



AtmoSud
Qualité de l'Air

Provence - Alpes - Côte d'Azur

Qualité de l'air à proximité de l'ancien site industriel de **LEGRE-MANTE**

Campagne de juin à septembre 2017

RESUME :

QUALITE DE L'AIR A PROXIMITE DE L'ANCIEN SITE INDUSTRIEL DE LEGRE-MANTE

Campagne de juin à septembre 2017

Le site LEGRE-MANTE abritait jusqu'en 2009 une ancienne fonderie de plomb puis une usine de production d'acide sulfurique, citrique et tartrique (depuis 1875), de nombreux polluants issus de cette production sont restés dans le sol et peuvent contaminer les différents secteurs environnementaux. **La présente étude établit une évaluation de l'impact des activités industrielles historiques sur la qualité de l'air aux alentours de ce site.**

La campagne de mesure s'est déroulée entre le 08 juin 2017 et le 02 octobre 2017 sur quatre points de mesures autour de la zone polluée, les dispositifs mis en place ont permis le **suivi des oxydes d'azotes, des particules en suspension** (Fraction PM10) **et sédimentables** ainsi que leur **composition en métaux lourds**.

► Oxydes d'azote (NOx)

Les concentrations mesurées en dioxyde d'azote (NO₂) ainsi que le rapport de la concentration de monoxyde d'azote sur la concentration de dioxyde d'azote (NO/NO₂) sur le site de LEGRE-MANTE (point 1) se rapprochent des sites de typologie urbaine de fond. **Le site de LEGRE-MANTE est donc peu impacté par la source de pollution routière.**

► Particules fines en suspension : Fraction PM10

Le niveau de particules fines inhalables (PM10) mesurées sur le site de LEGRE-MANTE est comparable à celui d'un site de typologie urbaine de fond à Marseille, avec une concentration moyenne dépassant toutefois la valeur guide moyenne annuelle de l'OMS de 20 µg/m³. **Néanmoins, ces particules comportent des teneurs plus importantes en antimoine (Sb), étain (Sn) et zinc (Zn)** probablement issues de l'envol de particules provenant des sols contaminés alentours.

Cependant **cette influence reste modérée**, en effet **les concentrations en particules inhalables ainsi que leur teneur en métaux ne sont pas atypiques** : bien que les teneurs de ces métaux soient jusqu'à presque dix fois supérieures au site témoin sur certaines mesures, **les niveaux de particules et leur composition en métaux restent comparables aux valeurs trouvées dans la littérature.**

► Particules sédimentables

Le site de l'étude présente un niveau d'empoussièrement moyen respectant les valeurs admissibles pour l'environnement allemands et suisses (respectivement 10,5 g/m²/mois et 6 g/m²/mois), **ainsi que le seuil de la norme NF X 43-007** (fixé à 30 g/m²/mois). A noter qu'en présence de vents forts de secteurs Est-Sud-Est, les abords du site sont soumis à un envol de poussières significatif sur un site de l'étude.

Cependant la part métallique de ces particules est significativement plus élevée que dans les valeurs relevées dans ce type d'environnement dans la littérature (baryum (Ba), chrome (Cr), sodium (Na), plomb (Pb), titane (Ti), vanadium (V) et zinc (Zn)). La comparaison avec les valeurs du site témoin AtmoSud de Marseille/Longchamp met en évidence en particulier un écart sur les éléments suivants :

- **antimoine (Sb) et arsenic (As)** : traceurs de l'activité industrielle passée du site de LEGRE-MANTE ;
- **calcium (Ca) et sodium (Na)** : issus de l'aérosol marin ;
- **bore (B), zinc (Zn) et zirconium (Zr)** dont l'origine est inconnue.

Contact

BouAlem MESBAH
boualem.mesbah@atmosud.org

Date de parution

Septembre 2018

Références

23ID0813/V-02/ LLB-FC-BM-XV

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les personnes et les organismes cités ci-dessous qui ont accepté d'accueillir du matériel de mesures sur leurs terrains et sans qui ces mesures n'auraient pu avoir lieu :

- Mme VERNAY VAISSE : Habitante de la zone d'étude ;
- Mme DESANTI : agent technique de la ville de Marseille ;
- M. LION : Gardienne du gymnase PADOVANI ;
- M. BARZ : Association du Grand Cercle du Littoral Sud.

PARTENAIRES

La société VALGO est partenaire de cette étude.

AUTEURS DU DOCUMENT

La coordination du projet est assurée par Lise LE BERRE.

► Auteurs de l'étude

- Lise LE BERRE / Fanny CHAGNET : rédaction du rapport ;
- BouAlem MESBAH : validation du rapport ;
- Xavier VILLETARD : validation du rapport.

► Intervenants

- Aurélie STOERKEL : technicienne de mesures ;
- Romain BOURJOT : technicien de mesures ;
- Nicolas BOES : technicien de mesures ;
- Frédéric MARTY : responsable laboratoire et métrologie.

SOMMAIRE

1. Contexte et objectifs de l'étude	6
2. Dispositif de surveillance mis en œuvre	7
2.1 Positionnement des sites de mesures	7
2.2 Paramètres mesurés et moyens mis en œuvre	9
3. Conditions météorologiques	11
3.1 Vitesses et Direction de vents	11
3.2 Températures et pluviométrie	11
4. Les oxydes d'azotes (NOx)	12
4.1 Niveaux moyens	12
4.2 Variabilité temporelle.....	12
5. Les particules inhalables (PM10)	13
5.1 Niveaux moyens	13
5.2 Variabilité temporelle.....	13
5.3 Teneur en métaux dans les particules (PM10)	14
6. Les particules sédimentables	18
6.1 Les particules sédimentables : poussières totales	18
6.2 Caractérisation des métaux des particules sédimentables	19
7. Conclusions	22
GLOSSAIRE	23
ANNEXES	27

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS	28
ANNEXE 2	Détails techniques des mesures réalisées	32
ANNEXE 3	Données mesurées lors de la campagne : Les oxydes d'azotes (NOx)	34
ANNEXE 4	Données mesurées lors de la campagne : Les particules inhalables (PM10)	36
ANNEXE 5	Les particules sédimentables	38
ANNEXE 6	Valeurs de comparaisons dans la littérature	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Détail des dispositifs mis en œuvre lors de la campagne de mesure	10
Tableau 2 : Concentrations en NOx observées par analyseur automatique – période du 08/06/2017 au 02/10/2017	12
Tableau 3 : Concentrations en PM10 observées par analyseur automatique – période du 08/06/2017 au 02/10/2017	13
Tableau 4 : Teneurs moyennes en métaux (ng/m ³) dans les particules PM10	15
Tableau 5 : Teneur en métaux (µg/m ² /jour) dans les particules sédimentables	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : position des points de mesures aux alentours du site de LEGRE-MANTE	7
Figure 2 : Position de la zone étudiée par rapport aux stations pérennes d'AtmoSud	8
Figure 3 : Cartographie des moyens de prélèvements à proximité du site étudié	9
Figure 4 : Rose des vents période du 08/06/2017 – 02/10/2017	11
Figure 5 : Températures et précipitations - période du 08/06/2017 – 02/10/2017	11
Figure 6 : Evolution temporelle des concentrations journalières en NO ₂ - période du 08/06/2017 au 02/10/2017	12
Figure 7 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM10 - période du 08/06/2017 au 02/10/2017	13
Figure 8: Rapport entre les concentrations mesurées dans les PM10 en antimoine, étain et zinc et à Marseille Longchamp - roses des vents associées aux périodes de mesures	17
Figure 9 : Flux de poussières sédimentables g/m ² /mois	18
Figure 10 : Rapports entre les teneurs normalisées des points de mesures avec celles de Marseille Longchamp - roses des vents associées aux périodes de mesures	20

1. Contexte et objectifs de l'étude

Le site de LEGRE-MANTE était, entre 1875 et 1883, une fonderie de plomb argentifère associée à une unité de production de soude. Quelques années plus tard, de 1888 à 2009, le site a abrité une usine de production d'acide sulfurique, citrique et tartrique. Le site est à présent à l'abandon et ses activités industrielles passées ont laissé un sol pollué en métaux lourds : une pollution généralisée des sols par le plomb, l'arsenic, le cadmium et l'antimoine a été identifiée dans les différentes études environnementales réalisées sur la zone depuis 1996.

Sous certaines conditions de vents ou lors d'activités sur les zones polluées (chantier, travaux...), cette pollution peut se propager dans l'air environnant par envol de particules inhalables ou sédimentables.

Les particules inhalables, une fois remises en suspension pénètrent, selon leur taille, plus ou moins profondément dans les voies respiratoires produisant des irritations et des altérations de la fonction respiratoire dans son ensemble et plus particulièrement sur les populations sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques et sportifs).

Les particules fines PM10 et PM2.5 (particules de tailles respectivement inférieures à 10 µm et inférieures à 2,5 µm) sont réglementées en France et surveillées par les Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, l'AASQA AtmoSud (anciennement nommée Air PACA) est chargée de cette surveillance.

La remise en suspension de particules plus grosses ayant un diamètre supérieur à 100 µm, poussières dites sédimentables, peut contaminer les sols alentours en s'y déposant par gravité mais elles peuvent aussi être ingérées par voie directe ou indirecte via le transfert dans la chaîne alimentaire. Il n'existe actuellement aucune réglementation de ces poussières sédimentables en France.

Selon leur composition, les particules inhalables ou sédimentables peuvent avoir des propriétés mutagènes ou cancérogènes.

Afin d'évaluer l'exposition des populations aux alentours de ce site, AtmoSud en partenariat avec VALGO, société spécialisée dans la réhabilitation de sites et sols pollués, ont décidé d'unir leur savoir-faire, en réalisant cette campagne de mesure et ainsi compléter la connaissance de la qualité de l'air dans le secteur de l'ancien site industriel LEGRE-MANTE.

L'objectif de cette étude est d'évaluer, en l'absence d'activité sur la zone, l'impact de l'envol de poussières de la zone sur l'exposition des populations aux métaux avant d'éventuels travaux de dépollution.

2. Dispositif de surveillance mis en œuvre

2.1 Positionnement des sites de mesures

Le positionnement des sites de mesures, présenté en Figure 1, a été établi en tenant compte :

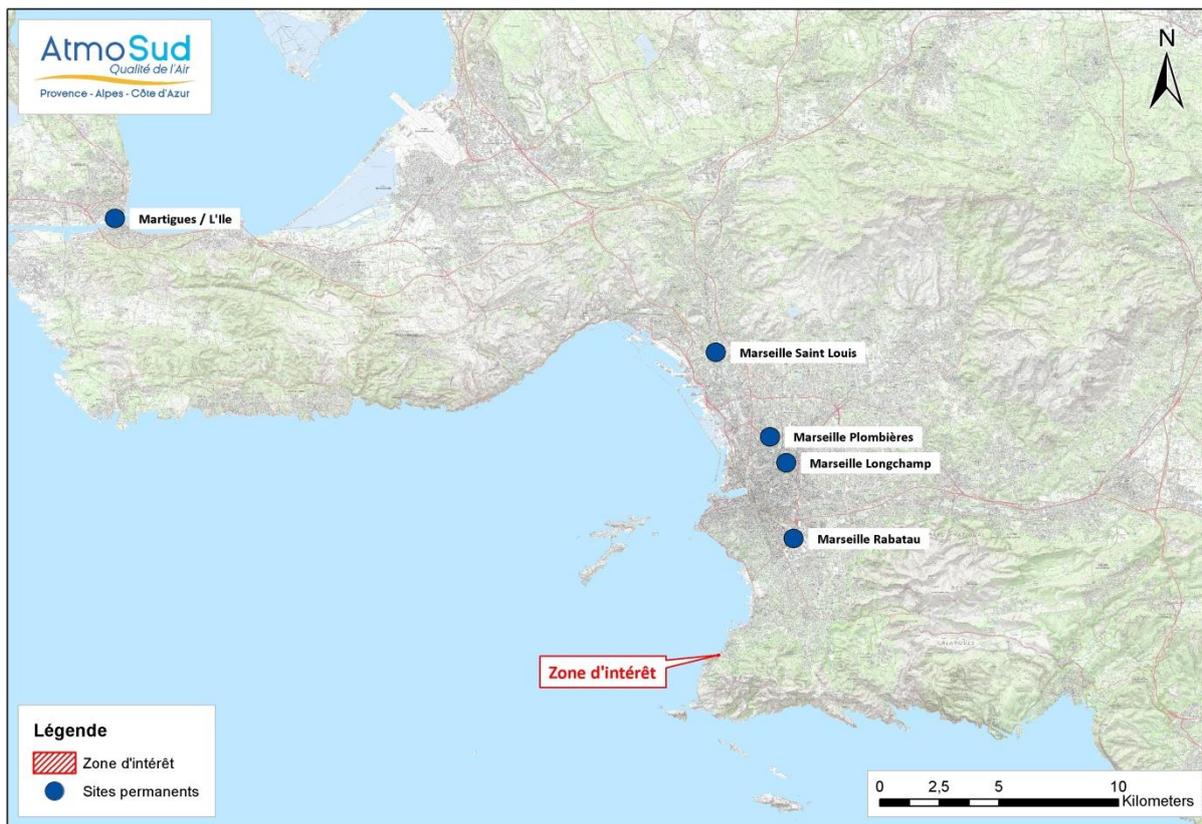
- des vents dominants entraînant le ré-englouissement des poussières des sols de la parcelle qui était utilisée comme décharge de déchets lorsque l'usine LEGRE-MANTE était en activité : vents d'un large secteur Nord-Ouest. A noter que les sols de cette parcelle sont ceux qui présentent les niveaux en métaux lourds et métalloïdes les plus élevés selon l'ensemble des diagnostics de sols réalisés sur les parcelles de l'ancienne usine LEGRE-MANTE ;
- de la localisation des populations riveraines les plus proches de la parcelle utilisée comme décharge par l'ancienne usine LEGRE-MANTE ;
- de la localisation des populations dites « sensibles » situées à proximité à savoir :
 - le stade Michelier avec ses installations sportives implantées à moins de 50 m de la zone d'intérêt (le sport amplifie le volume d'air introduit dans les poumons),
 - le groupe scolaire Madrague de Montredon implanté à 300 m de la zone d'intérêt (les enfants sont particulièrement vulnérables aux agents présents dans leur environnement) ;
- des exigences d'alimentation électrique, de sécurisation des sites de mesures et d'autres contraintes techniques de terrain.

La Figure 2 présente les stations fixes d'AtmoSud permettant de comparer les niveaux observés dans cette étude aux niveaux habituellement mesurés dans la ville de Marseille.

Figure 1 : position des points de mesures aux alentours du site de LEGRE-MANTE



Figure 2 : Position de la zone étudiée par rapport aux stations pérennes d'AtmoSud



2.2 Paramètres mesurés et moyens mis en œuvre

Afin de cibler, en l'absence d'activité sur la zone, la problématique de l'envol de particules chargées en métaux lourds et leur impact sur la population environnante, dans cette étude seront mesurés :

- **Les particules inhalables** : la fraction **PM10** qui est, par retour d'expérience, la fraction la plus adaptée pour répondre à cette problématique de par sa capacité à l'envol et ses teneurs en métaux.
- **Les particules sédimentables** : potentiellement contaminées, elles se déposent au sol et chez les riverains et sont susceptibles d'être ingérées via le transfert dans la chaîne alimentaire.

Le dispositif de surveillance a été déployé sur la période du 8 juin au 2 octobre 2017 et est axé sur le suivi des substances particulières : les particules sédimentables (PS) et les particules inhalables (PM10) ; ainsi que sur la composition en métaux de celles-ci.

Ce dispositif a été complété par le suivi des oxydes d'azotes (NO et NO₂), polluants traceurs de la combustion et notamment de celle du trafic automobile.

Le suivi de ces paramètres a été réalisé dans le respect de l'état de l'art, en fonction des techniques disponibles et du type de substances recherchées grâce aux moyens suivants :

- Analyseurs automatiques ;
- Préleveurs actifs, gravimétrie et analyses en laboratoire ;
- Collecteurs de particules sédimentables et analyses en laboratoire.

