

**Réalisation de scénarios d'émissions
autour des aménagements du projet de
modernisation de la ligne ferroviaire
Marseille Aix par la SNCF**

Étude AtmoSud pour la SNCF

RESUMÉ :
**REALISATION DE SCENARIOS D'EMISSIONS AUTOUR DES
AMENAGEMENTS DU PROJET DE MODERNISATION DE LA LIGNE
FERROVIAIRE MARSEILLE AIX PAR LA SNCF**
Étude AtmoSud pour la SNCF

La mise à jour des émissions ferroviaires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur sur ces dernières années (inventaires 2009, 2014, 2015 et 2016) permet de mettre en évidence un trafic régional dominé par les TER et les Grandes lignes.

Une hausse significative du trafic ferroviaire régional de +9 % est constatée entre 2009 et 2016. Entre 2009 et 2016, les émissions de polluants et GES ont augmenté (+ 30%) en raison du nombre de kilomètres parcourus par les trains, les particules fines également (+ 18%), dues à l'usure des freins, des roues et des rails ; les émissions de NO_x ont quant à elles augmentées de 30%.

Sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les émissions de particules issues du secteur ferroviaire contribuent à hauteur de 0.35% aux émissions totales de particules fines sur la région. Les émissions de NO_x et de CO₂ (non électrique) représentent respectivement 0.4 % et 1 %.

La modernisation de la ligne Aix-Marseille permettra une augmentation du trafic de 72%. Ces travaux impliquent des variations au niveau de la part des différents modes de transports. L'utilisation de la ligne Aix Marseille par les voyageurs sera susceptible de « décharger » les axes nord-sud, routes et autoroutes de certains véhicules diminuant ainsi le trafic routier autour de la ligne Aix-Marseille. Ce report modal de la voiture vers le train provoquerait aussi des variations d'émissions.

L'impact en termes d'émissions du projet de modernisation de la ligne Aix Marseille a été scénarisé avant et après travaux (2016 vs 2022). Les variations d'émissions sont les suivantes :

- + 50 % de NO_x dues à la circulation des trains
- + 40 % de particules PM₁₀, issues principalement de l'usure du matériel roulant
- 38 % CO₂ en raison du report modal de la voiture vers le train

Le report modal ne permet pas de compenser totalement l'augmentation du trafic ferroviaire (en termes d'émissions de polluants).

Ce bilan est négatif en termes d'émissions polluantes, mais positif vis-à-vis des aspects climatiques, avec un gain pour les GES. A noter qu'il ne prend pas en compte l'évolution des technologies et du matériel roulant.

Les perspectives d'un bilan positif sur tous les plans pourraient aussi consister à réduire drastiquement la place de la voiture sur cet axe Aix Marseille, pour un report modal vers le ferré (y compris les transports en communs) plus important.

En effet, la réduction du nombre de véhicules et de km parcourus est primordiale : les diagnostics de qualité de l'air sur les liaisons interurbaines et les quartiers des gares d'Aix et de Saint Charles situés en milieu urbain dense, mettent en évidence des dépassements de la valeur limite pour la santé humaine en dioxyde d'azote au niveau des voiries et dans leurs environnements immédiats.

Contact

Patricia Lozano - Hassan HOURANI

patricia.lozano@atmosud.org - hassan.hourani@atmosud.org

Références 23PT0618

Date de parution

31/01/2019

SOMMAIRE

1. Contexte	5
2. Diagnostic de la qualité de l'air Aix Marseille	7
2.1 Contexte départemental et métropolitain	7
2.2 Liaisons interurbaines Aix – Marseille	10
2.3 Centre-ville de Marseille et secteur de la gare Saint Charles	11
2.4 Centre-ville d'Aix en Provence et secteur de la gare ferroviaire	12
3. Mise à jour des émissions du secteur ferroviaire en Provence-Alpes-Côte d'Azur	13
3.1 Méthodologie	15
3.2 Résultats	16
4. Impact du projet de modernisation de la ligne Aix-Marseille sur les émissions de polluants	21
5. Impact global du projet de modernisation sur les transports	23
5.1 Report modal	23
5.2 Bilan	26

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Émissions de GES dues à l'utilisation de désherbant	16
Tableau 2 : Nomenclature SNAP pour le secteur ferroviaire	16
Tableau 3 : Distribution des émissions de polluants et de CO ₂ en Provence-Alpes-Côte d'Azur par secteur	20
Tableau 4 : Données d'entrées - Ligne Aix en Provence - Marseille	21
Tableau 5 : Bilan d'émission sur la ligne Aix – Marseille	22
Tableau 6 : Estimation du gain en émission obtenu grâce au report modal avec l'option de base	24
Tableau 7 : Estimation du gain en émission obtenu grâce au report modal avec l'option PDC	25
Tableau 8 : Bilan des gains d'émissions obtenus grâce au report modal (en kg)	26
Tableau 9 : Bilan global de variation d'émissions du projet de rénovation	26
Tableau 10 : Bilan régional du projet de rénovation	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de l'indicateur combiné (2017) des concentrations de NO ₂ , PM10 et O ₃	8
Figure 2 : Historique des épisodes de pollution dans le département 13 entre 2014 et 2018 (Ozone et PM10)	9
Figure 3 : Émissions de polluants par secteur sur le département 13 en 2016	9
Figure 4 : Carte des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ (2017)	10
Figure 5 : Carte des concentrations moyennes annuelles autour de la gare de Marseille en NO₂ (A) et PM10 (B) –	11
Figure 6 : Carte des concentrations moyennes annuelles en NO₂ (A) et PM10 (B) autour de la gare d'Aix –	12
Figure 7 : Nombre de trains.kms (en millions) en région Provence Alpes Côte d'Azur - Source : SNCF Réseau	13
Figure 8 : Réparation du trafic ferroviaire par activité en 2016	14
Figure 9: Spatialisation du trafic ferroviaire en 2016	14
Figure 10 : Logigramme d'estimation des consommations énergétiques	15
Figure 11 : Logigramme d'estimation des émissions énergétiques	15
Figure 12 : Logigramme d'estimation des émissions non énergétiques	16
Figure 13 : Consommations et d'électricité (A) et de gazole (B) sur l'ensemble du réseau en Provence-Alpes-Côte d'Azur	17
Figure 14 : Évolution des émissions de polluants et GES par service	18
Figure 15 : Répartition par activité des émissions de particules fines et de NO _x du secteur ferroviaire en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2016	19
Figure 16 : Spatialisation des émissions de NO _x en 2016	19
Figure 17 : Spatialisation des émissions de PM10 en 2016	20
Figure 18 : Consommation de gazole en 2016 et 2022 (scenario) sur la ligne Aix – Marseille	22
Figure 19 : Logigramme de calcul des émissions du secteur routier	23

LISTE DES ABRÉVIATIONS

BGC	Type de motrice SNCF
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CO ₂	Dioxyde de Carbone
HLP	Haut-le-pied - Déplacement non commercial
NO _x	Oxydes d'azote
OMINEA	Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des émissions Atmosphériques
PDC	Plan de Déplacements Campus
PCAEM	Plan Climat Air Energie Métropolitain
PCIT2	pôle de coordination national sur les inventaires d'émission territoriaux
PDU	Plan de Déplacement Urbain
PM10	Particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 micromètres
PM2.5	Particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2.5 µm
TGV	Train à Grande Vitesse
XTER	Type de motrice SNCF

1. Contexte

AtmoSud, observatoire de surveillance de la qualité de l'air en Provence-Alpes-Côte d'Azur agréé par le ministère, a pour mission de déterminer les enjeux en termes de qualité de l'air des territoires en lien avec le climat et l'énergie, d'évaluer les populations exposées à la pollution, de sensibiliser et d'informer la population et les acteurs des territoires.

Dans ce contexte AtmoSud a développé notamment pour ses adhérents des outils d'aide à la décision pour leur permettre d'intégrer l'air, le climat et la question énergétique dans leurs projets d'aménagement.

Un inventaire régional des émissions de polluants atmosphériques, des Gaz à Effets de Serre (GES) ainsi que des consommations et productions d'énergie est réalisé par AtmoSud selon une méthodologie nationale chaque année.

AtmoSud est ainsi partie prenante de l'Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air (ORECA).

Cet inventaire est l'outil de base incontournable pour cartographier la pollution, établir un diagnostic, évaluer l'impact sur la qualité de l'air, le climat et l'énergie des plans d'actions déployés sur les territoires et mettre en place des indicateurs de suivi. Les données sont disponibles en ligne sur la plateforme [CIGALE](#).

Dans un souci d'harmonisation régionale des méthodologies, AtmoSud propose d'accompagner les acteurs, pour évaluer et suivre de façon homogène au niveau régional et local les plans et programmes qui pourraient être engagés, sur la base de cet inventaire régional, comme les PDU, PCAEM et autres projets et actions liées à des aménagements induisant des reports de trafic.

La caractérisation des évolutions des émissions liées à la future modernisation de la ligne Aix Marseille, engagé par la SNCF, entre dans le cadre de la mission d'intérêt général d'AtmoSud. En effet, la connaissance des émissions du ferroviaire entre dans les informations de niveau régional et local nécessaires pour la constitution et la mise à jour des inventaires. Le traitement de cette information par AtmoSud est réalisé de façon homogène sur le territoire, avec une méthodologie continue, et un suivi possible dans le temps d'indicateurs.

Ce travail permet aussi à AtmoSud d'alimenter, de mettre à jour de façon plus précise son inventaire, sur la base des informations qui pourront être récoltées auprès des différents acteurs.

La modernisation de ligne Aix Marseille entre dans sa phase travaux en 2018 après la signature de la déclaration d'utilité publique du projet par le Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (le 21/11/2017).

Les questions des acteurs portent sur l'évaluation en termes d'émissions de ces aménagements, et sur la détermination des contributions aux émissions du secteur transport, routier et non routier. En raison de l'augmentation attendue du trafic voyageur (+4 trains/h/sens), les questions des usagers et riverains remontent également par rapport à l'impact sur la qualité de l'air.

Dans ce cadre, AtmoSud propose de réaliser ces évaluations, tant au niveau de la quantification des émissions qu'au niveau de la thématique environnement et qualité de l'air de façon plus globale (quartier Gare d'Aix et Saint Charles), avec des développements sur les axes suivants :

- Diagnostic de la qualité de l'air Aix Marseille
- Mise à jour de l'inventaire des émissions du secteur ferroviaire en Provence-Alpes-Côte d'Azur
- Impact du projet de modernisation de la ligne Aix-Marseille sur les émissions de polluants
- Impact de la modernisation de la ligne d'Aix-Marseille en gares d'Aix-en-Provence et de Marseille Saint-Charles¹
- Impact global du projet de modernisation sur les transports

¹ En l'absence de données, ce point n'a pu être étudié.

Le projet de modernisation de la ligne Marseille Aix par la SNCF Réseaux :

Un projet qui va faciliter le quotidien des habitants

UN PROJET QUI VA FACILITER LE QUOTIDIEN DES HABITANTS EN COMPLÉMENT DE LA 1ÈRE PHASE DE MODERNISATION QUI A ESSENTIELLEMENT PORTÉ SUR UN RENFORCEMENT DE LA DESSERTE INTRA-MARSEILLAISE.

La 2^{ème} phase de modernisation de la ligne offrira, des trains plus rapides, plus fréquents et plus fiables

Plus de trains : une fréquence de desserte plus régulière sera rendue possible avec la mise en place d'un train toutes les 15 minutes entre les principaux pôles de Marseille, St Antoine, Simiane, Gardanne et Aix-en-Provence, au lieu de toutes les 20 minutes. Les haltes périurbaines seront desservies toutes les 30 minutes au lieu de toutes les 40 minutes,

Plus de fiabilité grâce à la modernisation des installations ferroviaires de la gare d'Aix-en-Provence qui seront télécommandées depuis Marseille et là une augmentation du linéaire de double voie ;

Plus de sécurité par la suppression du dernier passage à niveau situé entre Marseille et Aix-en-Provence (Chemin de la Guiramide à Aix-en-Provence) et par la suppression de la traversée à niveau des voies par les piétons en gare d'Aix-en-Provence, remplacée par une passerelle et un ascenseur sur quai ;

Plus de confort et de places assises dans les trains, par la possibilité pour la Région PACA de mettre en place des trains de longue composition ayant une plus grande capacité d'emport, grâce à la mise en œuvre de quais de 220 mètres de long dans les principaux pôles, permettant ainsi d'augmenter le nombre de place assises

Plus de maillage territorial : avec la création de la halte de Plan-de-Campagne, le projet apporte une accessibilité nouvelle pour le territoire en se situant sur une zone de rabattement intéressante par rapport à l'autoroute, tout en desservant un pôle d'activité majeur.

