

# **BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR AUTOUR DE L'INCINÉRATEUR DE BOUES DE VÉOLIA**

Campagne de mesures printemps 2013  
Modélisation de la dispersion des émissions de l'incinérateur année 2012



**ORAMIP**  
OBSERVATOIRE RÉGIONAL  
DE L'AIR EN MIDI-PYRÉNÉES

**ORAMIP**  
19 avenue Clément Ader  
31770 COLOMIERS  
Tél : 05 61 15 42 46  
[contact@oramip.org](mailto:contact@oramip.org) - [www.oramip.org](http://www.oramip.org)

## CONDITIONS DE DIFFUSION

ORAMIP/Atmo-Midi-Pyrénées, est une association de type loi 1901 agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de Midi-Pyrénées. ORAMIP/Atmo-Midi-Pyrénées 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'Etat français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

ORAMIP/Atmo-Midi-Pyrénées met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur le site [www.oramip.org](http://www.oramip.org)

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle de ORAMIP/Atmo Midi-Pyrénées. Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à ORAMIP/Atmo-Midi-Pyrénées.

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

Par ailleurs, ORAMIP/Atmo-Midi-Pyrénées 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 l'ORAMIP :

- depuis le formulaire de contact sur le site [www.oramip.org](http://www.oramip.org)

- par mail : [contact@oramip.org](mailto:contact@oramip.org)

- par téléphone : 05.61.15.42.46

## SOMMAIRE

Synthèse de la campagne de mesures Printemps 2013 .....	5
Annexe I : Les particules PM10 - PM2,5 .....	10
Annexe II : Le dioxyde d'azote .....	18
Annexe III : Les métaux .....	24
Annexe IV : La modélisation de la dispersion des émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous .....	30
Annexe V : Conditions météorologiques au cours de l'étude .....	36
Annexe VI : Évolution de la qualité de l'air sur l'agglomération toulousaine entre 2000 et 2010 .....	36
Annexe VII : Récapitulatif des campagnes de mesures de la qualité de l'air autour de l'incinérateur de boues .....	38
Annexe VIII : Données prises en compte pour la modélisation .....	39
Annexe IX : Évaluation des concentrations des différents polluants issues de la plateforme de modélisation .....	40
Annexe X : Temporalisation des données de chauffage du secteur résidentiel/Tertiaire .....	42
Annexe XI : Adaptation statistique de données de sorties de la plateforme de modélisation .....	42
Annexe XII : Interpolation des données de concentration .....	43



## SYNTHÈSE DE LA CAMPAGNE DE MESURES PRINTEMPS 2013

### Contexte de l'étude

Depuis 2000, l'ORAMIP a réalisé de nombreuses campagnes de mesures de la qualité de l'air aux abords de l'usine de traitement des eaux de Ginestous, sur deux sites exposés aux vents dominants, afin de définir un état zéro de la qualité de l'air avant la mise en route de l'incinérateur de boues et dans le cadre de son suivi d'exploitation.

L'ORAMIP réalise ainsi des mesures de polluants gazeux et particulaires dans l'environnement de Ginestous, dans son programme annuel de surveillance. Cette évaluation consiste en la mesure de gaz polluants, de métaux et de dioxines et furanes contenus dans les poussières atmosphériques en deux sites placés sous les vents de l'usine d'incinération des boues de Ginestous sur deux campagnes par an : une au printemps et une en automne.

Ces huit années de mesures ont ainsi permis d'acquérir une base de données sur les niveaux de concentrations polluants gazeux et particulaires rencontrés dans l'environnement de l'usine d'incinération des boues de Ginestous.

Des modifications du plan de surveillance de la qualité de l'air aux abords de l'usine d'incinération des boues de Ginestous ont été proposées. Pour l'année 2013, ces évolutions ont pour objectifs :

- de poursuivre la surveillance des niveaux de concentration dans l'air ambiant du dioxyde d'azote, des particules PM10 et PM2,5 et des métaux. Les niveaux observés seront comparés à ceux rencontrés en milieu urbain sur Toulouse et à la réglementation en vigueur ou à défaut aux valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé.
- de suivre les dioxines et furanes dans les retombées totales de particules à l'aide de jauges aux abords de l'usine d'incinération des boues et dans une station urbaine toulousaine sur deux périodes de deux mois pendant la période hivernale
- de réaliser un premier état des lieux des niveaux de concentration de l'arsenic, du cadmium, du nickel et du plomb dans les retombées totales autour de l'usine d'incinération des boues comme indiqué dans la directive n° 2008/50/CE du 21/05/08 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe qui établit «la nécessité d'améliorer la surveillance et l'évaluation de la qualité de l'air, y compris en ce qui concerne les retombées de polluants» durant la période hivernale.

Dans ce rapport, les résultats de la campagne printemps 2013 sont détaillés et comparés à la réglementation en vigueur ainsi qu'aux mesures des stations de surveillance de la qualité de l'air de l'ORAMIP implantées sur Toulouse.

#### ► RAPPEL

Lorsque des mesures sont effectuées sur une période inférieure à l'année, nous estimons la qualité de l'air observée pendant cette période vis-à-vis de la réglementation, même si les valeurs de référence sont annuelles et si les conditions particulières de la campagne de mesures peuvent être différentes de celles d'une année entière. Pour cela, différentes méthodes sont utilisées (comparaison avec les données des sites de mesures les plus proches, sur le même temps et en année complète, analyse des conditions météorologiques, reconstitution des données, ...). Cependant, il pourra toujours exister une différence entre des mesures de quelques jours et des mesures sur une année entière.

## Le dispositif implanté dans l'environnement de l'usine d'incinération des boues de Ginestous

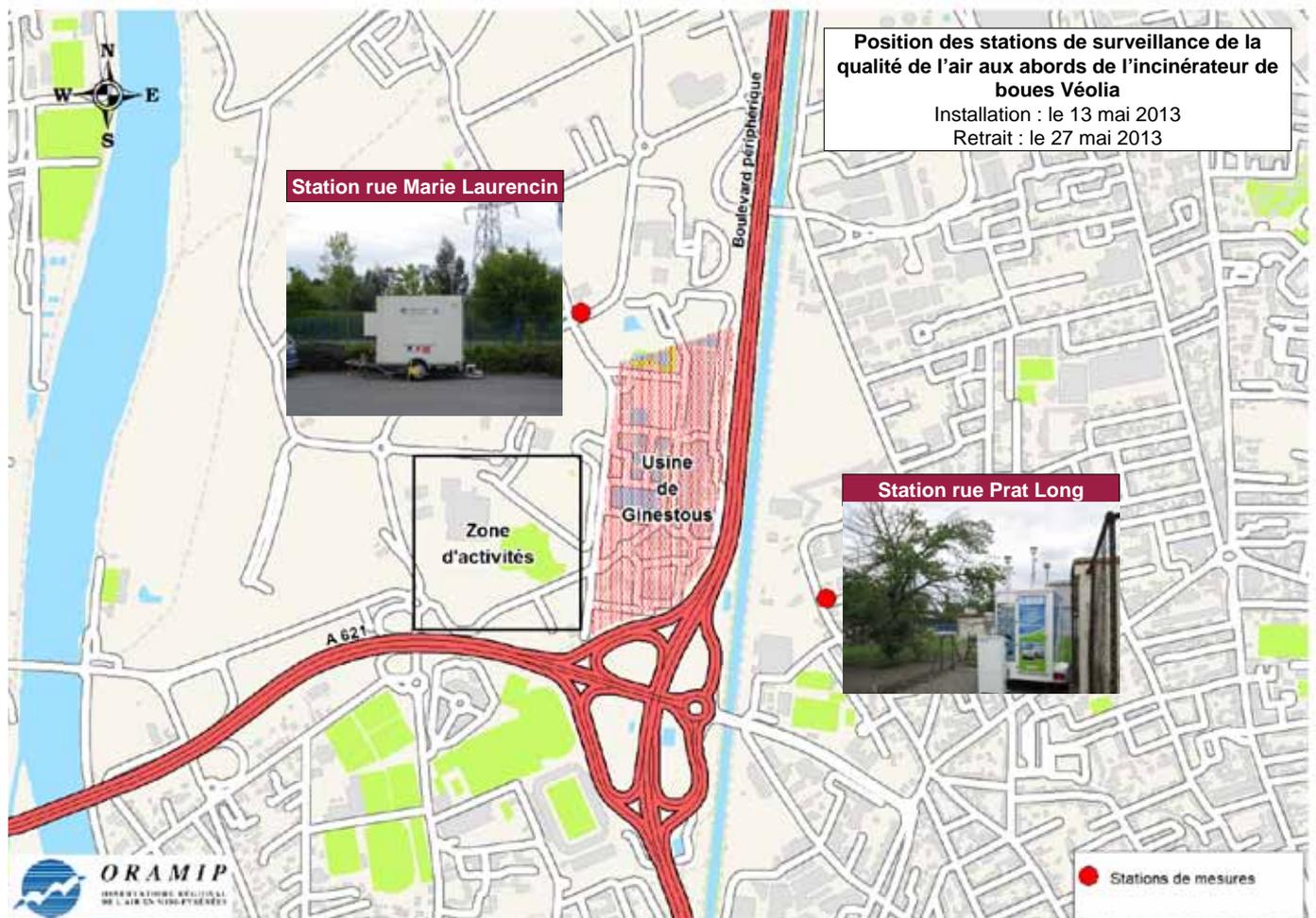
Compte tenu des vents dominants, deux sites de mesures ont été retenus pour assurer la surveillance de la qualité de l'air aux abords de l'usine d'incinération de Ginestous : l'un exposé au vent de nord-ouest et l'autre au vent de sud-est.

En raison de la fermeture définitive de l'entreprise Fiquet Pêche, il n'est plus possible d'installer la station mobile sur le site « Délicieux ». Elle a été installée sur le chemin Prat Long a une cinquantaine de mètres du site « Délicieux ».

## Une surveillance axée sur les particules et le dioxyde d'azote

Polluants atmosphériques	Symbole	Paramètres météorologiques
Monoxyde et Dioxyde d'azote	NO/NO <sub>2</sub>	Direction du vent
Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm	PM2,5*	Vitesse du vent
Particules de diamètre inférieur à 10 µm	PM10	Température
Métaux lourds particulaires dans l'air ambiant	-	Pression atmosphérique
Métaux lourds particulaires dans les retombées totales	-	Humidité relative
Dioxines/furanes dans les retombées totales	-	Rayonnement solaire
		Pluviométrie

\* : Les PM2,5 ont uniquement été mesurées sur le site de Prat Long.



## Les faits marquants de la campagne

Pour chacun des polluants surveillés, les teneurs enregistrées ont été comparées aux concentrations mesurées par diverses stations fixes toulousaines de l'ORAMIP mais également aux normes en vigueur. Ces différentes comparaisons nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- **Pour le site rue Prat Long**, les concentrations en PM10 et NO<sub>2</sub> sont les plus élevées lorsque le vent rabat sur la station de mesures les masses d'air en provenance du périphérique toulousain. Pour les PM2,5, la proximité du périphérique et des voies de circulation très fréquentées n'induit pas de niveaux élevés dans la zone. Ainsi, le site enregistre des niveaux de concentrations plus faibles ou du même ordre de grandeur dans toutes les directions de vents que le site urbain toulousain.
- **Pour le site rue Marie Laurencin**, les concentrations en PM10 et NO<sub>2</sub> sont les plus élevées lorsque le vent rabat les masses d'air en provenance du périphérique à l'est. De même par vent de sud-est, les masses d'air provenant de l'A621 et de la zone industrielle située à proximité sont plus chargées en polluants.

Les concentrations en métaux dans l'environnement de l'usine d'incinération des boues de Ginestous sont similaires à celles rencontrées dans le centre ville de Toulouse.

Enfin, pour l'ensemble des polluants mesurés, les teneurs rencontrées étaient inférieures aux valeurs réglementaires. On notera cependant que la concentration en PM2,5 relevée sur la période de mesures est très proche de l'objectif de qualité fixé sur une année de mesures.

A l'aide de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques pour l'année 2009, de la plateforme de modélisation haute définition et des données météorologiques de 2012, l'ORAMIP a réalisé la modélisation de la dispersion des émissions des différentes sources de pollution de la zone

- sans la prise en compte des émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous,
- avec la prise en compte des émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous

Cette modélisation a concerné le dioxyde d'azote, les particules de diamètre inférieur à 10 µm et les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm.

Les résultats de cette modélisation ont montré que :

- pour le dioxyde d'azote, l'usine d'incinération des boues de Ginestous a un impact limité sur la qualité de l'air extérieur (moins de 0,5 µg/m<sup>3</sup>).
- Pour les particules PM10 et PM2,5, l'usine d'incinération des boues de Ginestous n'a pas d'impact sur la qualité de l'air extérieur

Pour les trois polluants étudiés, les émissions du trafic routier sont la principale source de pollution sur la zone étudiée.

