

Évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de futures stations de métro – Ligne C – Agglomération toulousaine

ETU-2022-166 Edition Octobre 2024



CONDITIONS DE DIFFUSION

Atmo Occitanie, est une association de type loi 1901 agréée (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de la région Occitanie. Atmo Occitanie est adhérent 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 :

www.atmo-occitanie.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 systématiquement rediffusées lors d'actualisations ultérieures à la date initiale de diffusion.

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** par mail :

contact@atmo-occitanie.org

SOMMAIRE

FAITS MARQUANTS.....	1
1. INTRODUCTION.....	2
2. MÉTHODE.....	3
2.1. PRESENTATION DES FUTURES STATIONS DE METRO ETUDIEES.....	3
2.2. DISPOSITIF D'ÉVALUATION	4
3. RÉSULTATS DES MESURES.....	5
3.1. LE DIOXYDE D'AZOTE.....	5
3.1.1. Respect de la valeur limite réglementaire aux abords des quatre futures stations de métro	5
3.1.2. Des concentrations du même ordre de grandeur au fond urbain au niveau des futures stations de métro	6
3.2. LES PARTICULES FINES PM2.5	8
3.2.1. Respect de la valeur limite réglementaire aux abords des quatre futures stations de métro	8
3.2.2. Des concentrations du même ordre de grandeur au fond urbain au niveau des futures stations de métro	9
4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	11
TABLE DES ANNEXES.....	12

FAITS MARQUANTS

- **Les valeurs limites réglementaires pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules fines PM_{2.5} sont respectées dans l'environnement des quatre futures stations de métro de la ligne C, l'objectif de qualité des PM_{2.5} en revanche ne l'est pas.**
- Les niveaux de NO₂ observés dans l'environnement des quatre futures stations de métro sont du même ordre de grandeur que le fond urbain toulousain. Il en est de même pour les niveaux de PM_{2.5} dans l'environnement de la station de métro Labège La Cadène.
- Les concentrations de PM_{2.5} mesurées dans l'environnement des futures stations de métro de La Vache, Sept Deniers – Stade Toulousain et de Colomiers Gare sont équivalents aux niveaux rencontrés à proximité du trafic routier mais proches du fond urbain.
- Les concentrations de NO₂ rencontrés sur les différentes zones d'études sont maximales à proximité d'axes routiers importants mais décroissent à mesure que l'on s'éloigne de ces axes.
- Les concentrations de particules varient peu sur la plupart des zones d'études.

1. INTRODUCTION

En 2017, TISSEO collectivités, l'autorité organisatrice des transports en commun de la métropole toulousaine, a acté la construction de la troisième ligne de métro à Toulouse, appelée "ligne C". Cette décision vise à répondre aux défis posés par la croissance urbaine, à améliorer la mobilité et la qualité de vie des résidents, à réduire la pollution et à renforcer l'attractivité économique de la métropole toulousaine.

Les travaux débutés en 2023 ont pour objectif une mise en service de cette nouvelle ligne C en 2028.

Cette nouvelle ligne de métro sera longue de 27km et desservira 21 stations.

L'évaluation de l'impact de cette troisième ligne de métro sur la qualité de l'air a été menée à l'échelle de l'ensemble de la ligne. Or à l'échelle du quartier, l'implantation de certaines stations de métro engendrera la création d'un parking relais (P+R), une évolution de la configuration du P+R existant, ou encore une évolution d'aménagement de certains axes de circulation. Cela devrait entraîner un impact sur le trafic du quartier et donc sur la qualité de l'air.

Dans le cadre de cette étude, Atmo Occitanie a donc réalisé un état des lieux de la qualité l'air dans l'environnement des quatre futures stations de métro qui seront équipées d'un parking relais.

A la suite de la mise en service de la ligne C, la qualité de l'air aux abords des quatre stations de métro pourra faire l'objet d'une évaluation afin d'étudier l'impact des aménagements.

2. MÉTHODE

2.1. Présentation des futures stations de métro étudiées

La position des quatre futures stations de métro étudiées dans cette étude sont présentées sur la carte ci-dessous.

Cartographie des 3 lignes de métro du réseau TISSEO et des 4 futures stations de la ligne C étudiées

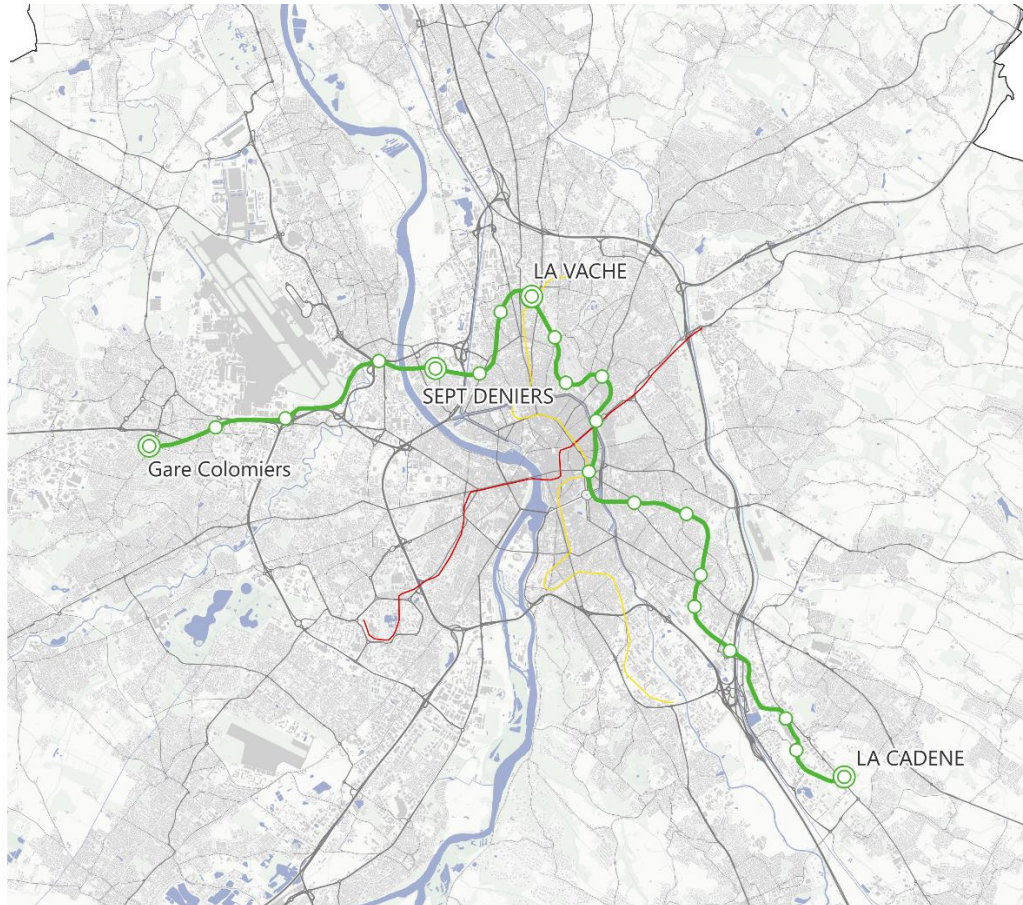
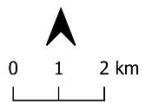
Métro du réseau TISSEO :

— Projet 3ème Ligne

— Ligne A

— Ligne B

○ Stations 3ème Ligne



La future station Sept Deniers – Stade Toulousain :

Cette station de métro est située à proximité de l'autoroute A621 à 460 m au Nord et l'autoroute A620 à 630 m à l'Est. Elle accueillera un parking relais de 120 véhicules.

La station existante La Vache (ligne B) :

Cette station de métro est située dans un quartier résidentiel. Elle bénéficiait d'un parc P+R avant les travaux de la ligne C et accueillera un parking relais de 500 places ainsi qu'une zone d'accueil pour les bus.

La future station Colomiers Gare :

Cette station de métro sera l'un des terminus de la ligne C. Elle est située à proximité immédiate de la gare de Colomiers ainsi qu'à environ 250m de la nationale RN124. Elle accueillera à terme un parking relais de 500 véhicules en remplacement du parking existant avant les travaux de la ligne C.

La future station Labège La Cadène

Cette station de métro sera le second terminus de la ligne. Elle est située dans une zone d'activité à 900m de l'Autoroute des Deux mers (A61). Elle accueillera un parking relais de 1000 véhicules et une zone d'accueil des bus. Dans un rayon de 200m autour de la future station de métro, aucun bâtiment d'habitation n'apparaît. Les pavillons les plus proches sont situés à environ 300m.

2.2. Dispositif d'évaluation

Cette étude s'oriente autour de trois polluants atmosphériques réglementés en air ambiant, principaux traceurs des activités humaines : **le dioxyde d'azote (NO₂)** et les **particules en suspension PM₁₀** et les **particules fines PM_{2,5}**, de tailles respectives inférieures à 10 µm et 2,5 µm. L'*annexe 1* présente plus en détails les origines et effets de ces différents polluants sur la santé et l'environnement.