Le détail des moyens mis en œuvre sur chaque site de mesures ainsi que les polluants et paramètres investigués sont présentés le Tableau 1. La Figure 3 présente le détail des composés mesurés sur le site étudié.

Figure 3 : Cartographie des moyens de prélèvements à proximité du site étudié



Tableau 1 : Détail des dispositifs mis en œuvre lors de la campagne de mesure

Localisation		Type de dispositif	Période de mesure	Taux de mesures sur la période (%)	Type de particules étudiées	Polluants ou paramètres investigués	Pas de temps
LEGRE-MANTE	Point 1	Analyseurs en ligne ¹	08/06/17 – 02/10/17	89 %	En suspension, Fraction PM10	PM10	Quart-horaire
				98 %	En suspension, Fraction PM10	NO, NO ₂ , NOx	Quart-horaire
		Préleveur LECKEL faible débit (2,3 m ³ /h)		100%	En suspension, Fraction PM10	41 métaux lourds *	Hebdomadaire
		Station météorologique		98 %	-	Vitesse et direction du vent	Quart-horaire
	Point 2	Jauge Owen	17/07/17 – 08/09/17	100 %	Sédimentables	32 métaux lourds **	Mensuel
	Point 3			100 %	Sédimentables	32 métaux lourds **	Mensuel
	Point 4			50 %	Sédimentables	32 métaux lourds **	Mensuel
				100 %	Sédimentables	32 métaux lourds **	Mensuel
Sites « témoins »	Marseille/Longchamp Fond / Urbain	Analyseurs en ligne	08/06/17 – 02/10/17	99 %	En suspension, Fraction PM10	PM10	Quart-horaire
				99 %		NO, NO ₂ , NOx	Quart-horaire
		Préleveur PARTISOL faible débit (1 m ³ /h)		100%		41 métaux lourds *	Hebdomadaire
		Jauge Owen		17/07/17 – 08/09/17		100 %	Sédimentables
	Marseille Rabatau Trafic/Urbain	Analyseurs en ligne	08/06/17 – 02/10/17	97 %	En suspension, Fraction PM10	PM10	Quart-horaire
				100 %		NO, NO ₂ , NOx	Quart-horaire
	Marseille Saint-Louis Fond / Urbain			92 %		PM10	Quart-horaire
				100 %		NO, NO ₂ , NOx	Quart-horaire
	Marseille Plombières Trafic / Urbain			100 %		NO, NO ₂ , NOx	Quart-horaire
	Martigues Ile Fond / Urbain			100 %		NO, NO ₂ , NOx	Quart-horaire

En gris : Typologie des stations de référence, la classification des stations est définie selon la méthode décrite dans le rapport « Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air » du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), paru en février 2017.

* : Liste des 41 métaux mesurés dans les particules inhalables PM10 : Aluminium (Al), Antimoine (Sb), Argent (Ag), Arsenic (As), Baryum (Ba), Beryllium (Be), Bore (B), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Cérium (Ce), Césium (Cs), Chrome (Cr), Cobalt (Co), Cuivre (Cu), Etain (Sn), Fer (Fe), Gallium (Ga), Lanthane (La), Lithium (Li), Magnésium (Mg), Manganèse (Mn), Mercure (Hg), Molybdène (Mo), Nickel (Ni), Palladium (Pd), Platine (Pt), Plomb (Pb), Potassium (K), Rubidium (Rb), Scandium (Sc), Sélénium (Se), Silicium (Si), Sodium (Na), Strontium (Sr), Tellure (Te), Thallium (Tl), Titane (Ti), Uranium (U), Vanadium (V), Zinc (Zn), Zirconium (Zr).

** : Liste des 32 métaux mesurés dans les particules sédimentables : Argent (Ag), Aluminium (Al), arsenic (As), Bore (B), Baryum (Ba), Beryllium (Be), Calcium (Ca), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Chrome (Cr), Chrome VI (Cr VI), Cuivre (Cu), Fer (Fe), Mercure (Hg), Potassium (K), Lithium (Li), Manganèse (Mn), Molybdène (Mo), Sodium (Na), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Antimoine (Sb), Sélénium (Se), Silicium (Si), Antimoine (Sn), Tellure (Te), Titane (Ti), Thallium (Tl), Uranium (U), Vanadium (V), Zinc (Zn), Zirconium (Zr).

1 Les données des analyseurs automatiques sont validées suivant la méthode décrite dans le « Guide de validation des données de mesures automatiques » du LCSQA, paru en janvier 2016.

3. Conditions météorologiques

Le présent chapitre expose les conditions météorologiques rencontrées sur la zone d'étude lorsque les différents dispositifs de mesures ont été déployés à savoir entre juin et septembre 2017. Les données de conditions de vents exploitées dans le cadre de la présente étude sont celles de la station météorologique AtmoSud implantée sur le point numéro 1 pendant toute la durée de la campagne et les données de précipitations sont issues de Météo France.

3.1 Vitesses et direction de vents

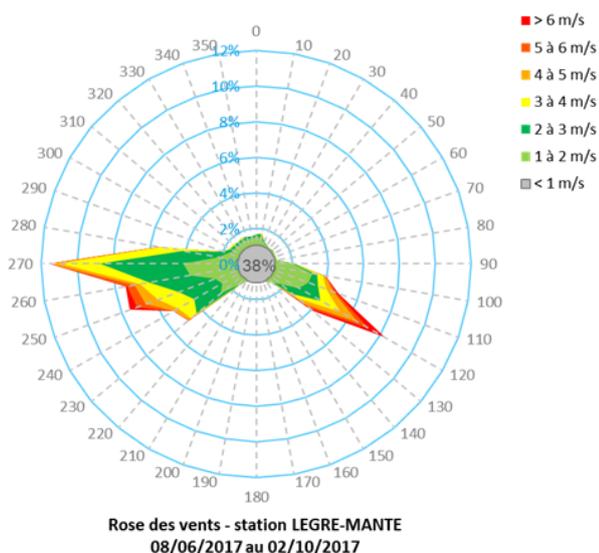
La Figure 4 présente la rose des vents associée aux vitesses et aux directions de vents mesurées lors de la campagne de mesures.

Durant cette période, les vents ont principalement été :

- calmes (vitesses inférieures à 1 m/s près de 40% du temps) auxquels aucune direction de vent ne peut être associée ;
- faibles (vitesses de vent comprises entre 1 m/s et 4 m/s près de 50 % du temps) principalement de secteur Ouest et de secteur Est-Sud-Est.

Les vents modérés et forts ont quant à eux été très peu présents, moins de 10% du temps.

Figure 4 : Rose des vents période du 08/06/2017 – 02/10/2017



3.2 Températures et pluviométrie

La Figure 5 ci-après présente l'évolution de la température et des précipitations également relevées lors de la campagne de mesures.

Figure 5 : Températures et précipitations - période du 08/06/2017 – 02/10/2017



Durant cette période :

- Les précipitations ont été inférieures aux normales saisonnières : 25 mm de précipitations en quatre mois avec 7 jours de pluie (jours comptés uniquement pour des hauteurs de précipitations supérieures à 1 mm) ; les conditions normales saisonnières (juin à septembre) affichent des statistiques de 130 mm de pluie, avec 12 jours de pluie. La période de mesures a donc été plus favorable aux ré-envols de poussière qu'à la normale.
- Les températures journalières ont varié entre 16 et 30°C, la température moyenne sur la période (21,5°C) est conforme aux valeurs moyennes sur 30 ans de la région (moyenne de 22,2°C entre 1971 et 2000 de juin à septembre).

4. Les oxydes d'azote (NOx)

Ce chapitre porte sur les oxydes d'azote traditionnellement associés aux activités de transports. Il présente les données obtenues au cours de la campagne de mesures (08/06/2017 au 02/10/2017) à l'aide d'un analyseur automatique implanté sur le point 1. Les niveaux de dioxyde d'azote (NO₂) et de monoxyde d'azote (NO), obtenus sur les stations de mesures permanentes du réseau AtmoSud de la commune de Marseille ainsi que la station urbaine de fond Martigues/l'Ile, serviront de point de comparaison.

4.1 Niveaux moyens

Lors de la campagne de mesures, les concentrations en dioxydes d'azote sont inférieures, en moyenne comme en valeur maximale aux concentrations relevées dans les stations urbaines de fond de la ville de Marseille. Les niveaux mesurés sont plus comparables à ceux observés sur une station urbaine de fond d'une ville de taille moyenne comme la station Martigues l'Ile. Ainsi, bien que situé à proximité immédiate de l'avenue de la Madrague de Montredon, le site de mesures n'est pas influencé par le trafic routier.

Tableau 2 : Concentrations en NOx observées par analyseur automatique – période du 08/06/2017 au 02/10/2017

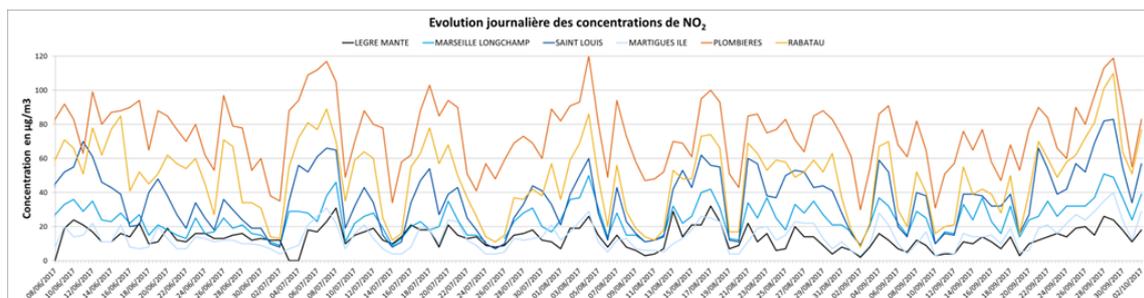
Paramètre étudié	LEGRE-MANTE Point 1	Stations urbaines de fond			Stations urbaines trafic		Valeur limite	Valeur guide OMS
		Marseille Longchamp	Marseille Saint-Louis	Martigues l'Ile	Marseille Rabatau	Marseille Plombière		
Concentration moyenne (µg/m ³)	14	25	36	14	49	74	40	40
Nb d'heure > 200 µg/m ³	0	0	0	0	0	1	18	-
Maximum horaire (µg/m ³)	92	105	140	84	177	225	-	200
Rapport NO/NO ₂	0,2	0,1	0,2	0,1	0,5	0,6	-	-

Ce constat est conforté par l'analyse du rapport de la concentration de monoxyde d'azote sur la concentration de dioxyde d'azote (NO/NO₂), qui caractérise communément la source de pollution routière. Le monoxyde d'azote a une durée de vie très courte dans l'atmosphère et se transforme rapidement en dioxyde d'azote. En conséquence, plus le rapport NO/NO₂ est faible, plus la source routière est éloignée du point de mesures. Ce rapport confirme la typologie du site.

4.2 Variabilité temporelle

L'évolution des concentrations journalières en NO₂ sur le point 1, au cours de la campagne, est similaire sur l'ensemble des stations prises en référence (Cf. Figure 6, ci-après) : des variations quotidiennes sont observées principalement en lien la météorologie et les conditions de stabilité de l'atmosphère.

Figure 6 : Evolution temporelle des concentrations journalières en NO₂ - période du 08/06/2017 au 02/10/2017



Les concentrations mesurées en NO₂ mettent en évidence que le site de LEGRE-MANTE n'est pas influencé par la source du trafic automobile et s'apparente à un site de typologie urbaine de fond.

5. Les particules inhalables (PM10)

Ce chapitre porte sur les particules dites inhalables ayant un diamètre inférieur à 10 µm et qui peuvent pénétrer dans le système respiratoire. Il présente les niveaux en PM10 obtenus au cours de la campagne de mesures (08/06/2017 au 02/10/2017) à l'aide d'un analyseur automatique implanté sur le point 1, ainsi que la teneur en métaux dans les particules obtenus à l'aide d'un préleveur. Les niveaux obtenus sur les stations de mesures permanentes du réseau AtmoSud de la commune de Marseille serviront de point de comparaison.

5.1 Niveaux moyens

Lors de la campagne de mesures, les concentrations en PM10 sont comparables à celles observées sur une station urbaine de fond telle que la station Marseille Saint-Louis. Ainsi, bien que situé à proximité immédiate de l'avenue de la Madrague de Montredon, le site de mesures n'est pas influencé par le trafic routier. Bien que la valeur limite soit respectée durant la campagne de mesures, tout comme sur l'ensemble des sites de comparaison, la valeur guide de l'OMS est dépassée.

Tableau 3 : Concentrations en PM10 observées par analyseur automatique – période du 08/06/2017 au 02/10/2017

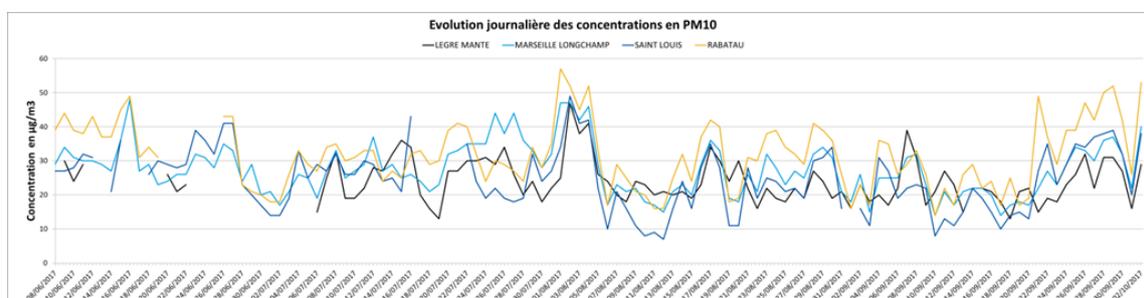
Paramètre étudié	LEGRE-MANTE Point 1	Stations urbaines de fond		Station urbaine trafic	Valeur limite	Valeur guide OMS
		Marseille Longchamp	Marseille Saint-Louis	Marseille Rabatau		
Concentration moyenne (µg/m ³)	24	28	25	32	40	20
Nb de jour > 50 µg/m ³	0	0	0	5	18	-

5.2 Variabilité temporelle

L'évolution des concentrations journalières en PM10, au cours de la campagne, est similaire à l'ensemble des stations prises en référence (Cf. Figure 7, ci-après) hormis :

- les 15/07/2017 et 16/07/2017, dates aux cours desquelles les concentrations en PM10 ont potentiellement été influencées par le feu d'artifice de Marseille ;
- les 07/09/2017 et 11/09/2017, dates durant lesquelles aucune corrélation à des conditions météorologiques particulières ou à un évènement spécifique n'a été identifié à ce stade.

Figure 7 : Evolution temporelle des concentrations journalières en PM10 - période du 08/06/2017 au 02/10/2017



5.3 Teneur en métaux dans les particules (PM10)

Les teneurs en métaux dans les particules ont été établies à un pas de temps hebdomadaire, et ce en deux temps : prélèvement sur filtre, puis analyse des filtres en différé au laboratoire après minéralisation. Les teneurs en métaux sont exprimées en élément métallique et ce quel que soit l'état d'oxydation du métal dans l'environnement.

Le Tableau 4 présente les concentrations moyennes obtenues pour chacun des métaux et précise entre parenthèse le pourcentage d'échantillon dont la valeur est inférieure à la limite de quantification (LQ). De plus, les concentrations moyennes sont mises en parallèle avec les niveaux obtenus sur la station de mesures permanente « Marseille/Longchamp » (seule station du réseau AtmoSud sur laquelle des mesures similaires sont réalisées) et avec les valeurs de références existantes. A noter que les préleveurs employés sur le point 1 et sur le site de « Marseille/Longchamp » sont différents (Leckel et Partisol). Ainsi, les concentrations associées aux limites de quantification diffèrent entre les deux sites de mesures, celles-ci seront présentées en ANNEXE 4.

