



Impact sur les émissions de polluants de la modification des flux de poids lourds et des vitesses réglementaires sur le contournement Est de Lyon et les autoroutes A6 et A7

Bilan global et approche locale



Plan

Plan	3
Résumé	4
Introduction	5
1. Méthodologie	6
1.1. COPERT IV	6
1.2. POLLUANTS ETUDIES	8
<i>Les oxydes d'azote (NOx).....</i>	<i>8</i>
<i>Les particules en suspension (PM₁₀).....</i>	<i>9</i>
<i>Le dioxyde de carbone (CO₂).....</i>	<i>11</i>
1.3. DECOUPAGE DES AXES ETUDIES EN TRONÇONS HOMOGENES	11
1.4. CARACTERISATION DES TRONÇONS HOMOGENES	12
<i>Volume de trafic.....</i>	<i>12</i>
<i>Caractérisation des véhicules</i>	<i>12</i>
<i>Caractérisation des grandes classes de véhicules.....</i>	<i>12</i>
<i>Définition de la part des véhicules types au sein de chaque classe de véhicules</i>	<i>13</i>
<i>Charge des véhicules lourds</i>	<i>14</i>
<i>Dénivellation.....</i>	<i>14</i>
<i>Profils de vitesse</i>	<i>14</i>
2. Quantification des émissions	17
2.1 DEFINITION DES SCENARII	17
2.2 QUANTIFICATION DES EMISSIONS (EN TONNES).....	19
<i>Etat de base.....</i>	<i>19</i>
<i>Impact des modifications réglementaires sur la situation actuelle</i>	<i>20</i>
3. Eléments sur la qualité de l'air aux abords de la rocade Est.....	24
3.1 ESTIMATION DU NIVEAU DE FOND EN DIOXYDE D'AZOTE	24
3.2 IMPACT DE LA ROCADE EST SUR LA POLLUTION DE FOND	24
<i>Campagne de mesure à St-Priest en 2001.....</i>	<i>24</i>
<i>Campagne de mesure à Mions en 2007</i>	<i>25</i>
3.3 BILAN DES MESURES DU SITE FIXE DE GENAS	26
Conclusion	27
Annexes	28
CARACTERISTIQUES DES TRONÇONS ROUTIERS.....	28
PROFILS DE VITESSE ISSUS DES POSTES DE COMPTAGES	29

Résumé

En collaboration avec le Grand Lyon et la Direction Interrégionale des Routes du Centre-Est (DIRCE), COPARLY a évalué l'impact, en termes d'émissions de polluants atmosphériques, du transfert des poids lourds de transit de l'axe A6-A7 vers le contournement Est de Lyon associé à une modification des vitesses réglementaires. Ces mesures font suite aux conclusions des études de danger des tunnels du Périphérique Nord et de Fourvière, pour lesquels des restrictions d'accès aux poids lourds vont être arrêtées par le Préfet en début d'année 2008.

Compte tenu des outils disponibles et des délais, il n'a pas été possible de quantifier l'impact de ces modifications sur les taux de pollution et l'exposition de la population. Les travaux réalisés concernent donc l'impact du report et de la modification des vitesses sur les émissions atmosphériques liées à la circulation.

Les calculs d'émissions, réalisés à partir de la méthodologie européenne COPERT IV, portent sur les oxydes d'azote (NO_x) et les particules en suspension (PM_{10}), polluants primaires traceurs de la pollution automobile, ainsi que le dioxyde de carbone (CO_2), gaz à effet de serre ayant un impact sur le changement climatique. Ces calculs ont été réalisés à partir de la situation actuelle (S1), puis avec report de A6-A7 vers le contournement Est de près de 2300 poids lourds de transit par jour (S2). Deux hypothèses de restrictions de vitesse ont également été évaluées en termes d'émissions (S3 : limitation à 90 km/h sur la rocade Est, 70 km/h pour les poids lourds - S4 : limitation à 80 km/h sur l'ensemble des axes étudiés, 70 km/h pour les poids lourds).

La hausse des émissions attendue sur le contournement Est par rapport à l'état initial est de l'ordre de +14% pour les NO_x , +10% pour les PM_{10} et +11% pour le CO_2 .

Une diminution significative de la vitesse (S4) aurait un impact quasi nul sur les NO_x , mais bénéfique sur le CO_2 (hausse des émissions limitée à +6%) et très bénéfique sur les PM_{10} (baisse de -4% par rapport à l'état initial).

A l'échelle de l'agglomération, le bilan global pour les deux axes (contournement Est et A6/A7) entre l'état initial et le scénario intégrant le report de trafic associé à une limitation généralisée de la vitesse (S4) est de +2% pour les NO_x , -4% pour le CO_2 et -13% pour les PM_{10} .

Les données disponibles concernant la qualité de l'air à proximité du contournement Est de Lyon montrent des concentrations moyennes annuelles qui respectent la réglementation européenne avec des niveaux identiques à ceux observés au centre de l'agglomération lyonnaise mais bien inférieurs à ceux mesurés à proximité des axes les plus fréquentés. Néanmoins, au cours des cinq dernières années, des épisodes de pollution ont été observés sur la station de mesure de Genas, située à 100 mètres de la voie rapide.

Introduction

Suite aux conclusions des études de danger des tunnels du Périphérique Nord et de Fourvière, des restrictions d'accès aux poids lourds vont être arrêtées par le Préfet dans ces tunnels au début de l'année 2008. Il va en résulter une augmentation du nombre de poids lourds sur le contournement Est de Lyon (A46 nord, N346 - Rocade Est - et A46 sud). Pour limiter, voire compenser l'impact de ce trafic supplémentaire, en termes de fluidité, de sécurité et de nuisances aux riverains, un abaissement des vitesses est envisagé, pour les poids lourds comme pour les véhicules légers.

COPARLY a proposé, en collaboration avec le Grand Lyon et la Direction Interrégionale des Routes du Centre-Est (DIRCE), d'évaluer l'impact de ces modifications sur les émissions des principaux polluants émis par les véhicules automobiles : oxydes d'azote, particules en suspension de taille inférieure à 10 μm et dioxyde de carbone (l'un des principaux gaz à effet de serre participant au réchauffement climatique). La méthodologie utilisée s'appuie sur les derniers travaux européens d'évaluation des émissions liées au trafic publiés en août 2007 (méthodologie COPERT¹ IV).

Quatre scénarii ont été modélisés :

- un état initial de la situation en 2006 (scenario S1)
- un scénario S2 résultant du report des autoroutes A6 et A7 vers le contournement Est des poids lourds de transit (+2280 poids lourds par jour)
- deux scénarii S3 et S4 comprenant les mêmes volumes de trafic que S2, mais associés à deux nouvelles réglementations de vitesse.

¹ **CO**mputer **P**rogram to estimate **E**missions from **R**oad **T**ransport

1.Méthodologie

L'estimation des émissions de polluants d'origine automobile s'appuie sur la méthodologie européenne COPERT IV qui nécessite une bonne connaissance des caractéristiques du trafic routier. Les axes routiers étudiés sont découpés en tronçons homogènes en termes de trafic (quantitatif et qualitatif), de vitesses réglementaires et de dénivellation. Sur chacun de ces tronçons sont ensuite affectées différentes informations nécessaires aux calculs des émissions.

1.1. COPERT IV

Définition

COPERT est la méthodologie de référence utilisée en France et en Europe pour estimer les émissions de polluants atmosphériques issues du trafic automobile. Elle est utilisée par de nombreuses équipes travaillant dans ce domaine et notamment le CITEPA². La dernière version de COPERT s'appuie sur de nombreux travaux de recherche et intègre de nouveaux facteurs d'émissions pour les véhicules récents, ainsi que pour les véhicules lourds. Les émissions de polluants sont modélisées à partir de mesures réalisées sur banc, selon différents panels de véhicules et pour des cycles normalisés (urbain, autoroutier, mixte).

Les véhicules se déclinent en deux grandes classes :

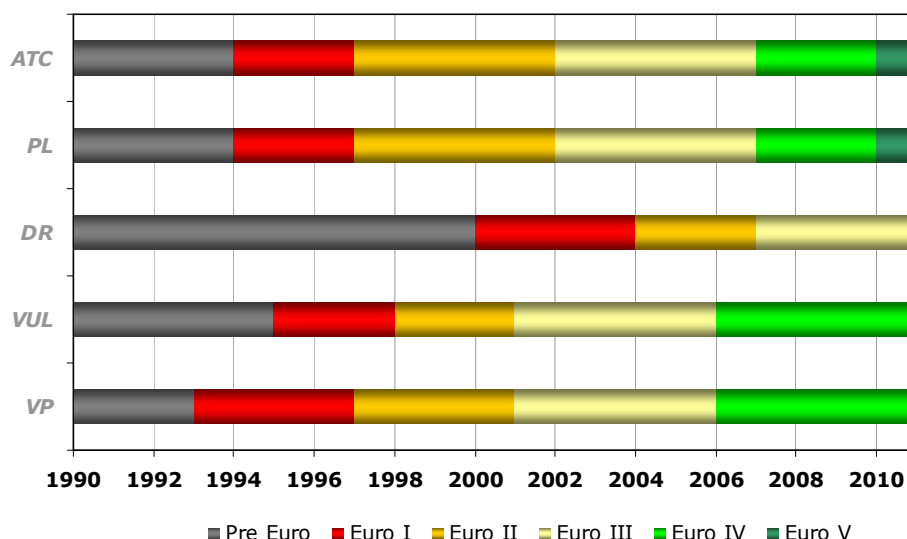
- les véhicules légers ou VL (PTAC inférieur à 3,5 tonnes) se répartissent en trois classes :
 - o les véhicules particuliers (VP)
 - o les véhicules utilitaires légers (VUL)
 - o les deux roues (DR)
- les véhicules lourds (dénommés Tous Poids Lourds TPL) regroupent les véhicules de PTAC supérieur à 3,5 tonnes :
 - o les poids lourds (PL)
 - o les bus urbains (BUS) – ils n'ont pas été pris en compte dans cette étude.
 - o les autocars (ATC)

Chaque classe de véhicules est détaillée selon différents critères :

- VP et DR : distinction selon cylindrée et carburant
- VUL : distinction selon carburant
- PL, BUS et ATC :
 - o distinction entre véhicules standards et articulés, selon PTAC.
 - o prise en compte de la dénivellation de la route.
 - o prise en compte de la charge du véhicule. Dans le cadre de cette étude, la charge des poids lourds a été fixée à 60%, tandis que celle des autocars est de 50%.

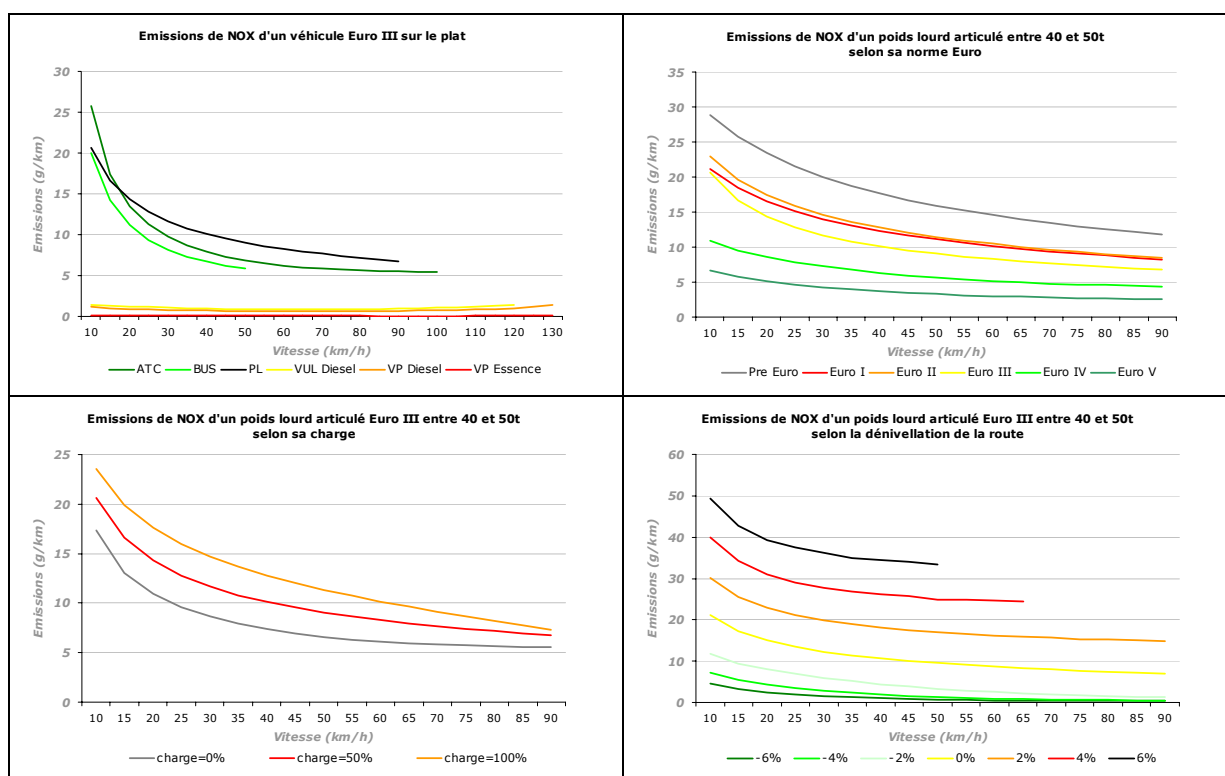
La norme Euro à laquelle répond chaque véhicule est également prise en compte, car c'est elle qui dicte les seuils d'émissions à ne pas dépasser.

