

Votre observatoire régional de la

QUALITÉ de l'AIR

**RAPPORT
ANNUEL
2018**

Avril 2019

**Evaluation de
l'impact sur la
qualité de l'air de la
restriction de vitesse
sur l'autoroute A62**

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 la région 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://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 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 – Agence Toulouse** :

- par mail : contact@atmo-occitanie.org
- par téléphone : 09.69.36.89.53

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

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.

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.



SOMMAIRE

CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE	5
ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN DIOXYDE D'AZOTE DANS L'AIR AMBIANT	8
ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN PARTICULES PM10	12
ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN PARTICULES PM2,5	16
ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN BENZÈNE	20
IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE SUR LES EMISSIONS ROUTIERES DE LA PORTION D'AUTOROUTE CONCERNEE	24
ANNEXE I : RESULTATS DU DISPOSITIF DE MESURE DE L'ÉTUDE	26
ANNEXE II : INVENTAIRE DES EMISSIONS	36
ANNEXE III : ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION DU TRAFIC ROUTIER SUR L'AUTOROUTE A62 ENTRE 2017 ET 2018.....	38
ANNEXE IV : NOTES MÉTHODOLOGIQUES	40
METHODOLOGIE DE L'INVENTAIRE, DE LA MODELISATION ET DE LA CARTOGRAPHIE	42
MODELISATION DE LA DISPERSION DES POLLUANTS.....	45
METHODOLOGIE DE LA VALIDATION DU MODELE.....	48
ANNEXE V : GENERALITES SUR LES POLLUANTS ÉTUDIÉS	52

CONTEXTE ET OBJECTIFS

DESCRIPTION DE L'ÉVALUATION

Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) constitue un outil local essentiel à la lutte contre la pollution atmosphérique sur l'agglomération toulousaine. Dans le PPA 2016-2020, vingt mesures ont ainsi été déclinées dans le but de ramener les concentrations des polluants réglementés à des niveaux inférieurs aux seuils réglementaires. Le PPA prévoit notamment de réduire les vitesses maximales autorisées sur des sections de réseaux routiers et autoroutiers.

Avant d'engager la réduction de vitesse sur l'ensemble des pénétrantes de l'agglomération toulousaine, l'État souhaite évaluer l'impact de cette baisse sur la qualité de l'air à proximité d'une portion d'autoroute. Ainsi, dans un premier temps, à titre expérimental, la vitesse, fixée initialement à 130 km/h, est abaissée à 110 km/h sur l'A62 entre Saint-Jory et Toulouse soit sur 7 km. Une évaluation de la qualité de l'air est menée avant et après réduction de la vitesse.

Atmo Occitanie a donc été sollicité pour évaluer le gain en termes de qualité de l'air apporté par l'abaissement de la vitesse.

Pour ce faire, Atmo Occitanie a :

- Évalué, lors de deux campagnes de mesures aux abords de la section courante de l'autoroute A62, les niveaux de concentrations des principaux polluants atmosphériques ; le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2,5 et le benzène avant et après réduction de la vitesse.
- Quantifié les émissions dues au trafic routier sur la portion de l'A62,
- Évalué l'exposition des territoires et de la population à la pollution atmosphérique par modélisation.

L'évaluation est menée sur une **bande d'étude** de 300 mètres. Cette bande d'étude est adaptée à l'étude de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale.

Dans l'environnement extérieur, deux types de sites sont étudiés :

- Les sites en **proximité trafic**, afin d'estimer les niveaux maximaux auxquels sont soumises les personnes dans la rue,
- Les sites de **fond urbain**, représentatifs de la pollution respirée par la majorité de la population.

Des mesures sont également réalisées à proximité des crèches et des établissements scolaires du premier degré (écoles maternelles

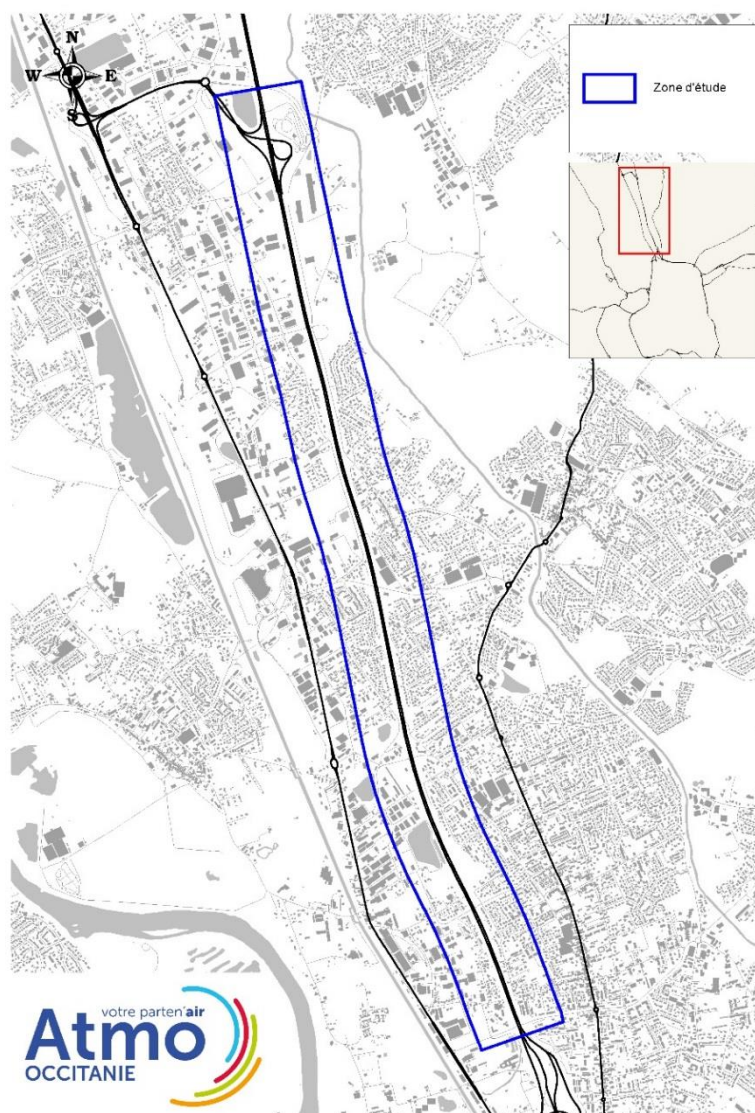
et élémentaires) implantés dans la zone d'études.

Les **polluants** mesurés sont les principaux indicateurs du trafic routier. Leurs sources d'émissions, leurs effets sur la santé et sur l'environnement sont décrits en **Annexe V**.

Polluants atmosphériques	Symbole
Dioxyde d'azote	NO ₂
Particules de diamètre inférieur à 10 µm	PM10
Particules de diamètre inférieur à 2.5 µm	PM2.5
Benzène	-

Le dispositif de mesure mis en place dans l'environnement extérieur et les résultats obtenus sont détaillés en **Annexe I**. Les méthodologies d'adaptation statistique des mesures, d'inventaire des sources de pollution, de modélisation et de validation du modèle sont décrites dans l'**Annexe IV**.

00



Carte 1 : bande d'étude le long de l'A62 - évaluation initiale, 2017

HYPOTHESES DE TRAVAIL

Afin d'étudier l'impact de la restriction de la vitesse sur l'A62 sur les émissions de polluants atmosphériques, seul le paramètre vitesse des véhicules a été modifié, les hypothèses de nombre de véhicules et de profil de répartition des véhicules sur la journée restent constantes.

Les émissions des déplacements routiers sur l'autoroute A62 ont été calculées à partir des données de comptage réelles pour l'année 2017 fournies par Vinci Autoroutes.

La vitesse considérée sur l'A62 est la vitesse autorisée soit 130 km/h et 110 km/h sur l'autoroute. Pour chaque heure de l'année, le nombre et la vitesse des véhicules sont établis en estimant la congestion des routes qui est fonction de la charge horaire et de la capacité de chaque voie.

Les données de comptage sur le réseau routier hors A62 proviennent soit des données de comptage réelles données par les différents gestionnaires de voiries (CD 31, DIRSO, 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.

Les émissions directes de polluants liées au trafic ont été déterminées selon les préconisations du guide national pour l'élaboration des inventaires des émissions atmosphériques (PCIT 2018) et de la méthode COPERT

V. 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. La méthodologie de calcul des émissions pour l'ensemble des secteurs d'activité est précisée en annexe IV.

L'analyse des données de comptage routier réelles fournies par Vinci Autoroutes pour 2017 et 2018 est fournie en annexe III.

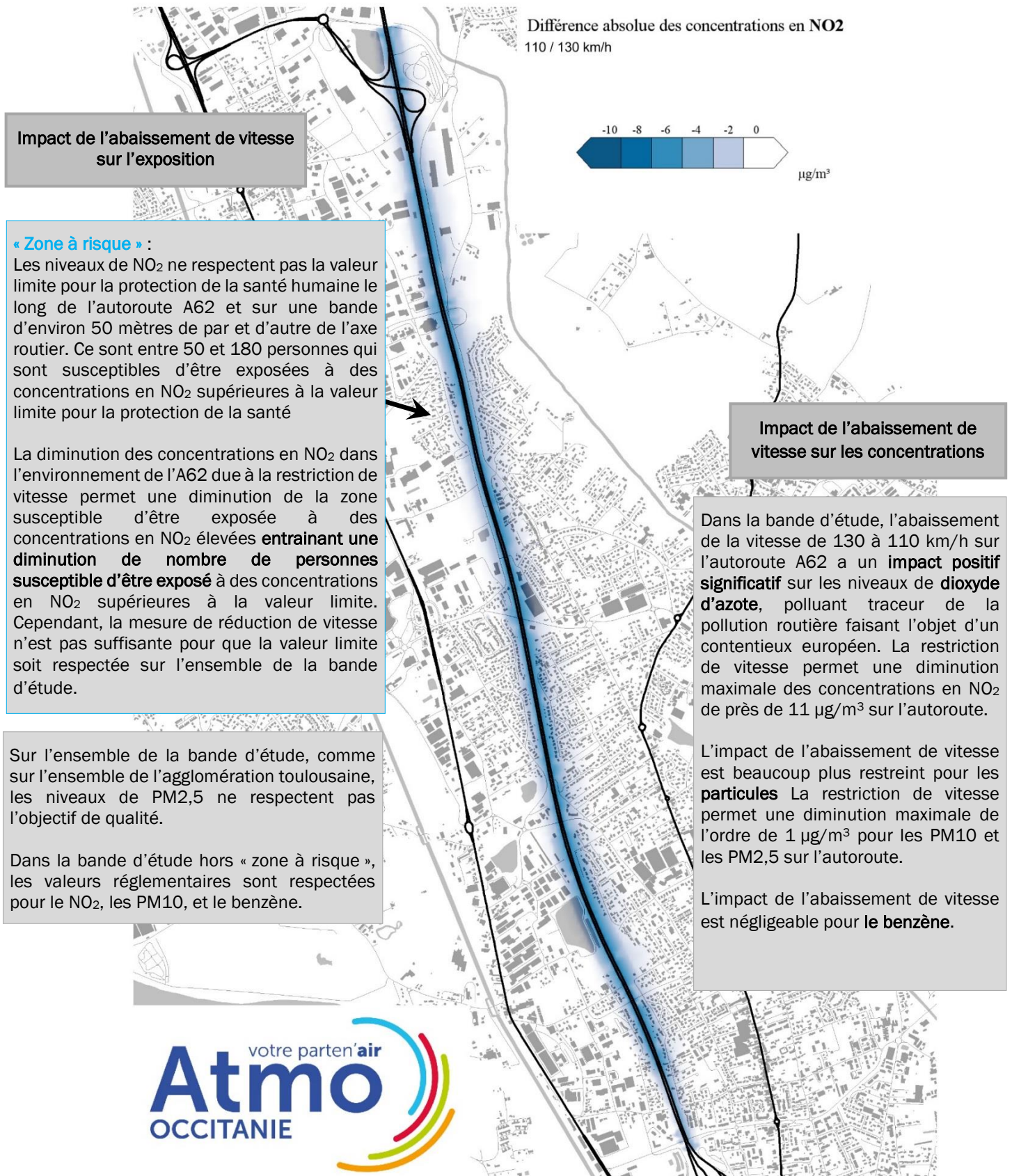
Elle confirme que :

- Le trafic sur l'autoroute A62 est équivalent en 2017 et 2018,
- L'abaissement de la vitesse n'a pas entraîné de report modal important,
- Les automobilistes ont réduit leur vitesse (122 km/h en moyenne en 2017 contre 111 km/h en moyenne en 2018).

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, avec l'année 2017 comme année de référence. Elles intègrent les incertitudes associées au modèle de dispersion de la qualité de l'air.

Les résultats présentés dans cette étude ne peuvent être directement extrapolés dans un autre contexte.

SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE



Carte 2 : Synthèse de l'évaluation de la qualité de l'air aux abords de l'autoroute A62

ESTIMATION DE L'IMPACT DE LA RESTRICTION DE LA VITESSE SUR LA REPARTITION DES CONCENTRATIONS EN NO₂

En proximité trafic, les niveaux de dioxyde d'azote varient fortement au cours de la journée. Nous avons étudié l'impact de la restriction de la vitesse du trafic routier sur les niveaux horaires de dioxyde d'azote en comparant les niveaux horaires de NO₂ mesurés pendant les deux campagnes de mesures 2017 et 2018.

Nous avons établi que :

- le trafic routier avait très légèrement augmenté entre 2017 et 2018,
- les conditions météorologiques avaient été plus favorables à la dispersion des polluants en 2018 qu'en 2017,

- que les vitesses de véhicules sont similaires pour les deux périodes entre 1h00 et 7h00 du matin et à 00h00. Elles sont 8 km/h plus faibles en moyenne sur le reste de la journée.

L'ensemble de ces éléments est décrit dans l'annexe I.

Il apparait donc que sur la période de mesures, la restriction de la vitesse a eu un effet variable sur les niveaux de NO₂ en fonction de l'heure de la journée. Il peut être considéré comme nul la nuit. En revanche, il est bénéfique dans la journée et plus particulièrement lors du pic de circulation du soir.

