

Mise en service de la ligne C de tramway dans l'agglomération grenobloise : conséquences sur la qualité de l'air



EVALUATION PAR MESURE ET MODELISATION - SYNTHESE 2001-2012

www.air-rhonealpes.fr



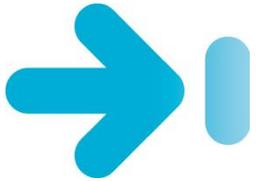
Diffusion : décembre 2013

Siège social : 3 allée des Sorbiers – 69500 BRON

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

contact@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^{er} 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

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 (2013) « Mise en service de la ligne C de tramway dans l'agglomération grenobloise : conséquences sur la qualité de l'air - Evaluation par mesures et modélisation 2001-2012 ».**

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
- par mail : 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 d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière particulière du « Syndicat Mixte des Transports en Commun » (SMTC)

Toutefois, elle n'aurait pas pu être exploitée sans les données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Air Rhône-Alpes.

Sommaire



1. Contexte et objectif de l'étude.....	4
2. Evaluation métrologique de l'évolution de la qualité de l'air sur le tracé de la ligne C : rappels et mises à jour	5
2.1. Le dispositif métrologique	5
2.2. Evolution des niveaux de dioxyde d'azote (NO ₂)	6
2.3. Les niveaux de particules PM10	7
2.4. Synthèse des données métrologiques	8
3. Evaluation par modélisation de l'impact spécifique du tram C sur la qualité de l'air	9
3.1. Définition des scénarios et hypothèses de calcul des émissions de polluants atmosphériques.....	9
3.2. Evaluation de l'impact du « Tram C » sur les émissions de polluants le long du tracé...	9
3.3. Evaluation de l'impact du « Tram C » sur la qualité de l'air et l'exposition de la population.....	11
4. Conclusion.....	14

Résumé



La ligne de Tram C de l'agglomération grenobloise a été mise en service en 2006. Ce type de projet est susceptible d'avoir des impacts sensibles sur la qualité de l'air. Une démarche d'évaluation a donc été mise en œuvre par Air Rhône-Alpes en relation avec le SMTC. Elle concerne essentiellement les deux polluants principalement problématiques dans l'agglomération grenobloise : le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules en suspension (PM₁₀).

Des campagnes de mesures de qualité de l'air ont été réalisées « avant » et « après » la mise en service du Tram C (en 2001-2003 et 2008 respectivement). Ces résultats ont déjà été présentés en détail dans le rapport « [Evaluation de la qualité de l'air 2001-2008 sur le tracé de la ligne C - Air Rhône-Alpes – 2011](#) ». Ils indiquaient que la qualité de l'air s'était globalement améliorée le long du tracé de la ligne C sans toutefois fournir une évaluation précise de la contribution spécifique de la mise en service du Tramway dans cette évolution.

L'étude présentée dans ce rapport a pour objectif de finaliser l'évaluation de l'impact de la mise en place de la ligne C sur la qualité de l'air. Deux volets sont présentés :

- Une actualisation de l'analyse des données météorologiques « Avant » / « Après » déjà présentée en 2011 avec des mesures plus récentes collectées sur le réseau de stations fixes de mesure de la qualité de l'air.
- Une évaluation basée sur la modélisation pour compléter l'approche météorologique. La comparaison de deux scénarios « Avec Tram C » et « Sans Tram C » permet d'évaluer la contribution spécifique du Tram C à l'amélioration de la qualité de l'air.

L'analyse présentée montre que la mise en place du Tram C et des aménagements associés ont un **impact positif sur la qualité de l'air mais qu'il est limité à une bande d'environ 150 m de part et d'autre de la ligne de Tramway**. Globalement, le « Tram C » permet de réduire sensiblement l'exposition de la population riveraine à la pollution atmosphérique et améliore les indicateurs réglementaires associés (diminution de 23% du nombre de riverains exposés à un dépassement du seuil réglementaire pour le NO₂ ; diminution de 44% pour le seuil réglementaire pour les PM₁₀).

Il est important de souligner que l'évaluation réalisée est basée sur un calcul d'émission reposant sur des **hypothèses simplifiées**. En effet, seules les variations de trafic le long de la ligne C sont prises en compte : **les éventuels reports de trafic échappent donc à l'analyse**. Les hypothèses utilisées pour le calcul des émissions ont été validées par le SMTC. Une véritable modélisation trafic « Sans Tram C », n'intégrant pas la ligne de Tram (et intégrant des lignes de bus) permettrait d'avoir une vision plus réaliste de l'impact du Tram C.

1. Contexte et objectif de l'étude

Contexte : compléter l'approche métrologique par une approche par modélisation

La ligne de Tram C de l'agglomération grenobloise a été mise en service en 2006. Ce type de projet est susceptible d'avoir des impacts sensibles sur la qualité de l'air. Une démarche d'évaluation a donc été mise en œuvre par Air Rhône-Alpes en relation avec le SMTC.

Des campagnes de mesures de qualité de l'air ont été réalisées « avant » et « après » la mise en service du Tram C (en 2001-2003 et 2008 respectivement). Ces résultats ont déjà été présentés en détail dans le rapport « [Evaluation de la qualité de l'air 2001-2008 sur le tracé de la ligne C - Air Rhône-Alpes – 2011](#) ». Ils indiquaient que la qualité de l'air s'était globalement améliorée le long du tracé de la ligne C.

Cependant, il convient de noter que l'approche métrologique ne permet pas d'évaluer directement la contribution spécifique du Tram C dans cette évolution. En effet, plusieurs paramètres, non directement liés à la mise en place du Tramway, peuvent expliquer cette évolution : l'amélioration progressive du parc de véhicules, des évolutions du trafic non liées au Tram C, les conditions météorologiques qui sont variables d'une année à l'autre...

Ainsi, il est apparu nécessaire de réaliser une évaluation de l'effet spécifique du Tram C sur la qualité de l'air en se basant sur la modélisation. Cette approche permet de comparer les effets sur la qualité de l'air de deux scénarios de trafic dont la seule différence est la présence ou non du Tram C.

Objectif

L'étude présentée dans ce rapport a pour objectif de finaliser l'évaluation de l'impact de la mise en place de la ligne C sur la qualité de l'air. Deux volets sont abordés :

- L'analyse des données métrologiques « Avant » / « Après » présentée en 2011 est actualisée avec les mesures les plus récentes collectées sur le réseau de stations fixes de mesure de la qualité de l'air
- L'évaluation métrologique est complétée par une évaluation basée sur la modélisation de la qualité de l'air. La comparaison de deux scénarios « Avec Tram C » et « Sans Tram C » permet d'évaluer la contribution spécifique du Tram C aux évolutions de la qualité de l'air et de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

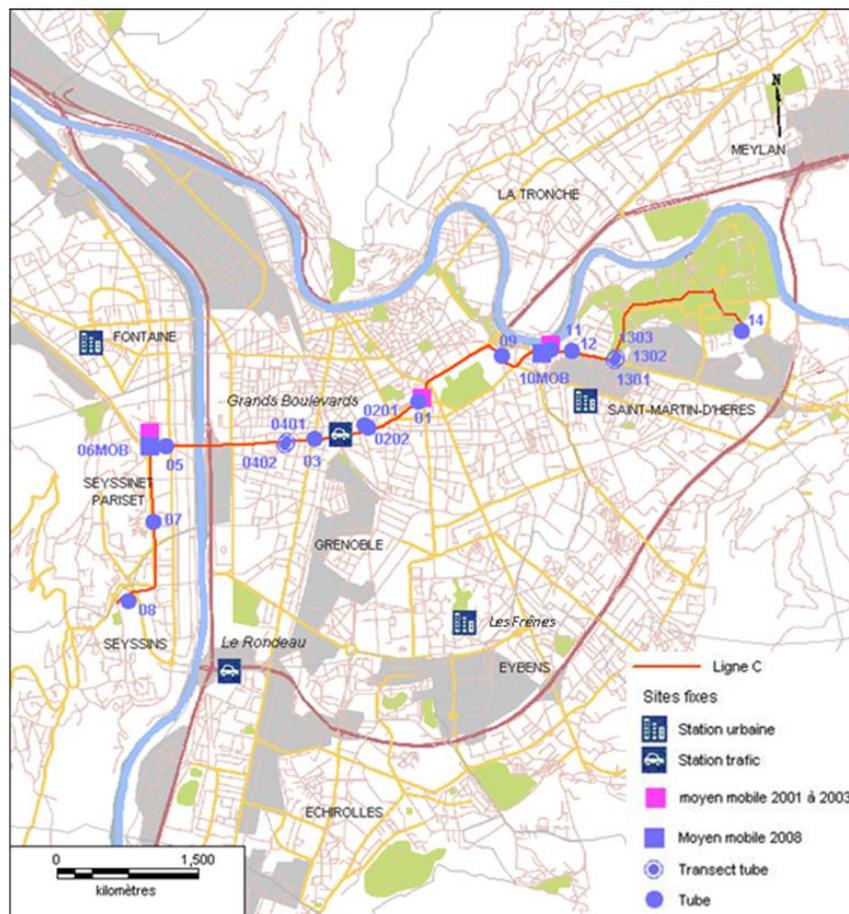
Les résultats présentés concernent les deux polluants principalement problématiques dans l'agglomération grenobloise : le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules (PM10).