² Centre Interprofessionnel d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, organisme de référence pour les inventaires nationaux d'émissions en France.



Evolution de la norme Euro selon la catégorie de véhicules

Chaque type de véhicule dispose ainsi de sa courbe « émissions selon vitesse » à partir de laquelle il est possible de déterminer l'impact sur les émissions du type de véhicule, de la norme Euro, de la rampe³ ou de la charge.



Quelques exemples de courbes d'émission

Il ressort que :

- les émissions unitaires des poids lourds sont de 5 à 10 fois plus élevées que celles des véhicules légers ;
- les émissions des véhicules lourds décroissent avec la vitesse, tandis que les émissions des véhicules légers décroissent jusque vers 70 km/h pour augmenter de nouveau pour des vitesses plus élevées ;

³ Dénivellation positive, par opposition à la pente qui fait référence à une dénivellation négative

- un semi-remorque récent (Euro 3) émet environ trois fois moins de NO_x qu'un véhicule ancien (Pre Euro) ;
- un poids lourds chargé à 100% émet jusqu'à 60% de NO_x en plus qu'un poids lourds vide.

Au final, la modélisation des émissions dans COPERT IV s'applique à plus de **200 véhicules types**, dont plus de 80 poids lourds et 60 véhicules particuliers.

Types d'émissions

Selon les polluants considérés, il est nécessaire de distinguer plusieurs types d'émissions :

- les émissions à chaud résultent de la combustion et représentent ce qui sort du pot d'échappement ;
- les surémissions à froid résultent de la phase de chauffe du moteur et sont d'autant plus importantes que la température extérieure est basse. Sur les axes autoroutiers, ces émissions sont négligeables, les moteurs des véhicules empruntant ces axes ayant généralement atteint leur température optimale (ce qui n'est pas le cas sur les petits trajets en centre-ville) ;
- Les évaporations, qui concernent les composés organiques volatils, proviennent surtout des réservoirs des véhicules ;
- L'usure des plaquettes de freins, des pneus et des routes, qui est une source non négligeable de particules.

Avant de procéder au calcul des émissions, il est nécessaire de définir en tout point des axes étudiés :

- la proportion de chacun des 200 types de véhicule ;
- un profil de vitesse ;
- la dénivellation permettant de mieux quantifier les émissions des véhicules lourds.

1.2. Polluants étudiés

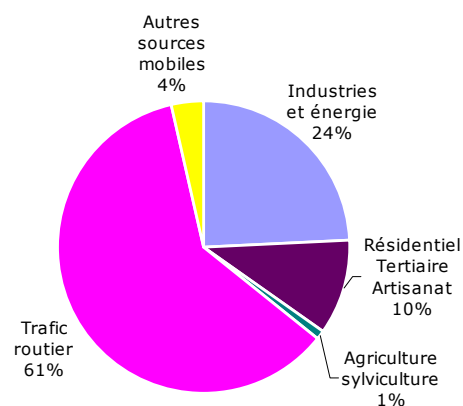
Les oxydes d'azote (NO_x)

Définition et sources d'émissions

Le terme oxydes d'azote désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N₂) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et combustibles fossiles. Les oxydes d'azote, avec les composés organiques volatils, interviennent dans le processus de formation de la pollution photo-oxydante et de l'ozone dans la basse atmosphère.

Les transports représentent environ 60% des émissions d'oxydes d'azote sur le territoire du Grand Lyon. Bien que l'équipement des automobiles par des pots catalytiques favorise une diminution unitaire des émissions d'oxydes d'azote, les concentrations dans l'air ne diminuent guère compte tenu de l'augmentation constante du trafic.

Emissions de NO_x 2003 Grand Lyon



Répartition des NO_x sur le Grand Lyon
- Source : COPARLY Version 2006-1

Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote contribuent au **phénomène du dépérissement forestier**.

Effets sur la santé

Seul le **dioxyde d'azote est considéré comme ayant un impact sanitaire avéré** aux concentrations habituellement rencontrées dans l'air ambiant. Il pénètre dans les fines ramifications de l'appareil respiratoire et peut, dès $200 \mu\text{g.m}^{-3}$, entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques. Chez les enfants, il augmente la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Seuils réglementaires

Type de seuil NO ₂	Valeur à respecter ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Périodes et statistiques pour le calcul
Objectif de qualité de l'air	40 (moyenne annuelle)	Année civile
Valeur limite (diminution progressive de la valeur limite jusqu'en 2010 pour atteindre l'objectif de la qualité de l'air)	48 (moyenne annuelle 2006)	Année civile
Valeur limite	200 (moyenne horaire)	A ne pas dépasser plus de 18 jours par an
Seuil d'information	200 (moyenne horaire)	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral
Seuil d'alerte	400 (moyenne horaire) ou 200 si dépassement depuis 2 jours	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral

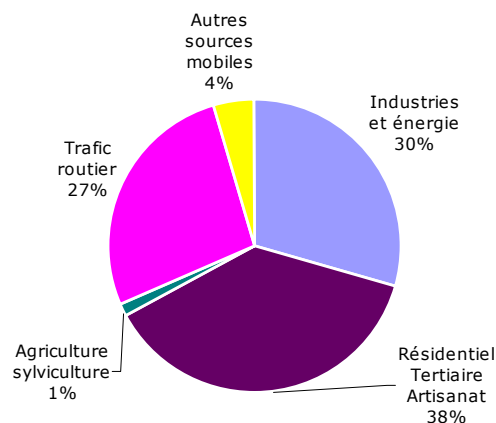
Les particules en suspension (PM₁₀)

Définition et sources d'émissions

Les particules en suspension proviennent de certains procédés industriels (incinérations, carrières, cimenteries), des chauffages domestiques en hiver mais aussi du trafic automobile (particules diesel, usures de pièces mécaniques et des pneumatiques...).

Les particules les plus fines (diamètre inférieur à $0,5 \mu\text{m}$) sont essentiellement émises par les véhicules diesel alors que les plus grosses proviennent plutôt de frottements mécaniques sur les chaussées ou d'effluents industriels.

Emissions de PM₁₀ 2003 Grand Lyon



Répartition des PM₁₀ sur le Grand Lyon
– Source : COPARLY Version 2006-1

Effets sur l'environnement

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

Effets sur la santé

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

De nombreuses substances se fixent sur les particules (sulfates, nitrates, hydrocarbures, métaux lourds) dont certaines sont susceptibles d'accroître les risques de cancer comme les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP). Les micro-particules diesel provoquent des cancers de façon certaine chez les animaux de laboratoire. Le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC, 1989) et l'agence américaine de l'environnement (US EPA, 1994) ont classé les émissions de diesel comme étant probablement cancérogènes (classe 2A du CIRC chez l'homme).

Seuils réglementaires

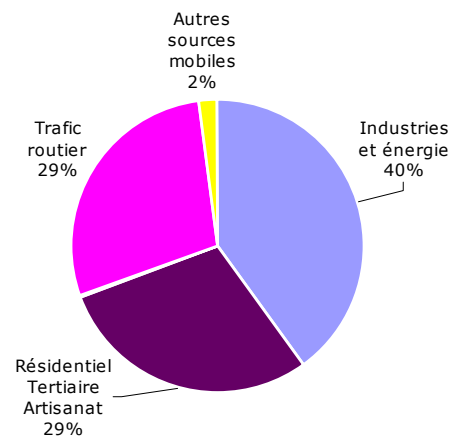
Type de seuil PM ₁₀	Valeur à respecter (µg.m ⁻³)	Périodes et statistiques pour le calcul
Objectif de qualité	30 (moyenne annuelle)	Année civile
Valeur limite	40 (moyenne annuelle)	Année civile
Valeur limite	50 (moyenne journalière)	A ne pas dépasser plus de 35 jours par an en 2006
Seuil d'information	80 (moyenne 16h jour-16h lendemain)	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral
Seuil d'alerte	125 (moyenne 16h jour-16h lendemain) ou 80 si dépassement depuis 2 jours	Conditions de déclenchement selon arrêté préfectoral

Le dioxyde de carbone (CO₂)

En France, le CO₂ ou dioxyde de carbone représente à lui seul presque 70% des gaz à effet de serre émis par les activités humaines. **Il n'a pas d'impact direct sur la santé, mais contribue au réchauffement climatique.**

Il est émis lors de toute combustion, dans des proportions variables suivant le combustible. Les rejets de CO₂ sont donc fortement corrélés à la consommation d'énergie fossile. Les secteurs responsables de la majorité des émissions sont par conséquent le transport routier, les secteurs résidentiel et tertiaire, le secteur industriel.

Emissions de CO₂ 2003 Grand Lyon

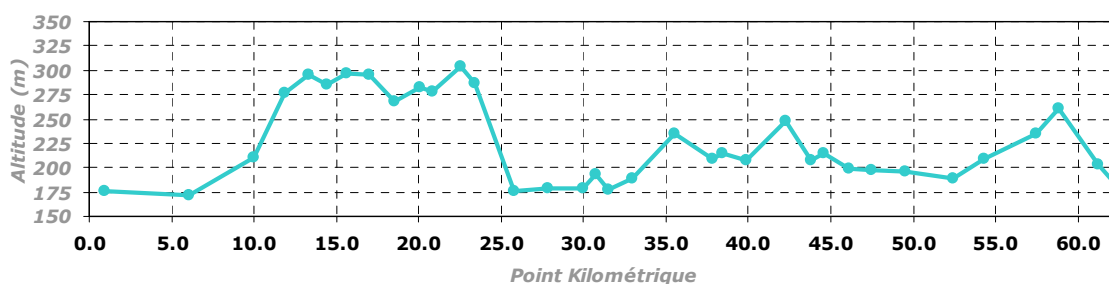


Répartition du CO₂ sur le Grand Lyon –
Source : COPARLY Version 2007-1

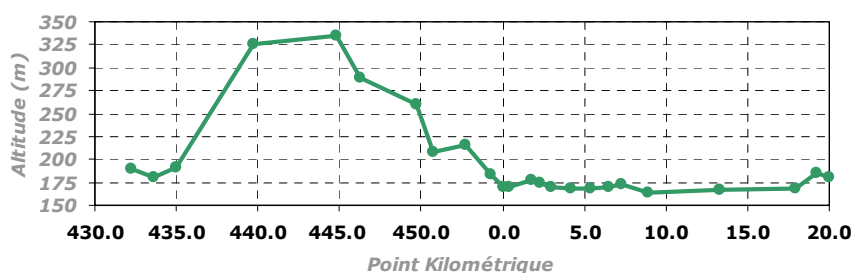
1.3. Découpage des axes étudiés en tronçons homogènes

Un repérage au GPS a été effectué sur les axes A46N/N346/A46S et A6-A7 entre Anse et Chasse sur Rhône. Un premier profil a été réalisé à partir des données brutes du GPS. En superposant les échangeurs (source de modification du trafic) et les vitesses réglementaires au profil altimétrique, 59 tronçons ont été identifiés (35 sur le contournement Est et 24 sur l'axe A6-A7), soit 118 brins à modéliser tenant compte du sens de circulation (la carte des tronçons figure en annexe).