NO₂		Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Environnement <u>trafic</u> - Le long de l'autoroute	Environnement <u>trafic</u> - Sous influence autoroutière	
Vitesse autorisée :	130 km/h	NON	Valeur limite 40 µg/m ³	61 µg/m ³ (entre 37 et 87 µg/m ³)	28 µg/m ³ (entre 19 et 63 µg/m ³)	
	110 km/h	NON		55 µg/m ³ (entre 34 et 80 µg/m ³)	26 µg/m ³ (entre 18 et 60 µg/m ³)	
				Évolution liée la restriction de vitesse	↘	↘

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

PM₁₀		Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Environnement <u>trafic</u> - Le long de l'autoroute	Environnement <u>trafic</u> - Sous influence autoroutière	
Vitesse autorisée :	130 km/h	NON OUI	Objectif qualité 30 µg/m ³ Valeur limite 40 µg/m ³	25 µg/m ³ (entre 19 et 32 µg/m ³)	20 µg/m ³ (entre 17 et 29 µg/m ³)	
	110 km/h	NON OUI	Objectif qualité 30 µg/m ³ Valeur limite 40 µg/m ³	25 µg/m ³ (entre 19 et 32 µg/m ³)	20 µg/m ³ (entre 17 et 29 µg/m ³)	
				Évolution liée la restriction de vitesse	=	=

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

PM_{2.5}

		Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Environnement <u>trafic</u> – Le long de l'autoroute	Environnement <u>trafic</u> – Sous influence autoroutière
Vitesse autorisée :	130 km/h	NON Sur toute la bande d'étude	Objectif de qualité 10 µg/m ³	16 µg/m ³ (entre 13 et 20 µg/m ³)	13 µg/m ³ (entre 12 et 18 µg/m ³)
		OUI	Valeur cible 20 µg/m ³		
		OUI	Valeur limite 25 µg/m ³		
	110 km/h	NON Sur toute la bande d'étude	Objectif de qualité 10 µg/m ³	16 µg/m ³ (entre 13 et 19 µg/m ³)	13 µg/m ³ (entre 12 et 18 µg/m ³)
		OUI	Valeur cible 20 µg/m ³		
		OUI	Valeur limite 25 µg/m ³		

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

Évolution liée la restriction de vitesse

=

=

C₆H₆

		Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Environnement <u>trafic</u> – Le long de l'autoroute	Environnement <u>trafic</u> – Sous influence autoroutière
Vitesse autorisée :	130 km/h	OUI	Objectif qualité 2 µg/m ³	1.3 µg/m ³ Max : 1.4 µg/m ³	1.2 µg/m ³ Max : 1.4 µg/m ³
			Valeur limite 5 µg/m ³		
	110 km/h		Objectif qualité 2 µg/m ³	1.3 µg/m ³ Max : 1.4 µg/m ³	1.2 µg/m ³ Max : 1.4 µg/m ³
			Valeur limite 5 µg/m ³		

µg/m³ : microgramme par mètre cube

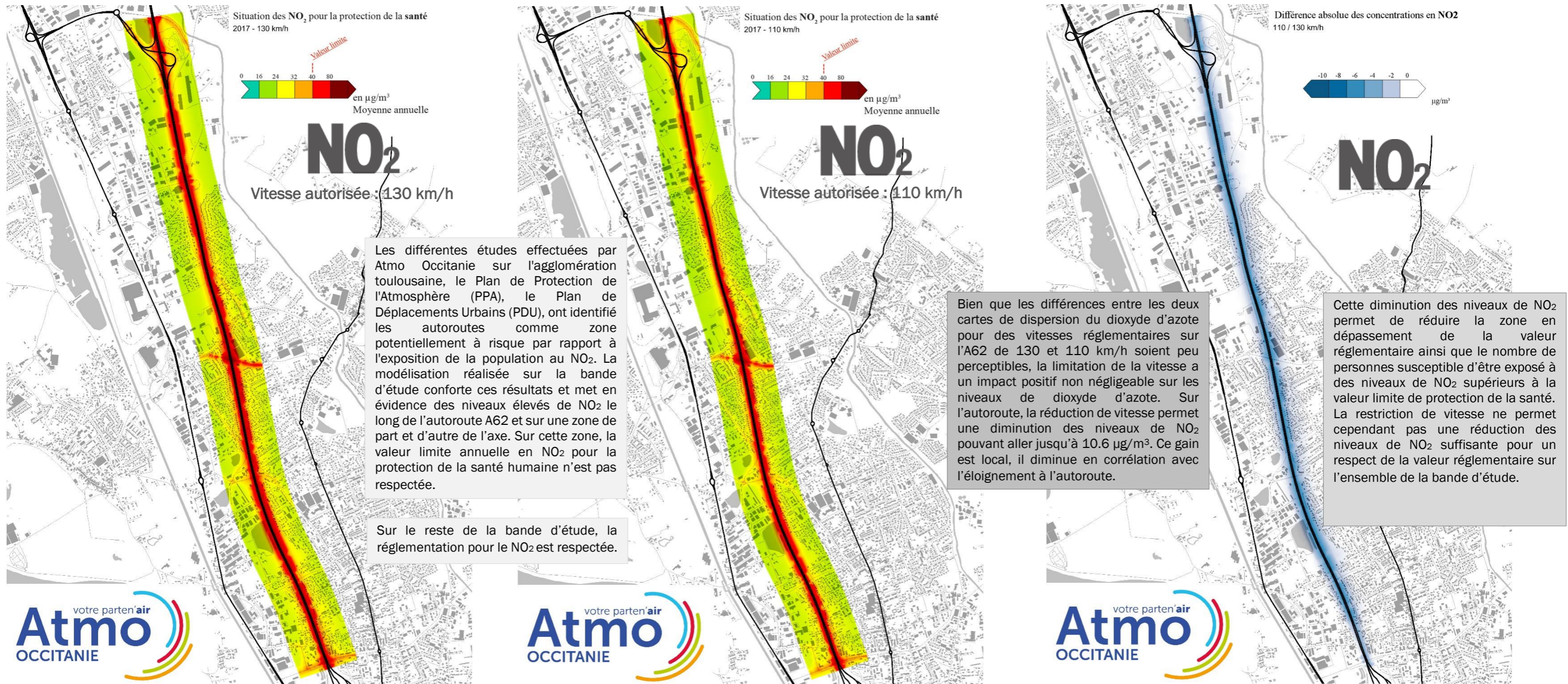
Évolution liée la restriction de vitesse

=

=

ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN DIOXYDE D'AZOTE DANS L'AIR AMBIANT

DISPERSION SUR LA BANDE D'ETUDE



Carte 3 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en NO₂ le long de l'autoroute A62 pour une vitesse autorisée sur l'A62 de 130 km/h et de 110 km/h et différence entre les scénarii, 2017

COMPARAISON A LA REGLEMENTATION

Sur les quatre communes traversées par l'autoroute A62, les déplacements routiers sont la 1^{ère} source d'oxydes d'azote. Ils contribuent à 81% des émissions totales. Les concentrations les plus élevées sont ainsi rencontrées en bordure des axes routiers.

ÉVALUATION A PROXIMITE DU TRAFIC

EN BORDURE DE L'AUTOROUTE A62

Le non respect de la valeur limite pour la protection de la santé en moyenne annuelle est observé tout le long de l'autoroute que la vitesse autorisée soit de 130 km/h ou de 110 km/h. Cependant, la diminution de la vitesse entraîne une diminution des niveaux de dioxyde d'azote le long de l'axe de 5.8 µg/m³ en moyenne et de 10.6 µg/m³ au maximum.

SOUS INFLUENCE DE L'AUTOROUTE

Le long de la bande d'étude, le vent principalement de secteur nord-ouest induit une répartition non homogène des niveaux de dioxyde d'azote de part et d'autre de l'autoroute. Hors de l'emprise de l'autoroute, lorsque la **vitesse autorisée est de 130 km/h**, 13 à 16% de la surface de la bande d'étude est exposée à des dépassements de la valeur limite réglementaire en moyenne annuelle. Entre 50 et 180 personnes seraient ainsi exposées à des concentrations en NO₂ supérieures à la valeur limite.

La restriction de la **vitesse autorisée à 110 km/h** induit une diminution de la zone exposée à des niveaux de NO₂ supérieurs à la valeur limite et donc de la population. Ainsi, 12 à 14% de la surface de la bande d'étude est exposée à des dépassements de la valeur limite réglementaire en

moyenne annuelle. Entre 10 et 110 personnes seraient ainsi exposées à des concentrations en NO₂ supérieures à la valeur limite.

Ainsi, entre 40 et 70 personnes voient leur qualité de l'air s'améliorer grâce à la restriction de vitesse sur l'autoroute.

Les concentrations en dioxyde d'azote diminuent rapidement avec l'éloignement à l'axe routier. A 220 mètres de l'autoroute à l'Est et à 150 mètres à l'Ouest, les concentrations en NO₂ mesurées sont du même ordre de grandeur que le fond urbain de la zone. L'influence de l'autoroute n'est alors plus visible.

Enfin, sur la bande d'étude, en dehors des abords de l'autoroute, des niveaux en NO₂ élevés et supérieurs à la valeur limite sont mesurés le long de l'avenue du 8 mai 1945 sur la commune de Saint-Alban.

Sur le reste du domaine d'étude, les valeurs limites sont respectées.

ÉVALUATION DU FOND URBAIN

En fond urbain dans la bande d'étude, les concentrations en NO₂ respectent les valeurs limites pour la protection de la santé, sur l'ensemble de l'année 2017.

NO ₂		Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Environnement trafic - Le long de l'autoroute	Environnement trafic - Sous influence autoroutière
		Vitesse autorisée :	130 km/h	NON	Valeur limite* 40 µg/m ³
	110 km/h	NON	55 µg/m ³ (entre 34 et 80 µg/m ³)	26 µg/m ³ (entre 18 et 60 µg/m ³)	
Évolution liée la restriction de vitesse				↘	↘

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

*Il n'existe pas d'objectif de qualité ou de valeur cible pour le NO₂.

SITUATION DANS L'ENVIRONNEMENT DES ETABLISSEMENTS SENSIBLES

Les concentrations annuelles maximales en NO₂ relevées dans l'environnement des quatre établissements sensibles situés dans la bande d'étude sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Les concentrations en NO₂ modélisées pour tous les établissements sensibles respectent la valeur limite pour la protection de la santé.

Ces établissements sensibles sont tous situés à moins de 220 mètres de l'autoroute A62 à l'Est. Selon leur

distance à l'autoroute, ils sont plus ou moins impactés par le trafic routier de cet axe.

La restriction de la vitesse permet une légère diminution de l'exposition de ces établissements sensibles. Cette baisse est de l'ordre de :

- 2 µg/m³ pour la Maison des Assistantes Maternelles de Saint-Alban, bâtiment le plus proche de l'autoroute,
- 1 µg/m³ pour les autres bâtiments plus éloignés de l'autoroute.

NO ₂	Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Concentration annuelle maximale dans l'environnement	
			Vitesse autorisée 130 km/h	Vitesse autorisée 110 km/h
Crèche municipale et école maternelle Nicolas Poussin AUCAMVILLE – située à 195 mètres de l'A62	OUI	Valeur limite 40 µg/m ³	21 µg/m ³	20 µg/m ³
Maison des Assistantes Maternelles SAINT-ALBAN- située à 40 mètres de l'A62			31 µg/m ³	29 µg/m ³
École primaire publique Jean Jaurès SAINT-ALBAN – située à 180 mètres de l'A62			23 µg/m ³	22 µg/m ³
Crèche Multi Accueil SAINT-ALBAN – située à 135 mètres de l'A62			22 µg/m ³	21 µg/m ³

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

CONCLUSIONS

NO₂

Impact positif non négligeable de la limitation de vitesse :

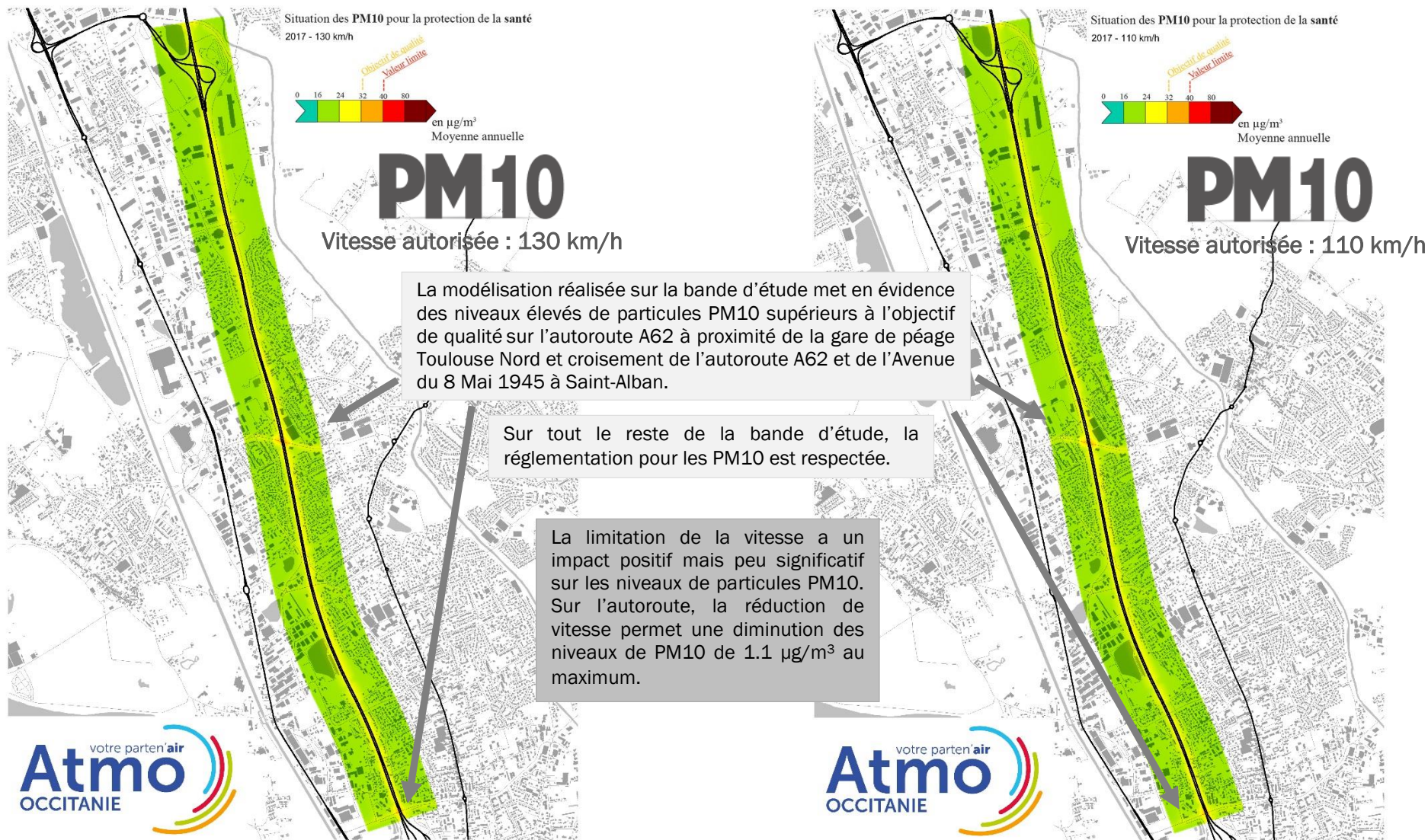
- Sur l'autoroute, diminution des niveaux de NO₂ pouvant aller jusqu'à 10.6 µg/m³,
- Réduction de la zone en dépassement de la valeur réglementaire,
- Diminution du nombre de personnes exposées à des concentrations en NO₂ supérieures à la valeur limite.

