

Synthèse des résultats de métaux et dioxines / furanes dans les retombées atmosphériques sur la ZI du Havre et ses alentours

2017- 2018

PI_2019_03

DQR103-01

Atmo Normandie

3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN

Tél. : +33 2.35.07.94.30

Fax : +33 2.35.07.94.40

contact@atmonormandie.fr



Avertissement

Atmo Normandie est l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Haute-Normandie. Elle diffuse des informations sur les problématiques liées à la qualité de l'air dans le respect du cadre légal et réglementaire en vigueur et selon les règles suivantes :

La diffusion des informations vers le grand public est gratuite. Atmo Normandie est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.atmonormandie.fr), ... Les documents ne sont pas systématiquement rediffusés en cas de modification ultérieure.

Lorsque des informations sous quelque forme que ce soit (éléments rédactionnels, graphiques, cartes, illustrations, photographies...) sont susceptibles de relever du droit d'auteur elles demeurent la propriété intellectuelle exclusive de l'association. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ces informations faite sans l'autorisation écrite d'Atmo Normandie est illicite et constituerait un acte de contrefaçon sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle.

Pour le cas où le présent document aurait été établi pour partie sur la base de données et d'informations fournies à Atmo Normandie par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par d'Atmo Normandie de leur exactitude. La responsabilité d'Atmo Normandie ne pourra donc être engagée si les données et informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées, quelles qu'en soient les répercussions.

Atmo Normandie ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels et publications diverses de toutes natures, quels qu'en soient les supports, résultant directement ou indirectement de ses travaux et publications.

Les recommandations éventuellement produites par Atmo Normandie conservent en toute circonstance un caractère indicatif et non exhaustif. De ce fait, pour le cas où ces recommandations seraient utilisées pour prendre une décision, la responsabilité d'Atmo Normandie ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du décideur.

Toute utilisation totale ou partielle de ce document, avec l'autorisation contractualisée d'Atmo Normandie, doit indiquer les références du document et l'endroit où ce document peut être consulté.

Point d'Information n° PI_2019_03

Le 10 août 2019,

La Rédactrice,

Anne FRANCOIS DUBOC

Le Responsable du pôle Campagne de mesure et exploitation des données,

Sébastien LE MEUR

Atmo Normandie – 3, Place de la Pomme d'Or - 76000 ROUEN

Tél. : 02 35 07 94 30 - mail : contact@atmonormandie.fr

www.atmonormandie.fr

Sommaire

1. Introduction	4
2. Déroulement	4
3. Sites de mesures	5
4. Méthodes de mesure	5
5. Conditions météorologiques	7
6. Emetteurs industriels déclarés de métaux	9
7. Résultats dans les lichens (2017)	10
7.1. Résultats des métaux dans les lichens en 2017	10
7.2. Résultats des dioxines / furanes dans les lichens en 2017	12
8. Résultats dans les jauges (2018)	13
8.1. Résultats des métaux dans les jauges en 2018	13
8.2. Résultats des dioxines / furanes dans les jauges en 2018.....	19
9. Evolution	20
10. Conclusion	24
11. Annexe : Tableaux des résultats dans les jauges des métaux et des dioxines / furanes	25

1. Introduction

Dans le cadre de son programme régional de surveillance de la qualité de l'air (PRSQA) 2017-2021, Atmo Normandie a proposé la mise en place d'un observatoire régional des retombées atmosphériques de dioxines / furanes et de métaux autour des incinérateurs et des zones industrielles et leurs alentours, afin d'avoir une vision plus globale des phénomènes de retombées atmosphériques sur la Région.

Sur le secteur du Havre, une approche par bio indicateurs avait été initiée dès 2006 par chacun des incinérateurs et co-incinérateurs du secteur (à savoir SEDIBEX, LUBRIZOL, LAFARGE CEMENTS et CITRON) autour de leur site respectif. L'intervention d'Atmo Normandie a permis à partir de 2013, d'une part d'élargir la surveillance des retombées à l'ensemble du secteur havrais, et d'autre part de tester en parallèle les 3 méthodes par jauges de dépôt et par bioindication (lichens et bryophytes) afin d'en comparer les conclusions.¹

Un bilan dressé sur la période 2013 à 2015² a permis de mettre en évidence les phénomènes de retombées les plus importants sur ce secteur, à savoir la présence du nickel (provenant des émissions du raffinage mais aussi d'une usine de production du nickel située en ZI est). L'autre résultat marquant est l'observation de retombées plus élevées lorsqu'on se rapproche de l'ancienne usine Citron située en ZI sud, fermée depuis fin 2010, mais toujours le siège d'une activité de conditionnement et d'évacuation des déchets émettrice de plusieurs métaux et de dioxines / furanes.

A partir de 2017, les campagnes de mesure des métaux et des dioxines / furanes se poursuivent sur l'ensemble de la ZI du Havre et ses alentours, au moyen de deux méthodes, en alternance une année sur deux: les lichens (2017, 2019) et les jauges (2018, 2020). Les sites de mesures sont répartis de la façon suivante :

- Des points sous les vents des incinérateurs actuels (SEDIBEX³, LUBRIZOL et EDELWEISS⁴), afin d'évaluer leur éventuel impact maximal,
- Des points en ZI (ouest, centre, est et sud),
- Des points urbains ou sur des secteurs ruraux habités ou d'intérêt (école, collège),
- Des points témoins (mutualisés sur plusieurs secteurs d'étude de la région) : un témoin trafic routier (A13 Tourville la Rivière) et un témoin rural (dans l'Orne).

Le présent point d'information fait le bilan des résultats obtenus sur le secteur du Havre en 2017 et 2018, au moyen des méthodes de mesures par bioindication (lichens en 2017) et jauges de dépôts (en 2018).

2. Déroulement

Secteur concerné	Polluants mesurés	Type de mesures	Année	Dates des prélèvements
ZI Le Havre et alentours (12 points)	Dioxines / furanes Métaux	Etude lichénique (Aair Lichens)	2017	décembre 2017
		Mesures par jauges	2018	du 23/01/18 au 20/03/18
				du 29/05/18 au 24/7/18

Tableau 1 : Synthèse des campagnes de mesures dans les retombées réalisées en 2017-2018 sur le secteur du Havre

¹ Mesures des retombées atmosphériques de métaux et de dioxines / furanes sur le secteur du Havre - Année 2013 - Rapport n° 1202-012-1

² Bilan de la surveillance des retombées atmosphériques sur la zone industrielle du Havre et ses alentours - Période : 2013 à 2015 - Propositions d'évolution - Rapport n° 1202-019 (Rapports téléchargeables sur www.atmonormandie.fr dans la partie « Publications »).

³ Incinération des déchets dangereux.

⁴ Incinérateur de la station d'épuration des eaux usées de la ville du Havre.

3. Sites de mesures

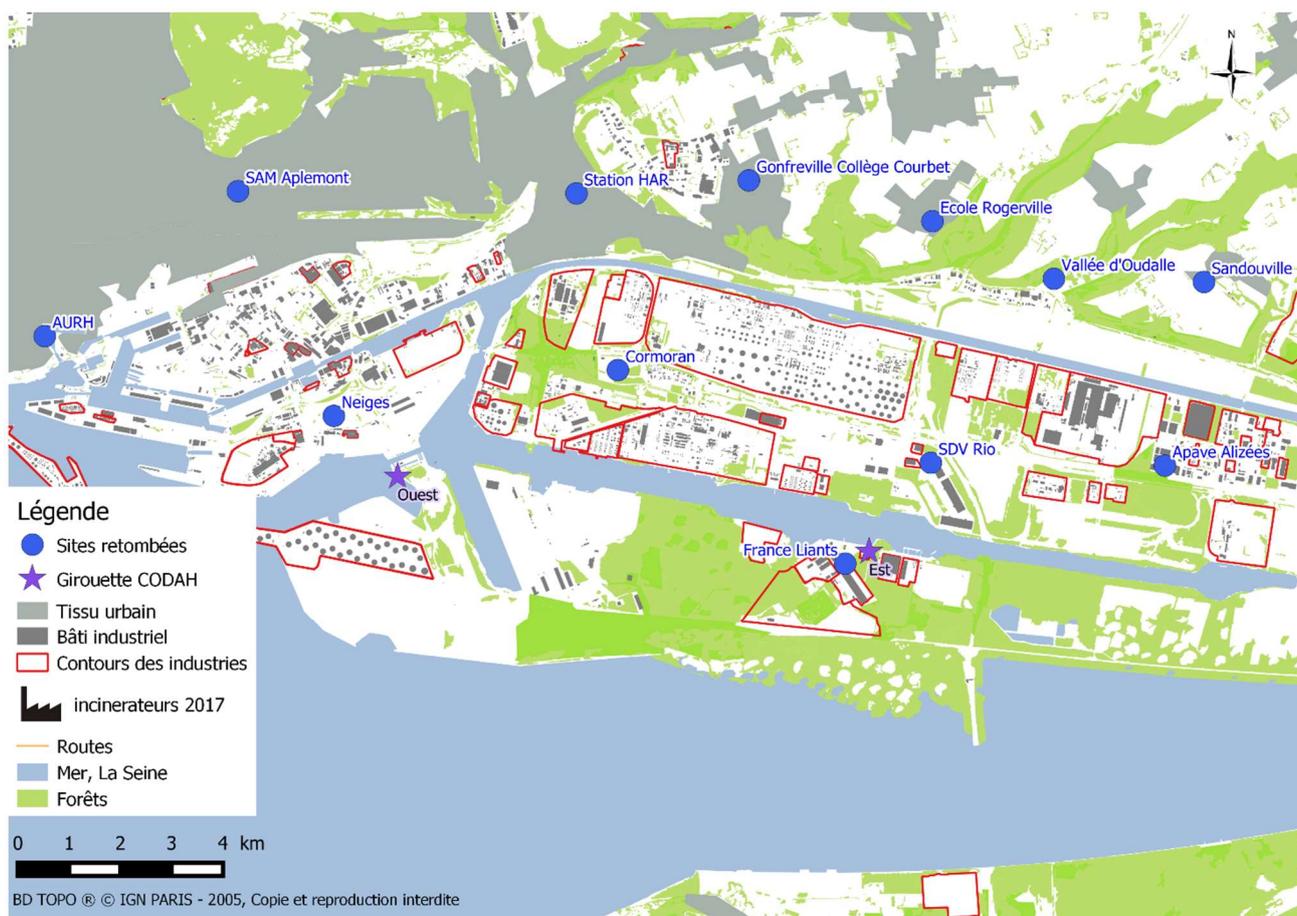


Figure 1 : Points de mesure des retombées sur l'ensemble de la ZI du Havre et ses alentours en 2017 et 2018.