Pour évaluer l'état des lieux de la qualité l'air dans l'environnement des quatre futures stations de métro qui seront équipées d'un parking relais, Atmo Occitanie s'est appuyé sur son dispositif d'évaluation composé de sites de mesures fixes (présentés en *annexe 2*) et temporaires, de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, et de cartographies des concentrations. Les *annexes 3 et 4* présente la méthodologie de l'inventaire¹, de la modélisation et de la cartographie ainsi que la validation des modèles.

En 2022, Atmo Occitanie a réalisé deux campagnes de mesure du NO₂ avec des échantillonneurs passifs qui ont été installés dans l'environnement des 4 stations de métro. Le détail de la localisation des échantillonneurs passifs ainsi que du protocole mis en œuvre est disponible en *annexe 5*. Les résultats de cette campagne sont disponibles en *annexe 6*.

Ces mesures ont permis de valider les cartographies de concentrations. La cartographie des concentrations se base sur les quantités d'émissions de polluants dans l'air ambiant estimées au travers l'inventaire des émissions régionales d'Atmo Occitanie. Ces informations, couplées aux données météorologiques permettent d'obtenir une cartographie de la dispersion des principaux polluants atmosphériques dans l'environnement des futures stations de métro.

¹ Cette évaluation a été réalisée à partir des données de l'Inventaire des émissions Atmo Occitanie - ATMO_IRS_V6_2008_2020. Cette version intègre les facteurs d'émissions nationaux les plus récents du CITEPA (Réf. : CITEPA, 2020. Rapport OMINEA –17^e édition) pour l'ensemble des activités émettrices sur la région Occitanie.

3. RÉSULTATS DES MESURES

Dans les chapitres ci-dessous, nous présentons les concentrations annuelles pour l'année 2022 du NO₂ et des PM_{2.5} dans l'environnement des quatre futures stations de métro de la ligne C. Pour ces deux polluants, nous proposons une évaluation de leur situation vis-à-vis des seuils réglementaires ainsi qu'une comparaison avec les concentrations mesurées en fond urbain et en proximité trafic sur l'agglomération toulousaine. L'analyse des particules PM₁₀ est disponible en *annexe 7*.

3.1. Le dioxyde d'azote

Sur la métropole de Toulouse, le transport routier est le principal émetteur de NO_x. (67% des émissions totales en 2020).

3.1.1. Respect de la valeur limite réglementaire aux abords des quatre futures stations de métro

Les concentrations indiquées dans le tableau ci-dessous sont issues de la cartographie des concentrations. Est indiquée la concentration maximale observée au niveau des habitations dans un rayon de 200 mètres des quatre futures stations de métro.

La valeur réglementaire est respectée dans l'environnement des quatre futures stations de métro.

Dioxyde d'azote (NO ₂)					
NO ₂		Respect de la valeur réglementaire	Valeur réglementaire ²	Future station de métro	Concentration maximale annuelle 2022 dans un rayon de 200 mètres autour de la future station de métro
Exposition de longue durée	Valeur limite	OUI	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	Colomiers Gare	20 µg/m ³
				Sept Deniers– Stade Toulousain	25 µg/m ³
				La Vache	18 µg/m ³
				Labège La Cadène	13 µg/m ³

² [Réglementation issue du décret du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air](#)

3.1.2. Des concentrations du même ordre de grandeur au fond urbain au niveau des futures stations de métro

Nous comparons ci-dessous les concentrations observées dans l'environnement des quatre futures stations de métro avec celles mesurées par le dispositif de stations fixes de l'agglomération toulousaine.

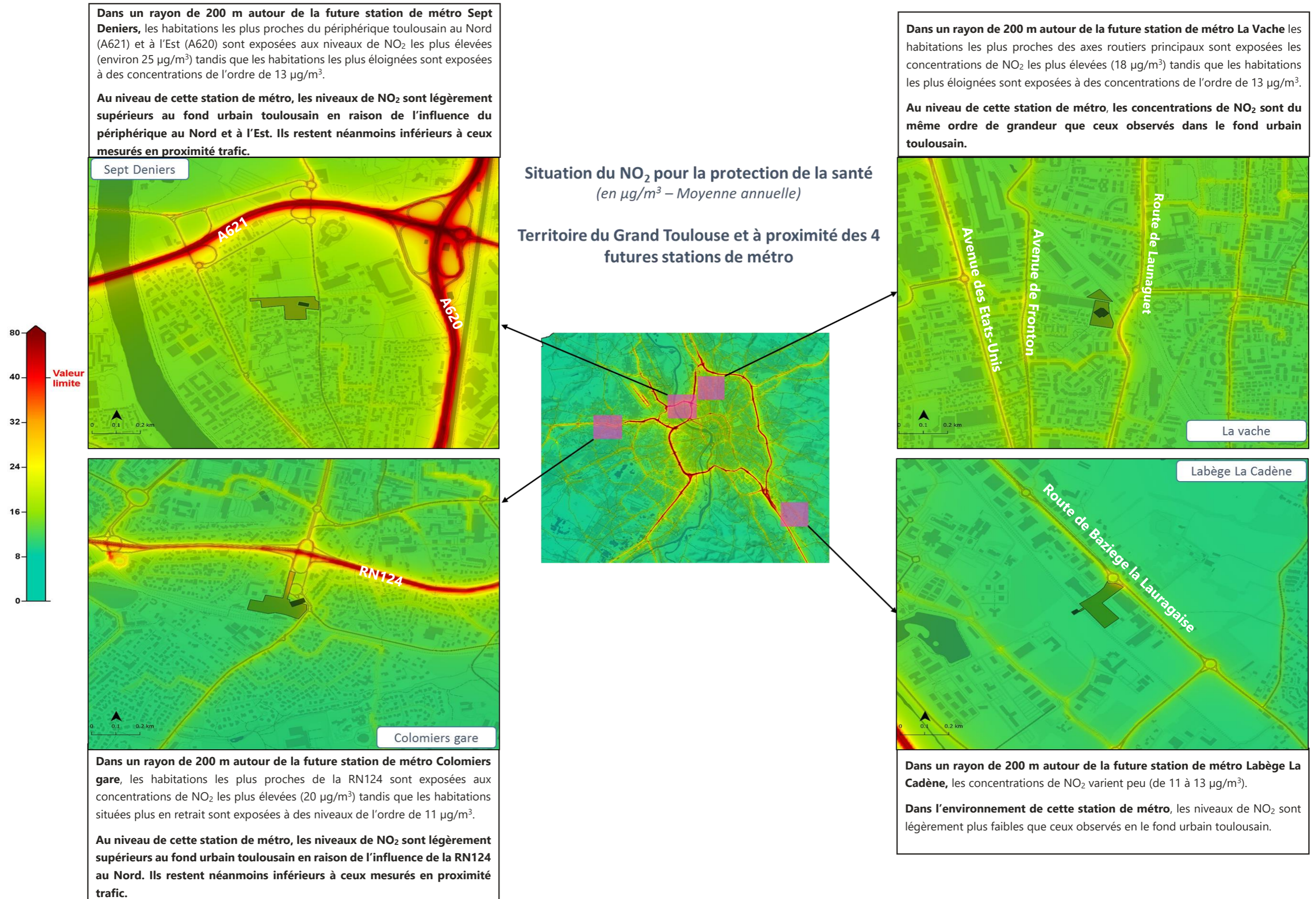
Ainsi, deux stations en situation de fond urbain et trois à proximité du trafic mesurent les concentrations de NO₂ en continu.

Sont indiquées les concentrations minimales et maximales annuelles 2022 évaluées au niveau des habitations dans un rayon de 200 mètres de la station de métro ainsi que la concentration moyenne évaluée au niveau de la station de métro.

Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Future station de métro	Typologie de l'environnement	Concentrations minimales et maximales annuelles 2022
Colomiers Gare	À proximité des habitations Au niveau de la future station de métro	Entre 11 et 20 µg/m ³ 15 µg/m ³
Sept Deniers	À proximité des habitations Au niveau de la future station de métro	Entre 13 et 19 µg/m ³ 15 µg/m ³
La Vache	À proximité des habitations Au niveau de la future station de métro	Entre 13 et 18 µg/m ³ 13 µg/m ³
Labège La Cadène	À proximité des bâtiments de services Au niveau de la future station de métro	Entre 11 et 13 µg/m ³ 11 µg/m ³
Dans l'agglomération toulousaine	En fond urbain	Entre 13 et 14 µg/m ³
	A proximité du trafic	Entre 31 et 51 µg/m ³

Les niveaux de concentrations de NO₂ au niveau des futures stations de métro sont équivalents au fond urbain.

La zone délimitée sur les cartographie des concentration ci-dessous représente l'emprise PMR de la totalité du projet (nouvelle station de métro, parking véhicule et vélo ainsi que la zone d'accueil des bus). La zone plus foncée représente l'emplacement de la future station de métro.



3.2. Les particules fines PM_{2.5}

Le trafic routier est le deuxième contributeur aux émissions de PM_{2.5} de la métropole de Toulouse. Il représente en 2020 24% des émissions totales de la métropole, derrière le secteur résidentiel (55%).