Cependant, réduction des niveaux de NO₂ insuffisante pour un respect de la valeur réglementaire sur l'ensemble de la bande d'étude.

Respect de la valeur limite pour la protection de la santé à proximité de tous les établissements sensibles situés dans la bande d'étude.

ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN PARTICULES PM10

DISPERSION SUR LA BANDE D'ETUDE



Carte 4 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 le long de l'autoroute A62 pour une vitesse autorisée sur l'A62 de 130 km/h et de 110 km/h, 2017

COMPARAISON A LA REGLEMENTATION

Les émissions de particules PM10 sont majoritairement issues des déplacements routiers. Ainsi, ce secteur est la source de 69% des particules PM10 émises sur les quatre communes traversées par l'autoroute A62. Les concentrations les plus élevées sont ainsi rencontrées en bordure des axes routiers.

ÉVALUATION A PROXIMITE DU TRAFIC

EN BORDURE DE L'AUTOROUTE A62

Le long de l'autoroute, les niveaux de particules PM10 respectent la valeur limite mais ne respectent pas l'objectif de qualité. L'impact de la restriction de la vitesse sur l'autoroute est nettement moins significatif pour les particules PM10 que pour le dioxyde d'azote. Ainsi, le passage de 130 km/h à 110 km/h entraîne une diminution des niveaux de particules PM10 le long de l'axe de 0.2 µg/m³ en moyenne. Le gain maximal situé sur l'autoroute est de 1.1 µg/m³.

SOUS INFLUENCE DE L'AUTOROUTE

Hors de l'emprise de l'autoroute, les niveaux de PM10 respectent toutes les valeurs réglementaires.

Les concentrations en PM10 les plus élevées, entre 25 et 29 µg/m³ sont observées au croisement de l'autoroute A62 et de l'Avenue du 8 Mai 1945 à Saint-Alban. Il n'y a pas d'habitation sur cette zone.

Les concentrations diminuent très rapidement avec l'éloignement à l'axe routier puisque l'influence de l'autoroute sur les niveaux de PM10 n'est plus visible au delà de 75 mètres.

ÉVALUATION DU FOND URBAIN

En fond urbain dans la bande d'étude, les concentrations en PM10 respectent les valeurs réglementaires, sur l'ensemble de l'année 2017.

PM10		Respect de la réglementation		Seuils réglementaires	Environnement trafic - Le long de l'autoroute	Environnement trafic - Sous influence autoroutière
		NON	OUI	Objectif qualité 30 µg/m ³		
Vitesse autorisée :	130 km/h	NON		Objectif qualité 30 µg/m ³	25 µg/m ³ (entre 19 et 32 µg/m ³)	20 µg/m ³ (entre 17 et 29 µg/m ³)
		OUI		Valeur limite 40 µg/m ³		
	110 km/h	NON		Objectif qualité 30 µg/m ³	25 µg/m ³ (entre 19 et 32 µg/m ³)	20 µg/m ³ (entre 17 et 29 µg/m ³)
		OUI		Valeur limite 40 µg/m ³		
				Évolution liée la restriction de vitesse	=	=

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

SITUATION DANS L'ENVIRONNEMENT DES ETABLISSEMENTS SENSIBLES

Les concentrations annuelles maximales en PM10 relevées dans l'environnement des quatre établissements sensibles situés dans la bande d'étude sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Dans l'environnement des quatre établissements sensibles, les niveaux moyens annuels de particules PM10 sont nettement inférieurs aux seuils réglementaires fixés.

Les concentrations moyennes annuelles en PM10 dans l'environnement de la Maison des Assistantes Maternelles de Saint-Alban, établissement sensible le plus proche de l'A62, sont légèrement plus élevées que pour les trois autres établissements sensibles situés dans la bande d'étude.

PM10	Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Concentration annuelle maximale dans l'environnement	
			Vitesse autorisée 130 km/h	Vitesse autorisée 110 km/h
Crèche municipale et école maternelle Nicolas Poussin AUCAMVILLE – située à 195 mètres de l'A62	OUI	Objectif qualité 30 µg/m ³ Valeur limite 40 µg/m ³	16 µg/m ³	16 µg/m ³
Maison des Assistantes Maternelles SAINT-ALBAN- située à 40 mètres de l'A62			19 µg/m ³	19 µg/m ³
École primaire publique Jean Jaurès SAINT-ALBAN – située à 180 mètres de l'A62			17 µg/m ³	17 µg/m ³
Crèche Multi Accueil SAINT-ALBAN – située à 135 mètres de l'A62			17 µg/m ³	17 µg/m ³

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

CONCLUSIONS

PM10

Impact positif peu significatif de la limitation de vitesse : Sur l'autoroute, diminution des niveaux de particules PM10 de 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au maximum.

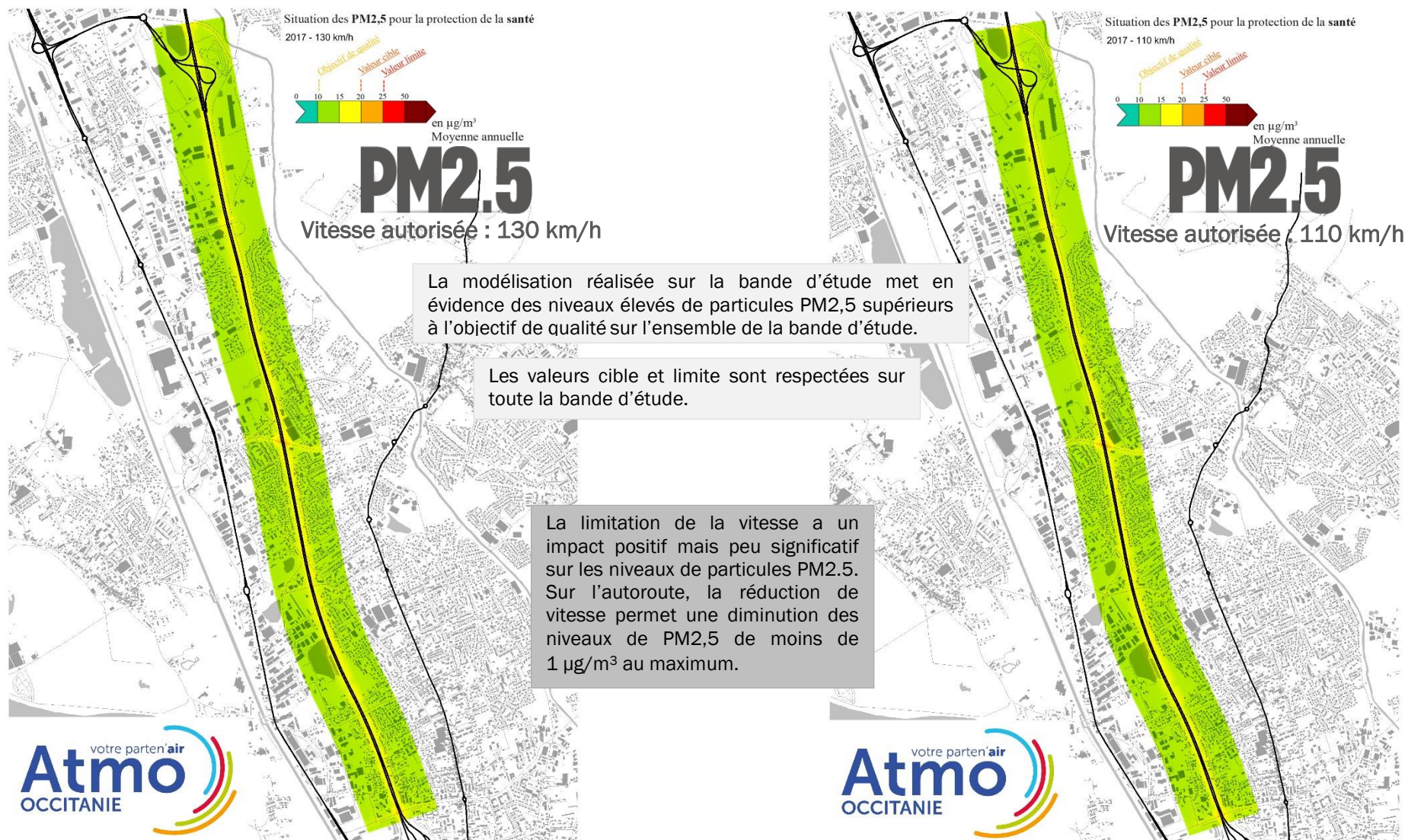
Sur l'autoroute, respect de la valeur limite mais pas de l'objectif de qualité.

En dehors de l'autoroute, respect de toutes les valeurs réglementaires pour les particules en suspension (PM10).

Pas de population exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs réglementaires dans la zone d'études.

ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN PARTICULES PM2,5

DISPERSION SUR LA BANDE D'ETUDE



COMPARAISON A LA REGLEMENTATION

Avec 66% des particules PM_{2,5} émises, le secteur des déplacements routiers est l'émetteur le plus important de particules PM_{2,5} sur les quatre communes traversées par l'A62. Les concentrations les plus élevées sont ainsi rencontrées dans les zones urbanisées, en bordure des axes routiers.

ÉVALUATION A PROXIMITE DU TRAFIC

EN BORDURE DE L'AUTOROUTE A62

Le long de l'autoroute, les niveaux de particules PM_{2,5} respectent la valeur limite et la valeur cible. En revanche, ils ne respectent pas l'objectif de qualité. La restriction de la vitesse sur l'autoroute entraîne une diminution des niveaux de particules PM_{2,5} le long de l'axe de 0.2 µg/m³ en moyenne similaire à celle observée pour les PM₁₀.

SOUS INFLUENCE DE L'AUTOROUTE

Hors de l'emprise de l'autoroute, les niveaux en PM_{2,5} ne respectent pas l'objectif de qualité comme sur l'ensemble de l'agglomération toulousaine.

Les concentrations diminuent très rapidement avec l'éloignement à l'axe routier puisque l'influence de l'autoroute sur les niveaux de PM_{2,5} n'est plus visible au delà de 75 mètres.

ÉVALUATION DU FOND URBAIN

En fond urbain dans la bande d'étude, les concentrations en PM_{2,5} respectent la valeur limite et la valeur cible sur l'ensemble de l'année 2017. L'objectif de qualité n'est, en revanche, pas atteint comme sur l'ensemble de l'agglomération toulousaine.

PM _{2.5}		Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Environnement <u>trafic</u> - Le long de l'autoroute	Environnement <u>trafic</u> - Sous influence autoroutière
Vitesse autorisée :	130 km/h	NON Sur toute la bande d'étude	Objectif de qualité 10 µg/m ³	16 µg/m ³ (entre 13 et 20 µg/m ³)	13 µg/m ³ (entre 12 et 18 µg/m ³)
		OUI	Valeur cible 20 µg/m ³		
		OUI	Valeur limite 25 µg/m ³		
	110 km/h	NON Sur toute la bande d'étude	Objectif de qualité 10 µg/m ³	16 µg/m ³ (entre 13 et 19 µg/m ³)	13 µg/m ³ (entre 12 et 18 µg/m ³)
		OUI	Valeur cible 20 µg/m ³		
		OUI	Valeur limite 25 µg/m ³		
		Évolution liée la restriction de vitesse	=	=	

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

SITUATION DANS L'ENVIRONNEMENT DES ETABLISSEMENTS SENSIBLES

Les concentrations annuelles maximales en PM_{2,5} relevées dans l'environnement des quatre établissements sensibles situés dans la bande d'étude sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Dans l'environnement des quatre établissements sensibles, les niveaux moyens annuels de particules PM_{2,5} respectent la valeur limite et la valeur cible. En revanche, ils sont, comme sur l'ensemble de

l'agglomération toulousaine, supérieurs à l'objectif de qualité.

Comme pour les PM₁₀, les concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} dans l'environnement de la Maison des Assistantes Maternelles de Saint-Alban, établissement sensible le plus proche de l'A62, sont légèrement plus élevées que pour les trois autres établissements sensibles situés dans la bande d'étude.

	Respect de la réglementation	Respect de la réglementation	Concentration annuelle maximale dans l'environnement	
			Vitesse autorisée 130 km/h	Vitesse autorisée 110 km/h
PM_{2.5}	Seuils Réglementaires	Seuils Réglementaires		
Crèche municipale et école maternelle Nicolas Poussin AUCAMVILLE – située à 195 mètres de l'A62	NON Objectif de qualité 10 µg/m ³	Valeur cible 20 µg/m ³ OUI Valeur limite 25 µg/m ³	11 µg/m ³	11 µg/m ³
Maison des Assistantes Maternelles SAINT-ALBAN- située à 40 mètres de l'A62			13 µg/m ³	13 µg/m ³
École primaire publique Jean Jaurès SAINT-ALBAN – située à 180 mètres de l'A62			11 µg/m ³	11 µg/m ³
Crèche Multi Accueil SAINT-ALBAN – située à 135 mètres de l'A62			11 µg/m ³	11 µg/m ³