### Valeurs réglementaires

#### → 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.

#### → 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.

#### → 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.

#### → Seuil d'alerte

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et à partir duquel des mesures doivent immédiatement être prises.

#### → Seuil de recommandation et d'information

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes de personnes particulièrement sensibles et pour lequel des informations immédiates et adéquates sont nécessaires..



		PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 10 MICRONS		
		Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs réglementaires	Sur la période
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	OUI	30 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Prat Long : 15 µg/m <sup>3</sup> Laurencin : 16 µg/m <sup>3</sup>
	Valeurs limites	OUI	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Prat Long : 15 µg/m <sup>3</sup> Laurencin : 16 µg/m <sup>3</sup>
		OUI	50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	<b>En maximum journalier</b> Prat Long : 22 µg/m <sup>3</sup> Laurencin : 33 µg/m <sup>3</sup>

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube

Exposition de courte durée	Nombre d'épisodes de pollution : 0		
	Type de dépassements	Nombre	Dates
	Seuil de recommandation et d'information	0	-
	Seuil d'alerte	0	-

		PARTICULES DE DIAMÈTRE À 2,5 MICRONS		
		Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs réglementaires	Sur la période
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	OUI	10 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Prat Long : 10 µg/m <sup>3</sup>
	Valeur cible		20 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle (à atteindre en 2015)	<b>En moyenne :</b> Prat Long : 10 µg/m <sup>3</sup>
	Valeur limite	OUI	27 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Prat Long : 10 µg/m <sup>3</sup>

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube

		DIOXYDE D'AZOTE		
		Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs réglementaires	Sur la période
Exposition de longue durée	Valeurs limites pour la protection de la santé	OUI	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Prat Long : 21 µg/m <sup>3</sup> Laurencin : 15 µg/m <sup>3</sup>
		OUI	200 µg/m <sup>3</sup> en centile 99.8 des moyennes horaires (soit 18 heures de dépassement autorisées par année civile)	<b>En maximum horaire :</b> Prat Long : 76 µg/m <sup>3</sup> Laurencin : 100 µg/m <sup>3</sup>

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube

Exposition de courte durée	Nombre d'épisodes de pollution : 0		
	Type de dépassements	Nombre	Dates
	Seuil de recommandation et d'information	0	-
	Seuil d'alerte	0	-

		LES MÉTAUX			
		Métaux	Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs réglementaires	Sur la période
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	Plomb	OUI	250 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Laurencin : 3.0 ng/m <sup>3</sup>
	Objectif de qualité	Plomb	OUI	500 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Laurencin : 3.0 ng/m <sup>3</sup>
	Valeurs cibles pour la protection de la santé	Arsenic	OUI	6 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Laurencin : 0,21 ng/m <sup>3</sup>
		Cadmium	OUI	5 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Laurencin : 0.06 ng/m <sup>3</sup>
		Nickel	OUI	20 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Laurencin : 0.4 ng/m <sup>3</sup>

		Métaux	Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs guides OMS	Sur la période
		Exposition de longue durée	Valeurs cibles pour la protection de la santé	Manganèse	OUI
Mercure	OUI			1000 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>En moyenne :</b> Laurencin : <0.003 ng/m <sup>3</sup>
Vanadium	OUI			1000 ng/m <sup>3</sup> en moyenne sur 24 heures	<b>En moyenne :</b> Laurencin : 0.4 ng/m <sup>3</sup>

ng/m<sup>3</sup> : nanogramme par mètre cube



## ANNEXE I : LES PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 10 MICRONS ET 2,5 MICRONS

### LES FAITS MARQUANTS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

- ➔ Respect de toutes les réglementations existantes pour les particules en suspension PM10.
- ➔ Respect de toutes les réglementations existantes pour les particules en suspension PM2,5. Le niveau de PM2,5 rencontré sur la période est toutefois très proche de l'objectif de qualité fixé sur une année de mesures.
- ➔ Des niveaux de particules en suspension PM10 aux abords de l'usine d'incinération des boues de Ginestous légèrement supérieurs à ceux rencontrés par les stations urbaines toulousaines.
- ➔ Des concentrations de particules en suspension PM2,5 similaires à celles rencontrées par la station urbaine toulousaine.
- ➔ Influence, sur les concentrations de particules en suspension PM10, du périphérique toulousain et de la zone industrielle située au sud.
- ➔ Pas d'influence visible de la proximité du périphérique et de voies de circulation très fréquentées dans la zone sur les niveaux de PM2,5.
- ➔ Diminution des niveaux de PM10 et de PM2,5 en raison des conditions météorologiques particulièrement favorables à la dispersion des polluants.

**LES PARTICULES INFÉRIEURES À 10 ET 2,5 MICRONS : SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT****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 (sidérurgie, cimenteries, incinération de déchets, manutention de produits pondéreux, minerais et matériaux, circulation automobile, centrale thermique ...).

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 (PM2,5) et à 1 micron (PM1).

**EFFETS SUR LA SANTÉ****Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.**

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus fines (PM2,5) pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire où elles peuvent provoquer une inflammation et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Les particules ultra fines sont suspectées de provoquer également des effets cardio-vasculaires. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes : c'est notamment le cas de certaines particules émises par les moteurs diesel qui véhiculent certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de particules de diamètre inférieur à 10 microns et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardiovasculaires.

**EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT**

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

PM = Particulate Matter (matière particulaire)

## Particules PM10 : Règlementation respectée sur la période printanière

Ci-dessous, nous indiquons à titre indicatif comment les mesures se situent par rapport à la réglementation.

*Il existe plusieurs valeurs réglementaires, certaines portant sur l'année civile ou sur un pas de temps journalier.*

*La campagne de mesures printemps couvre 3,8% de l'année 2013.*



### Particules de diamètre inférieur à 10 microns

		Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs réglementaires	Commentaire
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	OUI	30 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Les stations Prat Long et Laurencin ont respectivement mesuré 15 et 16 µg/m <sup>3</sup> en moyenne sur la période.
	Valeurs limites	OUI	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Les stations Prat Long et Laurencin ont respectivement mesuré 15 et 16 µg/m <sup>3</sup> en moyenne sur la période.
		OUI	50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	Avec un maximum de 33 µg/m <sup>3</sup> en moyenne journalière pour la station Laurencin et 22 µg/m <sup>3</sup> pour la station Prat Long, aucune journée supérieure à 50 µg/m <sup>3</sup> sur la période de mesures n'a été mesurée aux abords de l'usine d'incinération des boues de Ginestous

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube

Exposition de courte durée	Nombre d'épisodes de pollution : 0		
	Type de dépassements	Nombre	Dates
	Seuil de recommandation et d'information	0	-
	Seuil d'alerte	0	-

## PM10 : Des concentrations légèrement supérieures à celles rencontrées par les stations trafics toulousaines

stations	Objectif de qualité et Valeur limite	Valeur limite	Maximum journalier sur la période (en µg/m <sup>3</sup> )
	Moyenne sur la période (en µg/m <sup>3</sup> )	Nombre de moyennes journalières > 50 µg/m <sup>3</sup>	
Toulouse – Prat Long	15	0	22
Toulouse – Laurencin	16	0	33
Aéroport Toulouse Blagnac station coté pistes	14	0	24
Agglomération toulousaine - moyenne stations urbaines	12	0	21
Agglomération toulousaine station trafic périphérique	25	0	36

## PM10 : Des niveaux de PM10 plus élevés pour "Laurencin"

Avec des concentrations quart-horaires comprises entre 10 et 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en fonction de la direction des vents, la station «Prat-Long» enregistre des niveaux de concentration de PM10 nettement plus faibles que ceux relevés par la station «Laurencin» dont les concentrations varient entre 10 et 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### STATION RUE MARIE LAURENCIN

Les niveaux de particules PM10 rencontrés sont plus élevés que ceux relevés pour la station urbaine Mazades (tracée en vert) dans la quasi totalité des directions de vents. Les concentrations les plus élevées sont mesurées par vents d'est à sud. Aux émissions routières de l'A621 s'ajoutent sans doute l'activité sur la zone industrielle qui regroupe plusieurs entreprises dont une entreprise de récupération et de traitement des déchets industriels (Travaux publics, terrassements, bâtiment, démolition en tout genre, concassage et matériaux de recyclage, récupération DIB bâtiment) et la pépinière de Ginestous. Ces entreprises engendrent un flux de camions non négligeable.



### Construction des roses de pollution

La rose des pollutions illustre l'influence du vent sur les niveaux de pollution. En effet, les roses de pollutions indiquent les directions de vents associées aux concentrations en polluants mesurées. Chaque secteur de vent pointe ainsi en direction des zones géographiques à l'origine des concentrations quart-horaires moyennes relevées. Les vents inférieurs à 1 m/s ne sont pas pris en compte.

### Lecture de la rose de pollution



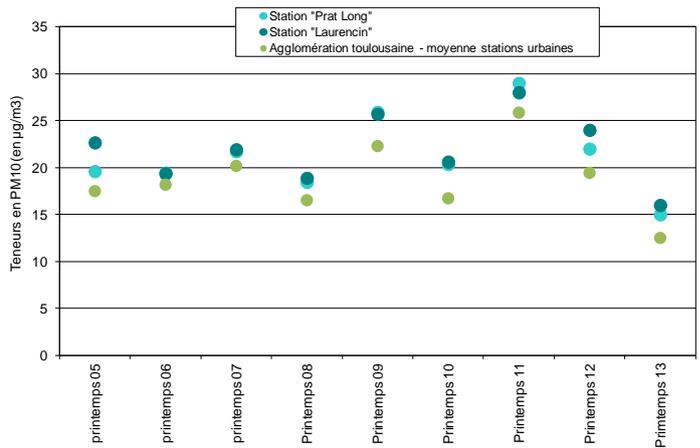
### STATION PRAT LONG

En comparaison à la rose des pollutions obtenue pour la station urbaine Mazades (tracée en vert), le site «Prat-Long» enregistre des niveaux de concentrations légèrement plus élevés par vent de nord-ouest en provenance du périphérique toulousain.

## PM10 : Diminution des concentrations sur l'ensemble de l'agglomération toulousaine

Depuis le début de la surveillance de la qualité de l'air autour de l'usine d'incinération des boues de Ginestous, les concentrations en particules PM10 rencontrées dans la zone sont légèrement plus élevées que celles mesurées par les stations urbaines de l'agglomération toulousaine.

Pour la campagne printanière 2013, les concentrations en PM10 pour les stations de surveillance industrielle de l'usine d'incinération des boues de Ginestous enregistrent une baisse de 30% par rapport à 2012. Les stations urbaines de l'agglomération toulousaine enregistrent une baisse similaire. Cette baisse est sans doute attribuable aux conditions météorologiques particulièrement favorables à la dispersion de la pollution.



Évolution des concentrations moyennes en PM10 sur toutes les campagnes printanières pour les stations de surveillance de l'usine d'incinération de Ginestous et les stations urbaines de l'agglomération toulousaine.

## Particules PM2,5 : Réglementation respectée sur la période printanière

Ci-dessous, nous indiquons à titre indicatif comment les mesures se situent par rapport à la réglementation.

		PARTICULES DE DIAMÈTRE À 2,5 MICRONS		
		Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs réglementaires	Commentaire
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	OUI	10 µg/m³ en moyenne annuelle	Avec 10 µg/m³ enregistré pendant la période de mesures, les niveaux de PM2,5 rencontrés sont très proches de l'objectif de qualité.
	Valeur cible (à atteindre en 2015)	OUI	20 µg/m³ en moyenne annuelle	La valeur cible en moyenne annuelle est respectée.
	Valeur limite	OUI	27 µg/m³ en moyenne annuelle	La valeur limite en moyenne annuelle n'est pas dépassée.