Des aménagements qui profitent à tous

Pour parvenir aux objectifs fixés, plusieurs aménagements sont à l'étude :

- LA MODERNISATION DES INSTALLATIONS FERROVIAIRES DE LA GARE D'AIX-EN-PROVENCE**

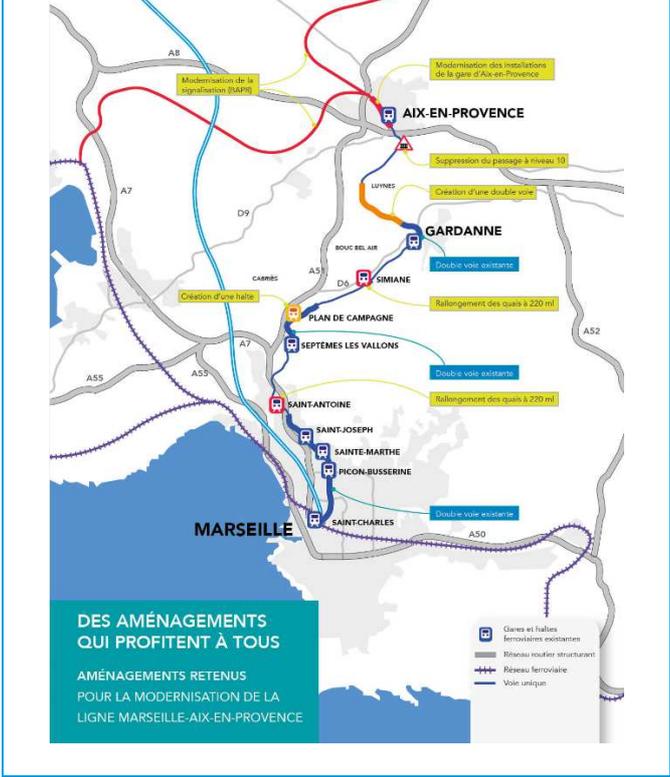
permettra d'accueillir quatre trains par heure et par sens. Des aménagements seront réalisés, notamment l'élargissement du pont de l'avenue Robert-Schuman et la création de murs de soutènement. Ces travaux offriront une solution durable et pérenne pour le développement du ferroviaire autour de l'étoile d'Aix : vers Vitrolles via Plan d'Aillane (ligne Aix-Étang de Berre) et vers le nord d'Aix-en-Provence (Ligne Aix-Meyrargues).
- LA SUPPRESSION DU PASSAGE À NIVEAU 110,**

entre Aix-en-Provence et Marseille, situé chemin de la Guiramide sur la commune d'Aix-en-Provence. Il sera remplacé par un ouvrage d'art permettant le franchissement de l'infrastructure ferroviaire en toute sécurité.
- LE DOUBLEMENT DE LA VOIE FERRÉE SUR 3,5KM ENTRE GARDANNE ET LUYNES**

permettra le croisement des trains, entraînant ainsi plus de fluidité sur la ligne et une augmentation de la fréquence. Des mesures environnementales et paysagères sont prévues afin de réduire et compenser les impacts liés à la réalisation de cette double voie.
- LE RALLONGEMENT DES QUAIS LATÉRAUX DE LA GARE DE SIMIANE ET DU QUAÏ CENTRAL DE LA HALTE DE SAINT-ANTOINE,**

permettra l'usage sur la ligne de trains de plus grande capacité avec un train toutes les 15 minutes en heures de pointe à destination ou en provenance de Marseille et Aix-en-Provence.
- LA CRÉATION DE LA HALTE DE PLAN DE CAMPAGNE**

permettra un meilleur maillage du territoire et un accès à la zone commerciale.



Des projets interconnectés pour plus de mobilité

Les projets programmés sur le territoire par l'ensemble des acteurs, représenteront demain une réelle alternative à la voiture et bénéficieront aux habitants de la région avec une offre de transport multimodale :

- Priorité aux transports en commun sur autoroute
- Projets de transports collectifs en sites propres
- Modernisation de la ligne Marseille-Gardanne-Aix (2^{ème} phase)
- Accès facilité à ces deux réseaux (pôles d'échanges et parkings relais)

La modernisation de la ligne doit être poursuivie pour accueillir plus de voyageurs et proposer des trains plus rapides et plus réguliers avec de plus grandes capacités, mais ces aménagements ne doivent pas être menés sans reconsidérer plus généralement la mobilité du secteur.

C'est une offre globale, bénéficiant à l'ensemble de la région, qui est en œuvre afin d'établir un maillage efficace permettant à chacun d'emprunter facilement les transports pour rejoindre l'une des gares comprises entre Aix et Marseille. Les connexions se feront plus simplement et plus efficacement. De même, des infrastructures adaptées, notamment des parkings, permettront de se garer facilement et poursuivre son trajet en train.

Une telle approche favorisera la migration des habitants vers le rail et réduirait les bouchons entre Marseille et Aix en agissant ainsi sur l'environnement par une diminution de la pollution, largement due au trafic routier.



Source : SNCF Réseaux

2. Diagnostic de la qualité de l'air Aix Marseille

2.1 Contexte départemental et métropolitain

A l'échelle du département des Bouches-du-Rhône et de la métropole Aix Marseille Provence, le territoire est marqué par des émissions de polluants issues principalement des transports et industries.

CONTEXTE GENERAL

- Impact sanitaire reconnu de la pollution de l'air
- 2 polluants incriminés : particules fines PM10 et dioxyde d'azote NO₂
- La France est sous le coup d'un contentieux européen pour le non-respect des normes, l'agglomération de Marseille est concernée

CONTEXTE LOCAL

Le territoire de la métropole cumule une forte densité de population, avec 1 860 000 habitants, ainsi que des espaces naturels remarquables, calanques, massifs, ...Cependant, les sources d'émissions y sont nombreuses et variées avec les grandes agglomérations et zones urbanisées, les réseaux de trafic, routiers, autoroutiers, maritimes, ferroviaires, et les grands pôles industriels, pétrochimiques, maritimes et aéroportuaires et pôles d'activités...

Une singularité du territoire réside dans la diversité des espèces chimiques présentes et leur potentiel effet cocktail, en lien avec l'empreinte industrielle. Un des enjeux dans le territoire concerne les polluants d'intérêt sanitaire, ainsi que les particules fines demandant une surveillance spécifique et adaptée.

CHIFFRES CLEFS BOUCHES-DU-RHONE/METROPOLE

- De 22 à 29 épisodes de pollution par an ces 4 dernières années (PM et O₃ confondus)
- Une baisse des émissions de polluants est constatée sur le territoire : -22 % pour le NO₂ en 10 ans et -50 % pour le SO₂ en 20 ans. Cependant cette dynamique est inégale selon les secteurs.
- 55 000 métropolitains exposés au-delà de la valeur limite pour la santé humaine (polluant NO₂) et, lorsqu'on s'attache à la ligne directrice OMS plus sévère : 77 % de la population de la métropole est concernée (polluant : PM10)
- Des secteurs sensibles : centre urbain de Marseille avec 51 000 personnes exposées, quartiers sud-ouest d'Aix en Provence et Martigues avec un millier de personnes exposées, et la zone industrielle de l'étang de Berre (66 communes) pour laquelle une première évaluation des risques sanitaires met en évidence cette zone à enjeu.

SOURCES DE POLLUTION (Métropole de Marseille) – Chiffres 2016 par rapport à la région

- Les transports (routiers et non routiers dont maritimes) : 59% des émissions de NO_x et 28% des émissions de PM10
- L'industrie et la production d'énergie : 34% des émissions de NO_x et 32 % des émissions des PM10
- Le résidentiel et tertiaire (dont chauffage au bois) : environ 19 % des PM2.5

Zones à enjeux et exposition des populations

La diversité des polluants surveillés reflète les multiples sources d'émission et activités anthropiques du territoire : Particules fines (PM10, PM2.5), dioxyde d'azote (NO₂), ozone (O₃), benzène (C₆H₆), monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO₂)...

Même si la tendance d'évolution des concentrations est globalement à la baisse – avec moins 22 % pour le NO₂ en 10 ans, par exemple -, cette dynamique est inégale et la situation peut rester dégradée en fonction des zones.

Les secteurs très urbanisés, en proximité industrielles ou de voiries importantes dépassent les valeurs limites. **3 % des métropolitains (55 000 personnes) sont encore exposés à des teneurs supérieures aux valeurs limites (polluants NO₂ et PM10). Lorsqu'on s'attache aux recommandations OMS, plus contraignantes, 77 % de la population est concernée.**

Les secteurs sensibles sont le centre urbain de Marseille avec 51 000 personnes exposées, quartiers sud-ouest d'Aix en Provence et Martigues avec un millier de personnes exposées, et la zone industrielle de l'étang de Berre (66 communes) pour laquelle une première évaluation des risques sanitaires met en évidence cette zone à enjeu.

Depuis plusieurs années, **les niveaux de PM10 et de NO₂ ne respectent pas les valeurs réglementaires européennes dans certaines villes françaises**. Le territoire de la Métropole Aix-Marseille-Provence, avec **Marseille**, est ainsi concerné par deux **procédures précontentieuses (pour les PM10) et contentieuses (pour le NO₂) Européennes** relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. Depuis 2010, la France est saisie et sommée par l'Union Européenne de mettre en place des plans permettant de respecter les valeurs limites réglementaires en polluants atmosphériques.

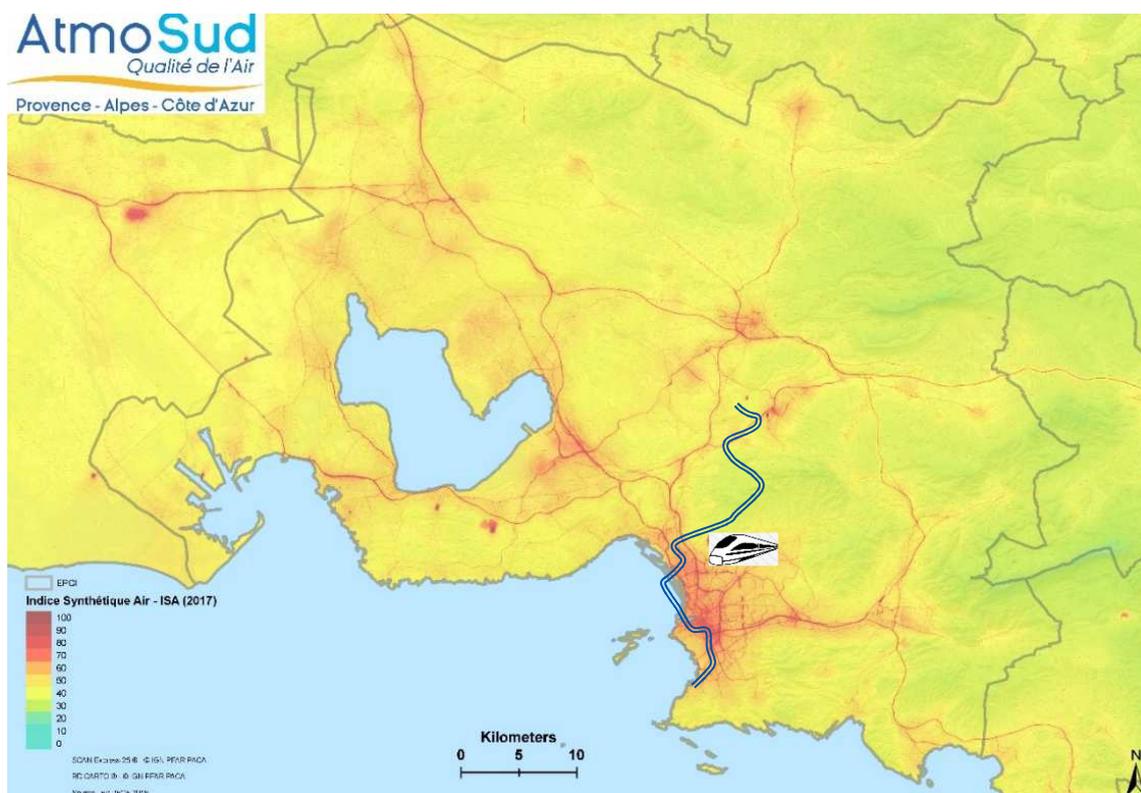


Figure 1: Carte de l'indicateur combiné² (2017) des concentrations de NO₂, PM10 et O₃

Episodes de pollution

Les épisodes de pollution sur les Bouches-du-Rhône donnent lieu à des déclenchements de procédures préfectorales d'information-recommandations ou d'alerte à la population au cours desquelles des mesures d'urgences sont prises (limitation des émissions industrielles, réductions de vitesse, ...).

Ce département reste le département le plus concerné par les épisodes de pollution en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

² La pollution de l'air est tracée notamment grâce à 3 polluants indicateurs : NO₂, PM10 et O₃. Les outils de surveillance (mesures et modélisations) ont permis de construire un Indice Synthétique Air à fine échelle. Ces cartographies permettent de mettre en avant les zones où les populations résidentielles sont les plus exposées à la pollution.