Profil altimétrique Contournement Est



Profil altimétrique A6-A7



1.4. Caractérisation des tronçons homogènes

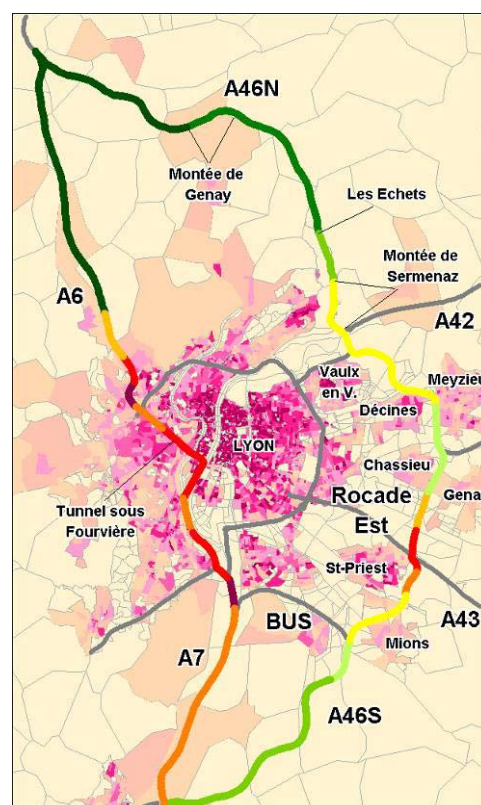
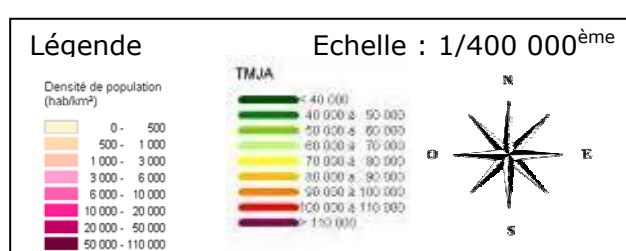
Les tronçons routiers sont renseignés au moyen des informations suivantes utiles pour le calcul des émissions :

- Volume de trafic
- Caractérisation des véhicules circulant sur le tronçon
- Charge des véhicules lourds
- Dénivellation
- Profil de vitesse

Volume de trafic

Les calculs d'émissions portant sur une année complète (2006), les volumes de trafic utilisés sont les TMJA⁴ par sens de circulation, provenant des comptages gérés par la DIRCE (rocade Est, A6 au sud de Limonest et A7), APRR⁵ (A46N) et ASF⁶ (A46S). Comme il existe généralement un comptage entre deux échangeurs, tous les tronçons situés entre deux échangeurs sont associés à ce comptage. La carte suivante présente les volumes de trafic par tronçon.

Trafic Moyen Journalier Annuel 2006



Caractérisation des véhicules

La caractérisation des véhicules circulant sur un tronçon se fait en deux étapes :

- il faut d'abord définir la part de chacune des six classes définies plus haut ;
- il faut ensuite définir au sein de chacune de ces classes la part de chaque véhicule type.

Caractérisation des grandes classes de véhicules

La caractérisation des classes de véhicules (VP, VUL, DR, PL, ATC) peut être réalisée à partir des informations suivantes :

- les comptages routiers permettent de connaître la part des véhicules de plus de 6 mètres de longueur (poids-lourds + autocars + VL avec caravanes et remorques, dont la proportion sur l'année est considérée comme négligeable).

⁴ Trafic Moyen Journalier Annuel

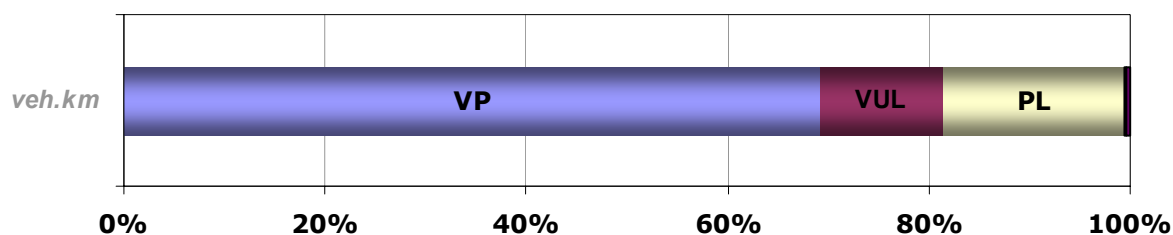
⁵ Autoroutes Paris Rhin Rhône

⁶ Autoroutes du Sud de la France

- les données provenant des péages de Villefranche-Limas (A6) et Vienne-Reventin (A7) permettent de connaître précisément la part des deux roues (**0,3%** des véhicules totaux pour les deux péages). Les autres classes de tarification n'apportent pas d'informations sur les autres classes de véhicules utilisées pour les calculs d'émissions (excepté les poids lourds pour lesquels les informations sont déjà disponibles).
- la proportion des VUL a été obtenue à partir des chiffres du Comité Professionnel du Pétrole relatifs aux ventes de carburant en France combinés aux statistiques du Ministère de l'Industrie (à partir des ventes de véhicules). Ces données permettent une ventilation par type de véhicules. La répartition des ventes entre VP et VUL s'établit à 76%/24%. La consommation de carburant d'un VUL étant globalement plus élevée, une ré-estimation du ratio a été effectuée à partir des consommations unitaires évaluées par COPERT pour aboutir à une contribution de 85%/15%.

Au final, la répartition retenue pour l'état initial est la suivante :

- Deux roues : 0,3% du volume total
- Véhicules lourds : part variable selon la donnée du comptage. Il est considéré que les poids lourds constituent 98% des véhicules lourds, les 2% représentant des autocars.
- Véhicules légers (sauf les deux roues) : volume total diminué de la part des deux roues et des véhicules lourds.
 - Part des VUL : 15%
 - Part des VP : 85%



Exemple de répartition moyenne des grands types de véhicules sur la rocade Est

Définition de la part des véhicules types au sein de chaque classe de véhicules

Le parc statique français de véhicules est publié annuellement par le Service Economie, Statistiques et Perspectives (SESP) du MEDAD⁷ et résulte des immatriculations de véhicules en préfecture. Dans le cas d'un inventaire des émissions, il est nécessaire de connaître le parc roulant qui est un parc statique corrigé par le kilométrage moyen parcouru par véhicule type : en effet, il paraît réaliste de considérer qu'une voiture essence ancienne parcourra en moyenne moins de kilomètres qu'une voiture diesel neuve... Etant donné que les émissions de polluants sont calculées sur la base des kilomètres parcourus, il s'agit bien de définir le parc roulant sur chaque brin routier.

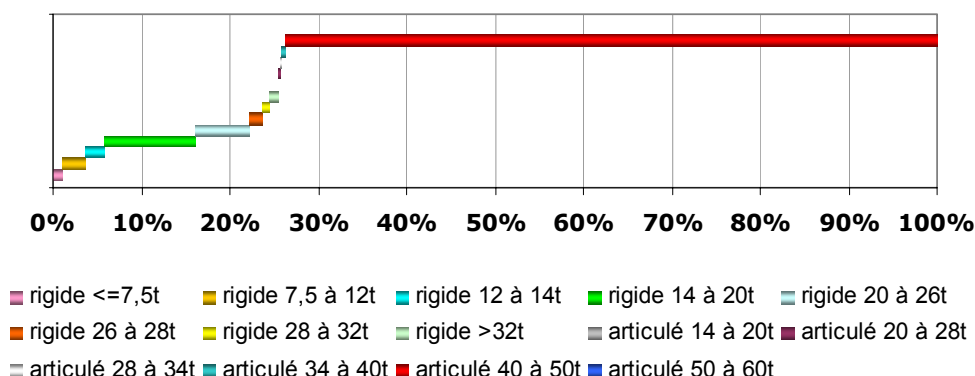
Pour répondre à ce manque de connaissance du parc, l'ADEME⁸ a subventionné des travaux dans le cadre d'une thèse⁹ afin de mettre en œuvre un modèle de caractérisation du parc roulant entre 1970 et 2020. Le parc moyen a été utilisé dans le cadre de cette étude, excepté les poids lourds et deux roues pour lesquels un parc autoroutier spécifique a été utilisé.

⁷ Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables

⁸ Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

⁹ Evolution du parc automobile français entre 1970 et 2020 – Béatrice Bourdeau – Rapport LEN n°9801 – janvier 1998.

La classification des poids lourds ayant évolué avec la dernière version de COPERT IV, les données du parc ADEME ont été transposées vers la nouvelle classification au moyen du parc statique.



Répartition des types de véhicules de la classe Poids Lourds pour l'année 2006 : la part des semi-remorques 40-50t représente près de 75% du parc autoroutier de poids lourds.

Charge des véhicules lourds

Il est nécessaire de définir la charge moyenne des véhicules lourds qui a un impact non négligeable sur les émissions de polluants (cf 1.1). Les valeurs suivantes ont été définies :

- poids lourds : la valeur de 60% a été retenue. Elle s'appuie notamment sur la part des poids lourds roulant à vide qui représente entre 12,3% et 16,6%¹⁰.
- Autocars : la valeur moyenne de 50% a été retenue.

Dénivellation

Ce paramètre, calculé à partir des mesures du GPS, traduit la déclivité moyenne entre le nœud de début et de fin du tronçon. Il est utile pour affiner d'une part les facteurs d'émissions associés aux véhicules lourds, d'autre part les profils de vitesse à appliquer aux véhicules.

Profils de vitesse

Les formules de calcul des émissions sont généralement dépendantes de la vitesse. Les émissions ne variant pas de façon linéaire avec la vitesse, il ne serait pas satisfaisant d'associer une vitesse moyenne à un tronçon. Il est donc indispensable de déterminer un profil de vitesse le plus proche de la réalité.

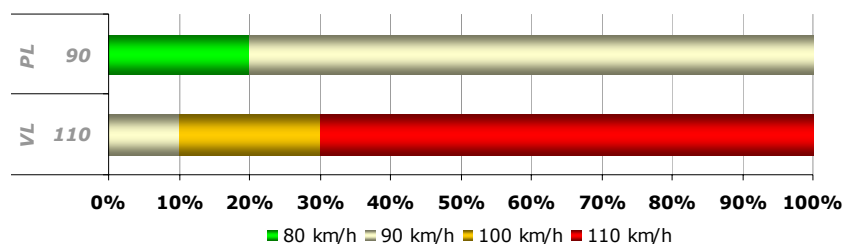
Certains comptages disposent d'informations relatives à la vitesse moyenne des véhicules (sans distinction) au pas de temps quart-horaire ou horaire. L'analyse de ces profils fait ressortir trois paramètres majeurs pour l'estimation d'un profil de vitesse :

- la vitesse réglementaire
- la dénivellation du tronçon, qui a un impact significatif sur les poids lourds (ex : montée de Sermenaz)

¹⁰ Enquête Cordon réalisée par la DDE en septembre 2005 aux barrières de péage de Villefranche Limas et Vienne Reventin.

- le taux de bouchon : les mesures sur certains secteurs (nœud des îles, échangeur avec A43, entrées du tunnel sous Fourvière) font apparaître des classes de vitesse faible. Trois classes ont ainsi été déterminées de façon empirique pour caractériser le caractère bouchonné ou non du tronçon :
 - o 0 : tronçon peu ou pas bouchonné
 - o 1 : tronçon parfois bouchonné (moins de trois heures par jour en moyenne). Cela concerne les échangeurs avec d'autres autoroutes.
 - o 2 : tronçon souvent bouchonné (plus de trois heures par jour). Cela concerne les entrées du tunnel sous Fourvière.

A chaque tronçon routier est associé un profil pour les véhicules légers (VP, VUL et DR), ainsi qu'un profil pour les véhicules lourds (PL et ATC).

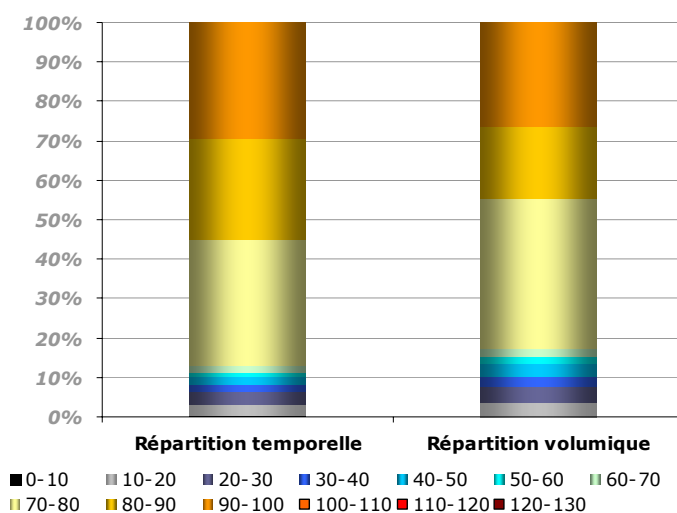


Exemple de profil de vitesse pour un tronçon plat sans bouchon limité à 110 pour les VL et 90 pour les PL

Profil temporel et volumique

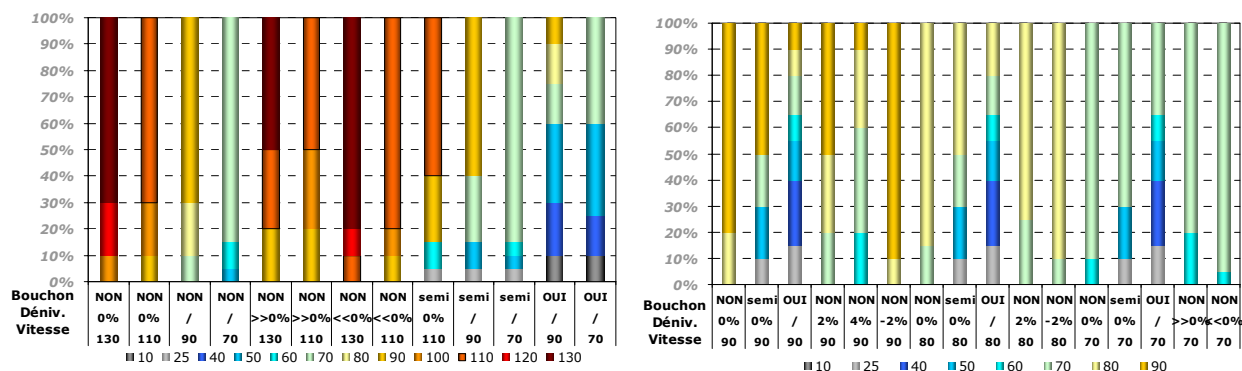
Construire un profil uniquement à partir des vitesses moyennes horaires, sans tenir compte des volumes de trafic, introduit un biais potentiel dans les calculs d'émissions car, en période de pointe, les faibles vitesses sont associées à des débits plus importants qu'aux heures creuses de la journée (ex : la nuit).