µg/m³ : microgramme par mètre cube

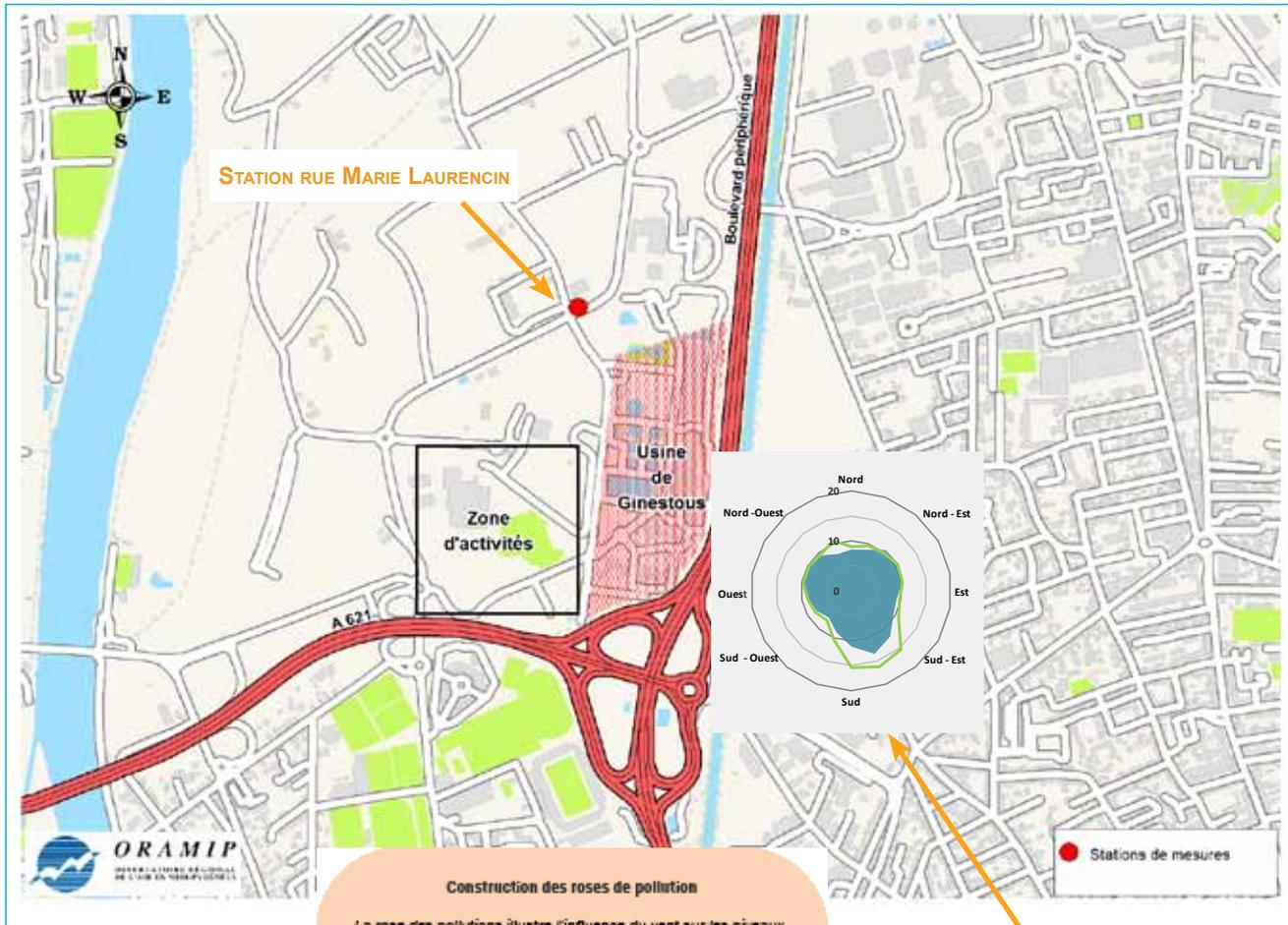
## PM2,5 : Des concentrations légèrement plus élevées que celles rencontrées par la station urbaine toulousaine

stations	Objectif de qualité, valeur cible et valeur limite
	Moyenne sur la période (en µg/m³)
Toulouse - Prat Long	10
Agglomération toulousaine - moyenne stations urbaines	8

**Il existe plusieurs valeurs réglementaires portant sur l'année civile. La campagne de mesures printemps couvre 3,8% de l'année 2013.**

## PM2,5 : Peu d'influence du trafic sur les concentrations.

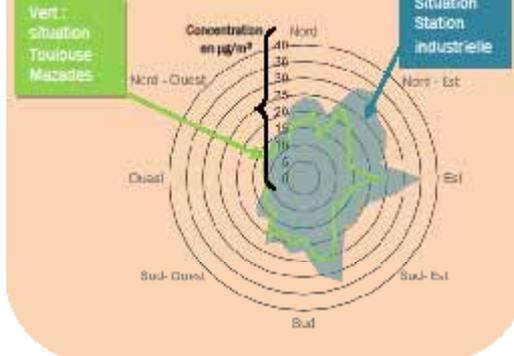
Les concentrations en PM2,5 varient d'un facteur 2 en fonction de la direction du vent. La concentration minimale de 7 µg/m<sup>3</sup> est enregistrée par vents de secteur Sud-Ouest tandis que la concentration la plus élevée de 14 µg/m<sup>3</sup> est enregistrée par secteur sud-est.



### Construction des roses de pollution

La rose des pollutions illustre l'influence du vent sur les niveaux de pollution. En effet, les roses de pollutions indiquent les directions de vents associées aux concentrations en polluants mesurées. Chaque secteur de vent pointe ainsi en direction des zones géographiques à l'origine des concentrations quotidiennes moyennes relevées. Les vents inférieurs à 1 m/s ne sont pas pris en compte.

### Lecture de la rose de pollution

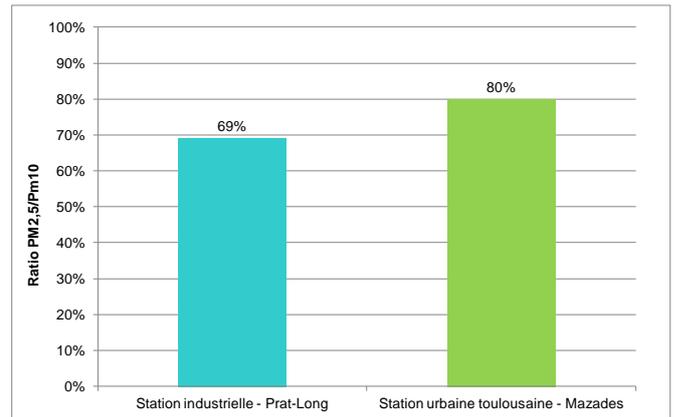


### STATION PRAT LONG

En comparaison à la rose des pollutions obtenue pour la station urbaine Mazades (tracée en vert), le site «Prat Long» enregistre des niveaux de concentrations plus faibles ou du même ordre de grandeur dans toutes les directions de vents. La proximité de la zone industrielle, du périphérique et de voies de circulation très fréquentées dans la zone n'induit pas de niveaux élevés de particules PM2,5.

## PM2,5 : Peu d'influence du trafic sur les concentrations.

La figure suivante illustre la proportion de particules inférieures à 2,5 µm dans les mesures des PM10 représentée par le ratio de la moyenne PM2,5/PM10 sur la période calculée à partir des données horaires. La part des plus fines particules est de 80% sur la station urbaine Mazades. Elle est de 69% pour le site «Prat-Long». Comme en 2012, ce site présente un comportement particulier. En effet, malgré le passage de nombreux véhicules sur le périphérique, ce site ne présente pas de contribution des fines particules plus importante que pour un site urbain. Le ratio rencontré laisse, en revanche, supposer une part des particules comprise entre 2,5 et 10 µm supérieure au fond urbain de l'agglomération toulousaine probablement due à une remise en suspension plus importante sur le périphérique ou à l'activité sur la zone industrielle.



Proportion moyenne de particules PM2,5 dans les mesures PM10 calculées à partir des données horaires

## PM2,5 : Baisse des concentrations entre 2012 et 2013

Pour la campagne printanière 2013, les niveaux de PM2,5 relevés pour la station industrielle «Prat-Long» et pour la moyenne des stations urbaines de l'agglomération toulousaine suivent la même tendance à la baisse (-30%) que les niveaux de PM10 rencontrés pour ces mêmes stations.

stations	Moyenne sur la période (en µg/m³)	
	Printemps 2012	Printemps 2013
Toulouse - Prat Long	14	10
Agglomération toulousaine - moyenne stations urbaines	13	8





## **ANNEXE II : LE DIOXYDE D'AZOTE**

### **LES FAITS MARQUANTS DE LA PÉRIODE PRINTANIÈRE**

- ➔ Respect des valeurs réglementaires pour les deux stations industrielles implantées aux abords de l'usine d'incinération des boues de Ginestous.
- ➔ Des niveaux de NO<sub>2</sub> aux abords de l'usine d'incinération des boues de Ginestous légèrement supérieurs à ceux rencontrés par la station urbaine toulousaine.
- ➔ Influence du périphérique toulousain et de la zone industrielle sur les concentrations de NO<sub>2</sub>.

## DIOXYDE D'AZOTE : SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT

### SOURCES

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont émis lors des phénomènes de combustion. Le dioxyde d'azote est un polluant secondaire issu de l'oxydation du NO. Les sources principales sont les véhicules (près de 60%) et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffages...).

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

### EFFETS SUR LA SANTÉ

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires.

Dès que sa concentration atteint 200 microgrammes par mètre cube, 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.

## Dioxyde d'azote : Réglementation respectée sur la période printanière

Ci-dessous, nous indiquons à titre indicatif comment les mesures se situent par rapport à la réglementation.

*Il existe plusieurs valeurs réglementaires, certaines portant sur l'année civile d'autres sur un pas de temps horaire.  
La campagne de mesures printemps couvre 3,8% de l'année 2013.*

		DIOXYDE D'AZOTE		
		Valeurs réglementaires	Respect de la réglementation	Commentaire
Exposition de longue durée	Valeurs limites pour la protection de la santé	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	OUI	Avec, en moyenne sur la période, 15 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub> pour la station «Laurencin» et 21 µg/m <sup>3</sup> de NO <sub>2</sub> pour la station «Prat-Long», la valeur limite est respectée
		200 µg/m <sup>3</sup> en centile 99.8 des moyennes horaires (soit 18 heures de dépassement autorisées par année civile)	OUI	Aucune moyenne horaire n'a atteint ou dépassé 200 µg/m <sup>3</sup> pendant la période de mesures La valeur limite est respectée.

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube

Exposition de courte durée	Nombre d'épisodes de pollution : 0		
	Type de dépassements	Nombre	Dates
	Seuil de recommandation et d'information	0	-
	Seuil d'alerte	0	-

## Des concentrations en NO<sub>2</sub> supérieures à celles rencontrées par les stations urbaines

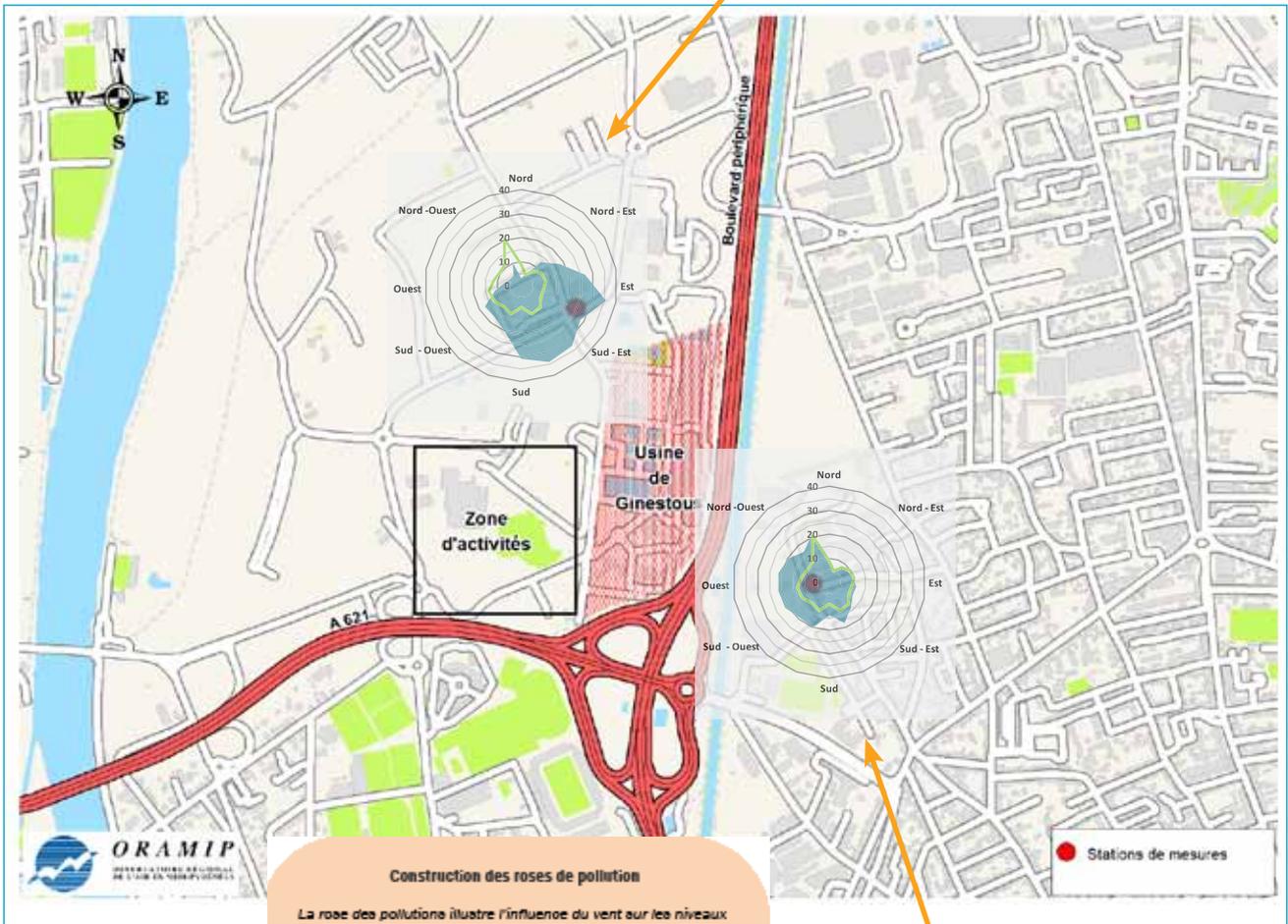
stations	Objectif de qualité et valeurs limites pour la protection de la santé humaine Moyenne sur la période (en µg/m <sup>3</sup> )	Valeur limite pour la protection de la santé humaine Nombre d'heures > 200 µg/m <sup>3</sup>	Maximum horaire sur la période (en µg/m <sup>3</sup> )
Toulouse - Prat-Long	21	0	76
Toulouse - Rue M. Laurencin	15	0	100
Aéroport Toulouse Blagnac station coté pistes	11	0	65
Agglomération toulousaine - moyenne stations urbaines	10	0	80
Agglomération toulousaine station trafic rue de Metz	43	0	131
Agglomération toulousaine station trafic Périphérique	63	0	146