Tableau 4 : Teneurs moyennes² en métaux (ng/m³) dans les particules PM10

	Point 1	Marseille Longchamp	Réf. air ambiant**	Réf. Santé***	Concentrations en métaux relevées dans la littérature ³
Ag	0.1 (92%)	< 0.3 (100%)	-	-	-
Al	43 (0%)	Invalidé	-	-	98.57 - 154.23
As	0.3 (0%)	< 0.5 (100%)	6 (VC)	16	<4
B	< 6.5 (100%)	< 145.8 (100%)	-	-	-
Ba	9.2 (0%)	7 (0%)	-	1000	18 ± 4
Be	< 0.3 (100%)	< 0.3 (100%)	-	10	-
Ca	74 (0%)	Invalidé	-	-	700 - 1700
Cd	0.1 (0%)	< 0.3 (100%)	5 (VC)	300	< 5
Ce	0.2 (0%)	-*	-	-	0.3
Co	0.2 (0%)	< 0.3 (100%)	-	100	0.4 - 2
Cr	< 6.5 (100%)	< 121.5 (100%)	-	60000	< 10
Cs	0.05 (0%)	-*	-	-	0.1
Cu	18 (0%)	14 (0%)	-	1000	7 - 365
Fe	366 (0%)	319 (0%)	-	-	285 - 442
Ga	0.4 (0%)	< 0.5 (100%)	-	-	-
Hg	0.02 (38%)	< 1.3 (100%)	-	200	10
K	154 (0%)	106 (0%)	-	-	154 - 197
La	0.2 (0%)	-*	-	-	0.1 - 0.6
Li	0.2 (0%)	< 0.5 (100%)	-	-	-
Mg	208 (0%)	-*	-	-	113 - 130
Mn	5.8 (0%)	5.4 (0%)	150 (VG)	300	80-120

	Point 1	Marseille Longchamp	Réf. air ambiant**	Réf. Santé***	Concentrations en métaux relevées dans la littérature
Mo	1.1 (0%)	< 1 (100%)	-	12000	0.7 - 3.2
Na	1672 (0%)	< 4132 (100%)	-	-	-
Ni	3.4 (0%)	Invalidé	20 (VC)	61	3
Pb	3.6 (0%)	3.0 (0%)	500 (VL)	1944	39
Pd	0.05 (38%)	-*	-	-	-
Pt	< 0.01 (100%)	-*	-	-	<2.10-3
Rb	0.4 (0%)	-*	-	-	0.2 - 0.8
Sb	1.4 (0%)	0.6 (50%)	-	200	0.6 - 1.4
Sc	Invalidé	-*	-	-	0.1
Se	0.6 (0%)	< 1.3 (100%)	-	20000	0.3 - 3.3
Sn	3 (0%)	0.5 (33%)	-	-	0.7 - 2.4
Sr	4 (0%)	-*	-	-	2.2 - 5.2
Te	< 0.01 (100%)	< 1 (100%)	-	-	-
Ti	7.9 (0%)	Invalidé	-	-	6.3 - 14.8
Tl	< 0.3 (100%)	< 1 (100%)	-	-	0.02 - 0.04
U	< 0.01 (100%)	< 0.3 (100%)	-	40	-
V	4.5 (0%)	3.1 (0%)	-	100	1 - 40
Zn	27 (0%)	< 19.4 (100%)	-	-	10 - 26
Zr	1 (0%)	< 1 (100%)	-	-	0.4 - 0.7
Si	Invalidé	59 (83%)	-	-	-

En noir : Concentrations moyennes lorsque les valeurs sont supérieures à la limite de quantification (LQ), précisé NM lorsque non mesuré ou Invalidé lorsque les mesures ont été invalidées suite au traitement de données.

En gris : Pourcentage de valeurs inférieures aux LQ.

En rouge : **Concentrations mesurées supérieures aux valeurs de comparaison.**

 : Concentrations mesurées supérieures au site Témoin de Marseille Longchamp.

* : Non mesuré sur la station de « Marseille-Longchamp ».

** : Les références « air ambiant » correspondent aux valeurs cibles (VC), valeurs limites (VL) ou valeurs guide (VG) existantes.

*** : Les références « santé » correspondent aux concentrations minimales pour lesquelles un effet ou une probabilité d'effet supérieure à 1 pour 100 000 est susceptible d'apparaître et ce pour une exposition chronique 100% du temps. Ces concentrations ont été déterminées sur la base des Valeurs Toxicologiques de Référence établies avant le 31/12/2016 et sélectionnées selon la méthodologie décrite la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

2 Les teneurs moyennes en métaux ont été calculées en considérant une concentration correspondant à la LQ/2 lorsque la mesure présentait des niveaux inférieurs à la LQ.

3 Le détail des concentrations relevées dans la littérature ainsi que les références sont disponibles en ANNEXE 6.

Pendant les 3 mois de prélèvement de métaux lourds (08/06/2017 au 06/09/2017), le site de mesure a été exposé 36% du temps aux vents provenant de l'ancien site de production et a été 34% du temps sous les vents des parcelles contaminées alentours.

Durant cette campagne, l'ensemble des concentrations des 41 métaux étudiés sont inférieures aux valeurs de référence dans l'air et aux références santé lorsqu'elles existent et sont comparables à celles mesurées au droit de la station urbaine de « Marseille/Longchamp », point considéré comme représentatif de la pollution urbaine de fond de l'agglomération de Marseille, à l'exception de l'antimoine (Sb), de l'étain (Sn) et du zinc (Zn).

Pour ces 3 métaux, sur certaines périodes, les concentrations sont jusqu'à 5 fois supérieures sur le site de LEGRE-MANTE pour l'antimoine, jusqu'à 9 fois supérieures pour l'étain et jusqu'à 3 fois pour le zinc. Néanmoins, ces concentrations restent inférieures ou équivalentes aux valeurs relevées dans la littérature, notamment aux concentrations moyennes mesurées à Marseille dans le cadre de l'étude 3 villes⁴ en 2015.

De par l'activité passée du site, des teneurs plus importantes en antimoine (Sb), arsenic (As), cadmium (Cd) et plomb (Pb) étaient attendues. Sur la période de mesure, la concentration de ces métaux n'est pas significativement différente de celle mesurée à Marseille/Longchamp à l'exception des niveaux d'antimoine.

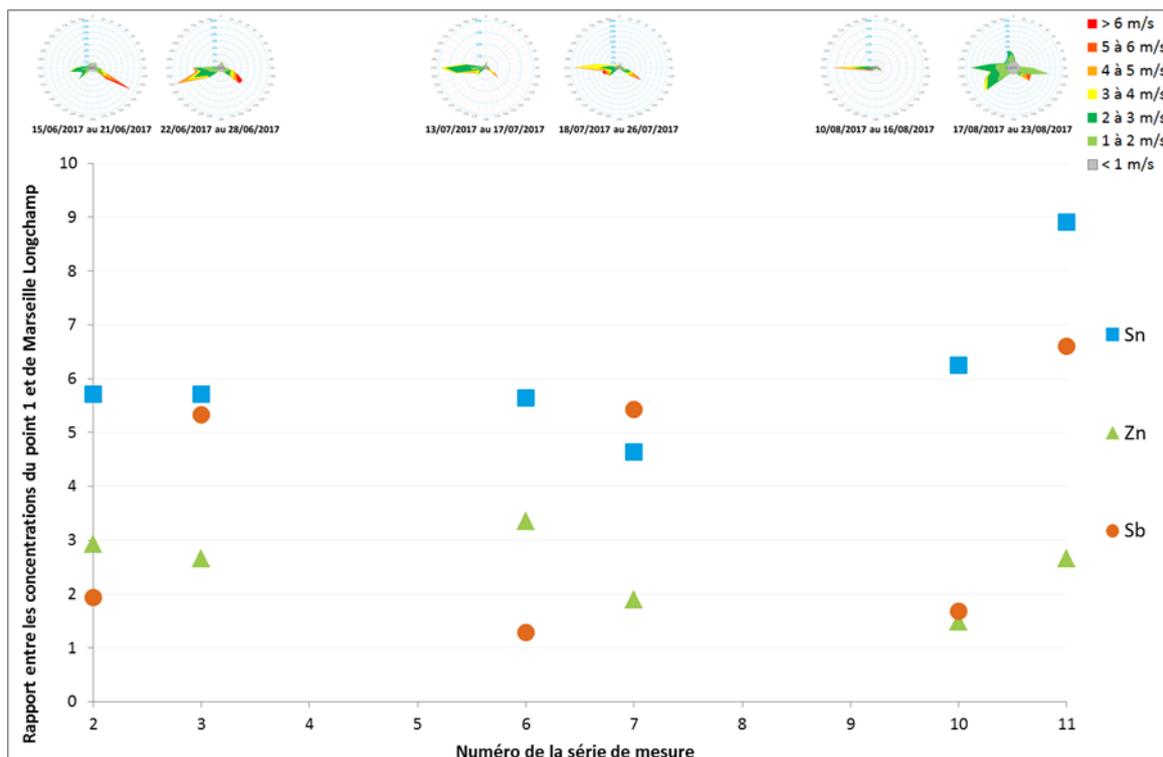
La Figure 8 permet de visualiser en simultanément les conditions météorologiques sur les périodes de mesures communes entre le point 1 et Marseille/Longchamp ainsi que le ratio entre les sites des concentrations des métaux étudiés. Cette figure permet d'émettre les hypothèses suivantes :

- L'antimoine (Sb) présent dans les particules inhalables proviendrait de la zone contaminée située au Sud-Ouest du site d'étude en présence de vent supérieur à 3 m/s.
- Le zinc (Zn) serait issu de vents faibles venant de l'Ouest ou du Sud-Ouest (2 à 3 m/s), en provenance soit de la zone d'intérêt, soit de la parcelle contaminée.
- L'étain (Sn) serait plus élevé en présence de vent d'Ouest sur la période et augmenterait en présence de vent faible du Sud-Ouest (1 à 3 m/s) : ce qui suggérerait des concentrations élevées sous les vents provenant de la zone d'intérêt et encore plus fortes sous les vents de la parcelle voisine contaminée.

Ces trois métaux pourraient donc être issus de l'envol de particules de la zone d'intérêt et des alentours, contaminés par l'activité passée.

4 Les résultats de l'étude 3 villes sont disponibles en ligne sur le site d'AtmoSud, le rapport s'intitule « Etude des métaux lourds et des HAP à Marseille, Nice et Port-de-Bouc en 2015 » et a été publié en décembre 2017 dans le cadre de l'étude 3 villes.

Figure 8: Rapport entre les concentrations mesurées dans les PM10 en antimoine, étain et zinc et à Marseille/Longchamp - roses des vents associées aux périodes de mesures



Les concentrations mesurées en PM10 mettent en évidence que le site de LEGRE-MANTE n'est pas influencé par la source du trafic automobile et s'apparente à un site de typologie urbaine de fond.

La composition en métaux lourds de ces particules diffère de celle du site urbain de fond de référence: les particules présentent des teneurs supérieures en antimoine (Sb), étain (Sn) et zinc (Zn) témoignant de l'activité passée du site.

Néanmoins cette influence n'est pas significative, en effet les concentrations en particules inhalables ainsi que leur teneur en métaux ne sont pas atypiques : bien que les teneurs de certains métaux soient jusqu'à presque dix fois supérieures au site témoin sur certaines mesures, les niveaux et la composition en métaux restent comparables aux valeurs trouvées dans la littérature.

6. Les particules sédimentables

Ce chapitre porte, quant à lui, sur les particules sédimentables qui, par opposition aux particules inhalables, se déposent rapidement au sol sous l'effet de leurs poids ou de la pluviométrie. Ces particules sédimentables sont retenues par les voies aériennes supérieures (nez, gorge) et ne pénètrent pas dans l'appareil respiratoire mais peuvent cependant être ingérées. Ainsi, la grandeur permettant de les quantifier n'est plus une concentration à proprement parlé mais un flux de dépôt au sol.

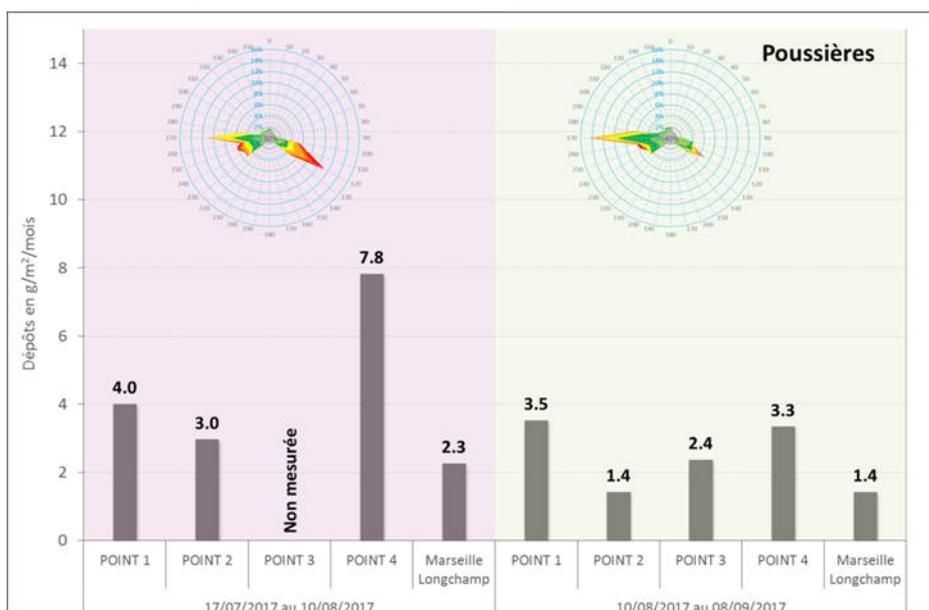
Les particules sédimentables ont été mesurées à l'aide de Jauge Owen sur un pas de temps mensuel sur les 4 sites implantés autour de l'ancienne usine LEGRE-MANTE et ce entre le 17/07/2017 et le 08/09/2017.

6.1 Les particules sédimentables : poussières totales

Les dépôts de poussières ne font pas l'objet de valeurs limites réglementaires française ou européenne. Seule la norme métrologique NF X 43-007 indique le seuil, fixé à $30 \text{ g/m}^2/\text{mois}$, entre une « zone faiblement polluée » et une « zone fortement polluée ». Néanmoins, en Europe, quelques pays ont fixé des valeurs limites admissibles pour l'environnement : la Suisse ($6 \text{ g/m}^2/\text{mois}$)⁵ et l'Allemagne ($10,5 \text{ g/m}^2/\text{mois}$)⁶.

Le graphique suivant présente l'évolution des dépôts de poussières sédimentables au cours de la campagne. A noter que le point 3 n'a fait l'objet que d'une seule série de mesures.

Figure 9 : Flux de poussières sédimentables $\text{g/m}^2/\text{mois}$



L'analyse du graphique précédent permet de mettre en évidence que :

- l'ensemble des points de mesures présente des dépôts au sol de particules sédimentables compris entre 1 et $4 \text{ g/m}^2/\text{mois}$, niveau d'empoussièrément modéré et comparable à celui d'une zone urbaine. Seul le point 4 sur la première période de mesure présente un empoussièrément de $8 \text{ g/m}^2/\text{mois}$ (valeur supérieure à la valeur limite admissible pour l'environnement en Suisse) ;
- plus la présence de vents supérieurs à 5 m/s de secteurs Est-Sud-Est est importante plus l'empoussièrément sur le point 4 situé sous les vents de la parcelle étudiée dans ces conditions de vents est important. Ceci traduit probablement une influence de la parcelle étudiée sur les niveaux d'empoussièrément. Ces niveaux restent néanmoins inférieurs au seuil de $30 \text{ g/m}^2/\text{mois}$ fixé dans la norme NF X 43-007.