2. Evaluation métrologique de l'évolution de la qualité de l'air sur le tracé de la ligne C : rappels et mises à jour

Des campagnes de mesures de qualité de l'air ont été réalisées « avant » et « après » la mise en service du Tram C (en 2001-2003 et 2008 respectivement). Ces résultats ont déjà été présentés en détail dans le rapport « [Evaluation de la qualité de l'air 2001-2008 sur le tracé de la ligne C- Axe St Martin d'Hères-Grenoble-Seyssinet ASCOPARG, 2010](#) ». La section suivante présente une synthèse actualisée de ces données.

2.1. Le dispositif métrologique

Les campagnes de mesure de la qualité de l'air ont été conduites avant et après la mise en service de la ligne C. Cette évaluation de la qualité de l'air a été effectuée sur la base de données collectées par **deux stations mobiles** : l'une située boulevard des Frères Desaire à Seyssinet et l'autre avenue Gabriel Péri à Saint Martin d'Hères. Ce dispositif a été complété par **15 tubes passifs** (NO₂, BTX ; Cf. annexe 5), répartis le long du tracé. De plus, **deux stations du réseau fixe** ont servi de points de référence pour cette étude : la station trafic de « Grenoble Boulevard » située sur le tracé du tram C et la station urbaine de « Saint Martin d'Hères » (Cf. carte ci-dessous). Les mesures des sites d'études sont comparées à celles des stations fixes du réseau de l'agglomération grenobloise dont les statistiques sont connues pour l'ensemble d'une année et servent de référence.



LOCALISATION DES SITES D'ETUDE ET SITES FIXES DE SURVEILLANCE (FOND ET PROXIMITE AUTOMOBILE)
DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE

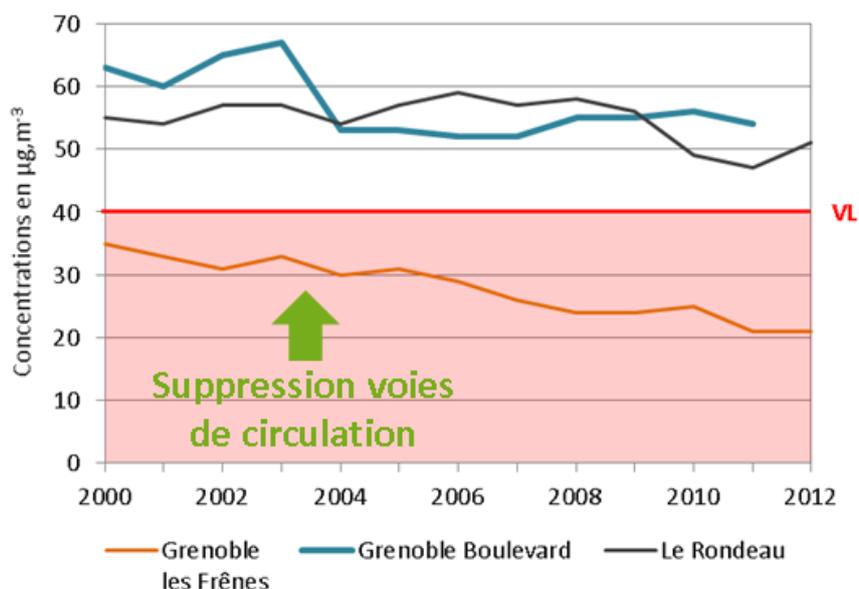
2.2. Evolution des niveaux de dioxyde d'azote (NO₂)

Les évolutions générales des niveaux

Les concentrations de NO₂ tendent à diminuer depuis plusieurs années en situation de fond urbain (Cf. figures ci-dessous ; exemple de la station de Grenoble les Frênes). En revanche, les concentrations de NO₂ observées au niveau de la station trafic¹ du « Rondeau » à Grenoble ne montrent pas de tendance claire à la baisse. Les évolutions constatées à Grenoble sont également observées dans d'autres grandes agglomérations.

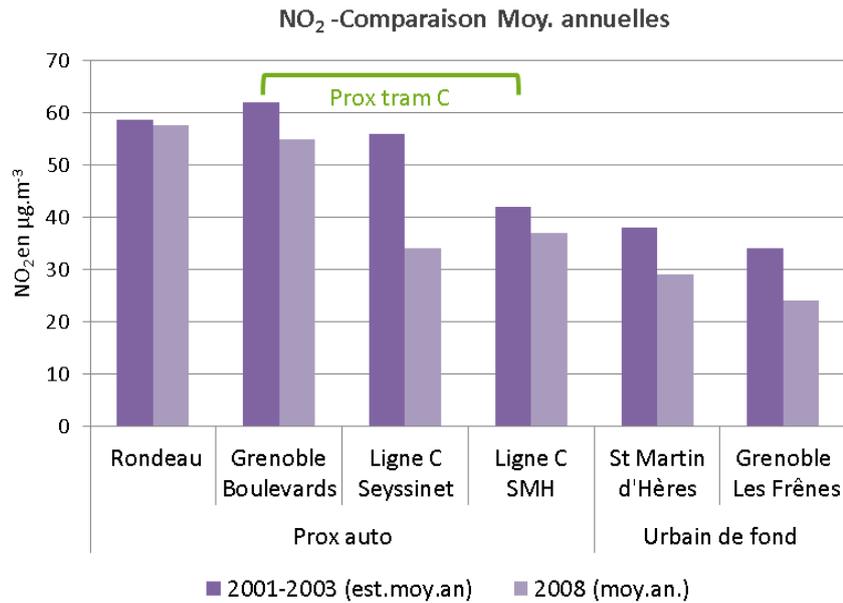
Un effet positif notable mais qui reste strictement limité à la zone de proximité de la ligne C.

Une baisse des niveaux de NO₂ est observée sur des sites localisés en bordure de la ligne C entre 2003 et 2008 (Cf. Figure ci-dessous). Toutefois, cette évolution est hétérogène : tous les sites ne montrent pas la même diminution. Elle est clairement visible sur les sites de mesures de « Ligne C Seyssinet » (-40%) et de « Grenoble Boulevard » (-20%), mais elle est moins marquée au niveau du site « SMH » (-10%). En outre, il convient de noter que l'amélioration de la qualité de l'air semble limitée à la zone de proximité immédiate de la ligne C. En effet, les niveaux de fond à Saint-Martin d'Hères (site « St Martin d'Hères ») ont évolué comme dans le reste de l'agglomération grenobloise (e.g. « Grenoble les Frênes »).



EVOLUTION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO₂ AU NIVEAU DE TROIS SITES DE MESURE DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE (GRENOBLE LES FRENES : STATION DE FOND URBAIN ; GRENOBLE BOULEVARD ET LE RONDEAU : STATIONS DE PROXIMITE TRAFIC)

¹ Les stations « trafic » ou « proximité automobile » sont situées à proximité immédiate du trafic automobile et représentent donc le niveau maximum d'exposition à la pollution liée au trafic automobile.



CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES DE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂) EN (2001-2003) ET 2008 SUR LES SITES D'ETUDES ET SUR LES SITES FIXES DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE

Une amélioration vraisemblablement liée à la mise en place de la Ligne C.

La temporalité et la spatialisation des évolutions (amélioration plus marquées dans la zone de la ligne C qu'au niveau des sites éloignés) semblent indiquer que les aménagements réalisés dans le cadre de la mise en place de la ligne C (suppression/ réorganisation des voies de circulation) sont à l'origine de ces évolutions.