## Le NO<sub>2</sub> principalement issu du trafic routier

Pour les deux sites de mesures, les concentrations en NO<sub>2</sub> sont assez variables en fonction de la direction du vent. Pour le site «Prat-Long», les concentrations en NO<sub>2</sub> varient entre 10 et 20 µg/m<sup>3</sup> selon la direction du vent tandis que pour le site «Laurencin», elles varient entre 3 et 35 µg/m<sup>3</sup>. En comparaison à la rose des pollutions obtenue pour la station urbaine Mazades (tracée en vert), nous constatons que les stations de mesures aux abords de l'usine d'incinération des boues enregistrent, pour certaines directions de vents, des concentrations en NO<sub>2</sub> plus élevées.

### STATION RUE MARIE LAURENCIN

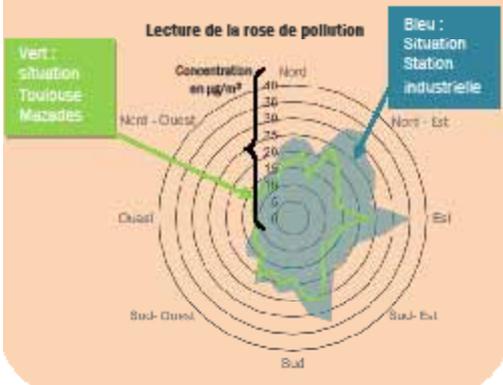
C'est surtout pour des vents allant du nord-est au sud ouest que les concentrations en NO<sub>2</sub> sont les plus élevées. A l'est se situe le périphérique toulousain. Au sud, outre l'A621 et les nombreux véhicules qui y circulent, se situe, une zone industrielle regroupant quelques entreprises. De nombreux camions passent dans cette zone.



### Construction des roses de pollution

La rose des pollutions illustre l'influence du vent sur les niveaux de pollution. En effet, les roses de pollutions indiquent les directions de vents associées aux concentrations en polluants mesurées. Chaque secteur de vent pointe ainsi en direction des zones géographiques à l'origine des concentrations quotidiennes moyennes relevées. Les vents inférieurs à 1 m/s ne sont pas pris en compte.

### Lecture de la rose de pollution

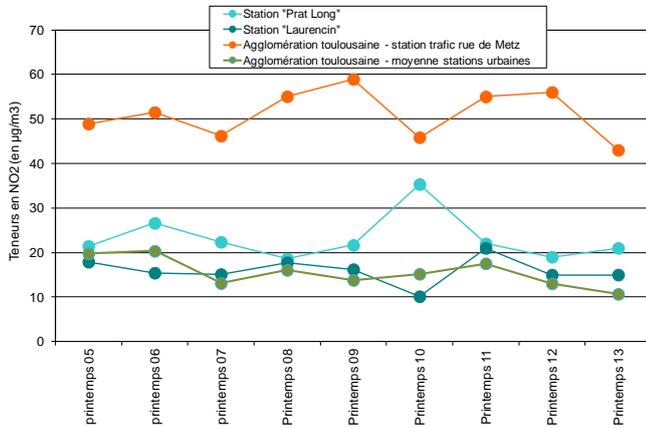


### STATION PRAT LONG

Les concentrations en NO<sub>2</sub> sont les plus élevées par vent d'ouest (du nord-ouest au sud-ouest) en provenance du périphérique toulousain.

## NO<sub>2</sub> : Des concentrations proches pour les deux sites de surveillance industrielle

Les concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées sur «Prat-Long» sont légèrement supérieures à celles rencontrées pour le site «rue Marie Laurencin» et légèrement supérieures à celles mesurées en station urbaine.



Évolution des concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> sur toutes les campagnes printanières pour les stations de surveillance de l'usine d'incinération de Ginestous, les stations urbaines et les stations trafic de l'agglomération toulousaine





## **ANNEXE III : LES MÉTAUX**

### **LES FAITS MARQUANTS DE PÉRIODE PRINTANIÈRE**

- ➔ Les concentrations de plomb respectent la valeur limite et l'objectif de qualité
- ➔ Les concentrations d'arsenic, de cadmium et de nickel respectent leur valeur cible

## LES MÉTAUX : SOURCES ET EFFETS SUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT

### SOURCES

Les métaux toxiques proviennent de la combustion des charbons, des pétroles, des ordures ménagères et de certains procédés industriels particuliers.

Ils se retrouvent généralement au niveau des particules (sauf le mercure qui est principalement gazeux).

### EFFETS SUR LA SANTÉ

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ou autres.

- L'arsenic (As) : les principales atteintes d'une exposition chronique sont cutanées. Des effets neurologiques, hématologiques ainsi que des atteintes du système cardio-vasculaire sont également signalés. Les poussières arsenicales entraînent une irritation des voies aériennes supérieures. L'arsenic et ses dérivés inorganiques sont des cancérigènes pulmonaires.

- Le cadmium (Cd) : une exposition chronique induit des néphrologies (maladies des reins) pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. L'effet irritant observé dans certains cas d'exposition par inhalation est responsable de rhinites, pertes d'odorat, broncho-pneumopathies chroniques. Sur la base de données expérimentales, le cadmium est considéré comme un agent cancérigène, notamment pulmonaire.

- Le manganèse (Mn) : D'une façon générale, les intoxications chroniques au manganèse sont provoquées par l'inhalation prolongées de quantités importantes de poussières ou de fumées d'oxydes. Les signes toxiques apparaissent après plusieurs mois ou années d'exposition. Les troubles provoqués sont essentiellement nerveux et respiratoire.

- Le mercure (Hg) : en cas d'exposition chronique aux vapeurs de mercure, le système nerveux central est l'organe cible (tremblements, troubles de la personnalité et des performances psychomotrices, encéphalopathie) ainsi que le système nerveux périphérique. Le rein est l'organe critique d'exposition au mercure.

- Le nickel (Ni) : Une exposition au nickel peut induire des bronchites chroniques ou des perturbations du système respiratoire. Plusieurs études montrent une augmentation du risque de cancer du poumon et des fosses nasales chez des personnes exposées. Le nickel est classé dans le groupe 2B des agents peut-être cancérigènes pour l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer.

- Le plomb (Pb) : à fortes doses, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut entraîner chez l'enfant des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire.

- Le vanadium (V) : le vanadium est essentiellement un irritant pulmonaire et oculaire. Il peut également provoquer des troubles digestifs. L'exposition répétée aux dérivés du vanadium peut être responsable de rhinite, de pharyngite, de laryngite, de bronchite chronique, d'irritation cutanée. Le Centre international de recherche sur le cancer considère que le pentoxyde de vanadium est possiblement cancérigène pour l'homme (2B).

### EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Les métaux toxiques contaminent les sols et les aliments. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques.

Certains lichens ou mousses sont couramment utilisés pour surveiller les métaux dans l'environnement et servent de « bio-indicateurs ».

Certains lichens ou mousses sont couramment utilisés pour surveiller les métaux dans l'environnement et servent de « bio-indicateurs ».

## Des niveaux très inférieurs aux réglementations sur la période printanière

Ci-dessous, nous indiquons à titre indicatif comment les mesures se situent par rapport à la réglementation.

Suite à un dysfonctionnement technique du préleveur de particules installé rue Prat-Long, nous ne disposons, pour cette campagne de mesures, que des résultats du site rue Marie Laurencin.

		LES MÉTAUX			
		Métaux	Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs réglementaires	Commentaire
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	Plomb	OUI	250 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Avec 3.0 ng/m <sup>3</sup> , le niveau en plomb relevé sur la période de mesures est 80 fois plus faible que l'objectif de qualité fixé par la réglementation
	Objectif de qualité	Plomb	OUI	500 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Avec 3.3 ng/m <sup>3</sup> , le niveau en plomb relevé sur la période de mesures est 160 fois plus faible que la valeur limite fixée par la réglementation
	Valeurs cibles pour la protection de la santé	Arsenic	OUI	6 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	La concentration moyenne rencontrée est de 0.2 ng/m <sup>3</sup>
		Cadmium	OUI	5 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Avec 0.06 ng/m <sup>3</sup> sur la période, La concentration moyenne en cadmium est plus de 80 fois plus faible que la valeur cible fixée par la réglementation .
		Nickel	OUI	20 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	La concentration moyenne mesurée est de 0.4 ng/m <sup>3</sup>

ng/m<sup>3</sup> : nanogramme par mètre cube

*Il existe plusieurs valeurs réglementaires portant sur l'année civile.  
La campagne de mesures printemps couvre 3.8% de l'année 2013.*

## Métaux : Des niveaux très inférieurs aux valeurs guides de l'OMS sur la période printanière

		Métaux	Situation pour la période de mesures vis à vis de la réglementation annuelle	Valeurs guides OMS	Commentaire
Exposition de longue durée	Valeurs cibles pour la protection de la santé	Manganèse	OUI	150 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Avec 2,9 ng/m <sup>3</sup> relevé sur la période de mesures, la concentration en manganèse relevée sur la période de mesures est plus de 50 fois inférieure à la valeur guide proposée par l'OMS.
		Mercure	OUI	1000 ng/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	La concentration en mercure relevée est inférieure à la limite de détection.
		Vanadium	OUI	1000 ng/m <sup>3</sup> en moyenne sur 24 heures	La concentration relevée est inférieure au ng/m <sup>3</sup> .

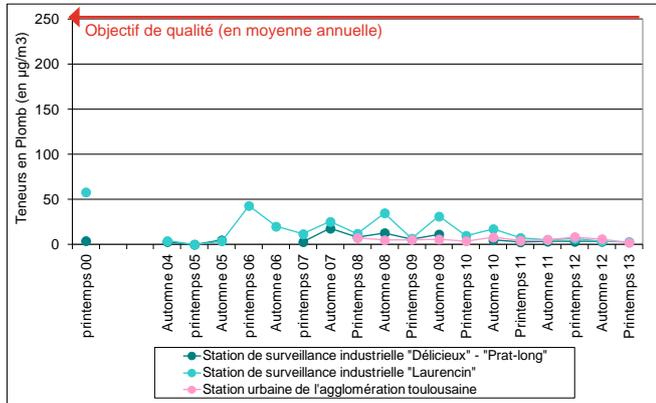
## Des concentrations en métaux similaires à celles mesurées dans le centre ville de Toulouse

Les concentrations en métaux relevées aux abords de la station de surveillance de l'usine d'incinération des boues de Ginestous implantée rue Laurencin sont du même ordre de grandeur que celles relevées dans le centre ville de Toulouse.