3.2.1. Respect de la valeur limite réglementaire aux abords des quatre futures stations de métro

Les concentrations indiquées dans le tableau ci-dessous sont obtenues à l'aide la cartographie de la dispersion. Elles correspondent à l'encadrement des concentrations les plus élevées et les plus faibles observées dans une zone de 200m de diamètre autour des quatre futures stations de métro.

Les valeurs limite et cible sont respectées dans l'environnement des quatre futures stations de métro de la ligne C, l'objectif de qualité en revanche ne l'est pas.

Particules fines (PM _{2.5})					
PM _{2.5}		Respect de la valeur réglementaire	Valeur réglementaire ³	Future station de métro	Concentration maximale annuelle 2022 dans un rayon de 200 mètres autour de la future station de métro
Exposition de longue durée	Valeur limite	OUI	25 µg/m ³ en moyenne annuelle (Valeur limite)	Colomiers Gare	12 µg/m ³
	Valeur cible			Sept Deniers– Stade Toulousain	11 µg/m ³
				La Vache	11 µg/m ³
				Labège La Cadène	11 µg/m ³

Particules fines (PM _{2.5})					
PM _{2.5}		Respect de la valeur réglementaire	Valeur réglementaire ³	Future station de métro	Concentration maximale annuelle 2022 dans un rayon de 200 mètres autour de la future station de métro
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	NON	10 µg/m ³ en moyenne annuelle	Colomiers Gare	12 µg/m ³
				Sept Deniers– Stade Toulousain	11 µg/m ³
				La Vache	11 µg/m ³
				Labège La Cadène	11 µg/m ³

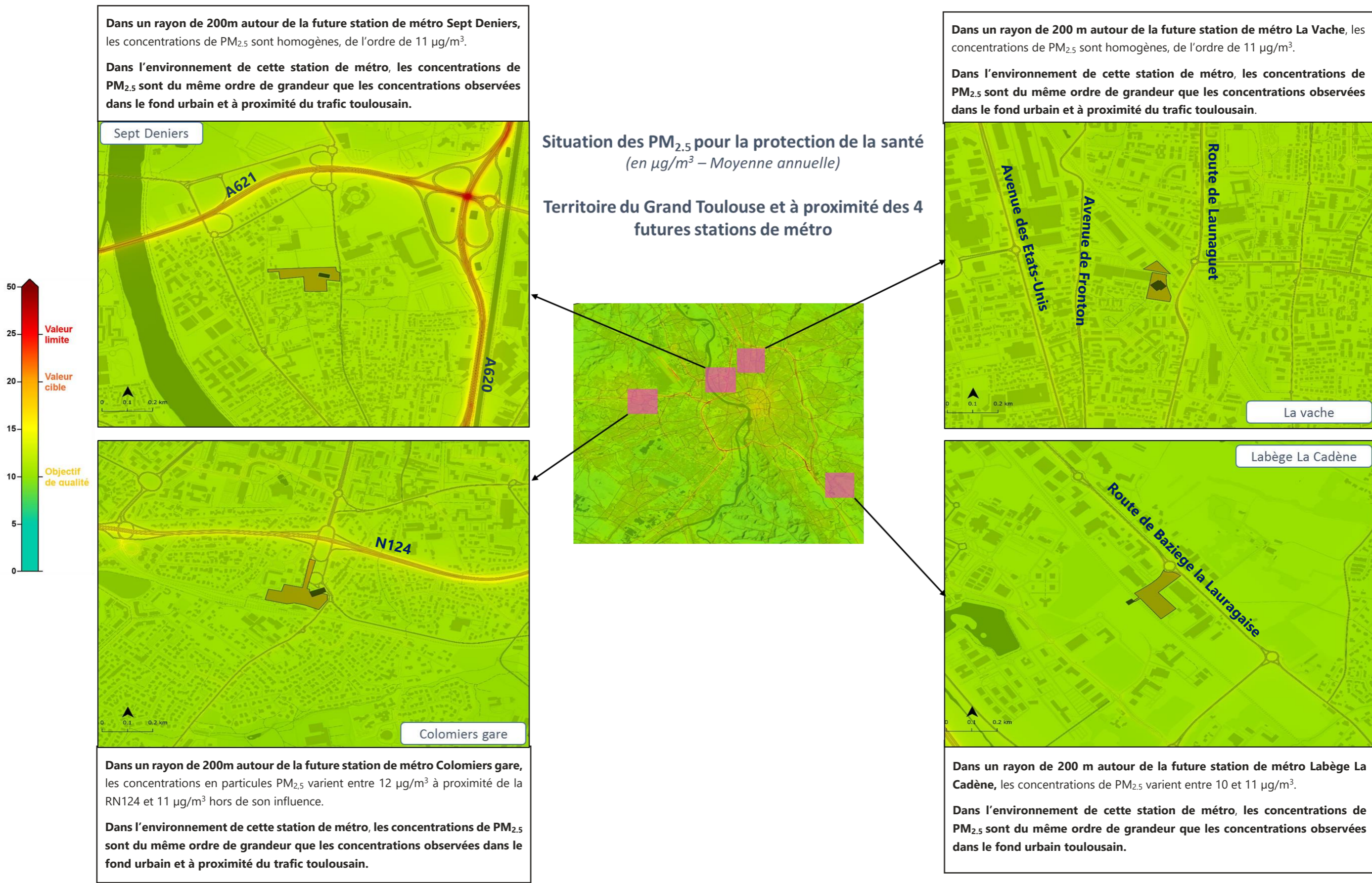
³ [Réglementation issue du décret du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air](#)

3.2.2. Des concentrations du même ordre de grandeur au fond urbain au niveau des futures stations de métro

Nous comparons ci-dessous les concentrations mesurées dans l'environnement des quatre futures stations de métro avec celles mesurées par le dispositif de stations fixes de l'agglomération toulousaine. Ainsi, deux stations en situation de fond urbain et trois à proximité du trafic mesurent les concentrations de PM_{2.5} en continu.

Particules fines (PM _{2.5})		
Future station de métro	Typologie de l'environnement	Concentration moyenne annuelle 2022
Colomiers Gare	À proximité des habitations	Entre 11 et 12 µg/m ³
	Au niveau de la future station de métro	11 µg/m ³
Sept Deniers	À proximité des habitations	11 µg/m ³
	Au niveau de la future station de métro	11 µg/m ³
La Vache	À proximité des habitations	11 µg/m ³
	Au niveau de la future station de métro	11 µg/m ³
Labège La Cadène	À proximité des bâtiments de services	Entre 10 et 11 µg/m ³
	Au niveau de la future station de métro	10 µg/m ³
Dans l'agglomération toulousaine	En fond urbain	10 µg/m ³
	A proximité du trafic	Entre 10 et 12 µg/m ³

A niveau des quatre futures stations de métro, les niveaux de PM_{2.5} sont du même ordre de grandeur que les concentrations observées dans le fond urbain et à proximité du trafic toulousain



4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle ligne de métro dont les travaux ont été engagés en 2023 par TISSEO Collectivités, Atmo Occitanie a réalisé un état des lieux de la qualité l'air dans l'environnement de quatre futures stations de métro qui seront équipées d'un parking relais.

Dans l'environnement de ces quatre futures stations de la ligne C :

- **Les valeurs réglementaires pour le NO₂ et les PM_{2,5} sont respectées,**
- **L'objectif de qualité pour les PM_{2,5} n'est pas respecté.**

Les concentrations de NO₂ et en particules PM_{2,5} rencontrées sont maximales à proximité d'axes routiers importants mais décroissent rapidement à mesure que l'on s'en éloigne.

Globalement, les concentrations de NO₂ et de particules PM_{2,5} observées au niveau des quatre futures stations de métro de la 3^{ème} ligne sont du même ordre de grandeur que le fond urbain toulousain.

Après la mise en service de la 3^{ème} ligne, une étude de la qualité de l'air pourra être menée afin d'évaluer l'impact des aménagements.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : GÉNÉRALITES SUR LES POLLUANTS ÉTUDIÉS

ANNEXE 2 : PRÉSENTATION DES STATIONS FIXES DE L'AGGLOMERATION TOULOUSAINES PRISES COMME RÉFÉRENCE

ANNEXE 3 : MÉTHODOLOGIE DE LA MODÉLISATION ET DE LA CARTOGRAPHIE

ANNEXE 4 : MÉTHODOLOGIE DE VALIDATION DU MODÈLE

ANNEXE 5 : PROTOCOLE D'ÉVALUATION DE LA MESURE DU NO₂ DANS L'ENVIRONNEMENT DES QUATRE STATIONS DE MÉTRO

ANNEXE 6 : RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES PAR ÉCHANTILLONNEURS PASSIFS

ANNEXE 7 : SITUATION DES PARTICULES PM₁₀ DANS L'ENVIRONNEMENT DES 4 FUTURES STATIONS DE LA LIGNE C

ANNEXE 1 : GÉNÉRALITES SUR LES POLLUANTS ÉTUDIÉS

Le dioxyde d'azote - NO₂

Sources

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Au contact des oxydants présents dans l'air, comme l'oxygène et l'ozone, le NO se transforme rapidement en NO₂.

