

Votre observatoire régional de la

QUALITÉ de l'AIR

**RAPPORT
ANNUEL
2018**

**Etude de l'impact
des projets de
Toulouse Aerospace
Express et de la
Connexion Ligne B**

CONDITIONS DE DIFFUSION

Atmo Occitanie, est une association de type loi 1901 agréée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de l'Occitanie. Atmo Occitanie fait partie de la fédération ATMO France.

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'État 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.

Atmo Occitanie met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur le site <http://oramip.atmo-midipyrenees.org>.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Occitanie.

Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à Atmo Occitanie.

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

Par ailleurs, Atmo Occitanie 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 Atmo Occitanie :

- depuis le formulaire de contact sur le site <http://oramip.atmo-midipyrenees.org>
- par mail : contact@oramip.org
- par téléphone : 05.61.15.42.46



<p>Objectif de qualité Niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble</p>	<p>Valeur cible Niveau fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.</p>	<p>Valeur limite Niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.</p>
---	--	---

SOMMAIRE

CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE	7
Description du projet.....	7
Hypothèses de travail	7
Définition de la bande d'étude	8
PARTIE 1 : ÉTAT INITIAL	
MILIEU PHYSIQUE.....	11
Climat.....	11
Températures	11
Précipitations.....	11
Vent.....	12
PLANS ET PROGRAMMES	13
QUALIFICATION DE L'ÉTAT INITIAL	14
Origine de la pollution le long du tracé des projets	14
LES OXYDES D'AZOTE	14
LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 10 µM	14
LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 2,5 µM	15
LES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS NON MÉTHANIQUES	15
LES GAZ À EFFET DE SERRE	15
Présentation du dispositif permanent de mesures d'Atmo Occitanie	16
Évolution des concentrations en polluants sur l'agglomération toulousaine.....	18
LE DIOXYDE D'AZOTE (NO ₂).....	18
LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 10 µM (PM ₁₀)	18
LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 2,5 µM (PM _{2,5})	19
LE BENZÈNE.....	19
L'INDICE ATMO	20
Situation de la qualité de l'air en 2017 sur l'agglomération toulousaine	20
Résultats des campagnes de mesures faites dans la bande d'étude	20
GÉNÉRALITÉS.....	20
PRÉSENTATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE	21
MESURE DU DIOXYDE D'AZOTE	22
MESURE DES PARTICULES	24
MESURE DU BENZÈNE.....	24

Inventaire des émissions et modélisation	27
INVENTAIRE DES ÉMISSIONS	27
NIVEAUX DE CONCENTRATION MODÉLISÉS	27
Incertitudes de la modélisation	27
Niveaux de concentration modélisés et comparaison à la réglementation	28
Comparaison aux niveaux relevés sur l'agglomération toulousaine	33
QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR	34
Présentation du métro toulousain	34
15 ans de surveillance de la qualité de l'air dans le métro.....	34
Paramètres à prendre en compte pour agir sur les niveaux de particules dans le métro	34
Une origine différente selon les polluants	35
LES PARTICULES ISSUES DE L'ACTIVITÉ MÉTRO.....	35
Des niveaux variables.....	35
Une composition des particules spécifique au métro toulousain	36
Réduction des niveaux de particules sur les quais grâce aux portes palières	36
Des dépassements ponctuels de la valeur guide pour les PM10	37
Des niveaux supérieurs aux valeurs réglementaires applicables pour l'air extérieur pour les PM2,5	37
LE DIOXYDE D'AZOTE INTRODUIT DANS LE MÉTRO PAR LA VENTILATION NATURELLE ET MÉCANIQUE	38
Des niveaux variables selon la ligne de métro.....	38
Des niveaux variables selon la saison	38
Respect de la valeur guide pour le dioxyde d'azote	39
LE BENZÈNE PRINCIPALEMENT ISSU DE L'EXTÉRIEUR	39
Respect de la valeur guide pour le benzène.....	40
Et dans les autres modes de transport.....	40
PARTIE 2 : ÉTUDE DES IMPACTS DU PROJET	
ÉMISSIONS ET CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE.....	42
Émissions de polluants liés au trafic routier.....	42
Hypothèse de calcul des émissions.....	42
Impact de chaque projet sur les émissions de polluants.....	44
Consommation énergétique liée au trafic routier.....	45
Émissions de particules liées à l'exploitation du métro	47
CONCENTRATIONS MAXIMALES MODÉLISÉES SUR LE DOMAINE D'ÉTUDE.....	48
Rappel sur les hypothèses de travail pour la modélisation de la pollution de l'air.....	50
L'état initial	50
L'année de la mise en service	50
Vingt ans après la mise en service	50
COMPARAISON ENTRE LES SCÉNARII.....	52
L'année de la mise en service	52

Impact de la mise en place du TAE sur la qualité de l'air	52
Impact de la mise en place du CLB sur la qualité de l'air	54
Impact de la mise en place de TAE et de CLB sur la qualité de l'air	57
Vingt ans après la mise en service	59
Impact de la mise en place de TAE sur la qualité de l'air	60
Impact de la mise en place de CLB sur la qualité de l'air	62
Impact de la mise en place de TAE + CLB sur la qualité de l'air	64
EFFETS SUR LA SANTÉ.....	66
ANNEXES	
ANNEXE I – CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURES	69
Campagne de mesures stations mobiles	69
Campagne de mesures échantillonneurs passifs.....	69
ANNEXE II – ÉMISSIONS DE POLLUANTS ET CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉES AU TRAFIC ROUTIER À L'ÉCHELLE DU PDU	70
Émissions de polluants liées au trafic routier.....	70
Consommation énergétique et émissions de CO ₂ et de GES liées au trafic routier	71
ANNEXE III : CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE DE QUALITÉ DE L'AIR DANS LES ENCEINTES FERROVIAIRES SOUTERRAINES POUR LE MÉTRO TOULOUSAIN	73
ANNEXE IV : MODE DE CALCUL DE LA VALEUR DE RÉFÉRENCE POUR LES PARTICULES PM10 DANS LE MÉTRO TOULOUSAIN	74
ANNEXE V - NOTES MÉTHODOLOGIQUES : HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION DU PARC ROUTIER POUR LES DIFFÉRENTS HORIZONS	75
Hypothèses d'évolution du parc routier.....	75
Présentation de la répartition du parc par type de véhicules entre l'état initial et l'horizon + 20 ans	75
Présentation de la répartition du parc par type par normes euro entre l'état initial et l'horizon + 20 ans	76
MÉTHODOLOGIE DE L'ADAPTATION STATISTIQUE DES MESURES	77
Adaptation statistique des échantillonneurs passifs.....	77
Adaptation statistique des stations mobiles	77
HYPOTHÈSES	77
VARIABLES EXPLICATIVES.....	77
DÉTECTION DES POINTS ABERRANTS ET DES POINTS INFLUENTS	77

TESTS DE SIGNIFICATIVITÉ	78
Le coefficient de détermination :	78
Le test de significativité globale de la régression.....	78
Le test de significativité d'un coefficient.....	78

MÉTHODOLOGIE DE L'INVENTAIRE, DE LA MODÉLISATION ET DE LA CARTOGRAPHIE ... 79

L'inventaire des émissions.....	79
MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES POUR LE TRAFIC ROUTIER	80
Hypothèse de calcul des émissions pour l'année de la situation initiale 2017	80
Hypothèse de calcul des émissions pour l'année de mise en service	80
Hypothèse de calcul des émissions pour l'année mise en service + 20 ans	80
MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES POUR LES AUTRES SECTEURS D'ACTIVITÉ.....	81
L'industrie	81
Le résidentiel / tertiaire	81
L'agriculture	81
Le transport hors trafic routier.....	81
Hypothèse de calcul des émissions des autres secteurs d'activité pour les deux horizons	81
Modélisation de la dispersion des polluants	82
PRINCIPE DE LA MÉTHODE	82
LES DONNÉES D'ENTRÉE DU MODÈLE HORS DÉPLACEMENTS ROUTIERS	83
Les données intégrées	83
POST TRAITEMENT DE LA MODÉLISATION	84
Adaptation statistique de données.....	84
Interpolation des données	84
Cartographie et Impact sur les populations	84
CARTOGRAPHIE.....	84
IMPACT SUR LES POPULATIONS	84

MÉTHODOLOGIE DE LA VALIDATION DU MODÈLE 85

Un modèle performant.....	85
Principe de la méthode.....	86
Présentation des indicateurs statistiques utilisés	86
FB : BIAIS FRACTIONNEL	86
NMSE : NORMALISED MEAN SQUARE ERROR.....	87
MG : GEOMETRIC MEAN BIAS.....	87
VG : GEOMETRIC MEAN VARIANCE	87
FAC2 :FACTOR OF TWO	88
R : COEFFICIENT DE CORRÉLATION LINÉAIRE	88

ANNEXE VI - GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS ÉTUDIÉS.....	89
NO ₂ le dioxyde d'azote	89
SOURCES	89
EFFETS SUR LA SANTÉ	89
EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	89
PM10, PM2,5 les particules	89
SOURCES	89
C6H6 le benzène	89
SOURCES	89
EFFETS SUR LA SANTÉ	89
Procédure d'information et d'alerte	90
ANNEXE VII – SEUILS RÉGLEMENTAIRES	91
Seuils réglementaires en France.....	91
LEXIQUE DES TERMES UTILISÉS.....	91
DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	92
PRÉSENTATION DES SEUILS RÉGLEMENTAIRES PAR POLLUANT	93
Valeurs guides de l'OMS.....	94

CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

Les opérations Toulouse Aerospace Express (TAE) et Connexion Ligne B (CLB) sont soumis à une évaluation environnementale. Ils relèvent en effet de la rubrique 7 Transports guidés de personnes » du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement.

Atmo Occitanie a réalisé l'étude d'impact des opérations TAE et CLB – volet air dans le cadre d'un partenariat avec Tisséo Collectivités.

DESCRIPTION DU PROJET

La présente étude concerne la création d'une troisième ligne de métro, l'amélioration de la desserte de l'aéroport par la création de la Ligne Aéroport Express et la Connexion Ligne B à la 3^{ème} ligne de métro.

Le projet TAE, associant la troisième ligne de métro et la Ligne Aéroport Express s'étend des communes de Colomiers et Blagnac à la commune de Labège en desservant Toulouse, en Haute Garonne.

Le tracé de la 3^{ème} ligne de métro est long de 27 km et comportera 21 stations. Une partie de la ligne sera souterraine, le reste aérien. Quatre parcs relais seront créés à Colomiers Gare, Sept Deniers, La Vache et Labège La Cadène Gare et cette ligne de métro sera connectée aux lignes de métro existantes à la station Marengo-SNCF pour la ligne A et aux stations François Verdier, La Vache et Labège INPT pour la ligne B. Elle sera également connectée au tramway à la station Jean Maga.

Le projet de connexion Ligne B est le prolongement de la ligne B de deux nouvelles stations l'une au parc technologique du Canal, l'autre à l'Institut national Polytechnique. Le prolongement mesurera 2,7 kilomètres, essentiellement en aérien, sauf au passage du Canal du Midi.

Les horizons étudiés portent sur les situations suivantes :

- état initial à l'horizon 2017 appelé « état initial » dans la suite de ce rapport,
- « mise en service »,
- « mise en service + 20 ans ».

Les scénarii étudiés sont :

- Scénario 0 : Projet Mobilités sans TAE et sans CLB,
- Scénario 1 : Projet Mobilités avec CLB et sans TAE,
- Scénario 2 : Projet Mobilités avec TAE et sans CLB,
- Scénario 3 : Projet Mobilités avec TAE et avec CLB.

Les objectifs finaux de l'étude sont :

- La qualification de l'état initial par le biais d'une étude bibliographique sur le domaine d'étude, d'une campagne de mesures in-situ ainsi que par la réalisation d'une cartographie de la dispersion des polluants,
- La comparaison des concentrations au regard de la réglementation relative à la qualité de l'air en France et en Europe,

- L'évaluation des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre pour les différents états pris en compte,
- L'évaluation de l'impact des opérations TAE et CLB sur la qualité de l'air par comparaison des cartographies de la dispersion des polluants obtenues pour les différents scénarios,
- L'analyse des effets des opérations sur la santé via un indicateur simplifié (IPP indice pollution – population).

HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

L'évaluation de l'état initial a été menée à partir de l'inventaire des émissions d'Atmo Occitanie. Les émissions des déplacements routiers ont été calculées sur la base de données réelles de comptage fournies par les différents gestionnaires de voiries de l'agglomération toulousaine (CD 31, DIRSO, ASF, TM...), et, pour les voies pour lesquelles ces données sont inexistantes, sur la base des données du modèle de déplacement (Système de Gestion Globale des Déplacements de l'agglomération toulousaine). La méthodologie de calcul des émissions pour l'ensemble des secteurs d'activité est précisée en annexe II.

Les évaluations prospectives ont nécessité la quantification des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire du PDU pour le secteur des déplacements routiers aux horizons mise en service et + 20 ans. Des hypothèses d'évolution des émissions de polluants atmosphériques ont notamment été intégrées pour le calcul des émissions à ces échéances. Plusieurs hypothèses d'évolution ont été prises en compte.

A l'horizon mise en service :

- Le trafic routier sur les principaux axes du territoire a été simulé par le modèle SGGD pour l'horizon mise en service et fourni à Atmo Occitanie par Tisséo Collectivités,
- La répartition des véhicules a été réalisée à partir du parc prospectif version 2016 du CITEPA.
- La population a été mise à disposition par Tisséo Collectivités.

A l'horizon + 20 ans :

- Le trafic routier sur les principaux axes du territoire a été extrapolé à partir d'hypothèses définies Tisséo Collectivités,
- La répartition des véhicules a été projetée sur la base de la tendance entre 2025 et 2035 du parc roulant prospectif version 2016 du CITEPA.

Pour les autres secteurs d'activité, les émissions ont été considérées constantes entre 2017 et les deux horizons étudiés.

En outre, les cartes de dispersion ont été réalisées en prenant en compte les conditions météorologiques (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température, etc.) fournies par la station météorologique de Toulouse-Blagnac, la plus proche de la zone d'études,

pour l'année 2017. Elles intègrent les incertitudes associées au modèle de dispersion de la qualité de l'air.

DÉFINITION DE LA BANDE D'ÉTUDE

Ce projet s'inscrit sur un territoire fortement urbanisé avec la présence de bâti dense sur plusieurs communes, d'Ouest en Est, Colomiers, Blagnac, Toulouse, Ramonville-Saint-Agne et Labège dans le département de la Haute Garonne.

Le guide utilisé pour cette étude est conforme à la circulaire interministérielle N° DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005 sur les études « air et santé » dans les projets routiers. Cette circulaire indique l'importance de l'étude d'impact environnemental à mener en fonction de la charge prévisionnelle de trafic qui sera supportée par le projet et fixe la largeur minimale de la bande d'étude de part et d'autre de l'axe du tracé du projet.

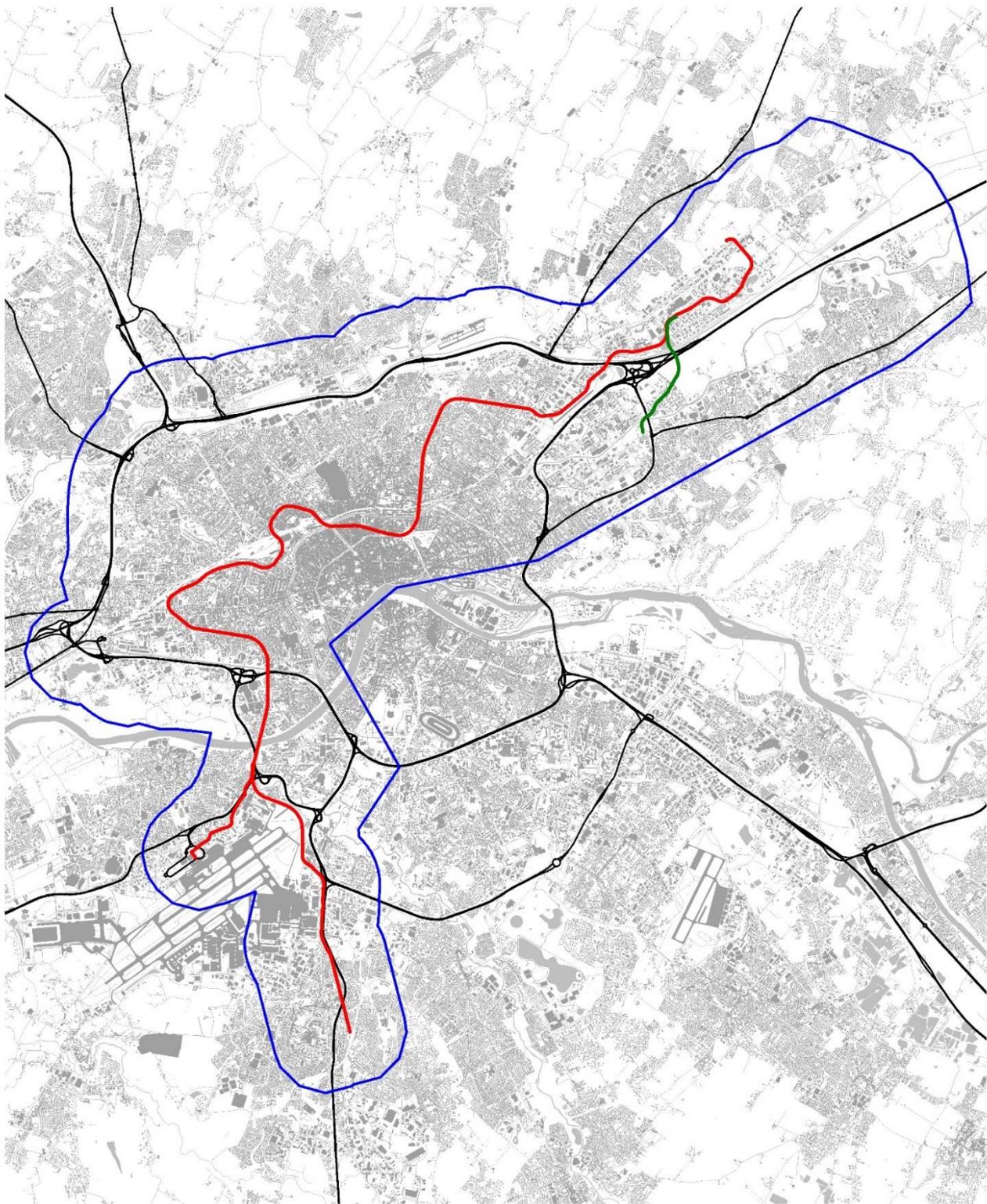
Dans cette étude, les objets du projet ne sont pas des infrastructures routières mais des infrastructures de transport. Le domaine d'études a été établi en prenant en compte toutes les voies subissant, du fait de la réalisation du projet, une hausse ou une baisse significative de trafic (variation de +/- 10%). Le projet ayant des répercussions sur des infrastructures routières situées au-delà de 300 mètres, la bande d'étude a été adaptée. Elle est au minimum de 1 000 mètres.

La bande d'étude couvre 17 communes dans des proportions extrêmement variables.

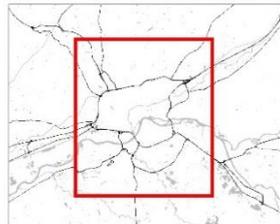
Commune	Pourcentage de la surface de chaque commune prise en compte dans la bande d'étude
Aucamville	1.6
Auzeville-Tolosane	56.4
Balma	39.6
Blagnac	30.0
Castanet-Tolosan	66.7
Colomiers	32.9
Escalquens	40.5
L'Union	13.0
Labège	100.0
Launaguet	4.7
Pécharbou	45.5
Pompertuzat	11.1
Quint-Fonsegrives	3.7
Ramonville-Saint-Agne	67.5
Saint-Orens-de-Gameville	14.2
Toulouse	59.0
Tournefeuille	<0.1

Tableau 1 : Communes et surfaces impactées par la bande d'études.

La bande d'étude est présentée page suivante.



-  Zone d'étude
-  Tracé TAE
-  Tracé CLB



0 1 2
Kilomètres
Scale: 1:45 000



Carte 1 : Tracé du TAE et du CLB et bande d'étude

PARTIE 1 : ÉTAT INITIAL

MILIEU PHYSIQUE

CLIMAT

La zone d'étude bénéficie d'un climat océanique dégradé, en raison de la dominante des vents d'ouest qui parviennent de l'océan de manière atténuée. Les saisons sont assez marquées, avec un climat relativement sec en moyenne sur l'année mais soumis à d'importantes variations. Ainsi, le printemps est souvent pluvieux et frais, avril, mai et juin étant les mois où se produisent le plus grand nombre de précipitations. L'été

est ensuite sec et chaud, l'automne bien ensoleillé et l'hiver anticyclonique assez froid, mais peu neigeux.

Les données climatologiques présentées ci-dessous proviennent de Météo-France et sont issues de la station météorologique de Toulouse-Blagnac.

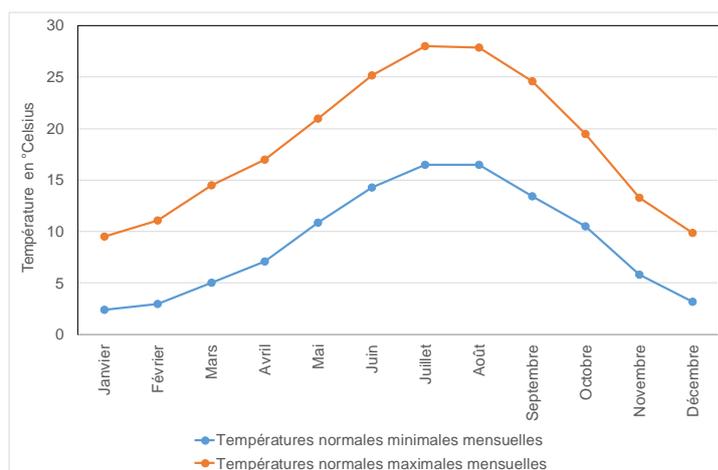
TEMPÉRATURES

Les normales mensuelles minimales et maximales, sur la période 1981 - 2010, sont de 9.1 et 18,5 °C.

Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 5.9 °C : sur les quarante dernières années, le 16 janvier 1985 a été la journée la plus froide avec une température minimale de -18.6 °C. En moyenne, il gèle 32 jours par an.

Juillet et août sont les mois les plus chauds avec une température moyenne de 22 °C. Le 04 août 2003 a été la journée la plus chaude avec une température maximale de 40.7 °C.

La température dépasse 25 °C 85 jours par an en moyenne et pendant 29 jours par an, elle est supérieure à 30 °C.

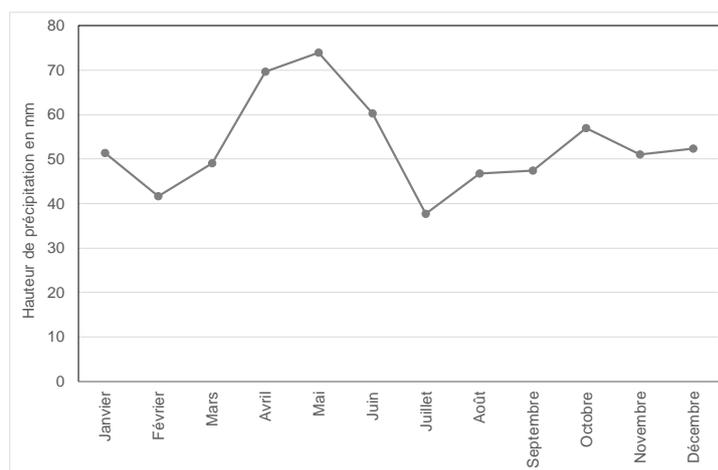


Graph 1 : Températures normales minimales et maximales mensuelles à la station Météo France de Toulouse-Blagnac sur la période 1981 - 2010

PRÉCIPITATIONS

Les précipitations sont fréquentes mais généralement faibles.

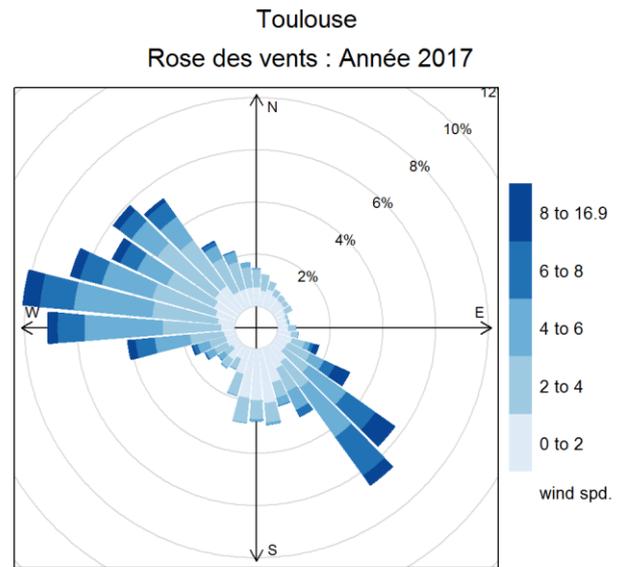
Sur les trente années de la période 1981 - 2010, le nombre moyen annuel de jours de pluie (précipitations supérieure ou égale à 1 mm) est de 96, et le nombre de jours de précipitation supérieure à 10 mm est de 18. La hauteur annuelle moyenne des précipitations est de 640 mm.



Graph 2 : Hauteurs normales mensuelles de précipitation à la station Météo France de Toulouse-Blagnac sur la période 1981 - 2010

VENT

Les vents prédominants sont de nord-ouest et, dans une moindre mesure, de sud-est. On relève des rafales de vent supérieures à 58 km/h en moyenne 52 jours par an et supérieures à 100 km/h 1 jour par an.



Graphe 3 : Rose des vents, station météo Toulouse-Blagnac année 2017 - Source : Météo-France

PLANS ET PROGRAMMES

La loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE) promulguée le 30 décembre 1996, vise à rationaliser l'utilisation de l'énergie et à définir une politique publique en matière de développement urbain intégrant l'air. Cette loi rend obligatoire la surveillance de la qualité de l'air assurée par l'État et la définition d'objectifs de qualité et l'information du public.

La surveillance porte sur l'ensemble du territoire national depuis le 1er janvier 2000. Une information du public, dont l'État est le garant, doit être réalisée périodiquement et une alerte doit être déclenchée par le préfet en cas de dépassement de seuil. L'État délègue ses missions de surveillance à des organismes agréés regroupant 4 collèges (État, collectivités territoriales, industriels, associations).

Par ailleurs, la loi institue un dispositif élaboré de planification. Ce dispositif est composé du :

- Schéma Régional du climat de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) :
- Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA)
- Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)
- Plan de Déplacements Urbains (PDU)

Il s'agit de documents de diagnostic, d'action, d'information, qui contiennent aussi des procédures d'alerte et d'évaluation ainsi que les grandes orientations et recommandations.

Les opérations TAE et CLB sont situées sur l'agglomération toulousaine dans le département de la Haute Garonne. Les dispositifs en vigueur sur ce linéaire sont :

- Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie de l'ancienne région Midi-Pyrénées approuvé le 28 juin 2012 et modifié en mars 2016. Il se substitue au Plan régional de la qualité de l'air (PRQA). Sa vocation est de définir les grandes orientations et objectifs régionaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, maîtrise de la demande d'énergie, développement des énergies renouvelables, qualité de l'air et adaptation au changement climatique.
- Le PPA révisé de l'agglomération toulousaine approuvé par arrêté préfectoral du 24 mars 2016. Il concerne 117 communes et comporte 20 actions en faveur de la qualité de l'air.
- Le Projet Mobilités 2020.2025.2030 valant révision du PDU de la grande agglomération toulousaine approuvé le 7 février 2018.

Il ressort de ces dispositifs des recommandations et des orientations qui peuvent être applicables aux opérations TAE et CLB.

Le Schéma régional Climat-Air-Énergie fixe les objectifs stratégiques régionaux et définit les orientations

permettant l'atteinte de ces objectifs. Il n'a pas vocation à fixer des mesures ou des actions mais présente des pistes de réflexion dans lesquelles les actions des différents plans compatibles avec le SRCAE doivent s'inscrire. Le SRCAE fixe 5 objectifs stratégiques. Pour répondre à ces 5 objectifs, 48 orientations ont été construites.

Dans le secteur des transports, les orientations entrant dans le domaine de compétences de Tisséo Collectivités sont de :

- Développer les offres alternatives de transports d'une part à la voiture particulière pour les déplacements de personnes,
- Développer l'intermodalité pour faciliter l'usage des transports collectifs
- Maîtriser et contrôler l'usage de la voiture en ville
- Agir sur les comportements individuels de mobilité (contrainte ou choisie) par une information et une sensibilisation adaptée

Le Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération toulousaine (2016 - 2020) approuvé en 2016 met en place des mesures de réduction des émissions de polluants atmosphériques et d'amélioration de la qualité de l'air. L'objectif est de protéger la santé des populations et l'environnement en maintenant ou ramenant les concentrations en polluants dans l'air à des niveaux inférieurs aux valeurs limites réglementaires.

Vingt mesures ont été retenues. Elles s'articulent autour de 4 grands thèmes.

Les projets TAE et CLB peuvent avoir une incidence sur une mesure du PPA « Mettre en œuvre des mesures supplémentaires permettant de réduire les émissions liées au trafic routier sur l'agglomération toulousaine ». Cette mesure est située dans la thématique Sources mobiles de pollution atmosphérique.

Le plan d'actions du Projet Mobilités 2020/2025/2030 est décliné en 3 axes stratégiques :

- Axe 1 - Levier du report modal : transports en commun et intermodalité,
- Axe 1 - Levier du report modal : modes actifs et partage de l'espace public,
- Axe 2 - Levier de la cohérence urbanisme-mobilités,
- Axe 3 - Levier de l'organisation des réseaux routiers et des stationnements ;

20 actions sont proposées dans l'axe 1 de mise en œuvre d'une politique de transports en commun plus capacitaire et promouvoir les modes actifs parmi lesquelles la réalisation de Toulouse Aerospace Express (incluant la 3^{ème} ligne de métro et une amélioration de la desserte de l'aéroport) et le projet de connexion ligne B entre Ramonville et l'INPT.

QUALIFICATION DE L'ÉTAT INITIAL

La surveillance de la qualité de l'air est assurée par les Associations de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), agréées par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement. Elles sont regroupées au sein de la Fédération ATMO ayant pour mission de participer à la

politique de surveillance, de préservation de la qualité de l'air et de lutte contre les pollutions atmosphériques sur le territoire.

L'association en charge du suivi de la qualité de l'air en Région Occitanie est Atmo Occitanie.

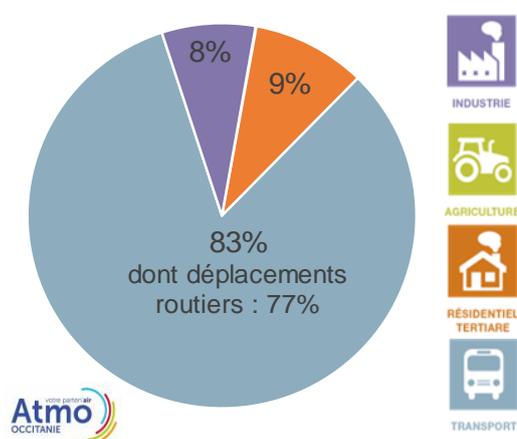
ORIGINE DE LA POLLUTION LE LONG DU TRACÉ DES PROJETS

La quantification des émissions des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre et l'évaluation de la contribution des différents secteurs d'activité s'appuient sur l'inventaire des émissions d'Atmo Occitanie dans sa dernière version disponible (année 2015).

Les programmes TAE et CLB s'étendent sur les communes de Colomiers, Blagnac, Toulouse et Labège. Le secteur agricole contribue pour moins de 0.5% des émissions des différents polluants présentés ci-dessous.

LES OXYDES D'AZOTE

Sur les quatre communes devant accueillir les projets TAE et CLB, les transports sont la 1^{ère} source d'oxydes d'azote. Ils contribuent à 83 % des émissions totales. Les transports aérien et ferroviaire participent pour 6% des émissions totales, les déplacements routiers contribuant, quant à eux, à 77% des émissions totales. Les dispositifs de chauffage résidentiel et tertiaire et les industries, représentent respectivement 8 et 9 % des émissions de NOx.

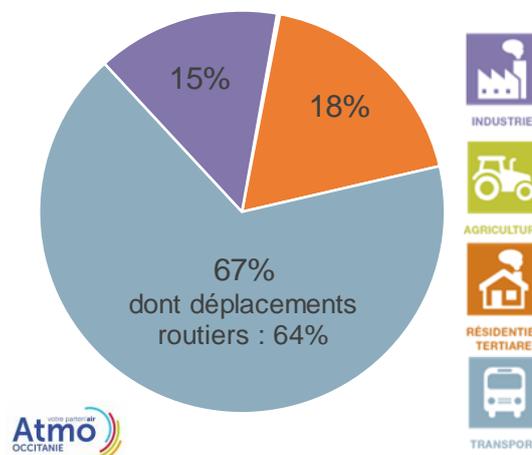


Graphe 4 : Répartition des sources d'oxydes d'azote sur les communes accueillant les projets TAE et CLB- année 2015

Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.4_Occ_2010_2015

LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 10 µm

Sur les quatre communes devant accueillir les projets TAE et CLB, les émissions de particules PM10 sont majoritairement issues des déplacements routiers. Ainsi, ce secteur est la source de 64% des particules PM10 émises. Le résidentiel et les industries représentent respectivement 15 et 18 % des émissions de PM10.

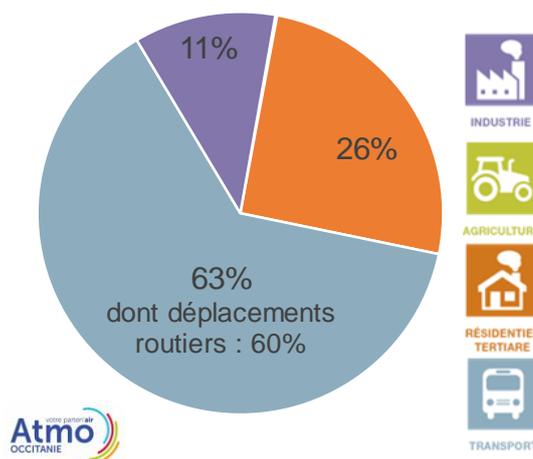


Graphe 5 : Répartition des sources de particules PM10 sur les communes accueillant les projets TAE et CLB- année 2015

Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.4_Occ_2010_2015

LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 2,5 µM

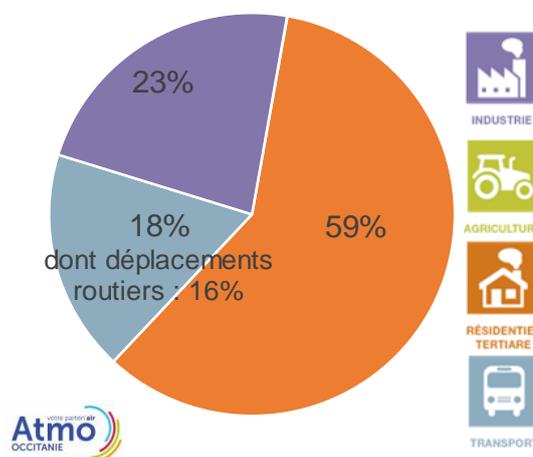
Avec 60% des particules PM_{2,5} émises, le secteur des déplacements routiers est également l'émetteur le plus important de particules PM_{2,5} sur les quatre communes devant accueillir les projets TAE et CLB. Le résidentiel est le second émetteur de particules.



Graphe 6 : Répartition des sources de particules PM_{2,5} sur les communes accueillant les projets TAE et CLB – année 2015
Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.4_Occ_2010_2015

LES COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS NON MÉTHANIQUES

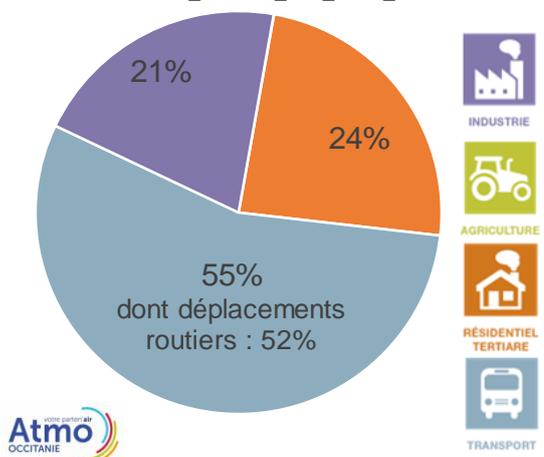
Avec 59% émis, le secteur industriel est l'émetteur majoritaire de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques sur les quatre communes devant accueillir les projets TAE et CLB. Les déplacements routiers émettent, quant à eux, 16% de COVNM.



Graphe 7 : Répartition des sources de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques sur les communes accueillant les projets TAE et CLB – année 2015
Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.4_Occ_2010_2015

LES GAZ À EFFET DE SERRE

Sur les quatre communes devant accueillir les projets TAE et CLB, Les émissions de gaz à effet de serre sont majoritairement issues des déplacements routiers lesquels représentent 52% des émissions de GES. Résidentiel tertiaire et industries représentent quant à eux respectivement 24% et 21% des émissions de GES.



Graphe 8 : Répartition des sources de gaz à effet de serre sur les communes accueillant les projets TAE et CLB – année 2015
Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.4_Occ_2010_2015

PRÉSENTATION DU DISPOSITIF PERMANENT DE MESURES D'ATMO OCCITANIE

En 2017, sur l'agglomération toulousaine, Atmo Occitanie dispose de dix stations de mesures en continu de typologie différente :

- Les stations en **proximité trafic**, sont placées en proximité immédiate d'une voie de circulation importante, la station trafic est représentative du niveau maximum d'exposition à la pollution automobile et urbaine
- Les stations de **fond urbain**, représentatives de la pollution respirée par la majorité de la population.
- Les stations **industrielles**, représentatives du niveau de pollution induit par des phénomènes de panache ou d'accumulation issu d'une activité industrielle.

Sept de ces stations sont situées dans la bande d'étude. Nous avons également pris en compte les mesures faites par la station urbaine Jacquier située à 2,2 km de la bande d'étude.

Le tableau suivant présente les stations de mesures prises en compte dans le cadre de la qualification de l'état initial.