4. Méthodes de mesure

Mesures dans les lichens

L'étude lichénique est confiée à la société Air Lichens, avec laquelle un historique de mesures existe déjà sur la région et en particulier sur ce secteur du Havre.

Le protocole opératoire ainsi que le matériel utilisé sont décrits dans la première partie du rapport d'Air Lichens A18-1048. Toute demande de ce rapport devra être adressée à la société Air Lichens (17 rue des Chevrettes 44470 Carquefou).

Le prélèvement des lichens s'appuie sur la norme : NF X 43-904 de janvier 2013. La photographie ci-dessous montre l'étape de prélèvement des lichens in situ :



Figure 2 - Prélèvement de lichens- Photo Aair Lichens

Mesures dans les jauges :

Les prélèvements des retombées atmosphériques sont réalisés par Atmo Normandie à l'aide de jauges de dépôt :

- des jauges OWEN en verre pour la mesure des dioxines / furanes, d'une contenance de 20 litres surmontées d'un entonnoir et emballées d'aluminium afin de les protéger de la lumière. Les échantillons sont ensuite analysés en laboratoire.
- des collecteurs BERGERHOFF en matière plastique, pour la mesure des métaux, d'une contenance de 2 litres. Les échantillons sont ensuite analysés en laboratoire.



Figure 3 : Exemples de photographies de jauges

La mesure des retombées atmosphériques dans les jauges de dépôt s'appuie sur les normes (complémentaires) :

- Retombées atmosphériques totales : Norme NF X 43-014 de novembre 2017 ;
- Dépôts de métaux (Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb) : Norme NF-EN15841 de janvier 2010, étendue aux autres métaux.

Les analyses sont confiées au laboratoire de Rouen (groupe ALPA Chimies), 49 rue Mustel, BP 4063 76022 Rouen Cedex 3. Les méthodes d'analyses utilisées par le laboratoire sont les suivantes :

- Pour les dioxines / furanes et PCB – DL : analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à spectrométrie de masse haute résolution, combinée à méthode de dilution isotopique (Normes NF EN 1948-2 de juin 2006 et 1948-3 de juillet 2006),
- Pour les métaux : spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) selon la norme NF EN ISO 17294-2 d'octobre 2016.

5. Conditions météorologiques

- **Habituellement**, les vents dominants (sur une période de 3 ans) proviennent du sud-ouest, de l'ouest, et dans une moindre mesure de l'est à sud-est.
- **Durant l'année 2017** (au terme de laquelle a été réalisée l'étude lichénique), les vents dominants proviennent du sud-ouest et de l'ouest, et un peu de l'est à sud-est. Les roses des vents diffèrent peu de celle sur 3 ans.
- **Durant les campagnes de mesures par jauges de l'année 2018**, les vents dominants proviennent :
 - pour la première période d'hiver : du nord-est et de l'est ainsi que du sud-ouest,
 - pour la deuxième période d'été : du nord-est surtout et un peu du sud-ouest.
 - Les vents venant du nord-est sont donc plus présents que d'habitude.

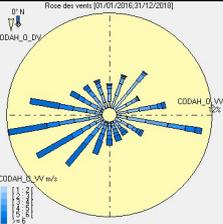
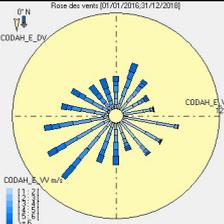
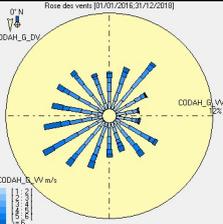
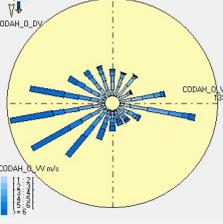
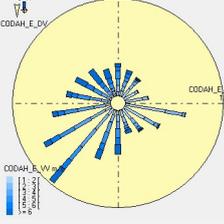
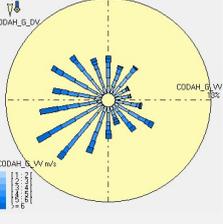
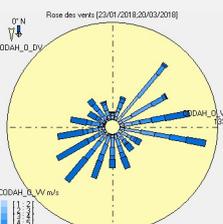
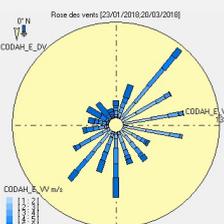
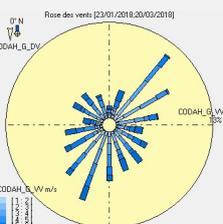
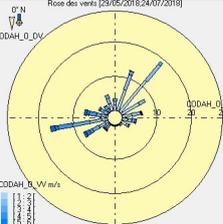
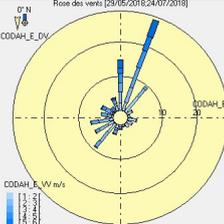
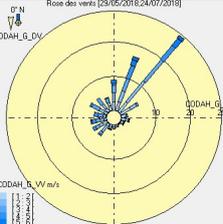
Période	Station CODAH en ZI ouest	Station CODAH en ZI est	Station CODAH Gonfreville
Habituellement (2016 à 2018)	 <p>Rose des vents [01/01/2016;31/12/2018] CODAH_OZ_DV CODAH_OZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 8,3 %</p>	 <p>Rose des vents [01/01/2016;31/12/2018] CODAH_EZ_DV CODAH_EZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 16 %</p>	 <p>Rose des vents [01/01/2016;31/12/2018] CODAH_GV_DV CODAH_GV_WW m/s</p> <p>Vent faible : 7,2 %</p>
Année 2017 (Précède l'étude lichénique en décembre)	 <p>Rose des vents [01/01/2017;31/12/2017] CODAH_OZ_DV CODAH_OZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 7,2 %</p>	 <p>Rose des vents [01/01/2017;31/12/2017] CODAH_EZ_DV CODAH_EZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 15,6 %</p>	 <p>Rose des vents [01/01/2017;31/12/2017] CODAH_GV_DV CODAH_GV_WW m/s</p> <p>Vent faible : 6,1 %</p>
Campagnes par jauges (2018) Du 23/01/18 au 20/03/18	 <p>Rose des vents [23/01/2018;20/03/2018] CODAH_OZ_DV CODAH_OZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 2,5 %</p>	 <p>Rose des vents [23/01/2018;20/03/2018] CODAH_EZ_DV CODAH_EZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 6,3 %</p>	 <p>Rose des vents [23/01/2018;20/03/2018] CODAH_GV_DV CODAH_GV_WW m/s</p> <p>Vent faible : 2 %</p>
 Du 29/05/18 au 24/07/18	 <p>Rose des vents [29/05/2018;24/07/2018] CODAH_OZ_DV CODAH_OZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 13 %</p>	 <p>Rose des vents [29/05/2018;24/07/2018] CODAH_EZ_DV CODAH_EZ_WW m/s</p> <p>Vent faible : 18,5 %</p>	 <p>Rose des vents [29/05/2018;24/07/2018] CODAH_GV_DV CODAH_GV_WW m/s</p> <p>Vent faible : 7,3 %</p>

Figure 4 : Roses des vents (anémomètres-girouettes de la CODAH)

6. Emetteurs industriels déclarés de métaux

Il s'agit des émetteurs ICPE soumis à autorisation ou enregistrement, dont les émissions sont supérieures à un certain seuil. Dans cette liste, ne sont pas pris en compte les autres émetteurs de type circulation, chauffage, activités de fret (dont bateaux)..., ainsi que les plus faibles émetteurs industriels.

Elément	Emetteurs déclarés en 2017 (source : IREP-DREAL)	Emissions en 2017 en kg/an (source IREP-DREAL)
Sb	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	104
Cd	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	42
Cr	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	535
Co	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	9,75
	TOTAL RAFFINAGE RAFFINERIE DE NORMANDIE	11,8
Cu	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	135
Mn	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	340
Ni	ERAMET	142
	TOTAL RAFFINAGE RAFFINERIE DE NORMANDIE	842
	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	569
Tl	TOTAL RAFFINAGE RAFFINERIE DE NORMANDIE	58,9
V	TOTAL RAFFINAGE RAFFINERIE DE NORMANDIE	2490
	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	14,2
	EDF	41
Zn	TOTAL PETROCHEMICALS USINE DE GONFREVILLE	703
	RENAULT	655

Tableau 2 : Emetteurs déclarés de métaux sur la ZI du Havre en 2017

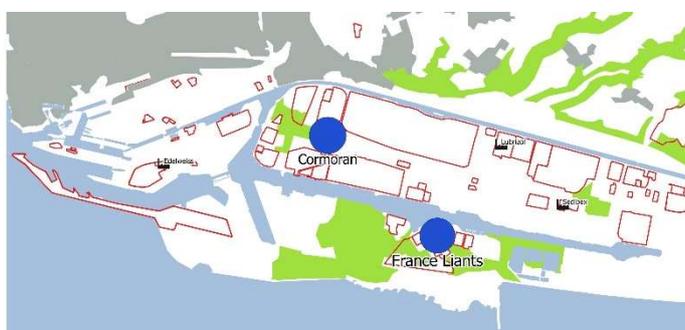
7. Résultats dans les lichens (2017)

7.1. Résultats des métaux dans les lichens en 2017

Certains résultats des métaux apparaissent élevés car ils sont supérieurs aux valeurs repères⁵.