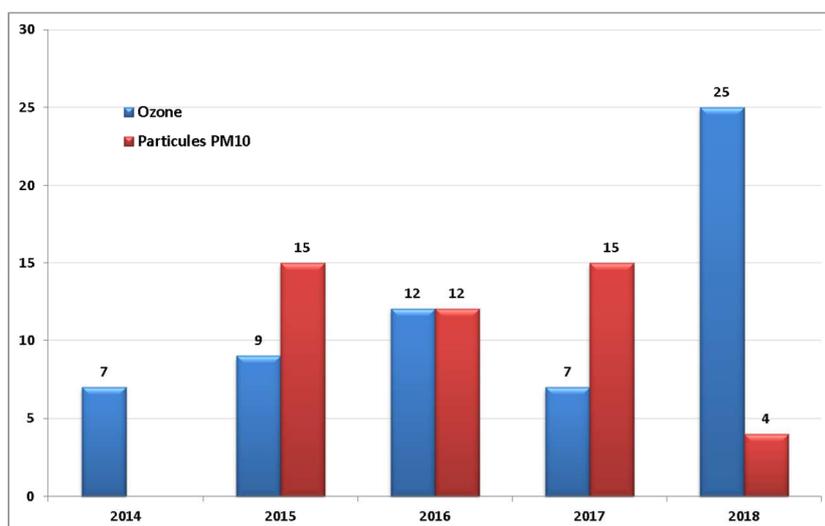


Figure 2 : Historique des épisodes de pollution dans le département 13 entre 2014 et 2018 (Ozone et PM10³)

La tendance de ces dernières années est à l'amélioration bien que l'on note une relative stagnation ces 3 dernières années pour les pics de pollutions aux particules fines. Les fluctuations observées d'une année à l'autre sont en étroite relation avec des considérations météorologiques de type pluviométrie abondante ou canicule qui vont soit diminuer le nombre d'épisode soit les augmenter.

En 2018, le décompte des épisodes est réalisé jusqu'au 10 décembre, ce graphe étant actualisé en cours d'année. En raison de périodes caniculaires sur les mois de juin, juillet et août, le nombre d'épisodes d'ozone est plus que doublé en cette fin d'année 2018, par rapport aux années précédentes.

Emissions

Les émissions polluantes du département représentent de 50 à 89 % des émissions régionales pour les principaux polluants : particules, oxydes d'azote, dioxyde de soufre.

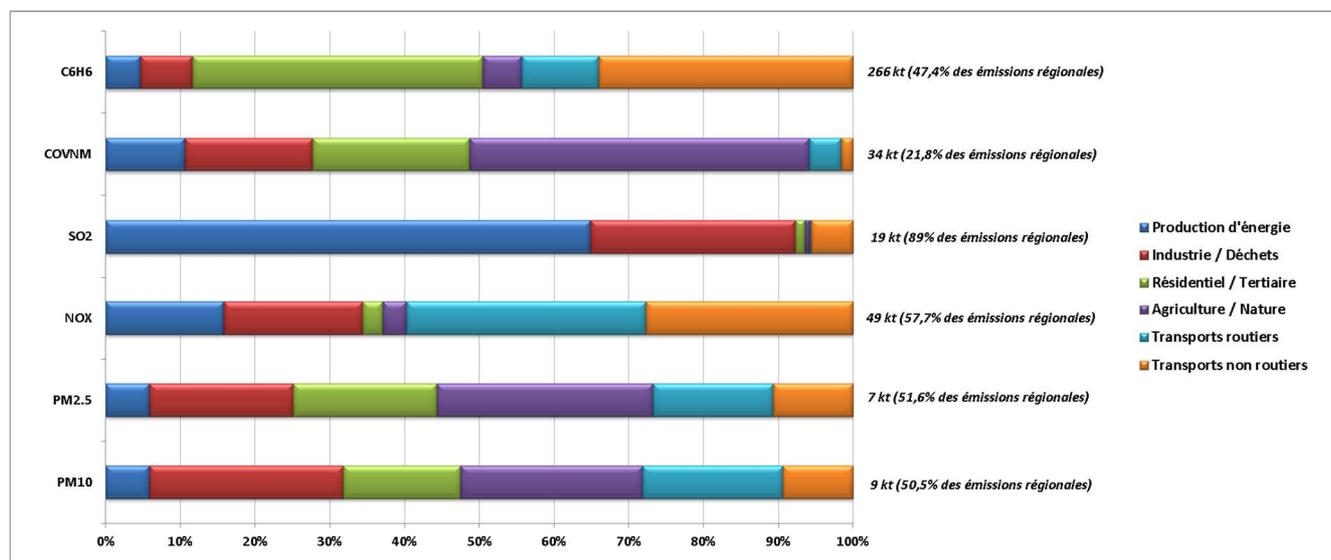


Figure 3 : Émissions de polluants par secteur sur le département 13 en 2016

Les transports, l'industrie, et le secteur résidentiel/tertiaire sont les trois principaux secteurs d'émissions des polluants réglementés qui restent préoccupants sur le territoire :

³ La méthode d'évaluation des épisodes de pollution en PM10 est différente entre 2014 et 2015 et ne permet pas la comparaison des épisodes sur ces deux années

- 59 % des NO_x sont émises par les transports routiers et non routiers
- 32 % des PM10 sont émises par les industries et unités de traitement des déchets
- Le secteur résidentiel tertiaire (chauffage, brulages...) est émetteur à hauteur de 19% pour les particules PM2.5
- Le secteur agriculture, sylviculture et nature est le principal émetteur de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) avec 45 %. Ces émissions sont principalement induites par la végétation locale (terpène).
- Le secteur ferroviaire est émetteur à hauteur de 0.35 % des émissions de particules PM10 et pour 0.4 % des émissions d'oxydes d'azotes.

2.2 Liaisons interurbaines Aix – Marseille

C'est à proximité des axes routiers et autoroutiers et dans les villes que l'on observe les concentrations les plus élevées en dioxyde d'azote, indicateur de la pollution par les transports, avec une population d'autant plus exposée.

Dans les agglomérations et au niveau des sections interurbaines, le trafic reste important, même si des aménagements et des efforts sont prévus pour gagner sur la place de la voiture : L2, augmentation de l'offre des transports en commun, requalification de quartier – Eco quartiers ou de voirie, BHNS, Aixpress, offre ferroviaire....

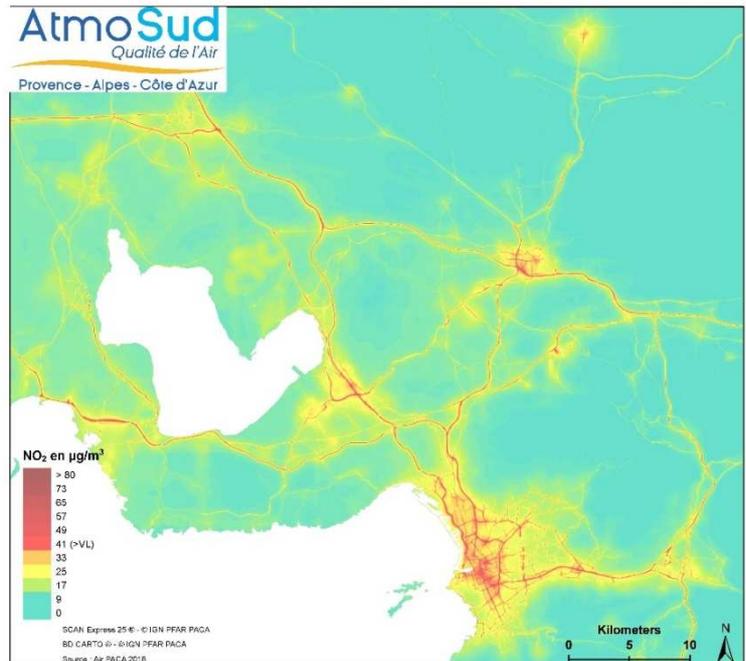
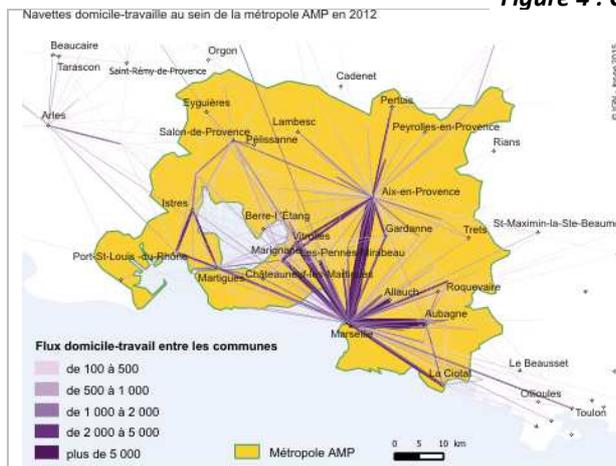
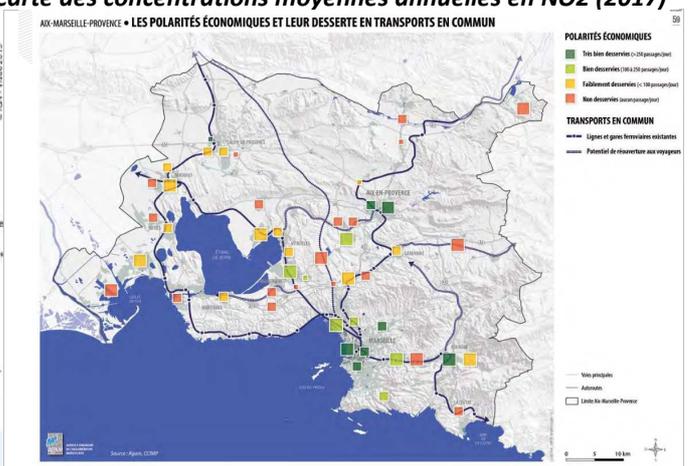


Figure 4 : Carte des concentrations moyennes annuelles en NO₂ (2017)



Source : [INSEE Métropole Aix Marseille Provence : un territoire hétérogène, une unité à bâtir, Samuel Ettouati, Insee Analyses Provence-Alpes-Côte d'Azur, N° 23, Paru le : 29/09/2015](#)



Source : [AGAM juin 2016 – Aix Marseille provence – Comprendre l'espace métropolitain – Atlas cartographique](#)

Au sein de la métropole, l'axe Marseille - Aix-en-Provence est le plus fréquenté avec 13 000 navettes quotidiennes en 2012, suivi de Marseille - Aubagne (11 300) et de Marseille - Vitrolles (6 900). Marseille, Aix et Aubagne sont au cœur d'un flux important de trafic routier : déplacements domicile travail entre les différentes centralités urbaines et les pôles économiques. L'éclatement des centres urbains est accompagné d'une grande dispersion des pôles économiques, de services et d'emplois. Cela rend plus complexe les dessertes des transports en commun et génère un trafic important sur les liaisons interurbaines. Les axes concernés par des concentrations importantes en polluants et dépassements de

valeurs limite sont, sur le secteur Aix Marseille, les autoroutes A7, A51, et A8, les départementales D6, D9,...et les centres villes des agglomérations les plus importantes : Marseille, Aix, Marignane, Vitrolles, les Pennes Mirabeau, Gardanne...

Ces zones intègrent les zones d'activités artisanales et commerciales, une zone portuaire, un aéroport international qui font partie des sources de pollution en lien avec le trafic important de véhicules particuliers et de poids lourds associé et leurs activités propres. Les gares ferroviaires d'Aix, de Saint Charles, ou de l'Arbois sont des centres multimodaux, et donc « attractifs », générant également du trafic avec les cars interurbains, les bus, des parcs de stationnement et des stations de taxis.