Il a donc été nécessaire de comparer, pour plusieurs postes de comptages, les profils temporels (basés sur les occurrences par classe de vitesse horaire) et volumiques (basés sur les débits par classe de vitesse). La conclusion est que pour les zones bouchonnées, la proportion des faibles vitesses (inférieures à 70 km/h) doit être majorée d'environ 30%.



Comparaison entre un profil temporel et volumique (comptage A6 PK 449+520, source DIRCE)

Au final, 13 profils de vitesse VL et 16 profils PL ont été retenus. Ils couvrent l'ensemble des situations possibles pour tous les scenarii envisagés. Il a ainsi été tenu compte d'une légère fluidification du trafic attendue dans le cas d'un abaissement de la vitesse réglementaire.



2. Quantification des émissions

Les émissions sont présentées de façon globale par axe (contournement Est et A6-A7) par comparaison à l'état de base. Un zoom est ensuite réalisé à proximité des zones habitées de la rocade Est.

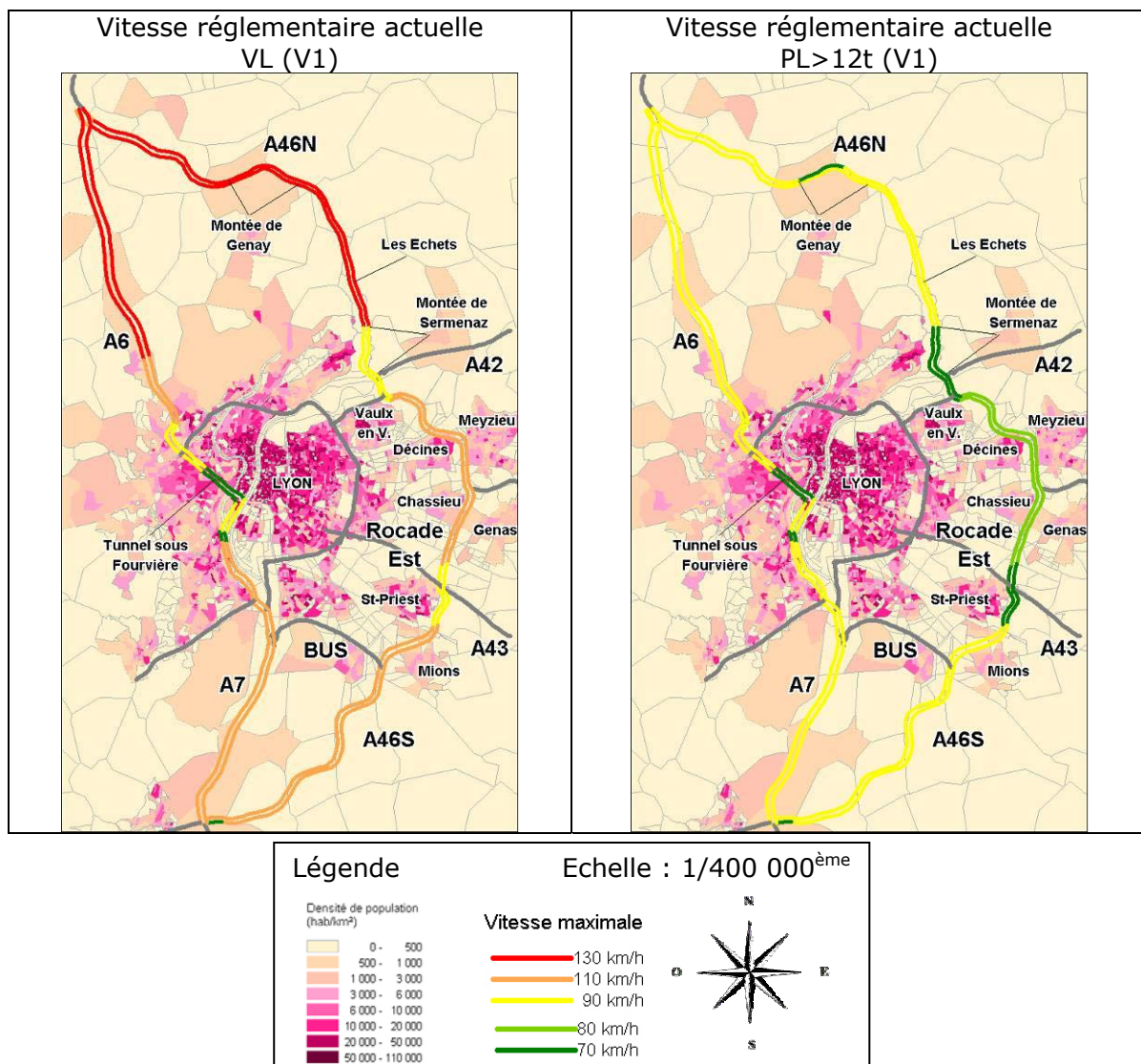
2.1 Définition des scénarii

Pour le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA), deux scénarii ont été calculés :

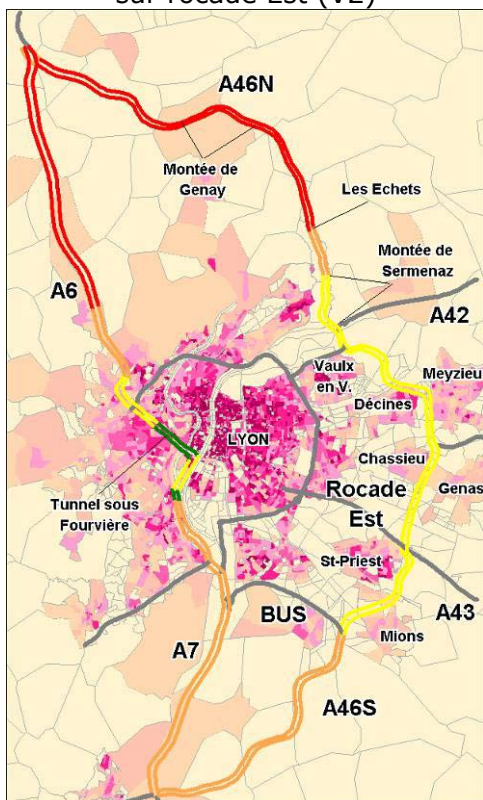
- T_1 : état de base (trafic 2006)
- T_2 : report vers le contournement Est du transit de poids lourds (estimations fournies par la DIRCE) :
 - o +1770 véhicules dans le sens nord-sud
 - o +510 véhicules dans le sens sud-nord

Vitesses réglementaires (cf cartes ci-dessous) :

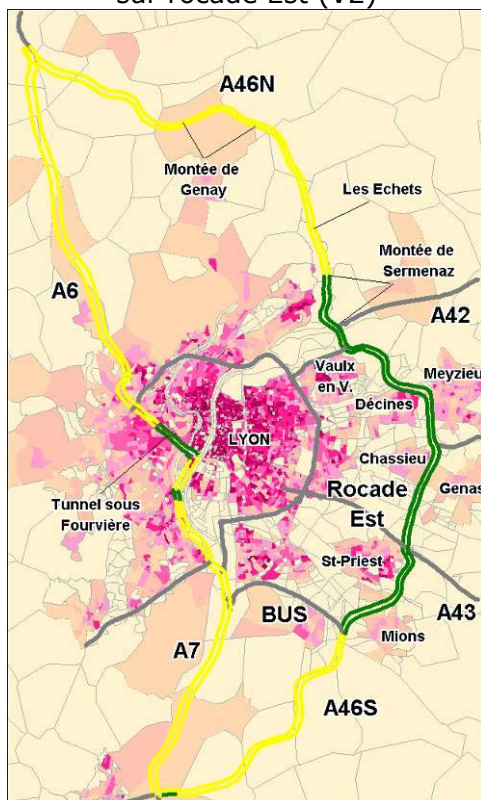
- V_1 : réglementation actuelle
- V_2 : réglementation future proposée par la DIRCE sur la rocade Est (de l'échangeur n°3 Les Echets à l'échangeur n°14 BUS)
- V_3 : réglementation future en cohérence avec les préconisations du PPA lyonnais, applicable sur l'ensemble des axes étudiés.



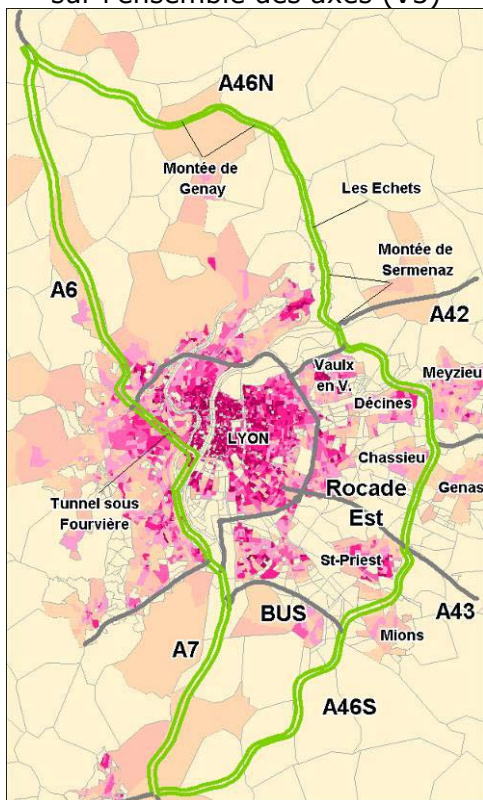
Abaissement vitesse VL
sur rocade Est (V2)



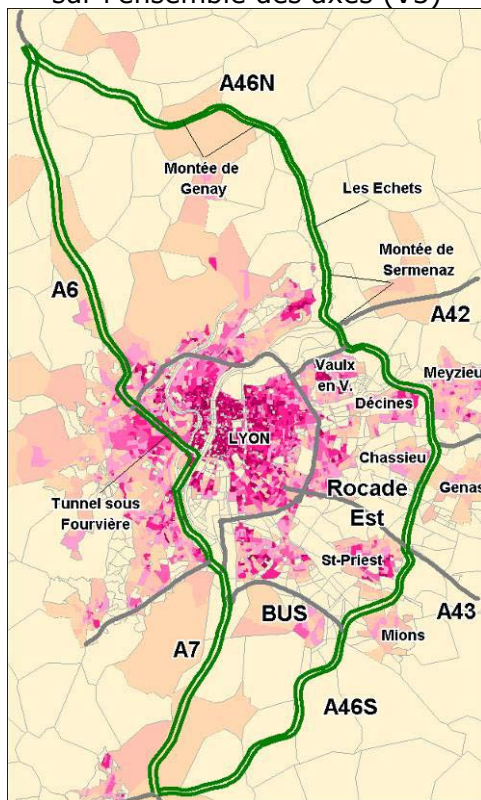
Abaissement vitesse PL
sur rocade Est (V2)



Abaissement vitesse VL
sur l'ensemble des axes (V3)



Abaissement vitesse PL
sur l'ensemble des axes (V3)



Légende

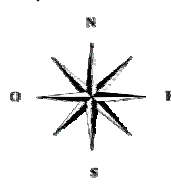
Densité de population
(hab/km²)



Vitesse maximale



Echelle : 1/400 000^{ème}



Le tableau suivant synthétise les hypothèses prises pour les quatre scénarii.