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

CONCLUSIONS

PM_{2.5}

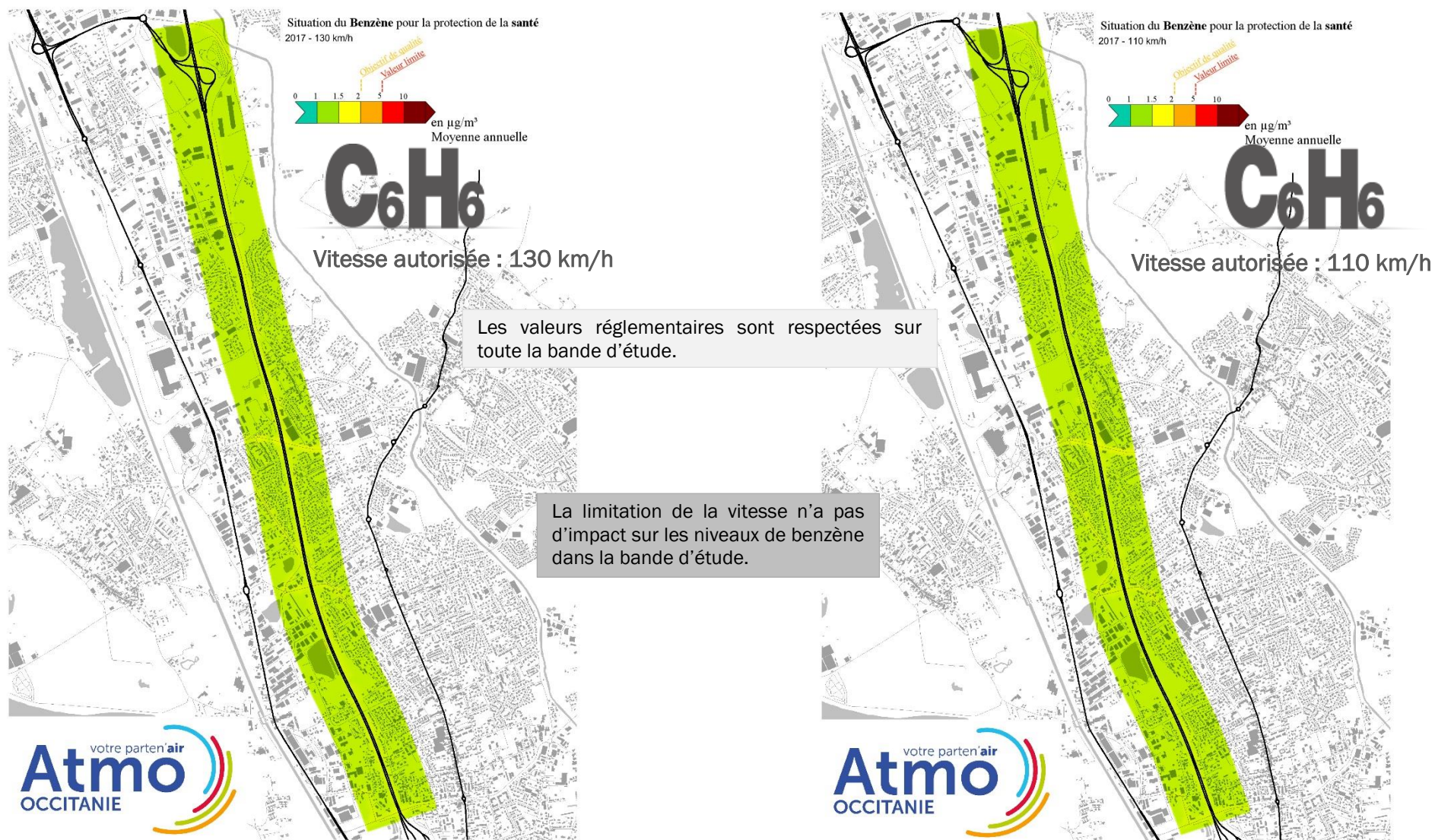
Impact positif peu significatif de la limitation de vitesse : sur l'autoroute, diminution des niveaux de particules PM_{2,5} de 0.7 µg/m³ au maximum,

Sur l'ensemble de la bande d'étude :

- Non respect de l'objectif de qualité,
- respect des valeurs limite et cible.

ÉVALUATION DE LA POLLUTION EN BENZÈNE

DISPERSION SUR LA BANDE D'ÉTUDE



Carte 5 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en benzène le long de l'autoroute A62 pour une vitesse autorisée sur l'A62 de 130 km/h et de 110 km/h, 2017

COMPARAISON A LA REGLEMENTATION

Sur la zone étudiée, les sources d'émission principales en benzène sont liées aux secteurs résidentiel, tertiaire puis au trafic routier : ainsi les concentrations les plus élevées sont attendues en milieu urbain à proximité du trafic routier.

ÉVALUATION A PROXIMITE DU TRAFIC

EN BORDURE DE L'AUTOROUTE A62

Le long de l'autoroute, les niveaux de benzène respectent toutes les réglementations.

Les concentrations maximales modélisées sont faibles, deux dixièmes de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ plus élevées que le niveau de fond urbain sur la zone. La restriction de la vitesse sur l'autoroute a un impact quasi nul pour ce polluant.

SOUS INFLUENCE DE L'AUTOROUTE

Hors de l'emprise de l'autoroute, les niveaux de benzène respectent toutes les réglementations.

Les concentrations en benzène les plus élevées, de l'ordre de $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont observées au croisement de l'autoroute A62 et de l'Avenue du 8 Mai 1945 à Saint-Alban. Il n'y a pas d'habitation sur cette zone.

Au delà de quelques dizaines de mètres de l'autoroute, les concentrations annuelles en benzène sont identiques aux concentrations de fond.

ÉVALUATION DU FOND URBAIN

En fond urbain dans la bande d'étude, les concentrations en benzène respectent les valeurs réglementaires, sur l'ensemble de l'année 2017.


C₆H₆		Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Environnement <u>trafic</u> - Le long de l'autoroute	Environnement <u>trafic</u> - Sous influence autoroutière
Vitesse autorisée :	130 km/h	OUI	Objectif qualité $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
			Valeur limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Max : $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Max : $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$
110 km/h	Objectif qualité $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Valeur limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Max : $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Max : $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
			Évolution liée la restriction de vitesse	=	=

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

PAS D'INFLUENCE DE L'AUTOROUTE A62 SUR LES NIVEAUX DE BENZENE DANS LES ETABLISSEMENTS SCOLAIRES

Sur le domaine d'études, le benzène est très rapidement dispersé, les niveaux de concentration dans l'environnement extérieur des quatre établissements

sensibles situés dans la bande d'étude sont faibles. Ils sont similaires aux niveaux relevés en sites de fond. Ces concentrations respectent les seuils réglementaires.

	Respect de la réglementation	Seuils réglementaires	Concentration annuelle maximale dans l'environnement	
			Vitesse autorisée 130 km/h	Vitesse autorisée 110 km/h
Crèche municipale et école maternelle Nicolas Poussin AUCAMVILLE – située à 195 mètres de l'A62	OUI	Objectif qualité 2 µg/m ³ Valeur limite 5 µg/m ³	1.2 µg/m ³	1.2 µg/m ³
Maison des Assistantes Maternelles SAINT-ALBAN- située à 40 mètres de l'A62			1.2 µg/m ³	1.2 µg/m ³
École primaire publique Jean Jaurès SAINT-ALBAN – située à 180 mètres de l'A62			1.2 µg/m ³	1.2 µg/m ³
Crèche Multi Accueil SAINT-ALBAN – située à 135 mètres de l'A62			1.2 µg/m ³	1.2 µg/m ³

µg/m³ : microgramme par mètre cube

CONCLUSIONS



Pas d'impact de la limitation de vitesse sur les concentrations moyennes annuelles en benzène dans la zone d'études.

Respect des valeurs réglementaires sur l'ensemble de la zone d'étude.

IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE SUR LES EMISSIONS ROUTIERES DE LA PORTION D'AUTOROUTE CONCERNEE

Les émissions routières sont déterminées pour l'ensemble des polluants atmosphériques et les gaz à effet de serre selon la méthodologie élaborée au niveau national par le Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux, à l'aide de l'outil CIRCUL'AIR (conforme à COPERT V) pour les déplacements routiers.

Afin d'étudier l'impact de la restriction de la vitesse sur l'A62 sur les émissions de polluants atmosphériques, seul la vitesse des véhicules a été modifiée, les hypothèses de nombre de véhicules et de profil de répartition des véhicules sur la journée restent constantes.

HYPOTHESE DE TRAFIC POUR LE CALCUL DES EMISSIONS

Le parc roulant de référence est le parc roulant 2017 issu des données CITEPA. Les émissions associées à ce parc ont été déterminées selon la méthodologie COPERT V.

Pour l'autoroute A62, les émissions ont été calculées à partir des données de comptages horaires fournies par Vinci Autoroutes pour l'année 2017. Le nombre de véhicules légers et poids lourds en circulation sur l'A62 heure par heure permet d'établir des profils par horaires, journaliers et mensuels.

Les données de comptage sur le réseau routier hors A62 proviennent soit des données de comptage réelles données par les différents gestionnaires de voiries (CD 31, DIRSO, 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.

La vitesse considérée sur l'ensemble des axes de la zone d'études est adaptée par rapport à la vitesse autorisée.

Pour l'autoroute A62, hors échangeurs, la vitesse autorisée est de 130 km/h puis de 110 km/h.

Le tableau ci-après apporte des précisions sur la vitesse réelle prise en compte dans le calcul des émissions (données issues du guide méthodologique de réalisation des inventaires territoriaux – PCIT 2) :

Vitesse limite de circulation	Vitesse réelle prise en compte par trafic fluide	
	Véhicules légers	Poids lourds
130 km/h	126	82
110 km/h	106.4	82

Sont déterminées pour chaque heure de l'année le nombre et la vitesse des véhicules en estimant la congestion des routes qui est fonction de la charge horaire et de la capacité de chaque voie.

IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE SUR LES EMISSIONS EN POLLUANTS ATMOSPHERIQUES DE L'A62

Les émissions moyennes des différents polluants, les émissions de gaz à effet de serre pour la portion de l'A62 dont la vitesse est modifiée sont indiquées dans les tableaux ci-dessous.

La comparaison des deux scénarii permet d'évaluer l'impact de la limitation de vitesse sur la portion de l'autoroute A62 comprise entre la gare de péage Saint-Jory et la gare de péage de Toulouse Nord.

A trafic constant sur l'A62, la limitation de la vitesse permet une diminution non négligeable des émissions annuelles de l'ensemble des polluants atmosphériques majeurs. Cette baisse varie selon les polluants.

Elle est de :

- 25% pour le benzène
- 22 % pour les NOx,
- 5% pour les particules PM2,5
- 3% pour les particules PM10.

Cela représente un gain d'émission de :

- 40 tonnes par an pour les NOx
- 546 kg par an pour les PM10
- 580 kg/an pour les PM2,5
- 27 kg/an pour le benzène.

Le NO₂ est le polluant pour lequel la baisse est la plus significative.

	Milliers de km parcourus par jour	Émissions - en tonnes par an			Émissions - en kg par an
		NOx	PM10	PM2,5	C ₆ H ₆
Vitesse 130 km/h	471 195	184	16	11	112
Vitesse 110 km/h		144	15	10	84

Impact restriction de vitesse	Évolution (en %)			
	NOx	PM10	PM2,5	C ₆ H ₆
	↘ -22%	↘ -3%	↘ -5%	↘ -25%

Tableau 1 : Émissions annuelles en différents polluants des déplacements routiers et impact en relatif de la restriction de la vitesse autorisée de 130 km/h à 110 km/h sur l'autoroute A62.

IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE SUR LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DE L'A62

Dans le tableau ci-contre sont indiqués les émissions de gaz à effet de serre sur le tronçon de l'A62 ainsi que l'évolution des quantités de gaz à effet de serre.

La diminution de la vitesse réglementaire sur l'A62 entre les gares de péage de Saint Jory et de Toulouse Nord permet une diminution de la consommation de carburant de 9%. Cela se traduit par une baisse similaire des émissions de gaz à effet de serre et plus particulièrement du dioxyde de carbone. Ce sont ainsi environ 4 020 tonnes de CO₂ qui ne sont pas émises dans l'atmosphère soit l'équivalent des émissions d'une commune d'un peu plus de 1 000 habitants¹

	Émissions de gaz à effet de serre en équivalent CO ₂ tonnes/an	Évolution
Vitesse 130 km/h	43 934	↘ -9%
Vitesse 110 km/h	39 912	

Tableau 2 : Émissions annuelles en gaz à effet de serre des déplacements routiers et impact en relatif de la restriction de la vitesse autorisée de 130 km/h à 110 km/h sur l'autoroute A62.

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.

ANNEXE I : RESULTATS DU DISPOSITIF DE MESURE DE L'ÉTUDE

PRESENTATION DU DISPOSITIF MIS EN PLACE

Les mesures réalisées ont pour objectif de quantifier l'impact réel de la baisse de vitesse de 130 km/h à 110 km/h sur la section de l'autoroute A62 comprise entre la gare barrière du péage de Toulouse nord et l'échangeur n° 11 de Saint-Jory sur la qualité de l'air.

Pour ce faire, plusieurs dispositifs de mesures sont temporairement installés sur la zone d'étude :

- Une **station mobile** mesure 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. Cette station mobile fournit en temps réel une concentration moyenne sur tous les quarts d'heure.
- Des **échantillonneurs passifs** évaluent la dispersion de certains polluants. Ils fournissent une concentration moyenne sur l'ensemble du temps d'exposition.

A partir des concentrations mesurées, les **concentrations annuelles sont estimées** 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 IV**.

LA STATION MOBILE

La station mobile a été installée au plus proche de l'autoroute sur l'accès de secours coté Est de l'A62 (accès par l'impasse Mozart à Aucamville) dans le prolongement des glissières de sécurité (juste après refuge 222N) du 25 octobre au 24 novembre 2017 puis du 27 septembre au 14 novembre 2018. **Cette station est représentative de la qualité de l'air en bordure de l'autoroute A62, dans la bande d'étude.**

La station mobile a été équipée d'analyseurs permettant la mesure des polluants suivants :

- Dioxyde d'azote (NO₂),
- Particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10),
- Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM2,5),

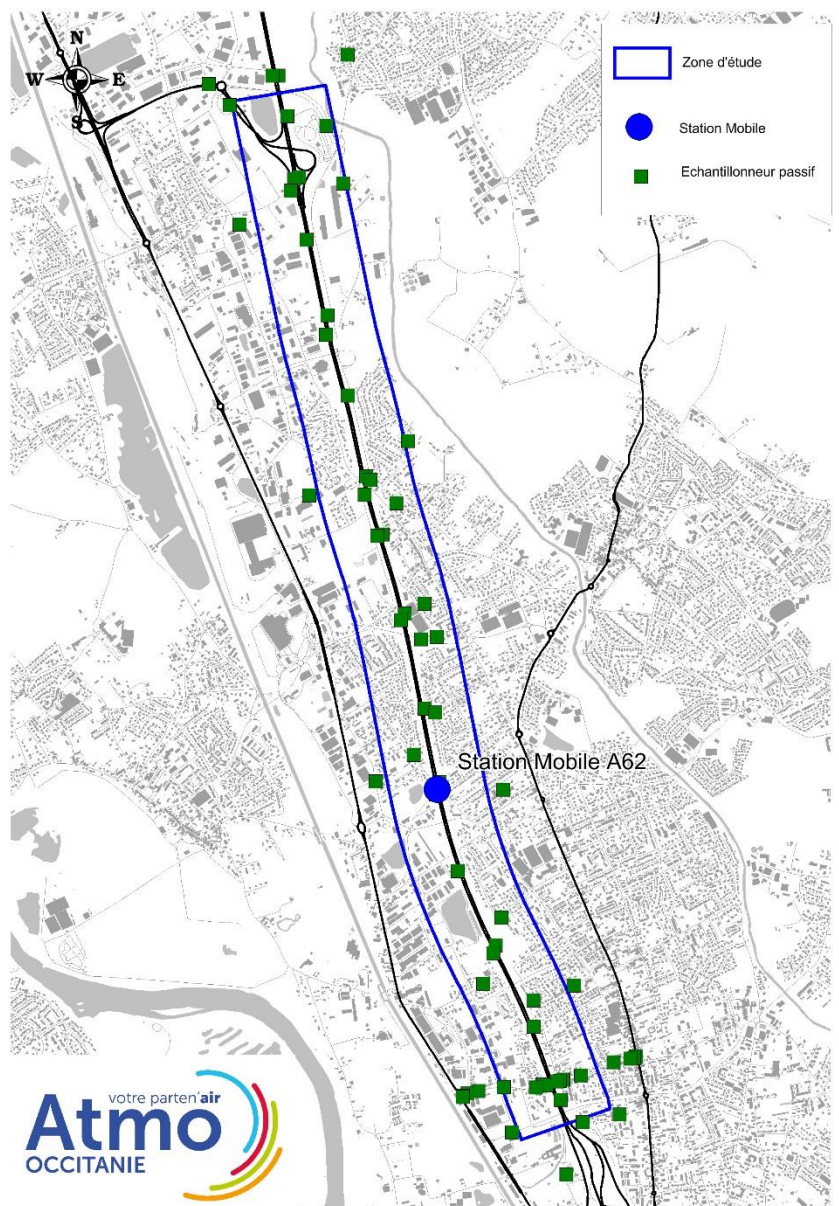
LES ECHANTILLONNEURS PASSIFS

Les échantillonneurs passifs ont été installés du 06 au 20 novembre 2017 puis du 02 au 17 octobre 2018 dans l'environnement de l'autoroute A62.