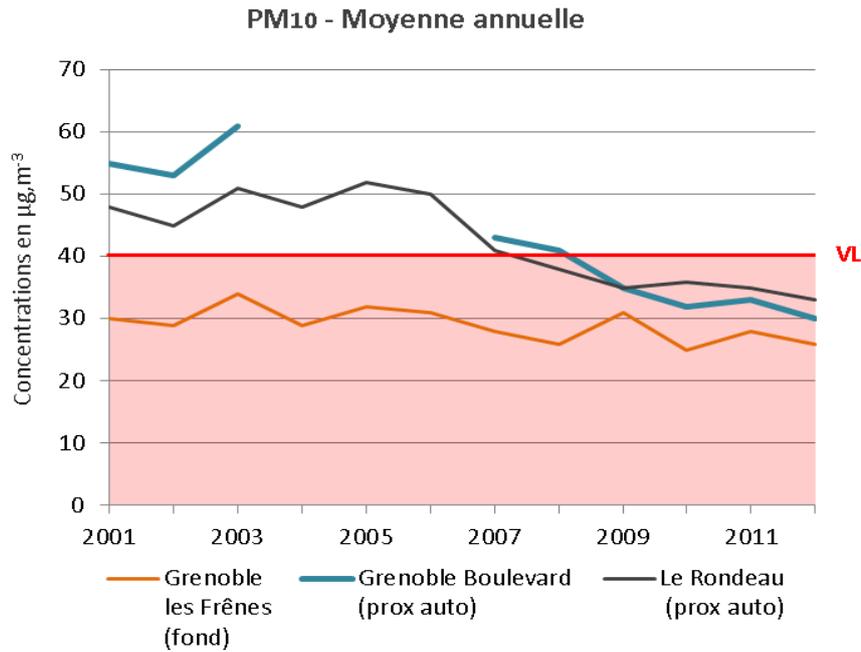
2.3. Les niveaux de particules PM₁₀

Les évolutions générales des niveaux

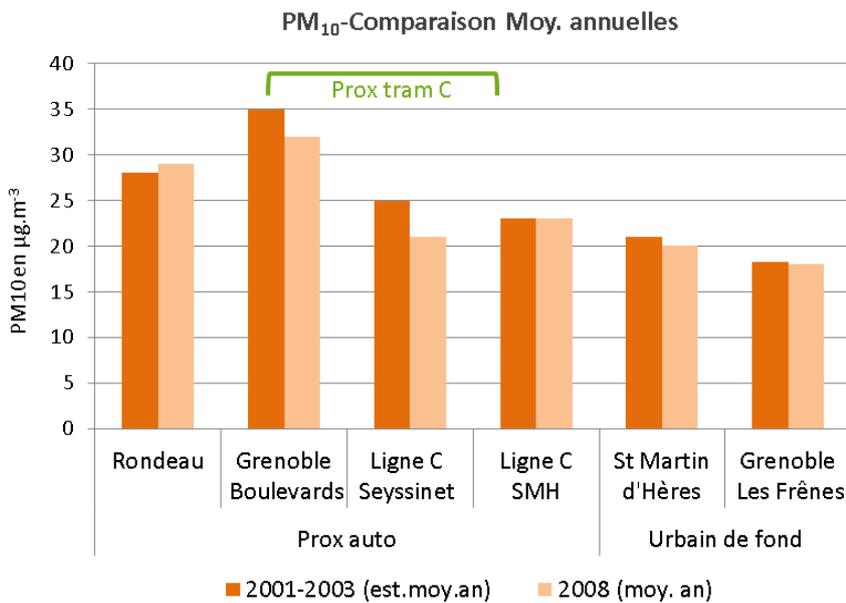
Une baisse des niveaux de PM₁₀ (moyenne annuelle) semble se dessiner depuis 2007, au niveau des stations de proximité trafic de l'agglomération grenobloise. En revanche, cette baisse des concentrations n'est pas claire sur les sites de fond.

Un effet positif sensible mais qui reste strictement limité à la zone de proximité de la ligne C

Comme pour le NO₂, une diminution des niveaux de particules en suspension PM₁₀ est observée sur les stations « trafic » situées à proximité immédiate de la ligne du tramway entre 2001 et 2008. Cette baisse concerne essentiellement les sites de « Seyssinet » (-15%) et de « Grenoble Boulevard » (-10%). Elle semble également s'inscrire dans un contexte plutôt local (autour du tram) car elle n'est pas observée sur la même période, au niveau du site fixe du « Rondeau » et sur les sites de fond y compris celui de « Saint-Martin d' Hères ».



EVOLUTION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM10 AU NIVEAU DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE



CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES DE PARTICULES (PM10) EN (2001-2003) ET 2008 SUR LES SITES D'ETUDES ET SUR LES SITES FIXES DE L'AGGLOMERATION GRENOBLOISE

2.4. Synthèse des données météorologiques

Les données de mesure de la qualité de l'air permettent de mettre en évidence une amélioration de la qualité de l'air plus marquée le long du tracé de la ligne C que dans le reste de l'agglomération. Cet effet positif est cependant limité à la proximité immédiate de la ligne de Tram.

3. Evaluation par modélisation de l'impact spécifique du tram C sur la qualité de l'air

Il est difficile de distinguer l'effet spécifique du tram C sur la qualité de l'air sur la base exclusive d'une analyse des données de mesure. En effet, d'autres facteurs non liés au tramway tels que la météorologie (variable d'une année à l'autre) ou l'évolution du parc de véhicule peuvent avoir une influence sur la qualité de l'air. Ainsi, l'évaluation métrologique a été complétée par une évaluation par modélisation qui permet d'isoler l'effet spécifique de la mise en place du Tram C sur la base de la comparaison de deux scénarios : « Avec » et « Sans » tram C. Les sections suivantes présentent les scénarios, l'évaluation en termes d'émissions de polluants atmosphériques (NO_x, NO₂, PM₁₀ et PM_{2.5} et CO₂) et de qualité de l'air (NO₂ et PM₁₀).

3.1. Définition des scénarios et hypothèses de calcul des émissions de polluants atmosphériques

Cette section présente les hypothèses de calculs des émissions associées aux scénarios « Avec » et « Sans » Tram C (Cf. Annexe 1 pour détail). Il convient de noter que le scénario trafic « Sans Tram C » n'est pas basé sur une modélisation trafic spécifique : il a été construit à partir du scénario « Avec Tram C » sur la base d'hypothèses simplifiées, validées par le SMTC.

Scénario « Avec tram C » : prise en compte des émissions routières et des émissions liées au Tram C

Le calcul des émissions liées aux transports sont calculées sur la base du modèle trafic de l'année 2010 (SMTC ; EMD 2010), d'un parc roulant urbain 2010 fourni par le CITEPA² et de facteurs d'émissions issus de la version COPERT 4 v9.0 implémentée dans l'outil de calcul MOCAT d'Air Rhône-Alpes. En outre, les émissions de particules PM₁₀ (usure des freins, roues, rail, caténaires) et de CO₂ (contenu CO₂ du Kwh électrique consommé), générées par le tramway ont été intégrées dans ce scénario.

Scénario « sans tram C » : construit sur la base d'hypothèses simplifiées

Le scénario trafic « Sans tram C » a été élaboré à partir du scénario « Avec tram C » en se basant sur l'hypothèse que la mise en place du tram C et les aménagements associés n'entraînaient des modifications de trafic que le long du tracé du tram C. Le scénario ne prend donc pas en compte d'éventuels reports de trafic. Les évolutions de trafic le long du tracé de la ligne C intégrées au scénario sont issues de comptage routiers (2003 et 2012) fournis par la Métro (Cf. Annexe 1). Globalement, la baisse des volumes de trafic varie selon les secteurs, de -30 à -50%.