Scenario	Nom	TMJA	Vitesse N346 (des Echets au BUS)	Vitesse A46N (avant les Echets) A46S (après le BUS) A6-A7
Etat de base 2006	S ₁	T ₁	V ₁	V ₁
Report transit	S ₂	T ₂	V ₁	V ₁
Report transit + abaissement vitesse sur rocade Est (DIRCE)	S ₃	T ₂	V ₂	V ₁
Report transit + abaissement vitesse généralisée (PPA)	S ₄	T ₂	V ₃	V ₃

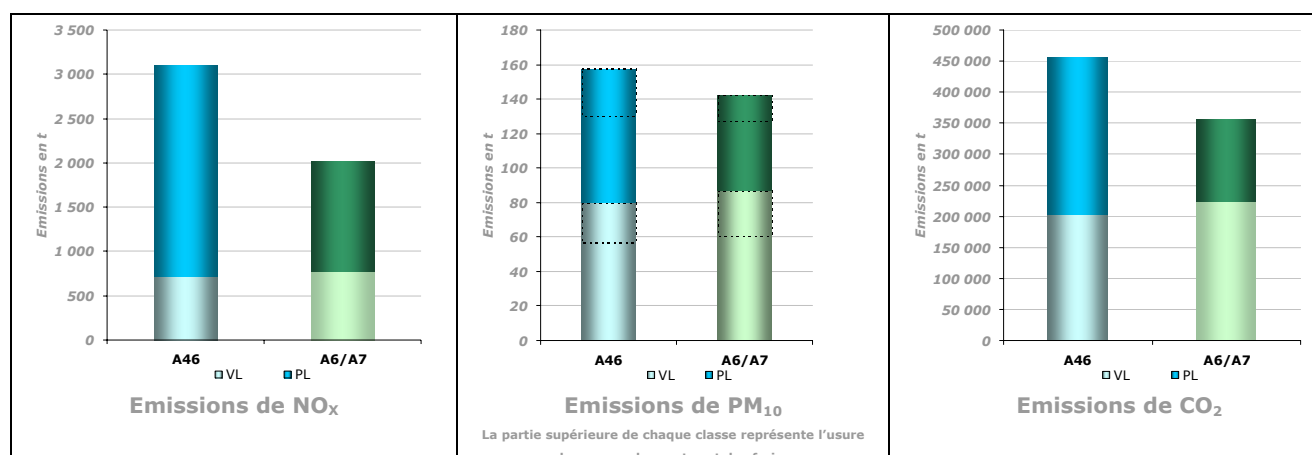
2.2 Quantification des émissions (en tonnes)

Etat de base

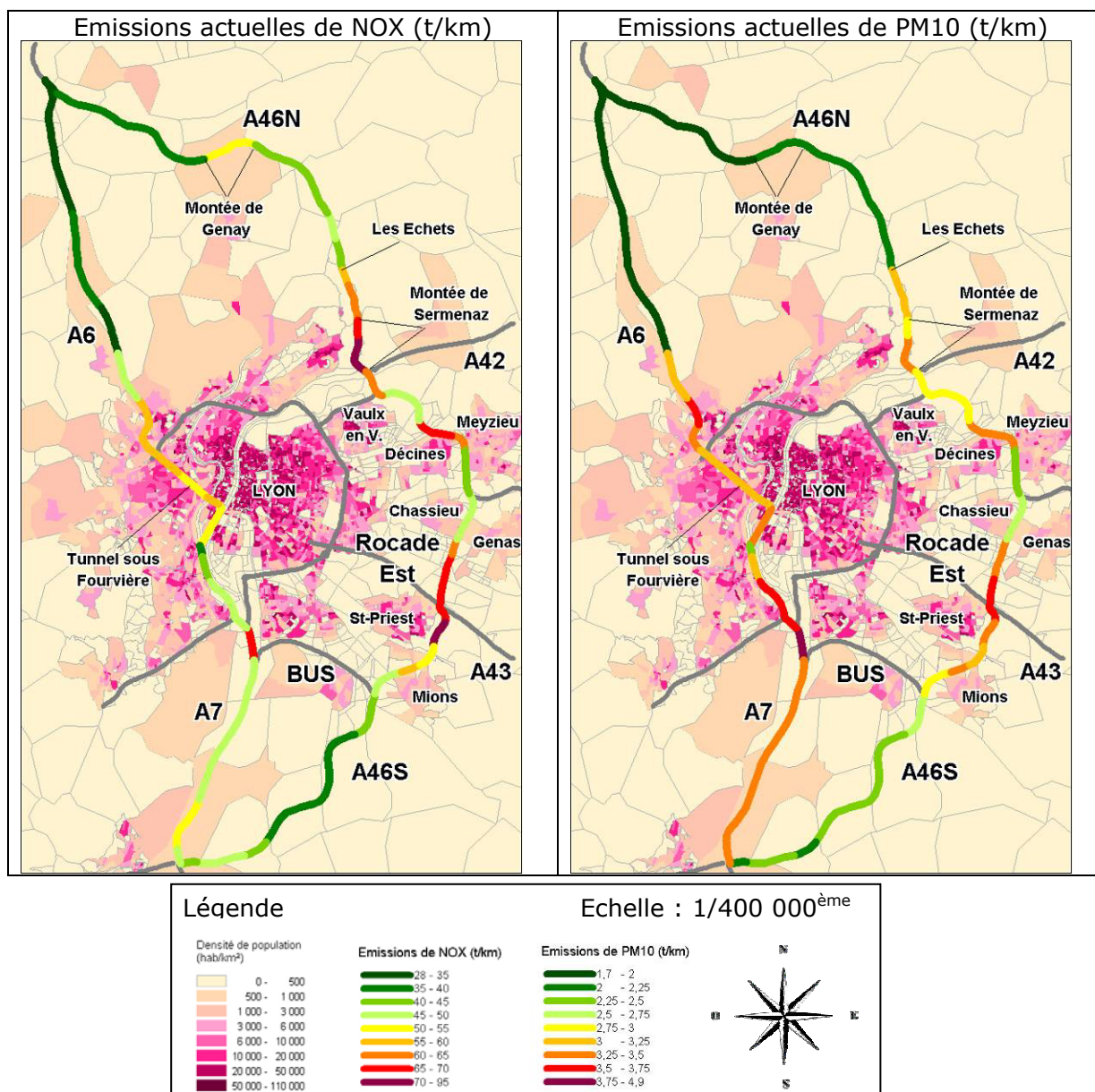
Les graphes ci-dessous montrent que les émissions de NO_x proviennent majoritairement des poids lourds (environ 75% des émissions sur le contournement Est et 60% sur l'axe A6-A7). Ce pourcentage élevé sur le contournement Est s'explique par le fort pourcentage de poids lourds sur la rocade (près de 21% contre 11% sur l'axe A6-A7).

Les émissions de PM₁₀ sont davantage équilibrées entre VL et PL sur le contournement Est, la part des VL s'élevant à 2/3 des émissions sur l'axe A6-A7. Les émissions provenant de l'usure des routes, des pneus et des plaquettes de freins représentent une part non négligeable (près d'un tiers des émissions totales).

Les émissions de CO₂ sont à peu près réparties de la même façon que les PM₁₀ entre PL et VL.



La répartition géographique des émissions fait ressortir les tronçons à fort trafic (rocade Est, abords du tunnel sous Fourvière), et dans une moindre mesure les zones à forte déclivité (comme la montée de Sermenaz).

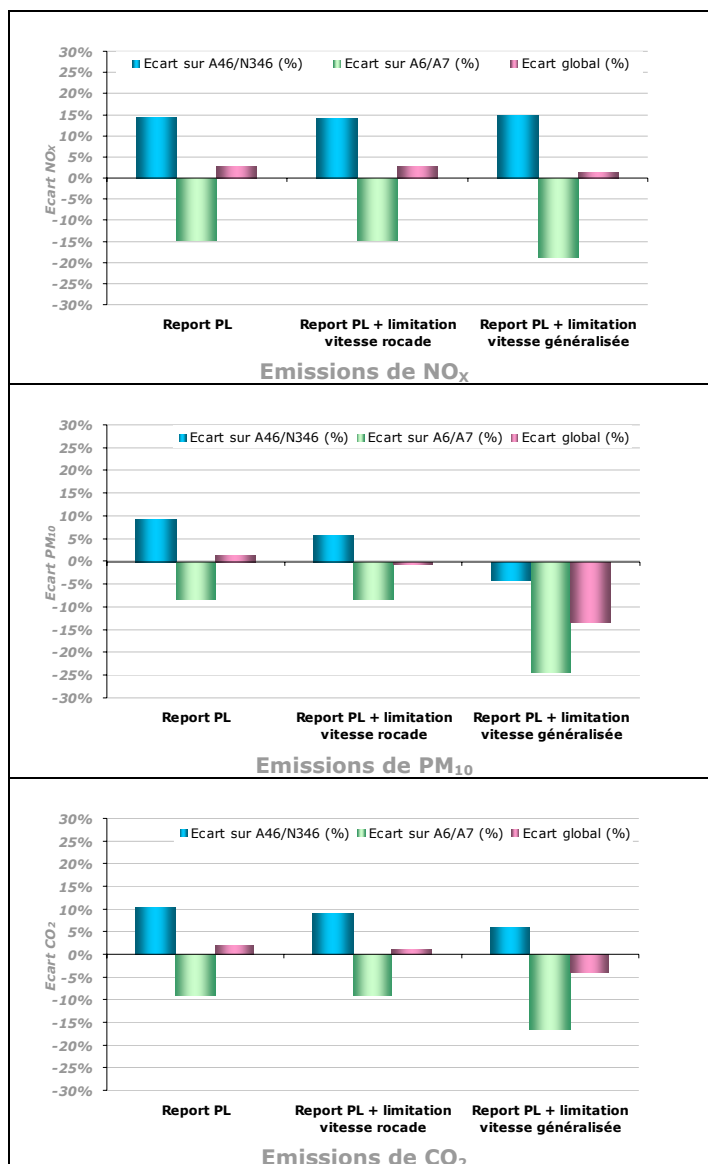


Impact des modifications réglementaires sur la situation actuelle

Les graphes suivants présentent l'impact des modifications de trafic sur les émissions **par rapport à l'état actuel** :

- chaque colonne bleue présente le bilan des émissions du contournement Est ;
- chaque colonne verte indique le bilan des émissions de l'axe A6-A7 ;
- chaque bâton saumon propose le bilan global des émissions pour les deux axes.

Le report de poids lourds supplémentaires sur le contournement Est se traduit par une hausse des émissions comprise entre 10% (PM₁₀ et CO₂) et 15% (NO_x).

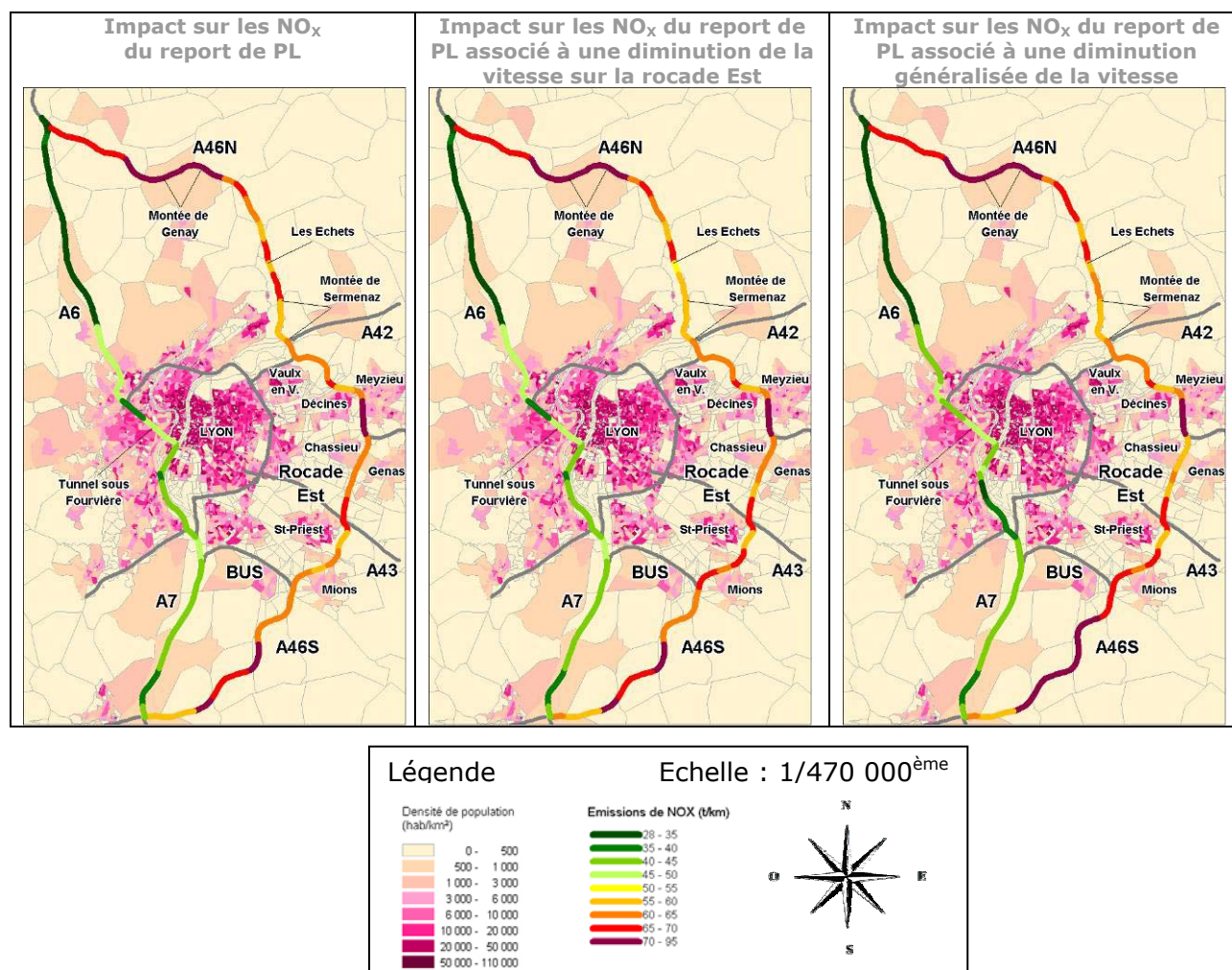


L'impact d'une modification des vitesses réglementaires sur cet axe n'a pas d'impact significatif sur les émissions d'oxydes d'azote : en effet, les émissions « économisées » sur les VL sont compensées par les émissions supplémentaires des PL. En revanche, ces mesures ont un impact positif sur le CO₂ (quoique les émissions demeurent légèrement supérieures à celles de l'état initial) et très positif sur les PM₁₀ (une diminution généralisée de la vitesse induit des émissions moins élevées qu'actuellement).