Ces échantillonneurs passifs permettent d'évaluer la dispersion du dioxyde d'azote NO₂ et du benzène, par rapport à la distance à la voie. Pour cette étude, le niveau de pollution en NO₂ est évalué sur 65 sites.

La pollution en benzène est évaluée sur 15 sites.

La campagne de mesures par échantillonneurs passifs est réalisée simultanément à celle de la station mobile afin de comparer et ajuster les concentrations mesurées.



Carte 6 : Position de la station mobile et des échantillonneurs passifs sur le domaine d'études.

MESURE DU DIOXYDE D'AZOTE

IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE

SUR LES CONCENTRATIONS ANNUELLES EVALUEES

Les niveaux en NO₂ annuels avant et après restriction de la circulation décrits ci-dessous sont évalués à partir des concentrations mesurées par la station mobile implantée sur l'accès de secours coté Est de l'A62 juste après refuge 222N, ainsi que par échantillonneurs passifs sur 66 sites, dont 24 en bordure de l'autoroute et 42 dans l'environnement proche de cet axe routier.

En proximité de l'autoroute, les concentrations en dioxyde d'azote évalués pour l'année 2017 diminuent lorsque la vitesse réglementaire est limitée. Le gain en termes de concentration apparait donc significatif en proximité du trafic routier. La modélisation a permis de confirmer ce constat.

NO ₂		Station mobile bord de l'A62 - année 2017		
		Vitesse : 130 km/h	Vitesse : 110 km/h	Évolution
Station de mesures	Concentration annuelle	41 µg/m ³	34 µg/m ³	↘ -16%
	Dépassement de 200 µg/m ³ en concentration horaire	0 dépassement	0 dépassement	-
Échantillonneurs passifs	Ensemble des sites de mesures	36 µg/m ³	33 µg/m ³	↘ -6%
	En bordure de l'autoroute	60 µg/m ³ 21 sites de mesures > 40 µg/m ³	52 µg/m ³ 19 sites de mesures > 40 µg/m ³	↘ -14%
	Dans l'environnement proche de l'axe routier	21 µg/m ³ 1 site de mesures > 40 µg/m ³	22 µg/m ³ 2 sites de mesures > 40 µg/m ³	=

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

Le tableau ci-dessous décrit les statistiques issues des concentrations moyennes en NO₂ estimées avant et après la limitation de la vitesse sur l'A62.

Il met en évidence des variations de concentration entre les sites dans l'environnement proche de l'autoroute et les sites en bordure de l'autoroute.

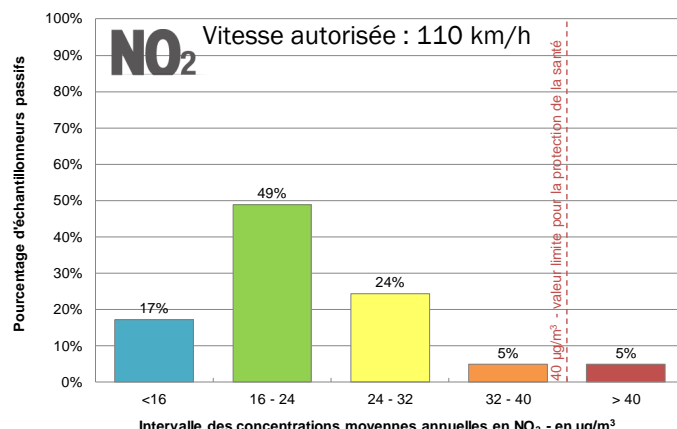
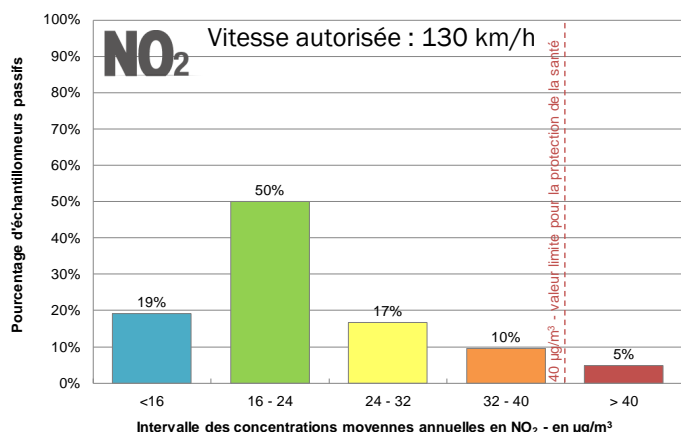
En bordure de l'autoroute, les variations de concentration sont élevées mais également très variables selon la topographie du site ; l'écart-type est donc plus élevé.

NO ₂		Échantillonneurs passifs				
		Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Écart Type
Sites en bordure de l'autoroute	Vitesse : 130 km/h	25 µg/m ³	93 µg/m ³	60 µg/m ³	64 µg/m ³	± 17 µg/m ³
	Vitesse : 110 km/h	22 µg/m ³	98 µg/m ³	52 µg/m ³	52 µg/m ³	± 15 µg/m ³
Sites dans l'environnement proche de l'autoroute	Vitesse : 130 km/h	10 µg/m ³	41 µg/m ³	21 µg/m ³	20 µg/m ³	± 7 µg/m ³
	Vitesse : 110 km/h	7 µg/m ³	46 µg/m ³	23 µg/m ³	21 µg/m ³	± 8 µg/m ³

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

Les graphiques ci-dessous mettent en évidence la dispersion des concentrations moyennes annuelles estimées des échantillonneurs passifs sur les sites de mesure dans l'environnement proche de l'autoroute

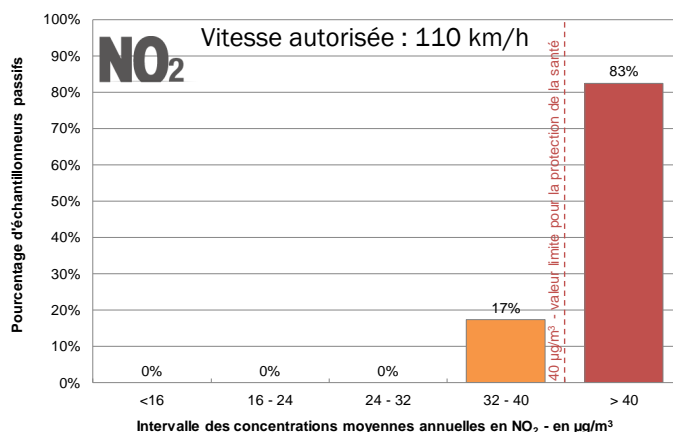
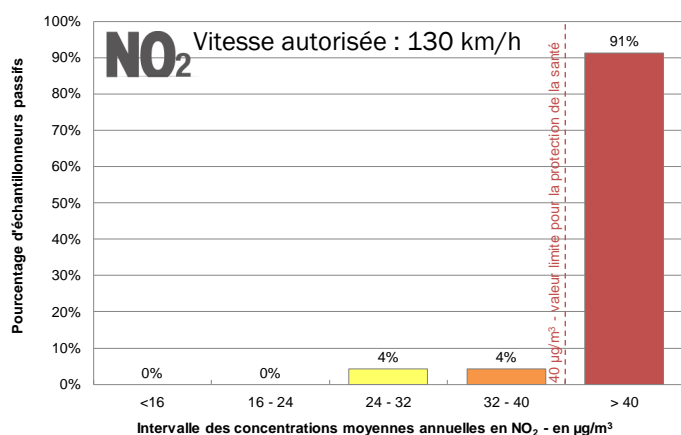
pour une vitesse réglementaire de 130 km/h et 110 km/h. La quasi-totalité des sites respectent la valeur limite réglementaire pour la santé, seul 1 site sur 40 ne respecte pas la valeur limite.



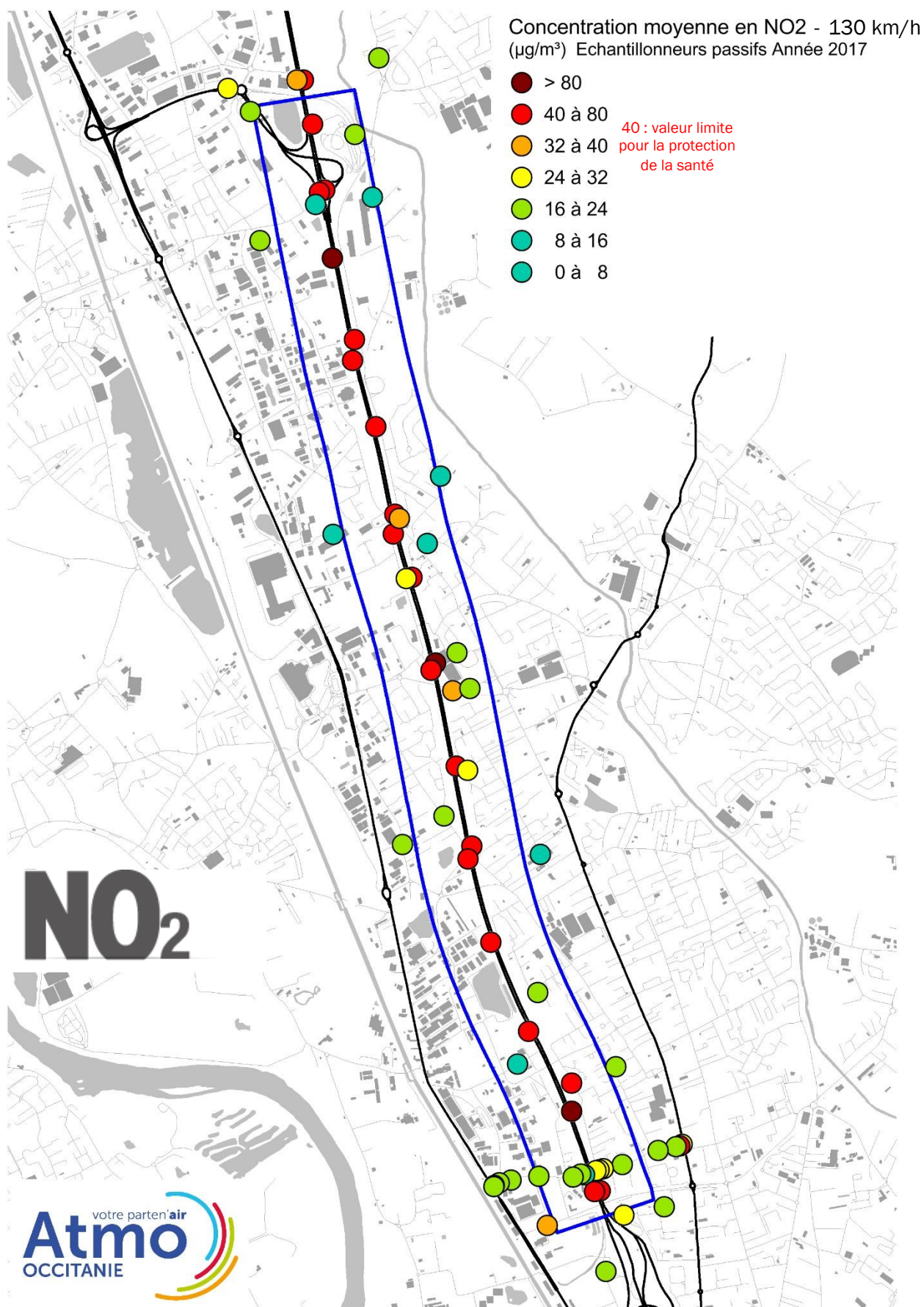
Graphes 1: Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en NO₂ dans l'environnement proche de l'autoroute pour une vitesse autorisée sur l'A62 de 130 km/h et de 110 km, 2017

Les graphiques ci-dessous met en évidence la dispersion des concentrations des échantillonneurs passifs sur les sites de mesure en bordure de l'autoroute. La quasi-