2.3 Centre-ville de Marseille et secteur de la gare Saint Charles

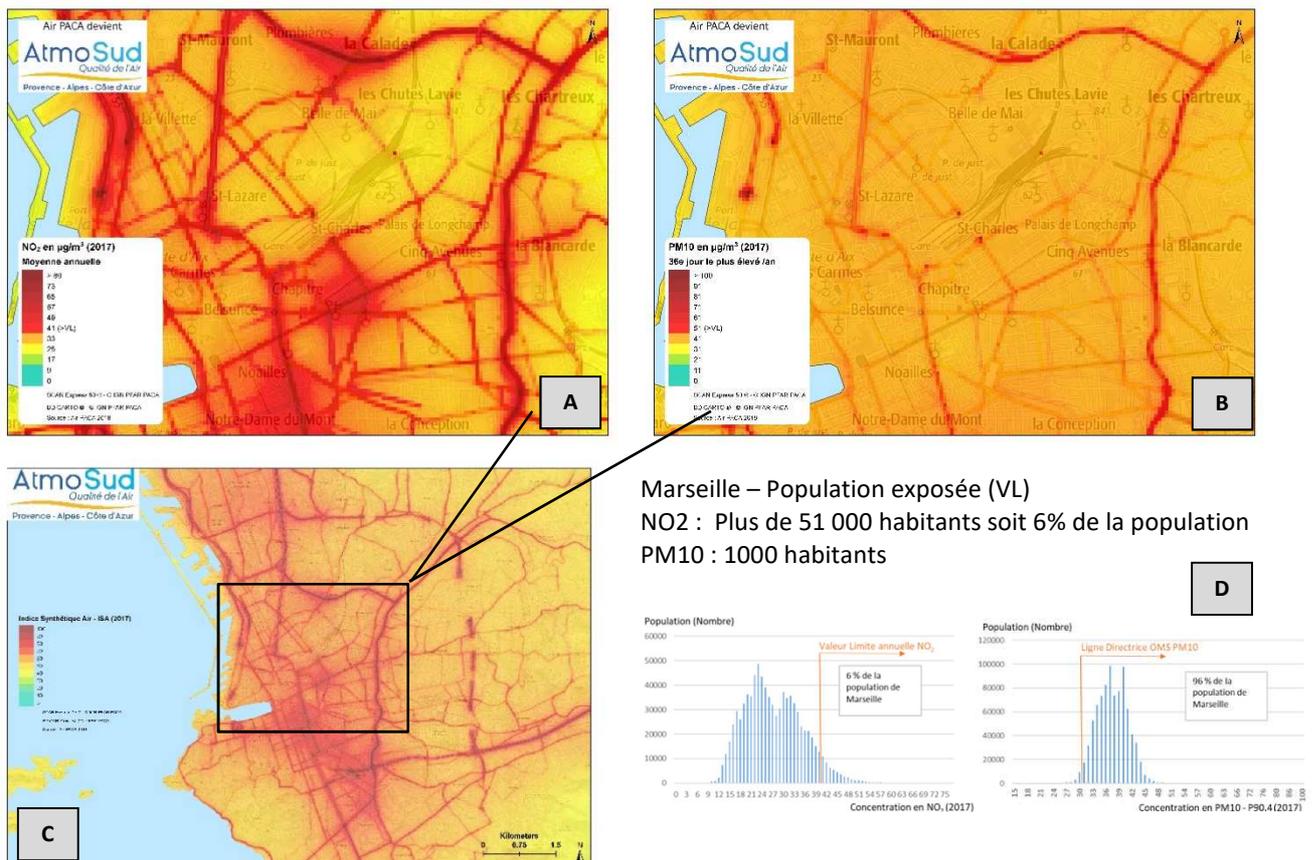


Figure 5 : Carte des concentrations moyennes annuelles autour de la gare de Marseille en NO₂ (A) et PM₁₀ (B) – Carte Indice Synthétique AIR – ISA sur le centre-ville de Marseille (C) - Population exposée à la VL en NO₂ et ligne directrice OMS PM₁₀ (D)

Les cartes de concentrations font apparaître des zones à enjeux forts dans le centre de Marseille à proximité d'axes à forte circulation, et dépendants des émissions directes des véhicules. Boulevards urbains, ronds-points ou rues encaissées et passantes, et notamment les boulevards circulaires ou le secteur du cours Lieutaud et Réformés Canebière à Marseille constituent les points noirs du centre urbain. La densification en hauteur dans les quartiers traversés par des axes de circulation importants peut entraîner un effet « canyon » où se concentrent et stagnent les polluants.

Dans le centre, le niveau de fond en dioxyde d'azote est élevé. A Marseille, 51 000 personnes (en 2017) sont concernées par des dépassements de valeur limite, dont une majeure partie est concentrée au centre-ville.

Sur Marseille les émissions d'oxydes d'azotes proviennent majoritairement du trafic routier (45 %), du secteur maritime (40 %), .. et pour moins de 1% du secteur ferroviaire.

Pour les particules PM₁₀, le trafic routier influe à hauteur de 29 %, le secteur résidentiel pour 27 %. Le trafic ferroviaire est émetteur de particules à hauteur de 1.5 % sur la commune de Marseille.

Localement, la Gare de Marseille et le trafic ferroviaire interne à la gare correspondent potentiellement à une source d'émissions supplémentaire et contribuent aux niveaux de qualité de l'air sur le quartier. Cependant, les données de trafic ferroviaire en gare (temps de stationnement à quai des trains, mise en route des engins, types de moteurs, ...) ne sont pas suffisamment caractérisées pour pouvoir en faire une estimation.

Dans le secteur de la Gare Saint Charles, les dépassements de la valeur limite pour le dioxyde d'azote ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'année) sont observés sur les voies d'accès à la gare : Bd d'Athènes, Avenue du Général Leclerc, Bd Voltaire, ...celles-ci véhiculant le trafic interne à Marseille mais également le trafic vers l'accès à l'autoroute nord. En bordure de ces voies, les teneurs varient autour de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ou sont approchantes. A l'écart de ces axes, le niveau de fond urbain se situe dans une gamme de concentrations de 30 à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les niveaux élevés de particules en suspension sont plus marqués au niveau des voies de trafic, directement influencés par la part des émissions du transport routier (29% des émissions de particules sur la ville). Les niveaux de fond en particules sur le centre-ville proviennent également des autres sources : transport maritime (pour 13%), industrie (17%), secteur résidentiel, dont énergie bois (27%).

2.4 Centre-ville d'Aix en Provence et secteur de la gare ferroviaire

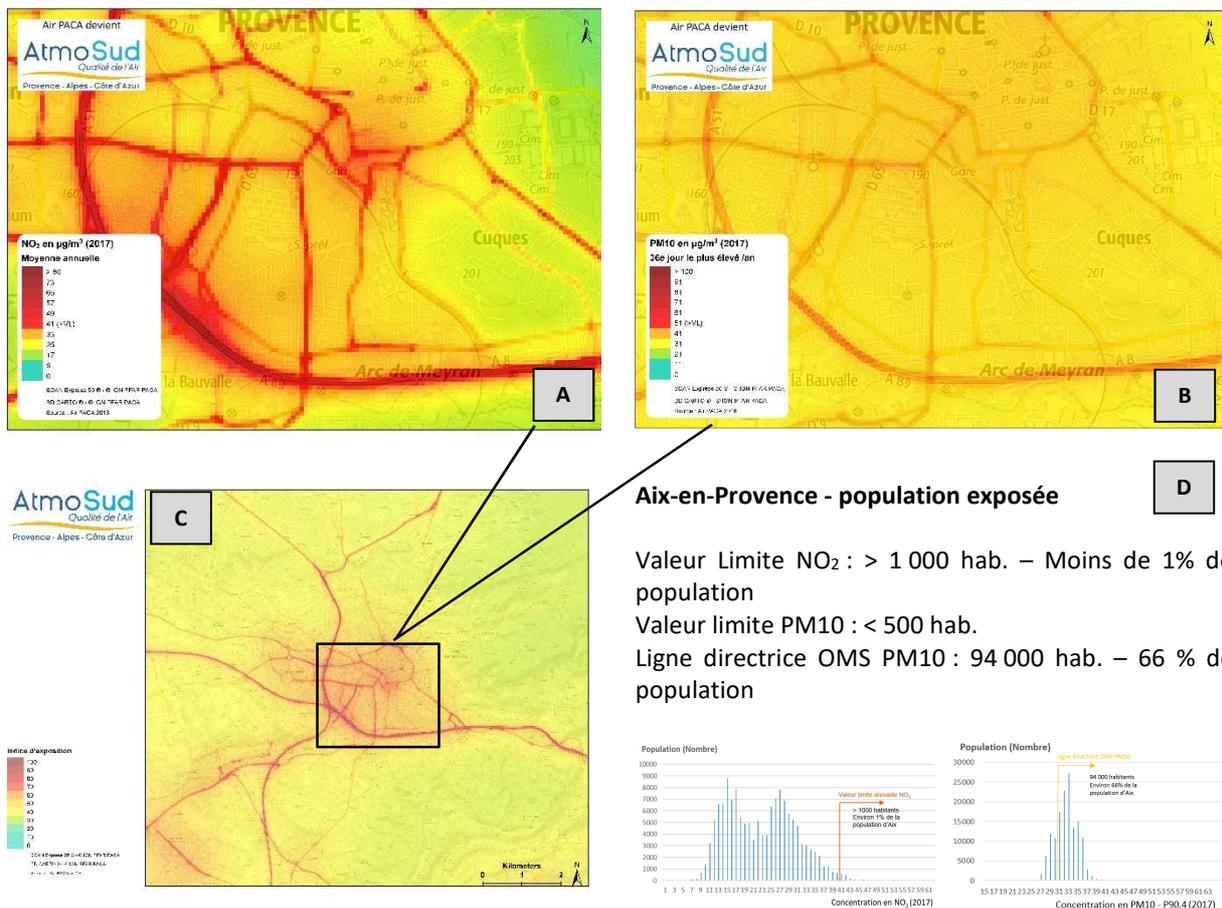


Figure 6 : Carte des concentrations moyennes annuelles en NO₂ (A) et PM₁₀ (B) autour de la gare d'Aix – Carte Indice Synthétique AIR – ISA sur le centre-ville d'Aix en Provence(C) - Population exposée à la VL en NO₂ et ligne directrice OMS PM₁₀ (D)

Sur le quartier de la gare d'Aix, les cartes annuelles restituent les concentrations chroniques en polluants ; leur calcul s'appuie sur les émissions répertoriées mais également sur l'ensemble des mesures de qualité de l'air du territoire.

Les niveaux de particules sur Aix proviennent majoritairement des émissions des secteurs du transport routier (39 %), du résidentiel (28 %) et du biogénique (21 %). Le ferroviaire représente moins de 1% des émissions de particules. En ce qui concerne les oxydes d'azotes, 81 % sont issus du trafic routier ; le trafic ferroviaire représente 0.5% des émissions.

La gare en elle-même et les activités à quai sont une source d'émission potentielle également qui contribuent aux niveaux de qualité de l'air. Cependant la connaissance des données en gare (temps d'attente des trains, type de moteurs, ...) est insuffisante pour estimer cette contribution.

Dans l'environnement de la Gare, et au centre d'Aix, **les dépassements de la valeur limite en dioxyde d'azote sont effectifs au niveau des axes à forte circulation et en bordure immédiate de ceux-ci** : boulevards périphériques, dont boulevard du Roy René, avenues de l'Europe, Mouret, Brossolette, Juvénal, Victor Hugo, Blondel, Schuman, avenue des Belges, Cours Gambetta, **A l'écart de ces axes, le niveau de fond urbain du centre-ville se situe en-dessous de la valeur limite**, et notamment au niveau du centre historique, piétonnisé en partie ; les quartiers de la Gare et de la Rotonde-Cours Mirabeau, montrent toutefois des concentrations approchantes de cette valeur limite.

Les concentrations en particules sont plus élevées sur les espaces et voiries autour de la rotonde en raison, pour partie, du trafic et des encombrements parfois en ces lieux.

3. Mise à jour des émissions du secteur ferroviaire en Provence-Alpes-Côte d'Azur

AtmoSud met à jour chaque année son inventaire des émissions, consistant en une description qualitative et quantitative des émissions annuelles de polluants atmosphériques. L'ensemble des secteurs d'activités y sont traités (transports routiers et non routiers – aérien, ferroviaire, fluvial et maritime, résidentiel/tertiaire, agriculture, industrie et production d'énergie), permettant ainsi d'évaluer la contribution de chacun en fonction du territoire considéré.

Ces données sont rapidement devenues indispensables à la compréhension des phénomènes de pollution, à la prévision quotidienne de la qualité de l'air, à la connaissance et au suivi des territoires de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les dernières données de trafic ferroviaire ont été fournies à *AtmoSud* par *SNCF Réseau* dans un format adapté aux systèmes d'informations géoréférencées. Les données de trafics sont localisées sur l'ensemble du réseau ferroviaire en région Provence Alpes Côte d'Azur. Il s'agit de données TMJA (trafic moyen journalier annuel) par service (TER, Grandes Lignes, Fret, etc.) pour les années 2009, 2014, 2015 et 2016. La mise à disposition de l'historique des trafics permet d'analyser l'évolution du secteur d'activité et de sa contribution aux émissions régionales. Le nombre de trains.kms (nombre de km parcourus par les trains) peut alors être calculé à partir des données SIG.