Sur A6-A7, une baisse des émissions est observée dans tous les cas de figure, puisque le volume de trafic devient moins élevé (autour de -8% pour les PM₁₀ et le CO₂ et -15% pour les NO_x). L'abaissement des vitesses réglementaires actuelles aurait un impact très positif sur l'ensemble des polluants, y compris les NO_x : la part des PL étant moins élevée, leurs surémissions induites par une vitesse plus faible demeurent moins importantes que les émissions gagnées sur les VL. Le gain attribué à cette mesure est d'environ 5% pour les NO_x, plus de 15% pour les PM₁₀ et 7% pour le CO₂.

D'un point de vue global, seule une réduction généralisée de la vitesse réglementaire conduira à une diminution globale des émissions, ou une stagnation pour les NO_x.

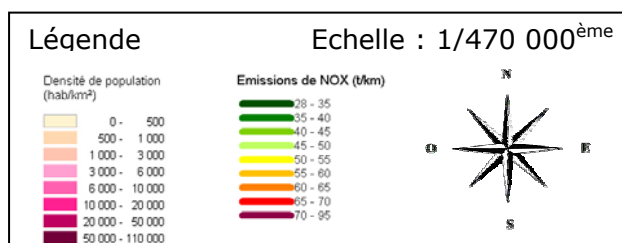
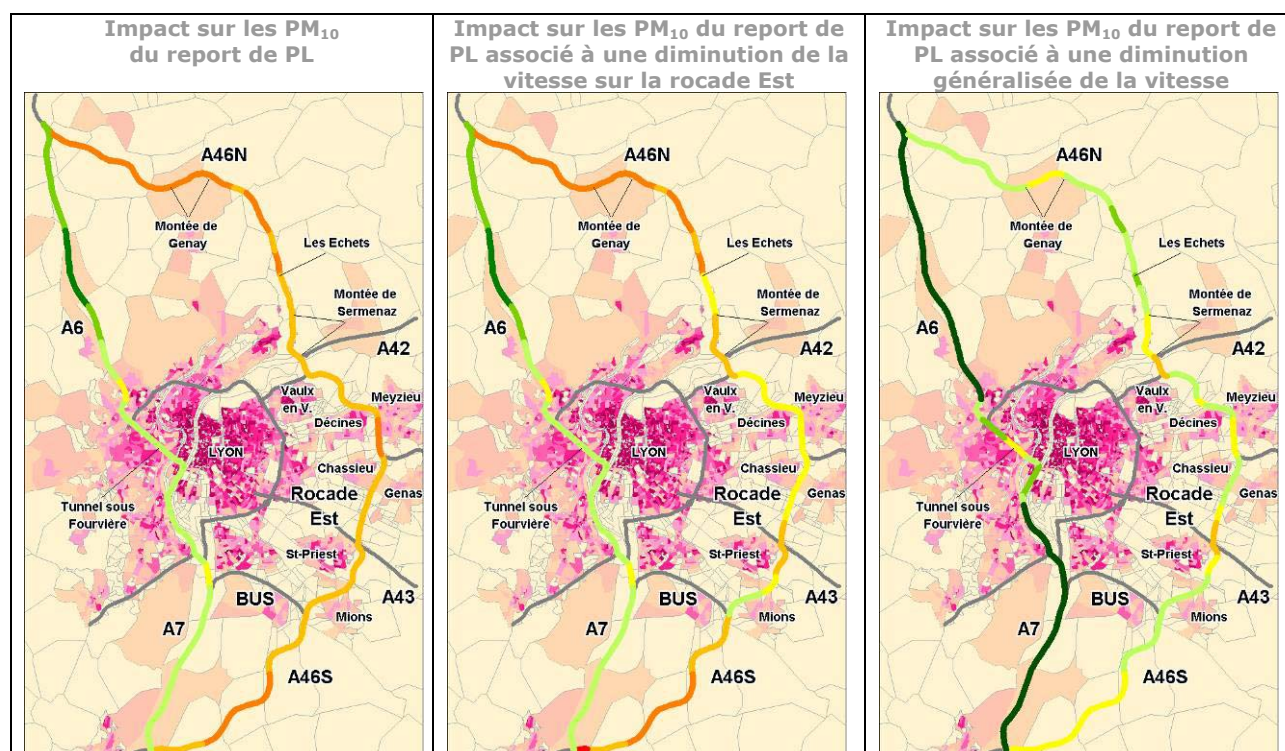
Après une approche globale à l'échelle de l'agglomération lyonnaise, il est nécessaire d'étudier maintenant les variations d'émissions par tronçon, en particulier à proximité des zones habitées du contournement Est. Les cartes suivantes présentent les variations d'émissions par rapport à la situation actuelle.



Pour le dioxyde d'azote, le tronçon de la rocade Est le plus impacté par l'augmentation des poids lourds est le tronçon situé entre Meyzieu et Chassieu où une hausse de près de 24% des émissions est attendue : en effet, la rampe de 1,8% est orientée dans le sens nord-sud où l'accroissement de poids lourds est le plus important, contribuant à de fortes surémissions. Une réduction drastique de la vitesse n'apportera pas de gain significatif (au mieux les émissions demeureront 22% supérieures à celles de l'état actuel). Ce constat s'applique également à la montée de Genay.

La situation des tronçons entre St-Priest et le BUS est particulière et diffère des résultats globaux : une limitation de la vitesse aboutit à une augmentation notable des émissions. En effet cette portion étant actuellement limitée à 110 km/h pour les VL et 90 km/h pour les PL, un abaissement de la vitesse réglementaire implique une diminution de 20 km/h de la vitesse des PL (au lieu de 10 km/h sur la rocade Est actuellement limitée à 80 km/h pour les PL). Une diminution plus importante de la vitesse des PL implique des surémissions plus élevées sur ces tronçons, les émissions des poids lourds augmentant lorsque leur vitesse diminue. Ainsi, les émissions gagnées sur les VL (quelle que soit la vitesse réglementaire) ne compensent pas les émissions supplémentaires des PL.

Pour les autres brins de la rocade Est, la progression des émissions de NO_x est minimale lorsque la vitesse réglementaire est diminuée de façon drastique. Une diminution des émissions de NO_x est quant à elle attendue sur l'ensemble de l'axe A6-A7 étudié.



Concernant les PM₁₀, ce sont les tronçons associés aux vitesses réglementaires les plus élevées qui sont les plus pénalisés (en particulier A46N au nord de Rillieux et A46S, hausse comprise entre +10% et +14%). Les tronçons pentus évoqués précédemment sont moins impactés par la hausse de trafic (+11% d'émissions pour le tronçon entre Meyzieu et sa rocade Sud). Une réduction des vitesses réglementaires a un effet positif sur les émissions, une limitation à 80 km/h pour les VL ayant pour conséquence une diminution des émissions par rapport à la situation actuelle sur la quasi-totalité du contournement Est.

3.Éléments sur la qualité de l'air aux abords de la rocade Est

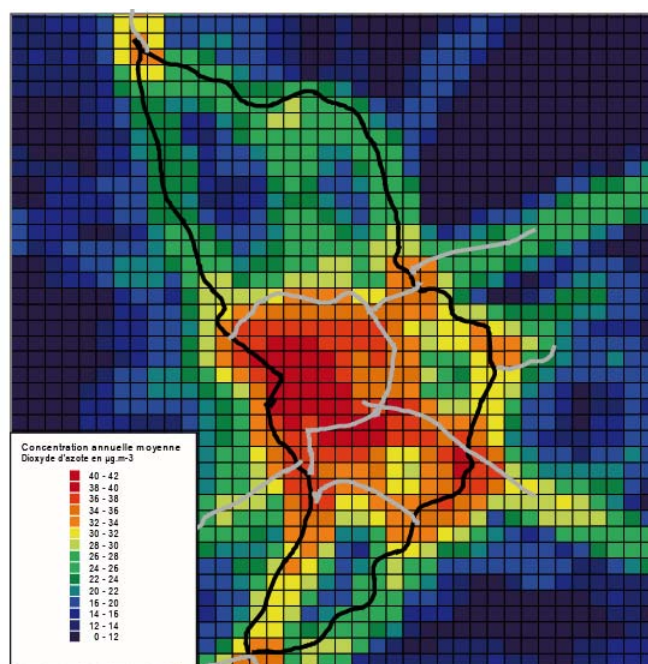
Il n'a pas été possible de modéliser l'impact des modifications de trafic et de vitesses sur la qualité de l'air aux abords de la Rocade Est ou des autoroutes A6-A7. En effet, COPARLY ne dispose pas actuellement de modèles « fine échelle » opérationnels sur les territoires concernés (le modèle SIRANE, développé par l'Ecole Centrale de Lyon est actuellement opérationnel sur le centre de l'agglomération et sera prochainement étendu à la colline de Croix-Rousse).

Le niveau de pollution observé à un endroit donné résulte du niveau de fond auquel s'ajoute la pollution de proximité induite par des sources proches (voie de circulation, industrie, cheminée d'habitation...). Plusieurs études menées par COPARLY permettent de mieux connaître la répartition spatiale de la pollution, notamment à proximité de la rocade Est.

3.1 Estimation du niveau de fond en dioxyde d'azote

Une cartographie régionale du dioxyde d'azote a été réalisée en 2005 à partir de plus de 250 tubes à diffusion passive répartis sur l'ensemble de la région Rhône-Alpes. Elle donne une idée précise du niveau de fond de pollution auquel est exposé, a minima, l'ensemble de la population.

Sur la région lyonnaise, il ressort que les niveaux décroissent au fur et à mesure de l'éloignement de la zone urbaine dense de Lyon. Les niveaux de NO_2 des communes traversées par la rocade Est s'échelonnent entre $15 \mu\text{g.m}^{-3}$ à Chaponnay et $34 \mu\text{g.m}^{-3}$ à St-Priest, Lyon se situant à $38 \mu\text{g.m}^{-3}$.



Extrait de la cartographie régionale sur la région lyonnaise (moyenne communale annuelle 2005)

3.2 Impact de la rocade Est sur la pollution de fond

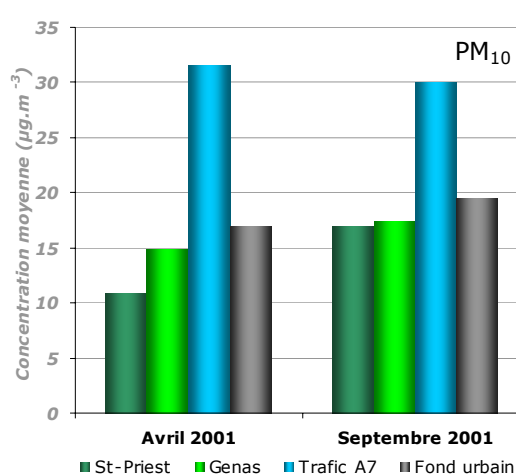
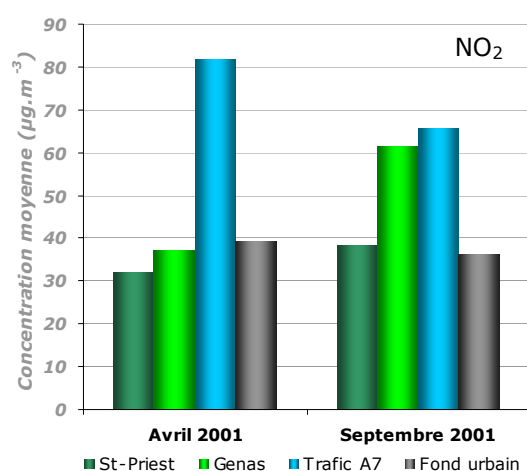
Deux campagnes de mesure ont été réalisées aux abords de la rocade Est, afin de mesurer l'impact de cet axe routier sur les niveaux de fond.

