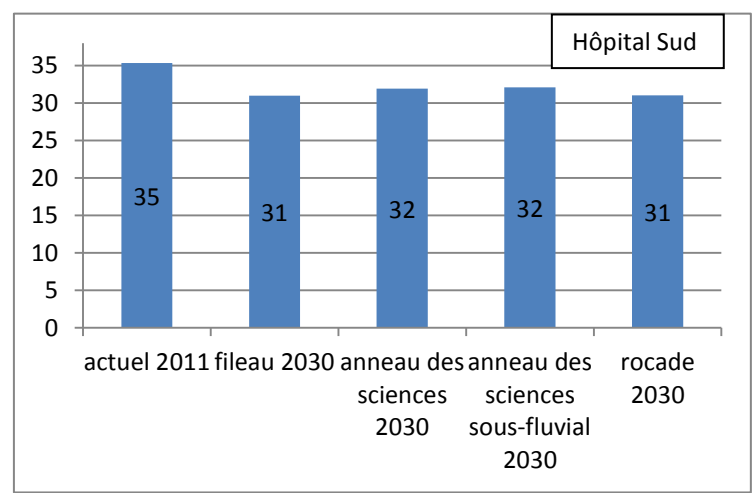
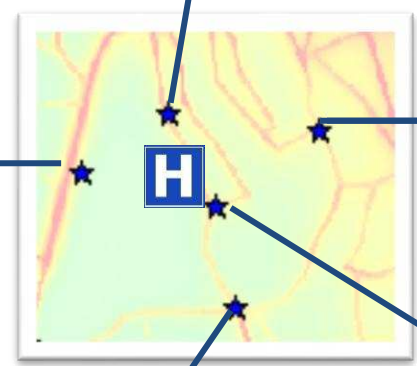
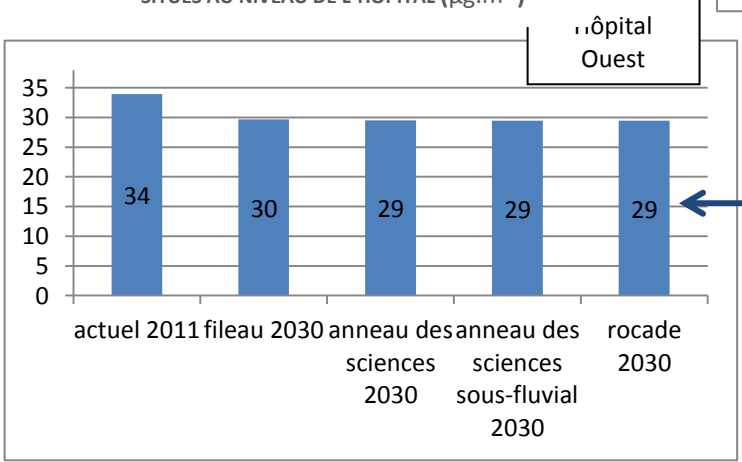
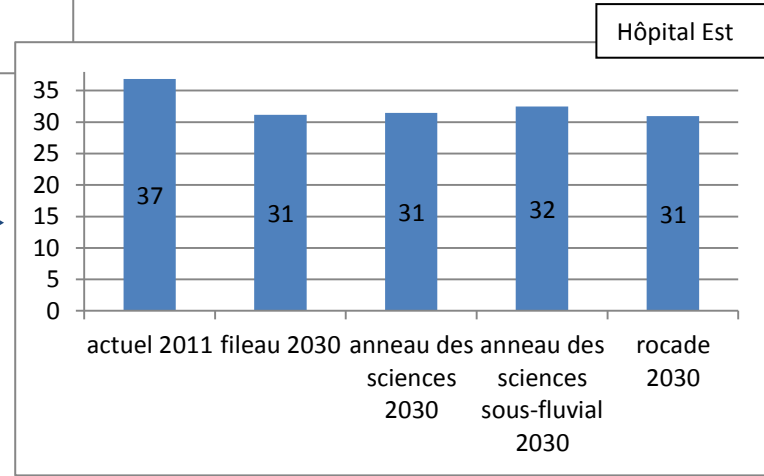
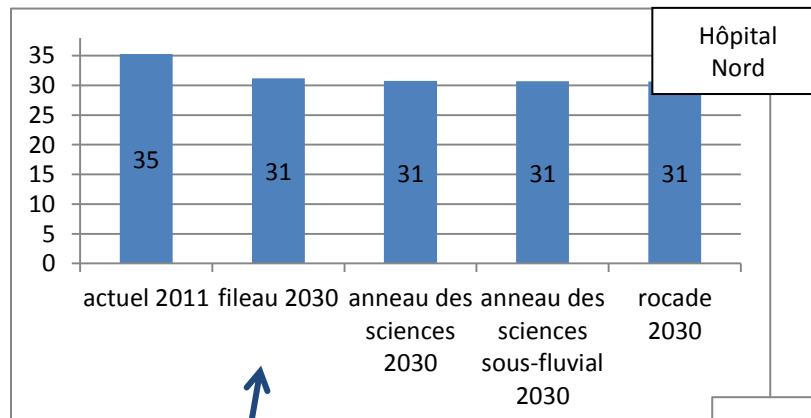


FIGURE ANNEXE 2 - 26 : MOYENNES ANNUELLES  $\text{NO}_2$  ET  $\text{PM}_{10}$  2011 ET SCENARII 2030 AUX 5 « RECEPTEURS-TUBES » HOPITAL LYON SUD ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

**FIGURE ANNEXE 2 - 27 : MOYENNES ANNUELLES NO<sub>2</sub> PAR CAPTEUR SITUES AU NIVEAU DE L'HOPITAL (µg.m<sup>-3</sup>)**





**FIGURE ANNEXE 2 - 28 : MOYENNES ANNUELLES PM<sub>10</sub> PAR CAPTEUR SITUÉS AU NIVEAU DE L'HOPITAL (µg.m<sup>-3</sup>)**