Ils sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles fossiles (circulation routière, dispositifs de chauffage, industries...)

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.

Les particules PM₁₀ et PM_{2,5}

Sources

Les particules, notées PM pour « particulate matter » soit « matière particulaire » en français, 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 de la combustion incomplète des combustibles fossiles (dispositifs de chauffage, circulation routière, industries...).

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.

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 cancérogènes : 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 cardio-vasculaires.

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

Effets sur l'environnement

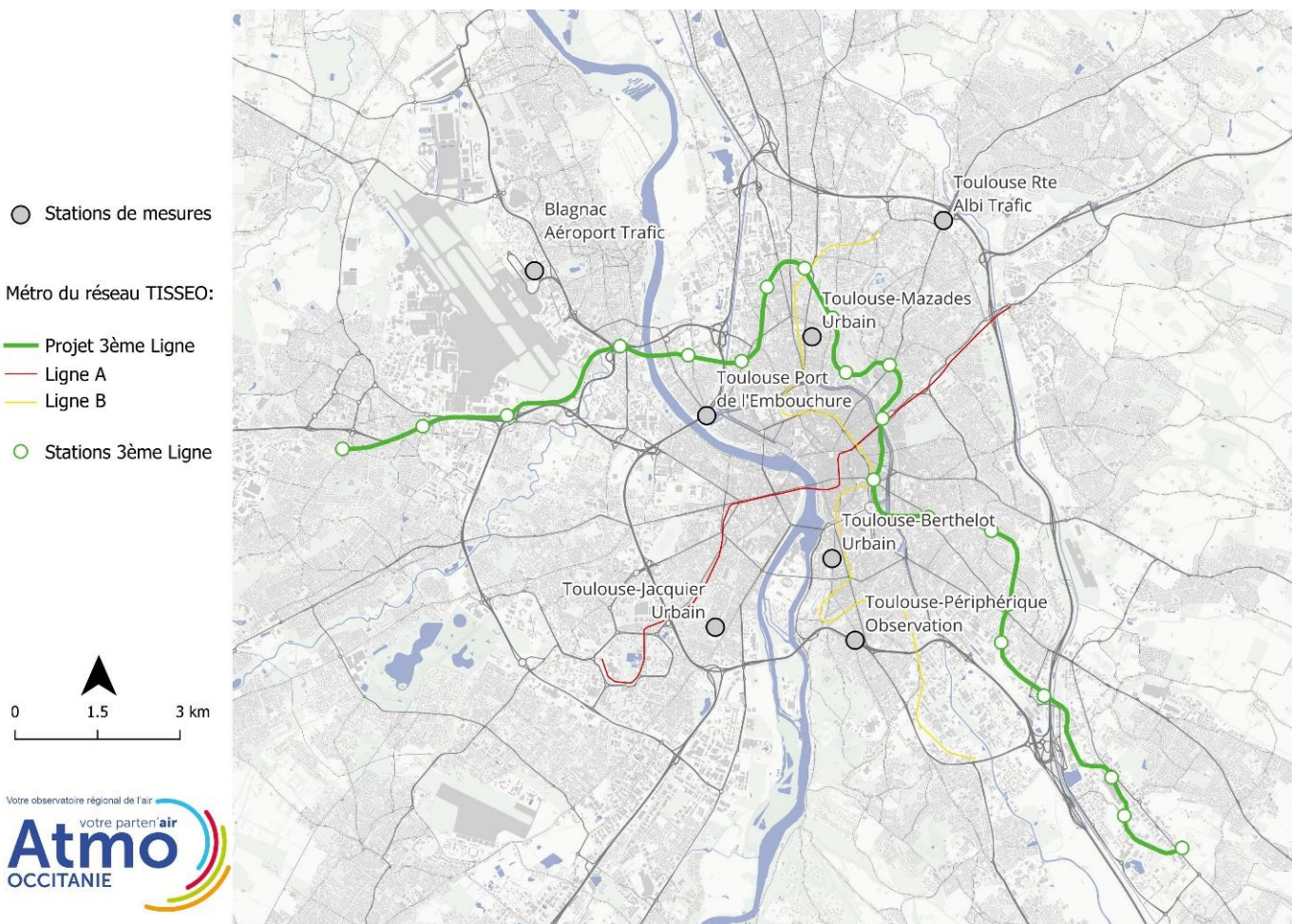
Les effets de salissures des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

ANNEXE 2 : PRÉSENTATION DES STATIONS FIXES DE L'AGGLOMERATION TOULOUSAINE PRISES COMME RÉFÉRENCE

Pour comparer les concentrations de NO₂ et de particules PM₁₀ et PM_{2.5} observées dans l'environnement des quatre futures stations avec la situation dans l'air ambiant, nous avons indiqué les concentrations minimales et maximales, mesurées sur une année, des données relevées sur les stations pérennes présentes sur l'agglomération toulousaine. Ces concentrations ont été utilisées comme données de référence.

Le tableau ci-dessous répertorie les stations qui ont été utilisées pour le calcul de la moyenne des stations de fond urbain et trafic.

		Dioxyde d'azote (NO ₂)	Particules en suspension (PM ₁₀)	Particules fines (PM _{2.5})
Stations urbaines de fond	Station Berthelot	X	X	X
	Station Mazades		X	X
	Station Jacquier	X	X	
Stations trafic	Station Route d'Albi	X	X	X
	Station Porte de l'embouchure	X	X	X
	Périphérique	X	X	

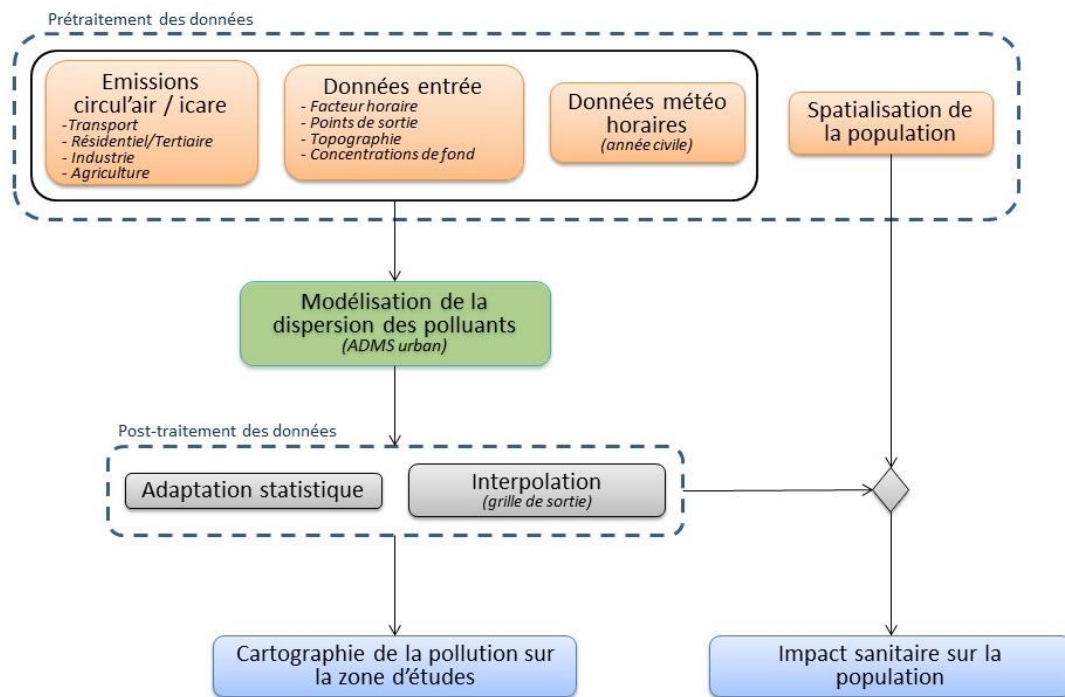


ANNEXE 3 : MÉTHODOLOGIE DE LA MODÉLISATION ET DE LA CARTOGRAPHIE

Modélisation de la dispersion des polluants

Principe de la méthode

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. À 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 sont des données annuelles et/ou horaires sur une année civile complète.

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.

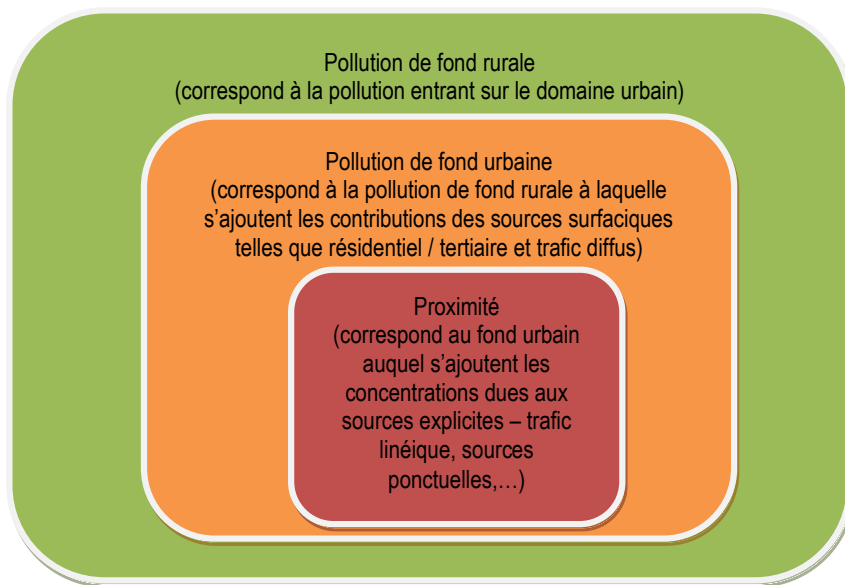
Un facteur horaire constant est utilisé pour le secteur industriel.