Stations	Toulouse Rue M. Laurencin	Toulouse Berthelot
Antimoine	0.47	0.92
Arsenic	0.21	0.15
Cadmium	0.06	<0.08
Chrome	1.04	1.24
Cobalt	0.04	<0.38
Cuivre	15.85	5.42
Etain	0.73	0.67
Manganèse	2.86	2.22
Mercure	<0.003	<0.08
Nickel	0.38	<0.38
Plomb	3.03	2.10
Sélénium	0.24	<0.76
Tellure	<0.01	<0.38
Thallium	<0.01	<0.38
Vanadium	0.44	0.49
Zinc	7.87	7.36

## Des concentrations stables faibles en plomb dans l'environnement de l'usine

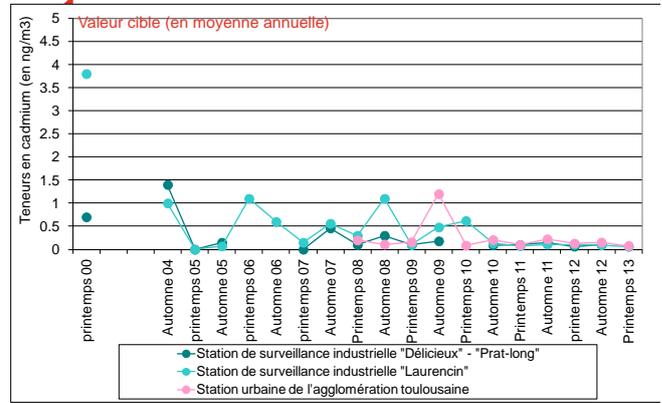
Les concentrations dans l'environnement de l'usine se sont stabilisées autour de 5 ng/m<sup>3</sup> sur les dernières campagnes de mesures. Les niveaux rencontrés sont ainsi similaires à ceux mesurés par la station urbaine toulousaine.



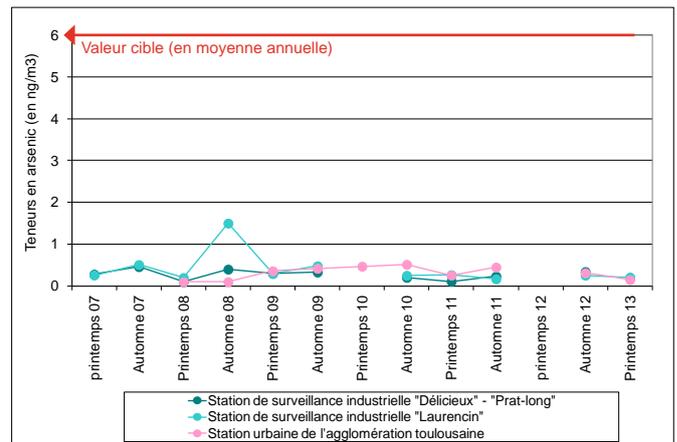
Évolution des concentrations moyennes en plomb par campagnes de mesures dans l'environnement de l'usine d'incinération des boues et pour une station urbaine de l'agglomération toulousaine

## Le cadmium et l'arsenic présents à l'état de trace dans l'environnement de l'usine

Comme dans le centre ville de Toulouse, les deux stations de suivi en proximité industrielle de l'usine d'incinération des boues de Ginestous n'enregistrent pas de niveaux significatifs de cadmium et d'arsenic.



Évolution des concentrations moyennes en cadmium par campagnes de mesures dans l'environnement de l'usine d'incinération des boues et pour une station urbaine de l'agglomération toulousaine



Évolution des concentrations moyennes en arsenic par campagnes de mesures dans l'environnement de l'usine d'incinération des boues et pour une station urbaine de l'agglomération toulousaine



## **ANNEXE IV : LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION DES ÉMISSIONS DE L'USINE D'INCINÉRATION DES BOUES DE GINESTOUS**

- ➔ Pour le dioxyde d'azote, l'usine d'incinération des boues de Ginestous a un impact limité sur la qualité de l'air extérieur compte tenu des autres sources présentes sur le domaine d'étude.
- ➔ Pour les particules, la cartographie issue de la modélisation ne fait pas apparaître d'impact de l'usine d'incinération des boues de Ginestous sur la qualité de l'air extérieur.
- ➔ Pour les trois polluants étudiés, les émissions du trafic routier sont la principale source de pollution sur la zone étudiée.

## Une modélisation réalisée grâce à la plate forme de modélisation haute définition

A l'aide de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques pour l'année 2008 et de la plateforme de modélisation haute définition, l'ORAMIP a réalisé la modélisation de la dispersion des émissions des différentes sources de pollution de la zone :

- sans la prise en compte des émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous,
- avec la prise en compte des émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous

Avec leurs émissions quantifiées, la dispersion du dioxyde d'azote, des particules de diamètre inférieur à 10 µm et des particules de diamètre inférieur à 2,5 µm a été modélisée pour chaque heure de l'année considérée sur le domaine d'étude en prenant en compte les conditions météorologiques de l'année 2012.

Le modèle de dispersion des émissions a fait l'objet d'une évaluation de la précision des données de sorties par rapport aux concentrations réellement observées sur sites dans différents types d'environnement.

Les résultats ont mis en évidence que les données modélisées sont globalement sous-estimées.

L'écart relatif est globalement compris entre 10 à 25% entre les données modélisées et la mesure pour le NO<sub>2</sub> et les PM<sub>10</sub>. Il est de l'ordre de 30% pour les PM<sub>2,5</sub>. Cette sous-estimation est sans doute due à l'utilisation de l'inventaire d'émission de 2009. Entre 2009 et 2010, le trafic routier sur le périphérique ouest toulousain a augmenté de 8 % (source DREAL Midi-Pyrénées). Il paraît très probable que ce trafic a continué à augmenter en 2011 et 2012. L'utilisation du trafic 2009 a donc induit une sous-estimation des concentrations en NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>.

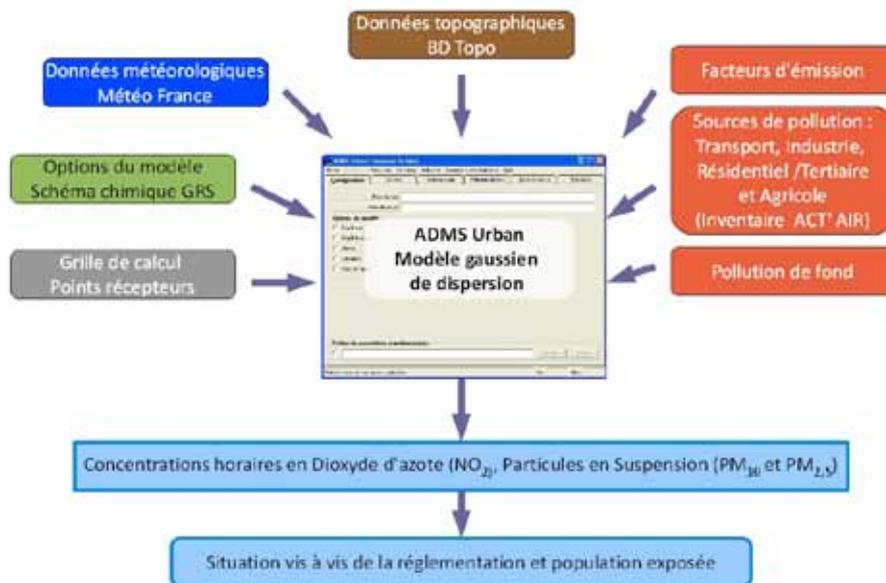
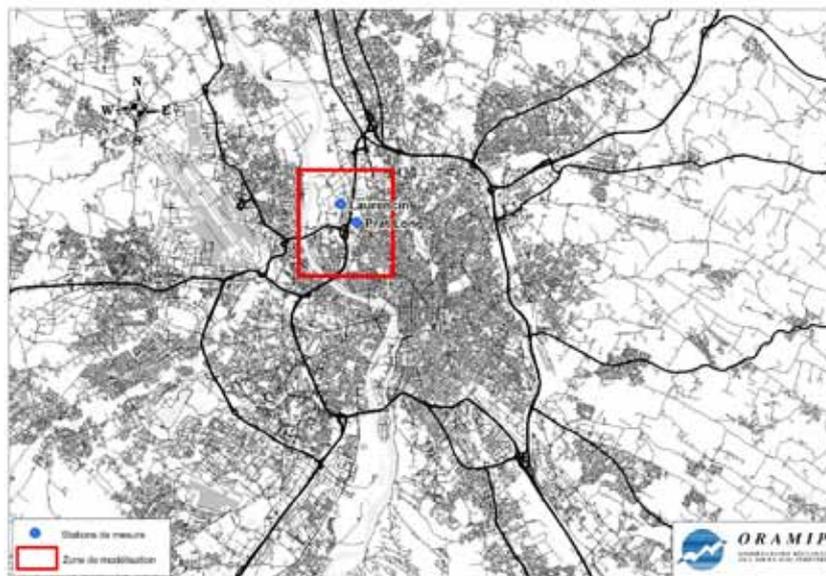


Schéma fonctionnel de la plateforme de modélisation urbaine haute définition



Domaine d'étude défini pour la modélisation

## En moyenne, impact limité de l'usine d'incinération des boues sur les niveaux en NO<sub>2</sub>, PM10 et PM2,5 rencontrés dans la zone étudiée

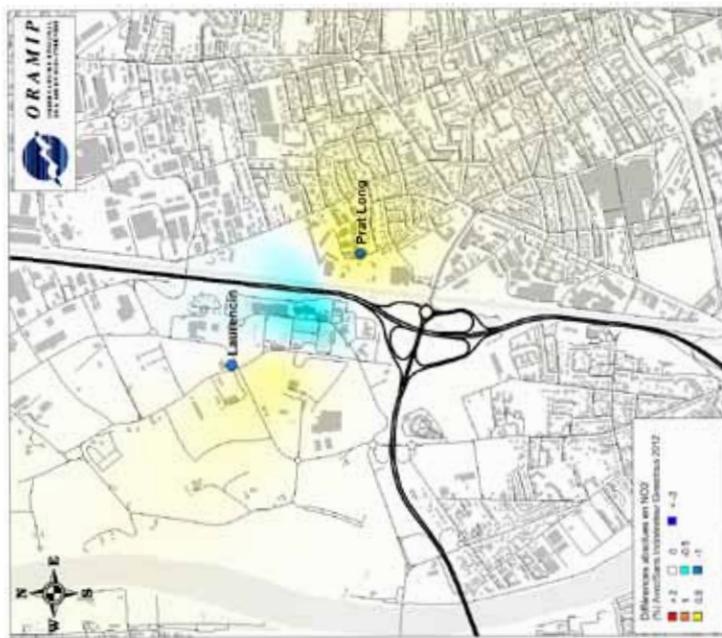
Pour le dioxyde d'azote et les particules, les deux cartes conjointes représentent les niveaux de concentration en dioxyde d'azote en moyenne annuelle évalués avec l'inventaire d'émissions de 2009 et les conditions météorologiques de 2012.

La troisième carte, fournie uniquement pour le dioxyde d'azote, représente la différence de concentrations (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) entre les deux situations étudiées : sans et avec les émissions de l'usine d'incinération de Ginestous.

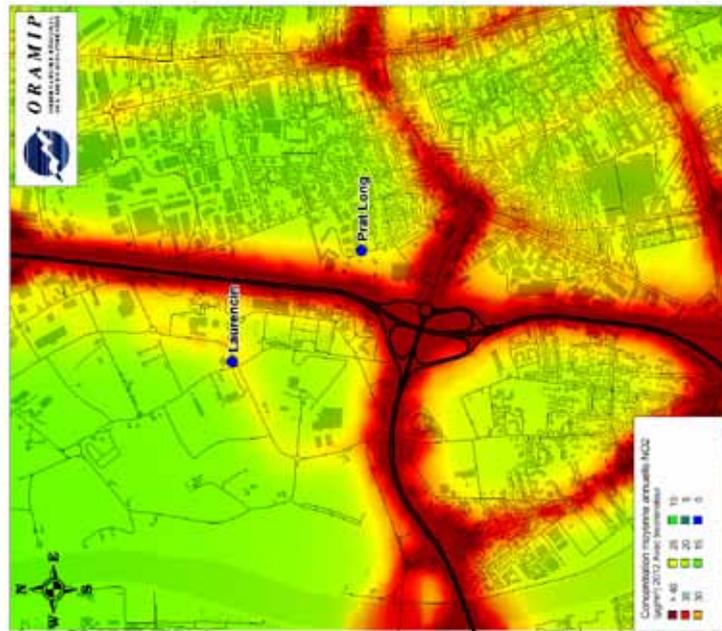
Cette troisième carte montre que les émissions en NO<sub>2</sub> de l'usine d'incinération de Ginestous ont un très faible impact (moins de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur les zones situées sous le panache de la cheminée.

Cette carte de différences n'est pas fournie pour les particules PM10 et PM2,5 car la modélisation ne permet pas de mettre en évidence un impact des émissions de l'usine d'incinération des boues sur les concentrations rencontrées dans son environnement.