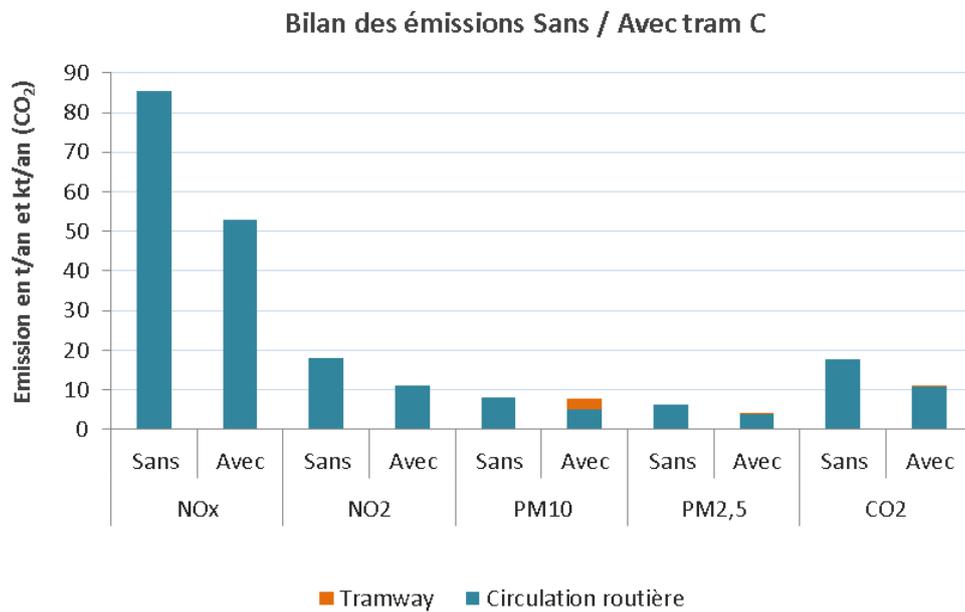
3.2. Evaluation de l'impact du « Tram C » sur les émissions de polluants le long du tracé

Une diminution notable des émissions de polluants atmosphériques le long du tracé de la ligne Tram C

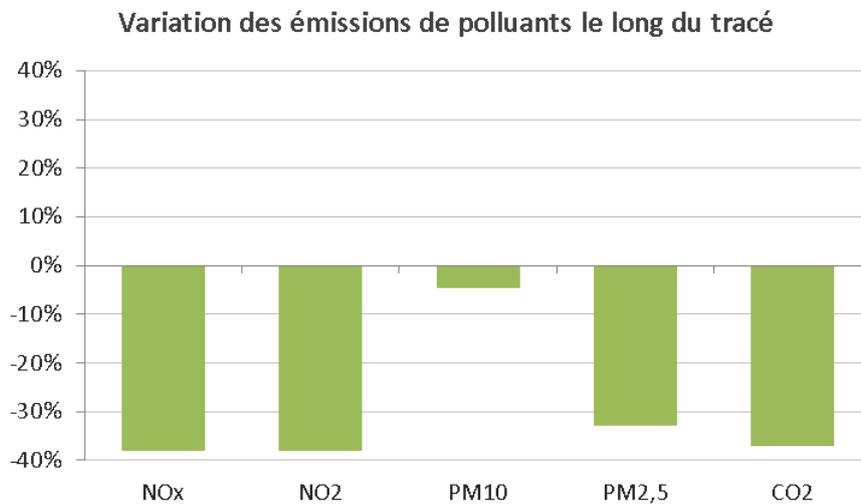
Compte tenu des hypothèses utilisées pour le calcul des émissions, la mise en place du Tramway entraîne une diminution globale des émissions du trafic routier le long de la ligne du Tram C (près de -40% pour tous les polluants ; Cf. Figure ci-dessous). Cette baisse des émissions est directement imputable à l'évolution globale du volume trafic. Cependant, la circulation du tramway est à l'origine d'émissions notables de particules (usure des freins, roues, rail, caténaires...) et dans une moindre

² Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la pollution atmosphérique

mesure de CO₂ (consommation électrique). Ces émissions viennent partiellement dégrader le bilan « Sans » / « Avec » (e.g. PM₁₀ : -5% ; PM_{2.5} : -33%).



EMISSIONS DES TRANSPORTS « SANS » ET « AVEC » TRAM C LE LONG DU TRACE DU TRAM C



VARIATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS LE LONG DU TRACE EN LIEN AVEC LA MISE EN SERVICE DU TRAM C (EN %)

3.3. Evaluation de l'impact du « Tram C » sur la qualité de l'air et l'exposition de la population

Cette section propose une analyse de l'évolution de la qualité de l'air et de l'exposition de la population en lien avec les deux scénarios définis précédemment. Cette étude considère les deux polluants les plus « critiques » dans l'agglomération grenobloise : les particules en suspension PM_{10} et le dioxyde d'azote (NO_2).

Ce travail prospectif s'appuie sur des outils de modélisation (Cf. description en annexe 2). La modélisation numérique permet d'établir des cartographies de qualité de l'air pour différents polluants et donc de calculer la population exposée aux dépassements des normes de la qualité de l'air par croisement avec les cartes de répartition de la population. Les conditions météorologiques de l'année 2012 (situation la plus récente) ont été retenues pour la réalisation de ces simulations. Les statistiques montrent que c'est une année plutôt favorable à la dispersion des polluants.

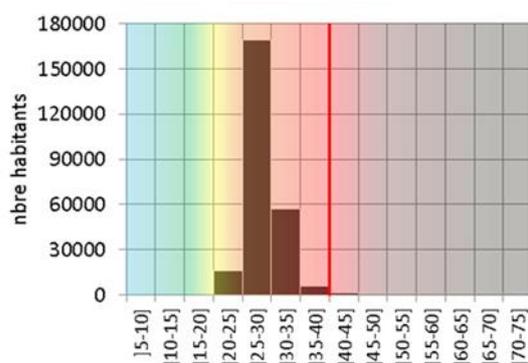
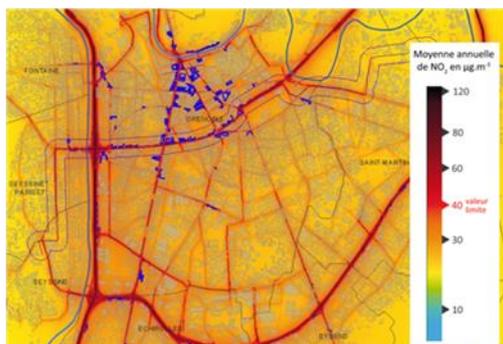
Scénario de référence « Sans Tram C »: une situation critique notamment le long du tracé de la ligne C

Dans le scénario « Sans Tram C » les populations les plus impactées par la pollution atmosphérique sont localisées dans le centre-ville, en bordure de l'A480 et d'une manière générale à proximité des grands axes routiers (Cf. cartes ci-dessous). Le tracé de la ligne C, qui traverse l'agglomération d'est en ouest, en passant par les grands boulevards de Grenoble et à proximité de l'autoroute A480, correspond à une zone exposée à des niveaux élevés de polluants atmosphériques (Cf. limites tracées en gris).

L'analyse de la distribution de la population exposée aux différents niveaux de pollution, montre qu'en l'absence de « tram C », environ 2 300 personnes seraient exposées à un dépassement du seuil réglementaire pour le NO_2 et environ 1 100 à un dépassement de la valeur limite pour les PM_{10} . La zone de proximité du tracé de la ligne C concentre une part notable des habitants exposés à des dépassements des seuils réglementaires : 900 habitants de cette zone seraient soumis à des niveaux de NO_2 supérieurs à la valeur limite et 700 à des dépassements de la valeur limite journalière PM_{10} .

Au-delà de cette analyse basée sur le seuil réglementaire, il convient d'étudier l'ensemble de la distribution de la population. En effet, l'effet de la pollution atmosphérique sur la santé est « sans seuil », c'est-à-dire qu'on ne peut pas observer de seuil de concentration en particules en deçà duquel aucun effet sanitaire ne serait constaté. Ainsi, il est important de noter qu'une fraction importante de la population est exposée à un niveau de polluant « juste inférieur » au seuil réglementaire aussi bien pour les PM_{10} que pour le NO_2 .