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 pondérée entre les émissions horaires du trafic routier et celles du secteur résidentiel tertiaire sur l'ensemble du domaine d'études.

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.

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 la plus proche de la zone d'études.

Spatialisation de la population

La législation européenne sur la surveillance de la qualité de l'air requiert la cartographie des zones géographiques de dépassement d'une valeur limite et l'estimation du nombre d'habitants exposés au dépassement. Les cartographies des populations exposées à la pollution de l'air ambiant nécessitent deux variables : les concentrations de polluant d'une part et la population d'autre part, ainsi qu'une méthodologie permettant de croiser ces deux informations. Le LCSQA a été chargé de travailler sur cette problématique afin d'harmoniser les méthodes employées en France dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air. Il a ainsi développé une approche adaptée à toutes les résolutions spatiales rencontrées pour une étude de la qualité de l'air. La méthode de spatialisation nommée « MAJIC » permet une description très fine de la population à une échelle locale.

Les données des locaux d'habitation de la base MAJIC foncière délivrée par la DGFIP sont croisées avec des bases de données spatiales de l'IGN et les statistiques de population de l'INSEE pour estimer un nombre d'habitants dans chaque bâtiment d'un département. Cette méthodologie garantit ainsi une homogénéité des données de population spatialisées utilisées dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, que ce soit au

niveau local ou au niveau national. Le LCSQA assure la mise en œuvre de cette approche et met à disposition des AASQA les données spatiales de la population qui en sont issues.

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 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.

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.

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).

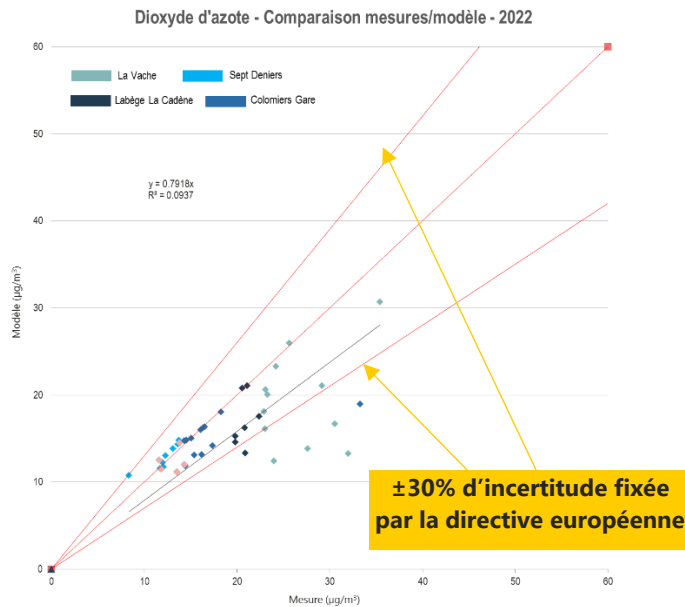
Les cartes issues du SIG permettent de suivre l'évolution de la pollution sur une zone donnée en comparant les cartes sur plusieurs années.

Impact sur les populations

Les concentrations interpolées de polluants dépassant les valeurs réglementaires sont croisées avec la base « MAJIC » qui fournit les données de population spatialisée.

ANNEXE 4 : MÉTHODOLOGIE DE VALIDATION DU MODÈLE

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'air⁴.



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 2021	Caractéristiques d'un modèle performant
FB	0.18	-0,3 < FB < 0,3
MG	1.17	-0,7 < MG < 1,3
NMSE	0.32	NMSE ≤ 2
VG	1.08	VG < 1,6
FAC2	0.98	FAC2 > 0,5
r	0,093	R=1

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

Les concentrations sont donc correctement modélisées.

⁴ J.C Chang and S. R Hanna : Air quality model performance evaluation, Meteorology and Atmospheric Physics 87, 167–196 (2004)

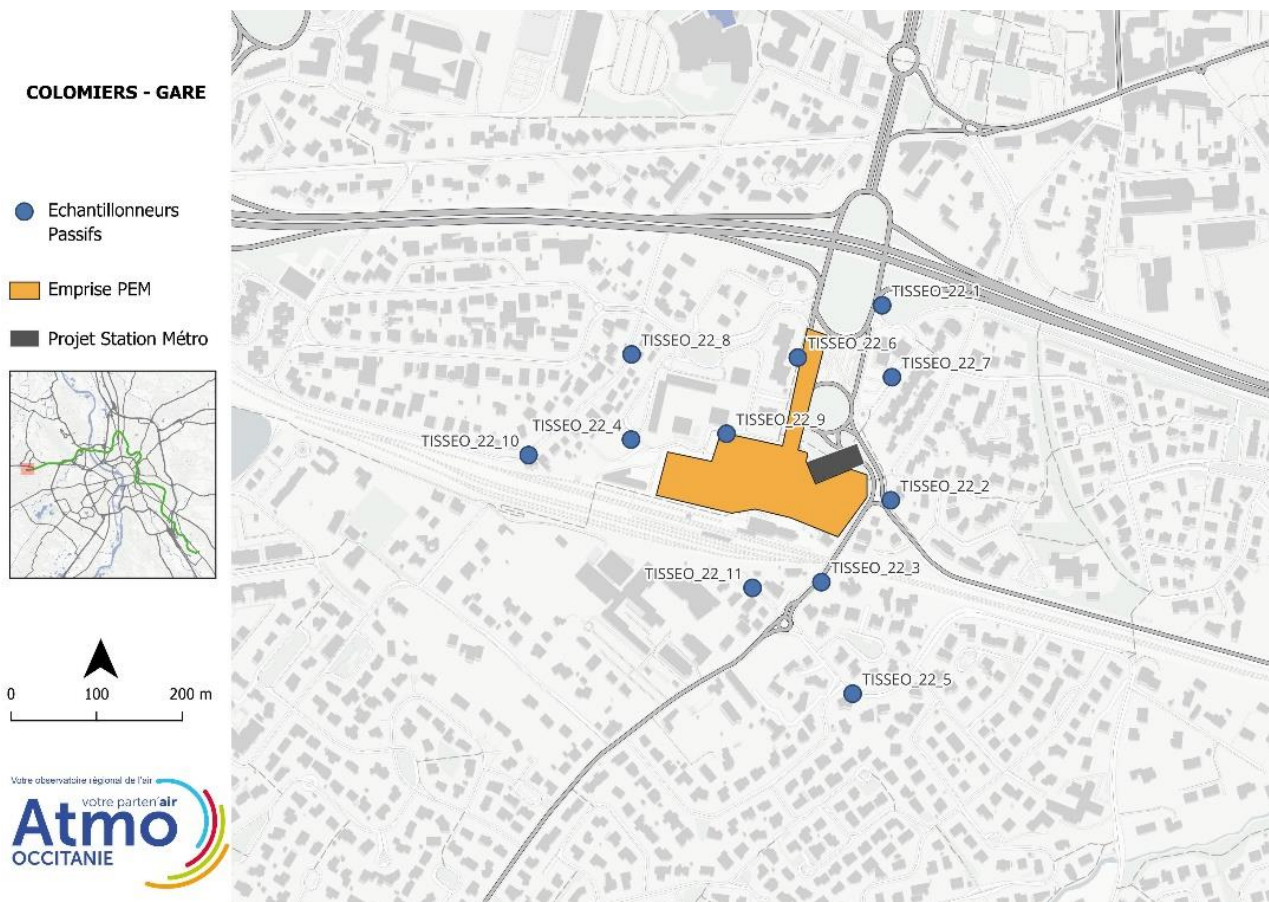
ANNEXE 5 : PROTOCOLE D'ÉVALUATION DE LA MESURE DU NO₂ DANS L'ENVIRONNEMENT DES QUATRE STATIONS DE MÉTRO

Les campagnes de mesures se sont déroulées du 30 août au 27 septembre 2022 puis du 27 septembre au 25 octobre 2022.

Au total, 44 échantillonneurs passifs ont été disposés dans l'environnement des quatre stations de métro :



- **11**, autour de la future station de métro **Colomiers Gare** sur la commune de Colomiers
- **7** sur la commune de Labège, autour de la future station de métro **Labège La Cadène**
- 26 sur la commune de Toulouse :
 - **13** dans l'environnement de la future station de métro **La Vache**
 - **13** dans l'environnement de la future station de métro **Sept Deniers**

Les cartes ci-dessous représentent l'emplacement des différents sites de mesures.