5 Ordonnance sur la protection de l'air » (RS 814.318.142.1, valeurs limites d'émission

6 Loi pour le maintien de la pureté de l'air » (TA Luft) du 24 juillet 2002

6.2 Caractérisation des métaux des particules sédimentables

Tout comme pour les teneurs en métaux dans les particules inhalables, les teneurs en métaux dans les particules sédimentables sont exprimées en élément métallique et ce quel que soit l'état d'oxydation du métal dans l'environnement. Le Tableau 5 présente les dépôts obtenus sur les 4 points de mesures pour chacun des métaux, les limites de quantifications sont présentées en ANNEXE 5. Ces dépôts sont également mis en parallèle avec les niveaux obtenus sur la station de mesures permanente « Marseille/Longchamp » (seule station du AtmoSud sur laquelle des mesures similaires sont réalisées) ainsi qu'avec les valeurs de comparaison existantes (valeurs limites admissibles pour l'environnement fixées par la Suisse et/ou l'Allemagne ou valeurs synthétisées par l'INERIS en 2012⁷).

Tableau 5 : Teneur en métaux ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$) dans les particules sédimentables

Substance	17/07/2017 au 10/08/2017					10/08/2017 au 08/09/2017					Valeur limite allemande ou suisse	Valeur de comparaison zone urbaine ⁸
	POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	Marseille Longchamp	POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	Marseille Longchamp		
Al	160	97	-	77	191	66	123	94	109	206	-	46 - 853
As	1.3	0.5	-	1.6	0.3	0.9	0.2	1.4	0.6	0.3	4.0	1.3
B	4.1	4.2	-	6.1	4.4	4.6	3.1	3.9	2.8	1.3	-	-
Ba	20.4	18.0	-	83.2	24.5	19.5	7.7	15.8	41.3	12.2	-	5 - 24
Ca	733	709	-	507	832	8 219	3 722	6 148	6 586	857	-	764 - 28 330
Cd	0.06	0.05	-	0.10	0.08	0.11	0.02	0.09	0.04	0.05	2.0	0.5
Co	0.4	0.5	-	0.8	0.4	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	-	0.1 - 2
Cr	3.4	3.4	-	6.3	3.2	4.0	2.2	2.7	3.4	1.1	250.0	4.6
Cu	11.1	8.9	-	19.5	10.9	17.3	7.1	14.8	14.8	10.8	-	21.0
Fe	468	779	-	891	666	752	360	619	551	340	-	212 - 1 296
K	1 270	921	-	2 437	783	1 054	727	807	1 044	484	-	114 - 8 363
Mn	15.7	25.1	-	35.5	23.7	24.4	7.3	16.6	12.2	14.7	-	55.0
Mo	0.7	0.3	-	0.6	0.4	0.5	0.2	0.2	0.2	0.3	-	-
Na	19 672	10 215	-	40 649	473	11 450	4 088	8 459	19 904	615	-	156 - 7 505
Ni	2.0	2.3	-	4.0	1.7	2.2	1.0	1.7	1.4	1.2	15.0	4.0
Pb	11.3	6.7	-	25.8	13.4	11.8	2.6	12.9	8.7	5.3	100.0	20.0
Sb	1.0	11.0	-	1.2	0.6	1.1	1.1	0.9	0.4	0.9	-	0.1 - 0.2
Si	390	945	-	944	2 188	2 388	1 171	2 663	1 220	1 683	-	375 - 5 845
Sn	1.2	0.7	-	1.8	1.0	2.2	0.3	0.9	0.8	12.6	-	1 - 2
Ti	76	125	-	1	93	77	44	103	47	70	-	2 - 28
Tl	0.1	0.1	-	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	2.0	-
V	2.0	2.5	-	4.6	2.3	2.0	1.2	2.0	1.5	1.9	-	1.5 - 3
Zn	26	49	-	2	159	54	13	38	23	20	400	21 - 130
Zr	2.2	2.8	-	1.1	< LQ	2.3	1.4	2.3	2.4	0.6	-	0 - 8.3
Be	ND	4.2	-	< LQ	ND	ND	ND	< LQ	ND	ND	-	-
U	1.0	1.1	-	1.1	0.9	ND	ND	< LQ	ND	ND	-	-
Ag	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	0 - 2
Cr VI	< LQ	< LQ	-	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	-	-
Hg	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	0.0	< LQ	ND	1.0	0.1
Li	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	< LQ	ND	ND	-	0.1 - 23
Te	< LQ	< LQ	-	< LQ	< LQ	ND	ND	ND	ND	ND	-	-
Se	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	0 - 0.1

En rouge : Dépôts mesurés supérieurs aux valeurs de comparaison

 : Dépôts mesurés supérieurs au site Témoin de Marseille Longchamp

⁷ Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) – Décembre 2012 – réf. INERISDR-12-120273-13816A.

⁸ Le détail des valeurs de comparaisons est disponible en ANNEXE 6.

Les niveaux de métaux mesurés dans les particules sédimentables n'ont pas, sur la période de mesure, atteints les valeurs limites mais ont pour certains dépassés les valeurs de comparaison en zone urbaine (baryum (Ba), Chrome (Cr), Sodium (Na), Plomb (Pb), Titane (Ti), Vanadium (V) et Zinc (Zn)).

Une pollution généralisée des sols par le plomb, l'arsenic, le cadmium et l'antimoine a été identifiée dans les différentes études environnementales réalisées sur la zone depuis 1996. Ces métaux sont retrouvés dans des quantités plus importantes que sur le site de Marseille/Longchamp.

Afin de comparer les résultats des points de mesures à ceux de Marseille/Longchamp les calculs suivants ont été effectués :

- Dans un premier temps, pour s'affranchir des variations de poussières recueillies entre les sites, pour chaque composé de chaque site étudié ainsi que le site référence de Marseille/Longchamp il a été calculé :

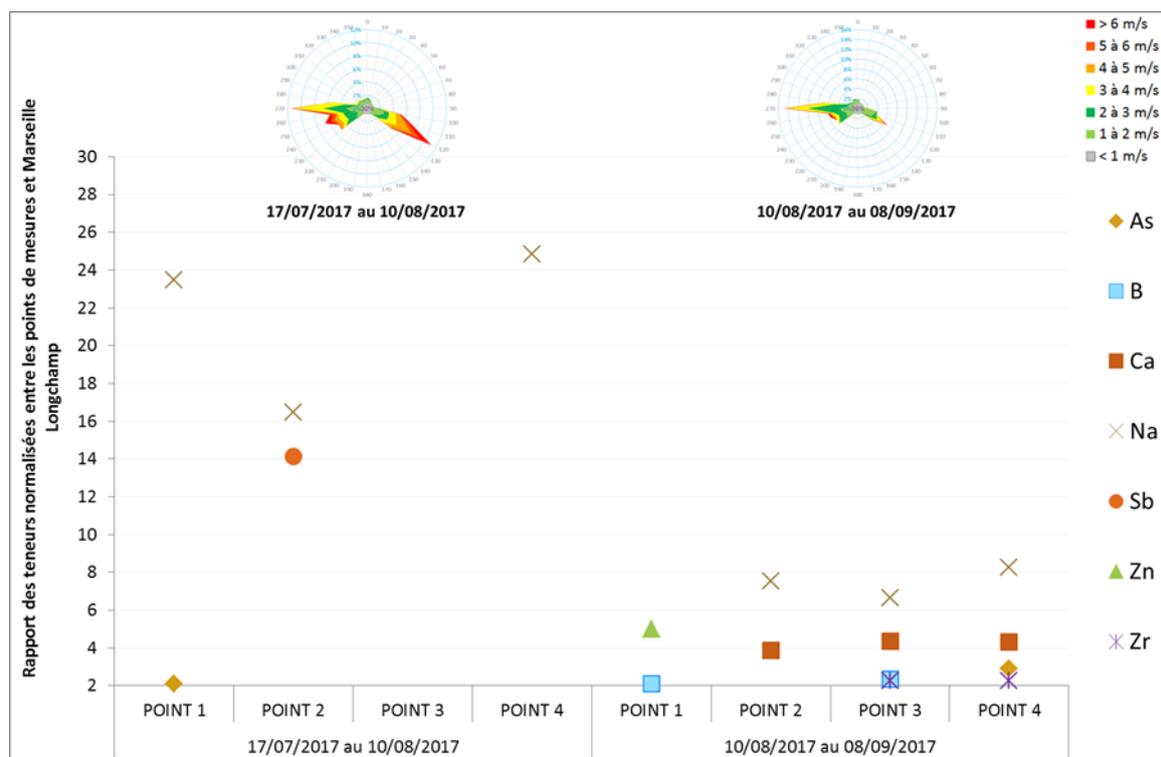
$$\text{Résultat normalisé} = \frac{\text{Teneur en métal}}{\text{Quantité de poussières}}$$

- Dans un second temps, pour chaque composé et chaque site, le rapport suivant a été calculé :

$$\text{Rapport}_{\text{Point de mesures / référence}} = \frac{\text{Résultat normalisé}_{\text{Point de mesures}}}{\text{Résultat normalisé}_{\text{Marseille Longchamp}}}$$

Ces rapports sont présentés dans la Figure 10, seuls les rapports supérieurs à 2 et donc impliquant des teneurs significativement plus élevées aux points de mesures de LEGRE-MANTE qu'au site de référence de Marseille/Longchamp sont présentés.

Figure 10 : Rapports entre les teneurs normalisées des points de mesures avec celles de Marseille/Longchamp - roses des vents associées aux périodes de mesures



Les roses des vents permettent de confirmer que sur les deux périodes de mesures chaque point a pu être impacté par l'envol de particules en provenance de la zone d'intérêt ou des environs contaminés : les trois premiers points de mesures par vent d'Ouest ou Sud-Ouest, le quatrième point par vent du Sud-Est.

Après normalisation par rapport aux poussières des métaux traceurs de l'activité passée du site, seules les teneurs de l'arsenic et de l'antimoine sont significativement supérieures à celles du site témoin de Marseille/Longchamp, sur au moins un point de mesures au cours de la campagne. Ces fortes teneurs témoignent de l'envol de poussières de la zone d'intérêt et de la parcelle avoisinante.

Des teneurs supérieures sont également observées :

- en calcium et en sodium : elles s'expliquent par la proximité immédiate de la mer par rapport aux points de mesures ;
- en bore, zinc et zirconium.

Les quantités moyennes de dépôts sédimentables observées sont modérées et respectent les valeurs réglementaires allemandes disponibles.

Toutefois, les teneurs en métaux de ces dépôts sont remarquables et supérieures au site de référence : tels que le bore (B), le zinc (Zn), le zirconium (Zr) et des métaux traceurs de l'activité passée du site (arsenic (As) et antimoine (Sb)) ou issus de l'aérosol marin (calcium (Ca) et sodium (Na)).

7. Conclusions

► Les oxydes d'azote (NOx)

La concentration moyenne en oxydes d'azote, sur la zone d'étude, durant la campagne de mesures de 4 mois (juin – septembre 2017) est de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette concentration est caractéristique d'une station urbaine de fond d'une ville moyenne. Les concentrations sont très inférieures aux valeurs limites dans l'air ambiant pour ces polluants.

► Les Particules inhalables (PM10)

La concentration moyenne en PM10, sur la zone d'étude, durant la campagne de mesures de 4 mois (juin – septembre 2017) est de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette concentration est caractéristique d'une station urbaine de fond, inférieure aux valeurs limites réglementaire mais légèrement supérieure aux valeurs de référence sanitaires.

En ce qui concerne la composition en métaux de ces particules, les teneurs en métaux dans les PM10 sont comparables à celles mesurées sur la station urbaine de « Marseille/Longchamp » à l'exception de certains composés : l'antimoine, l'étain et le zinc.

Néanmoins, bien que les teneurs relevées pour ces trois métaux sur la période de mesure excèdent celles du site témoin, elles restent comparables aux valeurs obtenues à Marseille, ou à défaut, dans la littérature. De plus aucun des 41 métaux étudiés ne dépasse les valeurs de référence en air ambiant et les valeurs de référence santé disponibles.

L'impact de l'envol des particules des zones contaminées est donc visible sur la composition en métaux lourds des particules, cependant cette influence reste modérée car les niveaux mesurés sont représentatifs des niveaux relevés dans la littérature.

► Les particules sédimentables

En ce qui concerne les particules sédimentables, les résultats sur les 4 points de mesures permettent de mettre en évidence :

- des quantités de dépôts de particules sédimentables modérées (compris entre 1 et $4 \text{g}/\text{m}^2/\text{mois}$) sur les différents points de mesures, comparables à ceux d'une zone urbaine hormis sur le point 4 qui présente un empoussièrément de $8 \text{g}/\text{m}^2/\text{mois}$ lorsque celui-ci est sous des vents de secteur Est-Sud-Est supérieurs à 5 m/s le plaçant sous les vents de la parcelle étudiée ;
- les niveaux de concentration de certains métaux dans ces dépôts, remarquables et supérieurs au site de référence (arsenic, bore, calcium, sodium, antimoine, zinc et zirconium). A noter que l'arsenic (As) et l'antimoine (Sb) sont des métaux traceurs de l'activité passée du site et que le sodium et le calcium sont issus de l'aérosol marin ;
- des valeurs d'empoussièrément et des teneurs en métaux restant, malgré l'impact des zones contaminées en métaux lourds, inférieures aux valeurs réglementaires disponibles, sur la période de mesure.

Les quantités de particules se déposant sont donc représentatives d'un bruit de fond urbain. Toutefois la composition en métaux de ces particules, susceptibles d'être ingérées par voie directe ou par transfert via la chaîne alimentaire, est influencée par l'envol de particules issues de l'activité industrielle passée du site : des niveaux jusqu'à 14 fois supérieurs au site témoin sont retrouvés pour l'antimoine (Sb), jusqu'à 5 fois pour le zinc (Zn) et jusqu'à deux fois pour le bore (B) et le zirconium (Zr).

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur huit heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : n 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.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

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

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief, ...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NOx et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1er mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotopie.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agréés de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d'air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d'air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO₂ : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NO_x : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

SO₂ : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- **Implantation urbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- **Implantation périurbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- **Implantation rurale** : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- **Influence Industrielle** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence Trafic** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence de Fond** : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXES

ANNEXE 1 Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
O₃ Ozone	L'ozone (O ₃) n'est pas directement rejeté par une source de pollution. C'est un polluant secondaire formé à partir des NO _x et des COV.
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO_x Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
SO₂ Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO ₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants... D'autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s'effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O ₃ Ozone	<ul style="list-style-type: none"> - irritation des yeux - diminution de la fonction respiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> - agression des végétaux - dégradation de certains matériaux - altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
Particules en suspension	<ul style="list-style-type: none"> - irritation des voies respiratoires - dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires 	<ul style="list-style-type: none"> - effets de salissures sur les bâtiments - altération de la photosynthèse
NO _x Oxydes d'azote		<ul style="list-style-type: none"> - pluies acides - précurseur de la formation d'ozone - effet de serre - déséquilibre les sols sur le plan nutritif
SO ₂ Dioxyde de soufre		<ul style="list-style-type: none"> - pluies acides - dégradation de certains matériaux - dégradation des sols
COV dont le benzène Composés organiques volatils	<ul style="list-style-type: none"> - toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné 	<ul style="list-style-type: none"> - formation de l'ozone
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		<ul style="list-style-type: none"> - peu dégradables - déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	<ul style="list-style-type: none"> - toxicité par bioaccumulation - effets cancérigènes 	<ul style="list-style-type: none"> - contamination des sols et des eaux
CO Monoxyde de carbone	<ul style="list-style-type: none"> - prend la place de l'oxygène - provoque des maux de tête - léthal à concentration élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - formation de l'ozone - effet de serre

Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

- La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,
- La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,
- L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition
O₃ Ozone	Seuil d'information- recommandations	180	Heure
	Seuil d'alerte	240	Heure
	Valeur cible		Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120	8 heures
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50	Jour
	Seuil d'alerte	80	Jour
	Valeurs limites	50	Jour (maximum 35 j / an)
		40	Année
Objectif de qualité	30	Année	
PM2.5 Particules	Valeur limite	25	Année
	Valeurs cibles	20	Année
	Objectif de qualité	10	Année
NO₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	Année
SO₂ Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300	Heure
	Seuil d'alerte	500	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350	Heure (maximum 24h / an)
		125	Jour (maximum 3 j / an)
Objectif de qualité	50	Année	
C₆H₆ Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année
Pb Plomb	Valeur limite	0,5	Année
	Objectif de qualité	0,25	Année
CO Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 000	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	0,001	Année
As Arsenic	Valeur cible	0,006	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	0,005	Année
Ni Nickel	Valeur cible	0,02	Année

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) recommandée par l'OMS	Durée moyenne d'exposition
O ₃ Ozone	- impact sur la fonction respiratoire	100	8 heures
PM 10 Particules	- affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50	24 heures
PM 2.5 Particules		20	1 an
		25	24 heures
		10	1 an
NO ₂ Dioxyde d'azote	- faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200	1 heure
		40	1 an
SO ₂ Dioxyde de soufre	- altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	500	10 minutes
	- exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	20	24 heures
Pb Plomb	- niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5	1 an
Cd Cadmium	- impact sur la fonction rénale	0,005	1 an
CO Monoxyde de carbone	- niveau critique de CO Hb < 2,5 % - Hb : hémoglobine	100 000	15 minutes

ANNEXE 2 Détails techniques des mesures réalisées

Composition en métaux des PM10 des particules inhalables

La composition en métaux des PM10 ne peut être réalisée par analyseur automatique. La mesure se réalise en deux temps : prélèvement sur filtre, puis analyse des filtres en différé au laboratoire selon une méthode normalisée.