Campagne de mesure à St-Priest en 2001

Deux campagnes de mesure ont été réalisées en 2001 au collège Boris Vian de St-Priest situé à proximité du quartier du Fort, à environ 450 mètres de la rocade Est et 700 mètres de l'échangeur avec l'A43¹¹. Elles ont montré que les valeurs de NO₂ et PM₁₀ enregistrées sont la plupart du temps équivalentes aux concentrations de fond de l'agglomération lyonnaise et inférieures à celles enregistrées sur les sites de type trafic (graphes ci-dessous).



Localisation du moyen mobile lors de la campagne de mesure – © IGN-Paris



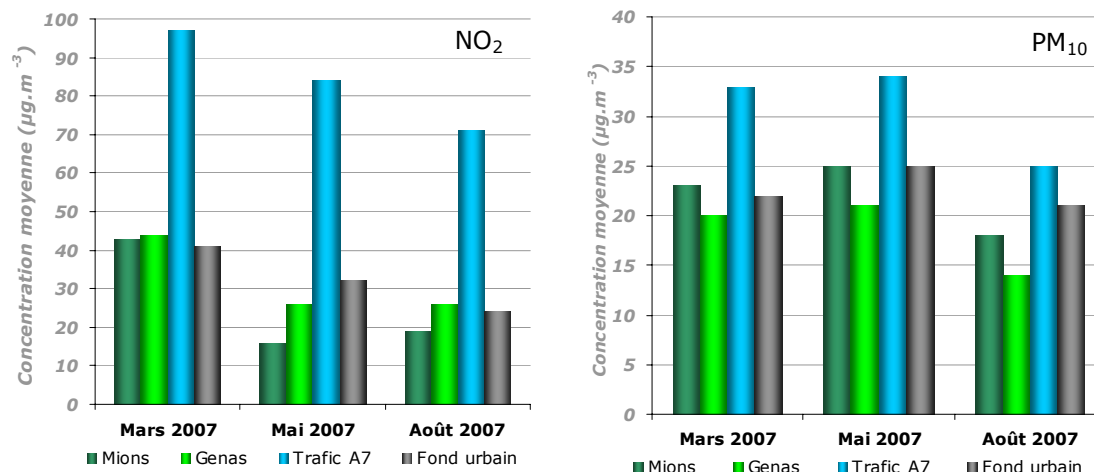
Moyenne du NO₂ et des PM₁₀ mesurée durant les deux campagnes de mesure sur le moyen mobile de St-Priest par comparaison à d'autres sites de mesure.

Campagne de mesure à Mions en 2007

Une campagne de mesure est actuellement menée sur la commune de Mions. Elle mobilise un moyen mobile (située à moins de 150m au nord de l'A46S) et six mesures par tube à diffusion. Les résultats des tubes sont en cours d'analyse et le rapport d'étude sera disponible en 2008. L'analyse des mesures du moyen mobile va dans le même sens que ce qui a été observé à St-Priest. Les niveaux de PM₁₀ sont plus élevés qu'à Genas sur les trois campagnes mais demeurent bien en deçà des niveaux des sites trafic. Les niveaux de NO₂ sont quant à eux légèrement en dessous du site de Genas.



¹¹ Rapport d'étude COPARLY : Influence du trafic autoroutier sur une zone limitrophe Bron (A43) – St-Priest (Rocade Est) Avril-Septembre 2001

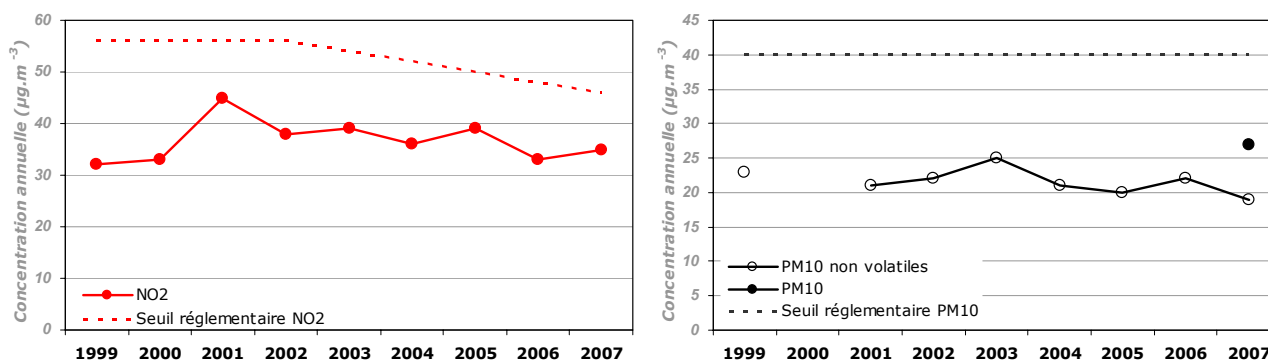


Moyenne du NO₂ et des PM₁₀ mesurée durant les deux campagnes de mesure sur le moyen mobile de Mions par comparaison à d'autres sites de mesure.

3.3 Bilan des mesures du site fixe de Genas

La station fixe de Genas, située à proximité du PC CORALY, à une centaine de mètres de la rocade Est, mesure depuis 1999 les principaux polluants réglementés. Pour ce qui concerne le dioxyde d'azote et les particules en suspension, la valeur annuelle limite est respectée.

A noter que pour le dioxyde d'azote (NO₂), la valeur limite européenne diminue progressivement de 2002 à 2010 pour atteindre, à cette date, l'actuel objectif de qualité de l'air fixé à 40 µg.m⁻³.



Evolution de la qualité de l'air depuis 1999 sur le site de Genas. La valeur annuelle 2007 a été calculée à partir des données du 01/01 au 10/12.

Note : les PM10 prennent en compte la fraction volatile évaluée depuis le 01/01/2007.

Le dépassement du seuil d'information (200 µg.m⁻³ en moyenne horaire) pour le dioxyde d'azote a été observé deux fois depuis l'ouverture de la station, en 1999 et 2004 (maximum de 213 µg.m⁻³). A titre de comparaison, ils sont très fréquents en bordure de l'autoroute A7, au sud de Lyon.

Le dépassement du seuil journalier de 80 µg.m⁻³, applicable aux PM₁₀ depuis l'arrêté préfectoral de juillet 2006, a également été franchi à deux reprises en 2007 (maximum journalier de 116 µg.m⁻³).

Conclusion

L'analyse des émissions de polluants pour la situation actuelle montre une contribution importante des poids lourds sur le contournement Est (de 50% pour les PM₁₀ à 75% pour les NO_x) alors qu'ils ne représentent en moyenne qu'un véhicule sur cinq.

Le report de près de 2300 poids lourds supplémentaires sur le contournement Est de Lyon (soit environ 20% de poids lourds en plus) a un impact significatif sur les émissions de polluants, compris entre +9% pour les PM₁₀ et 15% pour les NO_x qui sont émis en plus grande quantité par les poids lourds.

Les deux scénarii de réduction de vitesse n'ont pas d'impact significatif sur les NO_x, les émissions économisées sur les véhicules légers étant compensées par les surémissions des poids lourds. En revanche pour les autres polluants, le bilan global s'améliore d'autant plus que la restriction de vitesse est sévère et généralisée : dans ce cas, si pour le CO₂, les émissions demeurent supérieures de +6% sur le contournement Est, les émissions de PM₁₀ deviennent inférieures à celles de la situation actuelle, avec une réduction attendue de -4% sur le contournement Est et de -13% cumulée sur les deux axes.

Plus localement, la hausse des oxydes d'azote est davantage marquée sur les tronçons pentus dans le sens nord-sud (associés à la plus forte hausse du nombre de poids lourds). Pour les particules en suspension, ce sont les portions d'autoroute dont le taux de bouchon est significatif aux heures de pointe qui ne connaissent pas d'amélioration. Cependant, pour la majorité des tronçons de la rocade, un abaissement significatif de la vitesse réglementaire conduit à une diminution des émissions comprise entre -3% et -9%.

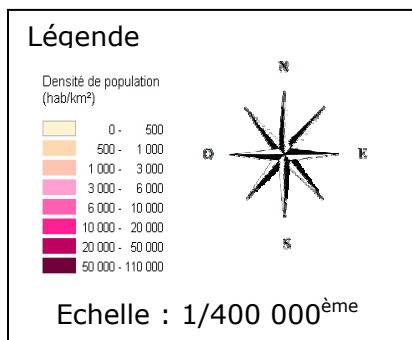
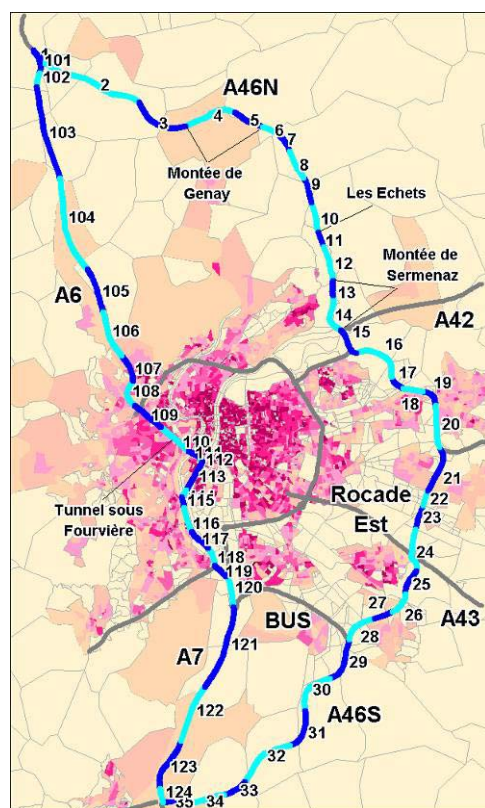
En conclusion, il apparaît que toute compensation partielle voire totale des émissions supplémentaires induites par le report des poids lourds de transit sur la rocade Est ne peut s'envisager que par une réduction significative et généralisée des vitesses réglementaires, en particulier pour les véhicules légers.

Par ailleurs, la mise en place de réductions de vitesses complémentaires sur l'axe A6-A7 permettrait, à l'échelle de l'agglomération lyonnaise, de réduire globalement les émissions liées au trafic.

Les données disponibles concernant la qualité de l'air à proximité du contournement Est de Lyon montrent des concentrations moyennes annuelles qui respectent la réglementation européenne avec des niveaux identiques à ceux observés au centre de l'agglomération lyonnaise mais bien inférieurs à ceux mesurés à proximité des axes les plus fréquentés. Néanmoins, au cours des cinq dernières années, des épisodes de pollution ont été observés sur la station de mesure de Genas, située à 100 mètres de la voie rapide.