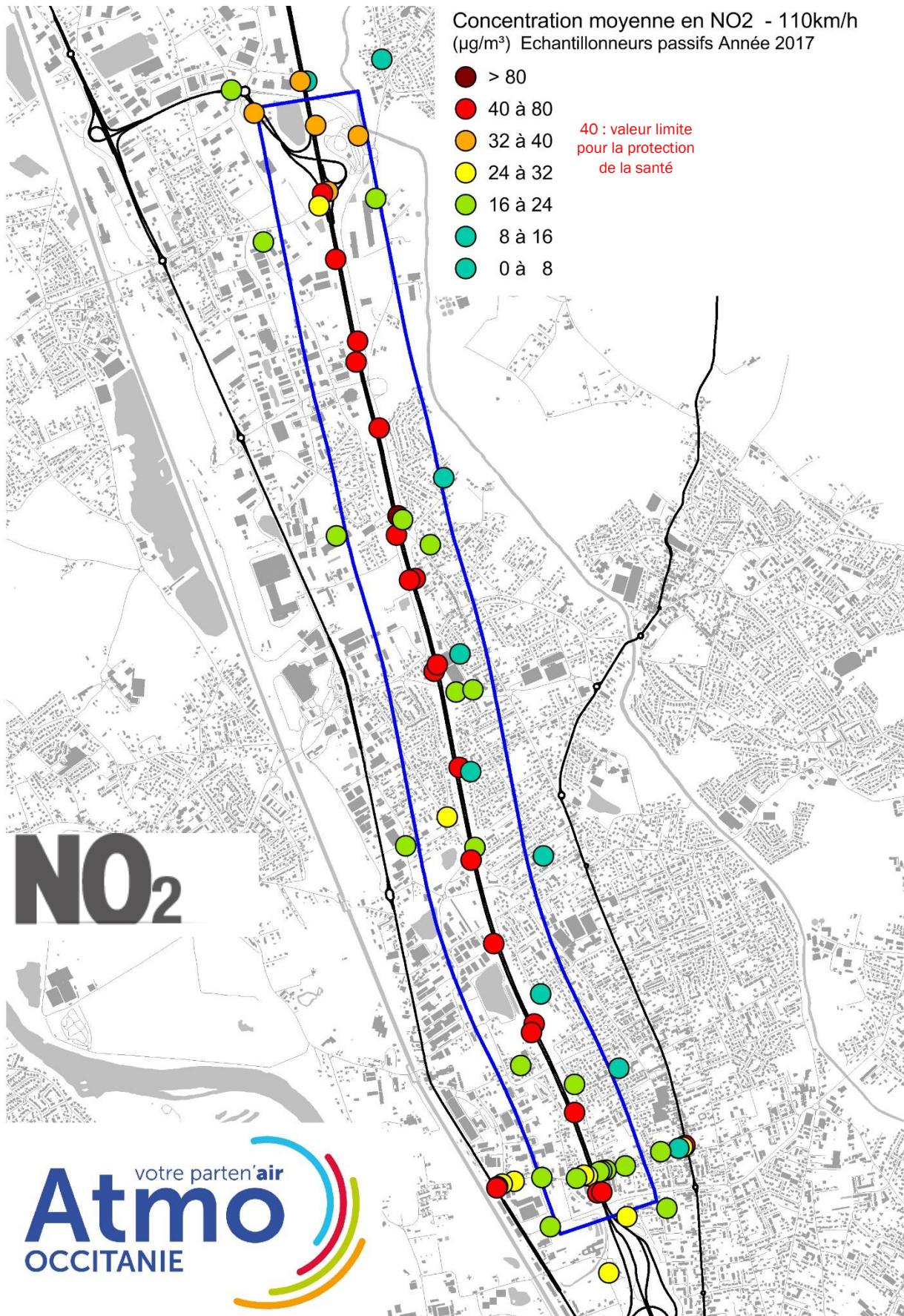
totalité des sites ne respectent pas la valeur limite réglementaire pour la santé.



Grphe 2: Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en NO₂ en bordure de l'autoroute pour une vitesse autorisée sur l'A62 de 130 km/h et de 110 km, 2017



Carte 7 : Concentrations moyennes annuelles estimées des échantillonneurs passifs en NO₂, vitesse à 130 km/h, 2017



Carte 8 : Concentrations moyennes annuelles estimées des échantillonneurs passifs en NO₂, vitesse à 110 km/h, 2017

COMPARAISON AUX STATIONS DE MESURES DE L'AGGLOMERATION TOULOUSAINE

Les niveaux en NO₂ présentés ci-dessous ont été mesurés pendant un mois en 2017 et 2018 par la station mobile implantée sur l'accès de secours coté Est de l'A62 juste après refuge 222N.

Au bord de l'autoroute A62, les concentrations en NO₂ ont chuté de 34% entre 2017 et 2018 tandis que les niveaux en proximité trafic sur l'agglomération

toulousaine ont diminué entre 11.6 et 25.5% sur la même période. La diminution de concentration en NO₂ obtenue le long de l'A62 est donc supérieure à celle enregistrée en proximité trafic sur l'agglomération toulousaine. **La restriction de la vitesse a permis une diminution des niveaux de dioxyde d'azote dans l'environnement de l'autoroute.**

NO ₂	A62	Agglo. toulousaine	Agglo. toulousaine	Agglo. toulousaine
	Station bord de l'A62	Environnement trafic [Route d'Albi]	Environnement trafic [Port de l'Embouchure]	Environnement trafic [périphérique]
Concentration moyenne 2017	41 µg/m ³	44 µg/m ³	54 µg/m ³	74 µg/m ³
Concentration moyenne 2018	27 µg/m ³	39 µg/m ³	40 µg/m ³	63 µg/m ³
Évolution 2018 / 2017	-34.0% ↘	-11.6% ↘	-25.5% ↘	-15.6% ↘

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

ESTIMATION DE L'IMPACT DE LA RESTRICTION DU TRAFIC SUR LA REPARTITION DES CONCENTRATIONS EN NO₂

En proximité trafic, les niveaux de dioxyde d'azote varient fortement au cours de la journée. Nous avons étudié l'impact de la restriction de la vitesse du trafic routier sur les niveaux horaires de dioxyde d'azote en comparant les niveaux horaires de NO₂ mesurés pendant les deux campagnes de mesures 2017 et 2018.

Pendant les deux périodes de mesures, les concentrations en NO₂ les plus élevées ont été mesurées pendant les jours ouvrés lorsque la circulation routière est la plus importante. L'évolution des concentrations en NO₂ a été étudiée sur les jours ouvrés lors des deux campagnes de mesures.

Afin de s'affranchir des éventuelles variations de trafic liées aux vacances scolaires, celles-ci n'ont pas été prises en compte pour la comparaison des niveaux mesurés sur les deux périodes de mesures.

La restriction de vitesse a permis une diminution de la vitesse des véhicules sur l'autoroute A62 entre les deux périodes étudiées. Cette baisse est variable sur la journée, elle est quasi nulle entre 1h00 et 7h00 du matin et à 00h00. Elle est en moyenne de 8 km/h sur le reste de la journée.

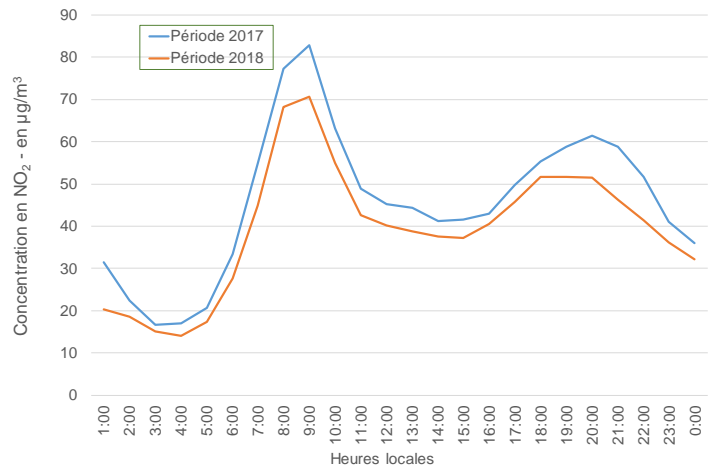
Divers paramètres peuvent influencer sur les écarts de niveaux de NO₂ mesurés entre les deux campagnes :

- Le trafic routier,
- Les conditions météorologiques.

Entre les deux périodes 2017 et 2018, le trafic routier véhicules légers augmente de 2%. Il passe ainsi de près de 66 500 véhicules /jour ouvré en 2017 à 68 100 véhicules /jour ouvré en 2018. Le trafic routier des poids lourds augmente quant à lui de 0.4%. La hausse du trafic peut donc être considérée comme négligeable entre les deux périodes de mesures.

Afin d'écartier l'hypothèse de l'influence des conditions météorologiques sur cette baisse des concentrations, nous avons comparé les niveaux horaires mesurés par les stations trafic toulousaines sur les mêmes périodes de mesures.

Nous présentons ci-contre les profils obtenus pour la station trafic toulousaine Route d'Albi. Les conditions météorologiques ont permis une diminution des niveaux de NO₂ moyenne de l'ordre de 13% sur la station Périphérique, 14% sur la station situé Route d'Albi et 9% pour la station implantée sur le Port de l'Embouchure. La baisse des concentrations est homogène sur l'ensemble de la journée.

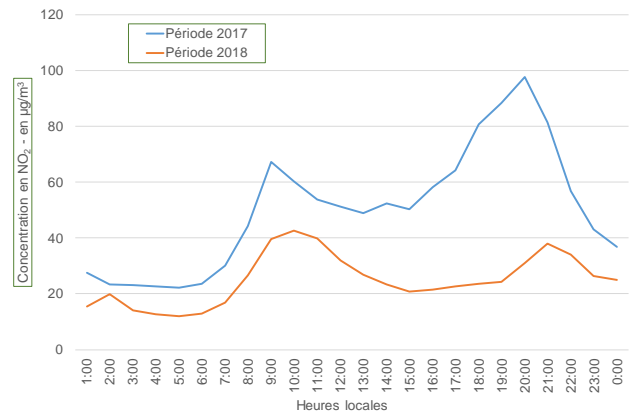


Graphe 3: Comparaison concentrations moyennes horaires en NO₂ mesurés lors des campagnes de mesures 2017 et 2018 par la station Route d'Albi

Sur l'A62, les niveaux de NO₂ diminuent fortement entre les deux périodes de mesures. Cette diminution est :

- Assez stable entre 1h00 et 7h00 locales et à 0h00, heures pendant lesquelles les vitesses des véhicules ont été similaires sur les deux périodes de mesures. Cette baisse peut donc être attribuée aux conditions météorologiques plus dispersives en 2018, dont l'effet a été mis en évidence sur les différentes stations trafic toulousaines,
- Plus forte entre 8h00 et 23h00 et plus particulièrement au moment du pic de circulation du soir.

Sur la période de mesures, la restriction de la vitesse a eu un effet variable sur les niveaux de NO₂ en fonction de l'heure de la journée. Il peut être considéré comme nul la nuit. En revanche, il est bénéfique dans la journée et plus particulièrement lors du pic de circulation du soir.



Graphe 4: Comparaison des concentrations moyennes horaires en NO₂ mesurés lors des campagnes de mesures 2017 et 2018 au bord de l'A62 - jours ouvrés

MESURE DES PARTICULES

IMPACT DE LA RESTRICTION DE VITESSE

Les niveaux en particules PM10 et PM2,5 annuels avant et après restriction de la circulation sont évalués à partir des concentrations mesurées par la station mobile implantée sur l'accès de secours coté Est de l'A62 juste après refuge 222N.

En proximité de l'autoroute, les concentrations en particules PM10 modélisées pour l'année 2017 diminuent légèrement lorsque la vitesse réglementaire

est limitée. Le gain en termes de concentration apparaît néanmoins faible en proximité du trafic routier.

Pour les particules PM2,5, la restriction de vitesse n'induit pas de diminution de la concentration annuelle.

La modélisation a permis de confirmer les constats faits ici.

	Station bord de l'A62	
	PM10	PM2,5
Concentration moyenne annuelle- vitesse à 130 km/h	21 µg/m ³	13 µg/m ³
Dépassements évalués de 50 µg/m³ en concentration journalière	6 dépassements	-
Concentration moyenne annuelle- vitesse à 110 km/h	18 µg/m ³	14 µg/m ³
Dépassements évalués de 50 µg/m³ en concentration journalière	3 dépassements	-

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

COMPARAISON AUX STATIONS DE MESURES DE L'AGGLOMERATION TOULOUSAINE

Les niveaux en particules PM10 et PM2,5 présentés ci-dessous ont été mesurés pendant un mois en 2017 et 2018 par la station mobile implantée sur l'accès de secours coté Est de l'A62 juste après refuge 222N.

Au bord de l'autoroute A62, les concentrations en particules PM10 ont chuté de près de 37% entre 2017 et 2018 tandis que les niveaux en proximité trafic sur l'agglomération toulousaine ont diminué entre 17.2 et

22.7% sur la même période. La diminution de concentration en PM10 obtenue le long de l'A62 est donc supérieure à celle enregistrée en proximité trafic sur l'agglomération toulousaine. **La restriction de la vitesse a permis une diminution des niveaux de particules PM10 dans l'environnement de l'autoroute.**

PM10	A62	Agglo. toulousaine	Agglo. toulousaine	Agglo. toulousaine
	Station bord de l'A62	Environnement trafic [Route d'Albi]	Environnement trafic [Port de l'Embouchure]	Environnement trafic [périphérique]
Concentration moyenne 2017	25 µg/m ³	27 µg/m ³	29 µg/m ³	33 µg/m ³
Concentration moyenne 2018	16 µg/m ³	21 µg/m ³	22 µg/m ³	27 µg/m ³
Évolution 2018 / 2017	-36.5% ↓	-22.3% ↓	-22.7% ↓	-17.2% ↓

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

Au bord de l'autoroute A62, les concentrations en particules PM2.5 ont chuté de plus de 42% entre 2017 et 2018 tandis que les niveaux en proximité trafic sur l'agglomération toulousaine ont diminué de 36.5% sur la même période. La diminution de concentration en PM10 obtenue le long de l'A62 est du même ordre de grandeur que celle enregistrée en proximité trafic sur l'agglomération toulousaine. **La restriction de la vitesse a peu d'impact sur les niveaux de particules PM2,5 dans l'environnement de l'autoroute.**

PM2.5	A62 Station bord de l'A62	Agglo. toulousaine Environnement trafic [Route d'Albi]
	Concentration moyenne 2017	18 µg/m³
Concentration moyenne 2018	11 µg/m³	12 µg/m³
Évolution 2018 / 2017	-42.2% ↘	-36.5% ↘

µg/m³ : microgrammes par mètre cube d'air

MESURE DU BENZENE

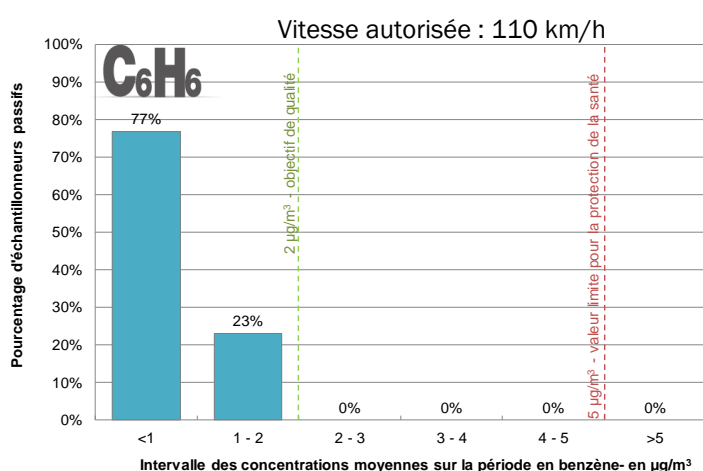
Les niveaux en benzène sont mesurés par échantillonneurs passifs sur 14 sites dont 5 sites en bordure de l'autoroute A62.