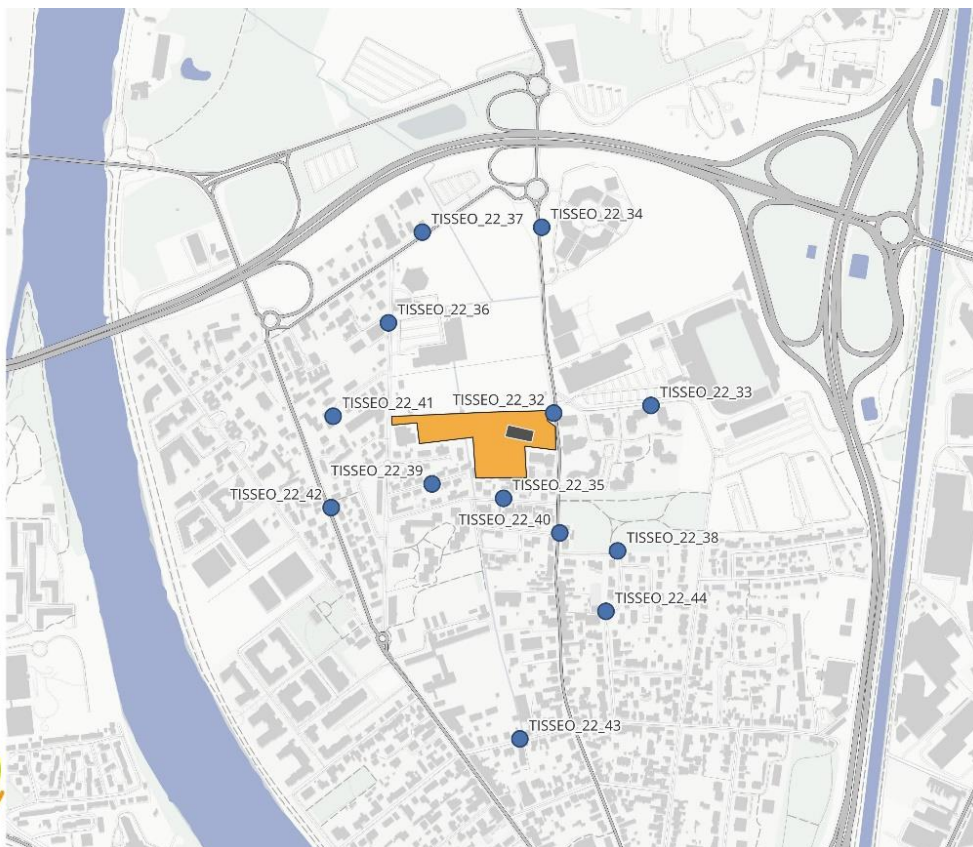


SEPT DENIERS

- Echantillonneurs Passifs
- Emprise PEM
- Projet Station Métro

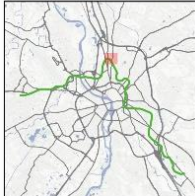




Voire observatoire régional de l'air
votre parten'air
Atmo
OCCITANIE

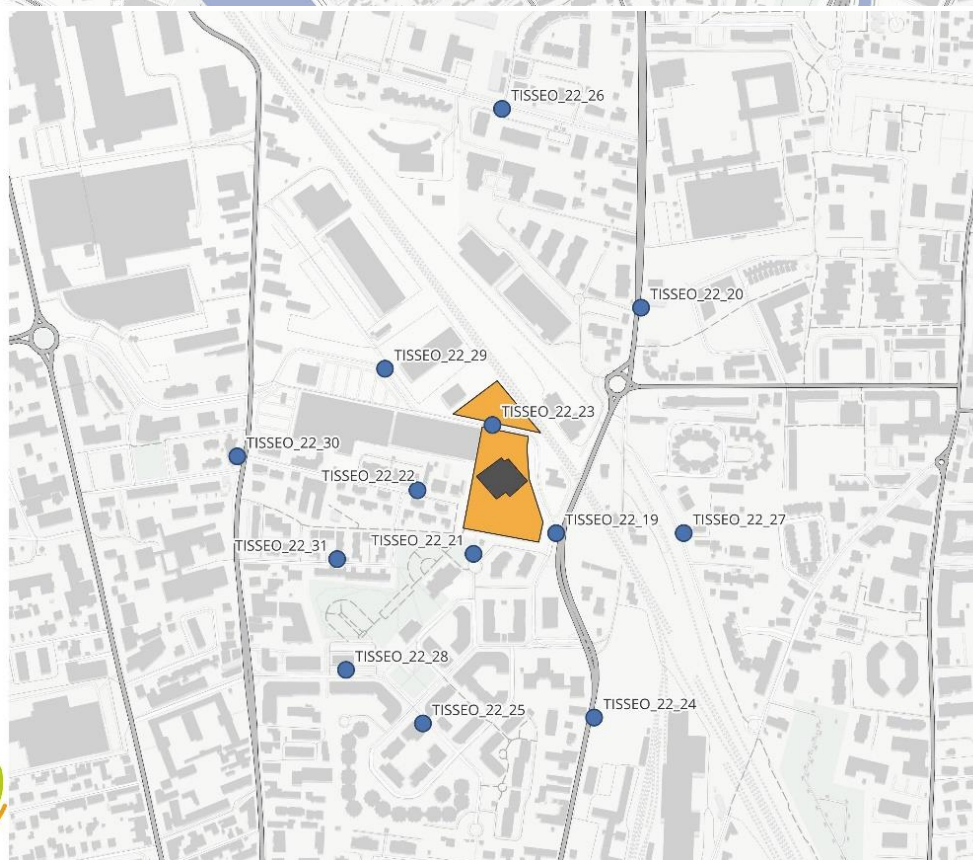


LA VACHE

- Echantillonneurs Passifs
- Emprise PEM
- Projet Station Métro

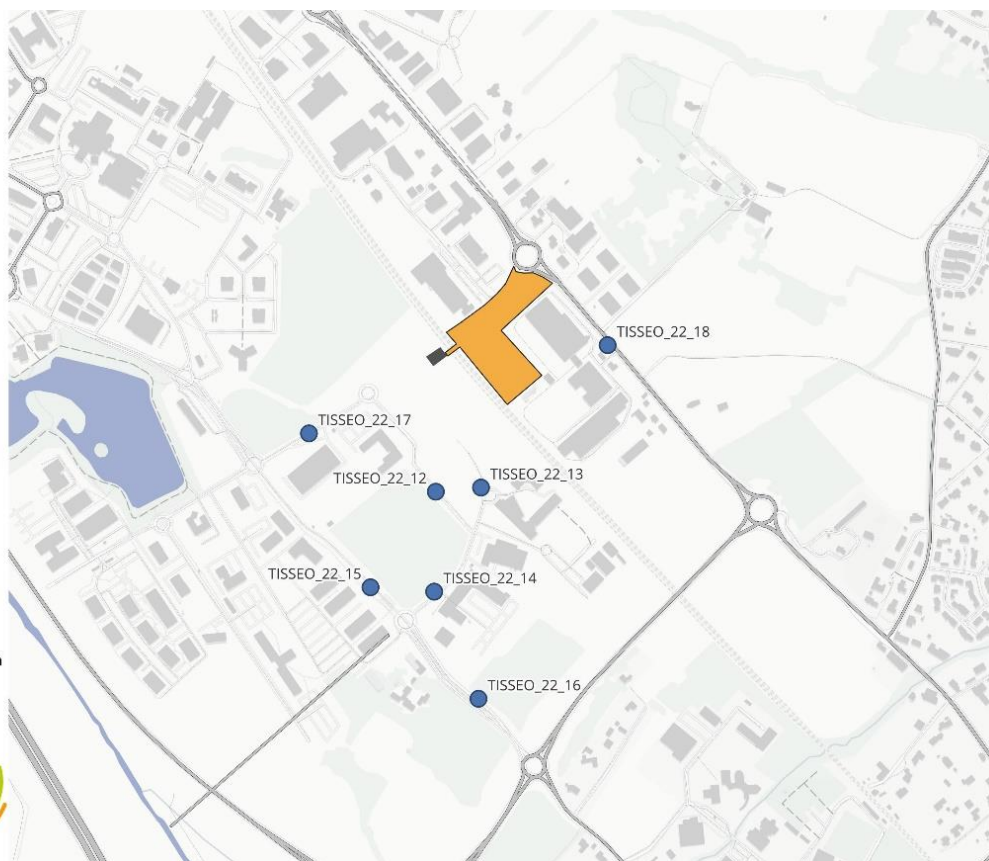
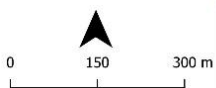
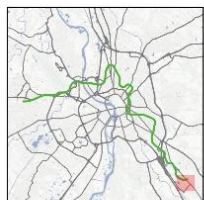