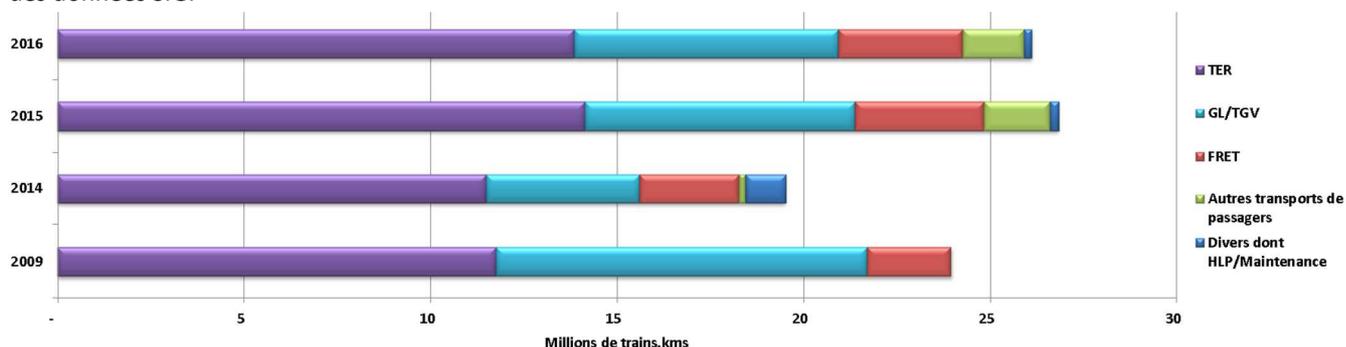


Figure 7 : Nombre de trains.kms (en millions) en région Provence Alpes Côte d'Azur - Source : SNCF Réseau

Les données de l'année 2014 présentent un nombre de trains.kms plus faible par rapport aux autres années. En effet, seuls 4.1 millions de trains.kms ont pu être comptabilisés cette année-là pour l'activité Grandes Lignes / TGV. De plus, la catégorisation des trafics par service n'est pas la même d'année en année. Il a donc été décidé de regrouper les catégories HLP (Haut-Le-Pied), Maintenance et Divers dans une catégorie « Divers dont HLP/Maintenance ». Le trafic TGV est inclus dans la catégorie « Grandes lignes ».

On constate ainsi une augmentation du trafic globale de +9% entre 2009 et 2016 sur la région dont :

- + 48 % de trains transportant du fret
- - 28 % sur les Grandes Lignes
- + 18 % de trafic TER

En 2016, la répartition du trafic ferroviaire dans la région se fait comme suit :

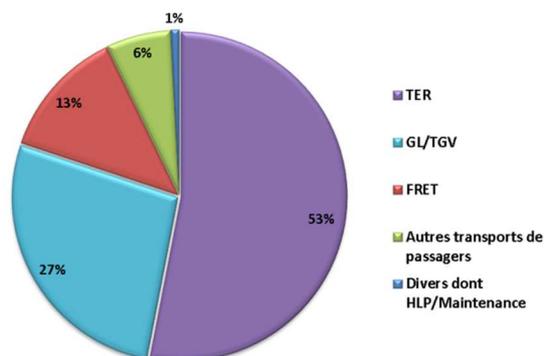


Figure 8 : Répartition du trafic ferroviaire par activité en 2016

Ainsi, le trafic régional est dominé par les TER et les Grandes Lignes, soit le transport de passagers.

La distribution spatiale du trafic ferroviaire en 2016 est la suivante :

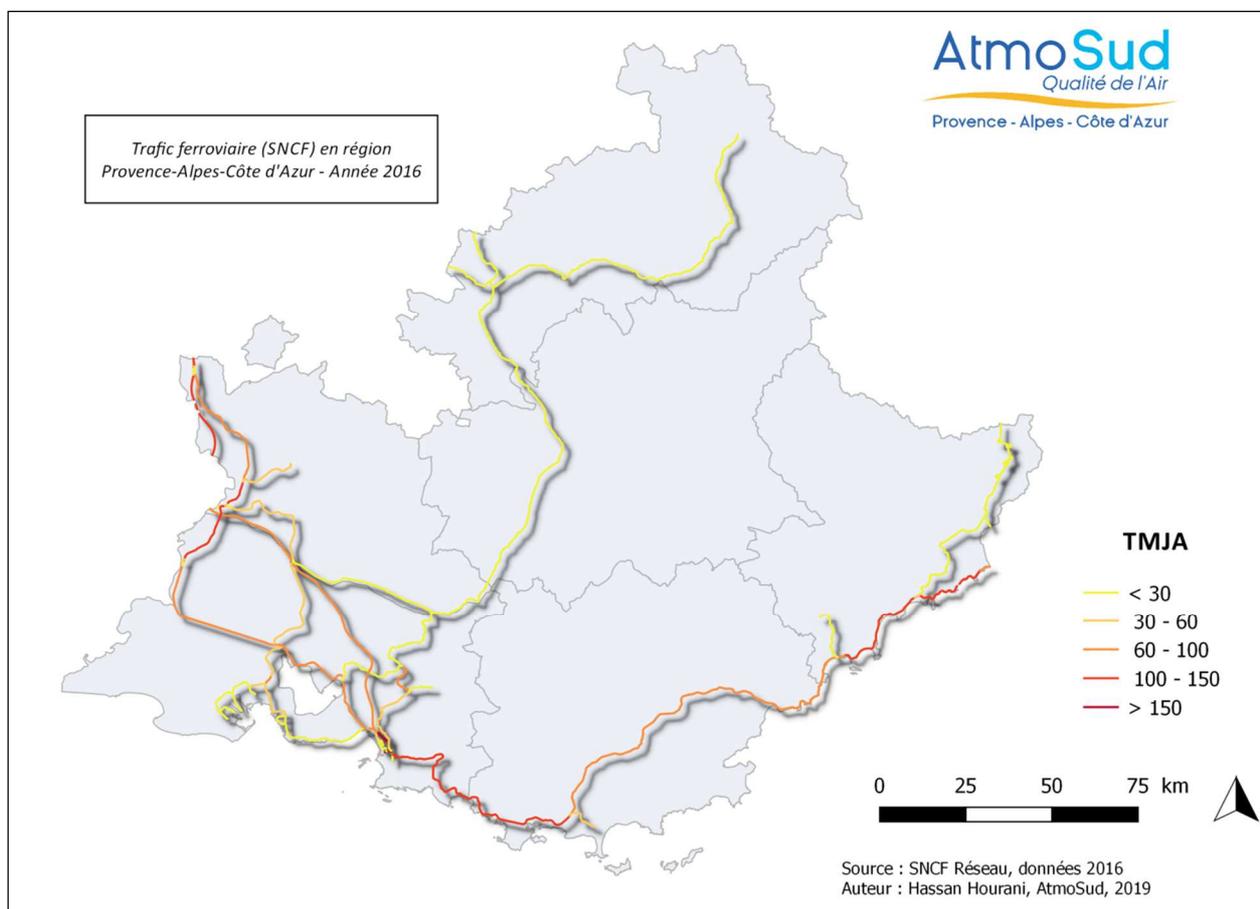


Figure 9: Spatialisation du trafic ferroviaire en 2016

Les axes « Grandes Lignes/TGV » présente un taux moyen journalier annuel de trains parmi les plus élevés. En effet, ces dernières permettent notamment la liaison entre les principales grandes villes de la région.

Le calcul d'émissions issues du transport ferroviaire est traité en croisant les données de trafic aux consommations unitaires des motrices fournies à l'échelle nationale (source : Guide PCIT2⁴).

⁴ [Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux](#) (Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, CITEPA, INERIS, Fédération Atmo France)

3.1 Méthodologie

La méthodologie défini par le PCIT2 permet de calculer les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre du secteur des transports ferroviaires de voyageurs et de marchandises.

Pour cela, une première étape permet d'estimer les consommations énergétiques du parc roulant en distinguant chaque activité sur tous les tronçons du réseau ferré en région Provence Alpes Côte d'Azur.

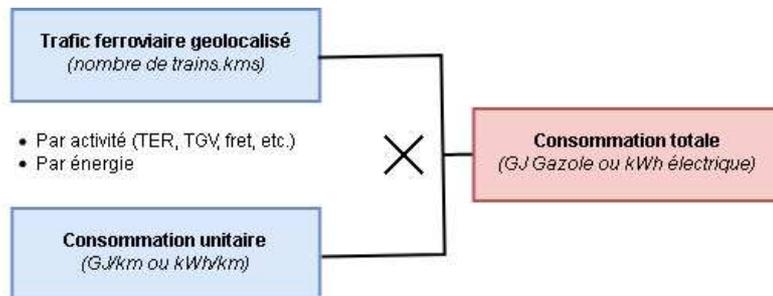


Figure 10 : Logigramme d'estimation des consommations énergétiques

Les consommations énergétiques estimées (par type de service) peuvent ensuite être ajustées en appliquant un facteur correctif afin que le total estimé soit égal à la consommation réelle. Cette donnée n'ayant pas pu être fournie par la SNCF, l'ajustement sur de la consommation énergétique réelle n'a pu être réalisée.

La méthode d'estimation des émissions énergétiques consiste à multiplier la consommation d'énergie d'un tronçon ferroviaire par le facteur d'émission approprié, tels que précisé dans les figures suivantes :

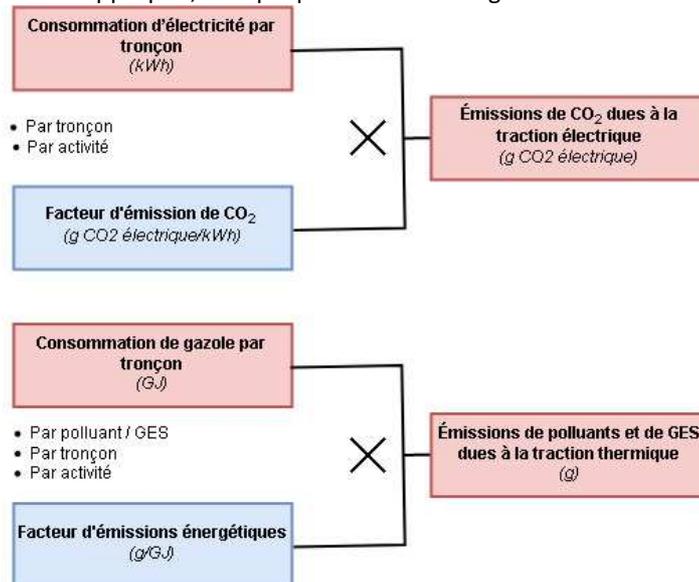


Figure 11 : Logigramme d'estimation des émissions énergétiques

Les émissions de CO₂ électriques sont des émissions dites « SCOPE 2 » : elles sont attribuées directement au consommateur et non pas au producteur d'énergie. En effet, l'utilisation de l'électricité n'induit aucune émission directe de CO₂. En revanche, la production de cette même électricité a entraîné des émissions de gaz à effet de serre. Ces dernières sont localisées sur le lieu de consommation.

Les émissions dites « non énergétiques » proviennent du phénomène d'abrasion (usure des caténaires, des rails, des freins, etc.) :

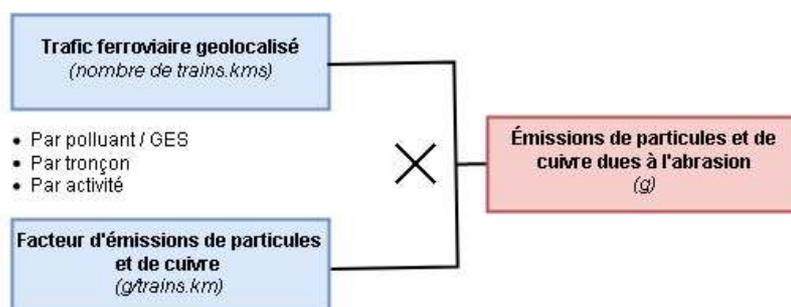


Figure 12 : Logigramme d'estimation des émissions non énergétiques

Pour réaliser l'entretien du réseau ferré, la SNCF a recours à des herbicides pour le désherbage et le débroussaillage des voies ferrées et de leurs abords. À titre d'information et en considérant un ratio de 3.34 kg de substances actives par kilomètre de voie ferrée⁵, nous obtenons les résultats suivants :

	Longueur du réseau (km)	Substances actives utilisées (kg)	CO ₂ (kg)	CH ₄ (kg)	N ₂ O (kg)
2009	1287	850	7081.56	21.66	0.19
2014	1016	671	5590.41	17.10	0.15
2015	1338	884	7362.18	22.51	0.19
2016	1347	890	7411.70	22.67	0.20

Tableau 1 : Émissions de GES dues à l'utilisation de désherbant

À noter que les quantités de substances actives utilisées pour l'entretien des voies sont en nette diminution depuis plusieurs années (-65% entre 2012 et 2018). Les émissions de GES associées sont cependant très faibles par rapport à l'activité « transport ».