8

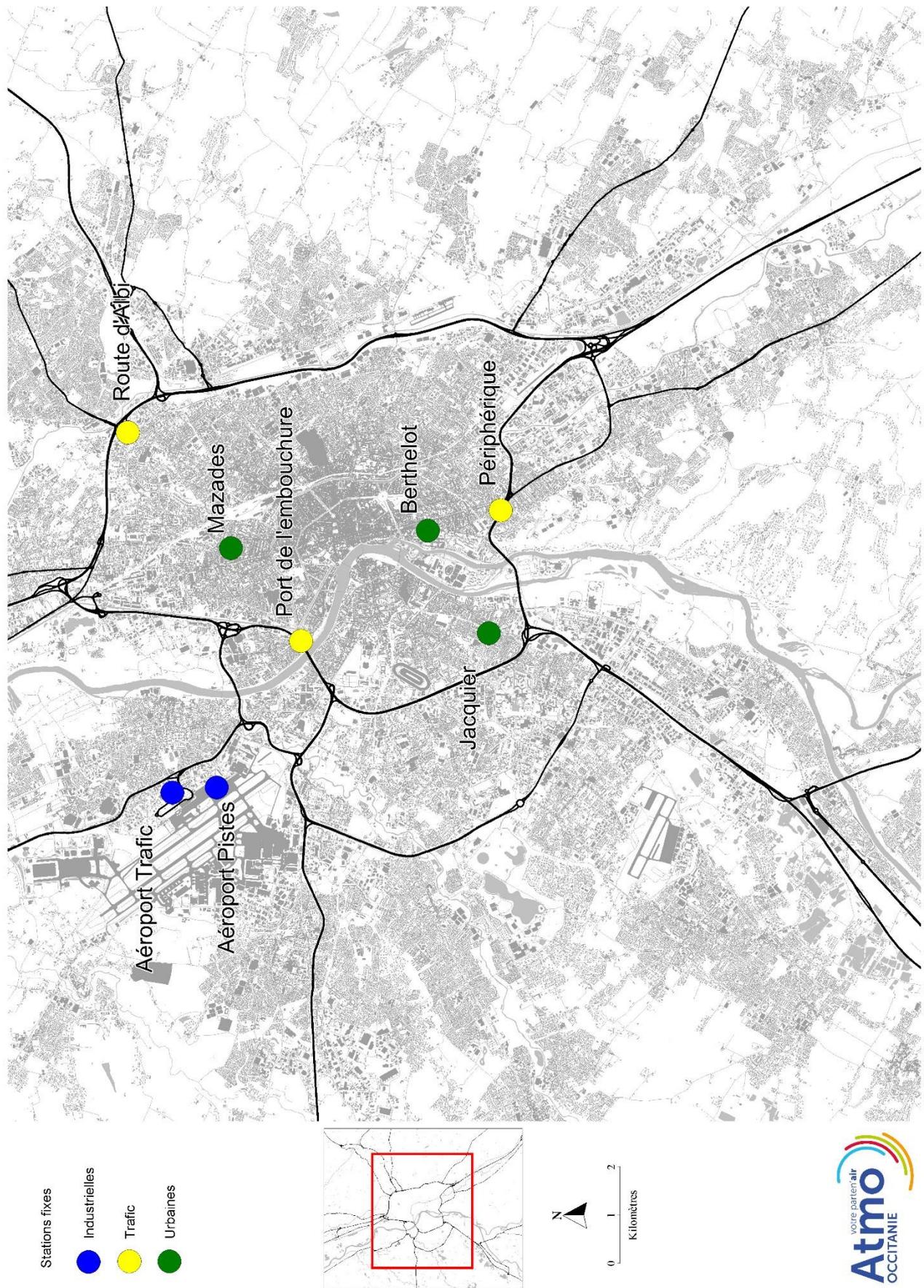
Stations	Typologie	Localisation / bande d'étude	NO ₂	PM10	PM2,5	Benzène
Aéroport trafic	Industrielle	intérieur	X	X		X
Aéroport pistes	Industrielle	intérieur	X	X		
Jacquier	Urbaine	2,2 km	X	X		
Berthelot	Urbaine	intérieur	X	X	X	
Mazades	Urbaine	intérieur	X	X	X	
Route d'Albi	Trafic	intérieur	X	X	X	
Boulevard de L'embouchure	Trafic	intérieur	X	X		
Périphérique	Trafic	Intérieur	X	X		X

Tableau 2 : stations de mesures Atmo Occitanie prises en compte dans le cadre de la qualification de l'état initial

Les stations de l'aéroport ont été prises en compte car :

- la station aéroport Trafic est représentative de la qualité de l'air en proximité immédiate des voies de circulation desservant Aéroport Toulouse-Blagnac.
- La station aéroport pistes est représentative de la qualité de l'air rencontrée dans un environnement périurbain, placée à la périphérie des centres urbains.

La carte suivante présente l'implantation de ces stations.



Carte 2 : Position des stations fixes de surveillance de la qualité de l'air de typologie urbaine et trafic sur l'agglomération toulousaine

ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN POLLUANTS SUR L'AGGLOMÉRATION TOULOUSAINNE

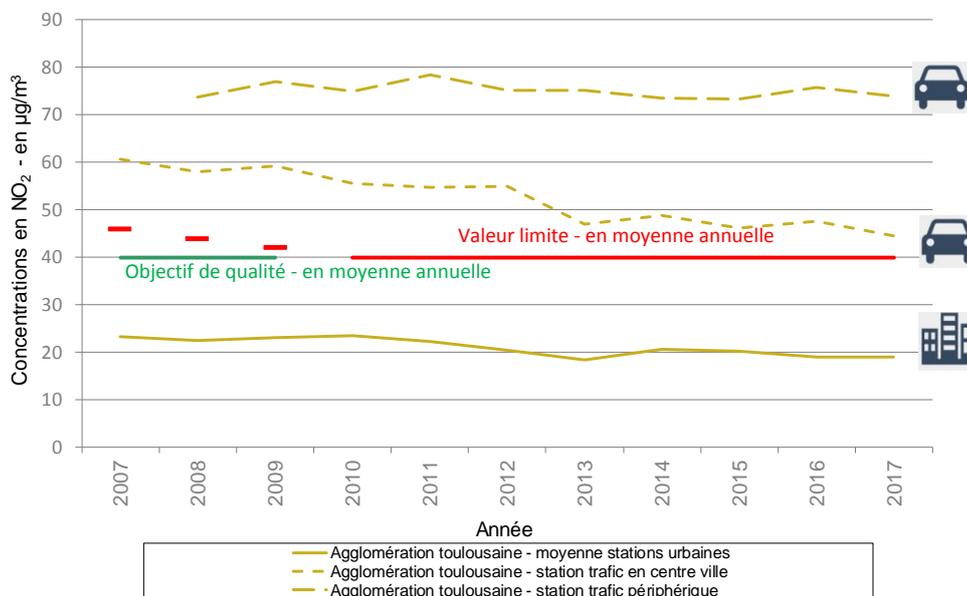
LE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

Depuis 10 ans, les niveaux de NO₂ diminuent pour les sites urbains et périurbains. Les concentrations annuelles respectent les valeurs réglementaires.

Malgré des variations importantes d'une année sur l'autre, les niveaux de NO₂ tendent également à diminuer en proximité du trafic routier dans Toulouse.

A proximité de trafic routier dans le centre de l'agglomération toulousaine, la concentration annuelle ne respecte pas la valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine.

En bordure du périphérique, les niveaux de NO₂ sont stables depuis 2007. Ils ne respectent pas la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.

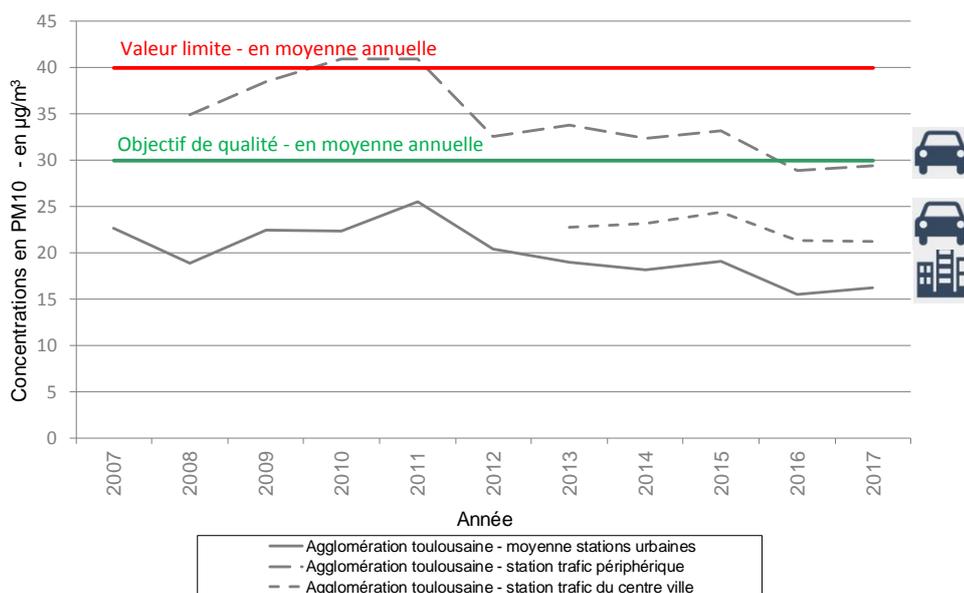


Graph 9 : Évolution des concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO₂) sur les stations urbaines et trafic de l'agglomération toulousaine entre 2007 et 2017.

LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 10 µm (PM10)

Après une certaine stabilité entre 2007 et 2012, les niveaux annuels de PM10 semblent amorcer une baisse. Ils sont inférieurs à la réglementation en vigueur dans l'air ambiant pour les stations urbaines et les stations trafic situées dans le centre de l'agglomération

toulousaine. 2016 et 2017 sont les deux premières années pour lesquelles les niveaux mesurés par la station trafic périphérique sont également inférieurs à la réglementation en vigueur.

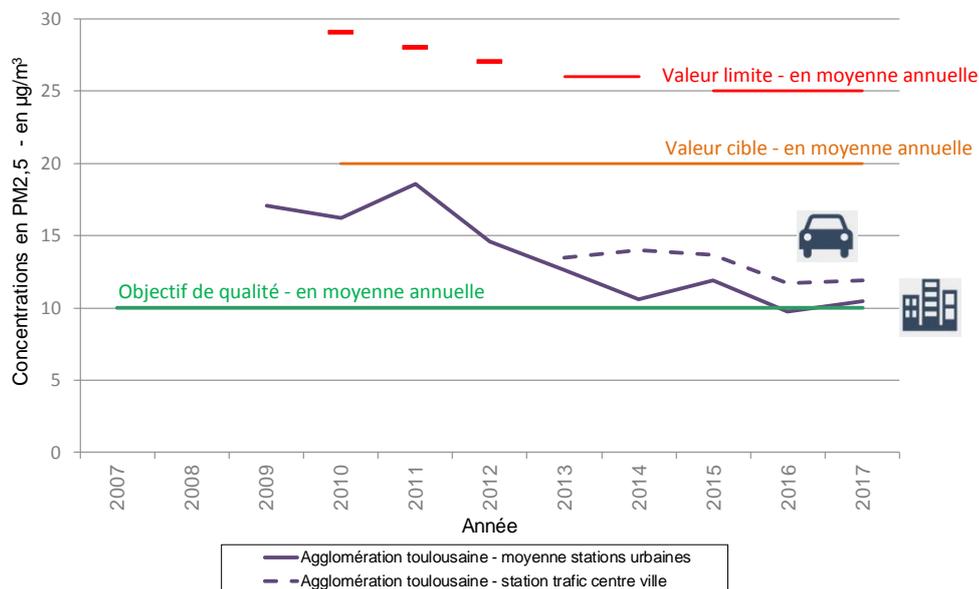


Graph 10 : Évolution des concentrations annuelles en particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) sur les stations urbaines et trafic de l'agglomération toulousaine entre 2007 et 2017.

LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 2,5 µM (PM2,5)

Les niveaux en PM2,5 rencontrés en moyenne sur les stations urbaines toulousaines sont similaires à ceux mesurés sur une station trafic du centre-ville. Les concentrations annuelles en PM2,5 tendent à diminuer depuis 2011.

En sites urbains, les concentrations annuelles ont respecté, en 2016, l'ensemble des réglementations. Elles sont supérieures à l'objectif de qualité en 2017. En proximité trafic, les niveaux annuels sont supérieurs à l'objectif de qualité et inférieurs aux autres valeurs réglementaires.

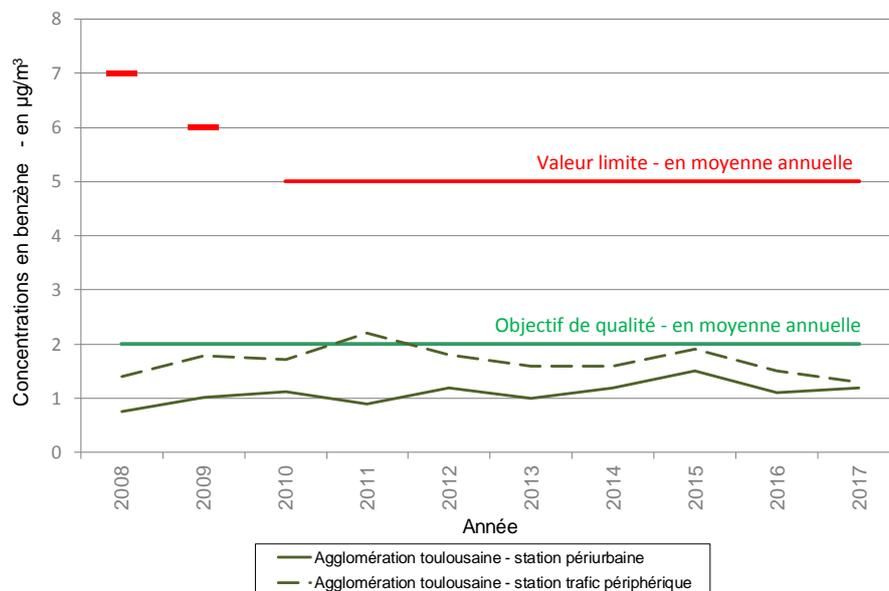


Graphique 11 : Évolution des concentrations annuelles en particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM2,5) sur les stations urbaines et trafic de l'agglomération toulousaine entre 2007 et 2017.

LE BENZÈNE

Les concentrations de benzène les plus élevées sont enregistrées à proximité du trafic routier avec, parfois, pour conséquence le non-respect de l'objectif de qualité.

Néanmoins, la valeur limite n'est dépassée nulle part. En milieu périurbain, les concentrations de benzène sont en hausse tandis qu'elles sont en baisse en proximité trafic.



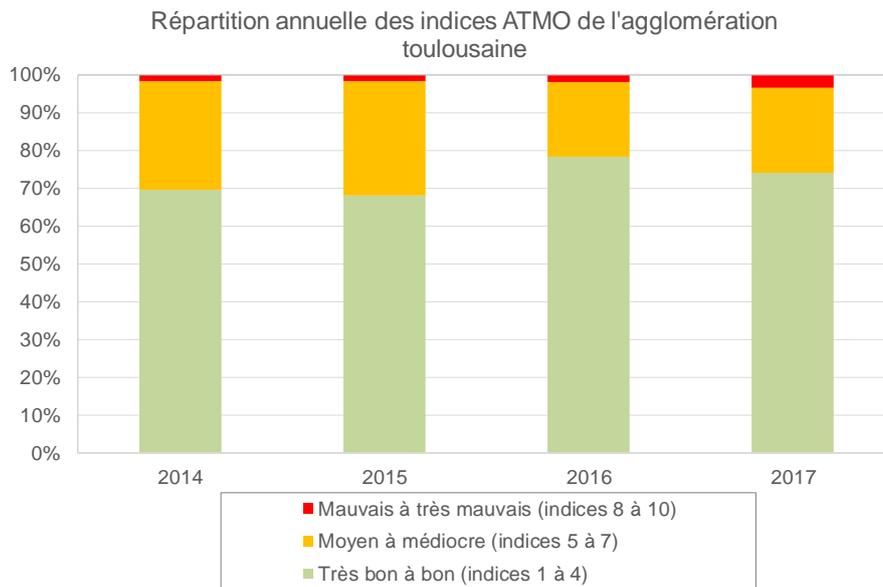
Graphique 12 : Évolution des concentrations annuelles en benzène sur les stations périurbaines et trafic de l'agglomération toulousaine entre 2008 et 2017.

L'INDICE ATMO

L'indice ATMO est un indicateur qui permet de caractériser de manière simple et globale la qualité de l'air d'une agglomération dont la population dépasse les 100 000 habitants. Cet indice est déterminé à partir des niveaux de pollution des principaux polluants atmosphériques, le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃) et les poussières fines (PM₁₀) mesurés au cours de la journée. Les sites de mesure sélectionnés pour son calcul caractérisent la pollution atmosphérique de fond des zones fortement peuplées (sites urbains) ou périurbaines (sites périurbains). Il est représenté par un chiffre allant de 1 à 10, associé à un qualificatif (de très bon à très mauvais) et une couleur (vert à rouge). Cet indice et son mode de calcul sont précisément définis au niveau national par les arrêtés

du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable du 22 juillet 2004 et du 21 décembre 2011.

Pour l'agglomération toulousaine, entre 2014 et 2017, les indices « très bon à bon » sont les plus fréquents, ils concernent 6 à 8 jours sur 10 selon les années. Les indices « moyen à médiocre » concernent quant à eux 2 à 3 jours sur 10. Les indices « mauvais à très mauvais » sont peu nombreux. En 2017, ils ont concerné 15 jours de l'année. 14 épisodes de pollution aux particules PM₁₀ ont ainsi été observés pendant les périodes hivernales tandis qu'1 épisode de pollution à l'ozone a été observé en juin.



SITUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN 2017 SUR L'AGGLOMÉRATION TOULOUSAINE

En 2017, les dépassements de valeurs limites n'ont pas concerné tous les polluants réglementés. Le dioxyde d'azote est le seul polluant pour lequel des dépassements de la valeur limite pour la protection de la santé sont mis en évidence par les stations de mesures sur l'agglomération toulousaine en moyenne annuelle.

Les niveaux de particules PM_{2,5} annuels, quant à eux, ne respectent pas l'objectif de qualité.

En plus des dépassements des valeurs limites, des dépassements des seuils d'information et d'alerte en cas d'évènement de pollution atmosphériques sont également observés sur le l'agglomération toulousaine. Ces évènements de pollution concernent deux polluants sur l'agglomération toulousaine : l'ozone et les particules en suspension PM₁₀.

En 2017, un évènement de pollution a été observé pour l'ozone en période estivale et 14 journées pour les particules en suspension PM₁₀.

RÉSULTATS DES CAMPAGNES DE MESURES FAITES DANS LA BANDE D'ÉTUDE

GÉNÉRALITÉS

En complément des mesures permanentes existantes et afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air dans la bande d'étude, une campagne de mesures a été menée.

Pour ce faire, des **stations mobiles** sont temporairement installées sur la zone d'étude, pour mesurer les indicateurs les plus pertinents de la qualité de l'air et pour les comparer aux stations fixes d'ATMO Occitanie implantées sur l'agglomération toulousaine. Les stations

mobiles fournissent en temps réel une concentration moyenne sur tous les quarts d'heure.

En outre, des **échantillonneurs passifs** sont temporairement disposés dans la zone d'étude, pour évaluer la dispersion de certains polluants. Les échantillonneurs passifs, après analyse en laboratoire, fournissent une concentration moyenne sur l'ensemble du temps d'exposition.

La campagne de mesure des stations mobiles et des échantillonneurs passifs dure une quinzaine de jours, puis les **concentrations sont estimées** sur l'ensemble de l'année 2017, selon la méthode d'adaptation statistique des mesures. Les méthodologies d'exploitation des

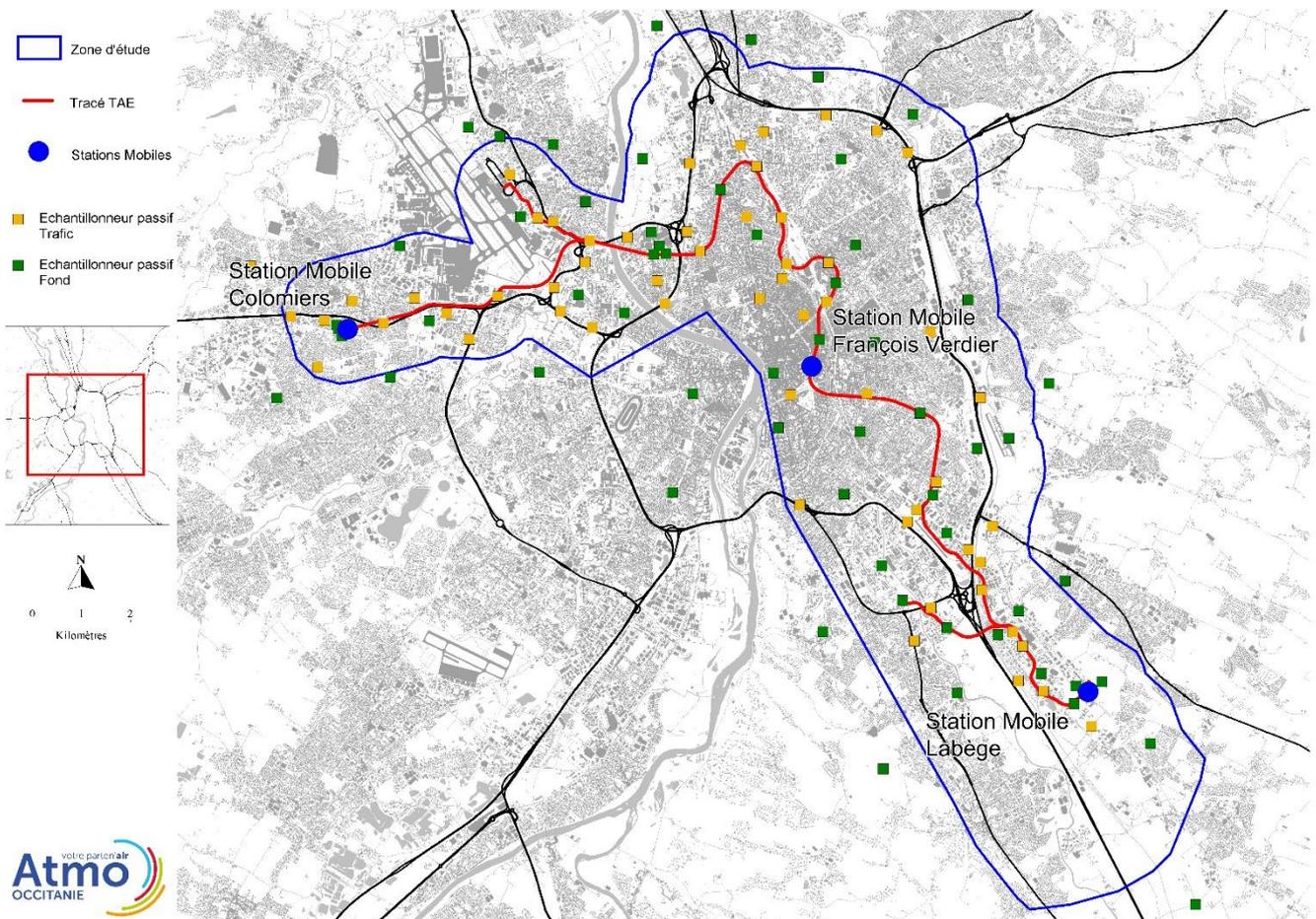
mesures pour la modélisation des émissions et la cartographie des niveaux de pollution, sont décrites en **annexe VII**.

PRÉSENTATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

Compte tenu du tracé des projets étudiés, trois stations de mesures automatiques multi-polluants ont été déployées à proximité de la gare de Colomiers, de la station de métro François Verdier dans Toulouse et de la future gare La Cadène à Labège. Ces dispositifs permettent l'évaluation des concentrations en particules en suspension (PM10), particules fines (PM2.5) et en monoxyde et dioxyde d'azote (NO/NO₂). La station François Verdier n'était pas équipée pour le suivi des particules fines. Les stations de mesures ont été implantées du 09 février au 19 avril 2018.

Pour compléter ce dispositif, une campagne de mesures par échantillonneurs passifs permettant la mesure du dioxyde d'azote et du benzène a été réalisée entre le 28 mars et le 11 avril 2018. La campagne de mesures par échantillonneurs passifs est réalisée en parallèle de celle des stations mobiles, afin de comparer et ajuster les valeurs mesurées. Pour cette étude le niveau de pollution en NO₂ est évalué sur 118 sites (62 en proximité trafic et 56 de fond) et la pollution en benzène sur 21 sites (8 en proximité trafic et 13 de fond).

La carte suivante illustre la localisation des stations mobiles et des échantillonneurs passifs.



Carte 3 : Position des stations mobiles et des échantillonneurs passifs dans la bande d'étude, campagne de mesures

MESURE DU DIOXYDE D'AZOTE

Les niveaux en NO₂ sont évalués à l'aide des trois stations mobiles implantées le long des tracés TAE et

CLB, ainsi que par échantillonneurs passifs sur 118 sites, 62 sites en proximité trafic et 56 sites de fond.

NO ₂	Stations de mesures			Echantillonneurs passifs
	Colomiers Gare	Toulouse François Verdier	Labège - La Cadène	
Concentration moyenne annuelle 2017	22	27	17	Moyenne des 118 mesures : 24 µg/m ³ 56 fond urbain : 19 µg/m ³ 62 proximité trafic : 31 µg/m ³
Nombre de dépassements de 200 µg/m ³ en concentration horaire	0	0	0	

Tableau 3 : Valeurs estimées sur l'année sur le dispositif de mesures du NO₂, 2017

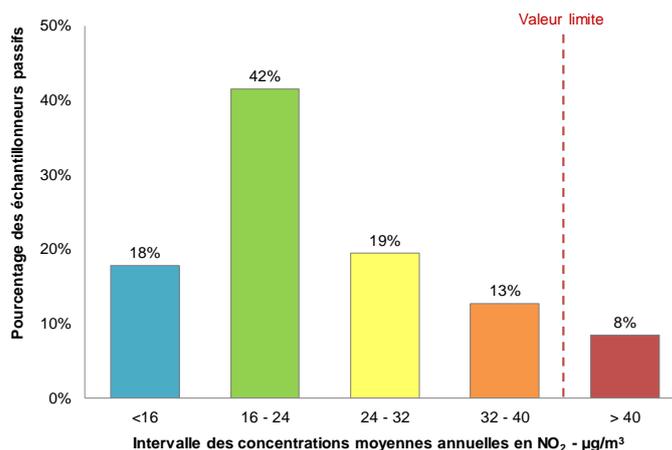
Le tableau ci-dessous décrit les statistiques issues des concentrations moyennes en NO₂ estimées sur l'année 2017. Il met en évidence des variations de concentrations importantes entre les sites de fond et les sites de proximité trafic.

En proximité trafic, la turbulence atmosphérique est importante, donc les concentrations sont plus hétérogènes qu'en situation de fond urbain ; d'où l'écart-type plus élevé.

NO ₂	Echantillonneurs passifs				
	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Ecart Type
Sites de fond	10 µg/m ³	22 µg/m ³	17 µg/m ³	17 µg/m ³	± 3 µg/m ³
Sites en proximité trafic	16 µg/m ³	76 µg/m ³	31 µg/m ³	28 µg/m ³	± 10 µg/m ³

Tableau 4 : Valeurs statistiques de l'échantillon des mesures par échantillonneurs passifs NO₂, 2017

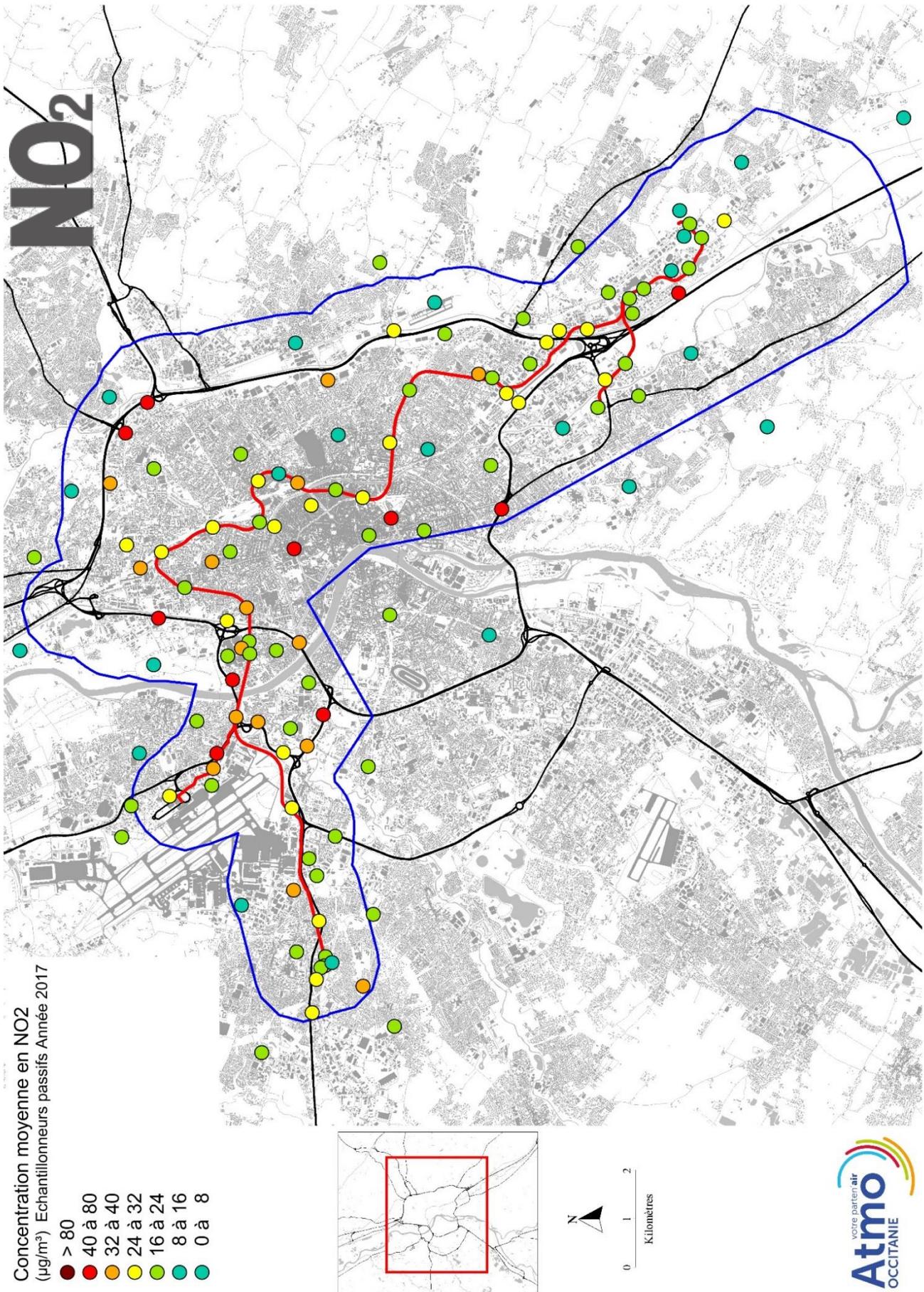
Le graphe ci-contre met en évidence la dispersion des concentrations des échantillonneurs passifs sur les sites de mesures choisis. De répartition hétérogène sur l'ensemble de la bande d'étude, les concentrations sont majoritairement inférieures à 40 µg/m³.



Graphe 13 : Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en NO₂, 2017

La carte ci-après présente les gammes de concentrations observées sur les sites de mesures du NO₂ dans le domaine d'étude.

Dix sites de mesures sont en dépassement de la valeur limite réglementaire. La concentration maximale est de 76 µg/m³.



Carte 4 : Concentrations moyennes annuelles estimées des échantillonneurs passifs en NO₂, 2017

MESURE DES PARTICULES

Les niveaux en PM10 et PM2,5 ont été évalués sur la bande d'étude en plusieurs sites.

PM10	Stations de mesures		
	Colomiers Gare	Toulouse François Verdier	Labège - La Cadène
Concentration moyenne annuelle 2017	17	17	18
Nombre de dépassements de 50 µg/m ³ en concentration journalière	2	1	1

Tableau 5 : Valeurs estimées sur l'année sur le dispositif de mesures des particules PM10, 2017

PM2.5	Stations de mesures	
	Colomiers Gare	Labège - La Cadène
Concentration moyenne annuelle 2017	12	12

Tableau 6 : Valeurs estimées sur l'année sur le dispositif de mesures des particules PM2,5, 2017

Sur l'ensemble de l'année 2017, les concentrations en PM10 et en PM2,5 mesurés sur la bande d'étude par les stations mobiles sont représentatives des niveaux rencontrés en proximité du trafic.

Les PM2,5 n'étant mesurées qu'en proximité trafic dans la bande d'étude, donc au plus près des sources d'émissions, nous estimons qu'en situation de fond urbain les valeurs seront plus faibles. Les teneurs en PM2,5 en fond urbain doivent donc également respecter à minima la valeur limite et la valeur cible réglementaire (respectivement 25 et 20 µg/m³).

MESURE DU BENZÈNE

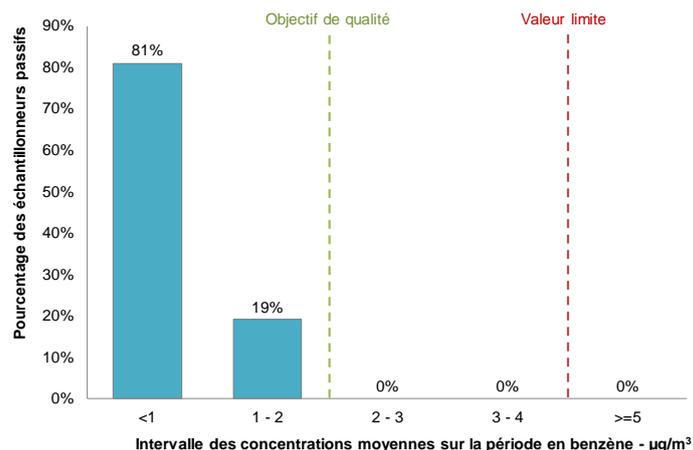
Les niveaux en benzène sont mesurés par échantillonneurs passifs sur 21 sites dont 8 en proximité trafic et 13 en fond urbain.

Le tableau ci-dessous met en évidence l'homogénéité des concentrations sur la zone, la moyenne sur la période de mesures étant similaire à la médiane des valeurs et l'écart type étant relativement faible.

C ₆ H ₆	Moyenne sur la période de mesures	Médiane	Minimum	Maximum	Ecart Type
	Bande d'étude	0.8 µg/m ³	0.8 µg/m ³	0,6 µg/m ³	1.2 µg/m ³

Tableau 6 : Valeurs statistiques de l'échantillon des mesures par échantillonneurs passifs benzène, 2018

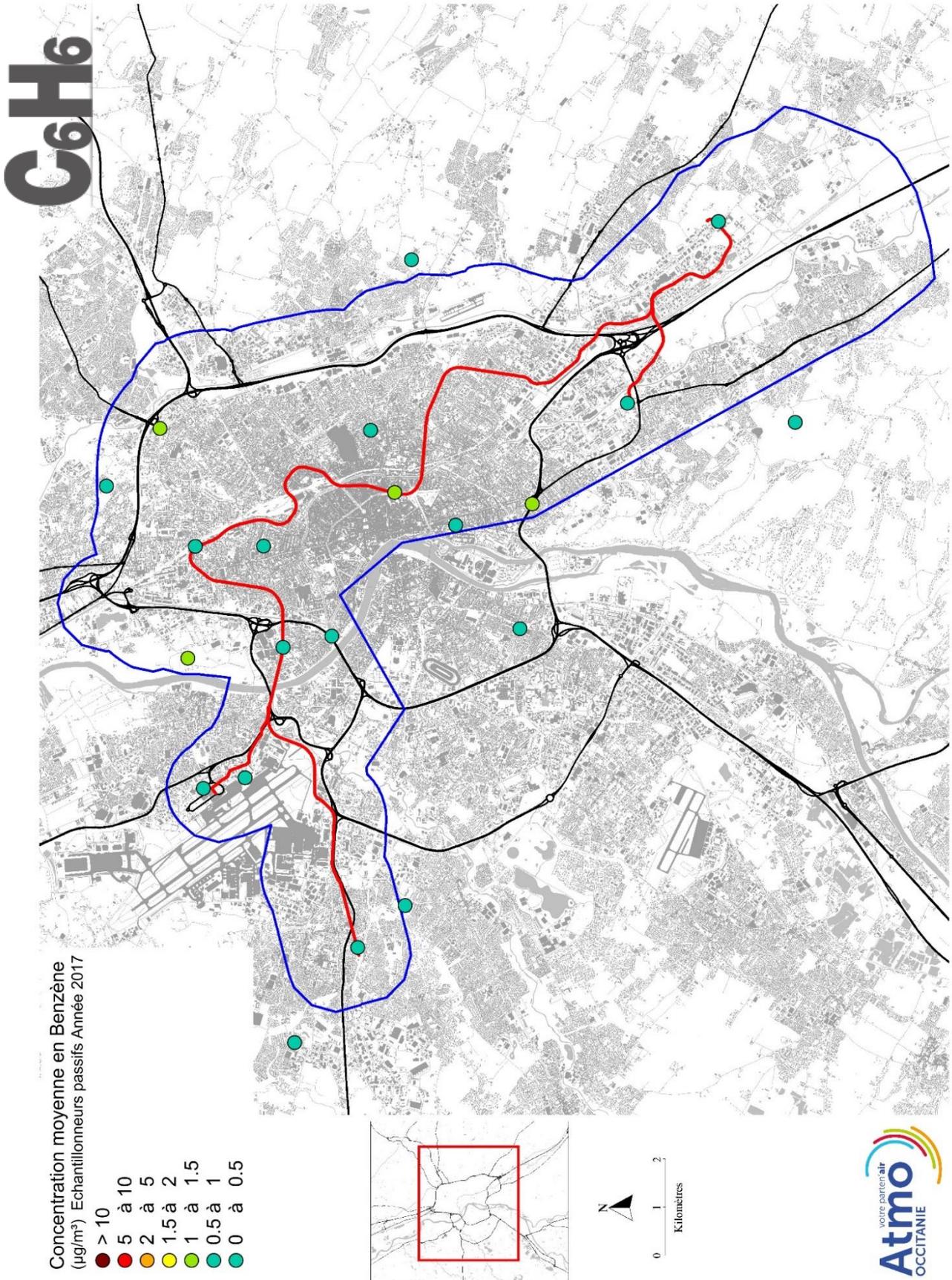
Le graphe ci-contre montre la dispersion des concentrations de benzène, sur les différents sites : tous les sites sont inférieurs à l'objectif de qualité.



Graphe 14 : Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en benzène, période de mesures 2018

La carte ci-après présente les gammes de concentrations observées sur les sites de mesures du benzène dans le domaine d'étude.

Aucun site de mesures n'est en dépassement de l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Carte 5 : Concentrations moyennes annuelles estimées des échantillonneurs passifs en benzène

INVENTAIRE DES ÉMISSIONS ET MODÉLISATION

Le suivi des polluants atmosphériques par les stations de mesure ne permet pas de quantifier les surfaces en dépassement et la population exposée sur l'ensemble de la bande d'études. Atmo Occitanie évalue ainsi les dépassements des valeurs limites pour la protection de la santé pour le dioxyde d'azote, les particules en suspension PM₁₀ et les particules fines PM_{2.5} à l'aide de cartographie de concentration à l'échelle urbaine.

Ces cartographies sont réalisées par modélisation de la dispersion des émissions de polluants atmosphériques en fonction des conditions météorologiques à l'aide du logiciel de modélisation ADMS Urban.

INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

Les données d'émissions de polluants atmosphériques sont déterminées pour l'ensemble des polluants atmosphériques selon la méthodologie élaborée au niveau national par le Pole de Coordination des Inventaires Territoriaux, à l'aide de l'outil ACTAIR développé par Atmo Occitanie pour les secteurs

résidentiels, tertiaire, agricole, industriel et transport autre que déplacement routier et à l'aide de l'outil CIRCUL'AIR (conforme à COPERT V) pour les déplacements routiers. Elles sont calculées à partir des données d'activité du territoire : trafic routier, dispositifs de chauffage, installations industrielles, pratiques agricoles...

Les émissions de polluants atmosphériques du trafic routier ont été quantifiées, pour 2017, à partir des données de comptages et de données du modèle de déplacement (SGGD) disponibles sur le domaine du PDU.

La méthodologie de calcul des émissions du trafic routier est précisée en annexe II.

Les émissions moyennes des différents polluants, les consommations énergétiques, les émissions de dioxyde de carbone et de gaz à effet de serre pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour 2017 sont indiquées dans les tableaux suivants :

	Milliers de km parcourus par jour	Émissions - en kg/j						Émissions - en g/j	
		CO	COVNM	NOx	C ₆ H ₆	PM ₁₀	PM _{2,5}	Cd	Ni
État initial 2017	10 107	6010	697	8043	24	924	609	2	21

Tableau 7 : Émissions moyennes des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour l'état initial, 2017

	Consommation énergétique en tonne équivalent pétrole /jour	Émissions - tonnes/j	
		Émissions de CO ₂	Émissions de gaz à effet de serre équivalent CO ₂
État initial 2017	772	2 298	2 322

Tableau 8 : Consommations énergétiques et émissions de dioxyde de carbone et de gaz à effet de serre pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour l'état initial, 2017

NIVEAUX DE CONCENTRATION MODÉLISÉS

INCERTITUDES DE LA MODÉLISATION

Une fois les émissions de polluants déterminées et spatialisées, le modèle ADMS-Urban permet de simuler la dispersion des polluants atmosphériques issus d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques, surfaciques ou volumiques selon des formulations gaussiennes. La modélisation de la dispersion des émissions est réalisée pour obtenir des concentrations horaires sur l'ensemble du domaine d'étude.