Voire observatoire régional de l'air
votre parten'air
Atmo
OCCITANIE

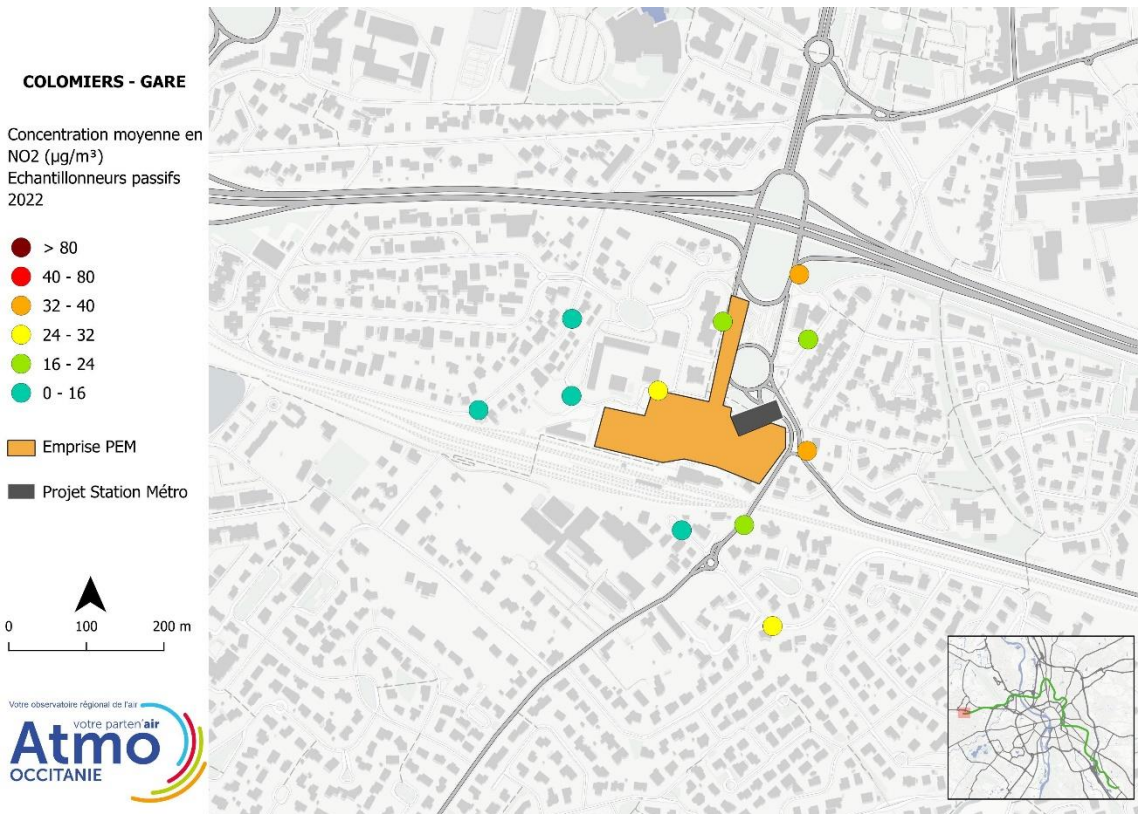
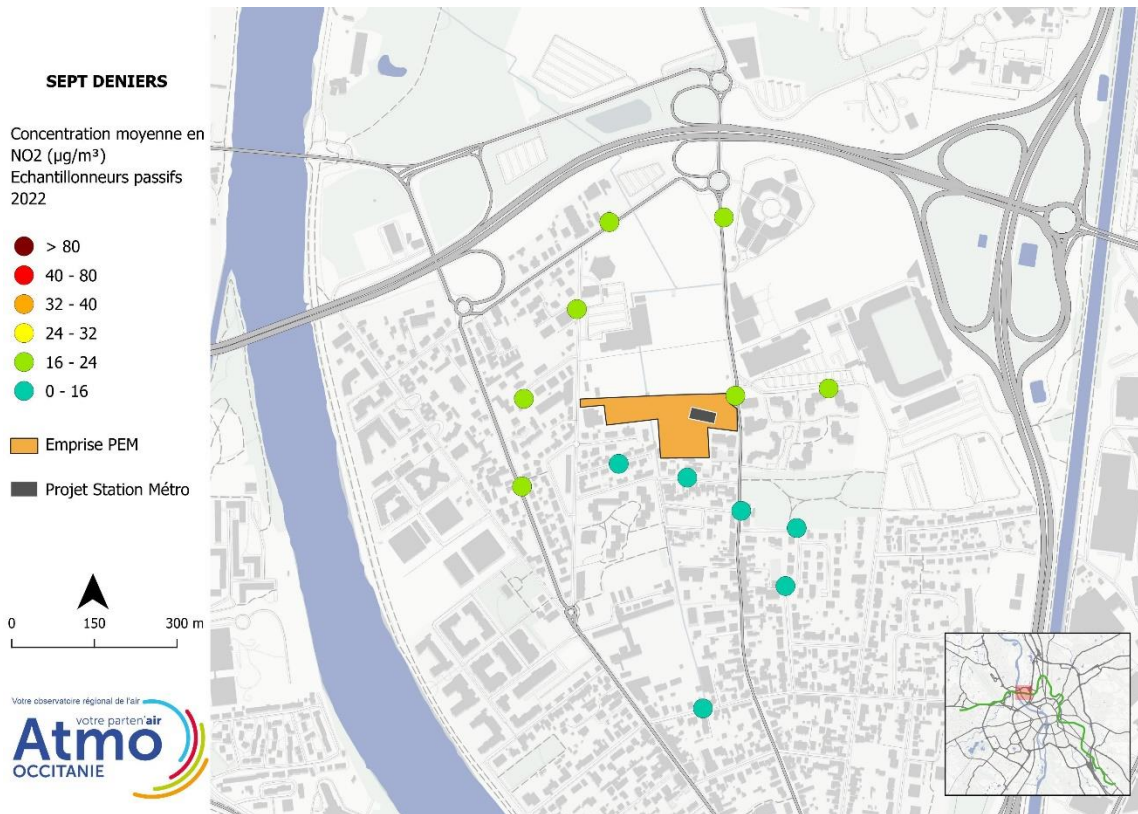


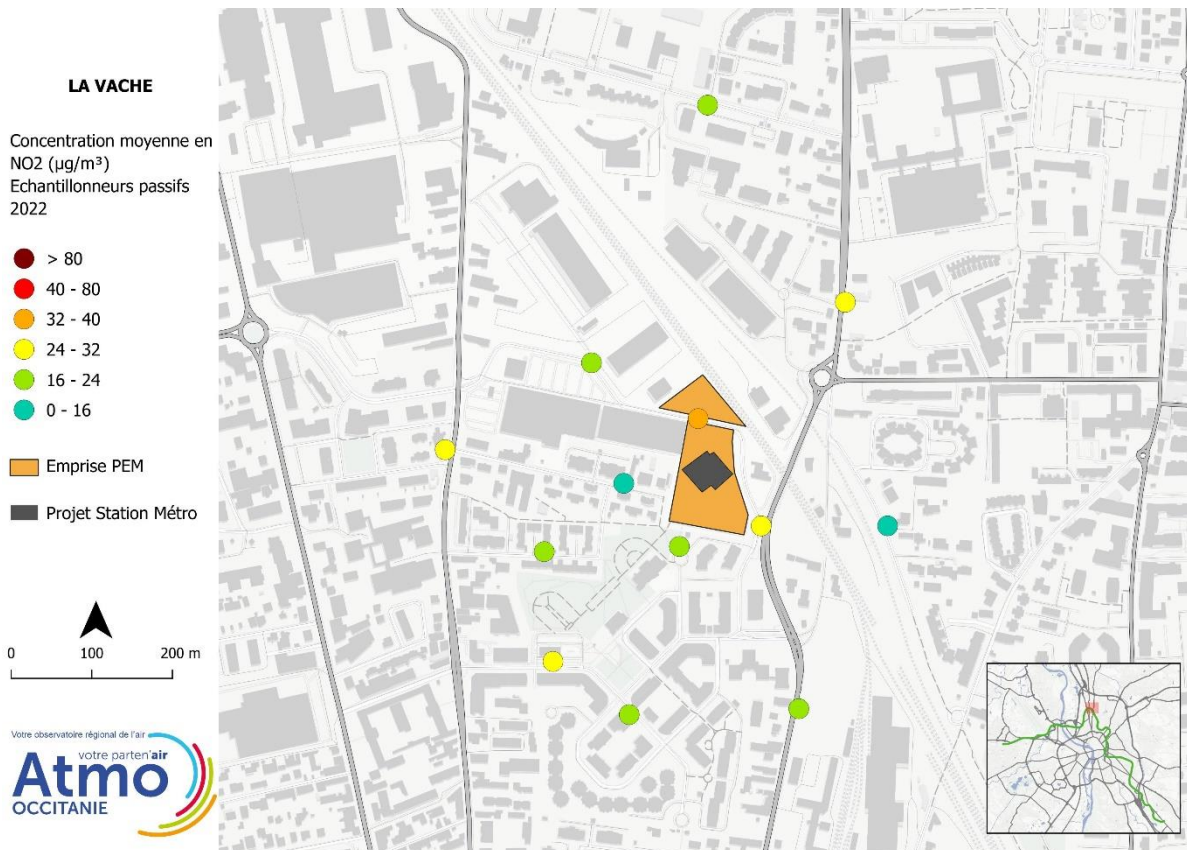
LABEGE - LA CADENE

- Echantillonneurs Passifs
- Emprise PEM
- Projet Station Métro



ANNEXE 6 : RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES






ANNEXE 7 : SITUATION DES PARTICULES PM₁₀ DANS L'ENVIRONNEMENT DES 4 FUTURES STATIONS DE LA LIGNE C

Le trafic routier est le deuxième contributeur aux émissions de PM₁₀ de la métropole de Toulouse. En 2020, il représente 27% des émissions totales de la métropole, derrière le secteur résidentiel (42%).