NO₂ – moyenne annuelle

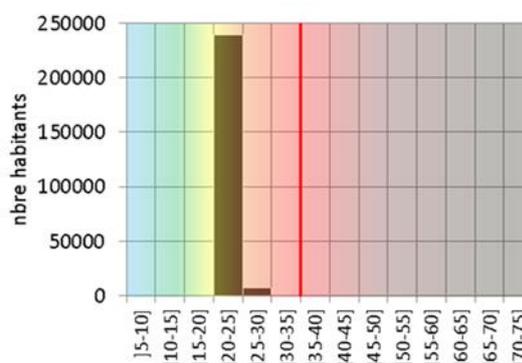
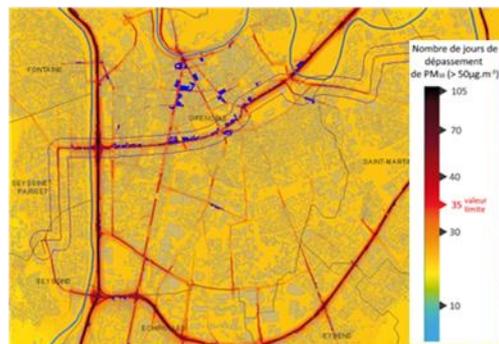


Domaine total : 2 300

Zone « Tram C » : 900

Nombre d'habitants exposés à un dépassement du seuil réglementaire

PM₁₀ – nombre de jours pollués



Domaine total : 1 100

Zone « Tram C » : 700

Nombre d'habitants exposés à un dépassement du seuil réglementaire

SITUATION 2012 « SANS TRAM C ». A GAUCHE EN HAUT, CARTOGRAPHIE DE LA SITUATION PAR RAPPORT A LA VALEUR LIMITE POUR LE NO₂ – MOYENNE ANNUELLE. A DROITE EN HAUT, CARTOGRAPHIE DE LA SITUATION PAR RAPPORT A LA VALEUR LIMITE POUR LES PM₁₀ – NOMBRE DE JOURS DEPASSANT LA CONCENTRATION MOYENNE 50 µg.m⁻³. EN BLEU : BATIMENTS EXPOSES A UN DEPASSMENT DE LA VALEUR LIMITE ; LA ZONE DE PROXIMITE DU TRACÉ DE LA LIGNE C DELIMITEE EN GRIS. EN BAS : DISTRIBUTION DE LA POPULATION SELON LES NIVEAUX D'EXPOSITION CORRESPONDANT AUX CARTES DU DESSUS.

Mise en place du Tram C : une amélioration notable de la qualité de l'air le long du tracé de la ligne C

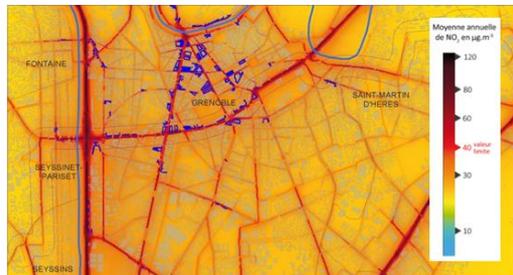
Cette section propose une analyse de l'évolution des niveaux de polluants et de l'exposition de la population en lien avec les deux scénarios étudiés. Les résultats concernant le NO₂ sont illustrés dans la figure ci-dessous et ceux traitant des PM₁₀ sont annexés à ce document (Annexe 4).

La cartographie des différences de concentrations de NO₂ entre les scénarios « Sans Tram C » et « Avec Tram C » met en évidence une baisse des niveaux de NO₂ le long du tracé de la ligne C (Cf. ci-dessous droite – haut). La mise en place du tram C a donc un impact positif net sur la qualité de l'air. Toutefois, cet effet semble limité à la zone de proximité du tram (environ 150 mètres). Le constat est identique pour les PM₁₀ (Cf. annexe 4) avec une diminution sensible du nombre de jours de dépassement le long du tracé de la ligne C. Ces résultats obtenus par modélisation sont cohérents avec les conclusions tirées de l'analyse des données météorologiques (Cf. section 2).

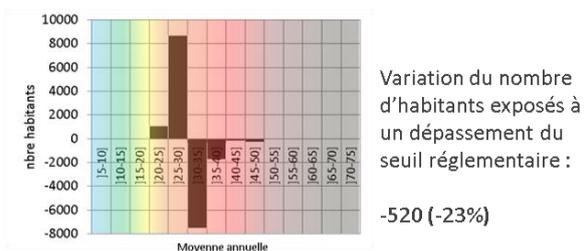
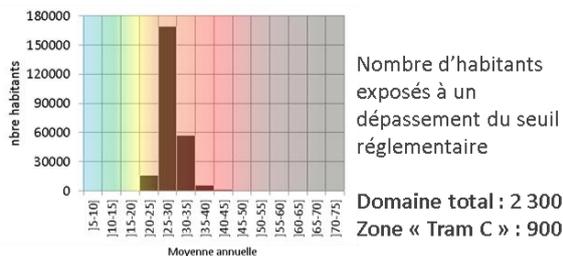
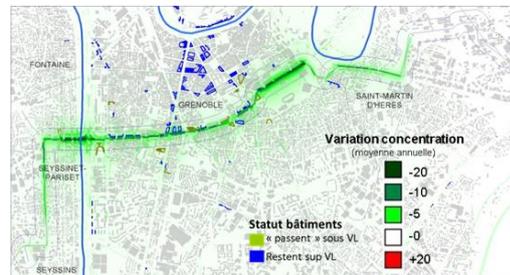
L'analyse de la distribution de la population exposée aux différents niveaux de pollution montre que globalement, les classes les plus exposées évoluent « à la baisse » alors que le nombre de personnes dans la classe correspondant au niveau le plus faible de pollution augmente (figure ci-dessous en bas à droite). La mise en place de la Ligne C (telle que prise en compte dans la modélisation) entraîne donc

une réduction sensible de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique. Le nombre d'habitants exposés à un dépassement de seuil réglementaire est sensiblement réduit (Cf section suivante).

2012 scénario « sans Tram C » (zoom)



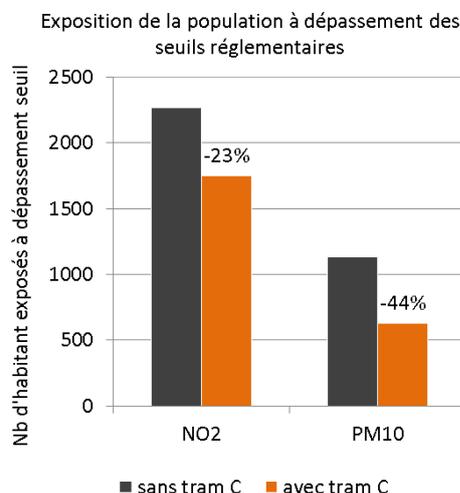
Evolution « sans Tram C » - « Avec Tram C »



EVOLUTION DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION A LA POLLUTION AU NO₂ EN RELATION AVEC LES DEUX SCENARIOS ETUDIES SUR LE SECTEUR DU TRAM C. A GAUCHE : CARTOGRAPHIE DU SCENARIO « SANS TRAM C » PAR RAPPORT A LA VALEUR LIMITE POUR LE NO₂ EN 2012 MOYENNE ANNUELLE ; DROITE : EVOLUTION LIEE AU SCENARIO « AVEC TRAM C » PAR RAPPORT LA SITUATION « SANS TRAM ». HAUT : CARTOGRAPHIE DE LA VARIATION DES CONCENTRATIONS DE NO₂ ; BAS ; DISTRIBUTION DE LA POPULATION (OU DE LA VARIATION DE POPULATION POUR LE GRAPHIQUE DE DROITE SELON LES NIVEAUX D'EXPOSITION AU NO₂).

Synthèse des effets du scénario avec tram C sur les indicateurs réglementaires d'exposition de la population.

La figure ci-dessous représente le nombre d'habitants exposés aux dépassements du seuil réglementaire pour le NO₂ et les PM₁₀ pour les deux scénarios. Compte tenu des hypothèses retenues dans la modélisation (variation du trafic uniquement le long du tracé sans prise en compte d'éventuels reports de trafic) la mise en service du Tram C permet d'améliorer notablement les indicateurs réglementaires d'exposition de la population. 520 habitants « passent » sous le seuil réglementaire pour le NO₂ (soit une diminution de 23%) et 500 habitants « passent » sous le seuil réglementaire pour les PM₁₀ (soit une diminution de 44%).



SYNTHESE DE L'IMPACT DES SCENARIOS « AVEC TRAM C » ET « SANS TRAM C » SUR LES INDICATEURS REGLEMENTAIRES D'EXPOSITION DE LA POPULATION. SEUILS REGLEMENTAIRES : NO₂ : 40 µG/M³ EN MOYENNE ANNUELLE ; PM₁₀ NOMBRE DE JOURS AVEC MOYENNE JOURNALIERE > 50 µG/M³ A NE PAS DEPASSER PLUS DE 35 FOIS DANS L'ANNEE.

4. Conclusion

Les résultats des **campagnes de mesures** de la qualité de l'air réalisées en 2001-2003 (« Sans tram C ») et 2008 (« Avec Tram C ») indiquent que la qualité de l'air s'est globalement améliorée après la mise en place du Tram C le long du tracé. Cependant, l'approche métrologique ne permet pas d'évaluer directement la contribution exacte du Tram C dans cette évolution.