Les calculs de dispersion sont donc menés à partir des mesures horaires de plusieurs paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température, etc.) fournies par les stations météorologiques les plus proches de la zone d'études et pour l'année considérée en référence.

Ces cartes de modélisation permettent d'évaluer les niveaux de concentration selon une résolution à 50

mètres sur l'ensemble de la bande d'études. **L'incertitude relative de la plateforme de modélisation a été évaluée pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension à environ 15% sur la moyenne annuelle.** L'évaluation de la plateforme de modélisation urbaine a mis en évidence en moyenne une sous-estimation des niveaux de concentration. Cette incertitude sur les concentrations modélisées est cependant variable selon les environnements. Ainsi l'incertitude reste plus importante au niveau des principaux carrefours et échangeurs routier qu'en situation urbaine de fond. D'autre part, le nombre de sites de mesures fixes et mobiles pour les particules fines PM_{2.5} et le benzène ne permet pas à ce jour de déterminer précisément l'incertitude relative pour les cartes modélisées de ces polluants.

NIVEAUX DE CONCENTRATION MODÉLISÉS ET COMPARAISON À LA RÉGLEMENTATION

Les cartographies de modélisation de la pollution sur la bande d'études confirment les dépassements pour le dioxyde d'azote constatés avec les stations de mesures et mettent également en évidence des dépassements

pour les particules en suspension PM10 et les particules fines PM2.5.

NO₂	DIOXYDE D'AZOTE		
	Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	État initial - 2017
Concentration annuelle 2017	NON Aux abords des grands axes de circulation	Valeur limite 40 µg/m ³	22 µg/m ³ (entre 15 et 120 µg/m ³)

PM10	PARTICULES DE DIAMETRE INFÉRIEUR A 10 µm		
	Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	État initial - 2017
Concentration annuelle 2017	NON Le long des grands axes de circulation	Objectif de qualité 30 µg/m ³	17 µg/m ³ (entre 15 et 46 µg/m ³)
		Valeur limite 40 µg/m ³	

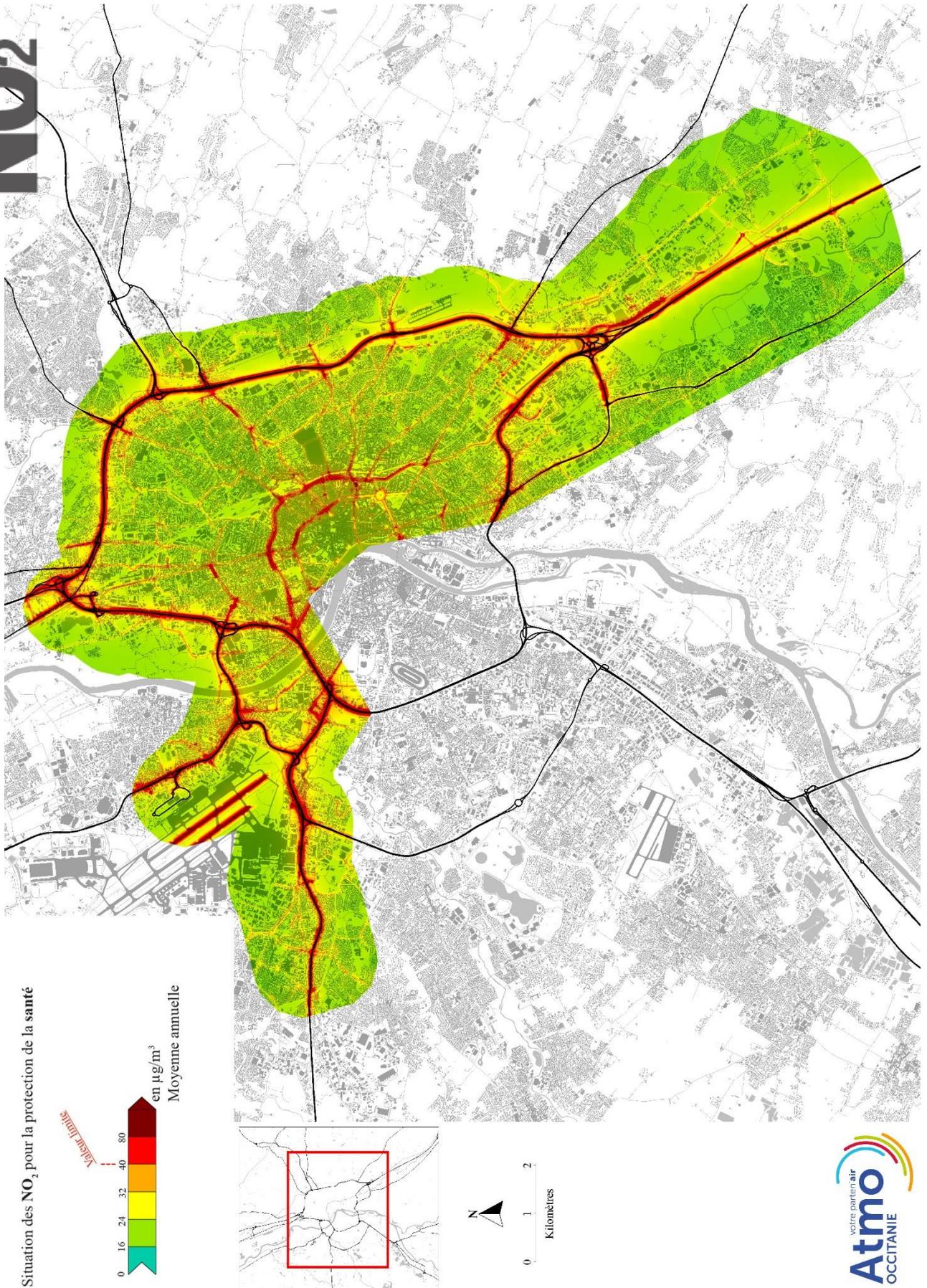
PM2.5	PARTICULES DE DIAMETRE INFÉRIEUR A 2,5 µm		
	Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	État initial - 2017
Concentration annuelle 2017	NON Sur tout le domaine	Objectif de qualité 10 µg/m ³	12 µg/m ³ (entre 11 et 27 µg/m ³)
	NON Le long des grands axes de circulation	Valeur cible 20 µg/m ³	
		Valeur limite 25 µg/m ³	

C₆H₆	Benzène		
	Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	État initial - 2017
Concentration annuelle 2017	OUI	Objectif de qualité 2 µg/m ³	1.3 µg/m ³ (entre 1.3 et 1.7 µg/m ³)
		Valeur limite 5 µg/m ³	

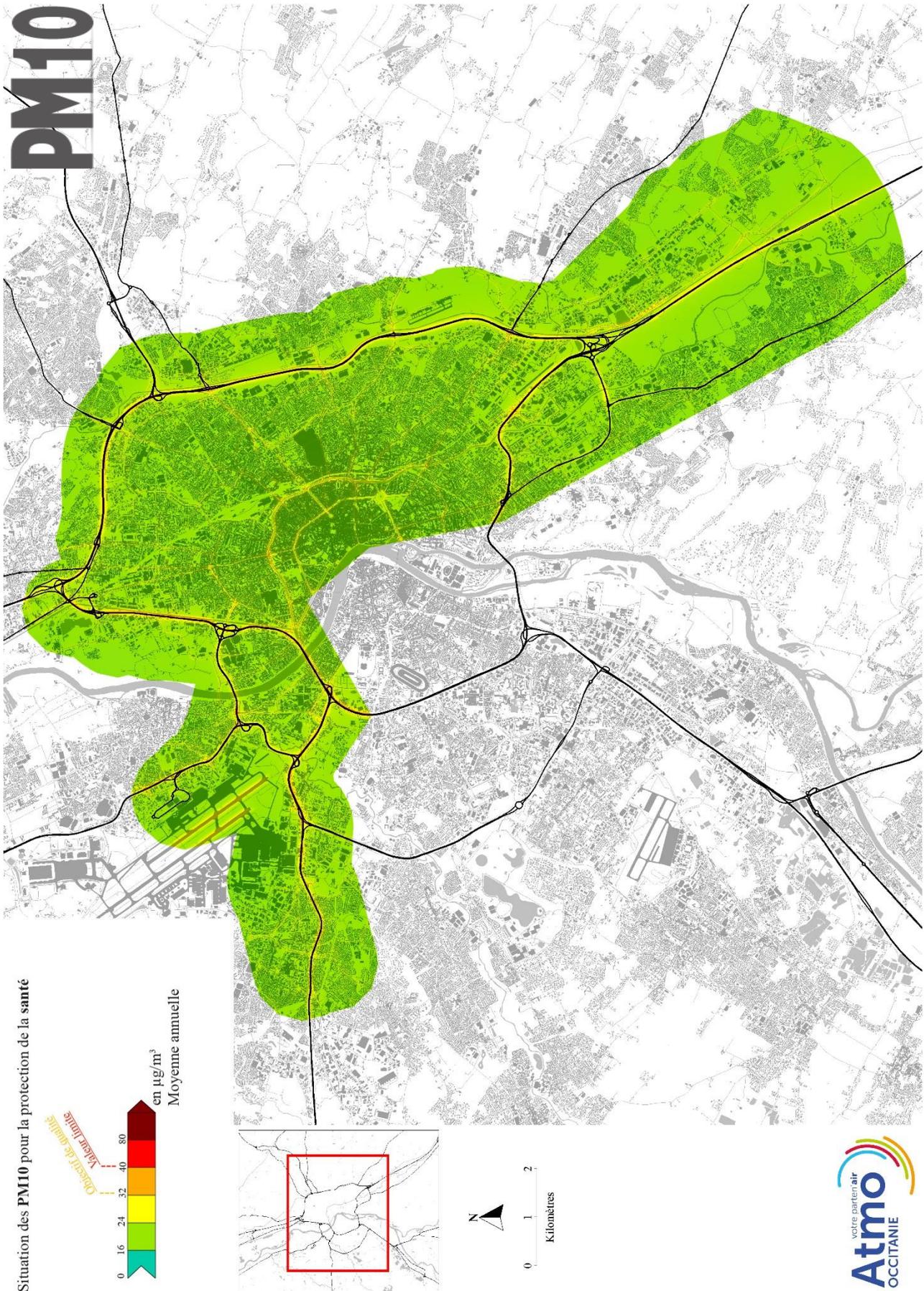
Concentrations indiquées dans la colonne « État initial – 2017 » : moyenne annuelle en µg/m³ de l'ensemble des concentrations annuelles modélisés sur la bande d'étude - fond urbain et proximité trafic (entre minimum et maximum µg/m³)
µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableaux 9 : Niveaux en polluants sur la bande d'étude et comparaison à la réglementation, en 2017

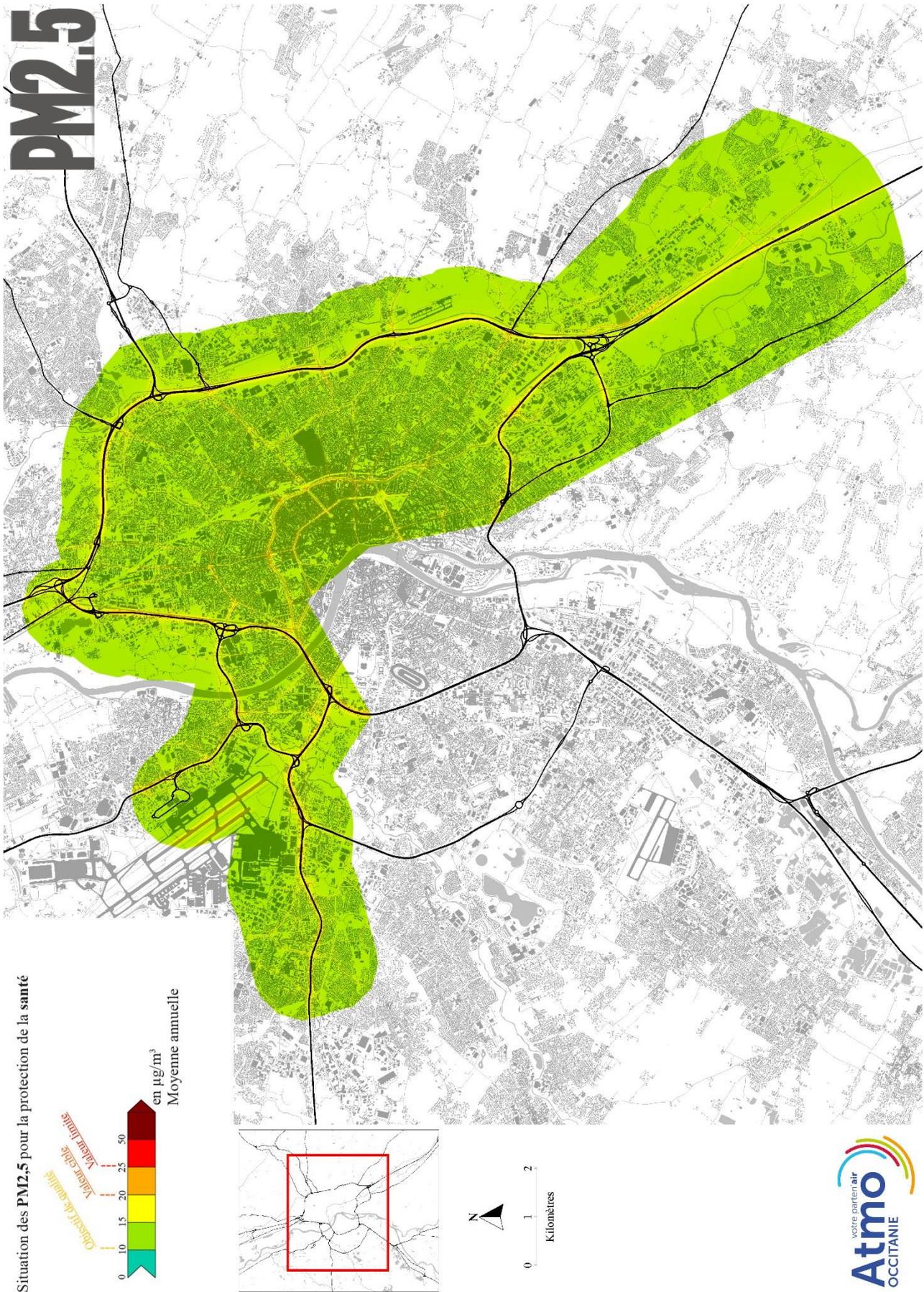
NO₂



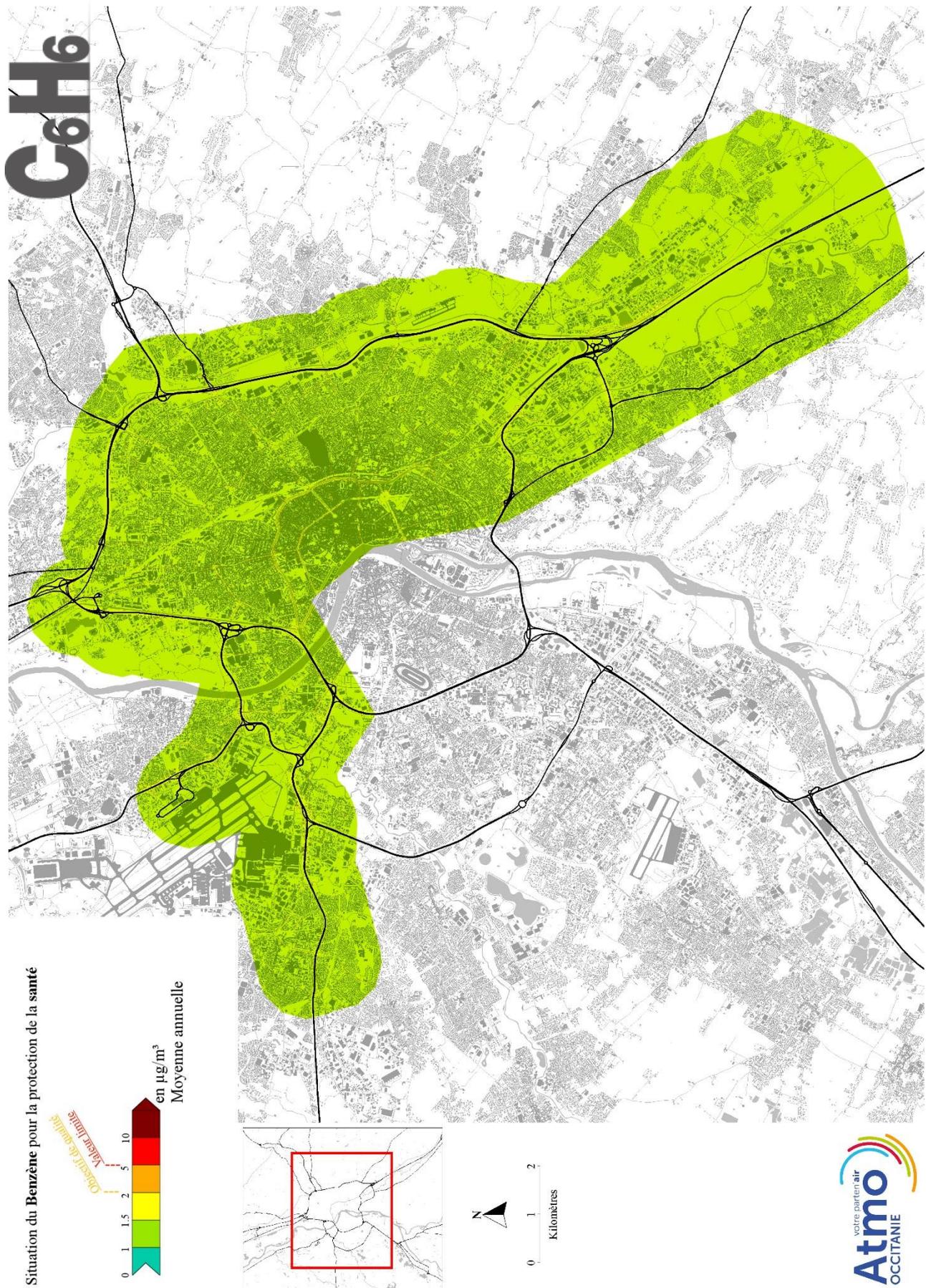
Carte 6 : Dispersion des concentrations moyennes annuelles en NO₂ dans la bande d'étude, en 2017



Carte 7 : Dispersion des concentrations moyennes annuelles en PM10 dans la bande d'étude, en 2017



Carte 8 : Dispersion des concentrations moyennes annuelles en $\text{PM}_{2.5}$ dans la bande d'étude, en 2017



Carte 9 : Dispersion des concentrations moyennes annuelles en benzène dans la bande d'étude, en 2017

COMPARAISON AUX NIVEAUX RELEVÉS SUR L'AGGLOMÉRATION TOULOUSAINE

Les concentrations en NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} et benzène obtenues en moyenne sur l'ensemble de la bande d'étude intégrant sites de fond et sites de proximité

trafic sont similaires aux niveaux enregistrés en 2017 sur l'agglomération toulousaine.

NO₂			
	État initial - 2017	Agglo. toulousaine	Agglo. toulousaine
Année 2017 concentration moyenne	22 µg/m ³ (entre 15 et 120 µg/m ³)	Environnement urbain	Environnement trafic
		19 µg/m ³	74 µg/m ³ en bordure du périphérique
PM₁₀			
	État initial - 2017	Agglo. toulousaine	Agglo. toulousaine
Année 2017 concentration moyenne	17 µg/m ³ (entre 15 et 46 µg/m ³)	Environnement urbain	Environnement trafic
		16 µg/m ³	29 µg/m ³ en bordure du périphérique
PM_{2.5}			
	État initial - 2017	Agglo. toulousaine	Agglo. toulousaine
Année 2017 concentration moyenne	12 µg/m ³ (entre 11 et 27 µg/m ³)	Environnement urbain	Environnement trafic
		10 µg/m ³	12 µg/m ³
C₆H₆			
	État initial - 2017	Agglo. toulousaine	
Année 2017 concentration moyenne	H1	Environnement trafic	
	1.2 µg/m ³ (entre 1.2 et 1.7 µg/m ³)	1.4 µg/m ³	

Concentrations indiquées dans la colonne « État initial – 2017 » : moyenne annuelle en µg/m³ de l'ensemble des concentrations annuelles modélisés sur la bande d'étude - fond urbain et proximité trafic (entre minimum et maximum µg/m³)
µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 10 : Concentrations en polluants sur la bande d'étude et comparaison à l'agglomération toulousaine, en 2017

La qualité de l'air observée sur la bande d'étude est globalement bonne en zone urbaine notamment pour le benzène pour lequel l'ensemble des réglementations est respecté en fond urbain et en proximité du trafic routier. De même, les niveaux de NO₂ et de particules PM₁₀ respectent la valeur limite pour la santé en fond urbain.

En revanche, les niveaux en PM_{2,5} ne respectent pas l'objectif de qualité sur l'ensemble de l'agglomération toulousaine. En outre, en bordure des grands axes de circulation, les niveaux en NO₂ dépassent la valeur limite pour la santé. Les niveaux de PM₁₀ et de PM_{2,5} sont également susceptibles de dépasser les valeurs réglementaires sur les grands axes de circulation.

QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

La qualité de l'air intérieur dans les enceintes souterraines des deux lignes de métro toulousain constitue une préoccupation importante depuis plus de 15 ans. En effet, l'Autorité Organisatrice des Transports de l'agglomération toulousaine Tisséo Collectivités a été, en 2004, l'un des premiers gestionnaires des transports en commun en France à mettre en place un plan de surveillance de la qualité de l'air dans l'enceinte de son réseau métro.

Ainsi, dans ce cadre, depuis 2004, Atmo Occitanie réalise, en partenariat avec Tisséo Collectivités, des mesures d'évaluation de la qualité de l'air sur l'ensemble du réseau métro. Ces années de mesures ont permis d'acquérir une base de données sur les niveaux de concentrations en particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10), dioxyde d'azote (NO₂) et benzène que respirent les usagers du métro ainsi que sur le confinement des stations de métro.

PRÉSENTATION DU MÉTRO TOULOUSAIN

Le métro de Toulouse est un réseau de transport en commun en site propre essentiellement souterrain desservant la ville de Toulouse (450 000 habitants). Il utilise la technologie du véhicule automatique léger (VAL) : véhicule sur pneumatiques à conduite automatique intégrale. Il est composé de deux lignes. La ligne « A » inaugurée en 1993 dessert 18 stations dans l'axe sud-ouest, nord-est sur une distance de 12,4 km. Elle est équipée de deux types de VAL, le VAL de première génération 206 (2/3 des rames en circulation) et le Val 208 (1/3 des rames en circulation). Or, avec un changement de plaquette de frein nécessaires tous les 25 000 à 45 000 km pour le val 206, son système de freinage est plus émetteur de particules que celui du val 208 dont les plaquettes de frein sont changées tous les 600 à 800 000 km.

La ligne "B" fut, quant à elle, inaugurée en 2007. Elle dessert 15,8 km entièrement souterrain orientés dans l'axe nord/sud. Elle est uniquement équipée de Val 208. Ces deux lignes de métro (ligne A et B), inaugurées à 14 ans d'intervalle, sont donc technologiquement différentes avec des rames équipée d'un système de freinage moins émetteur en particules et un système de ventilation plus performant sur la ligne B.

Une seule station, la station Jean Jaurès permet la correspondance d'une ligne à l'autre. Le nombre de rames en circulation sur les deux lignes de métro est quasi identique. Chaque station de métro est séparée de la voie par des portes palières. Les rames circulent dans des ouvrages souterrains où l'air est renouvelé par ventilation mécanique. Dans toutes les stations de métro, la ventilation est mise en route à partir des données fournies par des sondes de températures qui visent à maintenir une température de confort qui ne soit pas trop élevée. Ainsi, En période froide, les températures sont plus faibles que la température de confort. La ventilation fonctionne peu tandis qu'en

période chaude, les températures, plus élevées que la température de confort, déclenchent la ventilation.

En concentrant plus de la moitié des voyageurs du réseau de transports en commun de l'agglomération toulousaine, le métro toulousain a une place prépondérante dans la fréquentation du réseau. Les deux lignes de métro totalisent ainsi en 2012 plus de 108 millions de voyageurs.

Nous résumons ci-après les enseignements tirés des campagnes de mesures réalisées dans l'enceinte du métro toulousain.

15 ANS DE SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LE MÉTRO

Le plan de surveillance de la qualité de l'air dans l'enceinte du réseau métro toulousain a été mis en place en 2004.

Tous les ans, deux campagnes de mesures de 15 jours minimum sont réalisées dans deux stations de métro avec alternance de la ligne de métro choisie.

Les polluants mesurés dans le métro :

- les particules de diamètre inférieur à 10 µm,
- les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm,
- le dioxyde d'azote,
- le benzène

Les lieux mesurés dans le réseau métro :

- Les quais des stations de métro
- Les rames de métro

Les concentrations mesurées dans le métro toulousain sont comparées à des valeurs de référence indiquées en annexe I.

PARAMÈTRES À PRENDRE EN COMPTE POUR AGIR SUR LES NIVEAUX DE PARTICULES DANS LE MÉTRO

Le plan de surveillance de la qualité de l'air dans l'enceinte du réseau métro toulousain mis en place depuis 15 ans a donc permis d'établir les paramètres à prendre en compte pour réduire des niveaux de polluants dans le métro :

- **Le freinage : favoriser le freinage électrique permettrait de réduire les émissions de particules dans l'air,**
- **La ventilation : une ventilation mécanique avec un débit de ventilation suffisant et des plages de fonctionnement importantes permettrait d'éviter une accumulation des particules,**
- **La mise en place de portes palières permet de réduire les concentrations en particules sur les quais,**
- **La position des bouches d'aération : l'éloignement des bouches d'aération des axes de circulation importants permettrait la réduction des quantités de polluants atmosphériques introduites dans le métro.**
- **Le choix de produits d'entretien.**

UNE ORIGINE DIFFÉRENTE SELON LES POLLUANTS

Les espaces clos que sont les stations de métro souterraines sont des microenvironnements particuliers en raison de leur topographie, de leurs sources d'émission spécifiques et de l'absence de photochimie.

La mesure du dioxyde d'azote (NO₂), du benzène et des particules de différents diamètres dans le métro toulousain a mis en évidence des origines différentes de ces polluants.

LES PARTICULES ISSUES DE L'ACTIVITÉ MÉTRO

Les campagnes de mesures faites dans le métro toulousain, stations et rames, ont montré que les concentrations en particules **PM10** et **PM2,5** rencontrées sont significativement plus élevées que celles mesurées dans l'air ambiant. Ces résultats ont également été observés dans le métro de nombreuses villes, Paris, Milan, Londres, Prague...

PM10	PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR A 10 µm			
	Moyenne sur les deux périodes de mesures - en µg/m ³			
	Enceinte du métro		Air extérieur	
	Ligne A	Ligne B	Station urbaine	Station trafic
2010	-	92	24	51
2011	122	-	32	50
2012	-	45	25	41
2013	142	-	15	31
2014	-	38	19	31
2015	110	-	17	36
2016	-	55	16	29
2017	104	-	24	40

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 11 : Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année relevées sur les quais des ligne de métro et en air ambiant en **particules PM10**

PM2.5	PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR A 2,5 µm			
	Moyenne sur les deux périodes de mesures - en µg/m ³			
	Enceinte du métro		Air extérieur	
	Ligne A	Ligne B	Station urbaine	Station trafic
2012	-	25	17	Pas de mesures
2013	76	-	11	11
2014 - période chaude	-	16	12	14
2015	54	-	10	12
2016	Pas de mesures		-	-
2017	Pas de mesures		-	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 12 : Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année relevées sur les quais des ligne de métro et en air ambiant en **particules PM2,5**

DES NIVEAUX VARIABLES

Les concentrations en particules sont plus faibles sur la ligne B en comparaison de la ligne A. Plusieurs paramètres sont susceptibles d'expliquer ces résultats : des matériels roulants différents avec un système de freinage électrique plus performant et un système de ventilation plus puissant pour la ligne B.

Il a, en outre, été mis en évidence **des niveaux de particules variables entre les stations de métro enterrées d'une même ligne**. Les paramètres expliquant

les variations de concentration constatées ne sont, pour l'heure, pas connus. Cependant, plusieurs hypothèses ont été formulées. **Ces écarts de concentration peuvent être dus aux différences de volume, de profondeur, d'usage du freinage mécanique, à une ventilation défectueuse...**

Entre 2004 et 2013, une évolution saisonnière des niveaux de particules PM10 liée au mode de

fonctionnement de la ventilation a été mise en évidence sur les deux lignes du métro toulousain.

Pendant la période froide, un fonctionnement limité de la ventilation favorisait des niveaux de particules élevés. Pendant la saison chaude, le fonctionnement quasi continu de la ventilation permet la dilution des particules émises par l'activité métro grâce à l'apport d'air extérieur.

L'exploitant du métro toulousain a engagé en 2014 des travaux de remplacement des ventilateurs tunnels de la ligne A. Les débits de ventilation dans les tunnels de la ligne A se sont depuis rapprochés de ceux rencontrés sur la ligne B, les niveaux de particules mesurés sur la ligne A pendant la période hivernale ont diminué en 2015 en comparaison des résultats des années précédentes. Ils sont du même ordre que ceux rencontrés pendant la période estivale.

UNE COMPOSITION DES PARTICULES SPÉCIFIQUE AU MÉTRO TOULOUSAIN

En 2011 et 2012, des analyses ont été réalisées sur des prélèvements de particules faits dans les deux lignes de métro et en air ambiant afin d'étudier leur composition et ainsi déterminer leur origine.

Les résultats ont montré que l'atmosphère des deux stations du métro est enrichie par de nombreuses espèces métalliques. Des concentrations très élevées, jusqu'à 10 fois supérieures (ligne A) aux niveaux rencontrés dans l'air extérieur (en proximité trafic), ont été mesurées pour le fer, du cuivre, zinc, manganèse, baryum, antimoine, étain, chrome, plomb, nickel et cobalt. Ces espèces sont moins nombreuses pour sur la ligne B (fer, cuivre, baryum, antimoine et paladium).

Le fer est l'élément prédominant. Ses concentrations dépassent la dizaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En moyenne sur la période froide, 33% des particules PM10 sont composées de fer sur la ligne B contre 53% sur la ligne A. Ces résultats sont similaires à ceux rencontrés dans la littérature.

Ces espèces métalliques en excès sont celles que l'on retrouve dans les études sur les sources de particules dans le métro. L'usure par le frottement des roues sur les rails, les systèmes de freinage et la remise en suspension dans les tunnels et les rames due aux turbulences générées par le passage des rames sont ainsi identifiées comme sources de métaux

Une thèse "caractérisation des particules en gares souterraines" fournit des éléments sur les différentes sources de métaux dans le métro parisien. Ainsi, le fer proviendrait des roues, des rails et des aiguillages ; le baryum serait présent dans les semelles composites des matériaux de freinage, le cuivre serait issu des caténaires et des moteurs électriques, le chrome des roues, des rails et des aiguillages et enfin le manganèse, des aiguillages.

Le ratio des concentrations en métaux Ligne B /Ligne A ramené à la concentration totale en PM10 montre que certains éléments sont plus présents sur une ligne en

comparaison de l'autre. Ces écarts témoignent de sources potentiellement différenciées selon la ligne de métro sans doute liées aux différences entre les deux systèmes de freinage des vals en circulation. A

Ainsi, la composition des plaquettes de frein des vals 206 et 208 font état de la présence :

- de cuivre; 22 à 23% pour le val 206 contre 3% pour le val 208
- d'antimoine, à hauteur de 1% pour le val 208 et dans des proportions non connues pour le val 206

Les plaquettes de frein du val 206 contiennent également du fer, de l'étain tandis que les plaquettes de frein du val 208 contiennent du baryum.

L'analyse de la variabilité des concentrations, pour les deux sites du métro, a mis en évidence des sources internes très stables dans le temps. Ces « espèces stables » sont beaucoup plus nombreuses sur la ligne A en comparaison de la ligne B, ce qui indique un confinement plus important. Ces observations sont en accord avec les informations connues : le taux de ventilation sur la ligne B est plus important que sur la ligne A.

Cette étude de la composition chimique des particules dans le métro a donc permis de mettre en évidence qu'il existe une spécificité de la composition des particules dans les enceintes souterraines. Elles sont majoritairement constituées d'espèces métalliques. Cependant, des variations importantes de la composition chimique des particules ont été mises en évidence entre les deux lignes de métro toulousaines. Ces différences sans doute dues à plusieurs facteurs : influence d'éléments internes (composition des rails, des freins...), de la localisation et de la puissance de la ventilation...

Ces particules sont essentiellement produites par le roulement et le freinage des rames en circulation, ainsi que par la remise en suspension dans l'air des particules déjà présentes. L'évolution de la concentration en particules PM10 dans le métro est principalement liée au nombre de rames en circulation, au débit de ventilation et aux périodes de fonctionnement de la ventilation.

RÉDUCTION DES NIVEAUX DE PARTICULES SUR LES QAIS GRÂCE AUX PORTES PALIÈRES

Les mesures faites simultanément sur le quai et dans le tunnel de station de métro ont mis en évidence la réduction des niveaux de particules PM10 sur les quais lors de la présence de portes palières. Ces portes installées entre le quai et la voie, sur la hauteur totale de la station et s'ouvrant automatiquement à l'ouverture des portes des wagons, permettent de limiter les échanges d'air entre le quai et le tunnel. La réduction des niveaux de particules due aux portes palières n'est pas homogène selon la période de mesures.

Elle est plus importante en période froide lorsque la ventilation fonctionne peu (de 16 à 20% de réduction pour les PM1 et les PM10). En période chaude, les portes palières limitent moins les échanges entre le tunnel et le quai sans doute à cause de la ventilation qui

induit une homogénéisation de l'air dans l'enceinte du métro. Les niveaux des PM10 diminuent de 7% pour cette période tandis que les concentrations en PM1 sont réduites de 3%.

DES DÉPASSEMENTS PONCTUELS DE LA VALEUR GUIDE POUR LES PM10

La valeur guide (cf. annexe II) sur une heure est la plus représentative de l'exposition des usagers du métro toulousain.

Des dépassements de la valeur guide sont mesurés ponctuellement sur les quais des stations de métro. Ils ont essentiellement lieu en période hivernale et pendant les heures de pointe.

PM10	PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR A 10 µm			
	Respect de la valeur guide	Valeur guide calculée à partir de l'avis du CSHPF - en µg/m³	Maximum horaire glissant - en µg/m³	
			Ligne A	Ligne B
2010	NON	426	-	463
2011		257	434	-
2012	OUI	426	-	396
2013		510	417	-
2014		533	-	165
2015	NON	510	641	-
2016	OUI	648	-	337
2017		556	480	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 13 : Concentrations maximales horaires glissantes mesurées dans les lignes de métro en particules PM10 et comparaison à la valeur guide

DES NIVEAUX SUPÉRIEURS AUX VALEURS RÉGLEMENTAIRES APPLICABLES POUR L'AIR EXTÉRIEUR POUR LES PM2,5

Il n'existe pas de valeur guide applicable à l'air intérieur pour les particules PM2,5. Nous indiquons à titre de comparaison les valeurs réglementaires applicables pour l'air extérieur

PM2.5	PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR A 2.5 µm			
	Comparaison à la valeur réglementaire	Valeur guide calculée à partir de l'avis du CSHPF - en µg/m³	Moyenne sur les deux périodes de mesures - en µg/m³	
			Ligne A	Ligne B
2012	SUPERIEUR	Valeur limite 25 µg/m³	-	25
2013			76	-
2014	INFERIEUR		-	16
2015	SUPERIEUR		54	-
2016	Pas de mesures			
2017				

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 14 : Concentrations moyennes sur les deux périodes de mesures annuelles mesurées dans les lignes de métro en particules PM2.5 et comparaison à la valeur réglementaire applicable dans l'air ambiant la plus forte

LE DIOXYDE D'AZOTE INTRODUIT DANS LE MÉTRO PAR LA VENTILATION NATURELLE ET MÉCANIQUE

L'activité du métro n'émet pas de dioxyde d'azote. Le **dioxyde d'azote** présent dans le métro provient donc du milieu extérieur. La circulation routière et les autres sources extérieures sont donc responsables des niveaux mesurés dans le métro. Il est introduit dans le métro toulousain par le biais de la ventilation. Il y a donc corrélation entre les concentrations en NO₂ mesurées dans le métro et celles mesurées dans l'air ambiant extérieur.

Les teneurs les plus élevées en dioxyde d'azote sont mesurées :

- Dans les stations de métro situées dans le centre ville de Toulouse, où la densité du trafic routier est plus importante,

- Dans les stations de métro où les puits d'air sont situés à proximité d'une artère très fréquentée,
- Lorsque la ventilation fonctionne et introduit dans l'enceinte du métro le NO₂ issu du trafic routier.

DES NIVEAUX VARIABLES SELON LA LIGNE DE MÉTRO

Le tracé de la ligne B suit, sur une large portion, les boulevards toulousains. Le dioxyde d'azote présent dans le métro étant d'origine extérieure, la proximité de voies de circulation fréquentées associées à un débit de ventilation tunnels plus important sur la ligne B induit des teneurs en NO₂ plus élevées par rapport à la ligne A.

NO ₂	DIOXYDE D'AZOTE			
	Moyenne sur les deux périodes de mesures - en µg/m ³			
	Enceinte du métro		Air extérieur	
	Ligne A	Ligne B	Station urbaine	Station trafic
2010	-	51	26	57
2011	24	-	26	66
2012	-	52	25	50
2013	20	-	18	50
2014	-	51	26	59
2015	13	-	21	51
2016	-	49		48
2017	19	-		52

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 15 : Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année relevées sur les quais des ligne de métro et en air ambiant en **dioxyde d'azote**

DES NIVEAUX VARIABLES SELON LA SAISON

En période froide, les températures diurnes sont plus basses que la température de confort. La ventilation mécanique du métro fonctionne peu, le dioxyde d'azote de l'extérieur est peu introduit dans l'enceinte du métro. Les concentrations en NO₂ rencontrées dans les stations de métro sont du même ordre de grandeur que celles mesurées par les stations extérieures urbaines de l'agglomération toulousaine,

En période chaude, la ventilation fonctionne en continu introduisant dans l'enceinte du métro le NO₂ issu du trafic routier. Dans l'air extérieur, des processus de réactions photochimiques entraînent la destruction du NO₂ émis tandis que dans le métro, le NO₂ n'est pas détruit. Les concentrations en dioxyde d'azote rencontrées dans les stations de métro se rapprochent de celles mesurées à l'extérieur en proximité trafic.

RESPECT DE LA VALEUR GUIDE POUR LE DIOXYDE D'AZOTE

Depuis le début des campagnes de mesures dans le métro toulousain, la valeur guide applicable en air

intérieur a été atteinte en 2016 dans une station de métro de la ligne B.

NO ₂	DIOXYDE D'AZOTE			
	Respect de la valeur guide	Valeur guide - en µg/m ³	Maximum horaire glissant - en µg/m ³	
			Ligne A	Ligne B
2010	OUI	200 µg/m ³ sur une heure	-	174
2011			88	-
2012			-	160
2013			107	-
2014			-	137
2015			168	-
2016	NON		-	207
2017	OUI		85	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 16 : Concentrations maximales horaires glissantes mesurées dans les lignes de métro en dioxyde d'azote et comparaison à la valeur guide

LE BENZÈNE PRINCIPALEMENT ISSU DE L'EXTÉRIEUR

Comme pour le dioxyde d'azote, la circulation routière et les autres sources extérieures sont en grande partie responsables des niveaux mesurés dans le métro.