Ces prélèvements ont été réalisés sur le site de mesure « Point 1 » grâce à un préleveur LECKEL (débit faible de 2,3 m³/h) pour pouvoir comparer les résultats à ceux de la station de référence « Marseille – Longchamp », équipée d'un préleveur PARTISOL (débit faible 1 m³/h) dédié à l'analyse des métaux.

Les analyses des métaux ont été réalisées par le laboratoire TERA Environnement par ICPMS (Analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif) après minéralisation selon norme NF EN 14902 à l'exception du Silicium dont l'analyse a été réalisée par ICP AES (Analyse par spectrométrie d'émission atomique couplée à un plasma inductif).

Mesures des poussières sédimentables et composition en métaux

Les poussières sédimentables mesurées sur 5 sites (« Point 1 », « Point 2 », « Point 3 », « Point 4 » et « Marseille - Longchamp ») ont été réalisées à l'aide de collecteurs de précipitation de type jauges Owen installés pendant une durée d'1 mois à environ 1 m du sol afin de ne pas recueillir les envolées de poussières du sol mais uniquement les retombées atmosphériques. Préalablement à leur installation, les jauges et entonnoirs sont nettoyés, rincés et séchés.

Avant exposition de la jauge pour la collecte des particules sédimentables :

- de l'eau déminéralisée est versée dans le collecteur afin de limiter le ré-envol des poussières,
- le collecteur est opacifié à l'aide d'une enveloppe externe opaque afin de limiter la prolifération d'algues et de micro-organismes qui peut interférer sur certaines analyses.

Après exposition, les jauges ont été refermées hermétiquement puis envoyées avec les entonnoirs pour être analysées en laboratoire (laboratoire EUROFINS).

Au laboratoire, la totalité des jauges est filtrée à travers un tamis d'ouverture de maille de 1 mm sur filtre en fibre de verre, le filtre est séché et l'identification et le dosage des métaux sont réalisés par couplage plasma à induction et spectrométrie de masse (ICP/MS).

Validation des mesures

Le processus de validation des données permet de s'assurer que les données recueillies sont d'une précision, d'une exactitude, d'une comparabilité et d'une représentativité satisfaisante. Ce processus comporte 2 grandes étapes : une validation technique et une expertise environnementale.

► Validation technique

Pour les analyseurs automatiques, la validation technique est réalisée à l'aide d'opérations de vérification, de maintenance et d'étalonnage réalisées régulièrement. Une invalidation peut être due à un problème technique de l'analyseur (problème d'étalonnage, débit d'échantillonnage...), à un événement extérieur (coupure électrique par exemple) rendant la donnée non représentative.

Pour les prélèvements sur filtre ou par échantillonnage passif, en sus des opérations de vérification et de maintenance, la validation technique est également réalisée à partir des résultats analytiques des blancs :

- Le blanc de lot qui correspond à un support issu du même lot que pour les prélèvements. Il sert à vérifier l'absence des éléments recherchés dans le support et permet ainsi d'évaluer la conformité des supports issus d'un même lot. Lorsque la valeur du blanc de lot est supérieure aux limites de quantification, la valeur du blanc de lot est soustraite aux résultats obtenus.
- Le blanc de terrain qui correspond à un support issu du même lot que pour les prélèvements qui est soumis aux mêmes manipulations que les échantillons, à l'exception de la phase de prélèvement pour la méthode active et de la période d'exposition pour la méthode passive.

► Expertise environnementale

L'expertise environnementale, réalisée tous les 15 jours dans le cadre de cette étude, s'appuie sur la connaissance de l'environnement du site de mesures qui est ponctuellement susceptible de perturber la représentativité des données de la zone. A titre d'exemple, une invalidation peut être réalisée suite à des travaux ponctuels qui auraient perturbés la mesure à proximité d'une station.

ANNEXE 3 Données mesurées lors de la campagne : Les oxydes d'azotes (NOx)

Résultats de la mesure en ligne du monoxyde d'azote (NO) : moyennes journalières

Date	NO				
	MARSEILLE LONGCHAMP	LEGRE-MANTE POINT 1	MARTIGUES ILE	RABATAU	SAINT LOUIS
08/06/2017	3		1	46	15
09/06/2017	3	3	2	42	9
10/06/2017	6	4	2	27	13
11/06/2017	1	4	2	18	25
12/06/2017	5	1	3	46	12
13/06/2017	3	1	3	45	16
14/06/2017	2	1	2	58	15
15/06/2017	2	2	4	61	12
16/06/2017	1	1	1	18	2
17/06/2017	2	3	1	28	1
18/06/2017	1	0	1	13	8
19/06/2017	3	1	5	28	9
20/06/2017	2	4	3	37	12
21/06/2017	2	2	1	45	7
22/06/2017	1	1	1	37	4
23/06/2017	3	2	3	39	10
24/06/2017	1	1	2	23	5
25/06/2017	1	0	1	12	2
26/06/2017	2	0	1	54	5
27/06/2017	2	1	1	49	10
28/06/2017	3	1	2	17	4
29/06/2017	4	0	2	26	4
30/06/2017	2	1	2	22	3
01/07/2017	2	0	1	8	2
02/07/2017	1	0	0	6	1
03/07/2017	4		1	34	6
04/07/2017	5		1	56	19
05/07/2017	5	2	7	59	16
06/07/2017	2	3	4	51	17
07/07/2017	4	4	4	52	17
08/07/2017	4	3	2	28	13
09/07/2017	0	1	1	16	2
10/07/2017	4	2	4	44	8
11/07/2017	3	2	2	40	10
12/07/2017	6	3	4	49	12
13/07/2017	2	1	1	15	2
14/07/2017	0	0	1	3	1
15/07/2017	1	0	0	4	1
16/07/2017	1	2	1	20	3
17/07/2017	1	1	2	31	8
18/07/2017	1	2	2	55	17
19/07/2017	4	0	2	34	3
20/07/2017	2	1	2	27	4
21/07/2017	2	1	3	25	16
22/07/2017	1	1	1	27	8
23/07/2017	1	2	1	14	3
24/07/2017	2	0	1	7	2
25/07/2017		0	1	4	1
26/07/2017	1	0	1	4	1
27/07/2017	4	2	2	20	4
28/07/2017	7	3	2	24	9
29/07/2017	7	3	2	23	16
30/07/2017	2	0	1	14	7
31/07/2017	2	0	4	33	8
01/08/2017	8	1	2	18	2
02/08/2017	5	6	2	35	15
03/08/2017	4	5	3	37	16
04/08/2017	9	7	6	43	18
05/08/2017	2	4	1	23	4
06/08/2017	1	2	0	6	1
07/08/2017	6	5	1	30	11
08/08/2017	1	2	1	14	3

Date	NO					
	MARSEILLE LONGCHAMP	LEGRE-MANTE POINT 1	MARTIGUES ILE	RABATAU	SAINT LOUIS	
09/08/2017	2	3	1	8	3	
10/08/2017	1	1	1	7	2	
11/08/2017	1	1	1	5	1	
12/08/2017	1	2	1	5	1	
13/08/2017	2	11	1	20	5	
14/08/2017	2	4	2	25	15	
15/08/2017	2	9	2	22	5	
16/08/2017	4	5	5	44	17	
17/08/2017	4	6	3	39	12	
18/08/2017	2	10	6	33	17	
19/08/2017	1	2	1	4	2	
20/08/2017	1	2	0	6	1	
21/08/2017	4	6	1	35	15	
22/08/2017	2	3	2	31	14	
23/08/2017	3	3	3	31	9	
24/08/2017	2	1	2	39	11	
25/08/2017	1	2	3	34	12	
26/08/2017	3	5	2	19	14	
27/08/2017	2	4	2	19	13	
28/08/2017	4	4	4	33	15	
29/08/2017	2	2	2	27	16	
30/08/2017	2	1	1	41	19	
31/08/2017	1	3	1	18	5	
01/09/2017	2	1	0	4	2	
02/09/2017	1	1	0	2	1	
03/09/2017	1	3	0	7	2	
04/09/2017	4	5	8	44	22	
05/09/2017	6	4	3	47	24	
06/09/2017	5	2	8	25	4	
07/09/2017	2	1	0	6	2	
08/09/2017	4	4	1	29	7	
09/09/2017	1	2	1	16	7	
10/09/2017	1	1	0	5	1	
11/09/2017	4	2	1	12	3	
12/09/2017	2	1	1	8	2	
13/09/2017	7	4	4	42	13	
14/09/2017	6	5	4	37	27	
15/09/2017	7	4	1	22	12	
16/09/2017	7	4	4	36	8	
17/09/2017	1	2	3	14	9	
18/09/2017	8	6	10	56	18	
19/09/2017	2	1	1	6	3	
20/09/2017	3	3	0	19	4	
21/09/2017	4	5	3	64	36	
22/09/2017	5	8	3	54	29	
23/09/2017	3	7	2	38	14	
24/09/2017	4	7	4	44	13	
25/09/2017	3	7	10	40	24	
26/09/2017	8	5	4	65	21	
27/09/2017	3	5	5	67	28	
28/09/2017	8	7	3	68	33	
29/09/2017	5	7	4	97	38	
30/09/2017	3	4	2	35	9	
01/10/2017	3	4	1	38	9	
02/10/2017	5	5	3	72	22	
Du 08/06/2017 au 02/10/2017	Moyenne	3	3	2	53	30
	Médiane	2	2	2	53	28
	Maximum	9	11	10	113	97
	Minimum	0	0	0	15	2
	Percentile 25	1	1	1	39	16
	Percentile 75	4	4	3	68	42
	Percentile 95	7	7	6	88	62

Résultats de la mesure en ligne du dioxyde d'azote (NO₂) : moyennes journalières

Date	NO ₂					
	MARSEILLE LONGCHAMP	LEGRE- MANTE POINT 1	MARTIGUES ILE	PLOMBIERES	RABATAU	SAINT LOUIS
08/06/2017	27		8	83	59	45
09/06/2017	33	19	20	92	71	52
10/06/2017	36	24	14	83	66	55
11/06/2017	29	21	15	63	51	70
12/06/2017	35	17	22	99	78	61
13/06/2017	24	11	11	80	62	46
14/06/2017	23	11	11	87	77	43
15/06/2017	28	16	21	88	85	39
16/06/2017	22	14	8	90	41	20
17/06/2017	27	22	7	94	52	21
18/06/2017	15	10	8	65	45	40
19/06/2017	21	11	20	88	51	48
20/06/2017	18	19	13	85	62	38
21/06/2017	15	12	7	77	57	27
22/06/2017	13	11	7	70	54	19
23/06/2017	25	16	14	80	60	34
24/06/2017	16	16	13	62	45	25
25/06/2017	17	13	11	53	27	18
26/06/2017	25	13	12	97	71	36
27/06/2017	19	15	12	79	67	30
28/06/2017	21	16	10	78	34	24
29/06/2017	16	12	10	53	34	19
30/06/2017	15	13	9	60	31	19
01/07/2017	11	12	7	38	14	10
02/07/2017	9	12	4	35	13	8
03/07/2017	29		7	88	55	35
04/07/2017	29		9	94	72	56
05/07/2017	28	18	21	109	81	52
06/07/2017	23	17	26	112	77	61
07/07/2017	38	23	31	117	89	66
08/07/2017	46	31	22	105	70	65
09/07/2017	11	10	7	49	35	19
10/07/2017	22	15	16	70	59	32
11/07/2017	26	17	21	88	64	43
12/07/2017	28	19	13	80	60	34
13/07/2017	19	12	7	78	25	15
14/07/2017	9	10	4	34	12	8
15/07/2017	13	14	4	58	16	11
16/07/2017	20	21	8	62	55	34
17/07/2017	23	18	20	88	63	47
18/07/2017	18	18	18	103	78	54
19/07/2017	20	8	10	85	57	27
20/07/2017	35	21	24	94	68	39
21/07/2017	24	15	23	90	50	43
22/07/2017	15	13	12	51	37	25
23/07/2017	15	14	9	41	26	18
24/07/2017	11	9	4	57	14	10
25/07/2017		8	4	48	11	7
26/07/2017	13	9	5	59	15	10
27/07/2017	23	15	13	69	37	25
28/07/2017	28	16	12	73	36	33
29/07/2017	31	18	13	69	42	44
30/07/2017	20	12	14	60	38	41
31/07/2017	17	11	21	89	57	33
01/08/2017	24	7	12	82	36	21
02/08/2017	36	19	17	91	59	39
03/08/2017	37	19	23	93	69	50
04/08/2017	50	26	29	120	86	60
05/08/2017	31	15	11	81	49	28
06/08/2017	14	8	5	49	20	12
07/08/2017	28	15	12	94	56	43
08/08/2017	15	8	13	73	29	23
09/08/2017	15	6	7	58	19	16
10/08/2017	11	3	6	47	14	11
11/08/2017	12	4	6	48	12	12

Date	NO ₂						
	MARSEILLE LONGCHAMP	LEGRE- MANTE POINT 1	MARTIGUES ILE	PLOMBIERES	RABATAU	SAINT LOUIS	
12/08/2017	15	7	5	52	18	14	
13/08/2017	32	29	10	70	53	42	
14/08/2017	22	14	13	69	48	53	
15/08/2017	26	21	18	61	48	43	
16/08/2017	40	21	26	95	73	62	
17/08/2017	42	32	25	100	74	56	
18/08/2017	31	23	23	93	66	55	
19/08/2017	13	7	4	51	17	12	
20/08/2017	12	9	4	43	17	11	
21/08/2017	34	22	11	85	69	60	
22/08/2017	2	11	19	86	63	57	
23/08/2017	37	16	20	75	53	38	
24/08/2017	25	6	12	77	59	37	
25/08/2017	18	7	15	83	58	50	
26/08/2017	33	20	23	71	49	53	
27/08/2017	28	14	22	64	52	52	
28/08/2017	35	14	22	85	59	43	
29/08/2017	27	9	13	88	52	44	
30/08/2017	21	4	7	83	63	41	
31/08/2017	21	8	11	73	37	28	
01/09/2017	17	6	6	61	18	16	
02/09/2017	9	2	3	30	8	9	
03/09/2017	21	8	9	54	22	21	
04/09/2017	37	16	28	86	67	59	
05/09/2017	32	12	21	91	70	52	
06/09/2017	22	7	10	68	30	20	
07/09/2017	15	5	4	61	20	14	
08/09/2017	29	12	10	82	52	40	
09/09/2017	25	9	17	65	40	38	
10/09/2017	10	3	3	31	16	10	
11/09/2017	17	4	5	51	20	16	
12/09/2017	16	4	4	57	21	15	
13/09/2017	33	11	16	76	55	39	
14/09/2017	24	10	14	65	39	39	
15/09/2017	37	14	14	77	42	38	
16/09/2017	23	11	15	58	39	32	
17/09/2017	16	7	10	47	28	32	
18/09/2017	32	14	19	68	50	39	
19/09/2017	14	3	5	53	16	16	
20/09/2017	24	10	6	77	40	27	
21/09/2017	26	12	19	90	70	66	
22/09/2017	35	14	21	84	60	54	
23/09/2017	26	16	16	66	49	39	
24/09/2017	32	14	22	60	58	42	
25/09/2017	32	19	27	90	62	57	
26/09/2017	32	20	24	80	72	52	
27/09/2017	37	15	29	97	81	69	
28/09/2017	51	26	35	113	101	82	
29/09/2017	49	24	40	119	110	83	
30/09/2017	37	18	24	90	64	55	
01/10/2017	24	11	12	55	51	34	
02/10/2017	39	18	29	83	77	57	
Du 08/06/2017 au 02/10/2017	Moyenne	25	14	14	75	49	36
	Médiane	24	14	13	77	52	38
	Maximum	51	32	40	120	110	83
	Minimum	9	2	3	30	8	7
	Percentile 25	17	9	8	60	34	20
	Percentile 75	32	18	20	88	64	52
	Percentile 95	39	24	28	106	81	65