Les points concernés sont situés en ZI du Havre, avec des résultats supérieurs aux percentiles 95 régionaux⁶ (colorés en orange) et dans certains cas supérieurs aux valeurs d'alerte d'Air Lichens (encadrés de brun) :

- **Le point de mesure « Cormoran » en ZI Ouest (arsenic, cadmium).** Parmi les sources possibles, TOTAL PETROCHEMICALS est un émetteur déclaré de cadmium en 2017 et peut impacter le point « Cormoran » par vent d'est-sud-est (durant environ 15% du temps).
- **Le point « France Liants » en ZI Sud (cadmium, chrome, mercure, plomb).** Ce point est proche de l'ex-usine Citron⁷ et toujours le siège en 2017 d'une activité de conditionnement et d'évacuation des déchets (source DREAL).



D'autre part, **presque tous les métaux sont présents en ZI du Havre**, y compris sur deux des « points d'impact incinérateurs ». **Les résultats sont supérieurs aux médianes régionales mais sans dépasser les percentiles 95 régionaux.** C'est le cas en particulier de l'antimoine, l'arsenic, le chrome, le cuivre, le nickel, le plomb, le zinc. Le manganèse est présent aussi sur plusieurs sites habités (sous doute en lien avec des sources de type chauffage ou trafic routier).

De manière générale, les résultats en zone habitée sont plus faibles qu'en ZI.

⁵ En l'absence de valeurs réglementaires, deux types de valeurs repères sont utilisées pour les lichens :

- des valeurs repères proposées par Air Lichens à partir de sa base de données : valeurs significatives supérieures à 40% du bruit de fond et valeurs d'alerte selon Air Lichens (ces dernières n'ont pas de valeur réglementaire ni sanitaire),
- des valeurs repères régionales proposées par Atmo Normandie à partir de sa base de données régionale 2009-2017 (comportant plus de 250 résultats pour les métaux et 220 pour les dioxines) : médianes régionales et percentiles 95 régionaux.

⁶ Le percentile 95 est la valeur pour laquelle 95% des données sont inférieures à cette valeur, et 5% sont supérieures. Ainsi le dépassement d'un percentile 95 permet de mettre en évidence, les résultats les plus élevés.

⁷ Centre de traitement de déchets dangereux.

METAUX - 2017 (en mg/kg)		Antimoine	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Mercure	Manganèse	Nickel	Plomb	Vanadium	Zinc	Thallium
Typologie	Nom station	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn	Tl
Urbain ou rural habité	Sandouville	0.3	1.3	0.3	5.4	1.0	7.6	0.1	101	5.8	6.5	6.8	67	<LQ
	Le Havre - AURH	0.9	0.7	0.1	2.4	0.3	19.7	0.1	25	2.2	12.3	2.0	60	<LQ
	Le Havre - Aplemont	0.6	0.7	0.1	2.5	0.3	13.7	0.1	24	2.8	3.2	2.4	47	<LQ
	Station Harfleur	1.2	1.3	0.2	5.2	0.7	15.8	0.1	112	5.2	14.2	4.6	98	<LQ
	Gonfreville - Courbet	0.4	0.9	0.2	1.1	0.1	5.9	0.0	59	1.4	1.5	1.5	49	<LQ
	Rogerville	0.2	1.3	0.3	5.9	1.0	5.2	0.1	67	5.1	10.5	6.5	153	<LQ
Point d'impact incinérateur	Vallée Oudalle	0.3	0.8	0.2	3.3	0.4	8.8	0.1	19	4.0	5.2	3.5	44	<LQ
	Apave - Alizées	2.2	1.1	0.4	6.3	1.5	17.7	0.3	36	33.8	6.8	4.5	97	<LQ
	Le Havre - Neiges	2.5	2.4	0.3	7.2	0.8	26.8	0.1	33	5.9	17.0	6.8	97	<LQ
ZI	SDV RIO	4.9	1.7	0.5	7.2	1.3	29.9	0.2	43	25.2	12.3	4.7	246	<LQ
	Cormoran	3.8	10.4	1.4	13.1	1.5	26.1	0.1	84	22.5	48.9	6.8	183	<LQ
	France Liants	3.2	1.2	3.5	22.6	1.8	34.3	1.5	134	11.5	81.9	5.1	531	<LQ
Témoin rural	La Coulonche	0.3	0.4	0.0	1.4	0.1	3.7	0.0	38	0.8	1.8	1.5	25	<LQ
Valeurs repères														
Valeur significative (Aair Lichens)		0.7	2.0	0.3	5.6	1.1	12.0	0.2	170	4.9	12.0	5.6	70	
Valeur d'alerte (Aair Lichens)				1.0			600	1.0			100			
Médiane régionale		1.4	1.0	0.3	5.1	0.9	18.6	0.1	57.5	6.2	12.0	5.3	112.5	
Percentile 95 régional		5.0	2.7	1.0	14.3	2.3	171.1	0.4	150.5	42.8	55.4	16.0	618.1	

Tableau 3 : Résultats des métaux dans les lichens sur le secteur du Havre et ses alentours en 2017 (source Aair Lichens)

7.2. Résultats des dioxines / furanes dans les lichens en 2017

Aucun résultat de dioxines / furanes ne dépasse le percentile 95 régional ni la valeur dite « d'alerte » d'Air Lichens.

Le résultat de dioxines / furanes **le plus fort (supérieur à la médiane régionale)** est enregistré sous les vents (de sud-ouest) de SEDIBEX sur le point « Alizées » en ZI Est. L'autre dépassement de la médiane régionale est enregistré sur le point de la ZI Sud « France Liants » en proximité de l'ex-usine CITRON (toujours le siège en 2017 d'une activité de conditionnement et d'évacuation des déchets - source DREAL).

DIOXINES / FURANES - 2017 (en ng/kg)		Dioxines / furanes
<i>Typologie</i>	<i>Nom station</i>	
Urbain ou rural habité	Sandouville	1.2
	Le Havre - AURH	2.1
	Le Havre - Aplemont	2.2
	Station Harfleur	2.3
	Gonfreville - Courbet	1.2
	Rogerville	1.1
Point d'impact incinérateur	Vallée Oudalle	0.5
	Apave - Alizées	7.8
	Le Havre - Neiges	3.3
ZI	SDV RIO	2.3
	Cormoran	2.7
	France Liants	3.5
Témoin rural	La Coulonche	2.5
Valeurs repères		
Valeur significative (Air Lichens)		2.9
Valeur d'alerte (Air Lichens)		20
Médiane régionale		3.4
Percentile 95 régional		12.2



Tableau 4 : Résultats des dioxines / furanes dans les lichens en 2017 (source Air Lichens)

8. Résultats dans les jauges (2018)

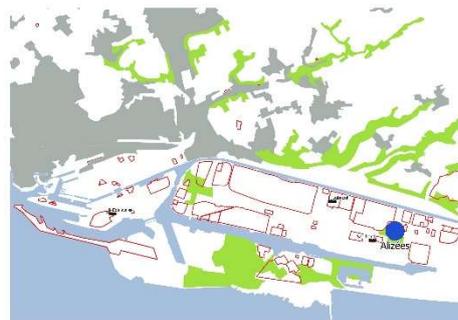
8.1. Résultats des métaux dans les jauges en 2018

La présentation graphique des résultats, métal par métal, dans les pages suivantes permet de mettre en évidence les faits marquants suivants⁸ :

- Deux fortes valeurs (c'est-à-dire supérieures aux percentiles 95 régionaux) sont enregistrées durant une des deux séries de mesure (du 29/05/18 au 24/7/18) : une valeur **d'arsenic** (sur le site « **Cormoran en ZI Ouest** ») et de **cuivre** (sur le site « **Le Havre-AURH** »). D'une manière générale, en l'absence de résultats élevés récurrents (lors d'autres séries de mesure ou au moyen d'une autre méthode de mesure), on peut conclure à des phénomènes de retombées occasionnels. Dans le cas de l'arsenic, on rappellera cependant qu'une forte valeur a déjà été enregistrée en 2017 dans les lichens au « Cormoran ». Ce site est donc à suivre pour l'arsenic dans les années à venir.



- Tous les métaux (Ni, Zn, ...) sont présents sur le **site Apave Alizées**, mais sans dépassement du percentile 95 régional cependant. Parmi de nombreux émetteurs en ZI, ce site est en particulier sous les vents **de l'usine de production de nickel ERAMET**, sous les vents **de l'incinérateur SEDIBEX**, et à **proximité et sous les vents de l'usine Renault émettrice de zinc** par vent d'ouest à nord-ouest (8% lors de la série du 29/05 au 24/07/18 à la station RNO) ou par vents faibles.



⁸ En l'absence de valeurs réglementaires françaises sur les retombées de métaux dans les jauges, deux types de valeurs repères sont utilisées :

- des valeurs repères régionales proposées par Atmo Normandie à partir de sa base de données régionale 2009-2017 : médianes régionales et percentiles 95 régionaux.
- des valeurs réglementaires allemandes et suisses pour l'arsenic (4), le cadmium (2), le nickel (15), le plomb (100) et le zinc (400), exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$.