Cependant, les concentrations en benzène relevées dans le métro sont légèrement supérieures à celles rencontrées en air ambiant. Il y a donc dans l'enceinte du métro des sources internes de benzène qui s'ajoute au benzène en provenance de l'extérieur.

Il y a dans l'enceinte du métro des sources internes de benzène sans doute dues aux produits utilisés (entretien et/ou maintenance) qui s'ajoutent au benzène en

provenance de l'extérieur. L'hypothèse émise pour expliquer ces concentrations en benzène plus élevées dans le métro en comparaison de l'extérieur est la présence de benzène dans les produits nettoyants utilisés dans le métro. L'étude réalisée en 2012 sur la composition des produits d'entretien utilisés dans le métro a confirmé la présence de Composés Organiques Volatils dans leur composition chimique.

C ₆ H ₆	BENZÈNE			
	Moyenne sur les deux périodes de mesures - en µg/m ³			
	Enceinte du métro		Air extérieur	
	Ligne A	Ligne B	Station urbaine	Station trafic
2010	-	2.5	1.5	2.3
2011	2.1	-	Pas de mesures	
2012	-	2.1	1.5	Pas de mesures
2013	1.3	-	Pas de mesures	
2014	-	1.5	Pas de mesures	
2015				
2016		1.8		2
2017	1.9		1.5	

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Tableau 17 : Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année relevées sur les quais des ligne de métro et en air ambiant en benzène

RESPECT DE LA VALEUR GUIDE POUR LE BENZÈNE

Cette réglementation est fixée pour une année d'exposition or, les usagers du métro toulousain sont présents dans l'enceinte du métro pendant un laps de temps assez court estimé à 1 heure maximum par jour.

C ₆ H ₆	BENZÈNE			
	Respect de la valeur guide	Valeur guide	Maximum horaire glissant - en µg/m ³	
			Ligne A	Ligne B
2010	NON	2 µg/m ³ en moyenne annuelle	-	2.5
2011			2.1	-
2012			-	2.1
2013	OUI		1.3	-
2014			-	1.5
2015	NON		2.1	-
2016	OUI		-	1.8
2017			1.9	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

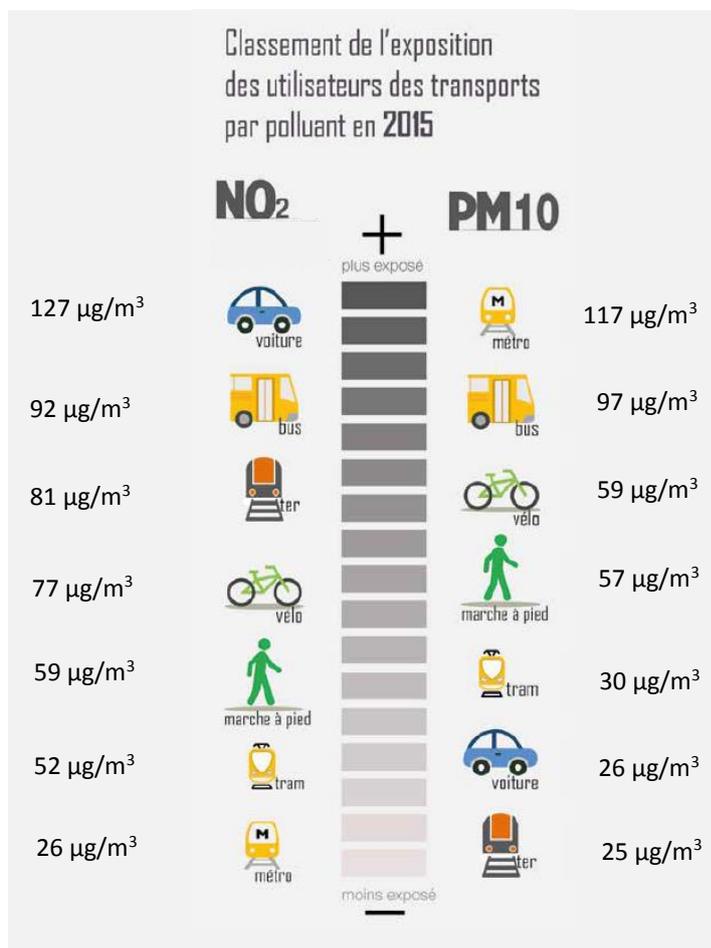
Tableau 18 : Concentrations moyennes sur les deux périodes de mesures annuelles mesurées dans les lignes de métro en benzène et comparaison à la valeur guide

ET DANS LES AUTRES MODES DE TRANSPORT

En 2015, Atmo Midi-Pyrénées ORAMIP a réalisé une étude afin d'évaluer l'exposition des personnes à la pollution de l'air dans différents types de transports pendant les trajets domicile - travail et de comparer les concentrations mesurées lors des trajets à celles mesurées sur les stations permanentes.

L'enquête sur «les déplacements dans la Grande Agglomération Toulousaine» en 2013 (source Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Toulouse, AUAT) a permis de déterminer des trajets représentatifs des déplacements domicile-travail effectués sur le territoire, en fonction :

- de la répartition des itinéraires domicile travail par mode de transport et par zone géographique,
- des principales zones d'emploi sur l'agglomération.



PARTIE 2 : ÉTUDE DES IMPACTS DU PROJET

ÉMISSIONS ET CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

L'exploitation du projet nécessitera une consommation importante d'énergie et l'émission des gaz à effet de serre associés. Néanmoins, le report modal de la voiture vers les transports en commun induit par le projet devrait permettre de réduire les consommations de carburant du trafic routier.

Lors des choix de conception de TAE et de CLB, l'enjeu sera de favoriser un matériel roulant et des bâtiments économes en énergie afin de limiter les consommations d'énergie en phase d'exploitation.

ÉMISSIONS DE POLLUANTS LIÉS AU TRAFIC ROUTIER

La méthodologie de calcul des émissions du trafic routier est décrite en annexe II.

HYPOTHÈSE DE CALCUL DES ÉMISSIONS

Situation initiale en 2017

Le parc roulant de référence est le parc roulant 2017 issu des données CITEPA. Les émissions associées à ce parc suivent la méthodologie de COPERT V. Les données de comptage proviennent soit des données de comptage réelles données par les différents gestionnaires de voiries (CD 31, DIRSO, ASF, CUTM...), soit des données de modélisation SGGD (Système de Gestion Globale des Déplacements de l'agglomération toulousaine) sur les voies où le comptage n'est pas connu.

Année de mise en service

Tisséo Collectivités a fourni des données de trafic modélisées en flux de véhicules pour l'heure de pointe du matin (HPM) et l'heure de pointe du soir (HPS) pour chacun des scénarios étudiés à l'horizon de mise en service sur l'ensemble du périmètre de modélisation. Les vitesses moyennes de circulation retenues sur les tronçons dans la zone d'étude ont été établies sur la base des limites réglementaires de circulation en prenant en compte le taux de saturation des voies.

Le parc roulant est issu des données CITEPA. Les émissions associées à ce parc suivent la méthodologie de COPERT V.

Année mise en service + 20 ans

Les données d'affectation, en flux de véhicules pour l'heure de pointe du matin (HPM) et l'heure de pointe du soir (HPS), des réseaux routiers correspondant à l'horizon +20 ans ont été extrapolées à partir des données relatives à l'horizon mise en service selon les hypothèses suivantes définies par Tisséo Collectivités :

- Pour les tronçons intra-périphérique : stabilité du trafic entre les deux horizons (traduisant une politique d'apaisement du trafic et de développement des modes alternatifs) ;

Les enjeux sont également nombreux en termes de mobilité. Ils consisteront essentiellement à favoriser le report modal de la voiture particulièrement défavorable du point de vue des émissions de gaz à effet de serre au profit des transports en commun largement plus économes dans un contexte de forte augmentation de la population sur le territoire et donc du nombre de déplacements.

- Pour les tronçons extra-périphériques : croissance du trafic proportionnelle à la croissance de la population de l'unité urbaine soit + 12% entre les deux horizons (source : projections INSEE, scénario central du modèle Omphale),
- Projection d'une évolution linéaire du parc roulant issu du CITEPA de la tendance constatée entre 2025 et 2035,
- Pas d'hypothèse d'évolution de la configuration du réseau routier,

Dans les tableaux ci-dessous sont indiqués :

- Les émissions moyennes des différents polluants (en masse/jour) pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude et pour les différents horizons
- l'évolution du nombre de km parcourus et des quantités de polluants émises des différents scénarii pour les deux horizons en relatif et en absolu.

L'impact de l'opération TAE a été évalué en comparant le scénario relatif à cette opération (scénario 2) au scénario de référence (scénario 0).

L'impact de l'opération CLB a été évalué en comparant le scénario incluant TAE et CLB (scénario 3) au scénario incluant uniquement TAE (scénario 2). Cette approche a été privilégiée par Tisséo Collectivités car CLB est une opération de connexion de la ligne B à la 3^{ème} ligne de métro, qui sera réalisée en complément de TAE.

L'impact cumulé des deux opérations a été évalué en comparant le scénario incluant TAE et CLB (scénario 3) et le scénario de référence (scénario 0).

En annexe 1 sont indiquées les émissions moyennes des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier inclus dans le périmètre du PDU pour les différents horizons.

ÉTUDE DE L'IMPACT DES PROJETS TOULOUSE AEROSPACE EXPRESS ET CONNEXION LIGNE B – ANNÉE 2018

		Milliers de km parcourus par jour	Émissions – en kg/j					Émissions – en g/j		
			CO	COVNM	NOx	C ₆ H ₆	PM10	PM2,5	Cd	Ni
Horizon mise en service	Scénario 0 Référence	10 621	4 042	379	4 148	14.9	772	444	2.1	21.3
	Scénario 1 CLB	10 699	4 074	382	4 186	15.0	778	447	2.1	21.5
	Scénario 2 TAE	10 410	3 949	368	4 034	15	755	434	2.0	20.8
	Scénario 3 TAE+CLB	10 371	3 931	366	4 009	14.5	752	432	2.0	20.7
Horizon mise en service + 20 ans	Scénario 0 Référence	10 708	3 367	256	1 549	10.4	739	408	1.8	21.2
	Scénario 1 CLB	10 786	3 393	259	1 564	10.5	744	411	1.8	21.4
	Scénario 2 TAE	10 495	3 292	249	1 504	10.1	723	399	1.8	20.7
	Scénario 3 TAE+CLB	10 455	3 277	248	1 494	10.1	720	397	1.8	20.6

Tableau 19 : Émissions moyennes des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour les différents horizons

		Évolution en fonction du scénario indiqué précédemment(en %)								
		Milliers de km parcourus par jour	CO	COVNM	NOx	C ₆ H ₆	PM10	PM2,5	Cd	Ni
Horizon mise en service	Impact TAE	-2.0%	-2.3%	-2.7%	-2.8%	-2.6%	-2.2%	-2.2%	-2.5%	-2.4%
	Impact CLB	-0.4%	-0.4%	-0.5%	-0.6%	-0.5%	-0.4%	-0.4%	-0.5%	-0.5%
	Impact TAE+CLB	-2.4%	-2.7%	-3.2%	-3.3%	-3.1%	-2.6%	-2.6%	-3.0%	-2.9%
Horizon mise en service + 20 ans	Impact TAE	-2.0%	-2.2%	-2.7%	-2.9%	-2.6%	-2.1%	-2.1%	-2.5%	-2.4%
	Impact CLB	-0.4%	-0.4%	-0.6%	-0.7%	-0.5%	-0.4%	-0.4%	-0.5%	-0.5%
	Impact TAE+CLB	-2.4%	-2.7%	-3.2%	-3.5%	-3.1%	-2.6%	-2.6%	-3.0%	-2.8%

Tableau 20 : Impact relatif de TAE, de CLB et de TAE+CLB en matière de nombre de kilomètres parcourus et d'émission des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour chaque horizon

Évolution en fonction du scénario indiqué précédemment

		Milliers de km parcourus par jour	en kg/j					en g/j		
			CO	COVM	NOx	C ₆ H ₆	PM10	PM2,5	Cd	Ni
			Horizon mise en service	Impact TAE	-211	-93	-10	-115	-0.39	-17
Impact CLB	-39	-18		-2	-24	-0,07	-3	-2	-0,01	-0,10
Impact TAE+CLB	-250	-110		-12	-139	-0.46	-20	-12	-0.06	-0.61

Horizon mise en service + 20 ans	Impact TAE	-213	-76	-7	-45	-0.27	-16	-9	-0.05	-0.50
	Impact CLB	-39	-15	-1	-10	-0,05	-3	-2	-0,01	-0,10
	Impact TAE+CLB	-253	-90	-8	-55	-0.32	-19	-10	-0.05	-0.60

Tableau 21 : Impact absolu de TAE, de CLB et de TAE+CLB en matière de nombre de kilomètres parcourus et d'émission des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour chaque horizon

IMPACT DE CHAQUE PROJET SUR LES ÉMISSIONS DE POLLUANTS

Opération TAE – scénario 2 / scénario 0

Pour les deux horizons, en comparaison du scénario 0, l'opération TAE (scénario 2) a un impact différent selon la zone de la bande d'études concernée. Ainsi, on constate :

- une baisse du nombre de kilomètres parcouru sur la majorité de la bande d'études. Cette diminution s'explique par des phénomènes de reports modaux du trafic routier vers les transports en commun,
- une hausse de trafic sur deux zones principalement situées aux extrémités de la ligne ; le sud-est de la bande d'études ainsi que Colomiers. Ces hausses sont pour partie liées au rabattement des véhicules vers les stations de la 3^{ème} ligne de métro équipées d'un parking relais de grande capacité (1 000 places prévues pour chacun des parc relais de Colomiers Gare et de Labège La Cadène). Elles découlent également d'une relocalisation des emplois de l'agglomération dans les zones économiques desservies par TAE, qui bénéficient de gains d'accessibilité TC et donc d'une plus grande attractivité.

Ces effets se compensent sur l'ensemble de la bande d'études et se traduisent par une légère diminution de 2.0% du nombre global de kilomètres parcourus soit une économie de 211 000 km parcouru par jour. Cette réduction du trafic routier permet un gain d'émissions des polluants atmosphériques majeurs compris entre 2.2% et 2.8%.

A l'horizon mise en service, TAE permettra des gains d'émissions de polluants atmosphériques de :

- 41.8 tonnes de NOx,
- 6.1 tonnes de particules PM10,
- 3.5 tonnes de particules PM2,5.

L'opération TAE aura donc un impact non négligeable mais relativement limité sur les émissions de polluants atmosphériques, à l'échelle du domaine étudié.

Opération CLB – scénario 3 / scénario 2

Pour les deux horizons, l'opération CLB induit :

- La stabilité du nombre de kilomètres parcourus et des émissions associées sur une grande partie de la bande d'études,
- une diminution du nombre de kilomètres parcourus dans la partie nord-est de l'agglomération.
- une hausse du trafic sur les axes situés dans le sud-est de la bande d'études.

Ces deux variations de trafic découlent d'hypothèses de relocalisation d'une partie des emplois de l'agglomération dans les zones d'activités desservies par CLB (Parc Technologique du Canal et Labège Enova), qui bénéficient d'une meilleure accessibilité TC et donc d'une plus grande attractivité.

Sur l'ensemble de la bande d'études, 39 000 km seront économisés par jour, cela représente une diminution de 0.4%. Cela a pour conséquence une diminution des émissions des polluants atmosphériques de l'ordre de 0.4 à 0.6%.

Ainsi, à l'horizon mise en service, si CLB est associé à TAE les gains d'émissions annuelles attendus pour ce projet seront de :

- 8.8 tonnes de NOx,
- 1,2 tonnes de particules PM10,
- 0.7 tonnes supplémentaires de particules PM2,5.

Il y a donc une légère diminution des émissions des polluants atmosphériques, à l'échelle du domaine étudié, consécutivement à la mise en place de la Connexion ligne B en plus du TAE.

Opérations TAE et CLB – scénario 3 / scénario 0

Pour les deux horizons, en comparaison du scénario 0, la combinaison des opérations CLB et TAE (scénario 3) amplifie les phénomènes observés dans le cadre de l'opération TAE seule :

- la baisse du nombre de kilomètres parcouru est plus importante sur la majorité de la bande d'études
- de même, le sud-est et Colomiers connaissent une hausse plus forte du nombre de kilomètres parcouru.

La réalisation des deux opérations TAE et CLB induit une diminution du nombre de kilomètres parcourus sur la bande d'étude plus importante que la réalisation de TAE seul. **L'association de ces deux opérations permet de diminuer le nombre de kilomètres parcourus de 2.4% et ainsi d'économiser 250 000 km par jour.**

Les émissions de polluants diminuent donc également de façon plus importante, entre 2.6% et 3.3% à l'horizon mise en service.

A l'horizon mise en service, TAE + CLB permettra les gains annuels d'émissions de polluants atmosphériques de :

- 50.6 tonnes de NOx,
- 7.3 tonnes de particules PM10,
- 4.2 tonnes de particules PM2,5.

Les opérations TAE + CLB auront donc un impact positif sur les émissions de polluants atmosphériques, à l'échelle du domaine étudié.

C'est donc la combinaison de TAE et de CLB qui permet la réduction la plus importante des émissions de polluants atmosphériques.

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉE AU TRAFIC ROUTIER

Le tableau 14 présente les consommations énergétiques totales (en kg/j), les émissions de CO₂ et de Gaz à effet de serre calculées à partir des données de trafic moyen du réseau routier pour chaque horizon.

		Consommation énergétique en tonne équivalent pétrole /jour	Émissions - tonnes/j	
			Émissions de CO ₂ en tonnes/j	Émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO ₂ tonnes/j
Horizon mise en service	Scénario 0 Référence	777	2 284	2 307
	Scénario 1 CLB	784	2 305	2 328
	Scénario 2 TAE	755	2 220	2 242
	Scénario 3 TAE+CLB	750	2 206	2 228
Horizon mise en service + 20 ans	Scénario 0 Référence	703	2 074	2 093
	Scénario 1 CLB	709	2 093	2 113
	Scénario 2 TAE	683	2 016	2 035
	Scénario 3 TAE+CLB	679	2 003	2 022

Tableau 22 : Consommation énergétique et émissions de dioxyde de carbone et gaz à effet de serre pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour les différents horizons

Dans le tableau ci-contre est indiquée l'évolution des quantités de gaz à effet de serre émises en tonnes équivalent CO₂ des différents scénarii pour les deux horizons en relatif et en absolu.

L'impact de l'opération TAE a été évalué en comparant le scénario relatif à cette opération (scénario 2) au scénario de référence (scénario 0).

L'impact de l'opération CLB a été évalué en comparant le scénario incluant TAE et CLB (scénario 3) au scénario incluant uniquement TAE (scénario 2). Cette approche a été privilégiée par Tisséo Collectivités car CLB est une opération de connexion de la ligne B à la 3^{ème} ligne de métro, qui sera réalisée en complément de TAE.

L'impact cumulé des deux opérations a été évalué en comparant le scénario incluant TAE et CLB (scénario 3) et le scénario de référence (scénario 0).

En annexe 1 sont indiquées les émissions moyennes des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier inclus dans le périmètre du PDU pour les différents horizons.

L'opération TAE permet une économie de 211 000 km parcourus par jour. Il permet ainsi un gain d'émissions de gaz à effet de serre de 23 652 tonnes par an soit l'équivalent des émissions d'une commune de 6 160 habitants¹.

L'opération CLB permet, une économie de 39 000 km parcourus par jour. Ainsi, le projet entrainera le gain d'émission de 5 042 tonnes de gaz à effet de serre par an dans l'atmosphère à l'horizon mise en service ce qui correspond à une baisse de 0.6% des émissions sur la bande d'études par rapport à la seule évaluation du TAE.

		Évolution des émissions de GES en fonction du scénario indiqué ci-contre	
		En %	En tonnes CO ₂ eq/j
Horizon mise en service	Impact TAE	-2,8%	-65
	Impact CLB	-0.6%	-14
	Impact TAE+CLB	-3.4%	-79
Horizon mise en service	Impact TAE	-2,8%	-58
	Impact CLB	-0.6%	-13
	Impact TAE+CLB	-3.4%	-71

Tableau 23 : Impact de TAE, de CLB et de TAE+CLB en matière d'émission des gaz à effet de serre pour l'ensemble du réseau routier retenu dans la bande d'étude pour chaque horizon

La réalisation des deux opérations TAE et CLB amplifient donc l'économie de kilomètres parcourus en comparaison de l'opération TAE seule en favorisant davantage le report modal. Les 250 000 km économisés par jour à l'horizon mise en service permettent un gain de près de 28 700 tonnes de gaz à effet de serre sur un an de fonctionnement soit l'équivalent des émissions d'une commune de 7 472 habitants¹.

Au global, c'est la combinaison TAE+CLB qui permet la réduction la plus importante des émissions de gaz à effet de serre.

1 Calcul réalisé à partir de la quantité totale de gaz à effet de serre émis par personne sur la zone PDU. Source : Act'air V3.2.

ÉMISSIONS DE PARTICULES LIÉES À L'EXPLOITATION DU MÉTRO

Les émissions des particules liées à l'exploitation des opérations TAE et CLB ont été estimées selon la méthodologie du guide du Pôle de Coordination national sur les Inventaires d'émission Territoriaux (PCIT2).

Le choix du matériel roulant n'est pas arrêté à ce jour. Des hypothèses ont donc été fournies par Tisséo Ingénierie pour le calcul des émissions de particules liées à l'exploitation du métro :

- Rames de 44 m de 2 voitures de 22 m
- 2 boogies par voitures
- 2 essieux par boogies

Tisséo Collectivités a fourni des hypothèses de circulations sur les différentes lignes de métro pour les deux sens cumulés.

Ces émissions sont réparties de manière uniforme sur les tronçons considérés.

Sur les portions aériennes, les particules seront directement émises dans l'atmosphère extérieur. Cela concerne les émissions des particules sur l'ensemble du tracé de la Ligne Aéroport Express, près de 30% de la 3^{ème} ligne de métro et près de 80% de la CLB.

Pour le réseau souterrain, les émissions sont réparties comme des sources ponctuelles d'émissions au niveau des systèmes de ventilation de chaque station du métro.

Les opérations TAE+CLB entraîneront l'émission de 3,1 kg de particules PM10 et de 1,7 kg de particules PM2,5 par jour. Ces quantités émises sont 700 fois plus faibles que les quantités de particules PM10 et PM2,5 émises par le trafic routier sur la bande d'études.

	Émission en kg/jour	
	PM10	PM2,5
3^{ème} ligne de métro	2.7	1.4
Ligne Aéroport Express	0.2	0.1
Connexion ligne B	0.2	0.1
TOTAL TAE	2.9	1.6
TOTAL TAE +CLB	3.1	1.7

Tableau 24 : Quantité de particules émises par l'activité du métro par jour

CONCENTRATIONS MAXIMALES MODÉLISÉES SUR LE DOMAINE D'ÉTUDE

Le tableau suivant présente les concentrations maximales en polluants mesurées dans le domaine d'étude en moyenne annuelle obtenues pour les différents scénarios et les deux horizons étudiés.

Seuils réglementaires		CONCENTRATIONS MAXIMALES – EN µg/m ³										
		État des lieux	Horizon mise en service				Horizon mise + 20 ans					
			Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3		
NO₂		Valeur limite 40 µg/m ³	124	77	77	77	76	40	40	40	40	40
PM10		Objectif de qualité 30 µg/m ³	46	40	40	39	39	39	39	39	39	39
		Valeur limite 40 µg/m ³										
PM2.5		Objectif de qualité 10 µg/m ³	27	22	22	22	22	21	21	21	21	22
		Valeur cible 20 µg/m ³										
		Valeur limite 25 µg/m ³										
C₆H₆		Objectif de qualité 2 µg/m ³	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
		Valeur limite 5 µg/m ³										

Tableau 25 : concentrations maximales en polluants (NO₂, PM10, PM2,5, benzène) mesurées dans le domaine d'étude en moyenne annuelle obtenues pour l'état initial e les 8 scénarii, valeurs réglementaires

Seuils réglementaires		RESPECT DE LA RÉGLEMENTATION										
		État des lieux	Horizon mise en service			Horizon mise + 20 ans			Scénario 3	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 0
			Scénario 0	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 0	Scénario 1				
NO₂		Valeur limite 40 µg/m ³	NON Aux abords des grands axes de circulation	NON Aux abords des grands axes de circulation	NON Aux abords des grands axes de circulation	NON Une maille sur A624 échangeur du fil d'Ariane	NON Une maille sur A624 échangeur du fil d'Ariane	NON Une maille sur A624 échangeur du fil d'Ariane	NON Une maille sur A624 échangeur du fil d'Ariane	NON Une maille sur A624 échangeur du fil d'Ariane	NON Une maille sur A624 échangeur du fil d'Ariane	OUI
PM10		Objectif de qualité 30 µg/m ³	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	NON Le long de grands axes de circulation	OUI
PM2.5		Objectif de qualité 10 µg/m ³	NON Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études	NON Ensemble de la Bande d'études
		Valeur cible 20 µg/m ³	NON Le long de grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	NON Ponctuellement le long des grands axes de circulation	iNON Ponctuellement le long des grands axes de circulation
		Valeur limite 25 µg/m ³	NON Le long de grands axes de circulation	OUI								
C₆H₆		Objectif de qualité 2 µg/m ³	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
		Valeur limite 5 µg/m ³	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

Tableau 26 : Étude du respect des valeurs réglementaires des concentrations maximales en polluants (NO₂, PM10, PM2.5, benzène) mesurées dans le domaine d'étude en moyenne annuelle obtenues pour l'état initial et les 8 scénarii, valeurs réglementaires

RAPPEL SUR LES HYPOTHÈSES DE TRAVAIL POUR LA MODÉLISATION DE LA POLLUTION DE L'AIR

L'évaluation de l'état initial a été menée à partir de l'inventaire des émissions d'Atmo Occitanie. Les émissions des déplacements routiers ont été calculées sur la base de données réelles de comptage fournies par les différents gestionnaires de voiries de l'agglomération toulousaine (CD 31, DIRSO, ASF, TM...), et, pour les voies pour lesquelles ces données sont inexistantes, sur la base des données du modèle de déplacement (Système de Gestion Globale des Déplacements de l'agglomération toulousaine). La méthodologie de calcul des émissions pour l'ensemble des secteurs d'activité est précisée en annexe II.

Les évaluations prospectives ont nécessité la quantification des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire du PDU pour le secteur des déplacements routiers aux horizons mise en service et + 20 ans. Des hypothèses d'évolution des émissions de polluants atmosphériques ont notamment été intégrées pour le calcul des émissions à ces échéances. Plusieurs hypothèses d'évolution ont été prises en compte :

- Le trafic routier sur les principaux axes du territoire a été simulé par le modèle SGGD pour l'horizon mise en service et fourni à Atmo Occitanie par Tisséo Collectivités,
- La population à l'horizon mise en service a été mise à disposition par Tisséo Collectivités.

Pour les autres secteurs d'activité, les émissions ont été considérées constantes entre 2017 et les deux horizons étudiés.

En outre, les cartes de dispersion ont été réalisées en prenant en compte les conditions météorologiques (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température, etc.) fournies par la station météorologique de Toulouse-Blagnac, la plus proche de la zone d'études, pour l'année 2017. Elles intègrent les incertitudes associées au modèle de dispersion de la qualité de l'air.

D'une manière générale, il y a une diminution des concentrations à l'échelle du domaine d'études entre l'état initial et les scénarii prospectifs. Cette amélioration de la qualité de l'air est notamment due au renouvellement du parc routier, l'amélioration technique des moteurs induisant des émissions plus faibles compensant ainsi la hausse du trafic routier.

L'ÉTAT INITIAL

Les différentes études effectuées par Atmo Occitanie sur l'agglomération toulousaine, le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), le Plan de Déplacements Urbains (PDU), ont identifié les axes routiers structurants et leurs abords comme zones potentiellement à risque par rapport à l'exposition de la population au **dioxyde d'azote**. La modélisation réalisée sur la bande d'étude pour l'année 2017 conforte ces résultats et met en évidence des niveaux élevés de NO₂ le long du périphérique, du fil d'Ariane, de la RN124, de l'A61, de

la départementale 902 et des grands boulevards de Toulouse. Sur ces zones, la valeur limite annuelle en NO₂ pour la protection de la santé humaine n'est pas respectée.

De même, pour les **particules de diamètre inférieur à 10 µm**, l'état initial montre le dépassement de l'objectif de qualité le long du périphérique, du fil d'Ariane, de la RN124, de l'A61 et de la départementale 902. Ponctuellement, sur certaines portions de ces axes, la valeur limite n'est pas respectée.

Pour les **particules de diamètre inférieur à 2,5 µm**, l'ensemble de la bande d'étude est exposé à des niveaux de PM_{2,5} supérieurs à l'objectif de qualité en lors de l'état initial et la valeur limite est ponctuellement dépassée sur certaines portions des axes routiers structurants toulousains.

Les niveaux de **benzène** sur la bande d'études respectent l'ensemble des réglementations existantes pour ce polluant.

L'ANNÉE DE LA MISE EN SERVICE

L'année de la mise en service, l'amélioration technique sur les moteurs permettra la baisse des concentrations maximales de l'ensemble des polluants malgré la hausse du nombre de kilomètres parcourus.

Cela induit :

- Une diminution des voies concernées par un dépassement de valeur limite pour le NO₂ ou un dépassement de l'objectif de qualité pour les particules PM₁₀. Les niveaux supérieurs à ces seuils réglementaires sont toujours localisés le long du périphérique, du fil d'Ariane, de la RN124 et de la départementale 902,
- La disparition des axes en dépassement de la valeur limite pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5},

En revanche, l'ensemble de la bande d'étude reste exposé à des niveaux de PM_{2,5} supérieurs à l'objectif de qualité.

Les niveaux de benzène sur la bande d'études respectent l'ensemble des réglementations existantes.

VINGT ANS APRÈS LA MISE EN SERVICE

Vingt ans après la mise en service, les niveaux en dioxyde d'azote poursuivent leur baisse malgré la hausse du nombre de kilomètres parcourus et ce grâce à l'amélioration technique sur les moteurs et l'augmentation de la part de véhicules électriques. **La valeur limite annuelle en NO₂ pour la protection de la santé humaine est respectée sur l'ensemble de la bande d'études.**

Les niveaux de particules PM₁₀ et PM_{2,5} se stabilisent. Les émissions à l'échappement diminuent, cependant, une part importante des émissions de ces 2 polluants est due à la remise en suspension de ceux-ci par le

passage des véhicules et à l'usure des pièces mécaniques. Elle est donc liée au nombre de kilomètres parcourus qui augmente.

Les valeurs limites sont respectées pour ces deux polluants sur l'ensemble du domaine d'études.

En revanche, l'objectif de qualité est dépassé :

- Le long du périphérique, du fil d'Ariane, de la RN124 et de la départementale 902, pour les PM10,
- Sur l'ensemble de la bande d'étude pour les PM2,5.

Les niveaux de benzène respectent l'ensemble des réglementations existantes.

COMPARAISON ENTRE LES SCÉNARI

L'ANNÉE DE LA MISE EN SERVICE

IMPACT DE LA MISE EN PLACE DU TAE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Avec la mise en place de l'opération TAE, les concentrations en **dioxyde d'azote et en particules PM10** restent stables ou en légère diminution sur, respectivement, 96.6%, 99.9% de la bande d'études. Cela concerne le fond urbain, les zones en bordure des axes routiers à circulation faible ainsi que des axes structurants tels que la rocade Arc-En-Ciel, la RN124 au-delà de la sortie 4 Colomiers Centre et l'autoroute A61.

La baisse des niveaux de concentration est un peu plus importante sur 3.4% de la bande d'études pour le dioxyde d'azote et sur moins de 0.15% de la bande d'études pour les particules. Cette diminution est observée sur les boulevards toulousains et les axes structurants de la bande d'étude (périphérique, le fil d'Ariane, RN124...) pour le NO₂.

Le projet permet la diminution des niveaux de particules PM10 (de l'ordre de 1.2 µg/m³) sur le périphérique Est entre les échangeurs Croix Daurade et l'autoroute A68 puis entre l'échangeur la Roseraie et Montaudran et sur l'avenue Jean René Lagasse. C'est également sur ces axes que les diminutions des niveaux de NO₂ sont les plus fortes avec des baisses supérieures à 1,5 µg/m³ et pouvant aller ponctuellement jusqu'à 4 µg/m³.

Certaines valeurs réglementaires sont dépassées sur la bande d'études :

- La valeur limite fixée pour le NO₂ est dépassée aux abords des grands axes de circulation (périphérique, RN124, Fil d'Ariane, RD902...)
- L'objectif de qualité fixé pour les PM10 est dépassé sur le périphérique Est,
- Pour les PM2,5, l'objectif de qualité est dépassé sur l'ensemble de la bande d'études et la valeur cible est dépassée très ponctuellement sur le périphérique.

Les diminutions des concentrations liées à la mise en place de TAE ne permettent tout de même pas le respect des valeurs réglementaires.

Enfin, le projet engendre également ponctuellement une hausse des concentrations sur moins de 0.05% de la bande d'études pour le dioxyde d'azote et les particules.

Pour le dioxyde d'azote, les niveaux en hausse sont majoritairement observés sur la commune de Labège :

- sur la Départementale 57 (portion de route en sortie de la départementale 916 jusqu'au rond point desservant l'avenue L'Occitane),
- et sur la route de Baziège (portion comprise entre la D57 et l'avenue Louis Couder,
- sur une portion de l'avenue L'Occitane (entre la D57 et la rue Buissonnière).

C'est sur ce dernier axe que les concentrations en NO₂ augmentent le plus fortement (jusqu'à 4 µg/m³ de hausse).

Le projet engendre également ponctuellement une hausse des concentrations à l'ouest à proximité de quelques axes dans les communes de Colomiers et Blagnac,

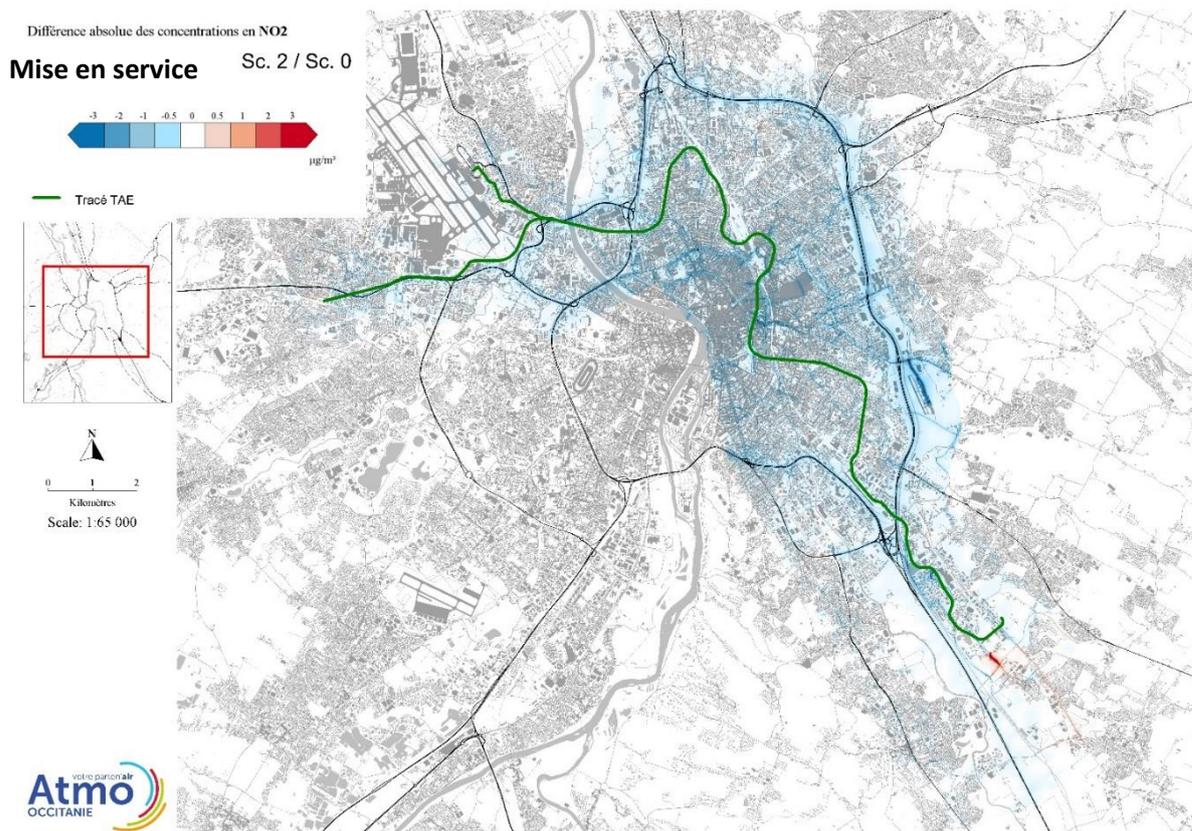
Pour les particules PM10, seule la portion de l'avenue L'Occitane (entre la D57 et la rue Buissonnière) est concernée par ces augmentations de concentration, de l'ordre de 1.4 µg/m³ au maximum.

Malgré ces hausses, les niveaux de concentration observés sur ces axes, au maximum 26 µg/m³ pour le NO₂, 21 µg/m³ pour les particules PM10 restent nettement inférieurs aux valeurs limites réglementaires.

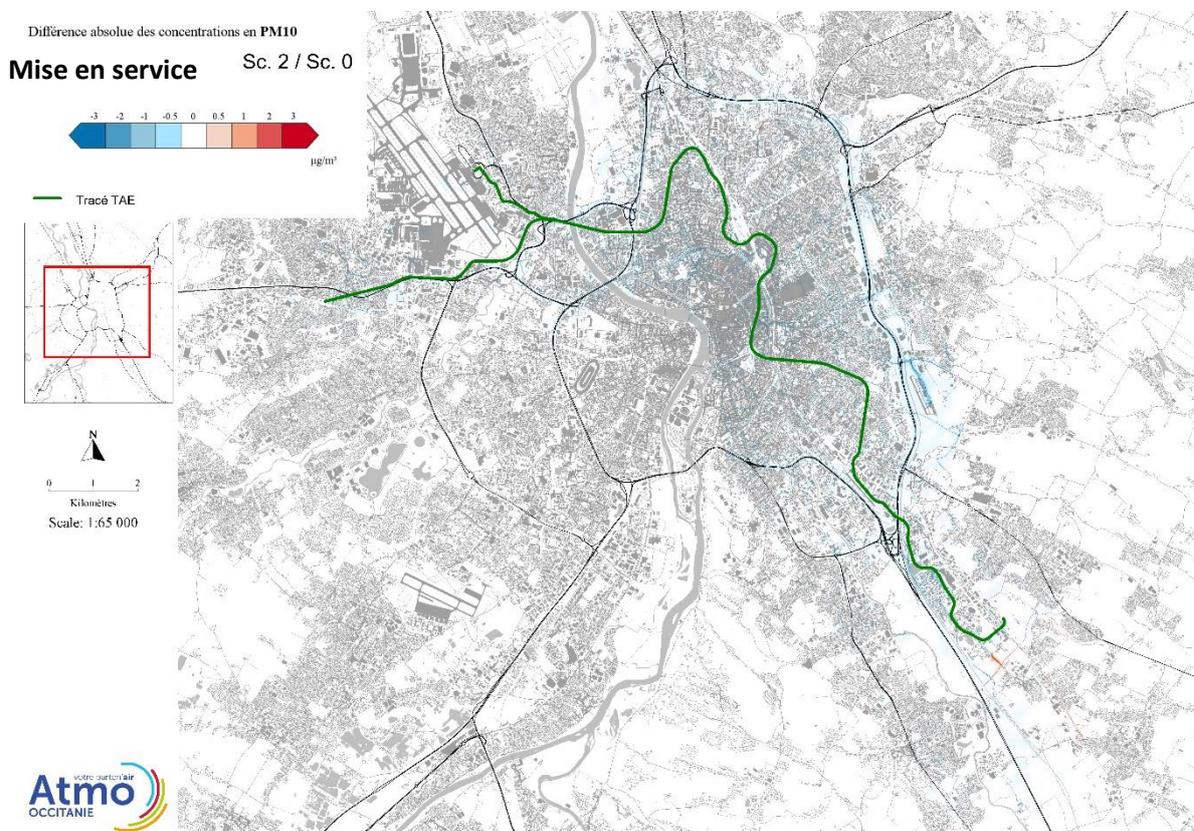
Pour les PM2,5, l'objectif de qualité est dépassé sur l'ensemble de la bande d'études et la valeur cible est dépassée très ponctuellement sur le périphérique. La mise en service de TAE n'induit pas de variation des niveaux de PM2,5 sur la bande d'études. TAE ne permet donc pas le respect des valeurs réglementaires.