L'impact spécifique de la mise en place du Tram C sur la qualité de l'air a été évalué par **modélisation** : comparaison d'un scénario « Avec Tram C » et « Sans Tram C ». Cette analyse montre que :

- Dans la situation « Sans Tram C », la zone de proximité du tracé de la ligne C concentre une part notable des habitants exposés à des dépassements des seuils réglementaires
- La mise en place du Tram C a un impact positif sur la qualité de l'air
- Cet impact est limité à une bande d'environ 150 m de part et d'autre du tracé
- Le « Tram C » permet de réduire notablement l'exposition de la population à la pollution atmosphérique et améliore les indicateurs associés (diminution de 23% du nombre de habitants exposés à un dépassement de seuil réglementaire pour le NO₂ ; diminution de 44% pour le seuil réglementaire pour les PM₁₀).

L'évaluation réalisée est basée sur un calcul d'émission reposant sur des **hypothèses simplifiées**. En effet, seules les variations de trafic le long de la ligne C sont prises en compte : les éventuels reports de trafic échappent donc à l'analyse. Les hypothèses utilisées pour le calcul des émissions ont été validées par le SMTC. Une véritable modélisation trafic « Sans Tram C », n'intégrant pas la ligne de Tram (et intégrant des lignes de bus) permettrait d'avoir une vision plus réaliste de l'impact du Tram C.

Annexes

ANNEXE 1 : Calcul des émissions de polluants « avant » et « après » tram C

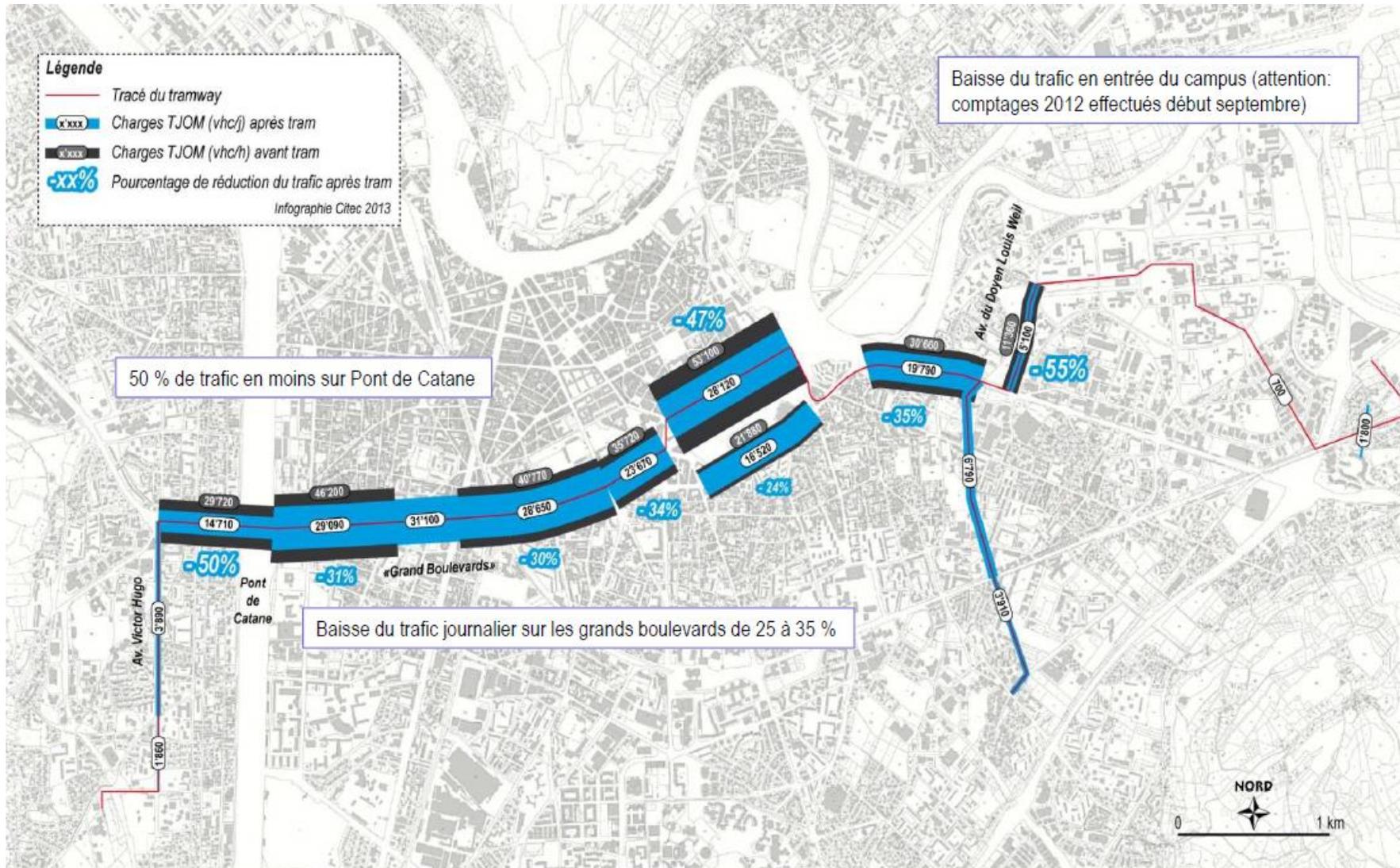
Objectif

Il s'agit d'évaluer l'impact de la mise en service du Tram C sur les émissions de polluants locaux (NOX, NO₂, PM10 et PM2.5) et de CO2 sur son tracé strict. Afin de s'affranchir de paramètres indépendants au Tram (notamment l'évolution du parc automobile qui a un impact sur les émissions unitaires), il faut donc évaluer le plus précisément possible l'évolution du trafic routier suite à la mise en service du tram C en 2006.

Evolution du trafic routier

L'existence de deux modélisations trafic aux horizons 2002 et 2010 constituait à première vue une source de donnée intéressante pour quantifier le trafic à ces deux horizons. En effet, cette solution permettait de prendre en compte les reports de trafic sur d'autres voiries de l'agglomération et de réaliser un bilan sur un périmètre plus large que le strict axe de la ligne C. Une seconde solution consistait à exploiter les deux campagnes de comptages routiers réalisées par la METRO le long du tracé du Tram, l'une au premier trimestre 2003 et l'autre en septembre 2012. Cette source d'information permet de disposer d'un pourcentage d'évolution du trafic sur plusieurs zones décrites dans le tableau et la carte ci-dessous.

n° zone	Localisation de la zone	pourcentage d'évolution entre 2003 et 2010
0	extrémités de la ligne : Seyssins et campus SMH (moyenne des évolutions)	- 38 %
1	entre Seyssinet et Catane	- 50 %
2	entre Catane et Jaurès : bd Vallier	- 31%
3	entre Jaurès et Gambetta : bd Foch	- 30 %
4	entre Gambetta et Chavant : bd Joffre	- 34 %
5	entre Chavant et Valmy : bd Jean Pain	- 47 %
6	entre Valmy et Doyen Louis Weil : av Gabriel Péri	- 35 %



Données source : Campagnes de comptages réalisées au premier trimestre 2003 et en septembre 2012

Illustration 1 : évolution des comptages le long du tram C entre 2003 et 2010

La comparaison des deux sources de données donne des résultats assez différents, le modèle trafic donnant une évolution moyenne sur l'ensemble de l'axe de **-66%**, alors que la moyenne pondérée des comptages donne **-38%**. Il est donc décidé en accord avec la METRO de privilégier la source de données comptages, le modèle trafic ayant subi par ailleurs des modifications entre sa version 2002 et 2010. De plus, pour l'avenue du Doyen Louis Weil, la Metro a recommandé de prendre un pourcentage moyen d'évolution plutôt que la valeur de -55%. En effet, comme il s'agit de l'entrée sur le campus universitaire, les comptages sont fortement liés au rythme scolaire, et donc à la campagne de comptage.

Calcul des émissions routières

Le calcul des émissions est basé sur les données du modèle trafic de l'année 2010, d'un parc roulant urbain 2010 fourni par le CITEPA et de facteurs d'émissions issus de la version COPERT 4 v9.0 implémentée dans l'outil de calcul MOCAT d'Air Rhône-Alpes.