- Le **vanadium est très présent à Gonfreville l'Orcher** (collège Courbet) probablement sous les vents de la raffinerie (par vent de sud) en hiver.

Une valeur plus élevée que les années précédentes 2013 et 2014 a aussi été mesurée en été bien que les vents de sud étaient très peu présents. Cependant, sur ce secteur où la météorologie est complexe les roses de vent ne sont pas suffisantes pour expliquer les phénomènes de retombées. Rappelons que ces dépôts se produisent sur des temps d'exposition longs (2 mois) et à la fois sous forme de précipitations et de poussières ; ces dernières pouvant être en partie liées à la remise en suspension de particules présentes au sol . Par ailleurs, les périodes de vents faibles, sans directions bien établies avec inversions thermiques (périodes non prises en compte pour le tracé des roses des vents) peuvent jouer un rôle important. De plus, les fluctuations des émissions durant les 2 mois d'exposition ne sont pas connues. Et enfin, la topographie est complexe (falaise, vallée de la Lézarde, estuaire,..). Par exemple, la station proche d'Harfleur n'enregistre pas de retombée notable de vanadium, probablement parce qu'elle est située à l'entrée de la Vallée de la Lézarde et est exposée différemment. On ne peut néanmoins pas exclure l'hypothèse que la présence de Vanadium sur ce site soit liée à une autre source non identifiée.

En tous les cas le fait que deux valeurs de retombées de vanadium sur le site de Gonfreville ait été enregistrées à deux périodes différentes confirment une émission de vanadium sur le secteur.

Une **forte valeur de vanadium** (c'est-à-dire égale au percentile 95 régional) est aussi mesurée sur le site « **Cormoran** » lors de la première série, probablement sous les vents de la raffinerie (par vent de nord-est).



Une forte valeur de vanadium (c'est-à-dire supérieure au percentile 95 régional) **est mesurée exceptionnellement sur le témoin rural La Coulonche** sur la période du 29/05/18 au 31/07/18*. Cette retombée étonne en situation rurale, car le vanadium est habituellement associé aux raffineries. Pour les retombées, lorsqu'on mesure une seule valeur forte occasionnelle, on ne peut pas en tirer de conclusion. Il peut s'agir d'une pollution locale non identifiée, ou d'une pollution lors des manipulations ou de l'analyse. Dans le doute, la valeur n'a pas été invalidée.

- La présence de **métaux en proximité du trafic automobile et poids lourds** (site témoin trafic hors secteur d'étude proche de l'autoroute A13), en particulier **l'antimoine, le chrome, le cuivre, le manganèse, le zinc**. Le point à proximité de l'A13 témoigne d'un trafic beaucoup plus élevé que celui qui a lieu en ZI. Son objectif est de mettre en évidence les polluants émis par le trafic.

* La série d'été s'achève le 31 juillet 2018 pour les sites témoins.

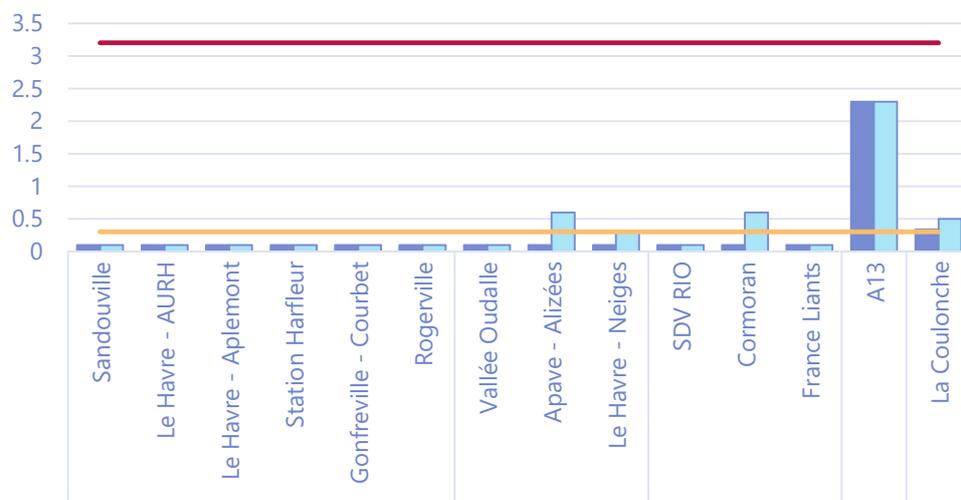
Série 1 : Du 23/01/2018 au 20/03/2018

Série 2 : Du 29/05/2018 au 24/07/2018

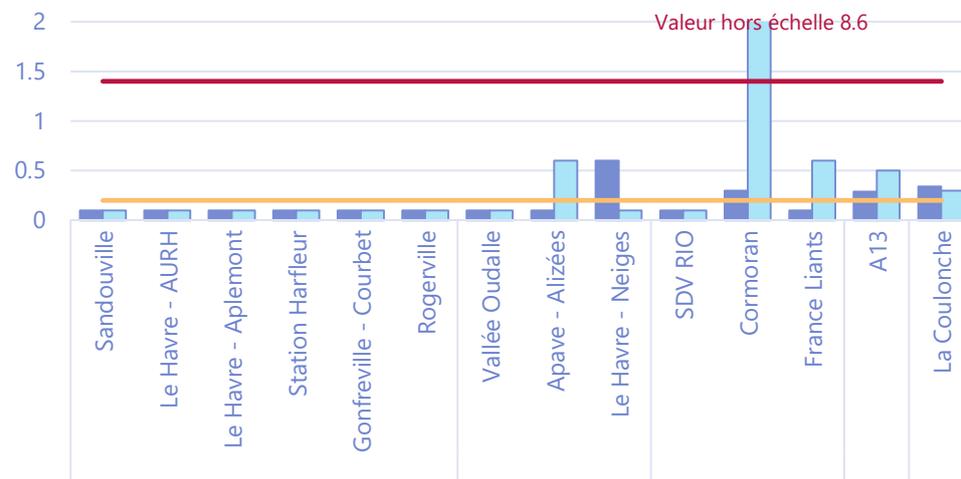
Médiane régionale

Percentile 95 régional

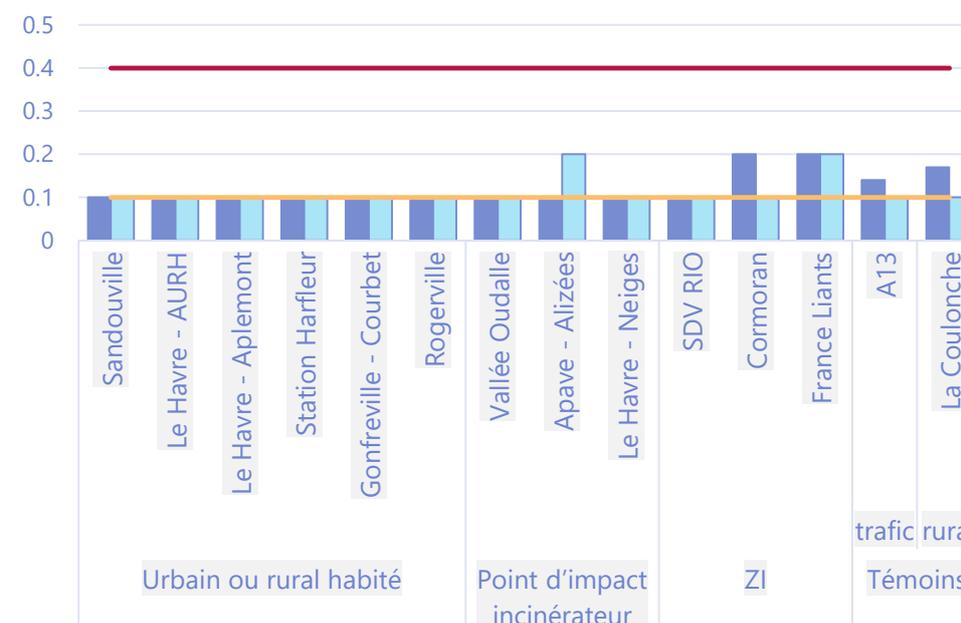
Antimoine (Sb) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Arsenic (As) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Cadmium (Cd) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Urbain ou rural habité

Point d'impact incinérateur

ZI

trafic rural
Témoins

* La série d'été s'achève le 31 juillet 2018 pour les sites témoins.