La classification des émissions se fait par catégorie SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) :

Type d'émission	SNAP (niveau 3)	Type de rejet atmosphérique	Méthode de calculs
Combustion (phase de roulage)	080202 (autorails) 080203 (locomotives)	Polluants atmosphériques et GES	[Consommation du tronçon] x [FE]
Combustion (phase de manœuvre)	080201	Polluants atmosphériques et GES	
Combustion (toute phase)	080200	Polluants atmosphériques et GES	[Consommation du tronçon] x [FE]
Usure des freins, roues, rails (toutes phases)	080204	Particules, cuivre	[Trains.kms sur le tronçon] x [FE]
Usure des caténaires (toutes phases)	080205	Cuivre	[Trains.kms sur le tronçon] x [FE]

Tableau 2 : Nomenclature SNAP pour le secteur ferroviaire

3.2 Résultats

Les émissions ont été estimées et réparties par SNAP, par énergie et par service (TER, TGV, etc.) pour les années 2009, 2014, 2015, 2016. Seuls les résultats concernant les particules (PM10, PM2.5), les NO_x (NO + NO₂) et le CO₂ (électrique et non électrique) seront présentés dans cette section.

Selon la SNCF, il est d'usage de rouler en mode électrique lorsque la ligne le permet. Ainsi, pour l'ensemble du parc circulant en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, lorsque la ligne est électrifiée, l'énergie attribuée au trafic est

⁵ Ratio calculé en considérant 102 tonnes de substances active et un réseau ferré de 30581kms (données 2012).

l'électricité. Si la ligne n'est pas électrifiée, la circulation se fait grâce au gazole (le biocarburant n'étant plus d'usage dès 2006) :

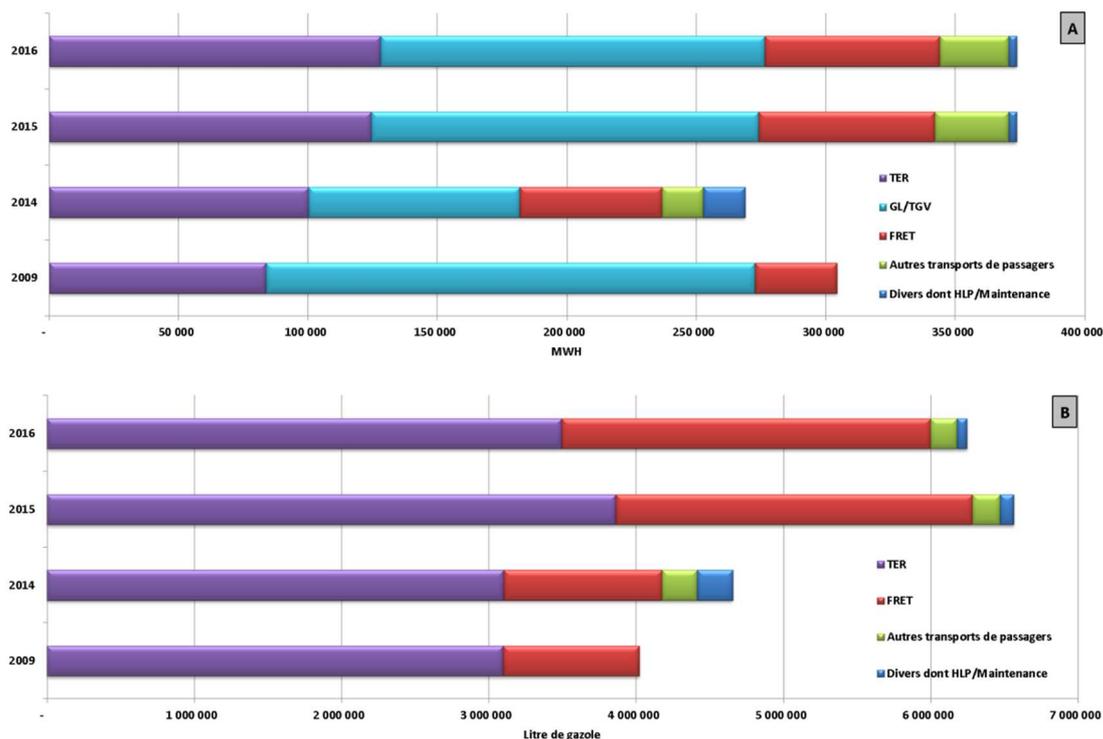


Figure 13 : Consommations et d'électricité (A) et de gazole (B) sur l'ensemble du réseau en Provence-Alpes-Côte d'Azur

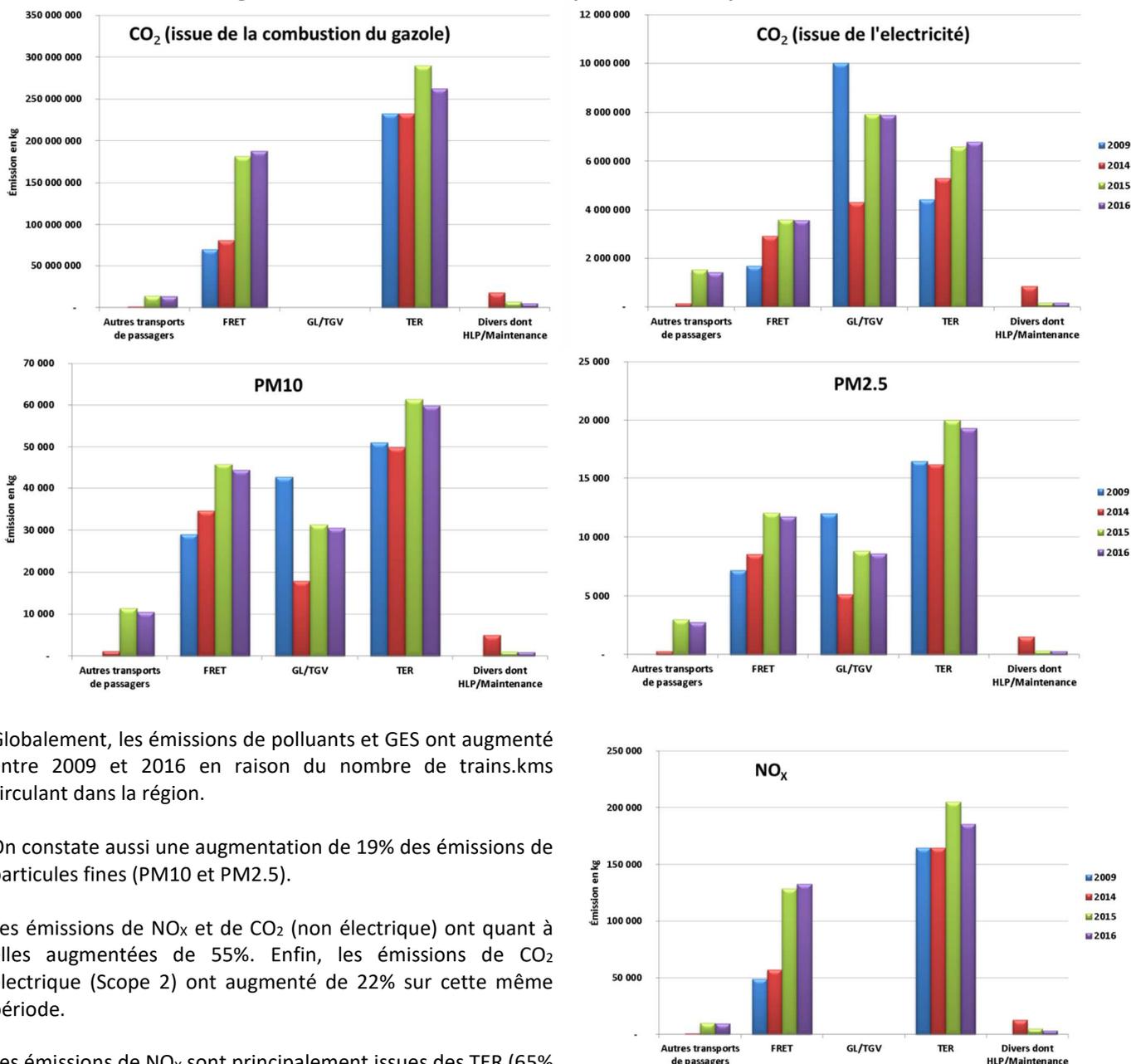
L'électricité est principalement consommée par les Grandes Lignes (40% de la consommation totale en 2016) et les TER (35% en 2016).

La consommation en gazole est principalement attribuée aux TER : 57% de la consommation régionale en gazole en 2016 contre 77% en 2009. L'activité « Fret » compte pour moins de 40% des consommations de gazole en 2016.

Les émissions de polluants sont ensuite calculées en associant des facteurs d'émissions (issues du guide OMINEA du CITEPA) aux consommations d'énergies.

La catégorie « Autre transports de passagers » regroupe les émissions issues des autres services de transport de passagers (tels que le Transilien et intercity). L'évolution des émissions de polluants et de CO₂ est donnée sur la figure suivante :

Figure 14 : Évolution des émissions de polluants et GES par service



Globalement, les émissions de polluants et GES ont augmenté entre 2009 et 2016 en raison du nombre de trains.kms circulant dans la région.

On constate aussi une augmentation de 19% des émissions de particules fines (PM10 et PM2.5).

Les émissions de NO_x et de CO₂ (non électrique) ont quant à elles augmentées de 55%. Enfin, les émissions de CO₂ électrique (Scope 2) ont augmenté de 22% sur cette même période.

Les émissions de NO_x sont principalement issues des TER (65% par an en moyenne). Les émissions de polluants issues des TER varient peu au cours du temps. Le trafic étant relativement stable (+2.5% par an en moyenne).

Enfin, les émissions de particules sont majoritairement issues de l'usure des freins, roues et rails. En raison de son tonnage, un train de fret peut émettre jusqu'à 4 fois plus de particules qu'un TGV ou un TER lorsqu'il circule. En moyenne, 96% des particules sont issues de l'usure du matériel. Seuls 4% des émissions de particules (entre 5 et 7 tonnes par an) sont issues de la combustion du gazole.

En 2016, les émissions de particules fines (PM10 et PM2.5) et de NO_x sont répartis comme suit :

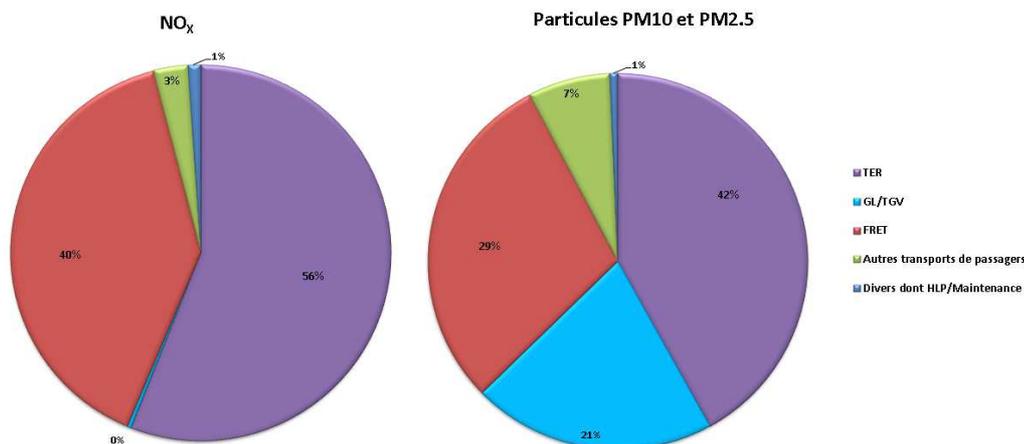


Figure 15 : Répartition par activité des émissions de particules fines et de NO_x du secteur ferroviaire en Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2016

Les émissions peuvent être localisés au niveau de chaque tronçon :