La mise en place de l'opération TAE n'engendre pas d'évolution des niveaux de benzène sur la bande d'études.

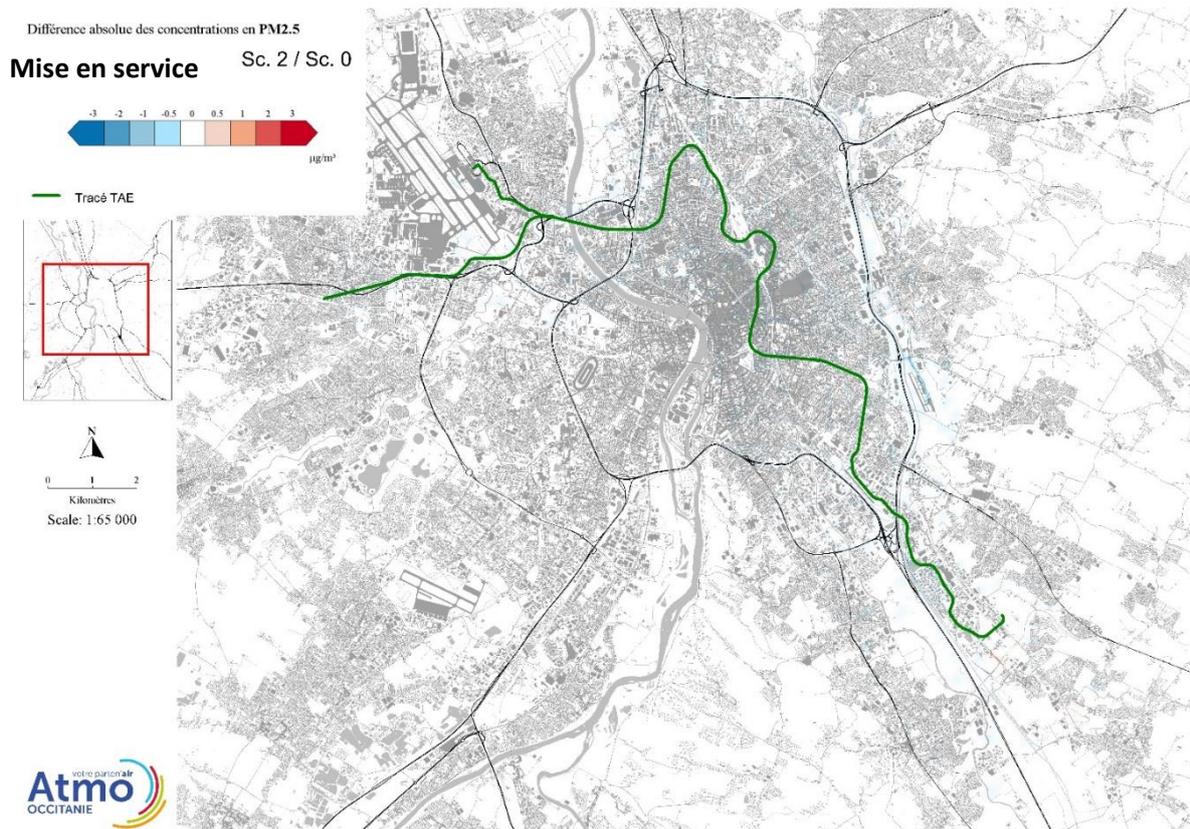
L'objectif de qualité est respecté pour ce polluant sur l'ensemble de la bande d'études sans et avec la mise en place de TAE.



Carte 10 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** entre le scénario de référence (scénario 0) et le scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, année de mise en service



Carte 11 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM10** entre le scénario de référence (scénario 0) et le scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, année de mise en service



Carte 12 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM2,5** entre le scénario de référence (scénario 0) et le scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, année de mise en service

IMPACT DE LA MISE EN PLACE DU CLB SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

L'impact de CLB a été établi par comparaison du scénario TAE+CLB au scénario TAE seul.

La mise en place du projet CLB a très peu d'impact sur les niveaux de NO₂, PM10, PM2,5 et benzène sur la bande d'études. En effet, sur 99,5% de la bande d'études, les concentrations en NO₂ sont stables. Pour les PM10, les niveaux restent stables sur 99,96% de la bande d'études.

Enfin, pour les particules PM2,5 et de benzène, la mise en place de l'opération CLB n'engendre pas de variation de niveaux sur l'ensemble de la bande d'études.

La mise en place de l'opération CLB permet une diminution des concentrations en NO₂ sur le périphérique Est essentiellement le long de l'axe entre l'échangeur avec l'autoroute A68 et la sortie 17 ainsi que le long de voies de circulation situées à proximité :

- sur un portion de l'avenue d'Atlanta coté rond point David Freiman,
- le long de la Route d'Agde et de la Route de Lavour entre le rond point David Freiman et l'avenue Georges Pompidou, les baisses les plus fortes, entre 2 et 3 µg/m³ sont observées le long de la Route d'Agde entre le rond point David Freiman et la route de Lavour
- le long de la rue Saint Jean entre la route de Lavour et le rond point de l'aviation,
- le long de l'avenue des Aéropostiers entre le périphérique et le rond point des Aéropostiers.

Une légère diminution des niveaux est également observée sur l'avenue Latécoère entre la station de métro Ramonville et le périphérique sud.

Pour tous ces axes, hormis le périphérique Est et le long de la Route d'Agde entre le rond point David Freiman et la route de Lavour, les concentrations modélisées sont inférieures à la valeur limite de la qualité de l'air.

Sur les tronçons pour lesquels la valeur limite est dépassée, la mise en place du CLB permettrait :

- une diminution des concentrations suffisante pour que la valeur limite soit respectée sur le tronçon de la route d'Agde,
- une diminution des concentrations insuffisante pour le respect de la valeur limite le long du périphérique Est.

La baisse des niveaux de PM10, de 1 µg/m³ au maximum, inférieure à l'incertitude du modèle, se situe au niveau de la sortie 15 du périphérique :

- le long de la Route d'Agde entre le rond point David Freiman et la route de Lavour,
- le long de la rue Saint Jean entre la route de Lavour et le rond point de l'aviation.

Les concentrations en particules au niveau de ces axes respectent l'objectif de qualité sans et avec la mise en place du CLB.

Le projet CLB engendre également ponctuellement une hausse des concentrations pouvant aller jusqu'à 1.6 µg/m³, dans la gamme de l'incertitude du modèle, sur moins de 0.02% de la bande d'études pour le dioxyde

d'azote. Ces augmentations sont observées sur la commune de Labège :

- sur la Départementale 916 (portion de route entre le périphérique et la rue de la Pyrénéenne),
- sur la rue de la Pyrénéenne (entre la D916 et l'avenue de l'Occitane),
- sur une portion de l'avenue L'Occitane (entre la D57 et la rue Buissonnière).

Sur ces voies, les concentrations en NO₂ sont inférieures mais parfois proches des valeurs limites réglementaires. Les niveaux seraient compris entre 21 et 35 µg/m³ sur ces axes.

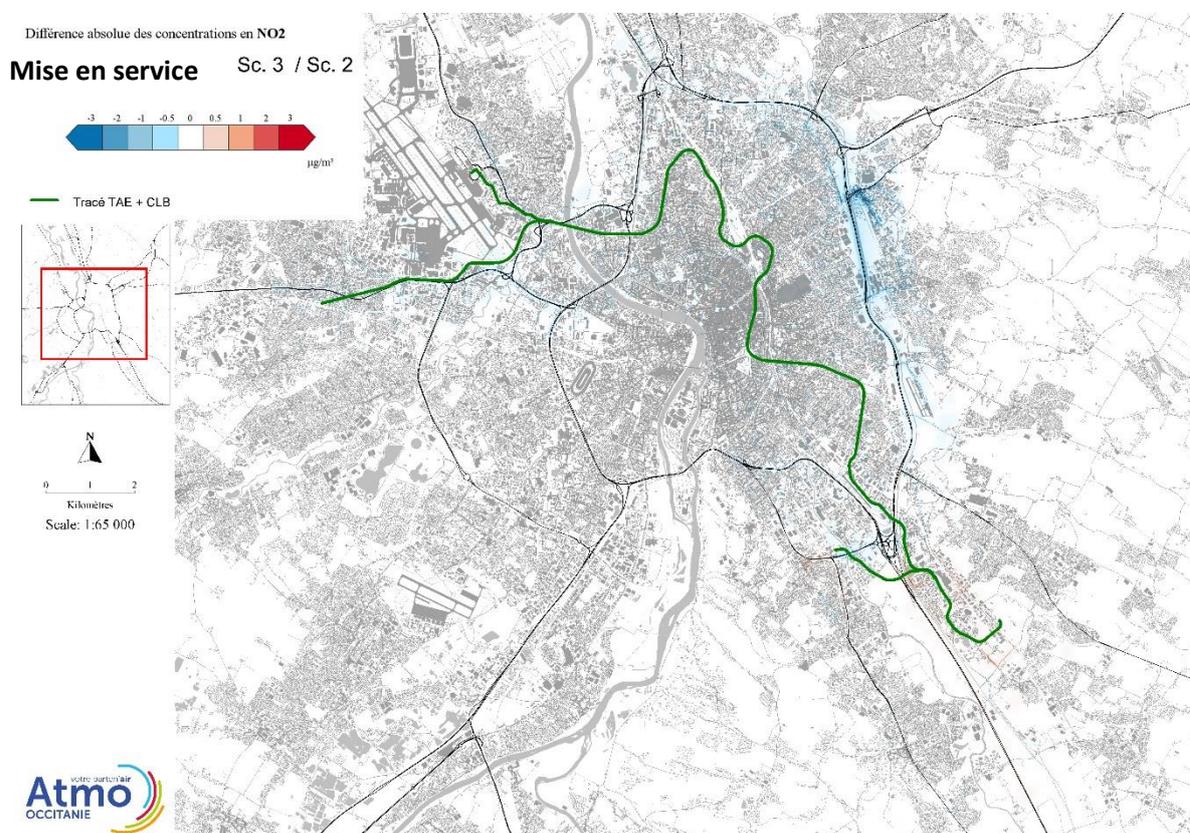
On ne note pas d'augmentation des niveaux de particules due à la mise en place du CLB.

Pour les PM_{2,5}, l'objectif de qualité est dépassé sur l'ensemble de la bande d'études et la valeur cible est dépassée très ponctuellement sur le périphérique. La

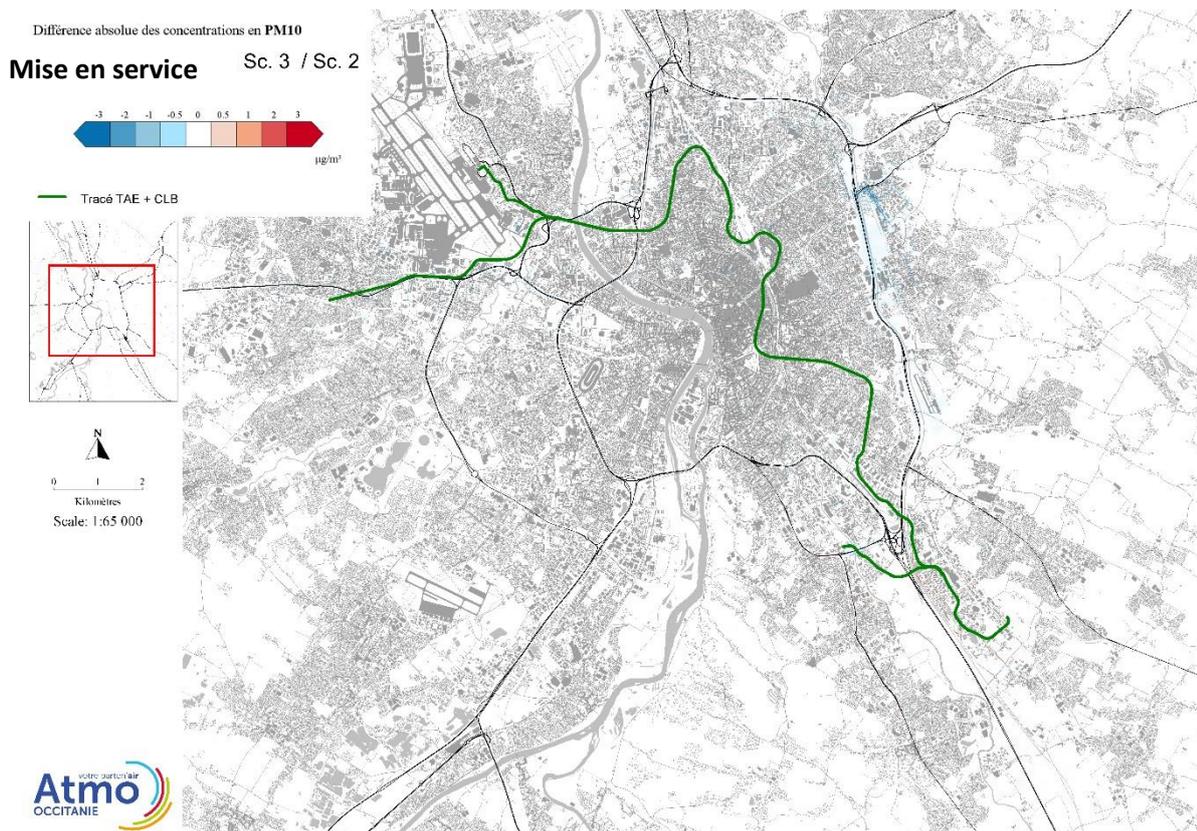
mise en place du CLB n'induit pas de variation des niveaux de PM_{2,5} sur la bande d'études. Le CLB ne permet donc pas le respect des valeurs réglementaires.

Ces variations des concentrations traduisent les variations de trafic, elles-même découlant d'hypothèses de relocalisation d'une partie des emplois de l'agglomération dans les zones d'activités desservies par CLB (Parc Technologique du Canal et Labège Enova), qui bénéficient d'une meilleure accessibilité TC et donc d'une plus grande attractivité.

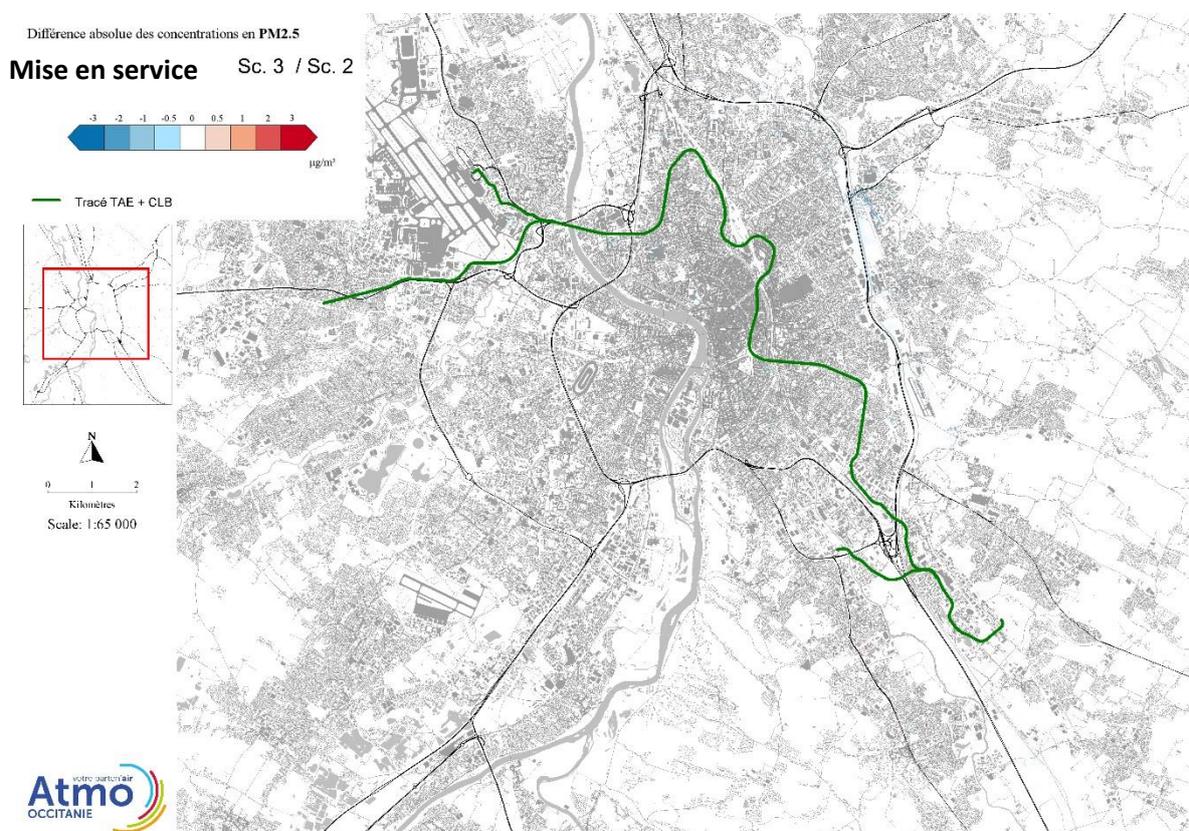
La mise en place de l'opération CLB n'engendre pas d'évolution des niveaux de benzène sur la bande d'études. L'objectif de qualité est respecté pour ce polluant sur l'ensemble de la bande d'études sans et avec la mise en place de CLB.



Carte 13 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** entre le **scénario TAE+CLB (scénario 3)** et le **scénario TAE (scénario 2)** dans la bande d'étude, **année de mise en service**



Carte 14 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM10** entre le scénario TAE+CLB (scénario 3) et le scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, année de mise en service



Carte 15 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM2,5** entre le scénario TAE+CLB (scénario 3) et le scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, année de mise en service

IMPACT DE LA MISE EN PLACE DE TAE ET DE CLB SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Avec la mise en place du projet TAE+CLB, les concentrations en **dioxyde d'azote** restent stables ou en légère diminution **sur 94.9% de la bande d'études**. Pour les **particules PM10**, les concentrations sur **plus de 99.6% de la bande d'étude** restent stables. Enfin, pour les PM2,5, les niveaux ne varient que très ponctuellement.

La baisse des niveaux de concentration est un peu plus importante sur 5% de la bande d'études pour le dioxyde d'azote et sur moins de 0.4% de la bande d'études pour les particules PM10.

Le projet permet donc une diminution des concentrations en NO₂ sur les boulevards toulousains les axes structurants de la bande d'étude (périphérique, le fil d'Ariane, RN124...).

Il permet la diminution des niveaux de particules PM10 sur le périphérique Est entre les échangeurs Croix Daurade et l'autoroute A68 puis entre l'échangeur la Roseraie et Montaudran et sur l'avenue Jean René Lagasse. **C'est également sur ces axes que les diminutions des niveaux de NO₂ sont les plus fortes supérieures à 1,5 µg/m³, niveau inférieur à l'incertitude du modèle et pouvant aller ponctuellement jusqu'à 4,7 µg/m³.** Les niveaux de NO₂ sont dans cette même proportion de diminution sur la Route D'Agde entre le rond-point David Freiman et la route de Lavour et sur la Rue Saint-Jean (autour de la station de métro Balma Gramont).

Certaines valeurs réglementaires restent en dépassement sur la bande d'études :

- La valeur limite fixée pour le NO₂ est dépassée aux abords des grands axes de circulation (périphérique, RN124, Fil d'Ariane, RD902...)
- L'objectif de qualité fixé pour les PM10 est dépassé sur le périphérique Est,
- Pour les PM2,5, l'objectif de qualité est dépassé sur l'ensemble de la bande d'études et la valeur cible est dépassée très ponctuellement sur le périphérique.

Les diminutions des concentrations liées à la mise en place de TAE et CLB ne permettent pas de respecter les valeurs réglementaires excepté sur le tronçon de la route d'Agde entre le rond point David Freiman et la route de Lavour. Sur cette voie, le projet TAE+CLB permet une diminution des niveaux de NO₂ en deçà de la valeur limite.

Enfin, le projet engendre également très ponctuellement une hausse des concentrations sur moins de 0.07% de

la bande d'études pour le dioxyde d'azote et moins de 0.02% de la bande d'études pour les particules PM10.

Pour le dioxyde d'azote, les niveaux en hausse sont majoritairement observés sur la commune de Labège :

- sur la Départementale 57 (portion de route en sortie de la départementale 916 jusqu'au rond point desservant l'avenue L'Occitane),
- et sur la route de Baziège (portion comprise entre la D57 et l'avenue Louis Couder,
- sur une portion de l'avenue L'Occitane (entre la D57 et la rue Buissonnière),

C'est sur ce dernier axe que les concentrations en NO₂ augmentent le plus fortement (jusqu'à 5.2 µg/m³ de hausse).

Sur la commune de Ramonville Saint-Agne, le projet engendre également une hausse des concentrations sur l'avenue Pierre Latécoère entre l'université Paul Sabatier et la station de métro Ramonville.

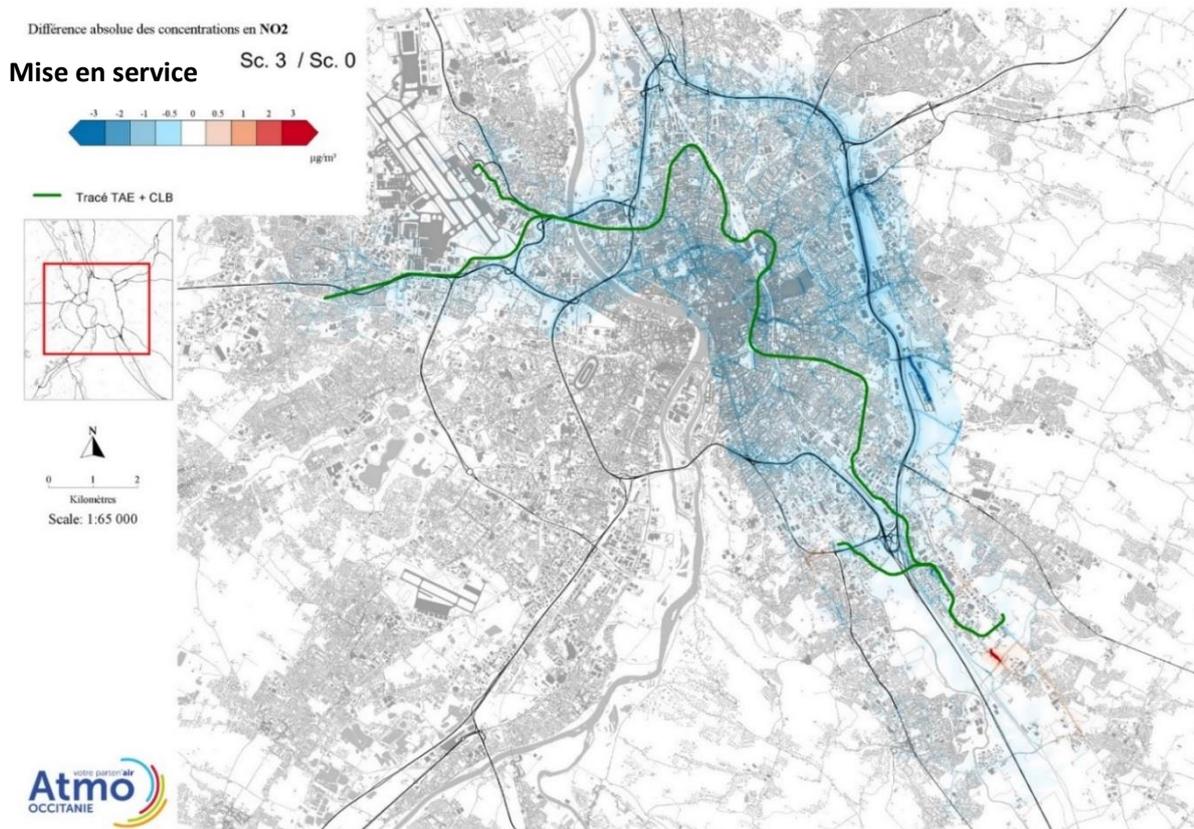
Enfin on note une hausse ponctuelle des concentrations à l'ouest à proximité de quelques axes dans les communes de Colomiers et Blagnac.

Pour les particules, seule la portion de l'avenue L'Occitane (entre la D57 et la rue Buissonnière) est concernée par ces augmentations de concentration.

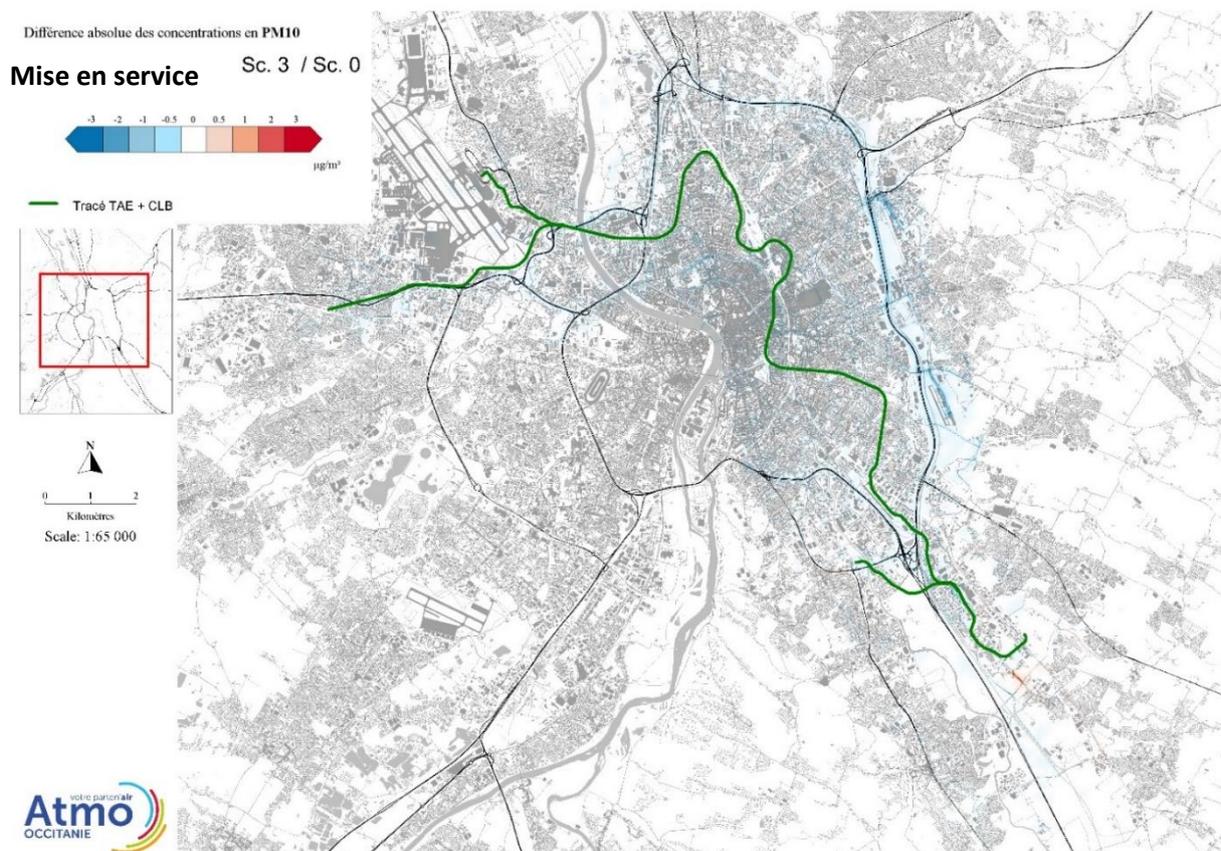
La hausse des niveaux de NO₂ et de PM10 n'engendre pas de dépassement des seuils réglementaires dans des zones où il n'y en avait pas.

Pour les PM2,5, l'objectif de qualité est dépassé sur l'ensemble de la bande d'études et la valeur cible est dépassée très ponctuellement sur le périphérique. La mise en place de TAE+CLB n'induit pas de variation des niveaux de PM2,5 sur la bande d'études. TAE+CLB ne permet donc pas le respect des valeurs réglementaires.

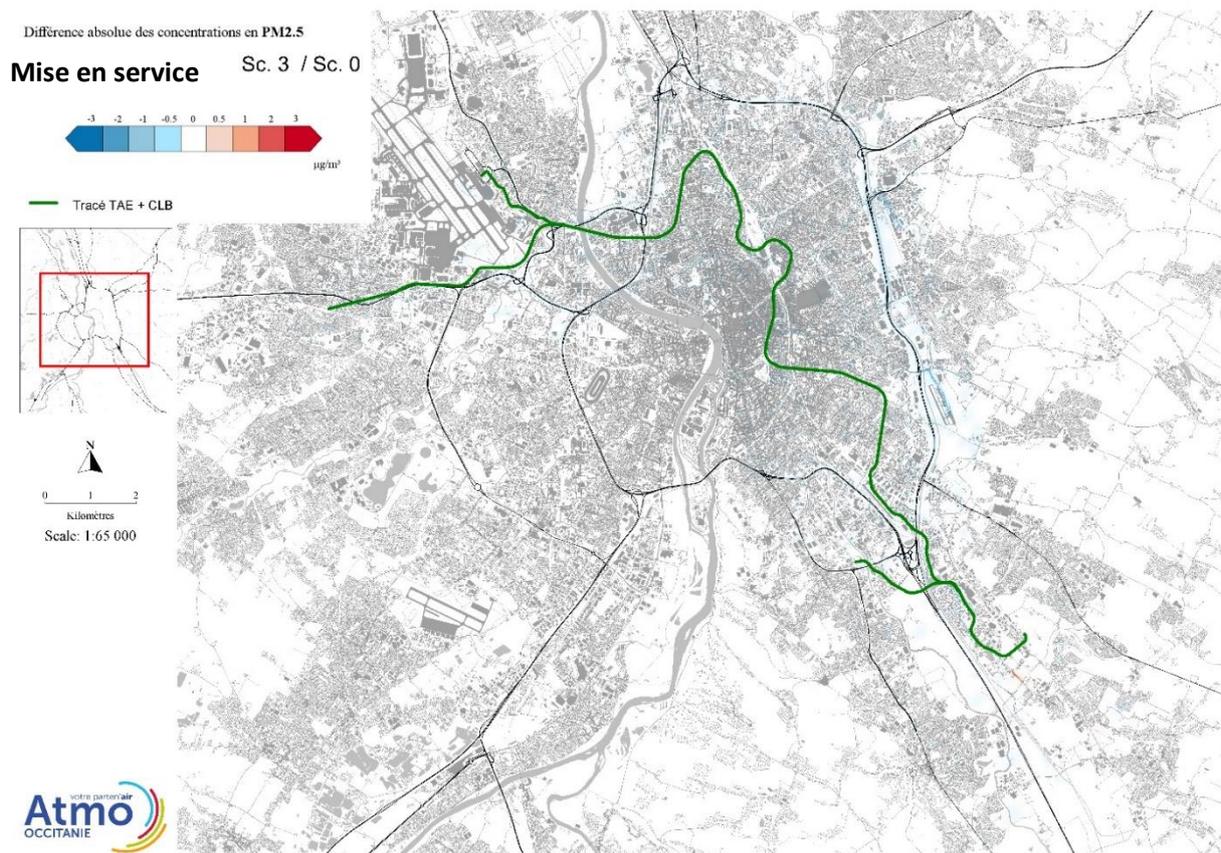
La mise en place du projet TAE+CLB n'engendre pas d'évolution des niveaux de benzène sur la bande d'études. L'objectif de qualité est respecté pour ce polluant sur l'ensemble de la bande d'études sans et avec la mise en place du projet TAE + CLB.



Carte 16 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** entre le scénario de référence (scénario 0) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, année de mise en service



Carte 17 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM10** entre le scénario de référence (scénario 0) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, année de mise en service



Carte 18 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM2,5** entre le scénario de référence (scénario 0) et le scénario TAE+CLB (scénario 3), dans la bande d'étude, année de mise en service

VINGT ANS APRÈS LA MISE EN SERVICE

Pour l'horizon + 20 ans, les données de trafic ont été extrapolées à partir des données relatives à l'horizon mise en service par Tisseo Collectivités selon les hypothèses suivantes :

- Pour les tronçons intra-périphérique : stabilité du trafic entre les deux horizons (traduisant une politique d'apaisement du trafic et de développement des modes alternatifs) ;
- Pour les tronçons extra-périphérique : croissance du trafic proportionnelle à la croissance de la population de l'unité urbaine soit + 12% entre les deux horizons (source : projections INSEE, scénario Central du modèle Omphale).
- Pas d'hypothèse d'évolution de la configuration du réseau routier ou de transport en commun.

A l'horizon + 20 ans, les niveaux de NO₂ ont largement diminué sur la bande d'études, on observe un dépassement de la valeur limite pour ce polluant sur une seule maille de la bande d'études.

En revanche, les concentrations en PM10 et PM2,5 évoluent peu.

20 ans après la mise en place des opérations TAE, CLB et TAE+CLB, les concentrations en **dioxyde d'azote, particules PM10 et PM2,5** évoluent de façon similaire à ce qui a été observé entre l'état initial et l'année de mise en service. Les variations des concentrations entre le scénario TAE+CLB (scénario 3) et la référence (scénario

0) sont similaires pour les particules PM10 et PM2,5 pour les deux horizons. Elles sont plus faibles pour le NO₂ à l'horizon +20 ans en comparaison de l'horizon mise en service.

Les concentrations en **dioxyde d'azote**, restent stables ou diminuent très légèrement

- sur 99.5% de la bande d'études avec l'opération TAE,
- sur 99.9% de la bande d'études avec l'opération CLB,
- sur 99.1% de la bande d'études avec le projet TAE +CLB,

Pour les particules PM10, les concentrations, restent stables ou diminuent très légèrement :

- sur 99.9% de la bande d'études avec l'opération TAE,
- sur la totalité de la bande d'études avec l'opération CLB,
- sur 99.6% de la bande d'études avec le projet TAE +CLB.

Pour les PM2,5, l'objectif de qualité est toujours dépassé sur l'ensemble de la bande d'études et la valeur cible est dépassée très ponctuellement sur le périphérique. La mise en place de TAE n'induit pas d'amélioration supplémentaire des niveaux de PM2,5 sur la bande d'études. TAE ne permet donc pas le respect des valeurs réglementaires.

La mise en place de l'opération TAE n'engendre pas d'évolution des niveaux de de benzène sur la bande d'études.

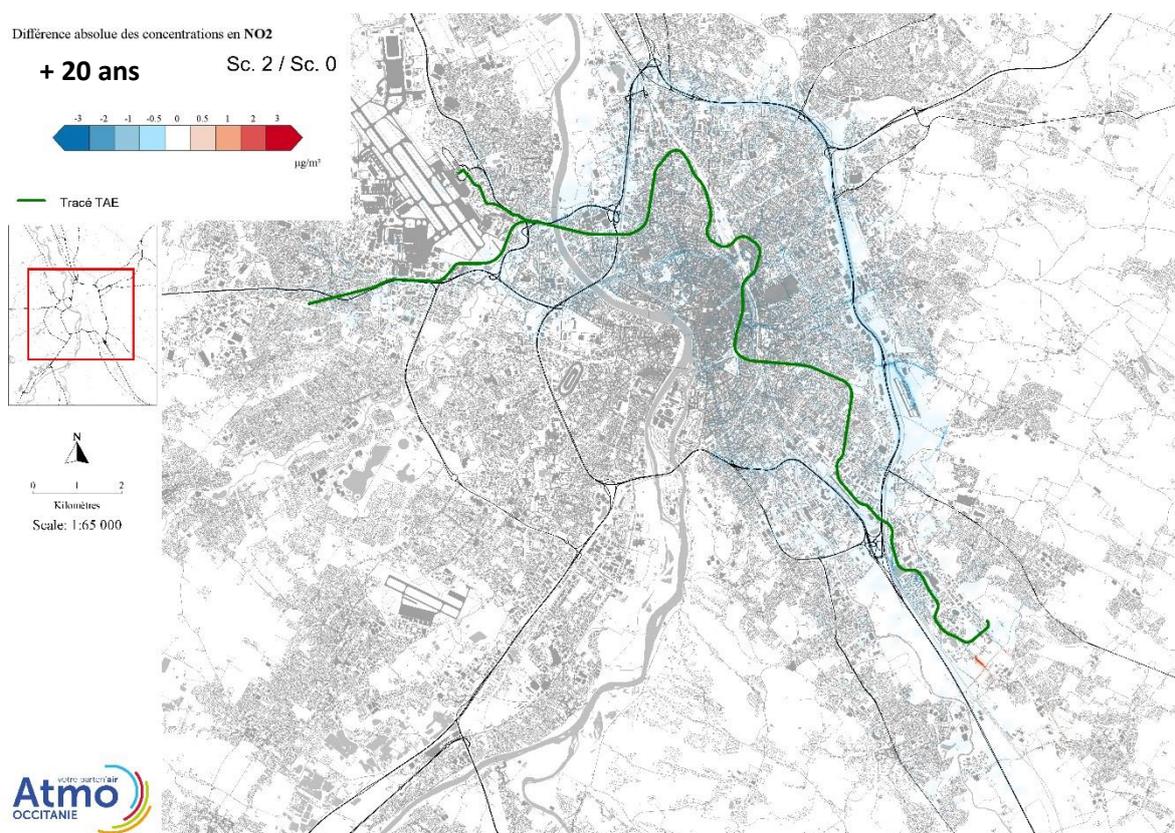
L'objectif de qualité est respecté pour ce polluant sur l'ensemble de la bande d'études sans et avec la mise en place de TAE.