Respect de la valeur limite réglementaire aux abords des quatre futures stations de métro

Les concentrations indiquées dans le tableau ci-dessous sont obtenues à l'aide la cartographie de la dispersion. Elles correspondent à l'encadrement des concentrations les plus élevées et les plus faibles observées dans une zone de 200m de diamètre autour des quatre futures stations de métro.

L'ensemble des réglementations sont respectées dans l'environnement des quatre futures stations de métro de la ligne C.

Particules en suspension (PM ₁₀)					
		Respect de la valeur réglementaire	Valeur réglementaire ⁵	Future station	Concentration maximale annuelle 2022 dans un rayon de 200 mètres autour de la future station de métro
Exposition de longue durée	Valeur limite	OUI	40 µg/m ³ en moyenne annuelle (Valeur limite)	Colomiers Gare	20 µg/m ³
				Sept Deniers–Stade Toulousain	18 µg/m ³
				La Vache	18 µg/m ³
				Labège La Cadène	17 µg/m ³
	Objectif de qualité		30 µg/m ³ en moyenne annuelle (Objectif de qualité)		

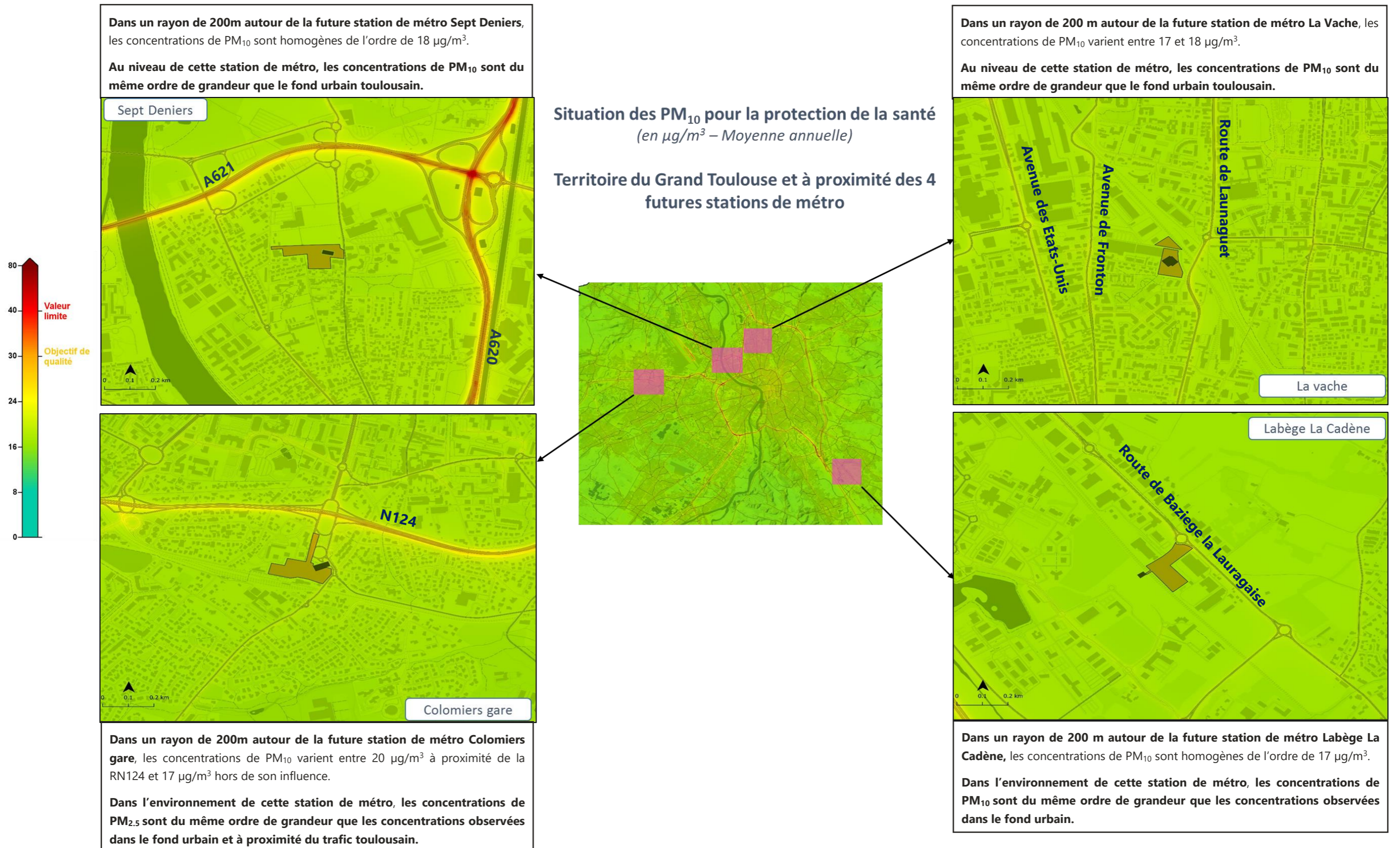
⁵ [Réglementation issue du décret du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air](#)

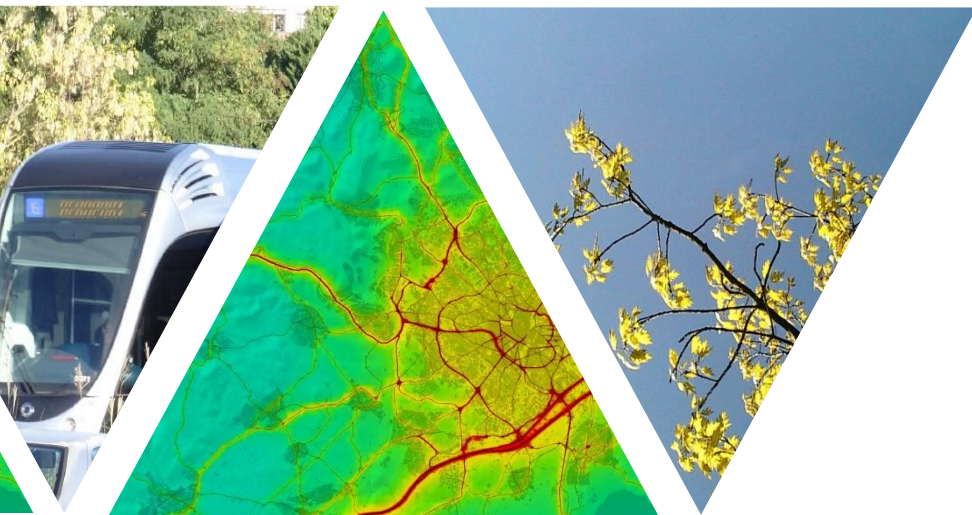
Des concentrations du même ordre de grandeur au fond urbain au niveau des futures stations de métro

Nous comparons ci-dessous les concentrations mesurées dans l'environnement des quatre futures stations de métro avec celles mesurées par le dispositif de stations fixes de l'agglomération toulousaine. Ainsi, deux stations en situation de fond urbain et trois à proximité du trafic mesurent les concentrations de PM₁₀ en continu.

Particules en suspension (PM ₁₀)		
Future station de métro	Typologie de l'environnement	Concentration moyenne annuelle 2022
Colomiers Gare	À proximité des habitations	Entre 17 et 20 µg/m ³
	Au niveau de la future station de métro	18 µg/m ³
Sept Deniers	À proximité des habitations	18 µg/m ³
	Au niveau de la future station de métro	
La Vache	À proximité des habitations	Entre 17 et 18 µg/m ³
	Au niveau de la future station de métro	17 µg/m ³
Labège La Cadène	À proximité des bâtiments de services	
	Au niveau de la future station de métro	17 µg/m ³
Dans l'agglomération toulousaine	En fond urbain	Entre 16 et 18 µg/m ³
	A proximité du trafic	Entre 20 et 27 µg/m ³

Les niveaux de concentrations de particules PM₁₀ au niveau des futures stations de métro sont équivalents au fond urbain.





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

www.atmo-occitanie.org



Agence de Montpellier
(Siège social)
10 rue Louis Lépine
Parc de la Méditerranée
34470 PEROLS

Agence de Toulouse
10bis chemin des Capelles
31300 TOULOUSE

Tel : 09.69.36.89.53
(Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)

Crédit photo : Atmo Occitanie