ANNEXE 4 Données mesurées lors de la campagne : Les particules inhalables (PM10)

Résultats de la mesure en ligne des particules inhalables PM10 : moyennes journalières

Date	PM10			
	MARSEILLE LONGCHAMP	LEGRE-MANTE POINT 1	RABATAU	SAINT LOUIS
08/06/2017	29		39	27
09/06/2017	34	30	44	27
10/06/2017	31	24	39	28
11/06/2017	30	29	38	32
12/06/2017	30		43	31
13/06/2017	29		37	
14/06/2017	27		37	21
15/06/2017	36		45	36
16/06/2017	48	31	49	
17/06/2017	27		31	
18/06/2017	29		34	26
19/06/2017	23		31	30
20/06/2017	24	26		29
21/06/2017	26	21		28
22/06/2017	26	23		29
23/06/2017	32		41	39
24/06/2017	31			36
25/06/2017	28			32
26/06/2017	35		43	41
27/06/2017	33		43	41
28/06/2017	24		23	23
29/06/2017	29		21	20
30/06/2017	20		20	17
01/07/2017	21	18	18	14
02/07/2017	17		18	14
03/07/2017	21		26	19
04/07/2017	26		33	33
05/07/2017	25		29	25
06/07/2017	19	15	27	29
07/07/2017	27	25	34	27
08/07/2017	33	33	35	32
09/07/2017	25	19	30	26
10/07/2017	27	19	31	26
11/07/2017	29	22	33	30
12/07/2017	37	28	33	29
13/07/2017	27	27	24	24
14/07/2017	29	32	27	25
15/07/2017	25	36	25	21
16/07/2017	26	34	32	43
17/07/2017	24	20	33	
18/07/2017	21	16	29	
19/07/2017	23	13	30	
20/07/2017	32	27	39	
21/07/2017	33	27	41	
22/07/2017	35	30	40	35
23/07/2017	35	30	32	24
24/07/2017	35	31	24	19
25/07/2017	44	29	30	22
26/07/2017	38	34	29	19
27/07/2017	44	26	27	18
28/07/2017	36	20	24	19
29/07/2017	33	24	34	32
30/07/2017	28	18	28	24
31/07/2017	32	22	35	27
01/08/2017	47	25	57	34
02/08/2017	47	47	52	49
03/08/2017	42	38	45	41
04/08/2017	46	41	52	42
05/08/2017	29	26	33	22
06/08/2017	17	24	17	10
07/08/2017	23	20	29	21
08/08/2017	21	18	25	16
09/08/2017	22	24	21	11
10/08/2017	18	23	20	8
11/08/2017	17	20	16	9

Date	PM10				
	MARSEILLE LONGCHAMP	LEGRE-MANTE POINT 1	RABATAU	SAINT LOUIS	
12/08/2017	15	21	16	7	
13/08/2017	21	20	25	16	
14/08/2017	23	21	32	24	
15/08/2017	20	19	24	16	
16/08/2017	29	23	37	28	
17/08/2017	36	34	42	35	
18/08/2017	33	30	40	28	
19/08/2017	19	24	18	11	
20/08/2017	18	30	19	11	
21/08/2017	26	22	31	28	
22/08/2017	21	16	30	19	
23/08/2017	32	22	38	25	
24/08/2017	28	19	39	24	
25/08/2017	23	18	34	21	
26/08/2017	27	22	32	22	
27/08/2017	25	19	29	19	
28/08/2017	32	27	41	30	
29/08/2017	34	24	39	31	
30/08/2017	31	19	36	34	
31/08/2017	21	21	26	16	
01/09/2017	18	16	16		
02/09/2017	26	23	23	16	
03/09/2017	15	18	17	11	
04/09/2017	25	20	36	31	
05/09/2017	25	17	35	27	
06/09/2017	25	22	26	19	
07/09/2017	31	39	29	22	
08/09/2017	32	31	33	23	
09/09/2017	23	17	26	22	
10/09/2017	14	21	14	8	
11/09/2017	21	27	22	13	
12/09/2017	17	23	17	11	
13/09/2017	21	15	26	15	
14/09/2017	22	22	29	22	
15/09/2017	22	22	22	19	
16/09/2017	20	21	24	15	
17/09/2017	14	18	17	10	
18/09/2017	17	13	25	14	
19/09/2017	18	21	17	15	
20/09/2017	17	22	19	13	
21/09/2017	22	15	49	27	
22/09/2017	27	19	37	35	
23/09/2017	23	18	29	23	
24/09/2017	29	23	39	29	
25/09/2017	34	26	39	35	
26/09/2017	33	32	47	34	
27/09/2017	30	22	42	37	
28/09/2017	36	31	50	38	
29/09/2017	37	31	52	39	
30/09/2017	32	27	42	32	
01/10/2017	22	16	26	20	
02/10/2017	40	29	53	38	
Du 08/06/2017 au 02/10/2017	Moyenne	28	24	32	25
	Médiane	27	23	31	25
	Maximum	48	47	57	49
	Minimum	14	13	14	7
	Percentile 25	22	19	25	19
	Percentile 75	32	28	39	31
	Percentile 95	42	34	49	40

Composition en métaux des particules inhalables PM10 : Résultats

Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	Point	Numéro de série de mesure	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	
15/06/2017	22/06/2017	Marseille Longchamp	2	0.14	**	0.24	72.92	6.38	0.14	**	0.14	*	0.14	60.76	*	12.95	263.93	0.24	0.63	78.81	*	0.24	*	4.63	0.49	
22/06/2017	28/06/2017	Marseille Longchamp	3	0.14	**	0.24	72.92	5.24	0.14	**	0.14	*	0.14	60.76	*	10.38	221.00	0.24	0.63	84.92	*	0.24	*	4.01	0.49	
13/07/2017	20/07/2017	Marseille Longchamp	6	0.14	**	0.24	72.92	8.24	0.14	**	0.14	*	0.14	60.76	*	13.55	293.11	0.24	0.63	153.13	*	0.24	*	5.24	0.49	
20/07/2017	26/07/2017	Marseille Longchamp	7	0.14	**	0.24	72.92	7.12	0.14	**	0.14	*	0.14	60.76	*	12.06	366.97	0.24	0.63	150.70	*	0.24	*	6.81	0.49	
10/08/2017	17/08/2017	Marseille Longchamp	10	0.14	**	0.24	72.92	7.94	0.14	**	0.14	*	0.14	60.76	*	18.22	412.23	0.24	0.63	88.53	*	0.24	*	5.86	0.49	
17/08/2017	23/08/2017	Marseille Longchamp	11	0.14	**	0.24	72.92	6.94	0.14	**	0.14	*	0.14	60.76	*	14.23	358.67	0.24	0.63	81.45	*	0.24	*	5.57	0.49	
08/06/2017	14/06/2017	POINT 1	1	0.13	38.83	0.34	3.24	9.90	0.13	69.89	0.08	0.22	0.34	3.24	0.05	20.19	380.49	0.48	0.01	111.30	0.20	0.18	165.66	5.38	1.01	
15/06/2017	21/06/2017	POINT 1	2	0.13	41.42	0.28	3.24	9.39	0.13	77.66	0.08	0.23	0.25	3.24	0.03	17.86	346.87	0.44	0.01	106.13	0.17	0.14	147.55	5.38	0.78	
22/06/2017	28/06/2017	POINT 1	3	0.27	44.00	0.36	3.24	9.39	0.13	67.29	0.08	0.26	0.24	3.24	0.05	20.19	359.77	0.38	0.01	139.77	0.21	0.18	199.30	5.38	0.96	
29/06/2017	05/07/2017	POINT 1	4	0.13	25.89	0.26	3.24	6.28	0.13	59.54	0.07	0.13	0.14	3.24	0.04	13.98	313.21	0.27	0.03	124.25	0.13	0.12	227.79	5.89	1.01	
06/07/2017	12/07/2017	POINT 1	5	0.13	46.60	0.41	3.24	11.46	0.13	77.66	0.07	0.26	0.26	3.24	0.05	23.56	517.73	0.44	0.01	124.26	0.28	0.17	157.91	7.19	1.60	
13/07/2017	17/07/2017	POINT 1	6	0.13	40.79	0.30	3.24	8.67	0.13	81.58	0.09	0.16	0.13	3.24	0.02	15.50	269.21	0.56	0.04	216.19	0.11	0.20	289.61	5.62	0.65	
18/07/2017	26/07/2017	POINT 1	7	0.13	36.23	0.47	3.24	6.54	0.13	67.29	0.10	0.19	0.17	3.24	0.05	11.91	274.35	0.32	0.03	209.64	0.19	0.18	315.76	5.12	0.70	
27/07/2017	02/08/2017	POINT 1	8	0.13	67.31	0.34	3.24	11.72	0.13	113.90	0.22	0.34	0.28	3.24	0.05	20.19	522.91	0.42	0.02	308.05	0.28	0.24	279.58	9.78	1.09	
03/08/2017	09/08/2017	POINT 1	9	0.13	64.71	0.41	3.24	10.68	0.13	82.83	0.07	0.39	0.26	3.24	0.04	19.67	427.11	0.49	0.02	165.67	0.26	0.28	232.97	6.15	0.72	
10/08/2017	16/08/2017	POINT 1	10	0.13	23.30	0.34	3.24	6.80	0.13	54.36	0.11	0.17	0.19	3.24	0.04	12.69	269.23	0.34	0.02	98.37	0.23	0.13	168.27	3.31	0.96	
17/08/2017	23/08/2017	POINT 1	11	0.13	56.95	0.34	3.24	13.01	0.13	85.42	0.20	0.34	0.26	3.24	0.08	24.33	509.94	0.51	0.02	150.13	0.26	0.24	217.44	6.93	1.19	
24/08/2017	30/08/2017	POINT 1	12	0.13	51.77	0.36	3.24	9.13	0.13	62.13	0.15	0.31	0.31	3.24	0.03	15.79	375.35	0.41	0.01	142.37	0.23	0.20	119.08	4.60	1.53	
31/08/2017	06/09/2017	POINT 1	13	0.13	18.12	0.26	3.24	7.06	0.13	59.54	0.21	0.10	0.14	3.24	0.08	11.91	188.98	0.29	0.02	106.14	0.16	0.09	186.39	5.12	1.86	
LQ Marseille Longchamp				0.28	48.61	0.49	145.83	4.86	0.28	486.11	0.28	*	0.28	121.53	*	4.86	121.53	0.49	1.25	48.61	*	0.49	*	0.97	0.97	
LQ Point 1				0.26	2.59	0.01	6.48	0.26	0.26	25.91	0.01	0.01	0.01	0.01	6.48	0.01	0.39	6.48	0.26	0.01	2.59	0.01	0.03	7.77	0.05	0.05

En violet : Valeurs inférieures aux LQ, remplacées par LQ/2 * : Non mesuré ** : Invalide Toutes les valeurs de ce tableau sont exprimées en ng/m³

Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	Point	Numéro de série de mesure	Na	Ni	Pb	Pd	Pt	Rb	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	U	V	Zn	Zr	Si	
15/06/2017	22/06/2017	Marseille Longchamp	2	2065.97	**	2.78	*	*	*	0.61	*	0.63	0.49	*	0.49	**	0.49	0.14	2.23	9.72	0.49	59.03	
22/06/2017	28/06/2017	Marseille Longchamp	3	2065.97	**	2.16	*	*	*	0.24	*	0.63	0.49	*	0.49	**	0.49	0.14	3.36	9.72	0.49	59.03	
13/07/2017	20/07/2017	Marseille Longchamp	6	2065.97	**	3.35	*	*	*	1.30	*	0.63	0.49	*	0.49	**	0.49	0.14	2.32	9.72	0.49	59.03	
20/07/2017	26/07/2017	Marseille Longchamp	7	2065.97	**	4.52	*	*	*	0.24	*	0.63	0.49	*	0.49	**	0.49	0.14	3.41	9.72	0.49	**	
10/08/2017	17/08/2017	Marseille Longchamp	10	2065.97	**	3.05	*	*	*	0.82	*	0.63	0.49	*	0.49	**	0.49	0.14	3.95	9.72	0.49	59.03	
17/08/2017	23/08/2017	Marseille Longchamp	11	2065.97	**	2.40	*	*	*	0.24	*	0.63	0.49	*	0.49	**	0.49	0.14	3.09	9.72	0.49	59.03	
08/06/2017	14/06/2017	POINT 1	1	1201.01	5.18	3.88	0.07	0.01	0.36	1.71	**	0.75	3.55	3.11	0.01	7.77	0.13	0.01	5.18	25.88	1.24	**	
15/06/2017	21/06/2017	POINT 1	2	906.01	3.37	3.11	0.06	0.01	0.31	1.19	**	0.54	2.78	3.37	0.01	8.28	0.13	0.01	4.92	28.47	1.01	**	
22/06/2017	28/06/2017	POINT 1	3	1599.54	3.62	3.88	0.05	0.01	0.39	1.29	**	0.80	2.78	3.62	0.01	7.51	0.13	0.01	4.40	25.88	0.93	**	
29/06/2017	05/07/2017	POINT 1	4	2176.95	2.07	3.11	0.03	0.01	0.28	1.35	**	0.44	2.52	3.62	0.01	5.95	0.13	0.01	3.11	19.41	0.80	**	
06/07/2017	12/07/2017	POINT 1	5	911.21	4.14	3.62	0.08	0.01	0.41	2.15	**	0.70	3.81	3.62	0.01	8.54	0.13	0.01	4.66	28.48	1.29	**	
13/07/2017	17/07/2017	POINT 1	6	2651.33	1.55	3.47	0.03	0.01	0.29	1.67	**	0.49	2.74	5.71	0.01	8.16	0.13	0.01	1.63	32.63	0.86	**	
18/07/2017	26/07/2017	POINT 1	7	2927.25	2.59	3.62	0.03	0.01	0.44	1.32	**	0.72	2.26	4.66	0.01	7.25	0.13	0.01	4.14	18.38	0.72	**	
27/07/2017	02/08/2017	POINT 1	8	1721.46	3.88	3.37	0.03	0.01	0.44	0.91	**	0.67	2.78	4.40	0.01	12.17	0.13	0.01	5.18	77.66	0.98	**	
03/08/2017	09/08/2017	POINT 1	9	1793.85	3.37	3.37	0.07	0.01	0.49	1.16	**	0.60	3.55	4.92	0.01	9.32	0.13	0.01	4.92	18.90	1.24	**	
10/08/2017	16/08/2017	POINT 1	10	1809.57	2.85	3.62	0.05	0.01	0.31	1.37	**	0.52	3.04	3.88	0.01	4.92	0.13	0.01	4.40	14.50	0.93	**	
17/08/2017	23/08/2017	POINT 1	11	1560.88	3.88	3.88	0.08	0.01	0.52	1.60	**	0.57	4.33	4.92	0.01	9.58	0.13	0.01	5.18	25.89	1.40	**	
24/08/2017	30/08/2017	POINT 1	12	737.75	4.92	3.11	0.05	0.01	0.41	1.16	**	0.65	2.52	2.85	0.01	7.51	0.13	0.01	5.69	20.97	1.09	**	
31/08/2017	06/09/2017	POINT 1	13	1742.26	2.28	4.14	0.03	0.01	0.39	0.93	**	0.60	1.92	2.85	0.01	5.44	0.13	0.01	4.66	19.93	0.54	**	
LQ Marseille Longchamp				4131.94	0.97	0.35	*	*	*	0.49	*	1.25	0.97	*	0.97	4.86	0.97	0.28	0.28	19.44	0.97	118.06	
LQ Point 1				220.21	0.08	0.03	0.05	0.01	0.05	0.03	0.03	0.06	0.03	0.03	0.05	0.01	0.26	0.26	0.01	0.01	1.04	0.05	6.48