IMPACT DE LA MISE EN PLACE DE TAE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

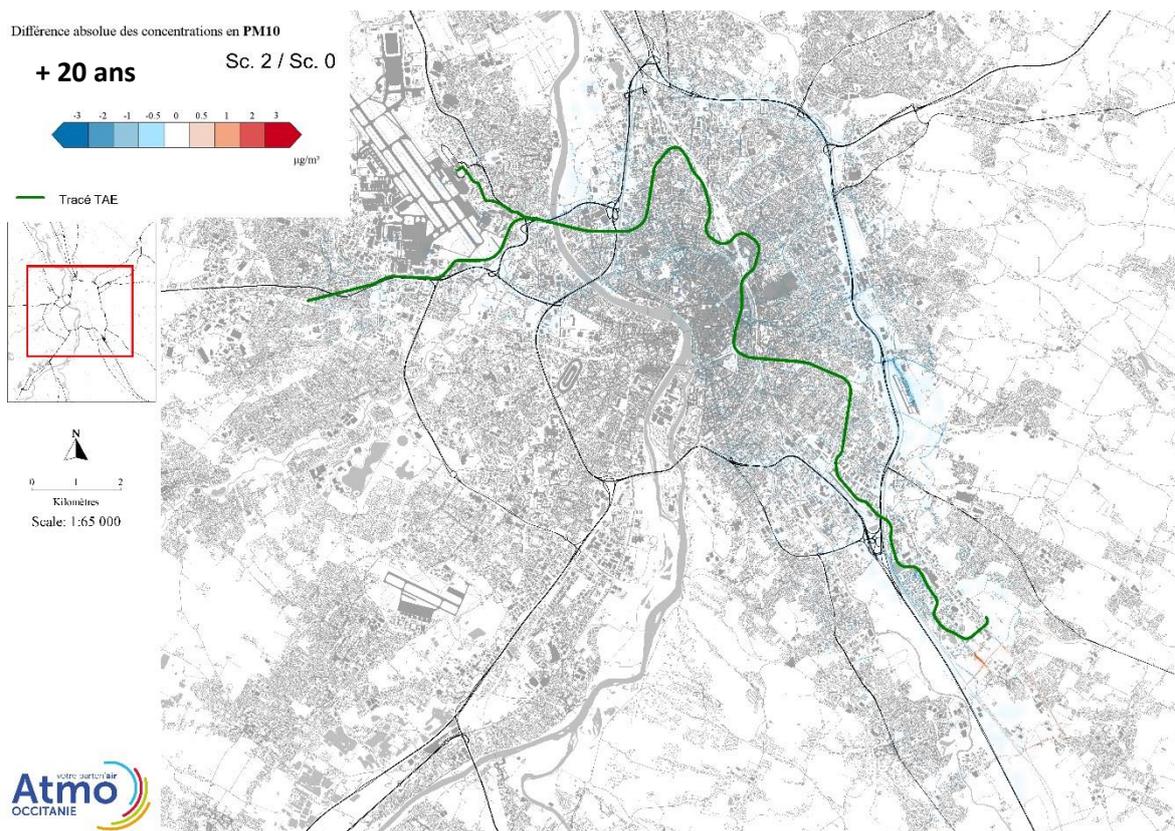
La baisse des niveaux de concentration en **dioxyde d'azote** est un peu plus importante sur certaines portions du périphérique Est et Sud, sur le fil d'Ariane et sur l'avenue Jean René Lagasse à Balma. C'est sur cet axe que la baisse des concentrations en NO₂ est la plus importante. Elle est tout de même très limitée, les niveaux diminuant au maximum de 1.5 µg/m³. La baisse des niveaux de NO₂ permet cependant à la concentration maximale observée sur la bande d'études

d'être inférieure à la valeur limite actuelle pour la protection de la santé.

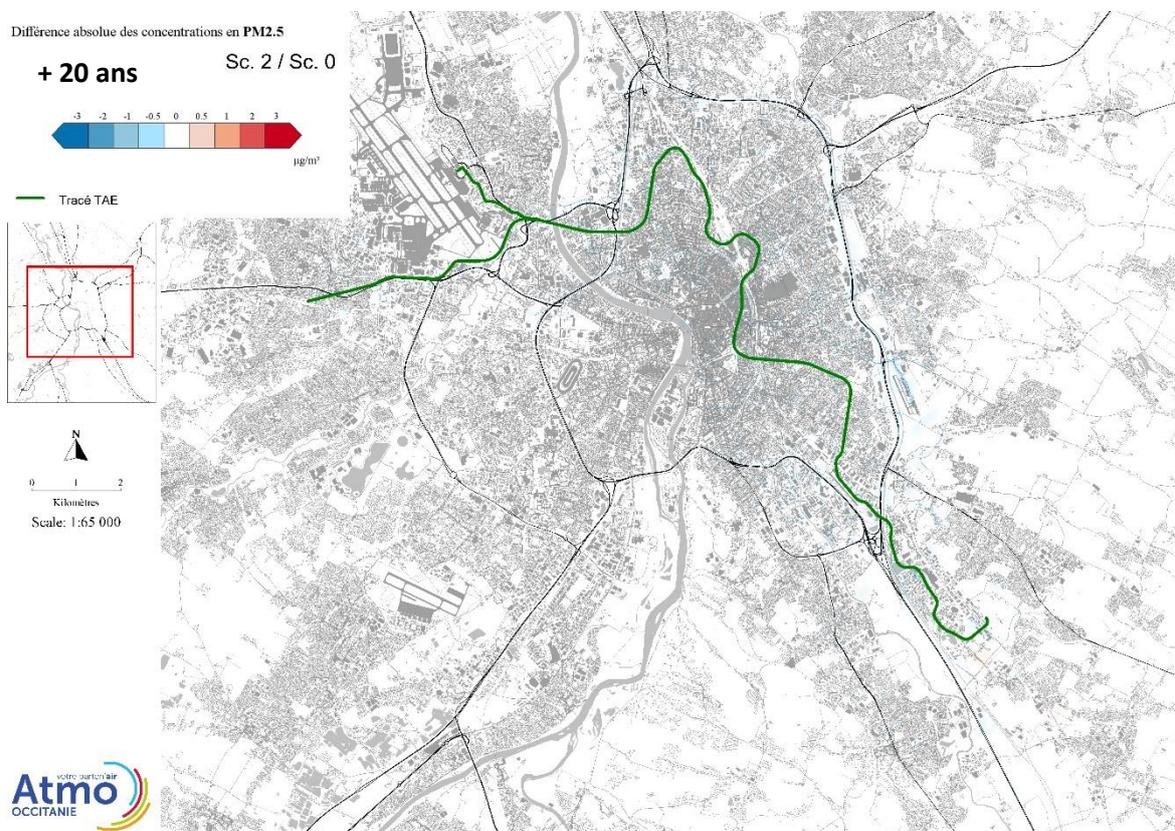
Le projet engendre ponctuellement une hausse des concentrations pour le dioxyde d'azote sur une portion de l'avenue L'Occitane (entre la D57 et la rue Buissonnière). Cependant, avec la mise en place de TAE, les niveaux sur cet axe restent faibles (entre 15 et 18 µg/m³).



Carte 19 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** entre le s scénario référence (scénario 0) et le s scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service



Carte 20 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM10** entre le scénario référence (scénario 0) et le scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service



Carte 21 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM2,5** entre le scénario référence (scénario 0) et le scénario TAE (scénario 2) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service

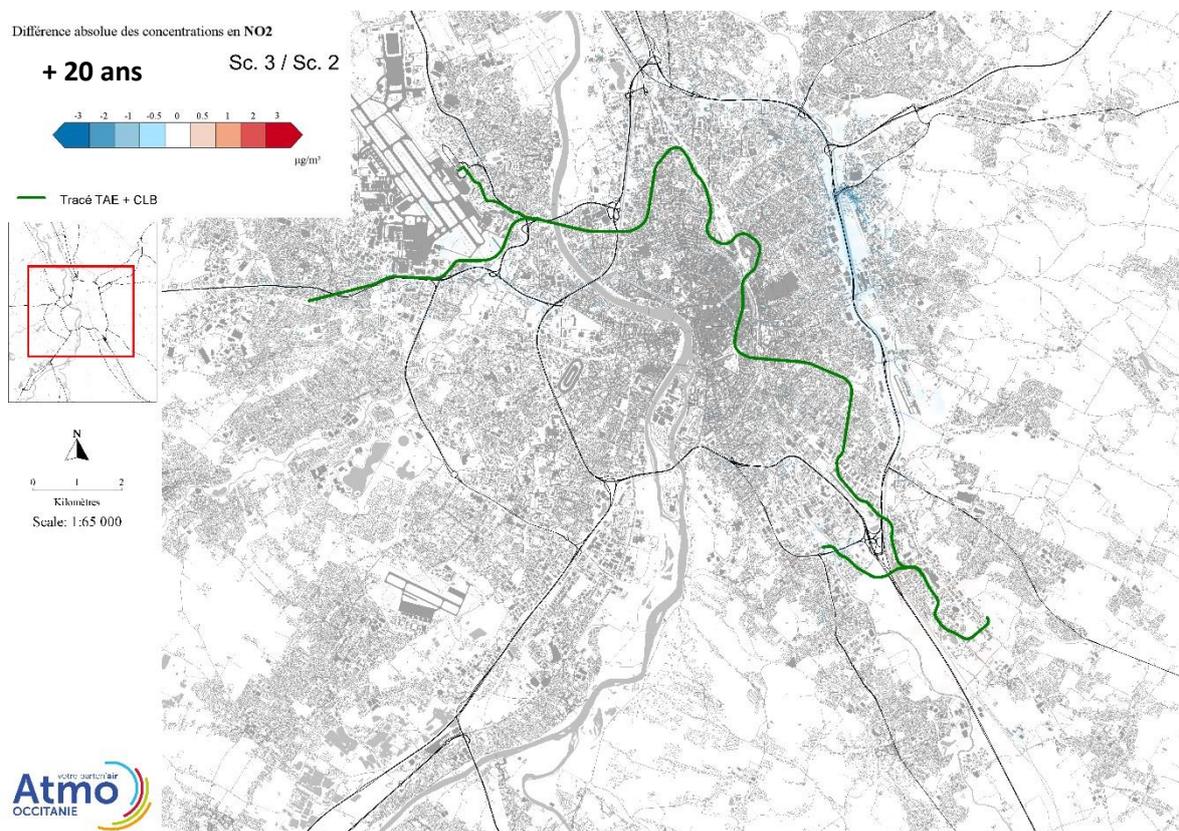
IMPACT DE LA MISE EN PLACE DE CLB SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

La baisse des niveaux de concentration en dioxyde d'azote est visible sur le périphérique Est entre la sortie Gramont et la sortie Balma ainsi que sur la route d'Agde entre le long de la Route d'Agde entre le rond-point David Freiman et la route de Lavaur et autour de la station de métro Balma-Gramont. Cette baisse, très faible et dans la gamme de l'incertitude du modèle, est limitée à 1,2 µg/m³ au maximum. Sur ces axes, les niveaux de

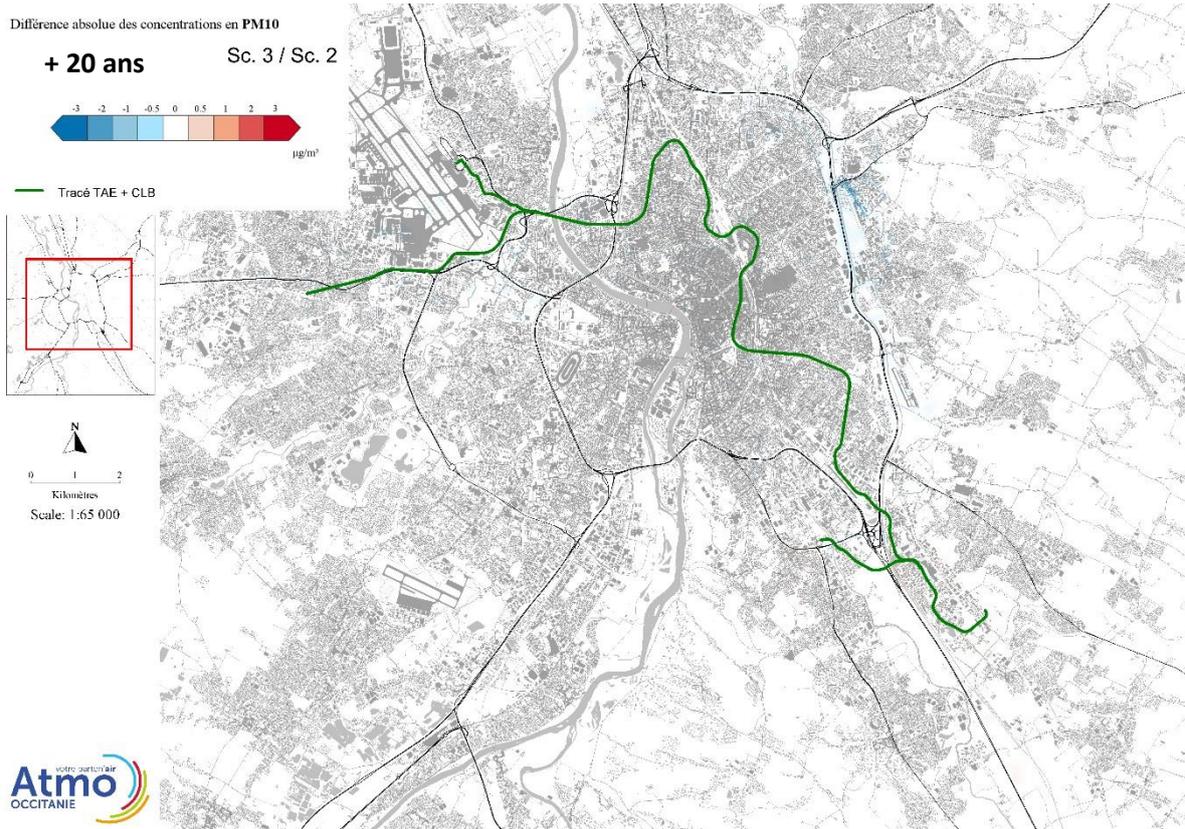
NO₂ rencontrés sont inférieurs à la valeur limite pour les deux scénarios.

La diminution des niveaux de particules PM10 est, quant à elle, circonscrite aux axes proches de la station de métro Balma-Gramont (principalement la route d'Agde et la rue Saint Jean).

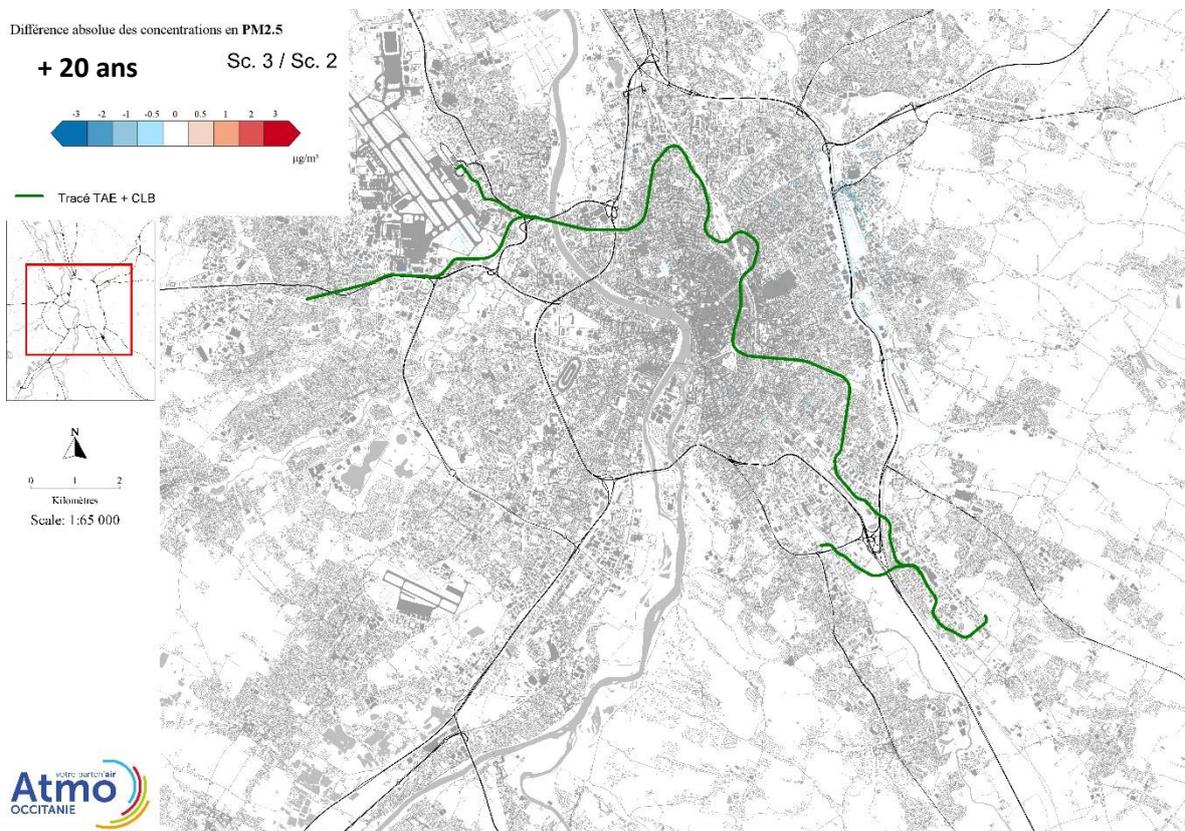
Le projet n'engendre pas de hausse des concentrations pour le dioxyde d'azote et les particules PM10.



Carte 22 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** entre le scénario TAE (scénario 2) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service



Carte 23 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM10** entre le scénario TAE (scénario 2) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service



Carte 24 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM2,5** entre le scénario TAE (scénario 2) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service

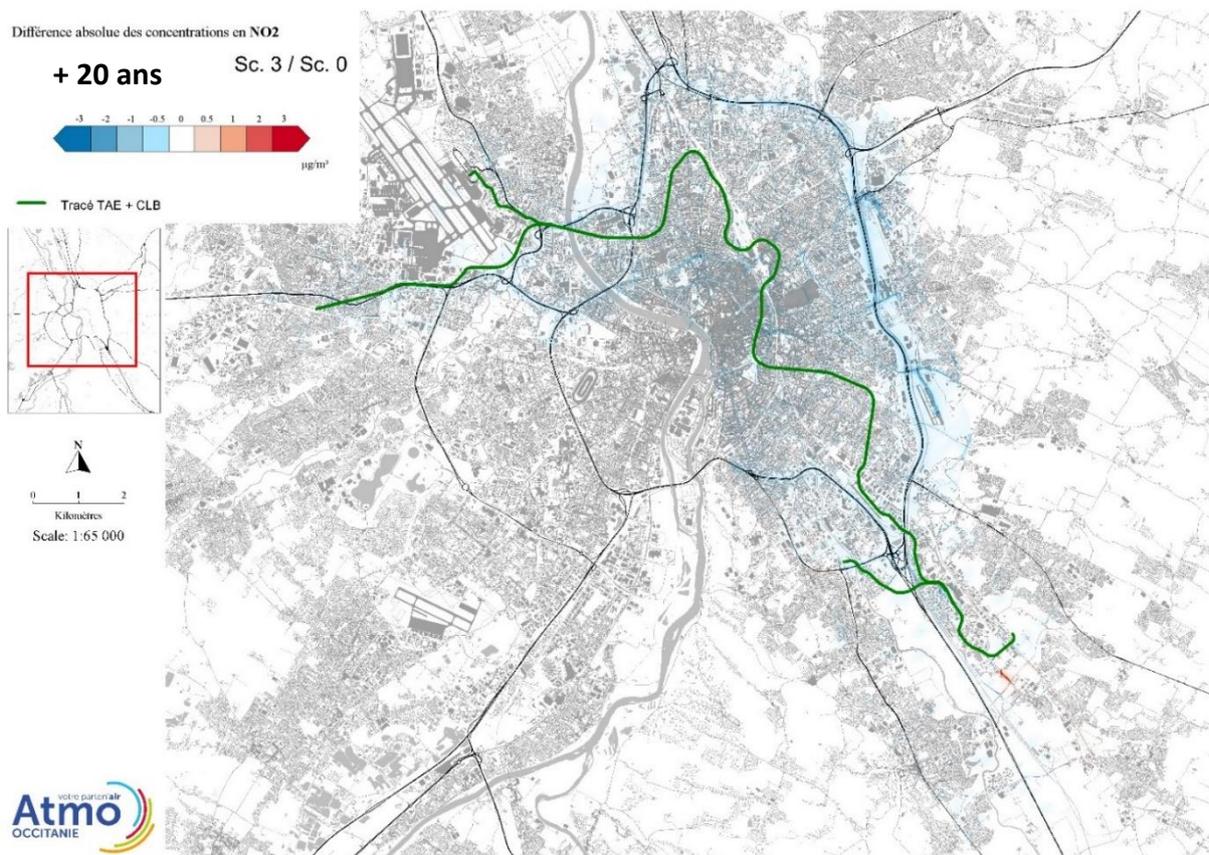
IMPACT DE LA MISE EN PLACE DE TAE + CLB SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

La baisse des niveaux de concentration en dioxyde d'azote est visible sur les boulevards toulousains, les périphériques Ouest et Sud et le périphérique Est et ses abords. Cette baisse atteint au maximum 1,8 µg/m³, ce qui reste inférieur à l'incertitude du modèle.

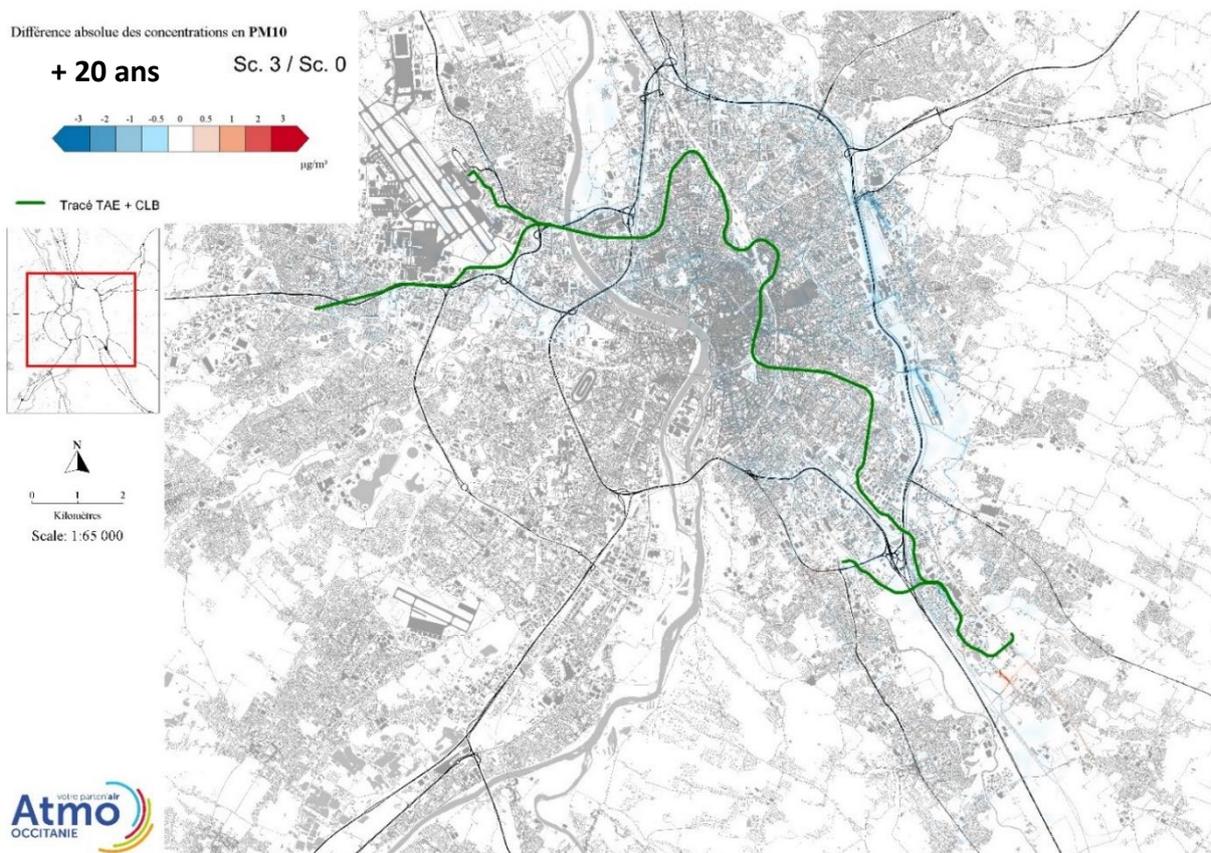
Le projet engendre ponctuellement une légère hausse des concentrations pour le dioxyde d'azote et les particules PM10. Comme pour l'année de mise en service, l'augmentation de concentrations la plus

importante est enregistrée sur une portion de la route Occitane à Labège. Toutefois, avec un maximum annuel modélisé à 18 µg/m³ pour le NO₂ et à 21 µg/m³ pour les PM10, les niveaux de concentration observés sur cet axe restent nettement inférieurs aux valeurs limites réglementaires.

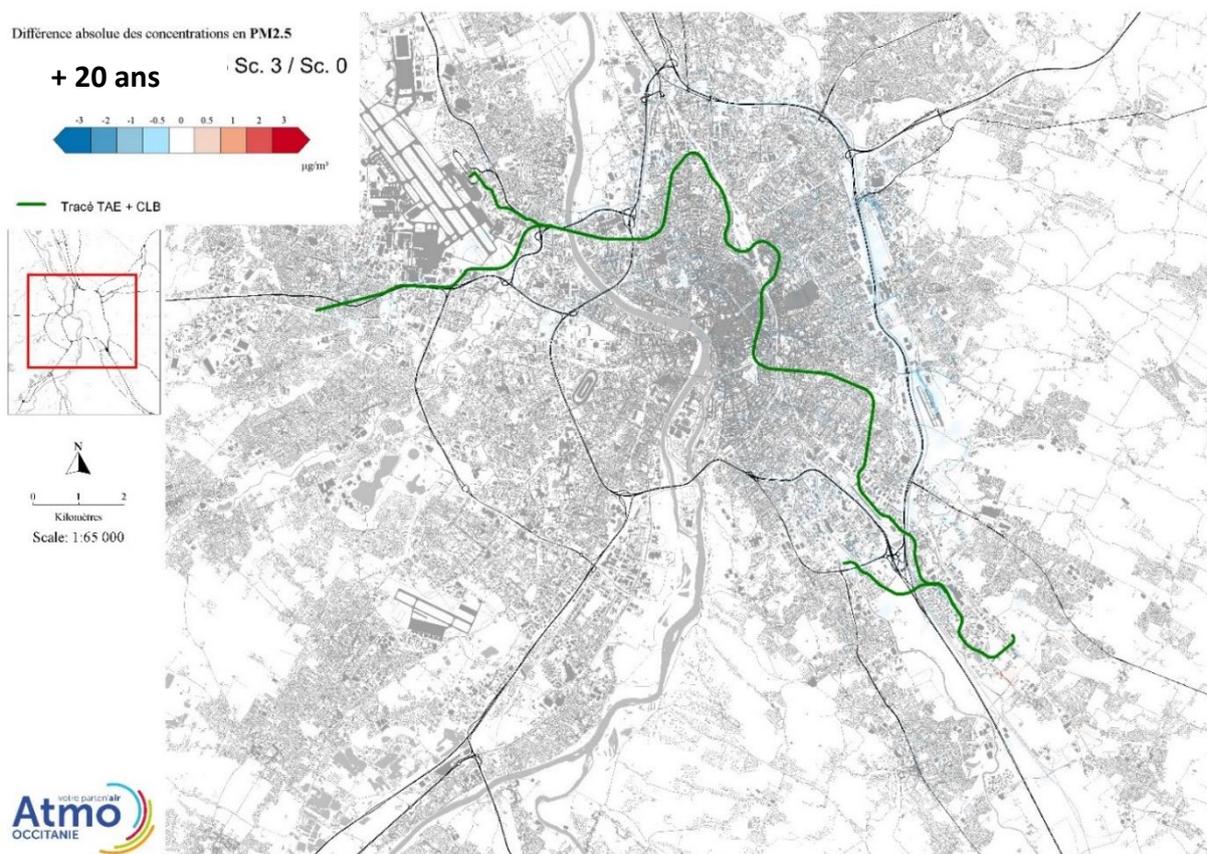
Sur l'ensemble du domaine d'études, la valeur limite en NO₂ pour la protection de la santé humaine est respectée.



Carte 25 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **dioxyde d'azote** entre le scénario référence (scénario 0) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service



Carte 26 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM10** entre le scénario référence (scénario 0) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service



Carte 27 : Évolution des concentrations moyennes annuelles en **particules PM2,5** entre le scénario référence (scénario 0) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, 20 ans après la mise en service

EFFETS SUR LA SANTÉ

Conformément au décret modifié du 12 octobre 1977, l'étude présentée dans ce rapport comporte une analyse des effets du projet sur la santé.

L'objectif est de rechercher si les modifications apportées à l'environnement par le projet peuvent avoir des incidences sur la santé humaine, autrement dit d'évaluer les risques d'atteinte à la santé et à l'environnement liés aux différentes pollutions et nuisances résultant de la réalisation ou de l'exploitation de l'aménagement projeté.

L'exposition de la population est une étape qui vise à évaluer la dose totale en polluant absorbée par un individu pendant une période de référence. Ceci impliquerait la connaissance des variations de concentrations rencontrées pour chaque polluant au cours d'une année ainsi que la connaissance de toutes les activités (domicile, trajet, travail, loisirs) de chaque individu. En attendant l'établissement de méthodes plus applicables et plus pertinentes issues de la recherche, l'annexe technique à la note méthodologique sur les études d'environnement dans les projets routiers « volet air » propose l'élaboration d'un indice polluant/population (IPP). Cet indicateur permet la comparaison des différentes situations entre elles avec un critère basé non seulement sur les concentrations de polluants dans l'air, mais aussi sur la répartition spatiale de la population demeurant à proximité des voies de circulation.

L'indice polluant/population n'est donc pas lié au dépassement d'une valeur limite pour la protection de la santé mais il traduit la variation de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

La Note Méthodologique sur l'Évaluation des Effets sur la Santé de la pollution de l'Air dans les Études d'Impact Routières préconise de prendre en compte le benzène dans la construction de l'IPP. Il a été retenu pour des critères de toxicité et de santé publique. Cependant, les niveaux de benzène sur l'agglomération toulousaine sont très homogènes et faibles. L'IPP obtenu varie peu. Sont donc également fournis dans ce rapport, les IPP

établis en croisant les concentrations en NO₂ et en PM₁₀ calculées par le modèle avec les données de répartition de population à l'horizon mise en service fournies par TISSEO réparties dans le bâti via la méthodologie MAJIC II (Mise A Jour des Informations Cadastres)². Ces deux polluants sont des indicateurs majeurs de la pollution routière sur l'agglomération toulousaine. Pour les hypothèses de répartition de la population, aucune évolution du bâti n'a été prise en compte sur la bande d'études entre l'état initial et l'horizon étudié par rapport à la base MAJIC.

Sur la bande d'études, les hypothèses de population à l'horizon mise en service fournies par Tisséo Collectivités sont les suivantes :

	Nombre d'habitants sur la bande d'études
Scénario 0 Sans TAE ni CLB	446 677
Scénario 1 CLB	446 677
Scénario 2 TAE	458 650
Scénario 3 TAE+CLB	458 650

Tableau 27 : Nombre d'habitants sur la bande d'études à l'horizon mise en service

A l'horizon de mise en service et à l'échelle du périmètre de modélisation des déplacements (proche de l'aire urbaine), les volumes d'habitants seraient identiques dans les quatre scénarios. En revanche, la localisation des habitants serait différente en fonction des projets. Ainsi, si l'opération TAE est réalisée, les secteurs bénéficiant d'une meilleure accessibilité en transports en commun accueilleront davantage d'habitants. A l'échelle de la bande d'étude, on aurait ainsi 12 000 habitants supplémentaires si l'opération TAE était réalisée soit 3% de hausse de la population. Cette densification concernera principalement la zone de Toulouse à l'intérieur du périphérique.

		Indice polluant population pour le polluant		
		Benzène	NO ₂	PM ₁₀
Horizon mise en service	Scénario 0 Référence	541 500	8 248 540	7 472 446
	Scénario 1 CLB	541 553	8 263 344	7 475 637
	Scénario 2 TAE	555 665	8 405 381	7 656 286
	Scénario 3 TAE+CLB	555 606	8 393 928	7 653 785

Tableau 28 : indice polluant/population sur la bande d'études pour chaque scénario et chaque horizon

2 Méthodologie nationale harmonisée de distribution géographique (ou « spatialisation ») de la population élaborée

par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air – LCSQA en 2015 avec la population INSEE 2011.

		Évolution de l'Indice polluant population pour le polluant		
		Benzène	NO ₂	PM10
Horizon mise en service	Impact TAE	+2.6%	+1.9%	+2.4%
	Impact CLB	0.0%	-0.1%	0.0%
	Impact TAE+CLB	+2.6%	+1.8%	+2.4%

Tableau 29 : indice polluant/population sur la bande d'études pour chaque scénario et chaque horizon

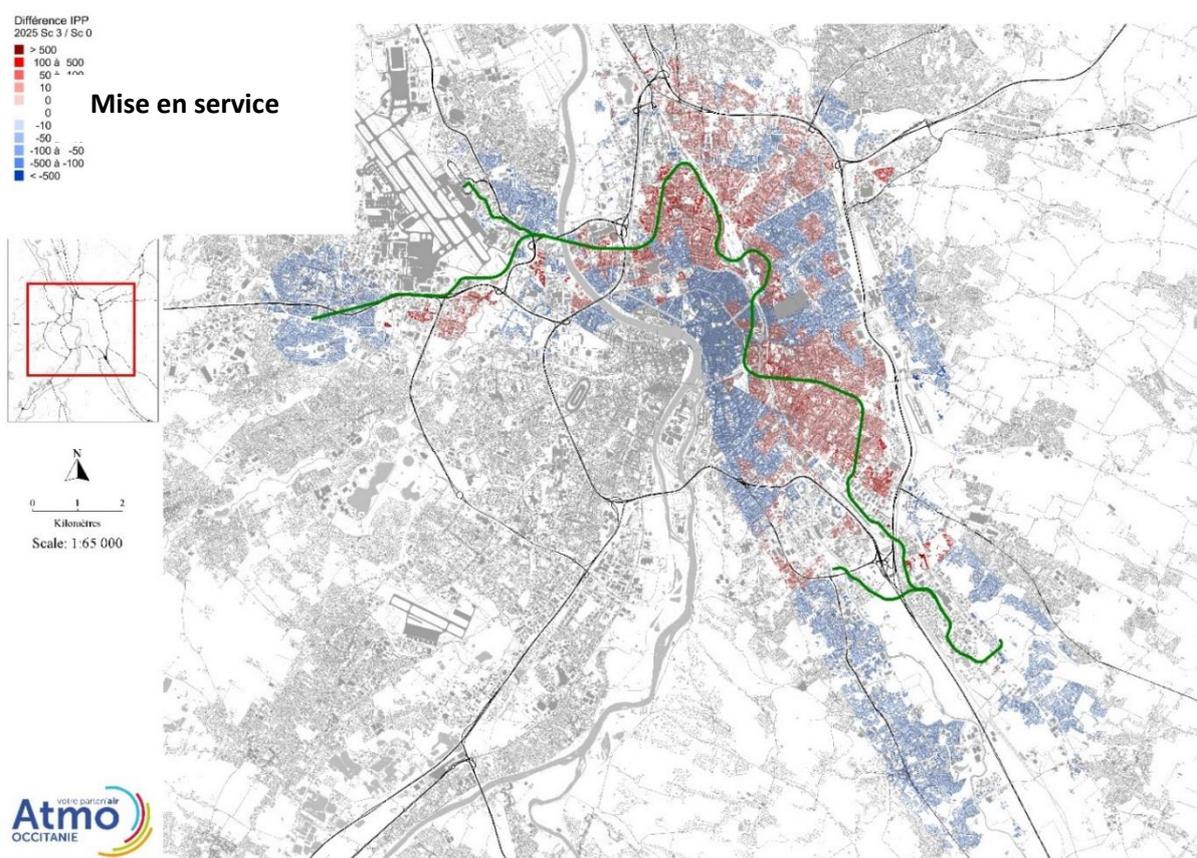
Compte tenu de la densification des secteurs bénéficiant d'une meilleure accessibilité en transports en commun, nous constatons une légère dégradation de l'indice pollution-population pour les scénarios TAE et TAE+CLB (scénario 2 et scénario 3) par rapport au scénario référence (scénario 0) sur la bande d'étude.

L'ajout de l'opération CLB à l'opération TAE permet une très légère diminution de l'indice pollution-population calculé pour le NO₂. Pour le benzène et les particules PM10, l'ajout de CLB n'a pas d'impact sur l'IPP.

La représentation cartographique de la différence des indices pollution-population entre le scénario 3 (TAE+CLB) et le scénario 0 (sans TAE ni CLB) pour le dioxyde d'azote à l'horizon de la mise en service montre un impact du projet variable selon la zone.

Globalement, les indices polluant population sur Toulouse, sur les quartiers des Minimes, Barrière de Paris Lalande et Trois Cocus situés au nord du boulevard des Minimes, les quartiers Pont des Demoiselles, Côte Pavée, Montaudran, la Terrasse, Ranguel et Saouzelong situés à l'est du Grand Rond, sur la zone située entre le périphérique et le Fil d'Ariane et sur Saint Martin du Touch sont légèrement dégradés avec la mise en place des opérations TAE + CLB.

En revanche, les indices polluant population sont légèrement améliorés avec la mise en place des opérations TAE + CLB sur les communes de l'ouest, de l'est et du sud-est ainsi que les quartiers de l'hypercentre, du Busca, d'Empalot, de Saint-Agne et ceux situés à l'est de la gare Matabiau.



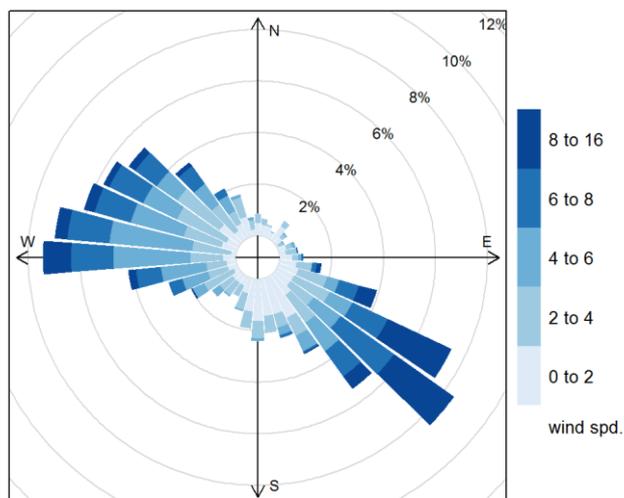
Carte 28 : Évolution des indices polluants population pour le dioxyde d'azote entre le scénario référence (scénario 0) et le scénario TAE+CLB (scénario 3) dans la bande d'étude, année de mise en service

ANNEXES

ANNEXE I – CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES PENDANT LA CAMPAGNE DE MESURES

CAMPAGNE DE MESURES STATIONS MOBILES

Station météorologique - Toulouse Blagnac
Du 09 février au 19 avril 2018



Graphe 15 : Rose des vents : campagne avec les stations mobiles -
Source : Météo-France

D'après la rose des vents,

- Les deux vents prédominants de Nord-Ouest et de Sud-Est ont été présents pendant la campagne de mesures. Les vents de Sud-Est ont sensiblement été plus présents et plus forts pendant cette campagne de mesures que sur l'année 2017.

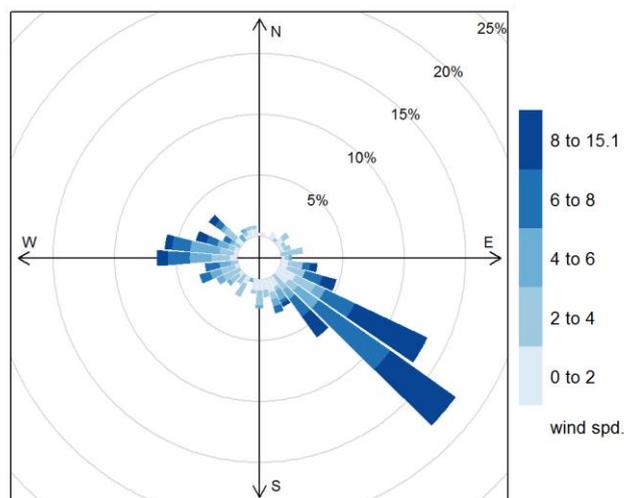
Le début de la campagne de mesures se caractérise par une température moyenne inférieure à la normale, des pluies plus abondantes que la normale et un ensoleillement en déficit.

Pendant le mois de mars, les températures restent un peu plus faibles que les normales de saison en particulier pour les températures maximales. Les pluies sont toujours excédentaires tandis que l'ensoleillement reste déficitaire. Pendant la dernière partie de la campagne de mesures, les températures moyennes remontent et passent au-dessus de la normale. Les précipitations sont toujours excédentaires tandis que la durée de l'ensoleillement redevient conforme à la norme.