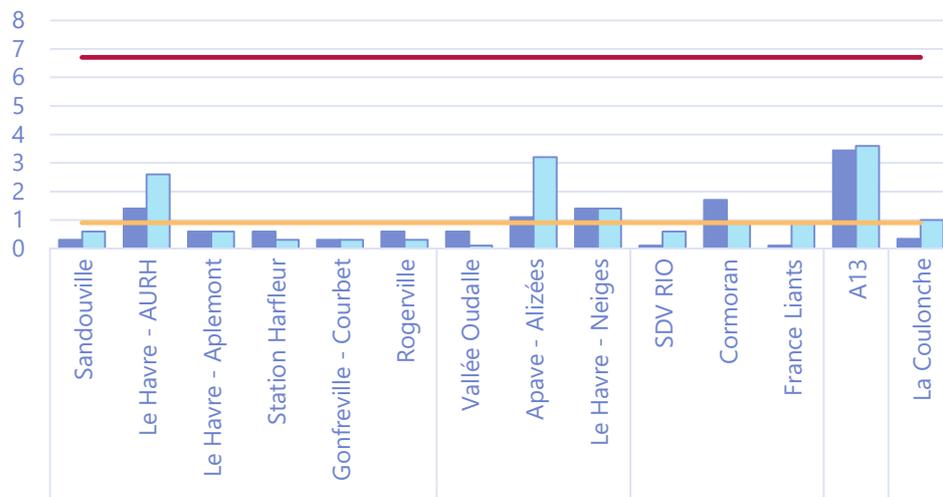
Série 1 : Du 23/01/2018 au 20/03/2018

Série 2 : Du 29/05/2018 au 24/07/2018

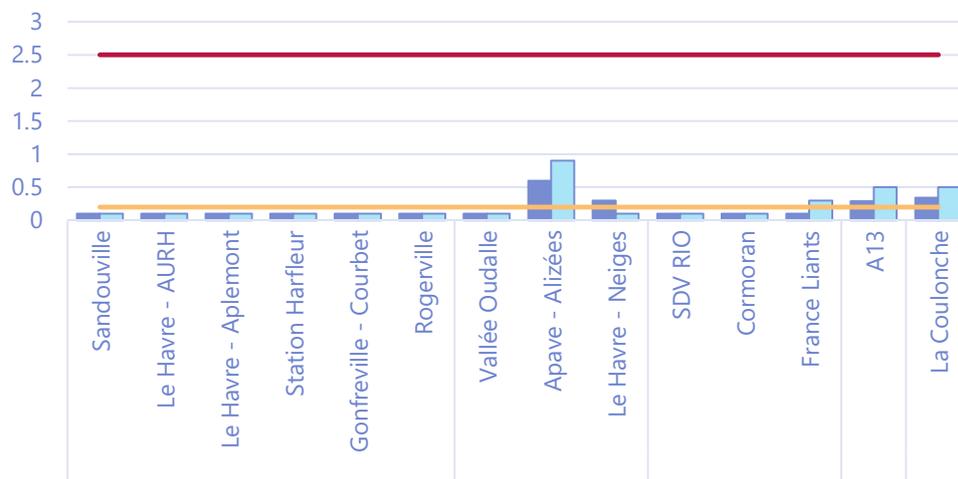
Médiane régionale

Percentile 95 régional

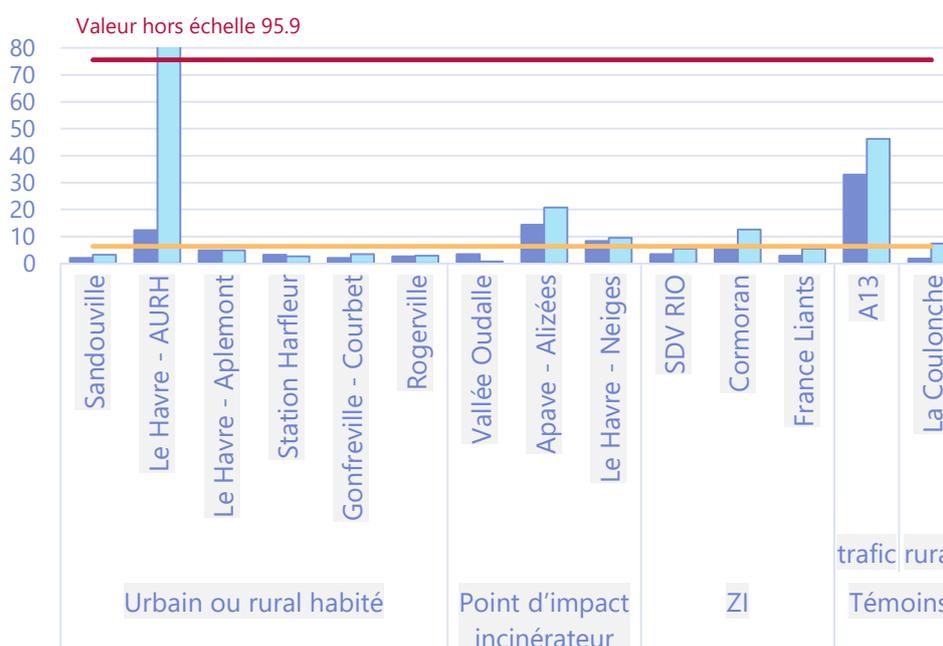
Chrome (Cr) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Cobalt (Co) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Cuivre (Cu) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Valeur hors échelle 95.9

Urbain ou rural habité

Point d'impact incinérateur

ZI

trafic rural
Témoins

* La série d'été s'achève le 31 juillet 2018 pour les sites témoins.

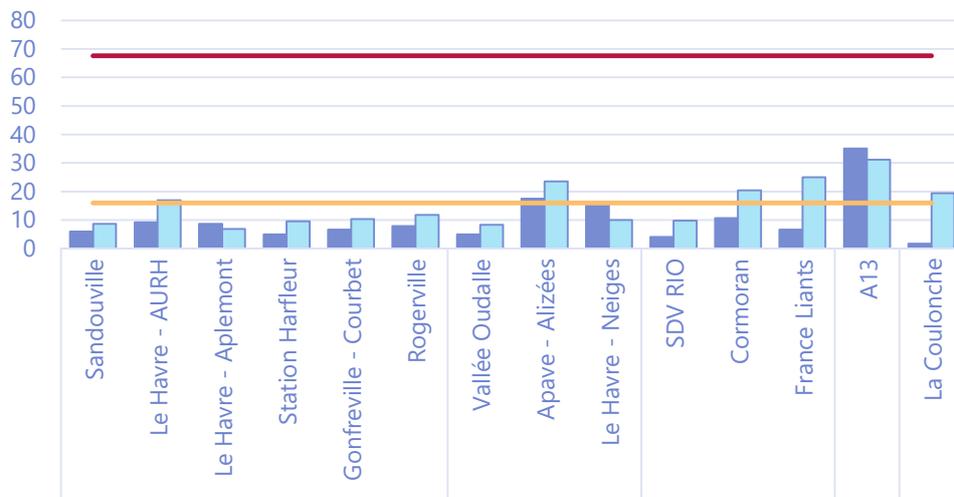
Série 1 : Du 23/01/2018 au 20/03/2018

Série 2 : Du 29/05/2018 au 24/07/2018

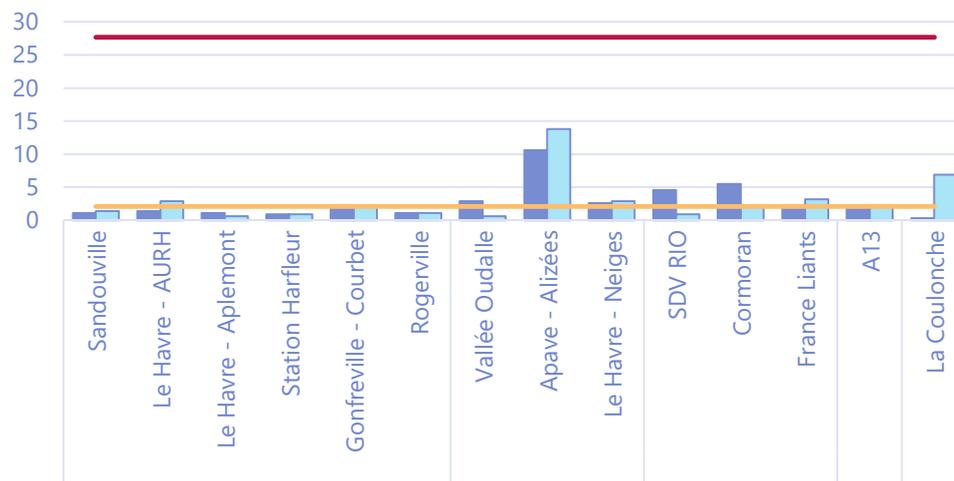
Médiane régionale

Percentile 95 régional

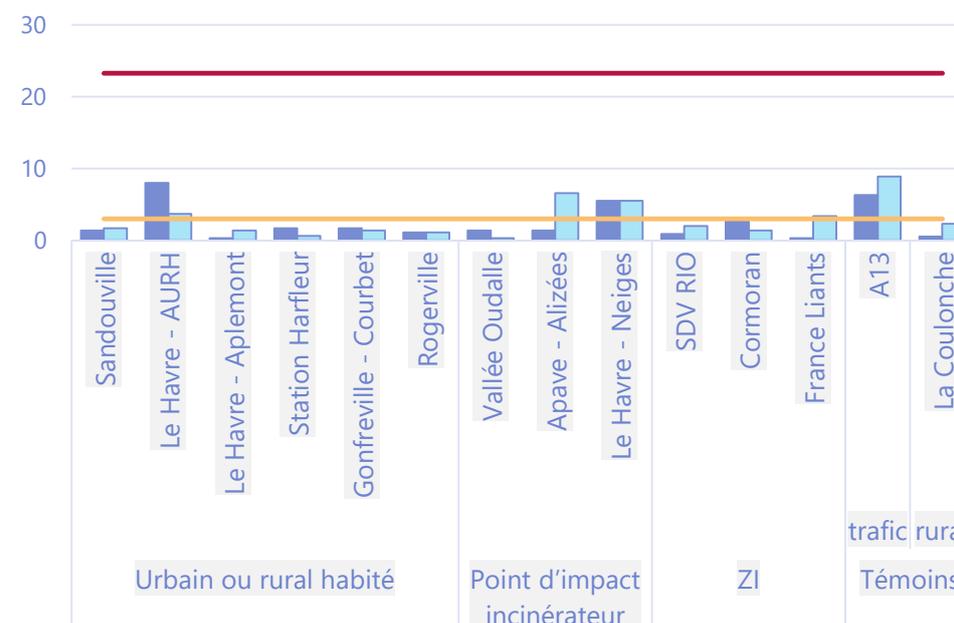
Manganèse (Mn) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Nickel (Ni) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Plomb (Pb) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$



Urbain ou rural habité Point d'impact incinérateur ZI trafic rural Témoins

* La série d'été s'achève le 31 juillet 2018 pour les sites témoins.