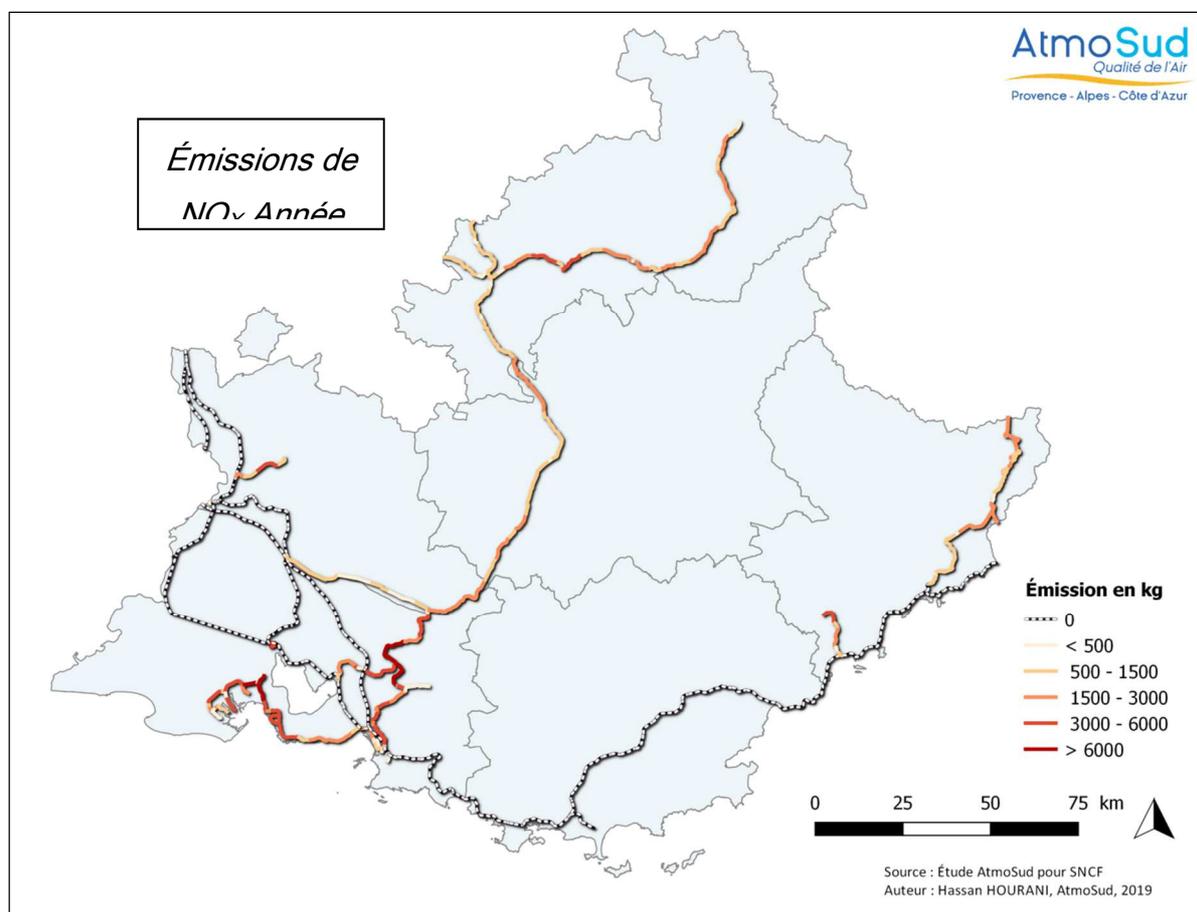


Figure 16 : Spatialisation des émissions de NO_x en 2016

Les émissions de NO_x sont localisés sur les axes non électrifiés. La section la plus émettrice est Martigues-Fos-sur-Mer. La ligne Marseille-Aix étant non électrifiée et soumise à un trafic important de TER, les émissions de NO_x sont conséquentes. Les oxydes d'azote sont un polluant dont les effets sanitaires sont connus. Une électrification des lignes diesel permettrait de supprimer toutes les émissions de NO_x. Cependant, les émissions de NO_x, comme les émissions de particules fines, restent très localisées (sur la voie de circulation).

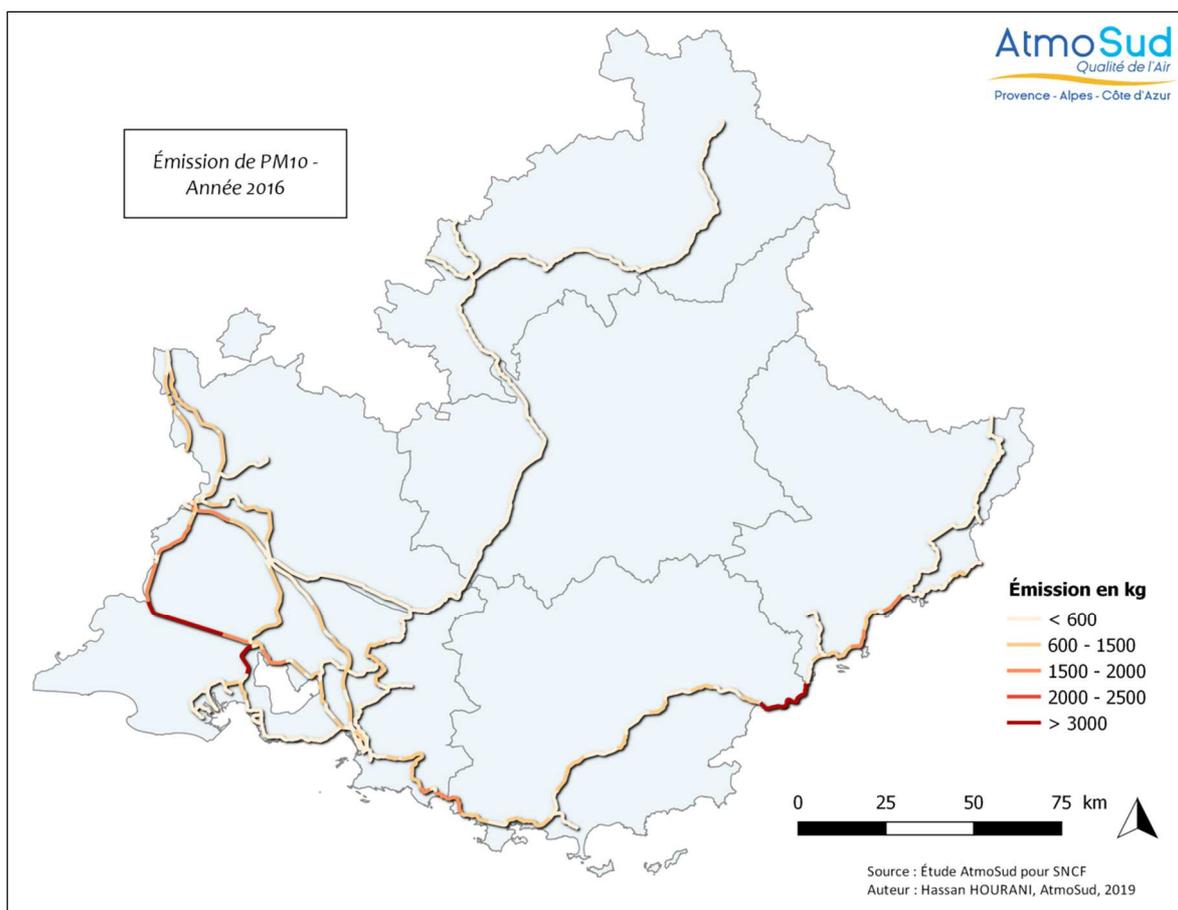


Figure 17 : Spatialisation des émissions de PM10 en 2016

Les émissions de particules PM10 sont particulièrement importante entre Fos-sur-Mer et Arles. En effet, cette ligne présente un trafic important en fret. Le développement technologique des motrices permettrait de réduire une partie des émissions de particules notamment grâce à l’installation « d’ éponges à particules » ou l’utilisation de trains à hydrogène.

Sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les émissions de particules issues du secteur ferroviaire contribuent à hauteur de 0.79% aux émissions totales de particules fines sur la région. Les émissions de NOx et de CO2 sont minoritaires à l’échelle de la région :

	NO _x	PM2.5	PM10	CO ₂ non électrique
Aérien	1.02%	0.35%	0.47%	0.51%
Agriculture	4.14%	5.34%	6.88%	0.84%
Biogénique	1.67%	15.87%	12.05%	0.6%
Déchets	0.32%	0.1%	0.1%	3.37%
Ferroviaire – Hors métro et tram	0.39%	0.3%	0.77%	1.03%
Ferroviaire – Métro et tram	0%	0.1%	0.2%	0%
Fluvial	0.2%	0.11%	0.09%	0.03%
Industrie	22.79%	17.09%	23.22%	51.83%
Maritime	16.19%	5.25%	4.21%	1.21%
Résidentiel	2.73%	32.48%	25.77%	8.26%
Tertiaire	1.41%	0.42%	0.32%	4.22%
Transports routiers	49.09%	22.53%	25.87%	28.04%

Tableau 3 : Distribution des émissions de polluants et de CO2 en Provence-Alpes-Côte d'Azur par secteur

Les secteurs Résidentiel (combustion du bois principalement) et transports routier (usure et abrasion) sont les principaux émetteurs de particules fines sur la région.

4. Impact du projet de modernisation de la ligne Aix-Marseille sur les émissions de polluants

Ce scénario consiste à réaliser un calcul plus précis le long de la ligne Aix-Marseille, en utilisant des données d'entrées spécifiques à ce tracé. Ce calcul devra être réalisé pour 2 étapes distinctes : avant et après les travaux de modernisation.

L'objectif de cette étape est d'estimer les variations d'émissions issues des évolutions de trafics. La modernisation des engins en circulation n'est pas prise en compte ici en raison de l'absence de données. Ainsi, les facteurs de consommations et d'émissions sont fixes.

A noter que la ligne Aix Marseille n'est pas électrifiée : l'ensemble des trains circule au gazole.

L'année de référence est 2016 (dernière année disponible avant travaux).

Le trafic se décompose comme suit :

	XTER	BGC	FRET
Année 2016 – TMJA	27.10	30.50	3.77
Année 2022 - TMJA	47.94	54.06	4.00
Consommation moyenne (l/100km)	170.00	160.00	344.00
Parcours (km)	33.95	33.95	33.95

Tableau 4 : Données d'entrées - Ligne Aix en Provence - Marseille

En 2022 (année de projection) le trafic total aura augmenté de 72%. C'est essentiellement le trafic passager qui augmente, le trafic fret augmentant de 6 %. Les engins en circulation sont des XTER, des BGC et du transport de Fret. Les facteurs de consommations des XTER et BGC ont été fournis par SNCF Réseau. Le facteur de consommation du transport de fret est issu du PCIT2. Les facteurs d'émissions sont issus du guide OMINEA du CITEPA.

Le calcul des consommations de gazole se fait comme suit :

$$C_i = Cm_i \times D_i \times TMJA_i \times 365 \quad \text{Avec } i : \text{Engin roulant}$$

Cm_i : Consommation moyenne de l'engin i
 D_i : Distance parcourue par l'engin i
 $TMJA_i$: Taux moyen journalier annuel de l'engin i

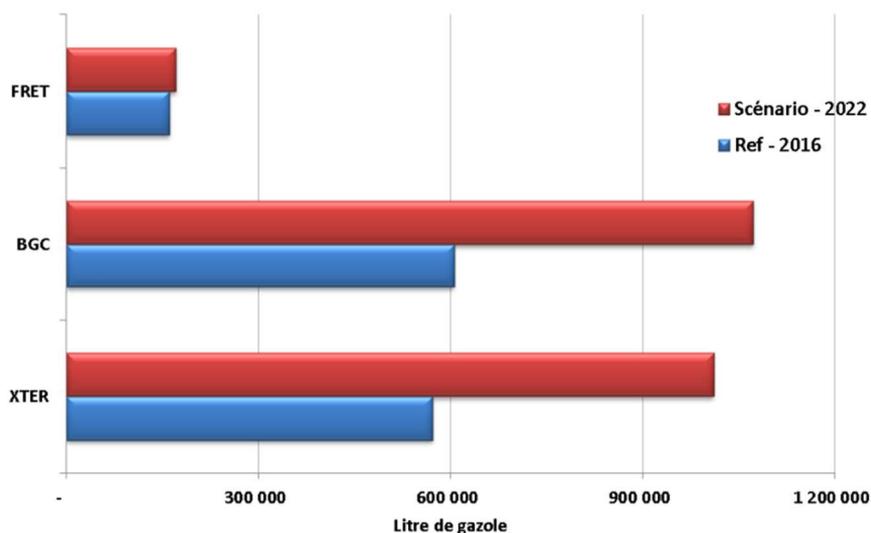


Figure 18 : Consommation de gazole en 2016 et 2022 (scenario) sur la ligne Aix – Marseille

Les émissions sont estimées en multipliant la consommation par le facteur d'émissions adéquate :

$$E_{i,p,a} = C_i \times FE_{p,m}$$

Avec i : Engin roulant
 p : Polluant
 a : Activité (au sens SNAP)
 $FE_{p,a}$: Facteur d'émission pour le polluant p et l'activité a

Ainsi:

		NO _x (kg)	CO ₂ (kg)	PM10 (kg)	PM2.5 (kg)
Année de référence 2016	Circulation des trains	70 921	3 547 551	1 351	1 283
	Usure des caténaires	0	0	122	18
	Usure du matériel roulant	0	0	2 974	859
Scénario - 2022	Circulation des trains	119 532	5 979 124	2 277	2 163
	Usure des caténaires	0	0	210	32
	Usure du matériel roulant	0	0	5 136	2 163
Variation par rapport à 2016					
Total		+ 48 611	+ 2 431 573	+ 3 176	+ 2 198

Tableau 5 : Bilan d'émission sur la ligne Aix – Marseille

Avec un trafic en 2022 tel que décrit précédemment, se répartissant entre 96 % de trafic passager et 4 % de trafic fret,

- Les émissions de NO_x et de CO₂ augmenteront de 69% par rapport à l'année 2016.
- Les émissions de PM10 et de PM2.5 augmenteront quant à elles respectivement de 70% et de 100% par rapport à 2016.