Ces conditions météorologiques favorables à la dispersion des polluants, plus représentatives de conditions météorologiques printanières que de conditions météorologiques hivernales, ont permis la mesure de niveaux de concentration en polluants légèrement inférieurs mais du même ordre de grandeur que ceux mesurés sur l'année 2017.

CAMPAGNE DE MESURES ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS

Station météorologique - Toulouse Blagnac
Du 28 mars au 11 avril 2018



Graphe 16 : Rose des vents : campagne avec les échantillonneurs passifs - Source : Météo-France

D'après la rose des vents, le vent de Sud-Est est le vent dominant de la campagne de mesures, avec des épisodes marqués par de violentes bourrasques

Les premiers jours de la campagne de mesures ont été marqués par des précipitations très fréquentes, les températures sont faibles et quelques épisodes venteux orientés au Nord-Ouest accompagnent les averses. Puis un flux de sud-ouest à dominante anticyclonique s'installe. Le temps est assez ensoleillé. Les températures sont douces de nuit comme de jour. Le vent de sud-est souffle assez fort.

Ces conditions météorologiques favorables à la dispersion des polluants ont engendré des niveaux de concentration en polluants inférieurs à ceux mesurés sur l'année 2017. Les concentrations annuelles sur les sites de mesures par échantillonneurs passifs ont été calculées en considérant que la relation entre les concentrations sur 15 jours de mesures et celles sur un an suit une droite.

ANNEXE II – ÉMISSIONS DE POLLUANTS ET CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE LIÉES AU TRAFIC ROUTIER À L'ÉCHELLE DU PDU

ÉMISSIONS DE POLLUANTS LIÉES AU TRAFIC ROUTIER

		Milliers de km parcourus par jour	Émissions - en kg/j					Émissions - en g/j		
			CO	COVNM	NOx	C ₆ H ₆	PM10	PM2,5	Cd	Ni
État initial	2017	27 204	15 843	1 668	21 118	56.5	2 444	1 619	5.3	51.8
Horizon mise en service	Scénario 0	31 002	11 835	1 034	11 775	41.2	2 218	1 277	5.6	59.1
	Scénario 1	31 149	11 892	1 039	11 845	41.4	2 229	1 283	5.6	59.4
	Scénario 2	30 399	11 589	1 009	11 504	40.2	2 172	1 250	5.5	57.8
	Scénario 3	30 242	11 526	1 002	11 432	40.0	2 160	1 243	5.4	57.4
Horizon mise en service + 20 ans	Scénario 0	31 594	10 145	722	4 407	29.7	2 148	1 186	5.0	59.6
	Scénario 1	31 742	10 192	726	4 433	29.8	2 158	1 192	5.0	60.0
	Scénario 2	30 974	9 937	705	4 300	29.0	2 103	1 162	4.9	58.3
	Scénario 3	30 814	9 883	700	4 271	28.8	2 091	1 155	4.9	57.9

Tableau 30 : Émissions moyennes des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier de la zone PDU pour les différents horizons

		Évolution en fonction du scénario indiqué précédemment(en %)								
		Milliers de km parcourus par jour	CO	COVNM	NOx	C ₆ H ₆	PM10	PM2,5	Cd	Ni
Horizon mise en service	Impact TAE	-1.9%	-2.1%	-2.4%	-2.3%	-2.4%	-2.1%	-2.1%	-2.3%	-2.3%
	Impact CLB	-0.5%	-0.5%	-0.7%	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.7%	-0.6%
	Impact TAE+CLB	-2.5%	-2.6%	-3.1%	-2.9%	-3.0%	-2.6%	-2.6%	-3.0%	-2.9%
Horizon mise en service + 20 ans	Impact TAE	-2.0%	-2.0%	-2.4%	-2.4%	-2.4%	-2.1%	-2.1%	-2.4%	-2.3%
	Impact CLB	-0.5%	-0.5%	-0.7%	-0.7%	-0.6%	-0.6%	-0.6%	-0.7%	-0.6%
	Impact TAE+CLB	-2.5%	-2.6%	-3.1%	-3.1%	-3.0%	-2.6%	-2.6%	-3.0%	-2.9%

Tableau 31 : Évolution relative du nombre de kilomètres parcourus et de l'émission des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier retenu de la zone PDU entre les différents scénarii et le scénario 0 pour chaque horizon

		Évolution en fonction du scénario indiqué précédemment								
		Milliers de km parcourus par jour	en kg/j						en g/j	
			CO	COVNM	NOx	C ₆ H ₆	PM10	PM2,5	Cd	Ni
Horizon mise en service	Impact TAE	-604	-246	-25	-271	-0.98	-46	-26	-0.13	-1.34
	Impact CLB	-156	-63	-7	-72	-0.26	-12	-7	-0.04	-0.37
	Impact TAE+CLB	-760	-309	-32	-343	-1.23	-58	-33	-0.17	-1.71
Horizon mise en service + 20 ans	Impact TAE	-619	-207	-18	-107	-0.71	-45	-25	-0.12	-1.36
	Impact CLB	-161	-54	-5	-29	-0.19	-12	-6	-0.03	-0.37
	Impact TAE+CLB	-780	-261	-22	-136	-0.89	-56	-31	-0.15	-1.74

Tableau 32 : Évolution absolue du nombre de kilomètres parcourus et de l'émission des différents polluants pour l'ensemble du réseau routier retenu de la zone PDU entre les différents scénarii et le scénario 0 pour chaque horizon

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ET ÉMISSIONS DE CO₂ ET DE GES LIÉES AU TRAFIC ROUTIER

		Consommation énergétique en tonne équivalent pétrole /jour	Émissions - tonnes/j	
			Émissions de CO ₂ en tonnes/j	Émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO ₂ tonnes/j
État initial	2017	5 897	193	213
Horizon mise en service	Scénario 0	6 270	177	212
	Scénario 1	6 307	178	213
	Scénario 2	6 120	173	207
	Scénario 3	6 079	172	206
Horizon mise en service + 20 ans	Scénario 0	5 800	148	195
	Scénario 1	5 834	149	196
	Scénario 2	5 659	145	191
	Scénario 3	5 621	144	189

Tableau 33 : Consommation énergétique et émissions de dioxyde de carbone et gaz à effet de serre pour l'ensemble du réseau routier retenu de la zone PDU pour les différents horizons

		Évolution en fonction du scénario indiqué précédemment	
		En %	En tonnes/j
Horizon mise en service	Impact TAE	-2.4%	-152
	Impact CLB	-0.7%	-41
	Impact TAE+CLB	-3.1%	-193
Horizon mise en service + 20 ans	Impact TAE	-2.4%	-141
	Impact CLB	-0.7%	-39
	Impact TAE+CLB	-3.1%	-180

Tableau 34 : Impact de TAE, de CLB et de TAE+CLB en matière d'émission des gaz à effet de serre pour l'ensemble du réseau routier de la zone PDU pour chaque horizon

ANNEXE III : CHOIX DES VALEURS DE RÉFÉRENCE DE QUALITÉ DE L'AIR DANS LES ENCEINTES FERROVIAIRES SOUTERRAINES POUR LE MÉTRO TOULOUSAIN

Des seuils d'exposition fixés pour l'air intérieur sont applicables aux usagers pour certains polluants surveillés dans le métro toulousain

	EXISTENCE D'UN SEUIL EN AIR INTÉRIEUR	Source réglementaire
Particules de diamètre inférieur à 10 µm PM10	Seuil réévalué chaque année car prenant en compte les niveaux également mesurés dans l'air extérieur En 2017 : 533 µg/m ³ en moyenne sur une heure d'exposition	Valeur guide : recommandations du CSHPF (avis de 2001 sur la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines)
Dioxyde d'azote NO₂	200 µg/m ³ en moyenne sur une heure	Valeur guide : proposition de l'ANSES (2013)
Benzène C₆H₆	2 µg/m ³ en moyenne annuelle	Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène
	PAS DE SEUIL EN AIR INTÉRIEUR utilisation des valeurs réglementaires applicables pour l'air extérieur	Source réglementaire
Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm PM2,5	Valeur limite : 25 µg/m ³ en moyenne annuelle Valeur cible : 20 µg/m ³ en moyenne annuelle Objectif de qualité : 10 µg/m ³ en moyenne annuelle	Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010

ANNEXE IV : MODE DE CALCUL DE LA VALEUR DE RÉFÉRENCE POUR LES PARTICULES PM10 DANS LE MÉTRO TOULOUSAIN

Valeurs de référence calculées à partir d'un avis du CSHPF pour les particules PM10

En se basant sur l'avis relatif à l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines du 3 mai 2001 du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France CSHPF), l'ORAMIP réévalue chaque année les valeurs de référence préconisées pour le métro parisien afin de les adapter au métro toulousain.

Il est à noter que les concentrations obtenues ont une représentativité limitée en termes d'exposition des personnes à la pollution atmosphérique, puisqu'elles ne tiennent compte ici que de deux types d'exposition : celle à l'air du métro et celle à l'air ambiant extérieur urbain.

La concentration limite dans le métro (Csout) à ne pas dépasser est fonction du temps passé dans le métro (Tsout), de la concentration extérieure en PM10 (en percentile 90.4 : P90.4) et de la réglementation dans l'air ambiant (CLim) qui a évolué jusqu'à atteindre en 2005 la valeur de 50 µg/m³.

Compte tenu du temps moyen passé par les usagers dans le métro, la valeur guide sur une heure.

Signalons cependant que ces concentrations maximales horaires sont mesurées sur les quais d'une station de métro, elles ne correspondent donc pas exactement à ce que respire un usager dans le métro puisque celui-ci passe par deux ou trois stations de métro et une ou deux rames de métro.

En outre, il faut également prendre en compte les limites de ce mode de calcul liées aux hypothèses qui ont été posées pour permettre cette évaluation :

- Dans tous les milieux, à l'exception du métro, la concentration des PM10 est la même qu'en milieu extérieur.

Les teneurs en PM10 sont constantes sur une journée (abstraction des pics).

Concentration limite dans le métro (Csout) exprimée en µg/m³ à ne pas dépasser est fonction du temps passé dans le métro (Tsout)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CLim = 50 µg/m³									
	P90.4ext = 36 µg/m³	P90.4ext = 34 µg/m³	P90.4ext = 41 µg/m³	P90.4ext = 34 µg/m³	P90.4ext = 30 µg/m³	P90.4ext = 29 µg/m³	P90.4ext = 30 µg/m³	P90.4ext = 24 µg/m³	P90.4ext = 28 µg/m³
Tsout = 15 mn	1412	1602	905	1602	1950	2045	1950	2520	2138
Tsout = 30 mn	724	818	473	818	990	1037	990	1272	1083
Tsout = 45 mn	494	556	329	556	670	701	670	856	731
Tsout = 1 h	380	426	257	426	510	533	510	648	556

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Le temps moyen passé dans une rame de métro est de 6 minutes, temps auquel il faut ajouter l'accès à la rame et la sortie du métro. Il faut donc considérer 3 temps : 6 minutes dans une rame (temps moyen passé par les usagers du métro), 15 minutes en moyenne dans le réseau (depuis la salle des billets jusqu'à la rame et inversement, considérant les échanges lignes A et B) et enfin 30 minutes maximum dans le métro (d'un terminus à

l'autre et avec ou sans échange entre lignes A et B). **Il a donc été fait le choix de la valeur guide sur une heure.**

ANNEXE V - NOTES MÉTHODOLOGIQUES : HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION DU PARC ROUTIER POUR LES DIFFÉRENTS HORIZONS

HYPOTHÈSES D'ÉVOLUTION DU PARC ROUTIER

Pour le calcul des émissions dues au trafic routier, le parc roulant joue un rôle prépondérant dans la mesure où il détermine les émissions unitaires de chaque type véhicules qui sont ensuite sommées pour obtenir les totaux sur les différentes échelles du territoire de la région Occitanie.

A ce jour, la description des parcs automobiles français la plus utilisée au niveau national est celle du CITEPA réalisée en vue de produire les inventaires nationaux d'émissions du transport routier. Le parc automobile français est élaboré annuellement et est complété par un parc prospectif.

La répartition des véhicules pour 2017 et pour l'horizon mise en service a donc été réalisée à partir du parc prospectif version 2016 du CITEPA. Le CITEPA y fournit la projection du parc roulant français de 2016 à 2035.

Pour l'horizon + 20 ans, les hypothèses d'évolution retenues sont :

- Projection d'une évolution linéaire du parc roulant sur l'année de l'horizon + 20 ans de la tendance du parc roulant entre 2025 et 2035;
- Augmentation linéaire du nombre de kilomètres parcourus pour chaque type de véhicule.
- Les véhicules qui n'existent encore qu'à l'état de prototype (véhicules hybrides rechargeables) n'ont pas été pris en compte.
- Les véhicules à moteur thermique ont été répartis intégralement sur la dernière norme euro existante (euro 6 pour les PL et euros 6d pour les VP et VUL).

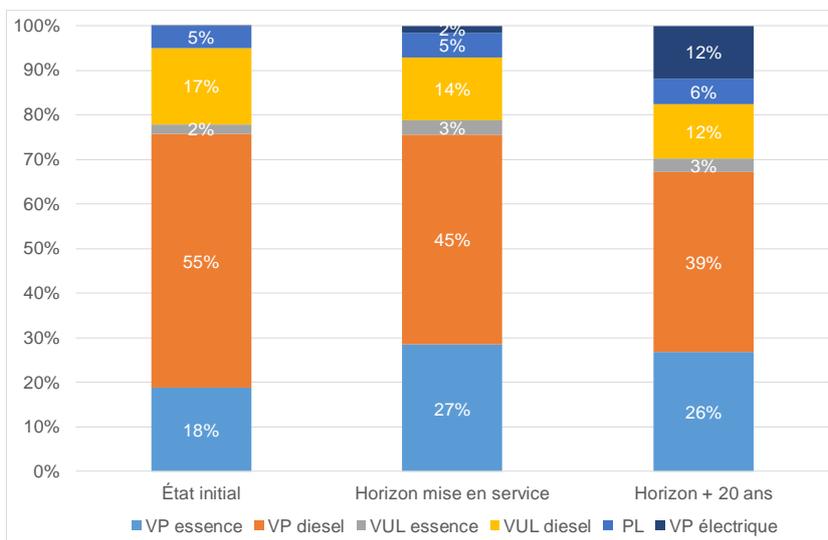
PRÉSENTATION DE LA RÉPARTITION DU PARC PAR TYPE DE VÉHICULES ENTRE L'ÉTAT INITIAL ET L'HORIZON + 20 ANS

La part de véhicules particulier essence augmente entre 2025 puis stagne entre l'horizon mise en service et l'horizon + 20 ans.

La part des véhicules diesel diminue mais reste majoritaire. Elle représente 57% du parc total à l'horizon + 20 ans.

La part des poids lourds augmente légèrement. Elle passe de 4,7% en 2017 à 5,2% à l'horizon mise en service et à 5,5% à l'horizon + 20 ans.

Enfin, la part de véhicules électriques augmente fortement entre l'horizon mise en service et l'horizon + 20 ans pour atteindre 11,5% du parc total à l'horizon + 20 ans.



Graphique 17 : Répartition du parc roulant utilisée pour l'inventaire des émissions par type de véhicules

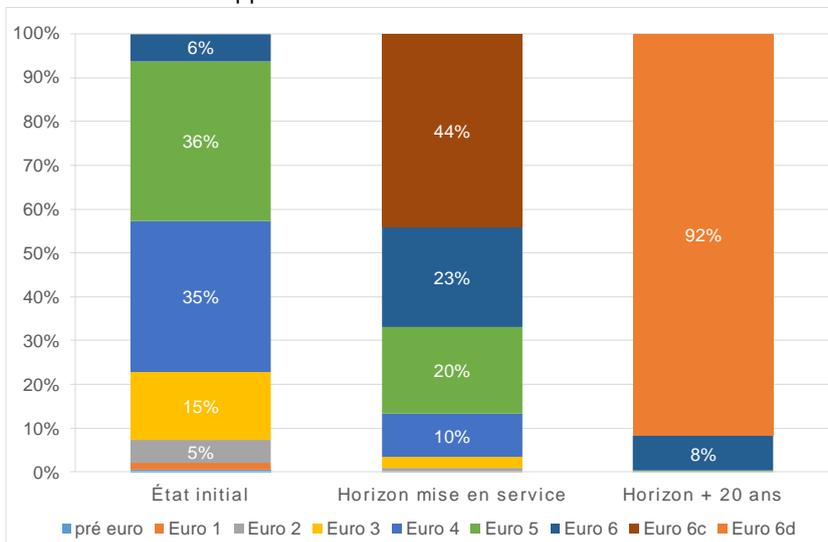
PRÉSENTATION DE LA RÉPARTITION DU PARC PAR TYPE PAR NORMES EURO ENTRE L'ÉTAT INITIAL ET L'HORIZON + 20 ANS

En 2017, la proportion de véhicule par type de norme est variable ; les euros 4 et euros 5 sont majoritaires, ils représentent à eux deux 71% des véhicules.

En 2025, les normes euro 4 et 5 ne représentent plus que 30% du parc routier. La part des euros 6 augmente quant à elle nettement et les euros 6c apparaissent.

Euros 6 et plus sont nettement majoritaires et représentent 67% du parc total.

En 2045, il ne subsiste plus que des euros 6 et plus (l'apparition de nouveaux types de véhicules n'est pas prise en compte).



Graphe 18 : Répartition des normes euros au sein du parc routier utilisé pour l'inventaire des émissions

MÉTHODOLOGIE DE L'ADAPTATION STATISTIQUE DES MESURES

ADAPTATION STATISTIQUE DES ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS

Les mesures des échantillonneurs passifs sont statistiquement corrigées par une équation de type linéaire. Cette équation correspond à la droite de

tendance des « moyennes pendant la période de campagne » sur les « moyennes annuelles » du réseau des stations fixes d'Atmo Occitanie.

ADAPTATION STATISTIQUE DES STATIONS MOBILES

HYPOTHÈSES

Nous avons cherché à mettre en avant une relation de dépendance entre les variables Y et X_1, X_2, X_3 . Y appelée variable endogène, est la variable que l'on cherche à expliquer (à prédire). Le modèle de régression linéaire simple s'écrit :

$$y_i = a \times x_i + b + \varepsilon_i$$

a et b sont les paramètres (les coefficients) du modèle. Dans le cas spécifique de la régression simple, a est la pente, b est la constante.

Avec le modèle de régression, on cherche à déterminer une droite qui représenterait au mieux la relation existant entre X et Y . La droite retenue est celle pour laquelle la somme des carrés des distances verticales de chaque point à la droite est minimale.

La régression linéaire simple permet de résumer la relation entre deux variables, et donc de prédire une variable Y en fonction d'une variable X . Mais la prédiction d'une variable donnée peut être plus fine si l'on prend en compte plus de variables prédictives X_j , ($j = 1, \dots, p$). La régression multiple permet de calculer une équation additive de forme :

L'équation de régression s'écrit :

$$y_i = a_0 + a_1 X_{i,1} + \dots + a_p X_{i,p} + \varepsilon_i$$

Nous devons estimer les valeurs des $(p + 1)$ paramètres (a_0, a_1, \dots, a_p) à partir d'un échantillon de n observations. Nous remarquons dans le modèle :

- $i = 1, \dots, n$ correspond au numéro des observations ;
- y_i est la i -ème observation de la variable Y ;
- $x_{i,j}$ est la i -ème observation de la j -ème variable ;
- ε_i est l'erreur du modèle, il résume les informations manquantes qui permettrait d'expliquer linéairement les valeurs de Y à l'aide des p variables X_j (ex. valeurs prédictives manquantes, etc.).

VARIABLES EXPLICATIVES

Afin d'obtenir les modèles les plus pertinents, nous avons pris en compte un maximum de variables pouvant jouer un rôle explicatif :

- Les niveaux mesurés par le réseau des stations fixes toulousaines
- les conditions météorologiques relevées dans l'air ambiant toulousain (direction du vent, vitesse du vent, température, pression).

Une attention particulière a été portée au risque de colinéarité entre les variables explicatives. On parle de colinéarité entre deux ou plusieurs variables lorsqu'il existe une liaison linéaire entre elles. La colinéarité peut entraîner une instabilité dans l'estimation des coefficients et des variances, et par conséquent peut fausser complètement les résultats des tests. Il faut donc éviter d'introduire simultanément dans le modèle initial des variables explicatives qui sont liées ou susceptibles d'être liées linéairement entre elles.

Un programme a été créé grâce au logiciel R, afin de tester les différentes combinaisons de variables explicatives et de déterminer le modèle de régression le plus pertinent.

DÉTECTION DES POINTS ABERRANTS ET DES POINTS INFLUENTS

La recherche de la meilleure régression nécessite dans un premier temps d'étudier la distribution des concentrations quart-horaires mesurées afin de repérer les observations qui jouent un rôle anormal dans la modélisation.

Par définition, un point atypique (ou point aberrant), est une observation qui s'écarte résolument des autres. Cela peut être dû à une erreur de recueil des données, cela peut aussi correspondre à un individu qui n'appartient pas à la population étudiée.

Les points influents sont des observations qui pèsent exagérément sur les résultats de la régression.

On peut les distinguer de plusieurs manières : ils sont "isolés" des autres points, on constate alors que la distribution des résidus est asymétrique ; ils correspondent à des valeurs extrêmes des variables, en cela ils se rapprochent des points atypiques.

Bien souvent la distinction entre les points atypiques et les points influents est difficile. Un point peut être influent sans être atypique, il peut être atypique sans être influent.

La meilleure manière de le circonscrire est de recalculer les coefficients de la régression en écartant le point : si les résultats diffèrent significativement, en termes de prédiction ou terme de différence entre les coefficients estimés, le point est influent.

Les points atypiques peuvent être détectés par la construction d'une boîte à moustaches.

TESTS DE SIGNIFICATIVITÉ

La pertinence du modèle a été analysée à l'aide de plusieurs tests de significativité :

LE COEFFICIENT DE DÉTERMINATION :

La part de la variance expliquée par le modèle est traduite par le coefficient de détermination R^2 .

Le coefficient de détermination R^2 est compris entre 0 et 1. Lorsqu'il est proche de 0, cela signifie que les variables explicatives choisies n'expliquent en rien les valeurs prises par Y tandis que plus il tend vers 1, meilleur est le modèle. Il permet ainsi de tester la significativité globale du modèle. Le R^2 est donc un indicateur de qualité mais il présente un défaut : plus le nombre de variables explicatives augmentent (même

non pertinentes) plus grande sera la valeur du R^2 , mécaniquement. Le R^2 n'est donc pas un bon outil pour évaluer le rôle de variables supplémentaires lors de la comparaison de modèles imbriqués. En augmentant le nombre de variables explicatives, la valeur du R^2 augmente de manière mécanique tandis que dans le même temps, le degré de liberté diminue. L'intégration du nombre de degrés de liberté permet de contrecarrer l'évolution du R^2 donne le R^2 ajusté. Le R^2 ajusté permet de comparer les modèles imbriqués.

LE TEST DE SIGNIFICATIVITÉ GLOBALE DE LA RÉGRESSION

Le test de significativité globale consiste à vérifier si le modèle, pris dans sa globalité, est pertinent.

L'hypothèse nulle correspond à la situation où aucune des variables explicatives n'emmène de l'information utile dans l'explication de Y c'est-à-dire que le modèle ne sert à rien. Sous l'hypothèse nulle, F suit une loi de Fisher. On considère que le modèle est globalement significatif lorsque F est supérieur au quantile d'ordre 1- risque choisi.

LE TEST DE SIGNIFICATIVITÉ D'UN COEFFICIENT

Après avoir établi la significativité globale de la régression, nous devons évaluer la pertinence des variables prises individuellement. Si l'hypothèse nulle est avérée, Le retrait de la variable X_j de la régression est possible. Par rapport aux autres variables, la contribution de X_j dans l'explication de Y n'est pas significative.

MÉTHODOLOGIE DE L'INVENTAIRE, DE LA MODÉLISATION ET DE LA CARTOGRAPHIE

L'INVENTAIRE DES ÉMISSIONS

Un inventaire d'émissions est le recensement des substances émises dans l'atmosphère issue de sources anthropiques et naturelles avec des définitions spatiales et temporelles.

L'inventaire Atmo Occitanie est réalisé à la commune et pour une année de référence, il prend en compte toutes les sources (exhaustivité) sans faire de double compte (chaque source d'émissions ne doit être comptée qu'une seule fois). Pour éviter les doubles comptes l'inventaire est orienté sources. C'est-à-dire que les émissions sont affectées au lieu où elles sont réellement émises dans l'atmosphère. Cette méthodologie permet de calculer les émissions de façon équivalente sur l'ensemble de la région.

Atmo Occitanie a développé un outil (Act'air) pour calculer les émissions sur les trois secteurs d'activité (Résidentiel et Tertiaire, Industrie, Agriculture). Cet outil permet aussi d'assurer la traçabilité de nos résultats.

L'approche générale retenue pour tous les calculs d'émissions, quelle que soit la source, consiste à croiser des données d'activité (comptage routier, cheptels, consommation énergétique, etc.) avec des facteurs d'émissions unitaires qui dépendent de l'activité émettrice.

Les émissions d'une activité donnée sont exprimées par la formule générale suivante :

$$E_{s,a,t} = A_{a,t} * F_{s,a}$$

- E : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant « t ».

- A : quantité d'activité relative à l'activité « a » pendant le temps « t ».
- F : facteur d'émission relatif à la substance « s » et à l'activité « a ».

Cette méthode de calcul est la plus répandue, elle est plus ou moins facile à mettre en oeuvre en fonction des difficultés rencontrées pour quantifier l'activité et de la complexité du facteur d'émission de la source considérée.

Dans Act'air, les quantités d'émissions sont disponibles à l'échelle de la commune, de la communauté de communes, du département de la région, avec une définition pouvant aller de l'hectare à l'axe routier.

L'inventaire des émissions référence une trentaine de substances avec les principaux polluants réglementés (NOx, particules en suspension, NH3, SO2, CO, benzène, métaux lourds, HAP, COV, etc.) et les gaz à effet de serre (CO2, N2O, CH4, etc.).

L'inventaire se décompose en quatre parties, un par secteur d'activité (Résidentiel/Tertiaire, Agriculture, Industrie et Transport). Chaque partie reprend la méthodologie principale et l'adapte aux spécificités du secteur concerné.

La mise à jour de l'inventaire est faite au mieux annuellement en fonction de la disponibilité des données.

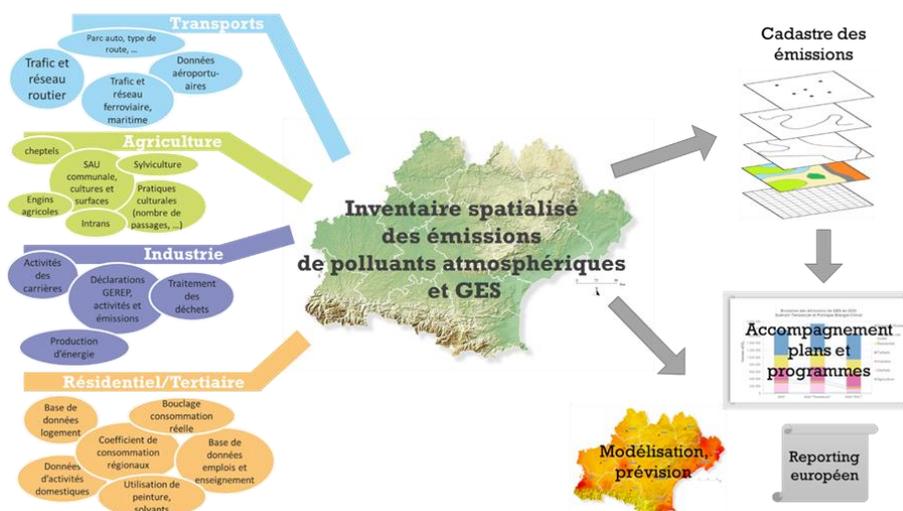


Schéma 1 : organigramme de la méthodologie de l'inventaire des émissions

Chaque source d'émissions est géo-localisée soit comme une :

- source ponctuelle,
- source surfacique,
- source linéique,

dépendant du type de données disponibles en fonction de la source d'émissions considérée. Ainsi le secteur du transport routier est définie comme une source linéique, le secteur industriel comme une source ponctuelle et les secteurs résidentiel/tertiaire ainsi que l'agriculture sont représentés comme des sources surfaciques.

MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES POUR LE TRAFIC ROUTIER

Le trafic routier est aujourd'hui l'une des principales sources de pollution atmosphérique. Il est présent sur l'ensemble du territoire et présente une forte variation horaire, journalière et mensuelle. Le calcul des émissions liées au trafic demande de prendre en compte un grand nombre de paramètres et de recueillir des informations et des données venant de sources différentes.

Les émissions associées aux transports routiers sont liées à plusieurs types de phénomènes qui peuvent être classés dans trois catégories :

- les émissions liées à la combustion du carburant dans les moteurs,
- les émissions liées à l'usure de la route et de divers organes des véhicules (embrayage, freins, pneumatique),
- les émissions liées aux ré-envol des particules, déposées sur la voie, au passage d'un autre véhicule.

Il y a plusieurs types de paramètres indispensables pour calculer les émissions du transport routier :

- les paramètres de voiries :
- Type de voies (autoroute, nationale, départementale, ...),
- Vitesse maximale autorisée de la voie,
- Saturation de la voie (permet la prise en compte des embouteillages),
- Nombre de véhicules jour,
- Pourcentage de poids lourds.
- les facteurs d'émissions, calculés en fonction du parc roulant (données IFSTTAR), des vitesses de circulation, et du type de véhicules suivant la méthodologie COPERT V,
- les profils temporels, permettant de prendre en compte les variations horaires, journalières et mensuelles du trafic.

Le calcul des émissions pour le trafic routier se fait en deux temps : le réseau structurant et le réseau secondaire, en prenant en compte les émissions liées à la consommation de carburant, à l'usure des équipements (pneus, freins et routes) et au ré-envol des particules lors du passage des véhicules. Le transport routier représente une part importante dans les émissions de l'agglomération toulousaine.

- Le réseau structurant représente les grands axes de circulation pour lesquels il existe des données de comptage fournies par les partenaires d'Atmo Occitanie (Conseils départementaux ASF, DIRSO, DIRMC, Collectivités, modèles trafic (SGGD), etc.). Sur ces axes les émissions sont calculées en fonction du trafic moyen journalier annuel (TMJA), de la vitesse autorisée et de la composition des véhicules pour chaque heure de la semaine en prenant en compte les surémissions liées aux ralentissements aux heures de pointe.
- Les émissions liées à la circulation sur le reste du réseau routier (réseau secondaire) sont calculées en prenant en compte les caractéristiques

communales (commune rurale, en périphérie, ...), la population, le nombre d'actifs et les données des enquêtes déplacements.

L'ensemble du réseau structurant est réparti en tronçons (portions de routes homogènes en terme de trafic et de vitesses). Les tronçons sont considérés comme sources de polluants de type linéaires. Les émissions du réseau secondaire, qui correspondent à des zones comme indiquée ci-dessus, sont, elles, de type surfacique.

HYPOTHÈSE DE CALCUL DES ÉMISSIONS POUR L'ANNÉE DE LA SITUATION INITIALE 2017

Le parc roulant de référence est le parc roulant 2017 issu des données CITEPA. Les émissions associées à ce parc suivent la méthodologie de COPERT V. Les données de comptage proviennent soit des données de comptage réelles données par les différents organismes de voiries (CD 31, DIRSO, ASF, CUTM...), soit des données de modélisation SGGD (Système de Gestion Globale des Déplacements de l'agglomération toulousaine) sur les voies où le comptage n'est pas connu.

HYPOTHÈSE DE CALCUL DES ÉMISSIONS POUR L'ANNÉE DE MISE EN SERVICE

L'évolution du trafic sur l'agglomération pour l'année de mise en service a été prise en compte grâce aux sorties du modèle SGGD (Système de Gestion Globale des Déplacements de l'agglomération toulousaine). Ainsi les données de trafic modélisées par Tisseo Collectivités ont été utilisées pour la modélisation de l'année de mise en service.

Des modélisations des données de comptage sous la forme de flux de véhicules pour l'heure de pointe du matin (HPM) et l'heure de pointe du soir (HPS) ont donc été fournies à Atmo Occitanie. Une estimation des TMJA (trafics moyen journalier annuel) a été réalisée en tenant compte du type de voirie selon la méthodologie établie dans le cadre du PDU. Un pourcentage de poids lourd a été affecté à chaque tronçon. Le pourcentage de poids lourd retenu pour ces horizons est le même que pour l'état initial.

Les vitesses moyennes de circulation retenues sur les tronçons dans la zone d'étude ont été établies sur la base des limites réglementaires de circulation en prenant en compte le taux de saturation des voies.

Le parc roulant est issu des données CITEPA. Les émissions associées à ce parc suivent la méthodologie de COPERT V. Les autres hypothèses de profils temporels sont les mêmes que celles utilisées pour la situation initiale 2017.

HYPOTHÈSE DE CALCUL DES ÉMISSIONS POUR L'ANNÉE DE MISE EN SERVICE + 20 ANS

Les données d'affectation, en flux de véhicules pour l'heure de pointe du matin (HPM) et l'heure de pointe du

soir (HPS), des réseaux routiers correspondant à l'horizon +20 ans ont été extrapolées à partir des données relatives à l'horizon mise en service par Tisseo Collectivités selon les hypothèses suivantes :

- Pour les tronçons intra-périphérique : stabilité du trafic entre les deux horizons (traduisant une politique d'apaisement du trafic et de développement des modes alternatifs) ;

- Pour les tronçons extra-périphérique : croissance du trafic proportionnelle à la croissance de la population de l'unité urbaine soit + 12% entre les deux horizons (source : projections INSEE, scénario Central du modèle Omphale).
- Pas d'hypothèse d'évolution de la configuration du réseau routier ou de transport en commun.

MÉTHODOLOGIE ET HYPOTHÈSES POUR LES AUTRES SECTEURS D'ACTIVITÉ

L'INDUSTRIE

Atmo Occitanie est chargé d'effectuer les inventaires d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, et de les mettre à jour suivant un guide méthodologique mis en place dans le cadre de l'arrêté du 24 août 2009 relatif au Système National d'Inventaires d'Émissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA), le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT) associant :

- le Ministère en charge de l'Environnement,
- l'INERIS,
- le CITEPA,
- les Associations Agréées de Surveillance de Qualité de l'Air.

Ce guide constitue la référence nationale à laquelle chaque acteur local doit se rapporter pour l'élaboration des inventaires territoriaux.

Les émissions issues du secteur industriel sont déterminées d'une part à partir des déclarations annuelles d'émissions faites auprès de la DREAL (base Installations Classées Pour l'Environnement) et d'autre part à partir des données relatives aux emplois par secteurs d'activité (INSEE). Pour les polluants pour lesquels les informations ne sont pas disponibles, Atmo Occitanie calcule une estimation de ces émissions à partir de caractéristiques de l'activité (consommation énergétique, production, etc.) du site, et de facteurs d'émissions provenant du guide OMINEA du CITEPA.

Les activités des carrières, des chantiers et travaux de BPT sont prise en compte grâce aux quantités d'extraction et surface permettant de calculer les émissions de particules fines.

LE RÉSIDENTIEL / TERTIAIRE

Les émissions sont essentiellement dues aux dispositifs de chauffage et ont été déterminées à partir des données de consommation d'énergie (gaz naturel, fioul, bois, électricité, etc.) à l'échelle communale. Dans le cas où les données de consommation ne sont pas

disponibles, des données statistiques sont alors utilisées prenant en compte la composition des logements sur le territoire et l'activité économique.

L'AGRICULTURE

Atmo Occitanie utilise les données issues du recensement agricole réalisé par l'AGRESTE au sein des services de la DRAAF. Elles permettent de disperser des données d'activités agricoles à l'échelle communale sur l'ensemble de la région. La culture des sols engendre, au-delà des émissions liées à l'utilisation de machines munies de moteurs thermiques, des émissions dues aux labours des sols et aux réactions consécutives à l'utilisation de fertilisants. L'élevage se traduit par des émissions liées, d'une part, à la fermentation entérique et, d'autre part, aux réactions chimiques engendrées par les déjections animales.

LE TRANSPORT HORS TRAFIC ROUTIER

Deux autres moyens de transport font l'objet d'estimation des émissions :

- Les émissions associées à l'aéroport de Toulouse Blagnac, sont issues des données fournies par la DGAC via l'outil « TARMAAC », correspondant aux émissions dues aux flux réels du trafic aérien.
- Les émissions dues au trafic ferroviaire sont estimées pour les communes traversées par les lignes de chemin de fer et selon les données disponibles (SNCF Réseau, ...)

HYPOTHÈSE DE CALCUL DES ÉMISSIONS DES AUTRES SECTEURS D'ACTIVITÉ POUR LES DEUX HORIZONS

Toutes les émissions des secteurs d'activité autres que les déplacements routiers sont égales aux émissions prises pour l'état initial 2017.

MODÉLISATION DE LA DISPERSION DES POLLUANTS

PRINCIPE DE LA MÉTHODE

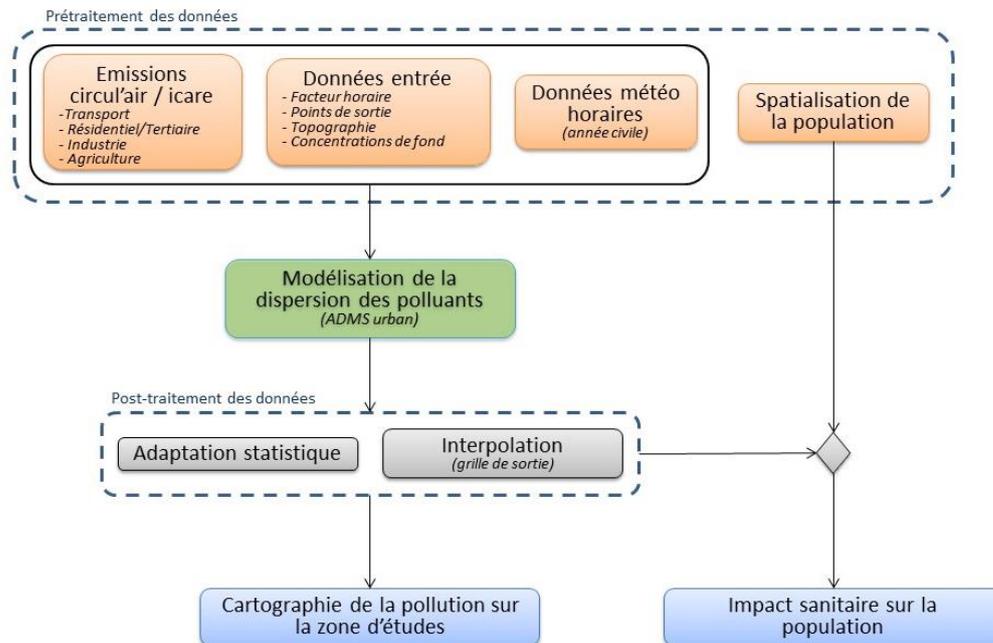


Schéma 2 : Méthodologie utilisée pour la modélisation de la dispersion à fine échelle sur la zone d'études

Le modèle ADMS-Urban permet de simuler la dispersion des polluants atmosphériques issus d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques, surfaciques ou volumiques selon des formulations gaussiennes.

Ce logiciel permet de décrire de façon simplifiée les phénomènes complexes de dispersion des polluants atmosphériques. Il est basé sur l'utilisation d'un modèle Gaussien et prend en compte la topographie du terrain de manière assez simplifiée, ainsi que la spécificité des mesures météorologiques (notamment pour décrire l'évolution de la couche limite).