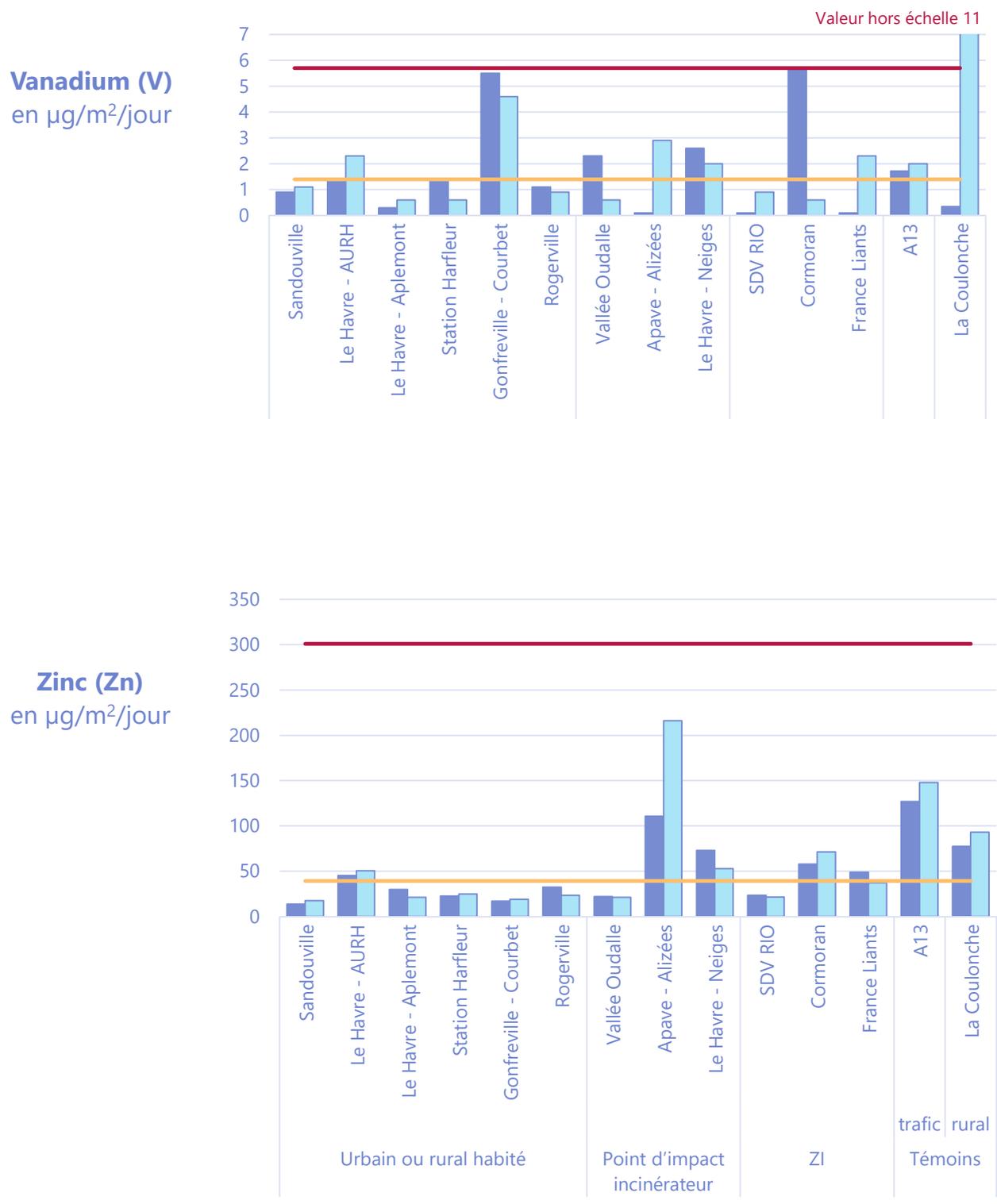
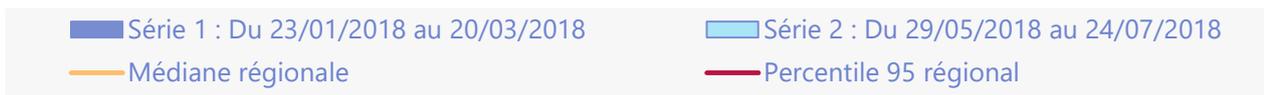


Figure 5 : Résultats des métaux dans les jauges comparés aux valeurs repères régionales

* La série d'été s'achève le 31 juillet 2018 pour les sites témoins.

8.2. Résultats des dioxines / furanes dans les jauges en 2018

Aucun des résultats de dioxines / furanes ne dépasse le percentile 95 régional ni les valeurs de référence du BRGM.⁹

Les dioxines / furanes sont présentes sur plusieurs sites à des teneurs modérées, c'est-à-dire supérieures à la médiane régionale mais restent 2 à 3 fois plus faibles que le percentile 95. Il s'agit des sites :

- AURH et Harfleur (niveau de fond urbain)
- Apave Alizées (proximité de l'incinérateur SEDIBEX)
- France Liants (activité activité de conditionnement et d'évacuation des déchets - source DREAL)
- Témoin trafic A13.

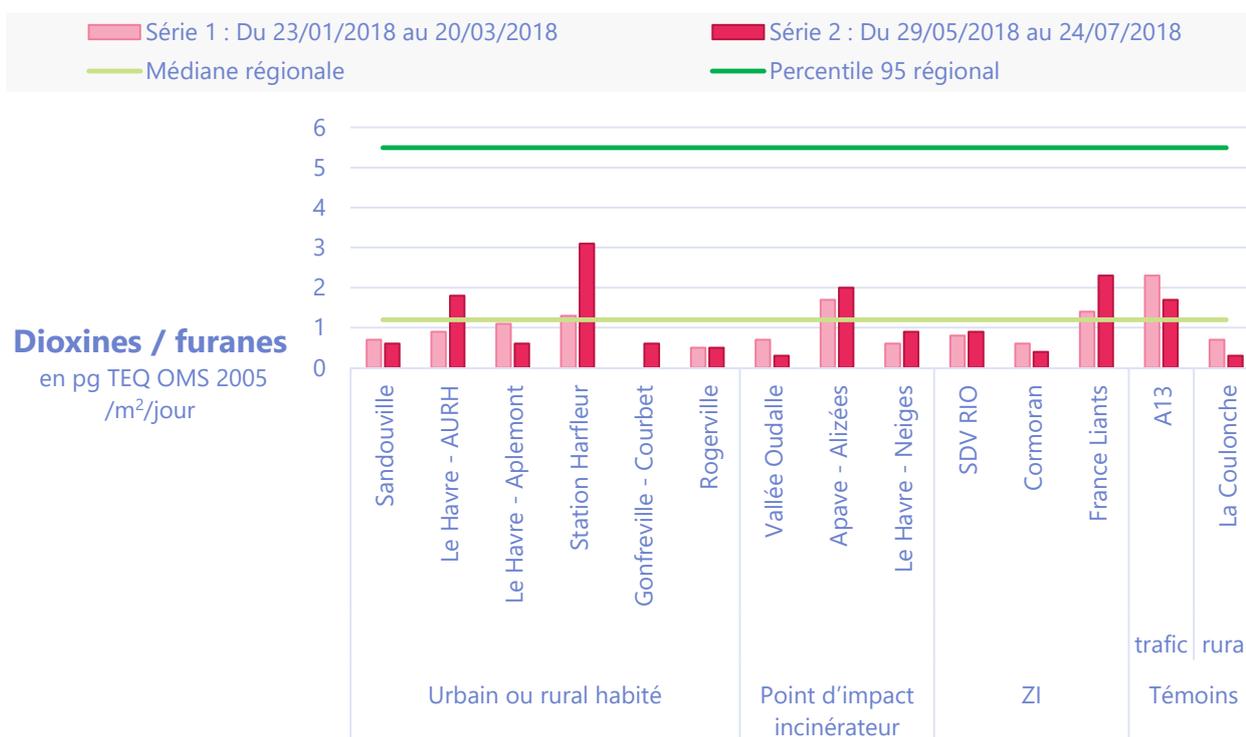


Figure 6 : Résultats des dioxines / furanes dans les jauges comparés aux valeurs repères regionales

⁹ En l'absence de valeurs réglementaires sur les retombées de dioxines / furanes dans les jauges, deux types de valeurs repères sont utilisées :

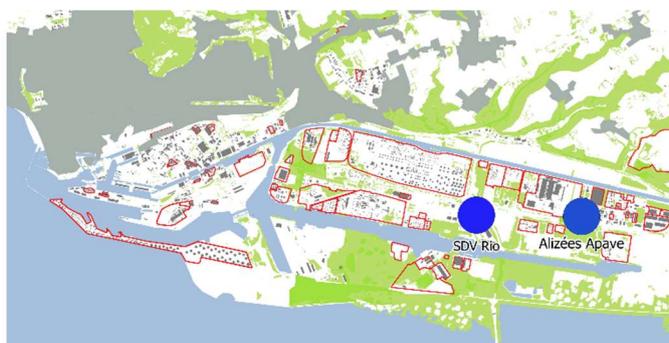
- des valeurs repères régionales proposées par Atmo Normandie à partir de sa base de données régionale 2009-2017 : médianes régionales et percentiles 95 régionaux.
- deux valeurs repères basse et haute, proposées par le BRGM et l'INERIS : 5 et 16 pg/m²/jour.

* La série d'été s'achève le 31 juillet 2018 pour les sites témoins.