**Pour les trois polluants étudiés, les émissions du trafic routier sont la principale source de pollution sur la zone étudiée.**



Différence de concentrations en NO<sub>2</sub>, avec et sans prise en compte des émissions de l'incinérateur de Ginestous (en µg/m<sup>3</sup>)

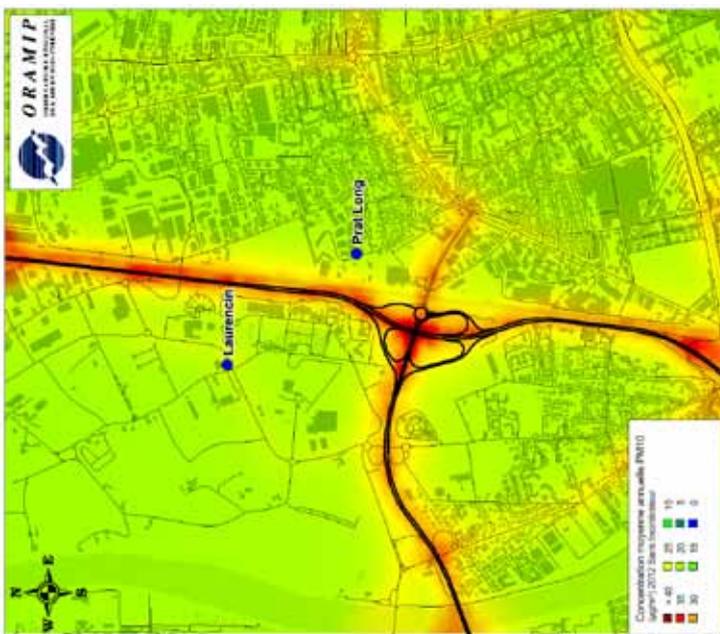
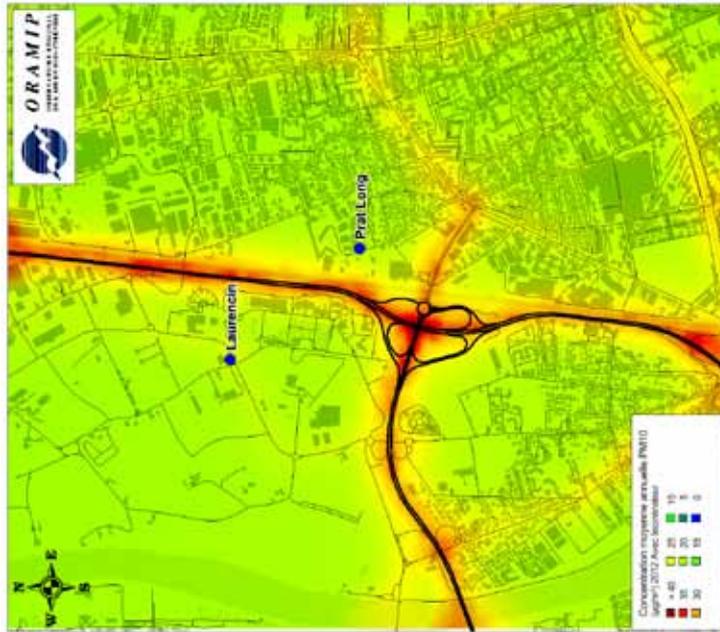


Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote - Situation sans (à gauche) et avec (à droite) les émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous

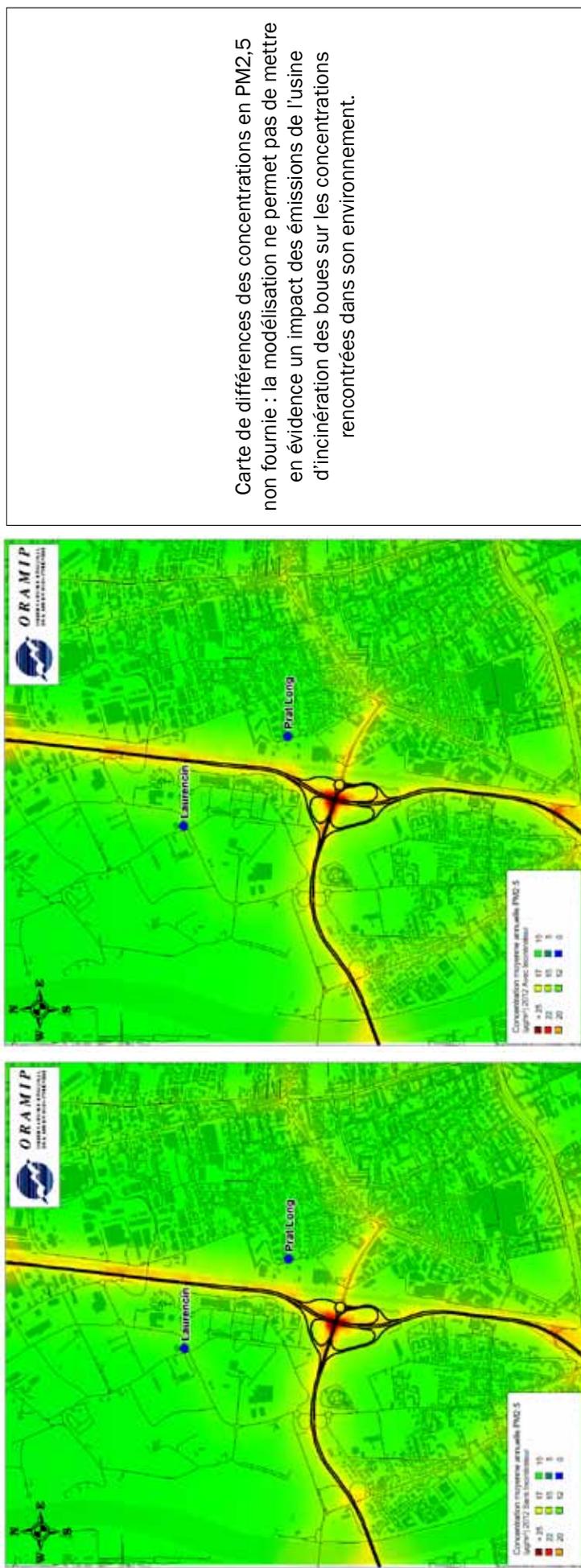


Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote - Situation sans (à gauche) et avec (à droite) les émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous

Carte de différences des concentrations en PM10 non fournie : la modélisation ne permet pas de mettre en évidence un impact des émissions de l'usine d'incinération des boues sur les concentrations rencontrées dans son environnement.



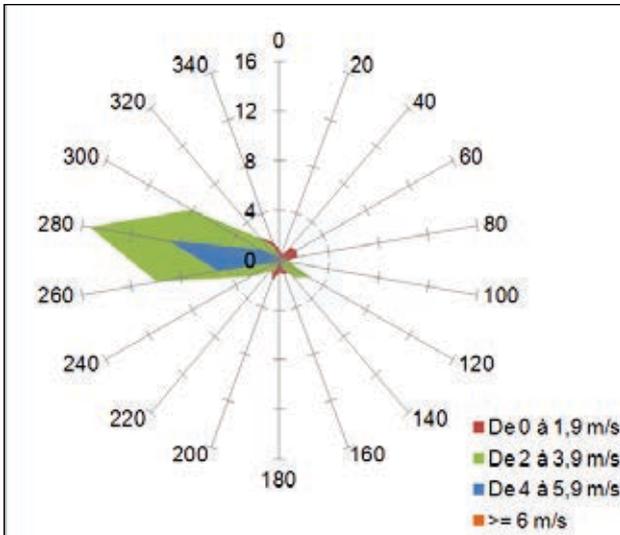
Concentration moyenne annuelle en particules de diamètre inférieur à 10 µm - Situation sans (à gauche) et avec (à droite) les émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous



Carte de différences des concentrations en PM2,5 non fournie : la modélisation ne permet pas de mettre en évidence un impact des émissions de l'usine d'incinération des boues sur les concentrations rencontrées dans son environnement.

Concentration moyenne annuelle en particules de diamètre inférieur à 2,5 µm - Situation sans (à gauche) et avec (à droite) les émissions de l'usine d'incinération des boues de Ginestous

## ANNEXE V : CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES AU COURS DE L'ÉTUDE



Rose des vents pour la campagne de mesures du 10 au 27 mai 2013.

D'après la rose des vents, cette campagne de mesures a été marquée par des vitesses de vents modérées. De plus fortes rafales ont été observées à la fin de la campagne de mesures. Les vitesses de vents faibles comprises entre 0 et 2 m/s n'ont représentés que 32% de la période de la campagne d'étude.

Les vents d'ouest nord-ouest ont été prédominants pendant cette campagne de mesures. Ils ont été présents pendant 65% de la période).

Les conditions météorologiques de la campagne de mesures se caractérisent par un temps maussade. La période a ainsi été très arrosée (36 mm de pluie sur la période). Les perturbations se sont ainsi succédées sur Toulouse, avec des pluies temporairement bien marquées et des températures très fraîches. Une accalmie temporaire se dessine le 14 mai, avec de belles plages ensoleillées et une température maximale de 22°C. Mais dès le lendemain, sous une pluie battante (13 mm de pluie sur la journée), la température plonge de 10 degrés. Les jours suivants, le temps reste très instable et pluvieux. Le vent s'oriente au secteur nord-ouest et les températures sont basses pour la saison, avec des valeurs maximales de l'ordre de 15 °Celsius. Du 23 au 25 mai, un véritable temps à giboulées s'installe. La fin de la période connaît une accalmie avec des températures en légère hausse et l'arrêt des pluies.

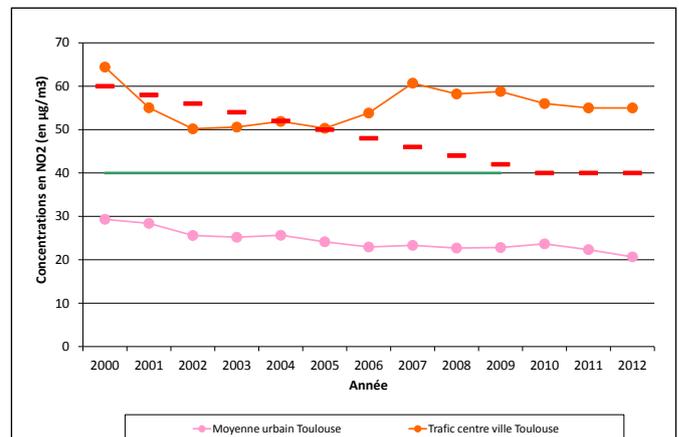
## ANNEXE VI : ÉVOLUTION DE LA QUALITÉ DE L'AIR SUR L'AGGLOMÉRATION TOULOUSAINNE ENTRE 2000 ET 2010

L'état zéro de la qualité de l'air aux abords de la station d'épuration de Ginestous, a été réalisé en 2000 avant la mise en route de l'incinérateur de boues. Sept années se sont donc écoulées entre la réalisation de l'état zéro et l'année 2010 visant à évaluer l'impact de l'incinérateur de boues. Il est donc intéressant de dresser un bilan de l'évolution de la qualité de l'air des principaux polluants surveillés en continu par l'ORAMIP sur l'agglomération toulousaine entre 2000 et 2010.

### Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est essentiellement issu de l'oxydation du monoxyde d'azote (NO), lui-même principalement produit par la circulation automobile. Les maxima en NO<sub>2</sub> sont donc observés sur les stations trafic. Les concentrations en NO<sub>2</sub> en milieu urbain sont en légère baisse depuis 2000. Elles respectent toutes les valeurs des seuils de l'objectif de qualité (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) et de la valeur limite pour la protection de la santé humaine dégressive depuis 2001 jusqu'à atteindre 40 µg/m<sup>3</sup> en 2010.

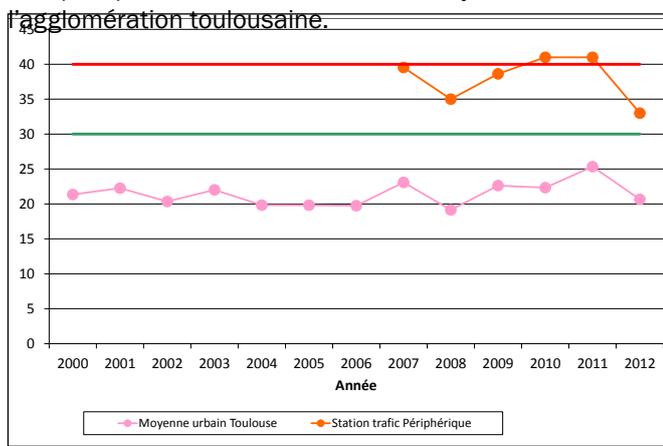
En proximité de trafic routier dans le centre de l'agglomération toulousaine, les concentrations annuelles en NO<sub>2</sub> ont toujours été au-dessus de la valeur de l'objectif annuel. En outre depuis 2006, elles dépassent en moyenne le seuil de la valeur limite annuelle pour la protection de la santé. L'écart entre les mesures urbaines « de fond » et les mesures en proximité de trafic automobile en centre ville de Toulouse se creuse donc, et ce malgré les efforts des constructeurs automobiles et des directives européennes. L'une des dernières évolutions technologiques, le filtre à particules, permet la réduction drastique des particules émises mais semble compenser ce progrès par une oxydation accrue du monoxyde d'azote mis (NO) en NO<sub>2</sub> freinant ainsi la diminution des émissions de ce dernier dans l'air ambiant.