En violet : Valeurs inférieures aux LQ, remplacées par LQ/2 * : Non mesuré ** : Invalide Toutes les valeurs de ce tableau sont exprimées en ng/m³

Composition en métaux des particules inhalables PM10 : Rapports intra-élémentaires entre le point 1 et le site de référence

Date de début de prélèvement	Date de fin de prélèvement	Numéro de série de mesure	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Pd	Pt	Rb	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	U	V	Zn	Zr	Si
15/06/2017	21/06/2017	2	0.9	*	1.2	0	1.5	0.9	*	0.5	*	1.8	0.1	*	1.4	1.3	1.8	0	1.3	*	0.6	*	1.2	1.6	0.4	*	1.1	*	*	*	1.9	*	0.9	5.7	*	0	*	0.3	0	2.2	2.9	2.1	*
22/06/2017	28/06/2017	3	1.9	*	1.5	0	1.8	0.9	*	0.6	*	1.7	0.1	*	1.9	1.6	1.6	0	1.6	*	0.7	*	1.3	2	0.8	*	1.8	*	*	*	5.3	*	1.3	5.7	*	0	*	0.3	0	1.3	2.7	1.9	*
13/07/2017	17/07/2017	6	0.9	*	1.2	0	1.1	0.9	*	0.6	*	0.9	0.1	*	1.1	0.9	2.3	0.1	1.4	*	0.8	*	1.1	1.3	1.3	*	1	*	*	*	1.3	*	0.8	5.6	*	0	*	0.3	0	0.7	3.4	1.8	*
18/07/2017	26/07/2017	7	0.9	*	1.9	0	0.9	0.9	*	0.7	*	1.2	0.1	*	1	0.7	1.3	0.1	1.4	*	0.7	*	0.8	1.4	1.4	*	0.8	*	*	*	5.4	*	1.2	4.6	*	0	*	0.3	0	1.2	1.9	1.5	*
10/08/2017	16/08/2017	10	0.9	*	1.4	0	0.9	0.9	*	0.8	*	1.4	0.1	*	0.7	0.7	1.4	0	1.1	*	0.6	*	0.6	2	0.9	*	1.2	*	*	*	1.7	*	0.8	6.2	*	0	*	0.3	0	1.1	1.5	1.9	*
17/08/2017	23/08/2017	11	0.9	*	1.4	0	1.9	0.9	*	1.4	*	1.8	0.1	*	1.7	1.4	2.1	0	1.8	*	1	*	1.2	2.4	0.8	*	1.6	*	*	*	6.6	*	0.9	8.9	*	0	*	0.3					

ANNEXE 5 Les particules sédimentables

LQ des métaux lourds

Unité	Substance	17/07/2017 au 10/08/2017					10/08/2017 au 08/09/2017				
		POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	Marseille Longchamp	POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	Marseille Longchamp
g/m ² /mois	Poussières	0.04	0.04	-*	0.04	0.04	0.1	0.04	0.03	0.04	0.04
µg/m ² /jour	Ag	0.2	0.2	-*	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
µg/m ² /jour	Al	8.9	8.9	-*	8.8	7.3	10.5	7.3	5.9	7.3	7.9
µg/m ² /jour	As	0.03	0.03	-*	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
µg/m ² /jour	B	3	3	-*	2.9	2.4	3.5	2.4	2	2.4	2.6
µg/m ² /jour	Ba	0.1	0.1	-*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
µg/m ² /jour	Be	0.1	0.1	-*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
µg/m ² /jour	Ca	5.9	5.9	-*	5.9	4.9	7	4.9	3.9	4.9	5.3
µg/m ² /jour	Cd	0.01	0.01	-*	0.01	0.005	0.01	0.005	0.004	0.005	0.01
µg/m ² /jour	Co	0.01	0.01	-*	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
µg/m ² /jour	Cr	0.1	0.1	-*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
µg/m ² /jour	Cr VI	0.6	0.6	-*	0.6	0.5	0.7	0.5	0.4	0.5	0.5
µg/m ² /jour	Cu	0.1	0.1	-*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
µg/m ² /jour	Fe	0.3	0.3	-*	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3
µg/m ² /jour	Hg	0.03	0.03	-*	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
µg/m ² /jour	K	4.1	4.1	-*	4.1	3.4	4.9	3.4	2.7	3.4	3.7
µg/m ² /jour	Li	4.1	4.1	-*	4.1	3.4	4.9	3.4	2.7	3.4	3.7
µg/m ² /jour	Mn	0.1	0.1	-*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
µg/m ² /jour	Mo	0.3	0.3	-*	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3
µg/m ² /jour	Na	3	3	-*	2.9	2.4	3.5	2.4	2	2.4	2.6
µg/m ² /jour	Ni	0.1	0.1	-*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
µg/m ² /jour	Pb	0.1	0.1	-*	0.1	0.05	0.1	0.05	0.04	0.05	0.1
µg/m ² /jour	Sb	0.1	0.1	-*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
µg/m ² /jour	Se	1.5	1.5	-*	1.5	1.2	1.8	1.2	1	1.2	1.3
µg/m ² /jour	Si	295	295	-*	295	243	351	244	196	244	263
µg/m ² /jour	Sn	0.2	0.2	-*	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
µg/m ² /jour	Te	0.2	0.2	-*	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
µg/m ² /jour	Ti	0.3	0.3	-*	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3
µg/m ² /jour	Tl	0.03	0.03	-*	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
µg/m ² /jour	U	0.3	0.3	-*	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3
µg/m ² /jour	V	0.03	0.03	-*	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
µg/m ² /jour	Zn	0.9	0.9	-*	0.9	0.7	1.1	0.7	0.6	0.7	0.8
µg/m ² /jour	Zr	0.3	0.3	-*	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3

Remarque : Les limites de quantifications varient en fonction du composé analysé ainsi que du temps de pose de la jauge et sont donc indiquées pour chaque mesure et chaque composé.

* : Non mesuré, pas de LQ.

Rapports intra-élémentaires

► Calculs

- Dans un premier temps, pour s'affranchir des variations de poussières recueillies entre les sites, pour chaque composé de chaque site étudié ainsi que le site référence de Marseille Longchamp il a été calculé :

$$\text{Résultat normalisé} = \frac{\text{Teneur en métal}}{\text{Quantité de poussières}}$$

- Dans un second temps, pour chaque composé et chaque site, le rapport suivant a été calculé :

$$\text{Rapport}_{\text{Point de mesures / référence}} = \frac{\text{Résultat normalisé}_{\text{Point de mesures}}}{\text{Résultat normalisé}_{\text{Marseille Longchamp}}}$$

► Résultats

Substance	17/07/2017 au 10/08/2017				10/08/2017 au 08/09/2017			
	POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4
Ag	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
Al	0	0	_*	0	1	0	1	0
As	2	1	_*	1	1	1	1	3
B	1	1	_*	0	2	1	2	2
Ba	0	1	_*	1	1	1	1	1
Be	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
Ca	0	1	_*	0	1	4	4	4
Cd	0	0	_*	0	1	1	0	1
Co	1	1	_*	1	1	1	1	1
Cr	1	1	_*	1	2	1	2	1
Cr VI	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
Cu	1	1	_*	1	1	1	1	1
Fe	0	1	_*	0	1	1	1	1
Hg	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
K	1	1	_*	1	1	1	2	1
Li	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
Mn	0	1	_*	0	1	1	0	1
Mo	1	1	_*	0	1	1	1	0
Na	23	16	_*	25	0	8	7	8
Ni	1	1	_*	1	1	1	1	1
Pb	0	0	_*	1	2	1	0	1
Sb	1	14	_*	1	0	0	1	1
Se	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
Si	0	0	_*	0	1	1	1	1
Sn	1	1	_*	1	0	0	0	0
Te	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*	_*
Ti	0	1	_*	0	1	0	1	1
Tl	1	1	_*	1	0	1	1	1
U	1	1	_*	0	_*	_*	_*	_*
V	0	1	_*	1	1	0	1	1
Zn	0	0	_*	0	5	1	1	1

_* : Calcul du rapport impossible par manque de données : données non mesurées ou invalidées sur un site.

En violet : Rapports entre le site et la référence supérieurs à 2.

ANNEXE 6 Valeurs de comparaisons dans la littérature

Composition en métaux des particules inhalables (ng/m³)

Métaux	Réf. air ambiant*	Réf. Santé**	Fiches Toxicologiques INERIS ❖	Thèse Sophie Veschambre page 261 (2006)					METAUX - MERCURE 2002 INERIS - LCSQA			Initiative citoyenne de vigilance du Port de Québec mars 2013: Analyse des concentrations de métaux dans l'air ambiant du territoire de Limoilou					Etude 3 villes Air PACA résultats année 2015		
			Concentration ubiquitaire	Moyenne					Moyenne			Moyenne					Moyenne		
				Trafic		Trafic (tunnel)			Site rural	Site urbain	Site industriel	Limoilou Québec 2010-2012 moyenne sur trois stations	industriel 2007-2008	résidentiel Windsor et Abbotsford 2007-2009	commercial Totonto 2007-2009	Canada moyenne région urbaines et rurales 2003-2009	Nice Arson (fond urbain)	Marseille Longchamp (fond urbain)	Port-de-Bouc la Lègue (urbain industriel)
Sortie tunnel: Fusileros 2006	Sortie tunnel Tinsgad 2002	Italie Florence PM10 2000	Tunnel Somport (PM2.5) 2006	Tingstad tunnel (PM10) 2002															
Ag																			
Al			5.1 à 180.1														108.6	98.6	154.2
As	6 (VC)	15,6	<4						0.02 – 4 (USA)	3 – 200 (USA)	Max 2500 (USA) 0.33 – 20.5 (Japon)	2,5 ± 0,3					0.2	0.3	1.5
B																			
Ba		1000		28 ± 16.4	312 ± 130	53.6 ± 27.4	85 ± 21	111 ± 28				18 ± 4					7.3	8.2	4.2
Be																			
Ca																	696.1	1 659.1	695.9
Cd	5 (VC)	300	< 1 à 5	0.27 ± 0.09	0.99 ± 0.39	0.87 ± 0.57	0.42 ± 0.04	0.50 ± 0.10	1 – 5 (IPCS)	5 – 15 (IPCS)	15 – 50 (IPCS) 0.26 – 8.56 (Japon) 0.4 – 18 (Italie) 3 – 45 et 15 54 (?)	0,8 ± 0,3					0.1	0.1	0.3
Ce				2.8 ± 2	12 ± 6	na	5.5 ± 1.3	2.37 ± 0.51									0.2	0.3	0.3
Co		100	0,4 à 2						1 – 2 (niveau de fond)		>10 48 (USA) 0.45 – 3.85 (Japon)						0.1	0.2	0.1
Cr			<10	20 ± 16	<LD	6.41 ± -4.84	39 ± 14	<LD	0 – 3	4 à 70	5 – 200 2.25 – 103 (Japon) 0.4 – 58 (Italie) 2 – 264 et 2 – 14 (?)						2.0	1.9	2.8
Cr VI																			
Cs																	0.1	0	0.1
Cu		1000	10	29 ± 8	417 ± 184	67.4 ± 35.3	110 ± 54	152 ± 56	6 – 27 2.8 (Danemark 1982 1986) 1.8 (Danemark 1995 1999)	7 – 365 20.8 (Danemark 1982/1986) 20.4 (Danemark 1995/1999)	9 – 103 (Japon) 0.5 – 5036 (Italie) 6 – 130	186 ± 31					14.6	16.4	5.9
Fe																	285.2	352.1	442.3
Ga																			
Hg			1 à 4						3 – 6 (Suède) 0.001 – 0.086 (Canada)	10 (OMS) 0.015 – 1.2 (Canada)									
K																	154.2	131.3	197.3
La																	0.1	0.3	0.6
Li																	0.1	0.2	0.3
Mg																	112.7	129.6	112.6
Mn	150(VG)	300	10	14 ± 9	171 ± 67	15.2 ± 9.2	29 ± 16	55 ± 15	12 – 33 (?) 10.3 (Danemark 1982/1986) 5.4 (Danemark 1995 1999)	4 – 13 (?) 80 – 120 (?) 20.7 (Danemark 1982/1986) 19.8 (Danemark 1995/1999)	7.9 – 141 (Japon) 2 – 1469 (Italie) 354 – 652 (?) 16 – 282 (?)						4.3	6.2	8.3

Métaux	Réf. air ambiant*	Réf. Santé**	Fiches Toxicologiques INERIS ❖	Thèse Sophie Veschambre page 261 (2006)					METAUX - MERCURE 2002 INERIS - LCSQA			Initiative citoyenne de vigilance du Port de Québec mars 2013: Analyse des concentrations de métaux dans l'air ambiant du territoire de Limoilou					Etude 3 villes Air PACA résultats année 2015		
			Concentration ubiquitaire	Moyenne					Moyenne			Moyenne					Moyenne		
				Trafic		Trafic (tunnel)			Site rural	Site urbain	Site industriel	Limoilou Québec 2010-2012 moyenne sur trois stations	industriel 2007- 2008	résidentiel Windsor et Abbotsford 2007-2009	commercial Totonto 2007-2009	Canada moyenne région urbaines et rurales 2003-2009	Nice Arson (fond urbain)	Marseille Longchamp (fond urbain)	Port-de- Bouc la Lègue (urbain industriel)
Mo		12000																	
Na																	597.1	389.5	629.4
Ni	20 (VC)	61	<3						3.6 (Danemark 1982 1986) 1.2 (Danemark 1995 1999) 3 – 9 (?)	7.6 (Danemark 1982 1986) 2.7 (Danemark 1995 1999) 3 – 50 et 7 – 100 (?)	4.7 – 97.8 (Japon) 0.1 – 58 (Italie) 4 – 140 (?) 71 – 95 (?)	52 ± 16	1.3 1.4	0.9	0.7	0.9	2.4	2.5	2.7
Pb	500 (VL)	1944	3.102	3.9 ± 1.5	104 ± 37	213 ± 106	5.8 ± 1.9	46 ± 13	38.9 (Danemark 1982 1986) 7.6 (Danemark 1995 1999) 47 (?) 17 (?)	572 (Danemark 1982 1986) 15.7 (Danemark 1995 1999) 700 – 1250 (?) 52 – 110 (?)	41.7 – 593 (Japon) 2 – 1006 (Italie) 75 – 4000 (?) 405 – 770 (?)	12 ± 1					4.3	8.0	10.5
Pd																	0	0	0
Pt			<2.103														0	0	0
Rb				2.1 ± 1.1	na	na	3.6 ± 1.1	na									0.2	0.4	0.8
Sb		200	<0,1	1.2 ± 0.5	75 ± 35	na	10.5 ± 9.1	28 ± 10	0.6 – 7 (USA) 0.00045 – 1.19 (USA)	0.5 – 171 (USA) 1.1 – 3 (USA) 0 – 12 (USA)	5.2 – 1210 (USA) 40 (moyenne sur 6 mois) (GB) 0.31 – 39 (Japon)						1.3	1.4	0.6
Sc																	0.1	0.1	0.1
Se									0.6 (Danemark 1982 1986) 0.5 (Danemark 1995 1999)	0.4 (Danemark 1982 1986) 0.7 (Danemark 1995 1999)	0.25 – 3.64 (Japon)						0.3	3.3	0.5
Si																			
Sn				4.3 ± 1.1	na	na	8.2 ± 3.7	na	1.4 (Danemark 1982 1986) 0.7 (Danemark 1995 1999)	2.4 (Danemark 1982 1986) 1.4 (Danemark 1995 1999)							2.4	1.7	1.2
Sr																	3.3	5.2	2.2
Te																			
Ti										<100 (IPCS)	>100 (IPCS) 1 – 164 (Japon)						6.3	14.8	9.3
Tl									<1	<1							0	0	0
U				1.7 ± 1.2	na	na	3.2 ± 0.4	na											