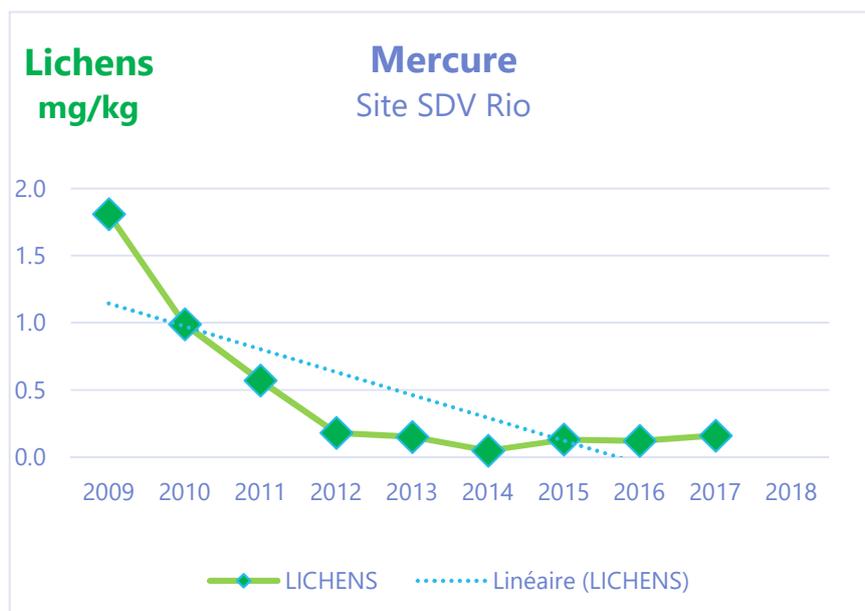
9. Evolution

L'évolution est regardée sur les résultats des lichens, pour lesquels un historique existe sur certains points. L'historique dont on dispose pour les jauges est moins long que celui des lichens. C'est la raison pour laquelle les mesures continuent une année sur deux, afin de disposer d'une tendance à long terme pour les jauges aussi. Ces méthodes peuvent être utilisées en complémentarité. Elles ne représentent pas exactement la même chose en terme d'exposition, notamment par rapport au temps d'accumulation. En effet, les jauges recueillent les dépôts de polluants sur une durée définie, ce qui n'est pas le cas des bioindicateurs. Elles s'accordent généralement sur les faits les plus marquants.

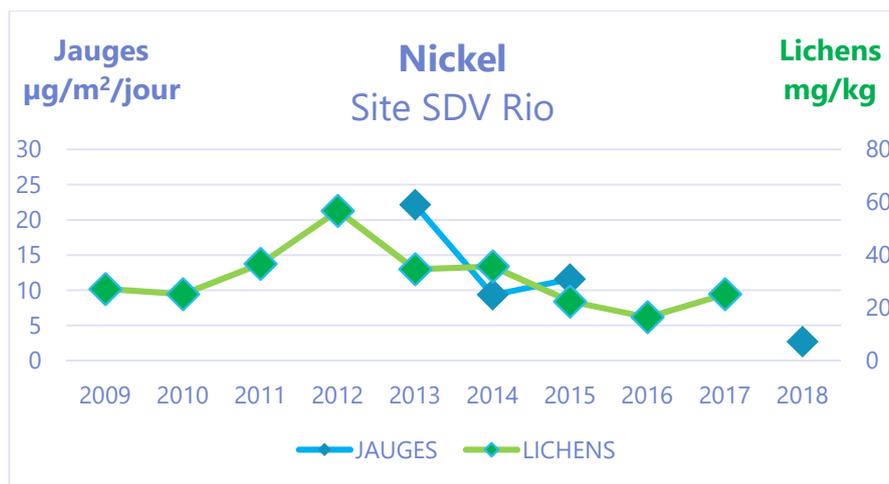
L'évolution est regardée sur le site SDV Rio qui se trouve au centre de la zone industrielle du Havre. Un historique de plusieurs années existe sur ce point dans les lichens. Il permet d'observer certaines tendances, complétées par celles des mesures plus récentes dans les jauges. Dans certains cas, l'évolution est regardée aussi sur le point Alizées Apave situé en ZI est, pour le nickel (sous les vents d'Eramet), le zinc (à proximité de Renault) ainsi que les dioxines / furanes (sous les vents de Sedibex).



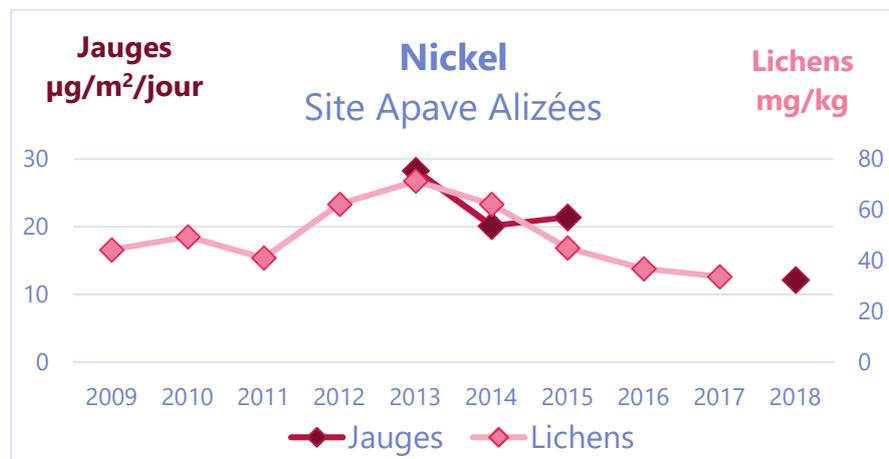
Les retombées du Mercure dans les lichens décroissent régulièrement sur la période 2009 à 2012, ce qui est probablement à relier avec l'activité sur le site CITRON jusqu'en 2010 puis avec l'activité de conditionnement et d'évacuation des déchets. Les retombées de Mercure restent stables ensuite jusqu'en 2017. Cette mesure n'est pas réalisée dans les jauges.



Après une augmentation en 2012 (lichens) et 2013 (jauges), les teneurs en Nickel dans les retombées diminuent.



Cette augmentation du Nickel durant les années 2012 à 2014 est plus forte en ZI est (Apave Alizées), probablement car ce point est placé sous l'influence des émissions d'Eramet (en plus de celles de la raffinerie de Normandie (Total) et de Total Petrochemicals)



Les années 2013 à 2014 sont une période charnière pour la baisse des émissions du Nickel dans le secteur pétrochimique, alors que celles d'Eramet augmentent (entre 2012 et 2016),,

Emissions industrielles déclarées du Nickel

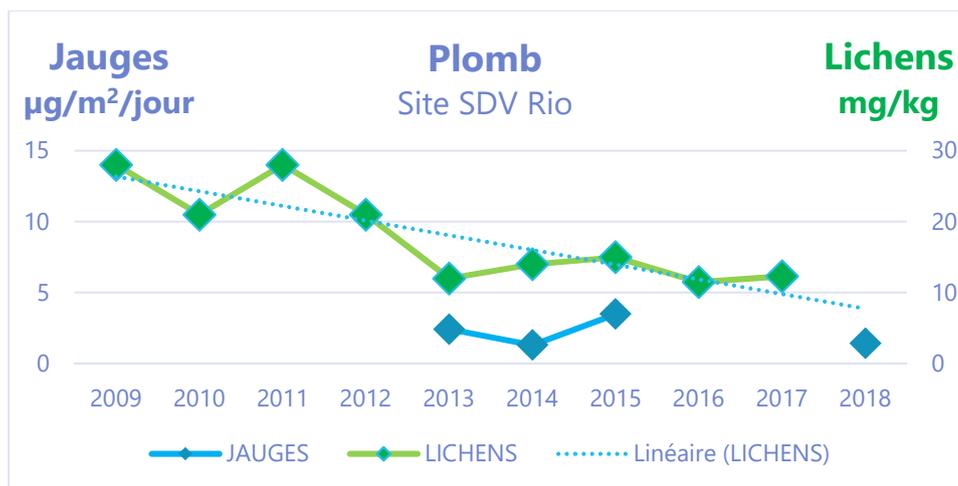
En kg/an	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EDF	710	618	214	378	135	4.3	nd ¹⁰	nd	nd
Eramet	358	511	54	806	691	765	821	1230	142
Raffinerie de Normandie	3990	2300	2100	1150	1030	694	582	407	842
Total Petrochemicals	1370	1220	1170	2330	nd	65	322	59.8	569
Tourres & Cie	70	71	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Lafarge Ciments	nd	nd	nd	nd	nd	nd	83.3	nd	nd

Selon une information d'ERAMET, des investissements sont en cours pour tendre vers une diminution des rejets. Afin de réduire les émissions diffuses dans l'air, les matières premières et réactifs sont stockés au sein de bâtiments ou dans des conteneurs hermétiques. Concernant les ateliers de production de produits finis :

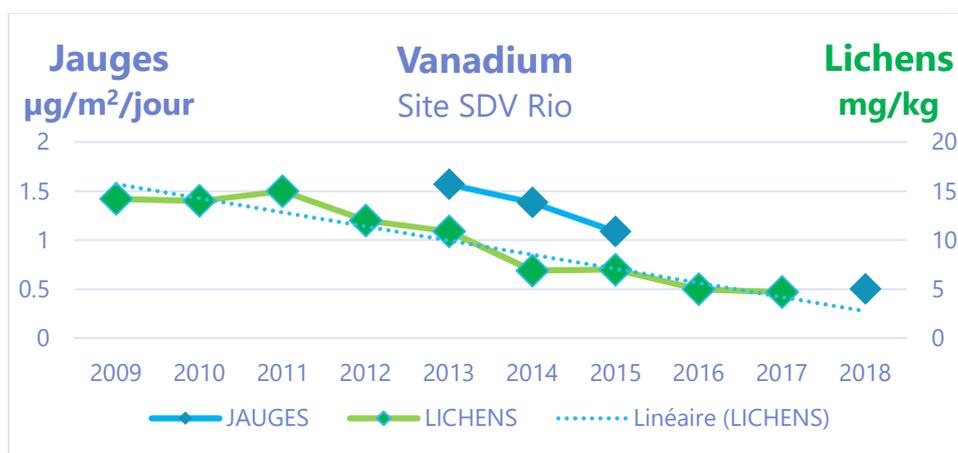
- L'U80 (carbonate de nickel) a potentiellement des sources diffuses pour lesquelles le confinement de l'atelier est en cours ;
- L'U217 (anhydre), la conception de l'atelier a pris en compte le risque d'émissions de poussières diffuses en installant un système d'aspiration dont les points de captation sont sur les équipements.