Evolution des moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> sur Toulouse entre 2000 et 2012

## Les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10)

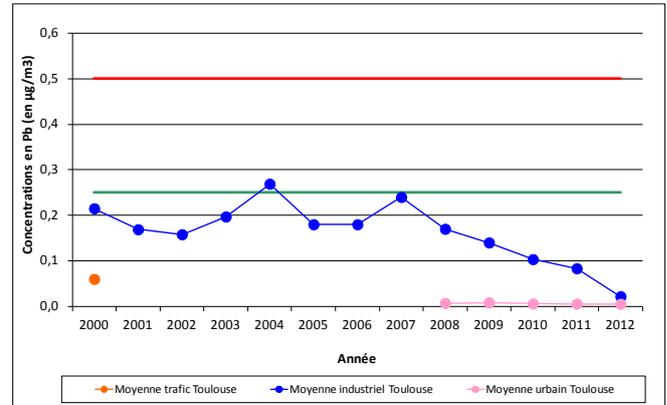
Les particules en suspension PM10 ont des origines naturelles (érosions des sols, pollens...) et anthropiques (circulation automobile, sidérurgie, incinération...). Les niveaux en PM10 sont donc légèrement plus élevés sur la station trafic. L'évolution moyenne des PM10 sur les stations de l'agglomération toulousaine, ne présente pas de variation significative d'une année sur l'autre depuis le début de leurs mesures en 2000. Les niveaux de PM10 sont inférieurs à la réglementation en vigueur dans l'air ambiant pour les stations urbaines. Ils sont supérieurs à l'objectif de qualité pour la station trafic périphérique et certaines années supérieurs la valeur limite. L'année 2012 a été marquée par une baisse des niveaux moyens en PM10 sur



Évolution des moyennes annuelles des PM10 sur Toulouse entre 2000 et 2012

## Le plomb (pb)

Parmi les métaux lourds, l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et le plomb fait l'objet d'une surveillance en continu sur l'agglomération toulousaine.



Évolution des moyennes annuelles en plomb sur Toulouse entre 2000 et 2012

L'ORAMIP surveille les niveaux de plomb à proximité d'industries émettrices. Un suivi des niveaux de plomb au niveau des stations trafic a été réalisé jusqu'en 2000. Le plomb a été éliminé de la composition des carburants au 1er janvier 2000 (Directive 98/70/CE du 13 octobre 1998). En proximité de trafic routier, les niveaux moyens en plomb depuis 2000 ont systématiquement été inférieurs à l'objectif de qualité. C'est pourquoi l'ORAMIP a décidé d'arrêter les mesures de plomb dans l'air ambiant en situation de proximité automobile à partir du 1er janvier 2001.

En proximité industrielle, les mesures continuent autour de l'usine de traitement des métaux (STCM), au nord de Toulouse et autour de l'usine d'incinération des ordures ménagères de Toulouse. Depuis le début des mesures, en 1991, les teneurs en plomb dans l'air ambiant diminuent régulièrement sur ces sites et sont inférieures à la valeur limite de 0,5 µg/m<sup>3</sup>.

## ANNEXE VII : RÉCAPITULATIF DES CAMPAGNES DE MESURES DE LA QUALITÉ DE L'AIR AUTOUR DE L'INCINÉRATEUR DE BOUES

En novembre 2003, l'incinérateur de boues a été mis en service, et un suivi de la qualité de l'air dans son environnement doit être réalisé deux fois par an. Pour cela, Veolia a de nouveau fait appel à l'ORAMIP.

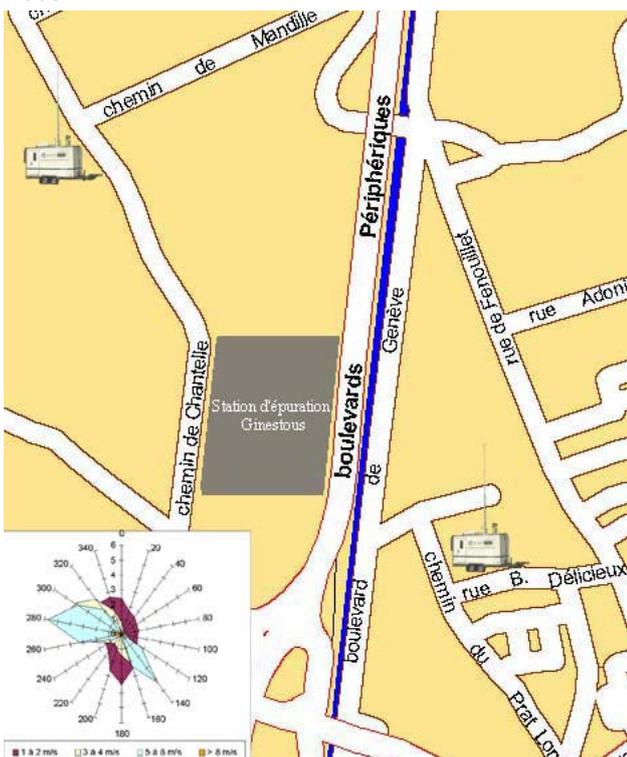
### Présentation de l'étude

#### Sites de mesures

L'état zéro de la qualité de l'air aux abords de la station d'épuration, effectué en février et mars 2000, a été réalisé en deux sites, choisis en fonction des vents dominants toulousains.

A partir de la campagne automne 2004 visant à évaluer l'impact de l'incinérateur de boues sur la qualité de l'air, des modifications ont été effectuées pour l'emplacement des sites de mesures. Le premier site au sud-est de l'incinérateur a été conservé alors que le second au nord-ouest a été légèrement décalé afin de s'éloigner d'une menuiserie, source de poussières. Cette dernière avait légèrement perturbé les mesures de particules de la campagne réalisée en 2000.

De plus, à partir de la campagne automne 2005, il a été décidé de réaliser les mesures simultanément sur les deux sites et sur une période de deux semaines environ afin d'obtenir des conditions météorologiques suffisamment variées.



Emplacements des sites de la station mobile

### Paramètres mesurés

Polluants atmosphériques	Symbole	Paramètres météorologiques
		Direction du vent
		Vitesse du vent
Monoxyde de carbone	CO	Température
Monoxyde et Dioxyde d'azote	NO/NO2	Pression atmosphérique
Dioxyde de soufre	SO <sub>2</sub>	Humidité relative
Particules de diamètre inférieur à 10 µm	PM10*	Rayonnement solaire
Métaux lourds particuliers (plomb, cadmium et mercure)	-	Pluviométrie

Les paramètres étudiés sont donc les mêmes que ceux des campagnes réalisées en 2000, à l'exception de la mesure des PM2.5 qui a été remplacée par celle des PM10.

Ces dernières sont davantage comparables d'une part à la réglementation (PM2.5 non réglementées) et d'autre part à un nombre plus important de mesures fixes du réseau toulousain de l'ORAMIP.

### Résultats des campagnes de mesures

Nous indiquons ci-dessous les références des rapports des campagnes de mesures réalisés depuis 2004.

	Référence de l'étude
Automne 2004	ETU-2005-01
Printemps 2005	ETU-2005-29
Automne 2005	ETU-2006-20
Printemps 2006	ETU-2006-20
Automne 2006	ETU-2006-43
Printemps 2007	ETU-2007-34
Automne 2007	ETU-2007-46
Printemps 2008	ETU-2008-14
Automne 2008	ETU-2008-33
Printemps 2009	ETU-2009-35
Automne 2009	ETU-2010-04
Printemps 2010	ETU-2010-16
Automne 2010	ETU-2011-02
Printemps 2011	ETU-2011-35
Automne 2011	ETU-2012-03
Printemps 2012	ETU-2012-17
Automne 2012	ETU-2013-01

Références des rapports de campagnes de mesures précédentes

## ANNEXE VIII : DONNÉES PRISES EN COMPTE POUR LA MODÉLISATION

### Données d'émissions

Les données d'émissions sur le domaine d'étude ont été considérées pour les 3 secteurs d'activités prédominants : Résidentiel/Tertiaire, Industrie et Transports. Le secteur agricole n'a pas été pris en compte tenu de son poids relativement limité sur le domaine étudié en termes d'émissions de polluants atmosphériques (2% des NOx et 4% des PM2.5) et de la localisation de ces émissions. Les données considérées et les modes de calcul sont synthétisés dans les points suivants :

- Secteur résidentiel/tertiaire

Les données d'émissions du secteur Résidentiel / Tertiaire correspondent essentiellement aux émissions issues des dispositifs de chauffage. Les données d'émissions ont ainsi été réparties sur l'année avec plus de 90% des émissions pour les périodes automnale et hivernale, entre fin octobre et début avril. Afin d'affiner la répartition temporelle des émissions sur la période de fonctionnement des dispositifs de chauffage les émissions sont calculées en prenant en compte la température extérieure ressentie.

Les 10% restant étant attribués aux autres jours de l'année et correspondent aux émissions pour la production d'eau chaude et aux dispositifs de cuisson.

Les données d'entrée de consommation énergétique annuelles pour ce secteur Résidentiel/Tertiaire sont issues des travaux de l'OREMIP pour l'année 2009 et on été quantifiées selon une approche « Top Down » à partir de la base nationale CEREN définissant des consommations unitaires par type d'énergie et de la composition communale du parc de logement produite par l'INSEE (âge du logement, surface, type de commune).

Les facteurs d'émissions des polluants atmosphériques associés à cette consommation énergétique sont ceux du guide OMINEA 2011.

Enfin, les données d'émissions communales ont été réparties géographiquement sur chaque commune en prenant en compte la localisation des bâtiments dits « indifférenciés » disponibles à partir de la base de données BD Topo.

Ces données d'émissions du secteur Résidentiel/Tertiaire spatialisées sur les bâtiments de la zone d'étude ont été utilisées au sein de la plateforme de modélisation sous forme d'émission surfaciques selon une résolution de 250 mètres.

- Secteur Industriel

Pour le secteur industriel, les données des principaux émetteurs du domaine d'étude PPA ont été considérées. Les données sont issues de la base GEREP 2009 fournie par la DREAL et elles concernent 34 sites industriels.

Pour l'essentiel des sites, ces données d'émissions ont été annualisées et réparties sur l'année sans tenir compte des éventuelles variations d'activité de ces sources d'émissions.

Ces données ont été intégrées sous forme d'émissions ponctuelles localisées au niveau des principales cheminées de rejet ou au centre des sites en l'absence de localisation précise des rejets. Les caractéristiques des rejets dans l'atmosphère ont été intégrées à partir des données fournies par les industriels ou les services de la DREAL.

Concernant les chaufferies des sites industriels, sauf en cas d'information contraires, les cycles de fonctionnement ont été calés selon la même méthodologie que pour le secteur résidentiel/tertiaire, en fonction de la température et de la vitesse du vent.

- Secteur Transports

Les émissions de polluants atmosphériques du secteur Transports ont été quantifiées à partir des données issues du modèle trafic disponible sur le domaine du PPA. Ces données de trafic ont été fournies par le Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération Toulousaine sous forme de fréquentation aux heures de pointe du soir (HPS) sur près de 15 000 axes routiers. L'année de référence pour ces données est 2008 faute de données disponibles pour 2009.

Les données ont été donc été retravaillées afin de disposer de profil de circulation journalier et annuel en fonction du jour de la semaine et des périodes de vacances. Ce traitement des données a été réalisé à partir de profils de circulation locaux et de données du CERTU. La base de données relative à la fréquentation des axes routiers sur le domaine d'étude permet de disposer du nombre de véhicules pour chaque heure de l'année, de la répartition des véhicules par type (véhicule légers, utilitaires ou poids lourds) et de la vitesse de circulation en fonction du trafic.

A partir de ces données, les quantités d'émissions de polluants atmosphériques ont été quantifiées en prenant en compte la composition du parc de véhicules (âge, puissance, norme Euro..) à l'année de référence considéré selon la base de données développées par l'INRETS et les facteurs d'émissions des différents véhicules conformément à la méthodologie européenne COPERT IV. Il est à noter que le réenvol des particules en suspension issu de la circulation des véhicules a été pris en compte conformément au guide OMINEA du CITEPA.