Pour évaluer précisément l'impact de la mise en place de la ligne de Tram, il a été convenu que seuls les volumes de trafic changeraient entre les scénarii avant et après. Ainsi, à partir des données trafic de 2010 (après tram C), et des évolutions de trafic fournies par la METRO (cf carte précédente), un trafic avant tram C a été reconstitué. Dans ce cas-là et en l'absence de données plus détaillées, on considère que les évolutions de trafic sur cet axe entre 2003 et 2012 sont du même ordre de grandeur que celles entre 2003 et 2010.

A partir des trafics 2010, les coefficients utilisés pour obtenir les trafics 2003 sont les suivants :

n° zone	Localisation de la zone	% appliqué aux trafics 2010 pour obtenir les trafics 2003
0	extrémités de la ligne : Seyssins et campus SMH (moyenne des évolutions)	+ 64 %
1	entre Seyssinet et Catane	+ 102 %
2	entre Catane et Jaurès : bd Vallier	+ 59 %
3	entre Jaurès et Gambetta : bd Foch	+ 42 %
4	entre Gambetta et Chavant : bd Joffre	+ 51 %
5	entre Chavant et Valmy : bd Jean Pain	+ 89 %
6	entre Valmy et Doyen Louis Weil : av Gabriel Péri	+ 55 %

Illustration 2 : coefficients appliqués aux émissions 2010 pour obtenir les émissions 2003

Pour le calcul des émissions 2003, on applique aux émissions de l'année 2010 le pourcentage d'évolution du trafic entre 2010 et 2003.

Cette méthode permet de s'affranchir du problème de l'évolution du parc roulant entre ces 2 années. En effet, en appliquant un pourcentage sur les émissions, on ne fait jouer que la fluctuation des volumes de trafic.

Ainsi, le long du tracé du tram, les émissions liées au trafic routier ont été réduites de 38% (ce qui correspond à l'évolution moyenne du volume de trafic entre 2003 et 2010). Le graphe et la carte suivants présentent le bilan des émissions routières avant/après.

soit 870 000 km. Si le tramway ne dispose pas de moteur thermique, son bilan n'est pour autant pas neutre vis-à-vis des émissions :

- de CO₂ : le bilan est établi sur la base du contenu CO₂ du kWh électrique associé aux transports (soit 40 g de CO₂/kWh selon la note ADEME 2005) ;
- De particules : différents phénomènes d'usure de pièces (freins, roues, rail, caténaire) sont émetteurs de particules. Le facteur d'émission utilisé est issu d'une étude allemande (LÖCHTER, A., Modellsystem zur Berechnung des Abriebs und anderer luftgetragenen Schadstoffe des Schienenverkehrs, Immissionsschutz 2007 - Zeitschrift für Luftreinhaltung, Lärmschutz, Anlagensicherheit, Abfallverwertung und Energie- nutzung, Erich Schmidt Verlag) et associé au transport ferroviaire de personnes sur de courtes distances. A noter que le facteur issu du guide national OMINEA du CITEPA est moins approprié car provenant de mesures sur des trains de marchandises.

Les émissions générées par le tramway C sont les suivantes :

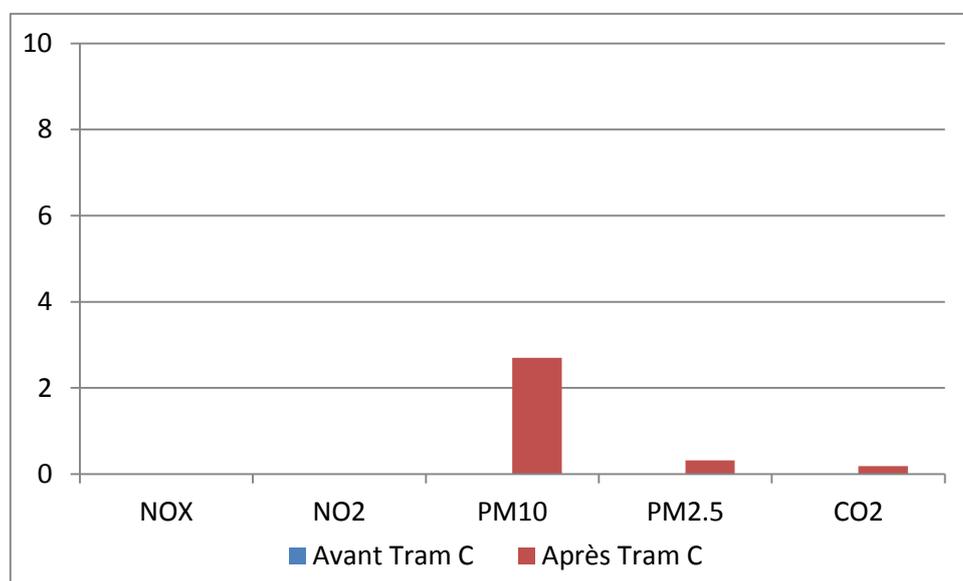


Illustration 4 : bilan des émissions du tramway C (tonnes)

Bilan global de l'opération

En cumulant les bilans d'émissions routières et du tramway, on obtient le bilan environnemental ci-dessous. Pour les NOX/NO₂, la baisse est directement imputable au bilan routier (-38%). Pour le CO₂, le tramway ne limite que de 1% la baisse des émissions routières (-37%). Pour les particules, le bilan PM10 est en légère diminution (-5%) tandis que le gain en PM2.5 est plus marqué (-33%).

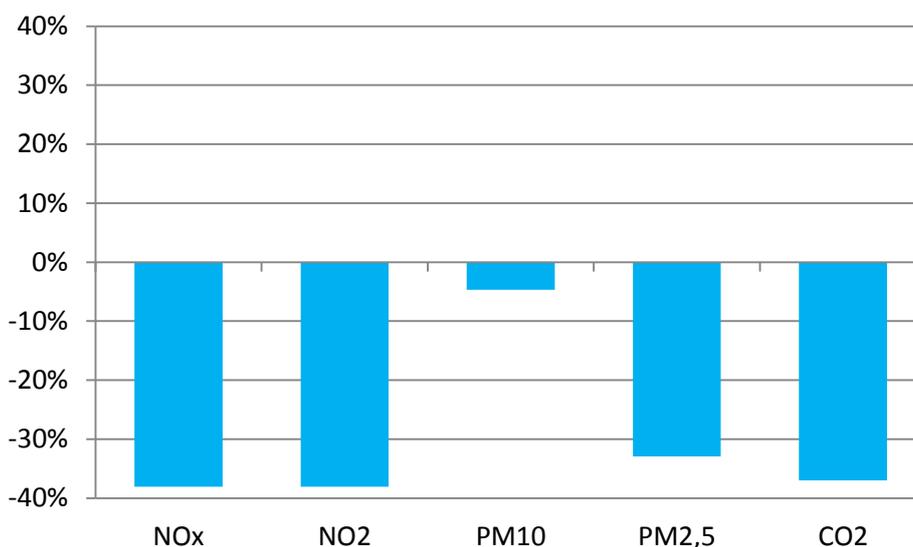
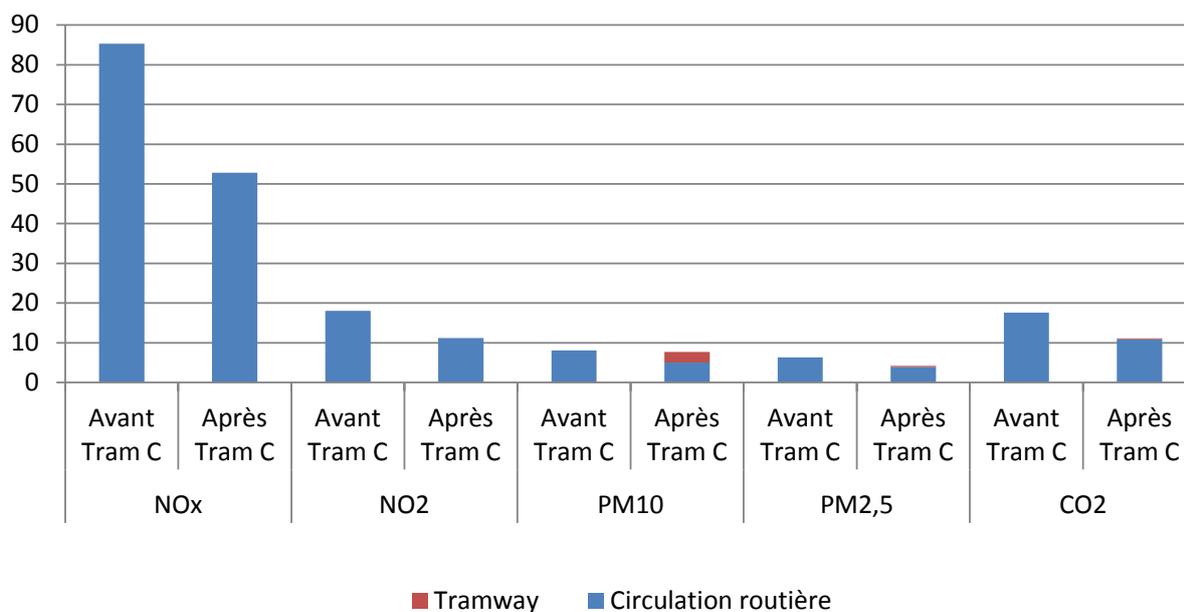