Annexes

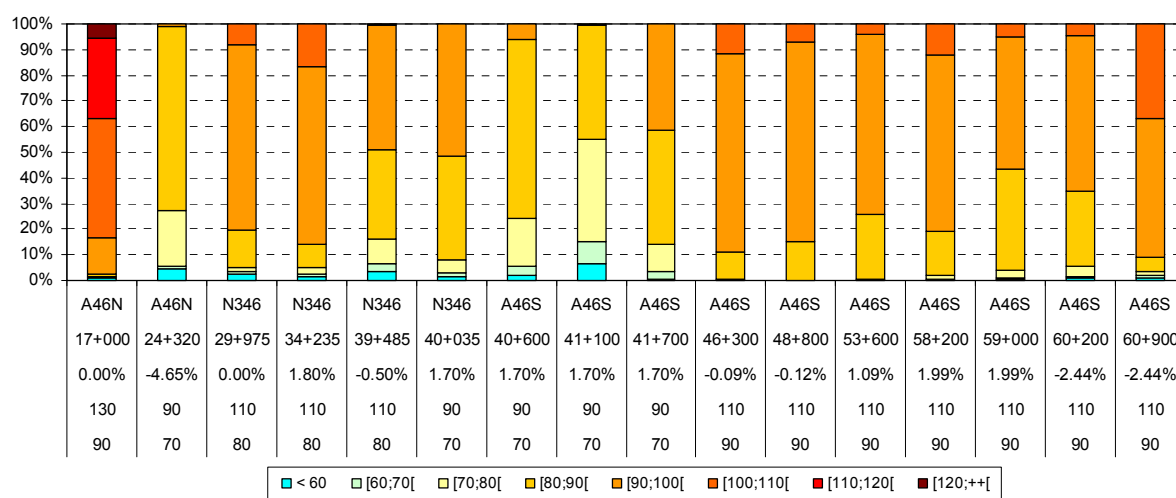
Caractéristiques des tronçons routiers



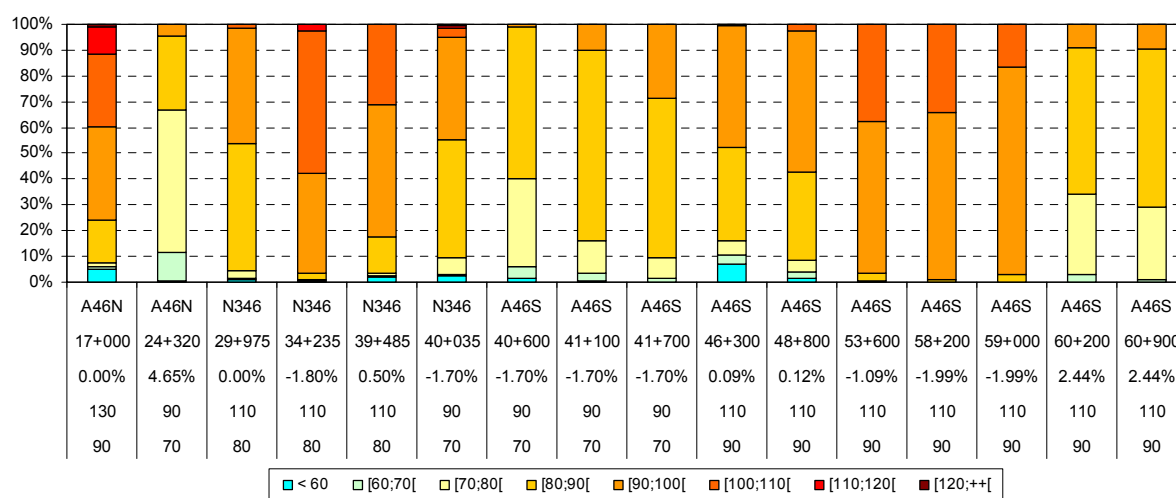
id_brin	nom_brin	longueur	PK	Alt	Memo	Déniv. N/S
1	A46	0.9	0.9	176	Ech. A6 - Chaussée unique	0.4
2	A46	5.2	6.1	171	Point bas	0.0
3	A46	3.9	10.0	211	Ech n°2 Genay	1.0
4	A46	1.9	11.9	277	Restriction vitesse	3.6
5	A46	1.4	13.3	295	Point haut	1.2
6	A46	1.1	14.4	286	Point bas	-0.8
7	A46	1.2	15.6	296	Point haut	0.8
8	A46	1.4	17.0	296	Zone plate	0.0
9	A46	1.5	18.5	268	Point bas	-1.8
10	A46	1.6	20.1	283	Ech n°3 Les Echets	1.0
11	A46	0.7	20.8	278	Point bas	-0.6
12	A46	1.7	22.5	304	Ech n°4 Rillieux	1.6
13	A46	0.9	23.4	287	Restriction de vitesse	-2.0
14	A46	2.4	25.8	175	Changement de pente	-4.6
15	A46	2	27.8	178	Nœud des îles	0.2
16	A46	2.2	30.0	179	Ech n°5 La Rize	0.0
17	A46	0.7	30.7	193	Point haut	2.2
18	A46	0.8	31.5	178	Point bas	-2.0
19	A46	1.5	33.0	190	Ech n°6 Meyzieu Gd Large	0.8
20	A46	2.5	35.5	235	Ech n°7 Pusignan	1.8
21	A46	2.3	37.8	209	Ech n°8 Porte Dauphiné	-1.2
22	A46	0.6	38.4	215	Ech n°9 Montgolfier	1.0
23	A46	1.5	39.9	207	Ech n°10 St-Bonnet	-0.4
24	A46	2.4	42.3	248	Ech n°11 St-Priest Bel Air	1.8
25	A46	1.5	43.8	208	Ech n°12 St-Priest Centre	-2.6
26	A46	0.8	44.6	215	Point haut	0.8
27	A46	1.5	46.1	199	Ech n°13 Mions	-1.0
28	A46	1.4	47.5	198	Ech n°14 Vénissieux BUS	0.0
29	A46	2	49.5	195	Ech n°15 Marennes	-0.2
30	A46	2.9	52.4	189	Point bas	-0.2
31	A46	1.9	54.3	210	Point haut intermédiaire	1.0
32	A46	3.2	57.5	236	Ech n°16 Communay	0.8
33	A46	1.3	58.8	262	Point haut	2.0
34	A46	2.4	61.2	203	Modification limitation vitesse	-2.4
35	A46	1.2	62.4	181	Ech avec A47/A7	-1.8

id_brin	nom_brin	longueur	PK	Alt	Memo	Déniv. N/S
101	A6	1.4	-22.8	190	Ech A46 - 1/2 Ech n° 32 Anse	1.0
102	A6	1.4	-21.4	181	Point bas	-0.6
103	A6	4.7	-20.0	191	Point intermédiaire	0.2
104	A6	5.1	-15.3	326	Point intermédiaire	2.6
105	A6	1.5	-10.2	335	Ech n°33 Limonest	0.6
106	A6	3.4	-8.7	290	Ech n°34 Dardilly	-1.4
107	A6	1	-5.3	260	Ech n°35 Ecully	-3.0
108	A6	2	-4.3	207	Ech n°36 Pte de Valvert	-2.6
109	A6	1.6	-2.3	216	Ech n°37-38	0.6
110	A6	1.9	-0.7	184	Tunnel sous Fourvière	-1.6
111	A7	0.7	0.0	169	Trémie Perrache	-2.0
112	A7	0.4	0.4	169	Modification limitation vitesse	0.0
113	A7	1.4	1.8	178	Ech n°1 Pont Pasteur	0.6
114	A7	0.5	2.3	174	Ech n°2 La Mulatière	-0.8
115	A7	0.7	3.0	169	Modification vitesse	-0.8
116	A7	1.2	4.2	169	Ech n°3 La Saulaie	0.0
117	A7	1.2	5.4	168	Ech n°4 Pierre Bénite	0.0
118	A7	1.1	6.5	170	Ech A450	0.2
119	A7	0.8	7.3	173	Ech n°5 BPLB	0.4
120	A7	1.6	8.9	164	Ech n°6 BUS	-0.6
121	A7	4.4	13.3	167	Ech n°7 Solaize	0.0
122	A7	4.6	17.9	168	Point bas	0.0
123	A7	1.3	19.2	185	Point haut	1.2
124	A7	0.8	20.0	180	Ech avec A47/A46S	-0.6

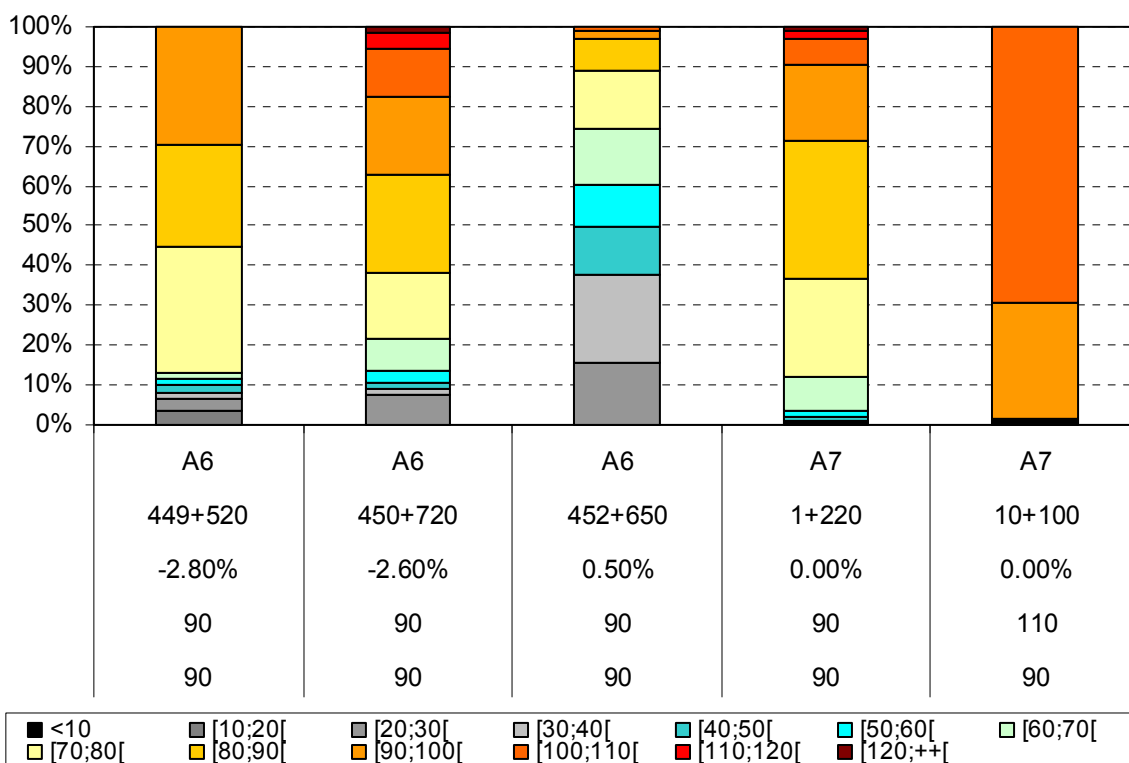
Profils de vitesse issus des postes de comptages



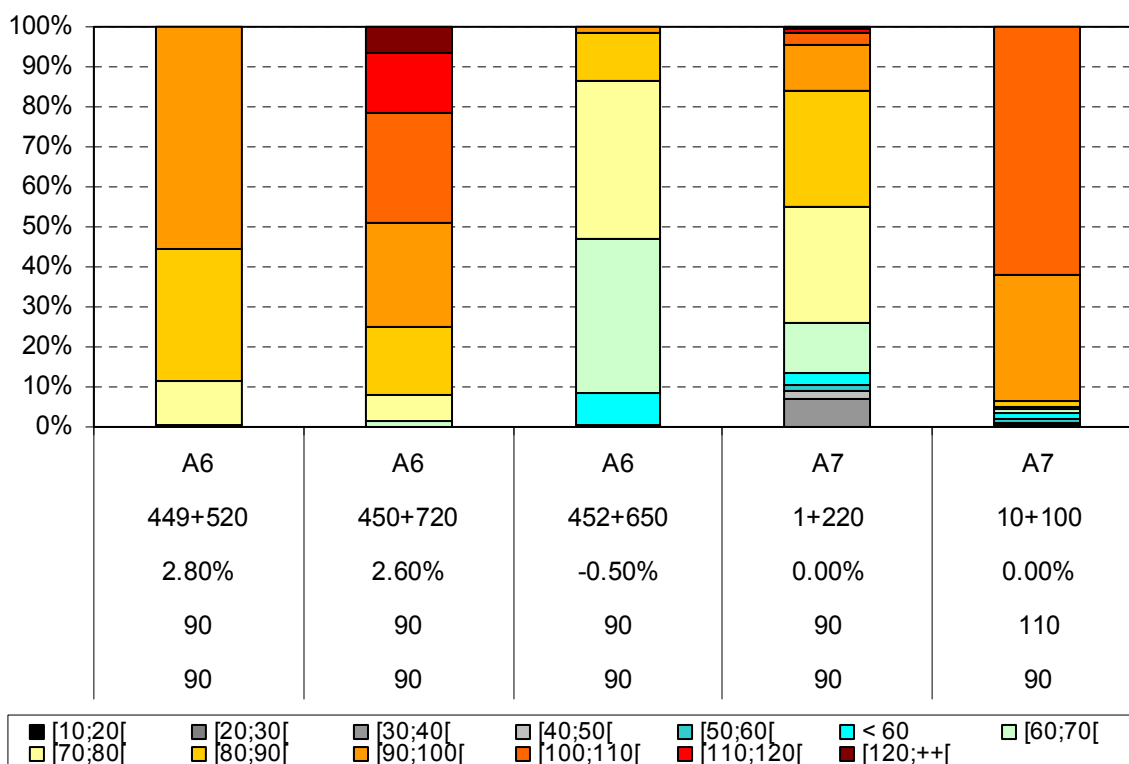
Profils de vitesse sur contournement Est dans le sens nord-sud



Profils de vitesse sur contournement Est dans le sens sud-nord



Profils de vitesse sur A6-A7 dans le sens nord-sud



Profils de vitesse sur A6-A7 dans le sens sud-nord