Métaux	Réf. air ambiant*	Réf. Santé**	Fiches Toxicologiques INERIS ❖	Thèse Sophie Veschambre page 261 (2006)					METAUX - MERCURE 2002 INERIS - LCSQA			Initiative citoyenne de vigilance du Port de Québec mars 2013: Analyse des concentrations de métaux dans l'air ambiant du territoire de Limoilou					Etude 3 villes Air PACA résultats année 2015		
			Concentration ubiquitaire	Moyenne					Moyenne			Moyenne					Moyenne		
				Trafic		Trafic (tunnel)			Site rural	Site urbain	Site industriel	Limoilou Québec 2010-2012 moyenne sur trois stations	industriel 2007- 2008	résidentiel Windsor et Abbotsford 2007-2009	commercial Totonto 2007-2009	Canada moyenne région urbaines et rurales 2003-2009	Nice Arson (fond urbain)	Marseille Longchamp (fond urbain)	Port-de- Bouc la Lègue (urbain industriel)
V		100	>1 et <40	Sortie tunnel: Fusileros 2006	Sortie tunnel Tinsgad 2002	Italie Florence PM10 2000	Tunnel Somport (PM2.5) 2006	Tingstad tunnel (PM10) 2002											
Zn			10 à 20	57 ± 22	542 ± 316	76.6 ± 42.4	149 ± 67	191 ± 95	32 (?) 18 (?)	29 – 472 (?)	26.1 – 551 (Japon) 9 – 7565 (Italie) 30 – 270 (?)	224 ± 55					16.2	20.7	25.8
Zr																	0.7	0.6	0.4

* Les références « air ambiant » correspondent aux valeurs cibles (VC), valeurs limites (VL) ou valeurs guide (VG) existantes.

** Les références « santé » correspondent aux concentrations minimales pour lesquelles un effet ou une probabilité d'effet supérieure à 1 pour 100 000 est susceptible d'apparaître et ce pour une exposition chronique 100% du temps. Ces concentrations ont été déterminées sur la base des Valeurs Toxicologiques de Référence établies avant le 31/12/2016 et sélectionnées selon la méthodologie décrite la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

❖ Dernières fiches en dates, téléchargées sur le portail des substances chimiques de l'INERIS en juin 2018.

Sophie Veschambre. *Caractérisation et quantification des Eléments Traces Métalliques dans les dépôts et les particules atmosphériques de la vallée d'Aspe - Mise en place d'indicateurs de la Qualité de l'Air. Matériaux. Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2006. Français <tel-00118082>.*

METAUX – MERCURE - Rapport final - Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, Convention 31/2001, DECEMBRE 2002, FABRICE MARLIERE - NATHALIE BOCQUET - MAXIME ROUEZ, INERIS DRC - 02-39266- AIRE /etude 10- 782 fmr.

Analyse des concentrations de métaux dans l'air ambiant du territoire de Limoilou, Véronique Lalande et Louis Duchesne, Initiative citoyenne de vigilance du Port de Québec, vigilanceportdequebec.com, Version finale diffusée le 20 mars 2013.

AtmoSud (anciennement Air PACA). Etude des métaux lourds et des HAP à Marseille, Nice et Port-de-Bouc en 2015. Paru sur le site d'AtmoSud en décembre 2017.

Composition en métaux des particules sédimentables

Substances	unité	Valeur de référence allemande ou suisse	INERIS										Thèse Sophie Veschambre p221						Air PARIF - Ile de France							
			Médiane			Moyenne							Min			Max			Min		Max		Moyenne		Médiane	
			<100 m	[100-500 m]	> 500 m	urbain	rural	<100 m	[100-500 m]	> 500 m	urbain	rural	urbain	rural	marin	urbain	rural	marin	Semi-urbain	Urbain	Semi-urbain	Urbain	Semi-urbain	Urbain	Semi-urbain	Urbain
Poussières	g/m ² /mois	6 - 10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ag	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	2.3	0.2	0.2	0.1	0.1
Al	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.3	50.9	-	853.3	687	-	102	161	2 175	2 393	636.1	808.7	432.5	589
As	µg/m ² /jour	4	1.4	0.4	0.4	0.9	0.4	2.8	1.4	1	1.3	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ba	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	3.1	0.7	23.6	8.9	-	1.9	5.8	22.2	32.4	6.2	15.8	5.3	16
Be	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325	764	10 936	28 330	2 001.8	3 928.4	1 487	2 836
Cd	µg/m ² /jour	2	0.8	0.2	0.2	0.3	0.3	2.8	0.3	0.3	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.7	0.7	0.2	0	0	0.7	1.7	0.1	0.2	0.1	0.2
Co	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.1	0.8	1.8	0.3	0.7	0.3	0.7
Cr	µg/m ² /jour	250	8	2	2	3	2.4	29.5	2.8	2.1	4.6	2.5	1.6	0.3	0.4	7.4	0.6	-	0.1	0.3	3	11.1	0.8	1.8	0.5	1.3
Cr VI	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	µg/m ² /jour	-	23	13	12	15	8	23	40	31	21	11	6.8	2.9	1	36.5	3.8	4.4	2.5	6.7	69.7	118.5	10.4	28	6.1	26.2
Fe	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	212	841	1 296	351.4	637.8	315	574.5
Ga	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	µg/m ² /jour	1	0.1	0.1	0.1	0	0	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	114	38 697	8 363	2 951.5	860	399	422
Li	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.1	0.7	22.5	0.2	0.6	0.2	0.3
Mn	µg/m ² /jour	-	83	19	19	30	19	291	32	35	55	43	9.5	9.2	2.3	15.6	25.9	-	1.8	5.8	75.9	29	14.4	14.7	10.3	14.5
Mo	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	289	156	6 410	7 505	1 871.8	2 090.9	1 458	1 768
Ni	µg/m ² /jour	15	6.9	1.1	1.2	1.9	1.8	25.9	3.2	5	4	3.2	-	-	-	-	-	-	0.5	0.6	7	45.4	2	3.6	1.6	2
Pb	µg/m ² /jour	100	42	7	3	8	7	217	11	5	20	7	5.1	1.2	0.8	27.8	421.9	7	0.9	3.3	17.4	67	5.2	15	4.5	10.2
Sb	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	3.4	5.3	0.8	1.6	0.5	1.5
Se	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Si	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148	375	5 601	5 845	1 773.3	2 142	1 499.5	1 634.5
Sn	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0	-	1.5	0.1	-	0	0	2.9	3.9	0.8	1.2	0.3	1
Te	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	2	8.3	27.5	2.7	6.8	2.5	6.2
Tl	µg/m ² /jour	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.7	1	2.7	1	-	0.7	0.8	8.2	8.1	1.8	2.2	1.5	2
Zn	µg/m ² /jour	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.4	9	3.3	130.6	39.1	114	11.4	21.7	169.4	2 062.3	43.1	100.8	28.9	59
Zr	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	6.9	8.3	0.5	0.7	0.2	0.3

INERIS Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) – Décembre 2012 – réf. INERIS-DRC-12-120273-13816A.

Sophie Veschambre. Caractérisation et quantification des Eléments Traces Métalliques dans les dépôts et les particules atmosphériques de la vallée d'Aspe - Mise en place d'indicateurs de la Qualité de l'Air. Matériaux. Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2006. Français <tel-00118082>.

Substances	unité	Valeur de référence allemande ou suisse	Thèse Sam Azimi - mesures p 281								Thèse Sam Azimi - biblio p34				Existence valeurs de référence
			Min		Max		Moyenne		Médiane		Min		Max		
			urbain	semi-urbain	urbain	semi-urbain	urbain	semi-urbain	urbain	semi-urbain	Semi-rural / rural	urbain	Semi-rural / rural	urbain	
Poussières	g/m ² /mois	6 - 10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ag	µg/m ² /jour	-	0	0	2.3	1	0.2	0.2	0.1	0.1	-	-	-	-	
Al	µg/m ² /jour	-	161	102	2 393	2 175	808.7	636.1	589	432.5	178.1	35.6	602.7	60.3	
As	µg/m ² /jour	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	0.1	
B	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pas de valeur de référence
Ba	µg/m ² /jour	-	5.8	1.9	32.4	22.2	15.8	6.2	16	5.3	1.6	-	3.6	-	
Be	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pas de valeur de référence
Ca	µg/m ² /jour	-	764	325	28 330	10 936	3 928.4	2 001.8	2 836	1 487	44.4	46.8	690.4	1 457.5	
Cd	µg/m ² /jour	2	0	0	1.7	0.7	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	1.3	3	
Co	µg/m ² /jour	-	0.1	0	1.8	0.8	0.7	0.3	0.7	0.3	0.1	0.1	0.4	0.5	
Cr	µg/m ² /jour	250	0.3	0.1	11.1	3	1.8	0.8	1.3	0.5	0.5	6.8	6.7	17.6	
Cr VI	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pas de valeur de référence
Cu	µg/m ² /jour	-	6.7	2.5	118.5	69.7	28	10.4	26.2	6.1	1.8	2.1	11.4	67.7	
Fe	µg/m ² /jour	-	212	47	1 296	841	637.8	351.4	574.5	315	55.7	0.4	375.3	1 520.5	
Ga	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pas de valeur de référence
Hg	µg/m ² /jour	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
K	µg/m ² /jour	-	114	96	8 363	38 697	860	2 951.5	422	399	30.1	19.2	116.4	192.3	
Li	µg/m ² /jour	-	0.1	0	22.5	0.7	0.6	0.2	0.3	0.2	0.1	-	-	-	
Mn	µg/m ² /jour	-	5.8	1.8	29	75.9	14.7	14.4	14.5	10.3	3.3	8.5	18.1	24.6	
Mo	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pas de valeur de référence
Na	µg/m ² /jour	-	156	289	7 505	6 410	2 090.9	1 871.8	1 768	1 458	63.6	47.9	918.6	2 621.4	
Ni	µg/m ² /jour	15	0.6	0.5	45.4	7	3.6	2	2	1.6	0.8	1.8	4.6	22.9	
Pb	µg/m ² /jour	100	3.3	0.9	67	17.4	15	5.2	10.2	4.5	2.5	3.8	15	107.1	
Sb	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.1	-	0.1	
Se	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0	2	0.1	
Si	µg/m ² /jour	-	375	148	5 845	5 601	2 142	1 773.3	1 634.5	1 499.5	-	-	-	-	
Sn	µg/m ² /jour	-	0	0	3.9	2.9	1.2	0.8	1	0.3	-	-	-	-	
Te	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Pas de valeur de référence
Ti	µg/m ² /jour	-	2	0.7	27.5	8.3	6.8	2.7	6.2	2.5	10.6	-	-	-	
Tl	µg/m ² /jour	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
U	µg/m ² /jour	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
V	µg/m ² /jour	-	0.8	0.7	8.1	8.2	2.2	1.8	2	1.5	0.4	5.7	2.5	-	
Zn	µg/m ² /jour	400	21.7	11.4	2 062.3	169.4	100.8	43.1	59	28.9	13.3	20.8	220	309.3	
Zr	µg/m ² /jour	-	0	0	8.3	6.9	0.7	0.5	0.3	0.2	-	-	-	-	

Sam Azimi. Sources, Flux et bilan des retombées atmosphériques de métaux en Ile-de-France. Ecologie, Environnement. Ecole des Ponts Paris Tech, 2004. Français. <tel-00007558>.

RESUME :

QUALITE DE L'AIR A PROXIMITE DE L'ANCIEN SITE INDUSTRIEL DE LEGRE-MANTE

Campagne de juin à septembre 2017

Le site LEGRE-MANTE abritait jusqu'en 2009 une ancienne fonderie de plomb puis une usine de production d'acide sulfurique, citrique et tartrique (depuis 1875), de nombreux polluants issus de cette production sont restés dans le sol et peuvent contaminer les différents secteurs environnementaux. **La présente étude établit une évaluation de l'impact des activités industrielles historiques sur la qualité de l'air aux alentours de ce site.**

La campagne de mesure s'est déroulée entre le 08 juin 2017 et le 02 octobre 2017 sur quatre points de mesures autour de la zone polluée, les dispositifs mis en place ont permis le **suivi des oxydes d'azotes, des particules en suspension (Fraction PM10) et sédimentables** ainsi que leur **composition en métaux lourds**.

► Oxydes d'azote (NOx)

Les concentrations mesurées en dioxyde d'azote (NO₂) ainsi que le rapport de la concentration de monoxyde d'azote sur la concentration de dioxyde d'azote (NO/NO₂) sur le site de LEGRE-MANTE (point 1) se rapprochent des sites de typologie urbaine de fond. **Le site de LEGRE-MANTE est donc peu impacté par la source de pollution routière.**

► Particules fines en suspension : Fraction PM10

Le niveau de particules fines inhalables (PM10) mesurées sur le site de LEGRE-MANTE est comparable à celui d'un site de typologie urbaine de fond à Marseille, avec une concentration moyenne dépassant toutefois la valeur guide moyenne annuelle de l'OMS de 20 µg/m³. **Néanmoins, ces particules comportent des teneurs plus importantes en antimoine (Sb), étain (Sn) et zinc (Zn)** probablement issues de l'envol de particules provenant des sols contaminés alentours.

Cependant **cette influence reste modérée**, en effet **les concentrations en particules inhalables ainsi que leur teneur en métaux ne sont pas atypiques** : bien que les teneurs de ces métaux soient jusqu'à presque dix fois supérieures au site témoin sur certaines mesures, **les niveaux de particules et leur composition en métaux restent comparables aux valeurs trouvées dans la littérature.**

► Particules sédimentables

Le site de l'étude présente un niveau d'empoussièrement moyen respectant les valeurs admissibles pour l'environnement allemandes et suisses (respectivement 10,5 g/m²/mois et 6 g/m²/mois), **ainsi que le seuil de la norme NF X 43-007** (fixé à 30 g/m²/mois). A noter qu'en présence de vents forts de secteurs Est-Sud-Est, les abords du site sont soumis à un envol de poussières significatif sur un site de l'étude.

Cependant la part métallique de ces particules est significativement plus élevée que dans les valeurs relevées dans ce type d'environnement dans la littérature (baryum (Ba), chrome (Cr), sodium (Na), plomb (Pb), titane (Ti), vanadium (V) et zinc (Zn)). La comparaison avec les valeurs du site témoin AtmoSud de Marseille/Longchamp met en évidence en particulier un écart sur les éléments suivants :

- **antimoine (Sb) et arsenic (As)** : traceurs de l'activité industrielle passée du site de LEGRE-MANTE ;
- **calcium (Ca) et sodium (Na)** : issus de l'aérosol marin ;
- **bore (B), zinc (Zn) et zirconium (Zr)** dont l'origine est inconnue.

Responsable de publication : BouAlem MESBAH
boualem.mesbah@atmosud.org

Publication : Septembre 2018

Photos : Archives AtmoSud