Le principe du logiciel est de simuler heure par heure la dispersion des polluants dans un domaine d'étude sur une année entière, en utilisant des chroniques météorologiques réelles représentatives du site. A partir de cette simulation, les concentrations des polluants au sol sont calculées et des statistiques conformes aux réglementations en vigueur (notamment annuelles) sont élaborées. L'utilisation de données météorologiques

horaires sur une année permet en outre au modèle de pouvoir calculer les percentiles relatifs à la réglementation

Le logiciel ADMS-Urban est un modèle gaussien statistique cartésien. Le programme effectue les calculs de dispersion individuellement pour chacune des sources (ponctuelles, linéiques et surfaciques) et somme pour chaque espèce les contributions de toutes les sources de même type.

Pour le dioxyde d'azote, les émissions introduites dans ADMS-Urban concernent les NOx. Or seule une partie de NOx est oxydée en NO₂ en sortie des pots d'échappement.

L'estimation des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) à partir de celles d'oxydes d'azote (NOx) est réalisée par le biais de 2 types de module intégrés dans le logiciel ADMS-Urban.

LES DONNÉES D'ENTRÉE DU MODÈLE HORS DÉPLACEMENTS ROUTIERS

L'objet de cette section est de présenter la méthodologie utilisée pour agréger les données nécessaires à la modélisation fine échelle sur la zone d'études.

LES DONNÉES INTÉGRÉES

Facteurs horaires

Les données de sortie d'émissions de Circul'air sont des données annuelles et/ou horaires sur une année civile complète. Cependant vue les limitations d'ADMS en terme de prise en compte des facteurs horaires et vue le fait que l'année est modélisée par périodes de 2 semaines en moyenne :

- Un facteur horaire moyen par type de voiries et par jour de la semaine est attribué à chaque axe routier pris en compte dans la modélisation. Ce facteur horaire est calculé avec les émissions horaires du trafic linéique issue de Circul'air.
- un facteur horaire constant est utilisé pour le secteur industriel
- un facteur horaire moyen sur la zone pour l'ensemble des émissions surfaciques (trafic surfacique, résidentiel/tertiaire, agriculture) est calculé. Ce calcul provient d'une moyenne pondéré entre les émissions horaires du trafic routier et celles du secteur résidentiel tertiaire sur l'ensemble du domaine d'études

Sectorisation du domaine d'études

Le modèle ADMS est limité quant à la taille des données d'émission qu'il peut utiliser. Aussi quand le domaine d'études est trop vaste, il est nécessaire de le découper en secteurs relativement homogènes.

Topographie

La topographie n'a pas été intégrée dans cette modélisation.

Pollution de fond

Les choix de caractérisation de la pollution de fond et des sources d'émissions complémentaires au trafic routier à intégrer au modèle sont des étapes déterminantes dans une étude de modélisation en milieu urbain. Pour réaliser ces choix, il est tout d'abord essentiel de comprendre les différentes contributions régionales et locales dans la structure de la pollution urbaine. Celles-ci peuvent ainsi être décrites par le schéma suivant :

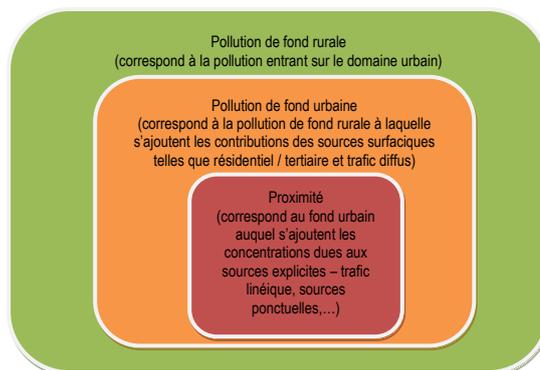


Schéma 3 : Les principales échelles de pollution en milieu urbain

Lorsque l'on s'intéresse à la pollution de fond urbaine au sens d'un modèle, celle-ci diffère sensiblement du fond urbain mesuré par les capteurs. En effet, au sens du modèle, la pollution de fond correspond à la pollution entrant sur le domaine modélisé. Les capteurs pour leur part, lorsqu'ils sont installés sur ce domaine, ne permettent pas de soustraire l'ensemble des sources locales. Ainsi la pollution de fond issue de la station rurale Peyrusse-Vieille dans le Gers est utilisée. Les biais potentiels quant à cette pollution de fond sont ensuite corrigés grâce à l'adaptation statistique.

Données météorologiques

La modélisation est réalisée pour obtenir des concentrations horaires. Les calculs de dispersion ont donc été menés à partir des mesures horaires de plusieurs paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température, etc.) fournies par la station météorologique de Toulouse-Blagnac, station la plus proches de la zone d'études et pour l'année 2017.

Spatialisation de la population

La méthodologie retenue pour spatialiser la population utilise un croisement entre la base de données topographique de l'IGN (BD TOPO) et les Ilots Regroupés pour des Indicateurs Statistiques de l'INSEE (IRIS) :

- La BD TOPO est une base de données vecteur de référence développé par l'IGN et fournissant une information sur les éléments du paysage à l'échelle métrique. Pour cette méthodologie seuls les champs "Bâti", "Administratif" et "Zone d'activité" sont retenus pour évaluer les zones d'habitat.
- Les IRIS d'habitat sont des découpages du territoire français en maille contenant entre 1800 et 5000 habitants. Les communes d'au moins 10 000 habitants et une forte proportion des communes de 5 000 à 10 000 habitants sont découpées en IRIS.

Le principe de cette méthode est d'affecter un nombre d'habitants pour chaque bâtiment d'habitation se trouvant dans la zone d'études.

POST TRAITEMENT DE LA MODÉLISATION

ADAPTATION STATISTIQUE DE DONNÉES

Les sorties brutes de modèles de dispersion tels qu'ADMS correspondent rarement à la réalité des concentrations mesurées. En effet, différents effets sont difficilement pris en compte par la modélisation :

- Les surémissions de certains polluants dues à des bouchons suite à un accident
- La pollution de fond sur laquelle vient s'ajouter la dispersion des sources prises en compte (trafic routier, industrie, chauffage, etc.). En effet l'évolution de la pollution de fond entre deux heures consécutives est difficilement prise en compte par les modèles de dispersion.
- L'apport de pollution provenant de l'extérieur de la zone de modélisation

Ces différents points sont les sources principales de différence entre les sorties brutes de la modélisation et les mesures. L'hypothèse retenue dans cette

CARTOGRAPHIE ET IMPACT SUR LES POPULATIONS

CARTOGRAPHIE

Les cartes de dispersion de la pollution sont obtenues en géo référençant l'interpolation des données décrites précédemment avec un Système d'Information Géographique (SIG).

Les cartes issues du SIG permettent de suivre l'évolution de la pollution sur une zone donnée en comparant les cartes sur plusieurs années.

méthodologie est que cette différence est homogène sur la zone d'étude et peut être représentée par un biais moyen horaire. Le but de l'adaptation statistique est donc d'estimer ce biais moyen sur la zone pour chaque heure de l'année et pour chaque polluant.

Sur l'agglomération toulousaine, les stations de fond d'Atmo Occitanie sont utilisées pour estimer ce biais horaire.

INTERPOLATION DES DONNÉES

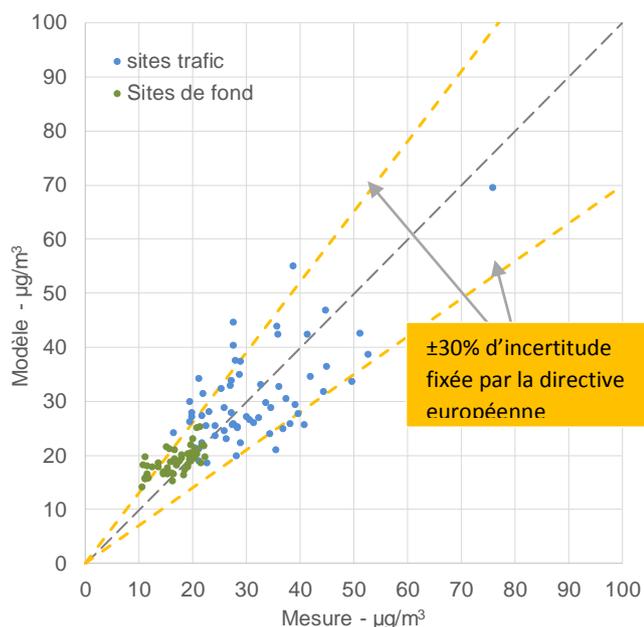
Les données de sortie de modélisation ne sont pas spatialement homogènes dans le domaine d'études. Aussi avant de créer une cartographie des concentrations, une interpolation par pondération inverse à la distance est effectuée sur une grille régulière.

IMPACT SUR LES POPULATIONS

Les concentrations interpolées de polluants dépassant les valeurs réglementaires sont croisées avec les données de population sur chaque point de grille ce qui permet le calcul de l'indice polluant/population.

MÉTHODOLOGIE DE LA VALIDATION DU MODÈLE

UN MODÈLE PERFORMANT



Les critères statistiques utilisés pour valider le modèle ont été choisis en tenant compte des recommandations du faites par J.C. Chang et S. R. Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air³.

Dans le tableau ci-après, nous indiquons les performances statistiques du modèle relativement aux concentrations moyennes annuelles en NO₂ modélisées et observées sur le domaine d'études.

Indicateurs statistiques	Modèle 28 observations	Caractéristiques d'un modèle performant
FB	-0.03	-0.3 < FB < 0.3
MG	0.94	-0.7 < MG < 1.3
NMSE	0.06	NMSE <= 2
VG	1.05	VG < 1.6
FAC2	1	FAC2 > 0.5
r	0.81	Le plus proche de 1

Les valeurs proches de 0 du biais fractionnel (FB) indiquent qu'en moyenne, le modèle tend à bien estimer les valeurs observées. Le tracé mesure / modèle indique une légère surestimation des concentrations modélisées dans les plus faibles concentrations.

NMSE permet de juger de l'erreur relative commise par le modèle. Plus NMSE est faible, plus les concentrations simulées par le modèle sont proches des observations. Le NMSE obtenu pour le modèle est correct.

L'indicateur logarithmique VG est autant sensible aux valeurs fortes qu'aux valeurs faibles. Proche de 1, l'écart entre mesure et observation est assez faible.

FAC2 renseigne sur la proportion des valeurs simulées à moins d'un facteur 2 des observations. 100% des valeurs simulées sont ainsi à moins d'un facteur 2 des observations.

La corrélation mesure la capacité du modèle à reproduire les variations temporelles des observations. Dans le cas du modèle MISKAM, **81%** des concentrations modélisées sont corrélées avec les mesures.

La directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe fixe des objectifs de qualité pour les concentrations modélisées.

Pour le NO₂, l'erreur sur la moyenne annuelle doit être inférieure à ±30% sur les sites de fond (sites en vert sur le graphe). Cette incertitude est représentée par les lignes oranges sur le graphe.

L'erreur sur la moyenne annuelle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Erreur} = \frac{(\text{modèle} - \text{mesure})}{\text{mesure}}$$

Pour les sites de fond, les erreurs sur la moyenne annuelle obtenues en NO₂ sont inférieures à 30% excepté pour les sites de fond périurbains dont les niveaux de concentration sont inférieurs au niveau de fond toulousain. Pour ces sites, les concentrations modélisées sont surestimées en comparaison des concentrations mesurées.

Les critères de performance trouvés dans la littérature sont atteints pour le modèle utilisé lequel peut être considéré comme relativement performant.

Les concentrations sont donc correctement modélisées.

³ J.C Chang and S. R Hanna: Air quality model performance evaluation, Meteorology and Atmospheric Physics 87, 167-196 (2004)

PRINCIPE DE LA MÉTHODE

Afin de vérifier la validité des résultats obtenus par la modélisation, nous avons utilisé des paramètres statistiques permettant de comparer les résultats de la modélisation aux résultats fournis par les échantillonneurs passifs.

Il existe dans la littérature de nombreux indicateurs ou outils de performance statistiques afin d'évaluer quantitativement la qualité d'un modèle de dispersion atmosphérique.

Le guide "evaluating the performance of Air Quality Models -3 juin 2010" du department for environment, food & Rural Affairs of United Kingdom recommande une certaine simplification et rationalisation en adoptant un nombre limité d'indicateurs statistiques.

Les indicateurs statistiques ont été choisis en suivant les recommandations faites par Chang et Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air.

Les équations suivantes incluant le biais fractionnaire (FB), l'erreur quadratique moyenne normalisée (NMSE), la variance géométrique (VG), le coefficient de corrélation et la fraction de prédiction comprise dans un facteur 2 (FAC2) ont ainsi été utilisées :

PRÉSENTATION DES INDICATEURS STATISTIQUES UTILISÉS

On utilise les notations suivantes :

- Co: observation au temps i
- Cp: valeur modélisée au temps i
- N : nombre de couple de valeurs
- Les termes surmontés d'un trait désignent la moyenne temporelle de la grandeur indiquée.

Les différents paramètres présentés ici permettent de quantifier trois types d'erreur :

- l'erreur systématique, qui détermine si le modèle a tendance à sous-estimer ou surestimer globalement la réalité
- l'erreur locale, qui caractérise la "précision" des données du modèle (c'est à dire leur étalement autour de leur moyenne),
- l'erreur totale, qui caractérise la "justesse" globale des données du modèle par rapport à la réalité.

Il est intéressant lorsque l'on compare deux jeux de données de pouvoir estimer ces différents types d'erreur. Dans la suite, le type d'erreur que permet de quantifier chaque paramètre est indiqué.

Les performances des deux modèles sont évalués par les indicateurs statistiques suivants (formule indiquée ci-après) :

- le biais fractionnel (fractional bias) FB
- le biais moyen géométrique (MG),
- L'erreur quadratique normalisée ("normalized mean square error") NMSE,
- la variance géométrique (VG),
- Le coefficient de corrélation Corr,
- la fraction de prédiction comprise dans un facteur 2 FAC2.

Un modèle parfait aurait MG, VG, R et FAC2 =1; et FB et NMSE = 0.

Notons que, d'après les conventions utilisées, les valeurs de FB sont négatives en cas de sur-estimation, et positives en cas de sous-estimation des valeurs.

Des critères de performances acceptables ont été développés dans Chang et Hanna [2004] et Hanna et al [2004] à partir de l'évaluation de nombreux modèles sur un grand nombre d'expériences.

Un modèle est considéré comme acceptable si :

- $-0.3 < FB < 0.3$;
- $0.7 < MG < 1.3$
- $NMSE < 0.5$,
- $VG < 0.6$
- $0.5 < FAC2$

FB : BIAIS FRACTIONNEL

$$FB = \frac{(\overline{C_o} - \overline{C_p})}{0.5 (\overline{C_o} + \overline{C_p})}$$

Signification : Le biais fractionnel est une normalisation de la valeur du biais. Ceci présente l'avantage de permettre la comparaison des valeurs de ce paramètre obtenues sur des échantillons différents. Ceci permet aussi de pouvoir interpréter la valeur du biais sans avoir à se référer aux données considérées : une même valeur de FB correspond à peu près au même type d'erreur quel que soit le cas étudié ou l'unité utilisée pour exprimer les grandeurs considérées.

Valeur recherchée : 0

Interprétation des valeurs : FB peut être positif ou négatif. Il est sans dimension. Si les valeurs observées et mesurées sont positives ou nulles (comme dans le cas de concentrations), FB est compris entre -2 et 2. Une valeur nulle indique que les données d'observations et les données modélisées ont la même moyenne. Le modèle est donc en mesure de bien restituer la valeur moyenne du paramètre considéré. Toutefois les écarts peuvent être ponctuellement ou systématiquement très

importants : il suffit que les écarts positifs compensent les écarts négatifs.

Une valeur positive implique, qu'en moyenne, le modèle sous estime la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus faible que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur supérieure à la mesure.

Une valeur négative implique qu'en moyenne, le modèle surestime globalement la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus forte que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur inférieure à la mesure.

Type d'erreur : systématique

NMSE : NORMALISED MEAN SQUARE ERROR

$$NMSE = \frac{\overline{(C_o - C_p)^2}}{\overline{C_o} \overline{C_p}}$$

Signification : ce terme qualifie l'erreur totale existant entre observation et mesure. Il est normalisé ce qui présente l'avantage de permettre la comparaison des valeurs de ce paramètre obtenu sur des échantillons différents. Ceci permet aussi de pouvoir interpréter la valeur du NMSE sans avoir à se référer aux données considérées : une même valeur de NMSE correspond a peu près au même type d'erreur quel que soit le cas étudié ou l'unité utilisée pour exprimer les grandeurs considérées.

Valeur recherchée : 0

Interprétation des valeurs : La NMSE est une grandeur positive ou nulle. Elle est sans dimension. Si elle est nulle, les valeurs du modèle sont toutes égales aux valeurs observées. Plus la NMSE est grande, plus l'écart entre mesure et observation est grand. La NMSE ne donne toutefois pas d'indication sur la distribution de cette erreur. Une grande valeur de NMSE peut correspondre soit à un biais fort, soit à un écart type des erreurs fort, soit aux deux à la fois.

Type d'erreur : totale

MG : GEOMETRIC MEAN BIAS

$$MG = \exp \left(\overline{\ln C_o} - \overline{\ln C_p} \right)$$

Signification : MG est l'exponentielle du biais calculé à partir des logarithmes népériens des valeurs d'observations et des valeurs modélisées. Il donne le même type d'information que la valeur du biais. Toutefois les propriétés du logarithme font que ce paramètre est influencé par l'écart relatif entre les valeurs et non pas par l'écart brut.

Concrètement, pour une même erreur relative, le biais est plus sensible à un écart sur des valeurs fortes que sur des valeurs faibles car la même erreur relative conduira alors à un écart plus grand. MG sera aussi sensible à l'un qu'à l'autre.

Valeur recherchée : 1

Interprétation des valeurs : MG est une grandeur strictement positive. C'est un nombre sans dimension. Une valeur égale à 1 indique que les données d'observations et les données modélisées ont la même moyenne. Le modèle est donc en mesure de bien restituer la valeur moyenne du paramètre considéré. Toutefois les écarts peuvent être ponctuellement ou systématiquement très importants : il suffit que les écarts positifs compensent les écarts négatifs.

Une valeur supérieure 1 implique qu'en moyenne, le modèle sous estime la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus faible que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur supérieure à la mesure. Une valeur inférieure à 1 implique, qu'en moyenne, le modèle surestime globalement la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus forte que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur inférieure à la mesure.

Type d'erreur : systématique

VG : GEOMETRIC MEAN VARIANCE

$$VG = \exp \left[\overline{(\ln C_o - \ln C_p)^2} \right]$$

Signification : VG est l'exponentielle du carré du RMSE calculé à partir des logarithmes népériens des valeurs d'observations et des valeurs modélisées. Il donne le même type d'information que la valeur du RMSE.

Toutefois les propriétés du logarithme font que ce paramètre est influencé par l'écart relatif entre les valeurs et non pas par l'écart brut. Concrètement, pour une même erreur relative, le RMSE est beaucoup plus sensible à un écart sur des valeurs fortes que sur des valeurs faibles car la même erreur relative conduira alors à un écart plus grand. VG sera aussi sensible à l'un qu'à l'autre.

Valeur recherchée : 1

Interprétation des valeurs : VG est une grandeur supérieure ou égale à 1. C'est un nombre sans dimension. Si elle est égale à 1, les valeurs du modèle sont toutes égales aux valeurs observées. Plus VG est grand, plus l'écart entre mesure et observation est grand. La VG ne donne toutefois pas d'indication sur la distribution de cette erreur. Une grande valeur de VG peut correspondre soit à un biais fort, soit à un écart type des erreurs fort, soit aux deux à la fois.

Type d'erreur : locale

FAC2 : FACTOR OF TWO

$$\text{FAC2} = \text{fraction of data that satisfy } 0.5 \leq \frac{C_p}{C_o} \leq 2.0$$

Signification : Le FAC2 représente la fraction des données simulées qui sont en accord avec les données mesurées à un facteur 2 près.

Valeur recherchée : 1

Interprétation des valeurs : FAC2 est une grandeur comprise entre 0 et 1. Il est sans dimension. Une valeur nulle indique qu'aucune des données modélisées ne se trouve dans l'intervalle cité plus haut. Une valeur égale à 1 implique que les inégalités citées plus haut sont vérifiées pour chacune des valeurs simulées. Elle ne garantit pas une adéquation parfaite entre mesure et observation.

Type d'erreur : totale

R : COEFFICIENT DE CORRÉLATION LINÉAIRE

$$R = \frac{(C_o - \overline{C_o})(C_p - \overline{C_p})}{\sigma_{C_p} \sigma_{C_o}}$$

Signification : Ce paramètre permet de qualifier l'intensité de la liaison linéaire existante entre observation et valeur modélisée. Autrement dit, il évalue s'il existe une fonction affine du type $x_i = a \cdot x_i + b$ (avec a et b, 2 constantes) permettant une bonne restitution des valeurs des observations. D'un point de vue graphique, il permet de savoir s'il est possible de tracer une droite constituant une bonne approximation du nuage de points représentant les couples "observations/valeurs modélisées".

Valeur recherchée : 1 ou -1 (une valeur proche de -1 dénote toutefois un comportement étrange du modèle mais démontre sa bonne capacité de prévision moyennant une correction simple. Ce genre de cas met souvent en évidence une erreur grossière et facilement corrigible au sein du modèle, ou dans le traitement des données).

Interprétation des valeurs : R est toujours compris entre -1 et 1. Si la valeur absolue de R est égale à 1, l'ensemble des valeurs observées peut être calculé à partir des valeurs modélisées par l'application d'une fonction affine (facilement calculable). Autrement dit, il est possible de construire une droite passant exactement par l'ensemble des points correspondant aux couples "observations/valeurs modélisées". Le signe de R donne alors le signe de la pente de cette droite ou encore le sens de variation de la fonction linéaire reliant observation et modèle : croissante si R est positif, décroissante si R est négatif.

Une valeur égale à 0, implique une absence de liaison linéaire entre les deux séries de données (modélisées et mesurées) c'est à dire qu'il n'existe pas de fonction affine qui, appliquée aux données modélisées, permette une amélioration de l'estimation des valeurs observées. Les valeurs intermédiaires traduisent une plus ou moins grande importance de la liaison linéaire existante entre les valeurs observées et les valeurs modélisées. Le signe de R donne alors le comportement relatif global des données modélisées et observées : si R est positif, les valeurs modélisées tendent à croître lorsque les valeurs observées croissent. L'inverse se produit lorsque R est négatif.

Type d'erreur : locale

ANNEXE VI - GÉNÉRALITÉS SUR LES PRINCIPAUX POLLUANTS ÉTUDIÉS

NO₂ LE DIOXYDE D'AZOTE

SOURCES

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont émis lors des phénomènes de combustion. Le dioxyde d'azote est un polluant secondaire issu de l'oxydation du NO. Les sources principales sont les véhicules (près de 60%) et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffages...).

Le pot catalytique a permis, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence. Néanmoins, l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'âge moyen des véhicules et de l'augmentation forte du trafic automobile. Des études montrent qu'une fois sur 2 les européens prennent leur voiture pour faire moins de 3 km, une fois sur 4 pour faire moins de 1 km et une fois sur 8 pour faire moins de 500m ; or le pot catalytique n'a une action sur les émissions qu'à partir de 10 km.

EFFETS SUR LA SANTÉ

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Dès que sa concentration atteint 200 µg/m³, il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

PM₁₀, PM_{2,5} LES PARTICULES

PM = Particulate Matter (matière particulaire)

SOURCES

Les particules peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruption volcaniques, feux de forêt, érosion éolienne des sols, pollens ...) ou anthropique (liées à l'activité humaine). Dans ce cas, elles sont issues majoritairement de la combustion incomplète des combustibles fossiles (circulation automobile, centrale thermique, sidérurgie, cimenteries, incinération de déchets, manutention de produits pondéraux, minerais et matériaux,...).

Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les COV. On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM₁₀), à 2,5 microns (PM_{2.5}) et à 1 micron (PM₁).

EFFETS SUR LA SANTÉ

Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus fines pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire où elles peuvent provoquer une inflammation et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Les particules ultra fines sont suspectées de provoquer également des effets cardio-vasculaires. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes : c'est notamment le cas de certaines particules émises par les moteurs diesel qui véhiculent certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM₁₀ et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardiovasculaires.

Ces particules sont quantifiées en masse mais leur nombre peut varier fortement en fonction de leur taille.

EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Les effets de salissures des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

C₆H₆ LE BENZÈNE

SOURCES

La contamination de l'air extérieur résulte des émissions du secteur résidentiel et tertiaire – chauffage au bois notamment – du trafic routier et de certaines industries telles que la pétrochimie.

Dans les lieux clos, la présence de benzène résulte, quant à elle, à la fois des sources intérieures et du transfert de la pollution atmosphérique extérieure. Les principales sources intérieures identifiées sont les combustions domestiques et le tabagisme mais on ne peut exclure, dans certaines situations, une contribution des produits de construction, de décoration, d'ameublement ainsi que d'entretien ou de bricolage (diluants, solvants,...).

EFFETS SUR LA SANTÉ

Le benzène est un Hydrocarbure Aromatique Monocyclique dont les propriétés cancérigènes sont connues depuis longtemps. Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) a classé le benzène cancérigène certain pour l'homme (groupe 1) sur la base d'excès de leucémies observés lors d'expositions professionnelles. Ce composé est également classé cancérigène de catégorie 1 par l'Union européenne et par l'Agence américaine de l'environnement (US-EPA). À ce titre, il est soumis à d'importantes restrictions d'usage.

PROCÉDURE D'INFORMATION ET D'ALERTE

Sur la Haute Garonne, l'arrêté préfectoral du 12 octobre 2009 instaure les modalités de déclenchement des procédures d'information et d'alerte, conformément au dispositif à l'échelle nationale.

Les déclenchements se font sur prévision de dépassement, ou sur constat pour 3 polluants :

- l'ozone (O₃),
- le dioxyde d'azote (NO₂)
- les particules en suspension (PM10).

ANNEXE VII – SEUILS RÉGLEMENTAIRES

SEUILS RÉGLEMENTAIRES EN FRANCE

LEXIQUE DES TERMES UTILISÉS

Les termes suivants sont définis dans le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air :

Air ambiant : l'air extérieur de la troposphère, à l'exclusion des lieux de travail tels que définis à l'article R. 4211-2 du code du travail et auxquels le public n'a normalement pas accès.

Polluant : toute substance présente dans l'air ambiant et pouvant avoir des effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Niveau de polluant atmosphérique : concentration d'un polluant dans l'air ambiant ou la masse de son dépôt sur les surfaces en un temps donné.

Dépassement de norme de qualité de l'air : niveau supérieur à une norme de qualité de l'air.

Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Marge de dépassement : excédent par rapport à la valeur limite qui peut être admis dans les conditions fixées par le présent code.

Niveau critique : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Seuil d'information et de recommandation : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Indicateur d'exposition moyenne (IEM) : concentration moyenne à laquelle est exposée la population et qui est

calculée pour une année donnée à partir des mesures effectuées sur trois années civiles consécutives dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine répartis sur l'ensemble du territoire.

Obligation en matière de concentration relative à l'exposition : niveau fixé sur la base de l'indicateur d'exposition moyenne et devant être atteint dans un délai donné, afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine.

Objectif de réduction de l'exposition : pourcentage de réduction de l'indicateur d'exposition moyenne de la population, fixé pour l'année de référence, dans le but de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, et devant être atteint dans la mesure du possible sur une période donnée.

Contribution des sources naturelles à la pollution atmosphérique : émissions de polluants qui ne résultent pas directement ou indirectement des activités humaines, mais qui sont dues à des événements naturels, tels que les éruptions volcaniques, les activités sismiques, les activités géothermiques, les feux de terres non cultivées, les vents violents, les embruns marins, la resuspension atmosphérique ou le transport de particules naturelles

Implantation urbaine : elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages ou de grands bâtiments isolés d'au minimum deux étages.

Implantation périurbaine : elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, c'est-à-dire constitué d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre que pour une zone bâtie en continu.

Implantation rurale : elle s'applique aux stations situées dans une commune rurale.

Influence de fond : une mesure est considérée comme mesure de fond lorsque les niveaux de concentration ne sont pas influencés de manière significative par une source particulière mais plutôt par la contribution intégrée de multiples sources.

Influence trafic routier : placée en proximité immédiate d'une voie de circulation importante, elle est représentative du niveau maximum d'exposition à la pollution automobile et urbaine. Etant non représentative de la pollution de fond d'une agglomération, elle ne participe pas au déclenchement des procédures de recommandation et d'alerte, ni au calcul de l'indice Atmo.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les seuils fixés dans l'air ambiant sont issus de directives européennes transposées en droit français et intégrées au code de l'environnement.

Directives européennes	Polluants concernés	Décrets français transposant la directive
2004/107/CE du 15 décembre 2004*	Métaux (As, Cd, Ni) et HAP**	2007-1479 du 12 octobre 2007 et 2008-1152 du 7 novembre 2008
2008/50/CE du Parlement Européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe***	O ₃ , Benzène, CO SO ₂ , NO _x , NO ₂ , Pb, PM 10, PM 2,5	2010-1250 du 21 octobre 2010

* 4e directive fille de la directive « cadre » 96/62/CE du conseil du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant

** As : arsenic, Cd : cadmium, Ni : Nickel, HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

*** la directive 2008/50/ du 21 mai 2008 intègre la directive cadre de 1996 et les directives filles de 1999, 2000 et 2002 (seule la directive fille de 2004 concernant les métaux et les HAP n'est pas reprise dans la nouvelle directive ce qui ne veut pas dire que la directive de 2004 ne s'applique pas...). Cette directive reprend les seuils réglementaires des directives précédentes pour les polluants SO₂, NO_x, NO₂, Pb, PM 10, benzène, CO et O₃. Une des principales nouveautés est la mise en place de seuils réglementaires pour les PM 2,5.

Quelques seuils « français » (c'est-à-dire non présents dans les directives européennes) sont plus ambitieux (voir tableau ci-après).

Polluant	Seuils	Source
SO ₂	VL journalière	E
	VL horaire	E
	OQ annuel	F
	SI	F
	SA	E
	Niveau critique végétation	E
CO	VL 8 heures	E
Benzène	OQ annuel	F
	VL annuelle	E
NO ₂	VL annuelle	E
	VL horaire	E
	SI	F
	SA 400	E
	SA persistance information	F
NO _x	Niveau critique végétation	E
PM10	OQ annuel	F
	VL annuelle	E
	VL journalière	E
	SI	F
	SA	F

Polluant	Réglementation	Source	
PM 2,5	Objectif national de réduction de l'exposition	E	
	Obligation en matière de concentration relative à l'exposition	E	
	OQ annuel	F	
	VC annuelle **	F	
	VL annuelle	E	
	O ₃	OQ protection santé humaine	E
		VC protection santé humaine	E
OQ protection végétation		E	
VC protection végétation		E	
SI		E	
SA protection sanitaire population		E	
3 SA pour mise en œuvre mesures d'urgence		F	
Plomb	OQ annuel	F	
	VL annuelle	E	
Métaux (As, Cd, Ni)	VC annuelle	E	
		E	
BaP	VC annuelle	E	

VL = valeur limite VC = Valeur cible SI = Seuil d'Information SA = Seuil d'Alerte

E = seuils issus de directives européennes F : seuils « français » non présents dans les directives européennes

** PM 2,5 : la valeur cible française (20 µg/m³) est plus ambitieuse que la valeur cible européenne (25 µg/m³). Elle reste néanmoins moins ambitieuse que la valeur prévue dans l'article 40 de la loi Grenelle 1 (15 µg/m³). De même, le principe, prévue dans cette même loi, de fixer une valeur limite française plus ambitieuse que la valeur limite européenne n'a finalement pas été retenu.

PRÉSENTATION DES SEUILS RÉGLEMENTAIRES PAR POLLUANT

Code de l'environnement

VALEURS RÉGLEMENTAIRES 2017

POLLUANT	TYPE	PÉRIODE CONSIDÉRÉE	VALEUR	MODE DE CALCUL
PARTICULES EN SUSPENSION DE DIAMÈTRE < 10 MICRONS	VALEUR LIMITE	Année civile	50 µg/m ³	35 jours de dépassement autorisés par année civile
		Année civile	40 µg/m ³	Moyenne
	OBJECTIF DE QUALITÉ	Année civile	30 µg/m ³	Moyenne
PARTICULES EN SUSPENSION DE DIAMÈTRE < 2,5 MICRONS	VALEUR LIMITE	Année civile	25 µg/m ³	Moyenne
	VALEUR CIBLE	Année civile	20 µg/m ³	Moyenne
	OBJECTIF DE QUALITÉ	Année civile	10 µg/m ³	Moyenne
DIOXYDE D'AZOTE	VALEUR LIMITE PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE	Année civile	200 µg/m ³	18 heures de dépassements autorisés par année civile
		Année civile	40 µg/m ³	Moyenne
	VALEUR LIMITE PROTECTION DE LA VÉGÉTATION	Année civile	30 µg/m ³ (Nox)	Moyenne
OZONE	VALEUR CIBLE PROTECTION DE LA SANTÉ	8 h	120 µg/m ³	Moyenne glissante ⁽²⁾ à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile
	OBJECTIF DE QUALITÉ	8 h	120 µg/m ³	Moyenne glissante ⁽¹⁾
	VALEUR CIBLE PROTECTION DE LA VÉGÉTATION	Du 01/05 au 31/07	18 000 µg/m ³	Valeur par heure en AO40 ⁽³⁾
	OBJECTIF DE QUALITÉ PROTECTION DE LA VÉGÉTATION	Du 01/05 au 31/07	6 000 µg/m ³	Valeur par heure en AO40 ⁽³⁾
DIOXYDE DE SOUFRE	VALEUR LIMITE PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE	Année civile	350 µg/m ³	24 heures de dépassement autorisés par année civile
		Année civile	125 µg/m ³	24 heures de dépassement autorisés par année civile
	VALEUR LIMITE PROTECTION DES ÉCOSYSTÈMES	Année civile	20 µg/m ³	Moyenne
		Du 01/10 au 31/03	20 µg/m ³	Moyenne
OBJECTIF DE QUALITÉ	Année civile	50 µg/m ³	Moyenne	
MONOXYDE DE CARBONE	VALEUR LIMITE PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE	8 h	10 mg/m ³	Maximum journalier de la moyenne glissante
BENZO(A) PYRÈNE	VALEUR CIBLE	Année civile	1 ng/m ³	Moyenne
BENZÈNE	VALEUR LIMITE PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE	Année civile	5 µg/m ³	Moyenne
	OBJECTIF DE QUALITÉ	Année civile	2 µg/m ³	Moyenne
PLOMB	VALEUR LIMITE	Année civile	0,5 µg/m ³	Moyenne
	OBJECTIF DE QUALITÉ	Année civile	0,25 µg/m ³	Moyenne
ARSENIC	VALEUR CIBLE	Année civile	6 ng/m ³	Moyenne
CADMIUM	VALEUR CIBLE	Année civile	5 ng/m ³	Moyenne
NICKEL	VALEUR CIBLE	Année civile	20 ng/m ³	Moyenne

µg/m³ = microgramme par mètre cube, ng/m³ = nanogramme par mètre cube, mg/m³ = milligramme par mètre cube

(1) La moyenne glissante est calculée toutes les heures. Les procédures d'information ou d'alerte sont mises en œuvre selon les modalités décrites par les arrêtés préfectoraux en vigueur et/ou la procédure interne de gestion des épisodes de pollution. (2) Le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève : la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 heures la veille et 1 heure le jour même et la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 heures et minuit le même jour. (3) L'AO40, exprimé en µg/m³ par heure, est égal à la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (soit 40 ppb) et 80 µg/m³ en utilisant uniquement les valeurs sur une heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures, durant une période donnée.

VALEURS GUIDES DE L'OMS

Sources :

[a] « Air Quality Guidelines for Europe – Second Edition » World Health Organisation, 2000

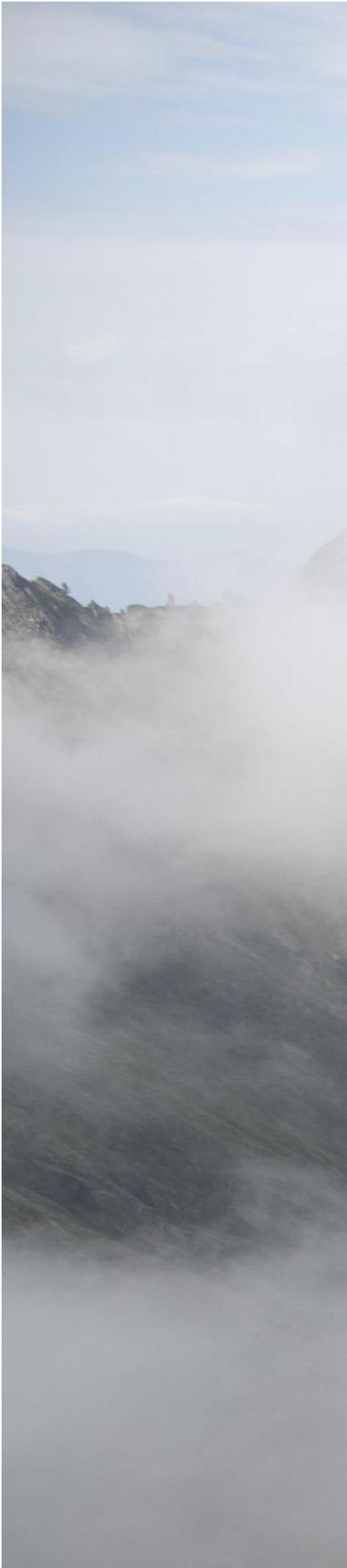
[b] « Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre – Mise à jour mondiale 2005 – Synthèse de l'évaluation des risques » OMS, 2006

Polluant	Valeurs guide OMS	Sources
Particules PM 2,5	10 µg/m ³ en moyenne annuelle 25 µg/m ³ en moyenne journalière (<i>pas plus de 3 dépassements par an</i>)	[b]
Particules PM 10	20 µg/m ³ en moyenne annuelle 50 µg/m ³ en moyenne journalière (<i>pas plus de 3 dépassements par an</i>)	[b]
Ozone (O ₃)	100 µg/m ³ en moyenne sur 8 heures	[b]
Dioxyde d'azote (NO ₂)	40 µg/m ³ en moyenne annuelle 200 µg/m ³ en moyenne horaire	[b]
Cadmium (Cd)	5 ng/m ³ en moyenne annuelle	[a]
Monoxyde de carbone (CO)	100 mg/m ³ en moyenne sur 15 minutes 60 mg/m ³ en moyenne sur 30 minutes 30 mg/m ³ en moyenne horaire 10 mg/m ³ en moyenne sur 8 heures	[a]
Formaldéhyde (H ₂ CO)	0,1 mg/m ³ en moyenne sur 30 minutes	[a]
Plomb (Pb)	0,5 µg/m ³ en moyenne annuelle	[a]
Manganèse (Mn)	0,15 µg/m ³ en moyenne annuelle	[a]
Mercuré (Hg)	1 µg/m ³ en moyenne annuelle	[a]
Styrène (C ₈ H ₈)	0,26 mg/m ³ en moyenne hebdomadaire	[a]
Tétrachloroéthylène (C ₂ Cl ₄)	0,25 mg/m ³ en moyenne annuelle	[a]
Toluène (C ₇ H ₈)	0,26 mg/m ³ en moyenne hebdomadaire	[a]

Valeurs guides de l'OMS publiées avant 2000 et non reprises dans les documents [a] et [b]

Source : http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO_SDE_OEH_00.02_pp1-104.pdf

Polluant	Valeurs guide OMS	Référence
Acroléine (C ₃ H ₄ O)	50 µg/m ³ en moyenne sur 30 minutes	OMS 1992
Ethylbenzène (C ₈ H ₁₀)	22 000 µg/m ³ en moyenne annuelle	OMS 1996



L'information sur la **qualité de l'air** en **Occitanie**

www.atmo-occitanie.org