Le tableau ci-dessous met en évidence l'homogénéité des concentrations sur la zone, les concentrations en bordure de l'autoroute restant faibles.

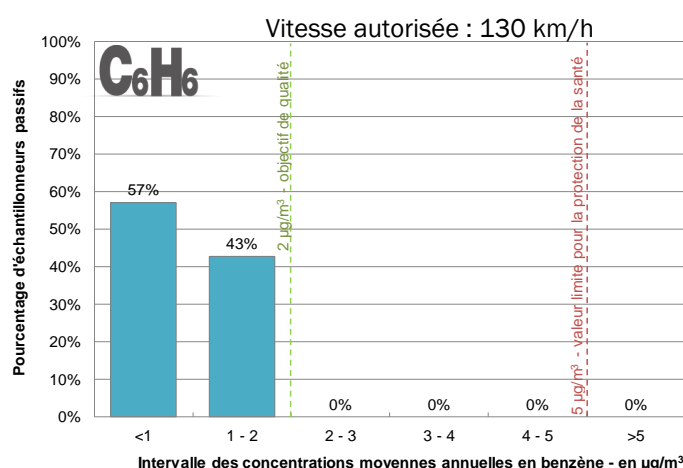
C ₆ H ₆	Moyenne sur la période	Médiane	Minimum	Maximum	Écart Type
Zone d'étude – période de mesures 2017	0.7 µg/m³	0.9 µg/m³	0,1 µg/m³	1,5 µg/m³	± 0,6 µg/m³
Zone d'étude – période de mesures 2018	0.7 µg/m³	0.6 µg/m³	0.5 µg/m³	1.3 µg/m³	± 0,3 µg/m³

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

Les graphiques ci-contre montrent la dispersion des concentrations des échantillonneurs passifs sur les sites de mesure choisis dans la bande d'étude pour les deux campagnes de mesures : elles sont toutes inférieures à l'objectif de qualité de 2 µg/m³.

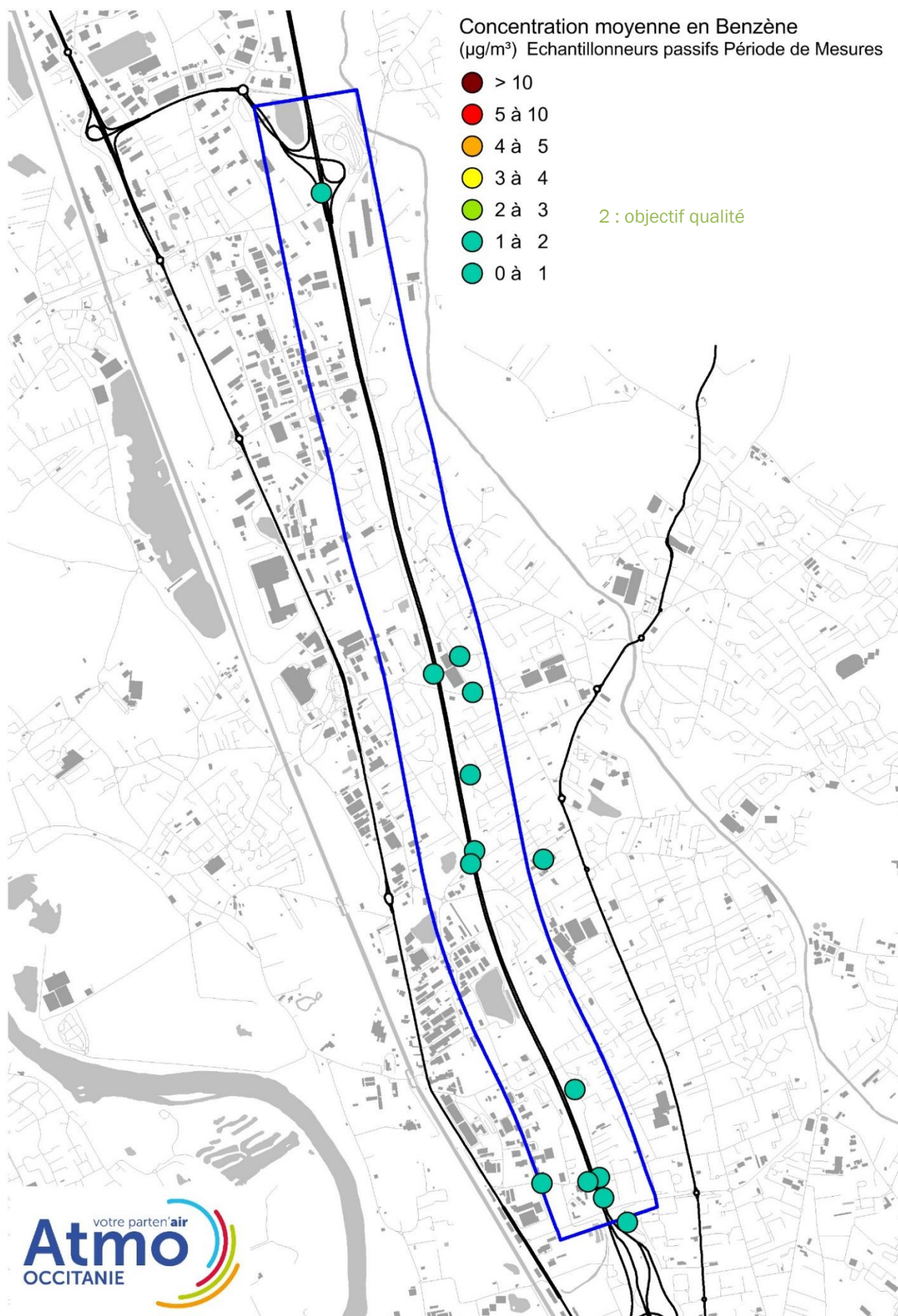


Graph 6 : Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en benzène - période de mesures 2018



Graph 5 : Répartition des échantillonneurs passifs en fonction des intervalles de concentration en benzène - période de mesures 2017

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



Carte 9 : Concentrations moyennes des échantillonneurs passifs en benzène, période de mesures

ANNEXE II : INVENTAIRE DES EMISSIONS

ORIGINE DE LA POLLUTION SUR LES COMMUNES TRAVERSEES PAR LE TRONÇON DE L'A62 ETUDIE

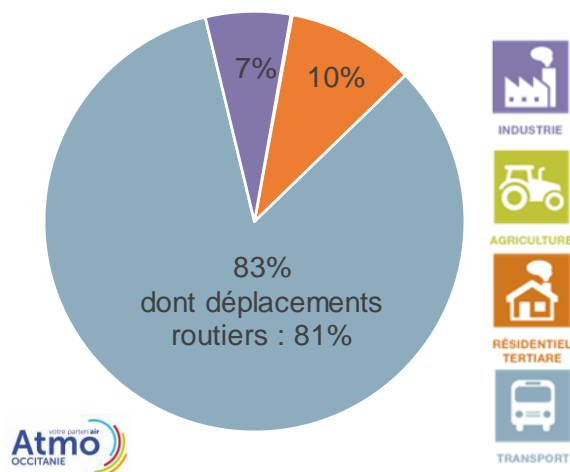
La quantification des émissions des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre et l'évaluation de la contribution des différents secteurs d'activité s'appuient sur l'inventaire des émissions d'Atmo Occitanie dans sa dernière version disponible.

La portion de l'autoroute étudiée s'étend sur les communes de Toulouse, Aucamville, Saint-Alban, et Bruguères.

Le secteur agricole contribue pour moins de 1% aux émissions des différents polluants présentés ci-dessous.

LES OXYDES D'AZOTE

Sur les quatre communes traversées par l'autoroute A62, 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 2% des émissions totales, les déplacements routiers contribuant, quant à eux, à 81% des émissions totales. Les dispositifs de chauffage résidentiel et tertiaire et les industries, représentent respectivement 10 et 7 % des émissions de NOx.

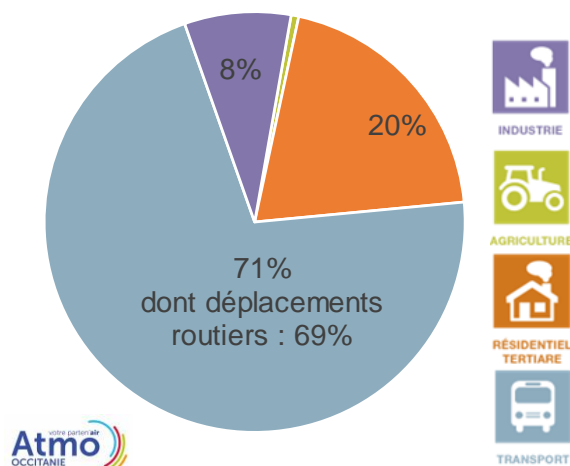


Graph 7 : Répartition des sources d'oxydes d'azote sur les communes traversées par l'A62 - année 2015

Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.6_Occ_2010_2015

LES PARTICULES DE DIAMETRE INFERIEUR A 10 µM

Les émissions de particules PM10 sont majoritairement issues des déplacements routiers. Ainsi, ce secteur est la source de 69% des particules PM10 émises sur les quatre communes traversées par l'autoroute A62. Le résidentiel et les industries représentent respectivement 20 et 8 % des émissions de PM10.

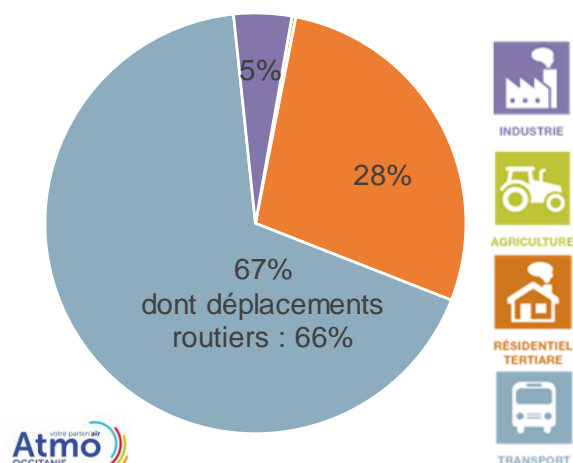


Graph 8 : Répartition des sources de particules PM10 sur les communes traversées par l'A62 - année 2015

Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.6_Occ_2010_2015

LES PARTICULES DE DIAMETRE INFERIEUR A 2,5 µM

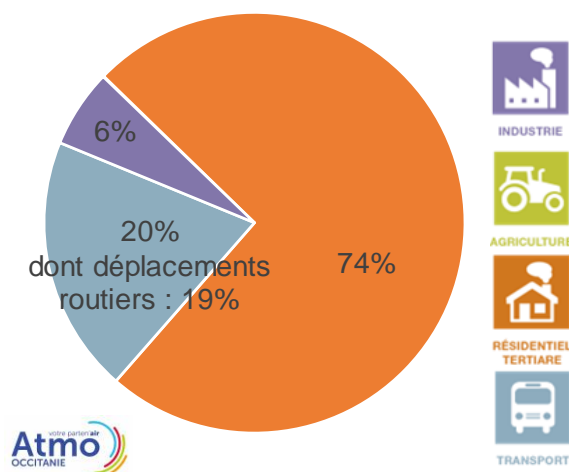
Avec 66% des particules PM_{2,5} émises, le secteur des déplacements routiers est également l'émetteur le plus important de particules PM_{2,5} sur les quatre communes. Le résidentiel est le second émetteur de particules.



Graph 9 : Répartition des sources de particules PM_{2,5} sur les communes traversées par l'A62- année 2015
Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.6_Occ_2010_2015

LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS NON METHANIQUE

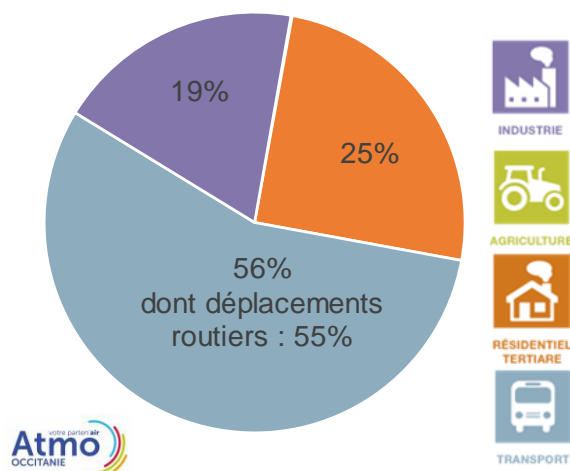
Avec 74% émis, le secteur résidentiel - tertiaire est l'émetteur majoritaire de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques sur les quatre communes. Les déplacements routiers émettent, quant à eux, 19% des COVNM totaux.



Graph 10 : Répartition des sources de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques sur les communes traversées par l'A62- année 2015
Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.6_Occ_2010_2015

LES GAZ A EFFET DE SERRE

Sur les quatre communes, les émissions de gaz à effet de serre sont majoritairement issues des déplacements routiers, lesquels représentent 55% des émissions de GES. Résidentiel-tertiaire et industries représentent quant à eux respectivement 25% et 19% des émissions de GES.



Graph 11 : Répartition des sources de gaz à effet de serre sur les communes traversées par l'A62- année 2015
Source : Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.6_Occ_2010_2015

ANNEXE III : ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION DU TRAFIC ROUTIER SUR L'AUTOROUTE A62 ENTRE 2017 ET 2018

Pour chaque sens de circulation, le trafic moyen journalier annuel sur l'autoroute A62, établi à partir des données de trafic fournies par Vinci Autoroutes, est indiqué ci-dessous.