Illustration 5 : variation des émissions de polluants le long du tracé de la ligne C en lien avec la mise en service de la ligne (en %)

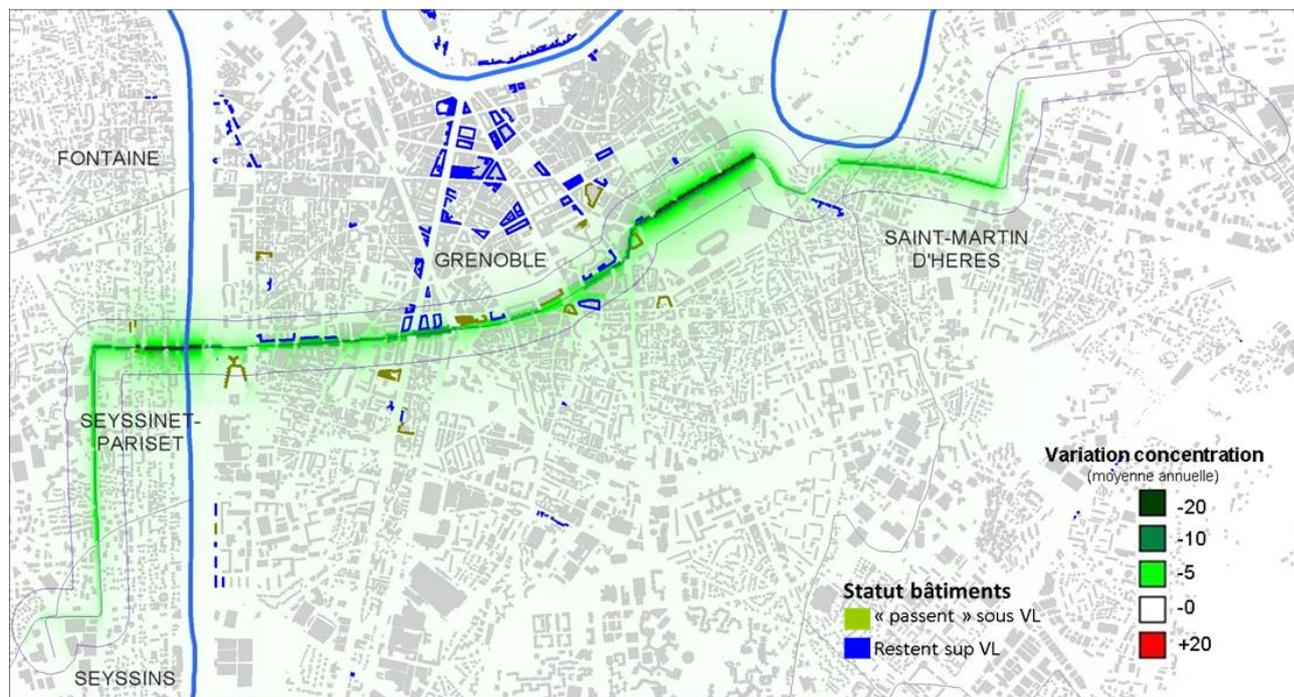
Perspectives

Bien que le bilan PM10 ne soit que légèrement favorable, la forte baisse des émissions de NOx/NO₂/CO₂/PM2,5 montre l'impact environnemental positif de cette ligne de tramway. Ce travail pourrait être affiné selon deux axes :

- Prise en compte d'une véritable modélisation trafic avant mise en service du tram pour élargir le périmètre géographique sur lequel a été fait le bilan des émissions
- Approfondir les connaissances sur les facteurs d'émissions liés à l'usure des pièces du tramway, le facteur actuellement utilisé résultant de mesures sur trains de voyageurs aux caractéristiques pouvant fortement différer d'un tramway (par exemple le système de freinage).

ANNEXE 3 : Analyse de l'évolution de l'exposition de la population aux NO₂ en relation avec les deux scénarios étudiés

Evolution « sans tram C » et « avec tram C »

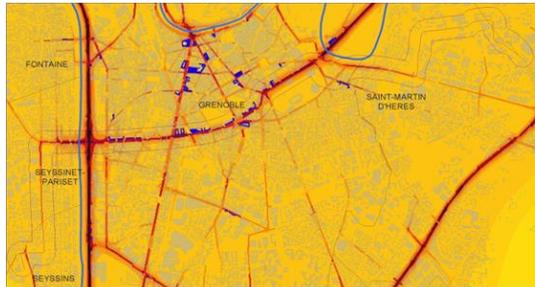


CARTOGRAPHIE DES DIFFERENCES DE CONCENTRATIONS DE NO₂ ENTRE LE SCENARIO « SANS TRAM C » ET « AVEC TRAM C ». EN VERT : BATIMENTS QUI NE SONT PLUS EXPOSES A UN DEPASSEMENT DE LA VALEUR LIMITE.

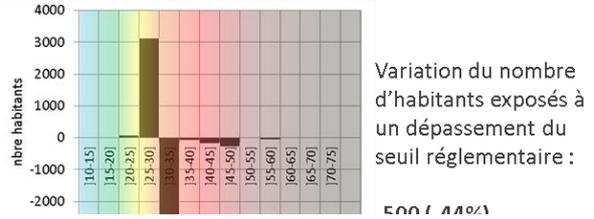
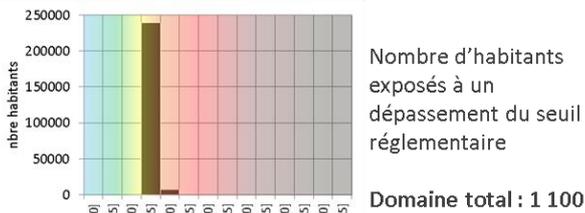
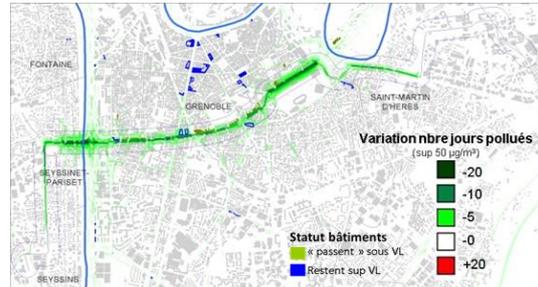
ANNEXE 4 : Analyse de l'évolution de l'exposition de la population aux PM10 en relation avec les deux scénarios étudiés

PM10 – Nombre jours pollués

2012 scénario « sans Tram C » (zoom)



Evolution « sans Tram C » - « Avec Tram C »



EVOLUTION DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION A LA POLLUTION AUX PM10 EN RELATION AVEC LES DEUX SCENARIOS ETUDIES SUR LE SECTEUR DU TRAM C. A GAUCHE : CARTOGRAPHIE DU SCENARIO « SANS TRAM C » PAR RAPPORT A LA VALEUR LIMITE POUR LES PM10 EN 2012 MOYENNE ANNUELLE ; DROITE : EVOLUTION LIEE AU SCENARIO « AVEC TRAM C » PAR RAPPORT LA SITUATION « SANS TRAM ». HAUT : CARTOGRAPHIE DU NOMBRE DE JOURS POLLUES ; BAS ; DISTRIBUTION DE LA POPULATION (OU DE LA VARIATION DE POPULATION POUR LE GRAPHIQUE DE DROITE SELON LES NIVEAUX D'EXPOSITION AU PM10.

Evolution « sans tram C » et « avec tram C

CARTOGRAPHIE DES DIFFERENCES DE NOMBRES DE JOURS POLLUES AUX PM10 ENTRE LE SCENARIO « SANS TRAM C » ET « AVEC TRAM C »