Les données d'émission de polluants atmosphériques ont été intégrées à la plateforme de modélisation sous forme de données linéiques pour l'essentiel des brins et sous forme d'émissions surfaciques (résolution à 250 mètres) pour les axes routiers ayant un trafic moyen journalier annuel (TMJA) inférieur à 3000 veh./jour.

## Données complémentaires

### ➤ Données météorologiques :

Les données météorologiques qui ont été utilisées sont celles de l'année 2012.

Les conditions météorologiques ont une forte influence sur les niveaux de concentration dans l'air ambiant notamment pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension.

### ➤ Niveaux de pollution de fond :

La pollution observée sur la zone d'étude est issue des émissions sur ce territoire mais une part de la pollution est également apportée par les masses d'air. Elle est considérée comme un niveau de fond.

Cette donnée de concentration de fond a été introduite pour les oxydes d'azote à partir des données de la station rurale de Peyrusse-Vielle (32) pour chaque heure de l'année.

Les données de concentration issues de la plateforme de modélisation ont été ajustées à partir de l'écart constaté avec les données moyennes issues des stations urbaines du domaine d'étude pour chaque heure de l'année. Cette adaptation statistique des concentrations en dioxyde d'azote et en particules en suspension a permis de prendre en compte la pollution entrant sur le domaine d'étude en même temps que la correction du biais inhérent à la modélisation.

## ANNEXE IX : ÉVALUATION DES CONCENTRATIONS DES DIFFÉRENTS POLLUANTS ISSUES DE LA PLATEFORME DE MODÉLISATION

Afin d'évaluer la qualité de la modélisation, les concentrations modélisées ont été comparées aux concentrations mesurées lors des deux campagnes de mesures du printemps et de l'automne 2012 aux abords de l'usine d'incinération des boues ou par des stations pérennes de l'ORAMIP. La validation du modèle de dispersion a été menée pour le NO<sub>2</sub>, les PM10 et les PM2,5.

### Évaluation des concentrations moyennes NO<sub>2</sub>

Du fait de son implication dans le cycle photochimique de formation d'ozone, le dioxyde d'azote présente des variations horaires plus difficilement modélisables. Le cycle chimique de destruction et production d'oxydes d'azote dépend notamment fortement de celui de l'ozone. L'ozone étant un polluant secondaire piloté par des mécanismes chimiques et météorologiques à l'échelle régionale, la restitution exacte de concentrations horaires en dioxyde d'azote est difficile, sans tenir compte d'une pollution de fond en ozone variable et régionale.

Comme pour les particules en suspension, la modélisation restitue mieux les concentrations en dioxyde d'azote en situation de fond urbain (« Mazades », « Berthelot », « Jacquier ». Les concentrations en proximité trafic sont plus difficilement modélisables (« Périphérique », « Pargaminières », mais aussi stations industrielles « Ginestous Délicieux » et « Ginestous Laurencin »).

Le modèle reproduit difficilement les concentrations moyennes sur les stations de suivi permanent « Pargaminières » et « Metz ». La station « Pargaminières » présente une typologie de rue Canyon : la circulation de l'air y est spécifique et dépend directement de la direction du vent. Cette configuration particulière engendre une accumulation potentielle des polluants dans la rue. La dispersion sur cette typologie de voie est bien différente d'une dispersion en panache gaussien. On remarque une sous estimation du niveau moyen en dioxyde d'azote (Ratio Modélisation/Mesure égal à 77%). Cette station aurait nécessité une modélisation très fine échelle, en tenant compte de sa configuration particulière.

De même, pour les stations « Périphérique » et « Ginestous Délicieux », les concentrations modélisées sont sous estimées. Les trafics routiers utilisés pour la modélisation sont les trafics de 2009 tandis que les concentrations sont

modélisées pour l'année 2012. Entre 2009 et 2010, le trafic routier sur le périphérique sud toulousain a augmenté de 5% tandis que le trafic routier sur le périphérique ouest toulousain a augmenté de 8% (source DREAL Midi-Pyrénées). Il paraît très probable que ce trafic a continué à augmenter en 2011 et 2012. L'utilisation du trafic 2009 a donc induit une sous-estimation des concentrations en NO<sub>2</sub>. En revanche, la modélisation induit une surestimation des niveaux de NO<sub>2</sub> pour la station «Ginestous Laurencin».

Les ratios Modélisation/Mesure calculés pour le dioxyde d'azote suivent la tendance constatée pour les particules en suspension.

Nom de la station	Typologie	Mesure (µg/m <sup>3</sup> )	Modélisation (µg/m <sup>3</sup> )	Ratio Modélisation/Mesure (%)
Mazades	Fond urbain	21	18	86
Berthelot	Fond urbain	17	19	112
Jacquier	Fond urbain	18	18	100
Pargaminières	Trafic	26	20	77
Périphérique	Trafic	71	56	79
Aéroport Trafic	Industriel	22	18	82
Ginestous Laurencin	Industriel	20	31	155
Ginestous Délicieux	Industriel	28	22	79

## Évaluation des concentrations moyennes PM10

Nom de la station	Typologie	Mesure (µg/m <sup>3</sup> )	Modélisation (µg/m <sup>3</sup> )	Ratio Modélisation/Mesure (%)
Mazades	Fond urbain	20	19	95
Berthelot	Fond urbain	19	19	100
Jacquier	Fond urbain	21	19	90
Périphérique	Trafic	30	37	123
Aéroport Trafic	Industriel	21	18	86
Ginestous Laurencin	Industriel	24	23	96
Ginestous Délicieux	Industriel	20	22	110

Sur les 7 stations de mesure, 5 stations présentent un ratio Modélisation/Mesure compris entre 90% et 110%. La modélisation restitue très correctement les concentrations moyennes en fond urbain, sur les stations « Mazades » et « Berthelot ». Les 2 stations en proximité trafic affichent des ratios plus éloignés.

L'intervalle de confiance est satisfaisant, puisque les ratios minimum et maximum Modélisation/Mesure sont respectivement de 86% (pour l'aéroport Trafic) et 123% (sur «Périphérique»). Sur ces deux stations, l'écart s'explique par les données de trafic utilisées.

## Évaluation des concentrations moyennes PM2,5

Nom de la station	Typologie	Mesure (µg/m <sup>3</sup> )	Modélisation (µg/m <sup>3</sup> )	Ratio Modélisation/Mesure (%)
Mazades	Fond urbain	15	10	67
Berthelot	Fond urbain	14	10	71
Ginestous Laurencin	Industriel	18	12	67
Ginestous Délicieux	Industriel	11	14	127

La modélisation sous-estime les niveaux de PM<sub>2,5</sub> pour les stations de fond urbaine ainsi que pour la station industrielle «Ginestous Laurencin». En revanche, les concentrations de la station industrielle «Ginestous Délicieux» sont surestimées.

## ANNEXE X : TEMPORALISATION DES DONNÉES DE CHAUFFAGE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL/ TERTIAIRE

Les émissions de chauffage du secteur résidentiel/tertiaire sont calculées annuellement mais dépendent fortement des conditions météorologique de l'année retenue. C'est pour cela qu'une temporalisation des émissions est estimée pour chaque zone de modélisation et pour chaque année civile retenue.

**Etape 1:** Calculer la température ressentie pour chaque heure de l'année civile dans la zone d'études. En effet la température «ressentie» permet de prendre en compte l'impact du refroidissement éolien dans les consommations (i.e. la déperdition supplémentaire de chaleur due à la présence du vent)

**Etape 2:** Les jours de «chauffage» sont déterminés en comparant la moyenne des températures extérieures de 6h à 20h avec la moyenne des températures de chauffage intérieure. Si la première est inférieure à la seconde alors on considère que c'est un jour de «chauffage»

**Etape 3:** Pour chaque jour de chauffage, l'écart entre la température extérieure et la température de chauffage intérieure est calculé pour chaque heure de l'année. Le facteur horaire est alors le ratio entre cet écart et la somme des écarts sur l'année civile:

où

$$Fac_h = \frac{\theta T_h}{\sum_{h=1}^N \theta T_h} \uparrow$$

$$\theta T_h = (Ti_h - Te_h) \uparrow$$

avec :

- $Fac_h$  : le facteur horaire de chauffage par secteur
- $h$ : l'heure de calcul et  $N$  le nombre d'heures dans l'année
- $Ti_h$  : la température horaire intérieure de chauffage. Cette température est différente entre le secteur résidentiel et le secteur tertiaire (en fonction de l'heure de la journée et du jour de la semaine)
- $Te_h$  : la température horaire extérieure «ressentie»

## ANNEXE XI : ADAPTATION STATISTIQUE DE DONNÉES DE SORTIES DE LA PLATEFORME DE MODÉLISATION

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 de l'ORAMIP sont utilisées pour estimer ce biais horaire:

**Etape 1:** un premier tri est fait pour éliminer les valeurs aberrantes (en effet, une station de fond peut aussi être influencée par des événement «de proximité»)

**Etape 2:** le biais moyen entre les stations de fond et la modélisation est calculé

**Etape 3:** Si ce biais est inférieur à un biais maximum défini (dépendant du polluant étudié), ce biais est conservé. Dans le cas contraire, la station de fond la plus éloignée de la modélisation est retirée et l'étape 2 est reprise. S'il ne reste plus qu'une station de fond, le biais entre celle ci et la modélisation est utilisée.

**Etape 4:** Les biais horaires calculés sont ensuite appliqués à l'ensemble des sorties brutes de la modélisation.

## ANNEXE XII : INTERPOLATION DES DONNÉES DE CONCENTRATION

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 est effectuée sur une grille régulière (dans le cadre du PPA, cette grille est constituée d'une maille de 50m de côté). Au niveau de chaque maille, 2 situations peuvent se rencontrer :

**1** • la maille comprend au moins un point de sortie de la modélisation fine échelle

Dans ce cas, la concentration au niveau de la maille est considérée comme étant la moyenne des concentrations issues de la modélisation se trouvant dans cette maille.

**2** • la maille ne comprend aucun point de sortie de la modélisation fine échelle

Dans ce cas les 4 points de sortie de modélisation les plus proches de la maille sont identifiés et une interpolation par pondération inverse à la distance est utilisée.

La Pondération Inverse à la Distance est une méthode d'interpolation spatiale, un processus permettant d'assigner une valeur à un espace non connu à partir d'un semis de points connus.

Une forme courante pour trouver une valeur interpolée  $u$  à partir d'un point donné  $x$  en utilisant la PID est une fonction d'interpolation :

$$\text{où : } u(x) = \frac{\sum_{i=0}^N u_i \cdot w_i(x)}{\sum_{i=0}^N w_i(x)}$$

$$w_i(x) = \frac{1}{\text{dist}(x, x_i)^p}$$

est une fonction simple de pondération, comme définie par Shepard (Shepard, Donald (1968). «A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data». Proceedings of the 1968 ACM National Conference: 517-524):

- $x$  étant un point (théorique) interpolé,
- $x_i$  est un point connu,
- $\text{dist}(x, x_i)$  est une distance donnée du point connu  $x_i$  au point inconnu  $x$ ,
- $N$  est le nombre total de points connus utilisés dans l'interpolation. Dans notre méthodologie  $N=4$  (nous ne prenons que les 4 points les plus proches de la maille considérée)
- $p$  est un nombre positif réel, appelé le paramètre de puissance.

Ici, le poids des points voisins diminue lorsque la distance augmente. Les plus grandes valeurs de  $p$  donnent une influence plus grande aux valeurs les plus proches du point interpolé.

Pour  $0 < p < 1$ ,  $u(x)$  donne des pics lissés au-dessus du point interpolé  $x_i$ , alors que pour  $p > 1$  le pic devient plus pointu. Le choix de  $p$  est donc une fonction du degré de lissage désiré pour l'interpolation, de la densité et la distribution des échantillons interpolés, et de la distance maximum au delà de laquelle un échantillon individuel peut influencer les points environnants.

Dans notre méthodologie nous avons retenu 1 comme valeur de  $p$ .

# Surveillance de la qualité de l'air en Midi-Pyrénées

24 heures/24 • 7 jours/7

• • prévisions • •

• • mesures • •



L'information  
sur la qualité de l'air  
en Midi-Pyrénées :  
[www.oramip.org](http://www.oramip.org)

ÉTUDE RÉALISÉE PAR L'Oramip - FINANCEMENT DANS LE CADRE DU CONTRAT DE PROJETS ÉTAT-RÉGION MIDI-PYRÉNÉES 2007-2013



**ORAMIP**  
OBSERVATOIRE RÉGIONAL  
DE L'AIR EN MIDI-PYRÉNÉES