À noter que 92% des particules fines émises sur cet axe sont issues du transport de passagers, les 8% restant sont émises par le fret.

A titre d'information, les émissions de cuivre sont issues essentiellement de l'usure des caténaires et représentent 106 kg en 2016. L'augmentation du trafic en 2022 entraîne ainsi une augmentation des émissions de cuivre de 77 kg en 2022.

5. Impact global du projet de modernisation sur les transports

5.1 Report modal

Ce scénario consiste à prendre en compte, non pas uniquement l'impact des travaux sur le trafic ferroviaire mais l'impact global du projet sur les transports le long de la ligne. En effet, l'augmentation du nombre de passage et les changements d'horaires des trains peuvent induire un changement de mode de transport chez les automobilistes. Une modification du mode de transport est appelé un report modal.

Pour cela, une estimation du report modal de la voiture vers le train a été fournie par la SNCF à AtmoSud, sur la base d'études trafic internes à la SNCF.

Les données nécessaires à la réalisation de cette étape sont les suivantes :

- Estimation du report modal de la voiture vers le train suite aux travaux (veh.km routiers évités).
- Facteur d'émission moyen d'un véhicule circulant en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Le report a été évalué selon deux options présentées dans les tableaux 6 et 7:

- Option de Base en 2022 et 2030 (L'option de base correspond aux reports modaux estimés sur les autoroutes, routes, nationales, etc. liant Aix et Marseille)
- Option PDC (Plan Déplacement Campus) en 2022 et 2030 (déplacements relatifs aux établissements d'enseignement supérieur à proximité de la ligne pris en compte)

Un facteur d'émission moyen en [kg/veh.km] a été déduit à partir des émissions de polluants et du trafic en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Le gain en émission est ensuite obtenu en multipliant le report modal en veh.km estimé par SNCF au facteur d'émission unitaire issue des données AtmoSud.

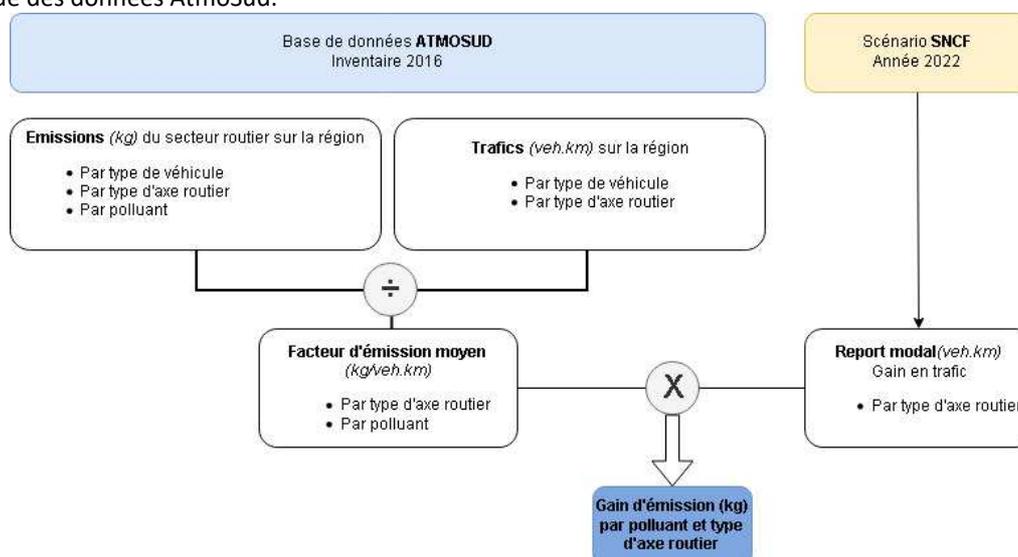


Figure 19 : Logigramme de calcul des émissions du secteur routier

Les reports modaux n'étant pas localisés, un facteur d'émission moyen a été extrait de la base de données AtmoSud. La localisation des reports modaux permettrait d'affiner le facteur d'émission unitaire et ainsi de réduire les incertitudes sur l'ensemble du calcul.

De plus, les énergies des véhicules «reportés» ne sont pas connues. Ainsi, le facteur d'émission calculé inclut les énergies diesel et essence.

Les résultats sont présentés pour le CO₂, les NO_x, et les particules fines (PM10 et PM2.5) :

Option de base

Variations de veh.km :Détournés + rabattement annuelles	Report modal Option de Base (veh.km)		Émissions de polluants (en kg)				Émissions de polluants (en kg)			
	2022	2030	Année 2022				Année 2030			
			CO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	CO ₂	NO _x	PM10	PM2.5
Détournés de la route (Autoroute - rural)	42 000	64 430	7 481	29	3	2	11 477	44	5	3
Détournés de la route (Autoroute - Semi-urbain)	3 344 760	4 216 040	595 797	2 302	250	173	750 997	2 902	316	218
Détournés de la route (Autoroute - urbain)	4 029 570	4 836 120	717 781	2 774	302	208	861 451	3 329	362	250
Détournés de la route (Autoroute - urbain dense)	1 896 640	2 275 390	337 846	1 305	142	98	405 312	1 566	170	117
Détournés de la route (Autoroute - urbain très dense)	2 595 240	3 113 390	462 286	1 786	194	134	554 584	2 143	233	161
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - rural)	4 680	6 740	902	3	0	0	1 299	4	1	0
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - Semi-urbain)	2 146 040	2 789 410	413 478	1 246	175	116	537 436	1 620	228	151
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - urbain)	1 930 900	2 356 110	372 027	1 121	158	104	453 952	1 368	193	127
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - urbain dense)	1 064 850	1 314 430	205 165	618	87	58	253 251	763	107	71
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - urbain très dense)	1 598 990	1 979 040	308 078	928	131	86	381 302	1 149	162	107
Détournés de la route (Communale - rural)	-6 260	-8 210	-1 226	-4	-1	-0	-1 607	-5	-1	-0
Détournés de la route (Communale- Semi-urbain)	692 670	940 940	135 606	400	57	37	184 211	543	77	51
Détournés de la route (Communale - urbain)	684 690	857 210	134 044	395	56	37	167 819	495	70	46
Détournés de la route (Communale - urbain dense)	369 200	457 460	72 279	213	30	20	89 558	264	37	25
Détournés de la route (Communale - urbain très dense)	575 530	709 560	112 673	332	47	31	138 913	409	58	38
Total	20 969 500	25 908 060	3 874 218	13 449	1 632	1 104	4 789 953	16 594	2 018	1 364

Tableau 6 : Estimation du gain en émission obtenu grâce au report modal avec l'option de base

Le tableau présente, par type de routes, les km roulés par les véhicules, évités, ainsi que, dans les colonnes suivantes les émissions polluantes correspondantes.

Option PDC

Variations de veh.km :Détournés + rabattement annuelles	Report modal Option de Base (veh.km)		Émissions de polluants (en kg)				Émissions de polluants (en kg)			
	2022	2030	Année 2022				Année 2030			
			CO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	CO ₂	NO _x	PM10	PM2.5
Détournés de la route (Autoroute - rural)	45 000	73 670	8 016	31	3	2	13 123	51	6	4
Détournés de la route (Autoroute - Semi-urbain)	3 261 800	4 312 300	581 020	2 245	244	168	768 144	2 968	323	222
Détournés de la route (Autoroute - urbain)	3 820 800	4 702 620	680 593	2 630	286	197	837 671	3 237	352	243
Détournés de la route (Autoroute - urbain dense)	1 802 210	2 210 440	321 025	1 240	135	93	393 742	1 521	165	114
Détournés de la route (Autoroute - urbain très dense)	2 466 010	3 018 850	439 267	1 697	185	127	537 743	2 078	226	156
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - rural)	-3 810	-5 260	-734	-2	-0	-0	-1 013	-3	-0	-0
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - Semi-urbain)	2 038 570	2 874 920	392 772	1 184	167	110	553 911	1 669	235	156
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - urbain)	2 065 130	2 584 860	397 889	1 199	169	112	498 025	1 501	211	140
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - urbain dense)	1 046 760	1 301 900	201 679	608	86	57	250 837	756	106	70
Détournés de la route (Nationale ou Départementale - urbain très dense)	1 572 840	1 954 760	303 039	913	129	85	376 624	1 135	160	106
Détournés de la route (Communale - rural)	-10 580	-14 270	-2 071	-6	-1	-1	-2 794	-8	-1	-1
Détournés de la route (Communale- Semi-urbain)	615 050	911 010	120 410	355	50	33	178 351	526	75	49
Détournés de la route (Communale - urbain)	775 090	979 650	151 742	447	64	42	191 789	565	80	53
Détournés de la route (Communale - urbain dense)	353 260	438 750	69 159	204	29	19	85 895	253	36	24
Détournés de la route (Communale - urbain très dense)	555 200	684 760	108 693	320	45	30	134 058	395	56	37
Total	20 403 330	26 028 960	3 772 498	13 065	1 590	1 075	4 816 107	16 644	2 030	1 371

Tableau 7 : Estimation du gain en émission obtenu grâce au report modal avec l'option PDC

Le gain total obtenu grâce au report modal est donc de (en kg) :

	Option de Base		Option PDC	
	2022	2030	2022	2030
CO2	3 874 218	4 789 953	3 772 498	4 816 107
NOX	13 449	16 594	13065	16644
PM10	1632	2 018	1590	2030
PM2.5	1104	1 364	1075	1371

Tableau 8 : Bilan des gains d'émissions obtenus grâce au report modal (en kg)

En 2022, 3 874 t de CO₂, 13 t de NO_x, 1,6 t de particules PM10, et 1t de particules PM2.5 pourraient être 'enlevés' de la route. Plus encore en 2030 : 25 % environ de gains supplémentaires interviennent par rapport à l'année 2022. Il est probable que ces scénarios misent sur un développement important de l'offre et de l'attractivité du ferré.

5.2 Bilan

L'objectif de cette section est de présenter les principales variations d'émissions du projet de rénovation de la ligne Aix-Marseille afin de pouvoir juger de l'impact global des travaux.

Le doublement des voies et l'augmentation du trafic ferroviaire sur la ligne Aix-Marseille entraînent des émissions supplémentaires. Les déplacements en voiture sur les axes routiers à proximité sont cependant diminués. Ainsi, le bilan environnemental (au niveau des émissions de polluants et GES), en considérant l'option PDC (2022), est le suivant :

	CO ₂ non électrique (kg)	NO _x (kg)	PM10 (kg)	PM2.5 (kg)
Augmentation du trafic ferroviaire	+ 2 431 573	+ 48 611	+ 3 176	+ 2 198
Report modal (option PDC)	- 3 772 498	- 13 065	- 1 590	- 1 075
Total	- 1 340 925	+ 35 546	+ 1 586	+ 1 123

Tableau 9 : Bilan global de variation d'émissions du projet de rénovation

Globalement, l'augmentation du trafic ferroviaire sur la ligne Aix-Marseille entraîne une **augmentation des émissions quel que soit le polluant**. En effet, le report modal (avec l'option PDC qui semble la plus avantageuse au niveau émission) ne permet pas de compenser cette augmentation.

Les augmentations sont cependant **assez faibles** et restent **négligeables** au niveau de la métropole et de la région.

Les **émissions de CO₂ seront fortement diminuées** (-1340 tonnes en 2022 par rapport à 2016).

Pour le transport ferroviaire à l'échelle de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, les variations d'émissions seront les suivantes :

	CO ₂ non électrique (kg)	NO _x (kg)	PM10 (kg)	PM2.5 (kg)
Total région (tous les secteurs) – Avant travaux	45 669 614 746	85 577 853	18 799 178	14 274 664
Dont ligne Aix – Marseille : Avant travaux	3 547 551	70 921	4 447	2 160
Ligne Aix – Marseille : Après travaux	2 206 626	106 467	6 033	3 283
Variation avant/après travaux Secteur ferroviaire uniquement	-0.28 %	+ 10.61 %	+ 1.09	+ 2.62 %

Tableau 10 : Bilan régional du projet de rénovation

Au niveau régional, la nouvelle ligne Aix-Marseille représentera près de 28% des émissions de NO_x et 5% des émissions de particules fines issues du secteur ferroviaire (hors métro et tram).

La rénovation de la ligne Aix-Marseille entraînera une augmentation des émissions de polluants mais une réduction des émissions de CO₂.

Au niveau régional, l'impact de cette ligne sera négligeable (<0.01% des émissions de polluants et GES).



Siège social : 146, rue Paradis « Le Noilly Paradis » - 13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00 - Télécopie 04 91 32 38 29 - contact.air@airpaca.org
Établissement de Martigues : Route de la Vierge - 13500 Martigues
Établissement de Nice : 37 bis, avenue Henri Matisse - 06200 Nice