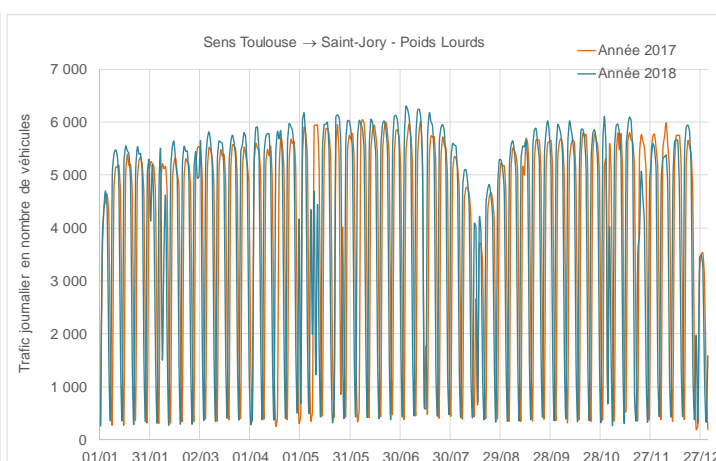
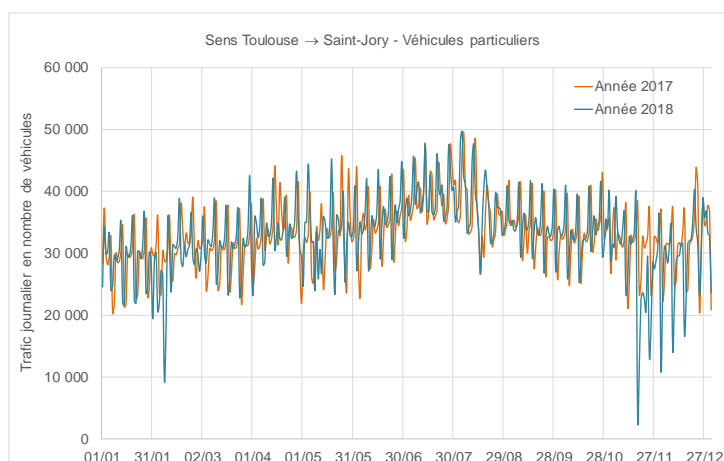
Le trafic moyen journalier annuel des véhicules légers diminue entre 2017 et 2018 tandis qu'il augmente pour les poids lourds

	Sens Toulouse – Saint-Jory			
	TMJA tot	VL	PL	%PL
2017	36 494	32 603	3 891	10.66%
2018	36 031	32 068	3 964	11.00%
Évolution 2018 /2017	-1.3%	-1.6%	1.9%	-

	Sens Saint Jory - Toulouse			
	TMJA tot	VL	PL	%PL
2017	37 125	33 107	4 018	10.82%
2018	36 848	32 759	4 088	11.10%
Évolution 2018 /2017	-0.7%	-1.1%	1.7%	-

L'étude de l'évolution journalière du trafic montre que cette diminution du trafic véhicules routiers n'est pas attribuable à la restriction de vitesse. En effet, elle met en évidence une chute du trafic véhicules légers sur

l'autoroute l'A62 à partir de fin novembre sans doute en lien avec le mouvement des gilets jaunes.



Graph 12: Évolution du trafic journaliers véhicules légers et poids en 2017 et 2018 dans le sens Toulouse -> Saint Jory pour 2017 et 2018

Pour estimer une évolution cohérente du trafic entre 2017 et 2018, le TMJA moyen des années 2017 et 2018 a été calculé sur les périodes non impactées par le mouvement des gilets jaunes : du 01/01 au 16/11 puis du 23/12 au 31/12/2018 soit sur 329 jours.

	Sens Toulouse – Saint-Jory				Sens Saint Jory - Toulouse			
	TMJA tot	VL	PL	%PL	TMJA tot	VL	PL	%PL
2017	36 663	32 807	3 856	10.5%	37 298	33 323	3 975	10.7%
2018	36 831	32 849	3 981	10.8%	37 585	33 485	4 100	10.9%
Évolution 2018 / 2017	0.5%	0.1%	3.3%	-	0.8%	0.5%	3.1%	-

L'évolution de trafic sur les deux axes de l'autoroute A62, depuis 2014, est indiqué ci-dessous :

	Sens Toulouse – Saint-Jory			Sens Saint Jory - Toulouse		
	TMJA tot	VL	PL	TMJA tot	VL	PL
2014	1.9%	2.1%	0.6%	1.9%	1.9%	1.7%
2015	2.8%	3.0%	1.7%	2.8%	2.9%	2.0%
2016	3.0%	2.8%	4.9%	3.1%	2.9%	4.6%
2017	2.2%	1.9%	4.0%	2.3%	2.1%	3.8%

Le trafic des véhicules légers augmente très légèrement au cours de l'année 2018 sans doute en raison de la mise en place de comportements de report de trafic sur les autres axes de circulation par les usagers. En revanche, le trafic des poids lourds augmente dans des proportions similaires à ce qui a été observé les années précédentes.

Afin d'estimer le report maximal de trafic, nous avons pris en compte la hausse relative la plus forte en

véhicules légers et en poids lourds mesurée depuis 2014 (en rouge dans le tableau ci-dessus).

Si l'évolution moindre du trafic véhicules légers en 2018 est considéré comme la conséquence d'un report du trafic sur d'autres axes de circulation, le nombre de véhicules concernés reste très limité. Ce report de trafic peut donc être considéré sans incidence sur la qualité de l'air des axes de circulation empruntés.

	Sens Toulouse – Saint-Jory			Sens Saint Jory - Toulouse		
	TMJA tot	VL	PL	TMJA tot	VL	PL
Trafic report estimé	997	934	64	875	816	58

ANNEXE IV : NOTES MÉTHODOLOGIQUES

METHODOLOGIE DE L'ADAPTATION STATISTIQUE DES MESURES

ADAPTATION STATISTIQUE DES ECHANTILLONNEURS 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 DE LA STATION MOBILE

HYPOTHESES

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 :

$$y_i = a_0 + a_1x_{i,1} + \dots + a_px_{i,p} + \varepsilon_i$$

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.

DETECTION 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 SIGNIFICATIVITE

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

LE COEFFICIENT DE DETERMINATION

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 SIGNIFICATIVITE GLOBALE DE LA REGRESSION

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 SIGNIFICATIVITE 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.

METHODOLOGIE DE L'INVENTAIRE, DE LA MODELISATION ET DE LA CARTOGRAPHIE

L'INVENTAIRE DES EMISSIONS

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 œuvre 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.

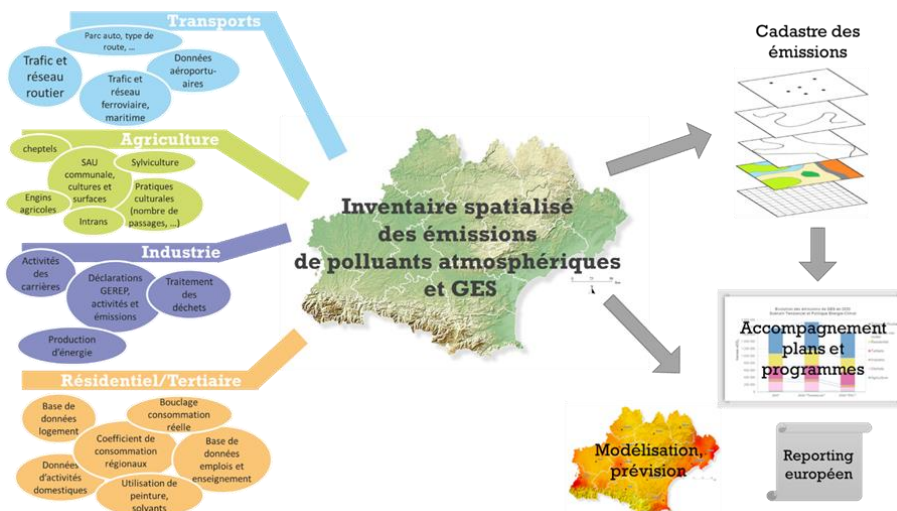


Schéma 1 : organigramme de la méthodologie de l'inventaire des émissions

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.

METHODOLOGIE ET HYPOTHESES 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-envoi 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, 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-envoi 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.

HYPOTHESE DE TRAFIC POUR LE CALCUL DES EMISSIONS

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 l'année de référence (année 2017) est donc issue du parc prospectif version 2016 du CITEPA.

Les émissions associées à ce parc suivent la méthodologie de COPERT V.

Les données de trafic sur l'autoroute et les gares de péages sont les données de comptage réelles fournies par Vinci-Autoroute pour l'année 2017. Le nombre de véhicules légers et poids lourds en circulation sur l'A62 heure par heure permet d'établir des profils par horaires, journaliers et mensuels.

La vitesse considérée sur l'axe de l'autoroute A62 étudié est la vitesse autorisée soit 130 km/h et 110 km/h sur l'autoroute. Le logiciel de calcul établit ensuite pour chaque heure de l'année le nombre et la vitesse des véhicules en estimant la congestion des routes qui est fonction de la charge horaire et de la capacité de chaque voie.

En dehors du réseau autoroutier, les données de trafic sont :

- des données de comptage réels fournis par les différents organismes de voiries (CD 31, DIRSO, ASF, TM...),
- 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.

METHODOLOGIE ET HYPOTHESES POUR LES AUTRES SECTEURS D'ACTIVITE

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 RESIDENTIEL / 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, ...)

MODELISATION DE LA DISPERSION DES POLLUANTS

PRINCIPE DE LA METHODE

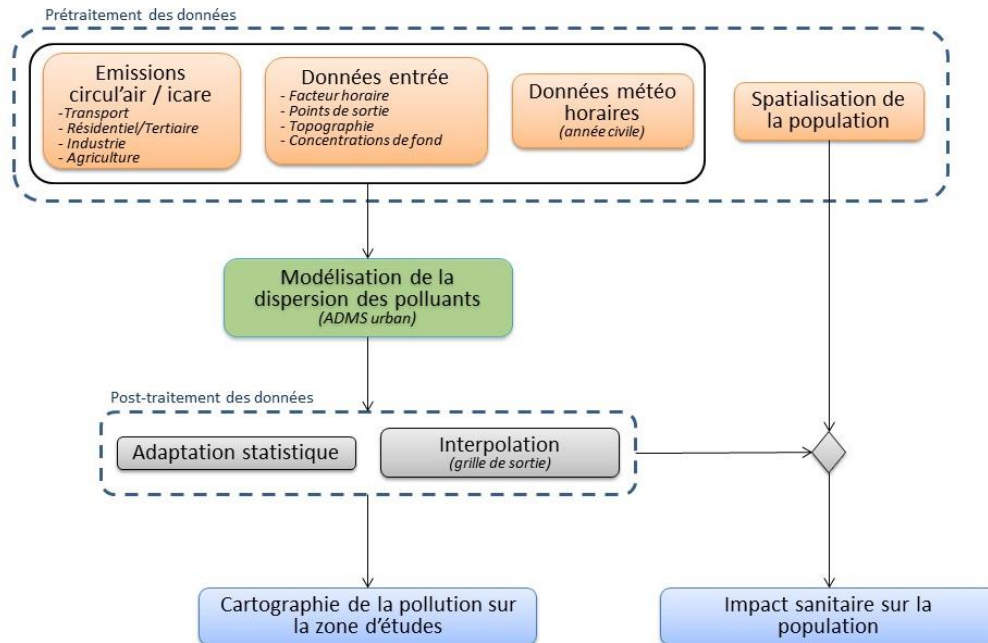


Schéma 2 : Méthodologie utilisée pour la modélisation de la dispersion à fine échelle sur la zone d'études

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 DONNEES D'ENTREE DU MODELE HORS DEPLACEMENTS 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 DONNEES INTEGREES

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'ETUDES

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 :

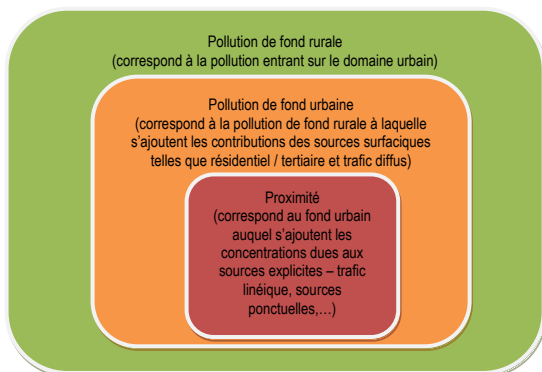


Schéma 3 : Les principales échelles de pollution en milieu urbain

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.

DONNEES METEOROLOGIQUES

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 MODELISATION

ADAPTATION STATISTIQUE DE DONNEES

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.

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

INTERPOLATION DES DONNEES

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).

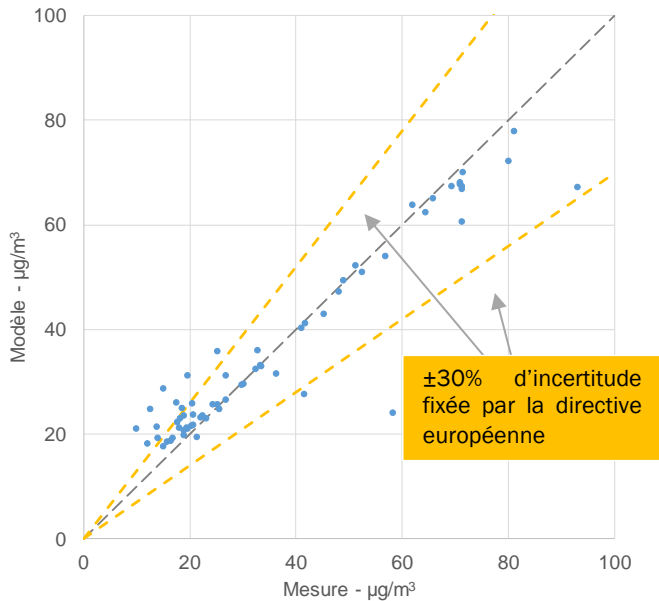
Les cartes issues du SIG permettent de suivre l'évolution de la pollution sur une zone donnée en comparant les cartes sur plusieurs années.

IMPACT SUR LES POPULATIONS

Les concentrations interpolées de polluants dépassant les valeurs réglementaires sont croisées avec les données de population sur chaque point de grille ce qui permet le calcul du nombre d'habitants exposé à des concentrations élevées.

METHODOLOGIE DE LA VALIDATION DU MODELE

UN MODELE PERFORMANT



Graph 13 : Comparaison mesure - modèle

Les critères statistiques utilisés pour valider le modèle ont été choisis en tenant compte des recommandations faites par J.C. Chang et S. R. Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air².

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	-0.01	-0.3 < FB < 0.3
MG	0.92	-0.7 < MG < 1.3
NMSE	0.04	NMSE ≤ 2
VG	1.06	VG < 1.6
FAC2	0.97	FAC2 > 0.5
r	0.95	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 ADMS, **95%** 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.

² J.C Chang and S. R Hanna : Air quality model performance evaluation, Meteorology and Atmospheric Physics 87, 167–196 (2004)

PRINCIPE DE LA METHODE

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 :

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 :

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

PRESENTATION DES INDICATEURS STATISTIQUES UTILISES

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.

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 négative 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 positive 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 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 : 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 à 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

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

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 CORRELATION LINEAIRE

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

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 corrigé 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 V : GENERALITES SUR LES 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.

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 SANTE

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

EFFETS SUR LA SANTE

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.

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 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 BENZENE

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, ...).

PROCEDURE D'INFORMATION ET D'ALERTE

Sur la Haute Garonne, l'arrêté préfectoral du 12 octobre 2012 instaure les modalités de déclenchement des procédures d'information et d'alerte, conformément au dispositif à l'échelle nationale.

EFFETS SUR LA SANTE

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.

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).



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

www.atmo-occitanie.org