¹⁰ nd : Données en dessous du seuil de déclaration, pas d'obligation de déclaration.

Le Plomb montre une tendance à la baisse en 2012-2013 (dans les lichens), suivie d'une stabilité. La baisse est probablement à relier avec l'activité sur le site CITRON jusqu'en 2010 puis avec l'activité de conditionnement et d'évacuation des déchets.



Le Vanadium montre une tendance à la baisse dans les lichens entre 2012 et 2016. Une même baisse est visible sur les années de mesure dans les jauges (2013 à 2015). Cette baisse est à relier avec la diminution des émissions de vanadium de la raffinerie de Normandie (Total) jusqu'en 2016.

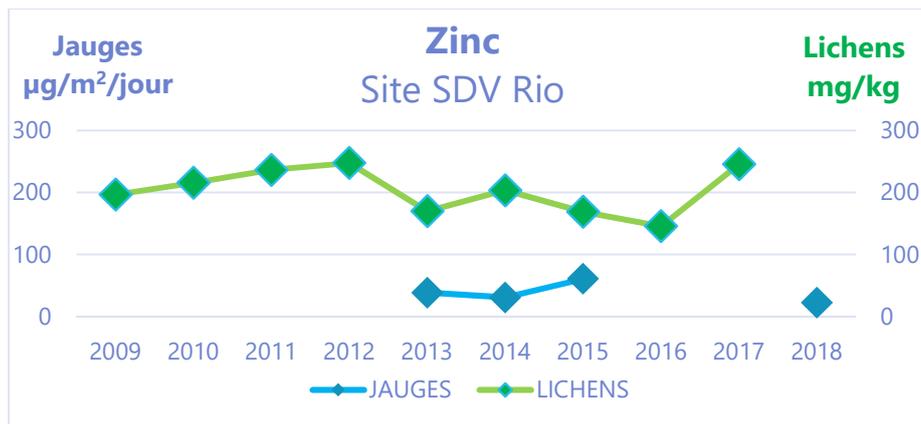


Emissions industrielles déclarées du Vanadium									
en kg/an	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EDF	nd	nd	nd	nd	307	14	59.4	44.5	41
Lubrizol France	nd	0.013	nd	0.019	nd	nd	nd	nd	nd
Raffinerie de Normandie	10300	4870	4450	3400	2370	663	418	309	2490
Sedibex	nd	nd	nd	1,7	nd	nd	nd	nd	nd
STEP Edelweiss	nd	nd	nd	0,080	nd	nd	nd	nd	nd
Total Petrochemicals	902	547	555	1160	nd	43	15.2	nd	14.2
Tourres & Cie	nd	nd	nd	2.9	nd	nd	nd	nd	nd

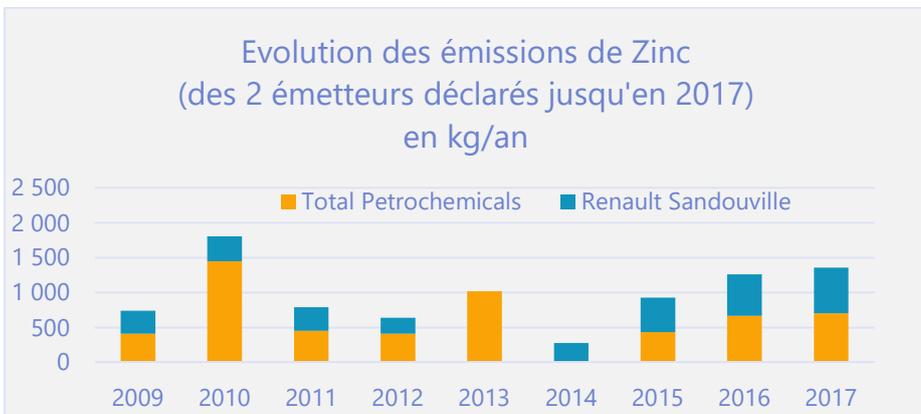
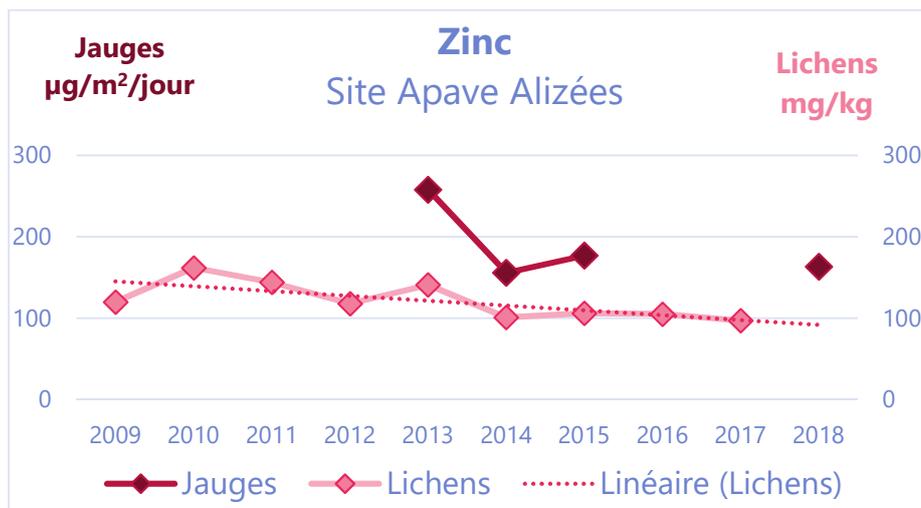
nd : Données en dessous du seuil de déclaration, pas d'obligation de déclaration



L'évolution du Zinc sur le site SDV Rio ne suit pas de tendance régulière unique. Ceci s'explique par la présence de nombreux émetteurs industriels de Zinc (dont l'activité de Citron et post-Citron) auxquels s'ajoute le trafic routier et poids lourds.



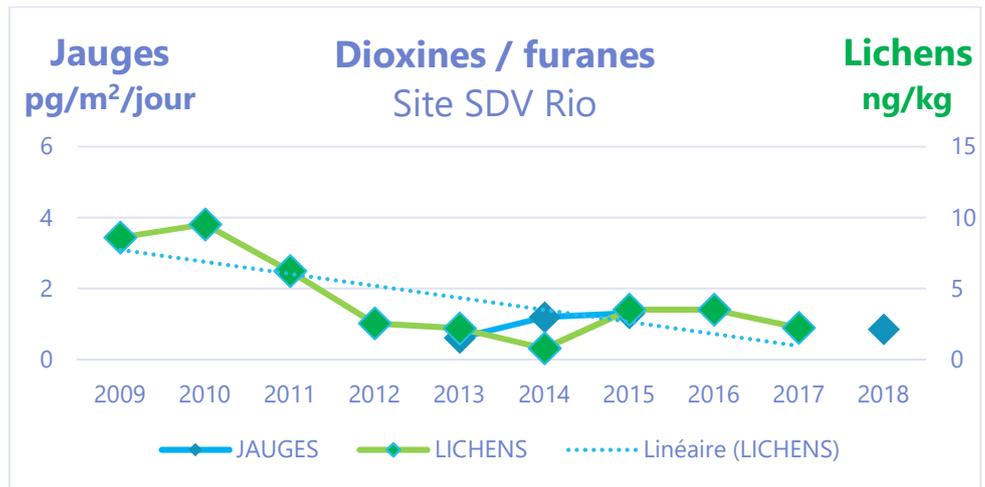
Sur le site Apave Alizées, la tendance est légèrement à la baisse. Cette diminution est confirmée dans les jauges entre 2013 et 2014. Elle coïncide notamment avec la baisse en 2014 des émissions de Zinc d'un des nombreux émetteurs industriels déclarés : Total Petrochemicals.



Emissions industrielles déclarées du Zinc									
En kg/an	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EDF	894	1110	392	588	288	nd	nd	nd	nd
Total Petrochemicals	412	1450	453	413	1020	nd	434	667	703
Raffinerie de Normandie	302	343	318	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Lafarge ciment	nd	1100	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Renault Sandouville	330	357	338	228	nd	279	492	593	655

nd : Données en dessous du seuil de déclaration, pas d'obligation de déclaration

Les années 2009 à 2011 sont marquées par l'activité de Citron puis par celle de conditionnement et d'évacuation des déchets. Les teneurs en dioxines / furanes sont stables ensuite jusqu'en 2017, 2018.



Sur le secteur "Apave Alizées" en ZI est, le marquage par le site "ex-Citron" est moins important, mais celui de SEDIBEX est légèrement visible, en particulier par des petites fluctuations des retombées entre 2013 et 2018. La valeur un peu plus élevée obtenue dans les lichens en 2017 reste du même ordre de grandeur que certaines valeurs mesurées dans le passé (2009 notamment).

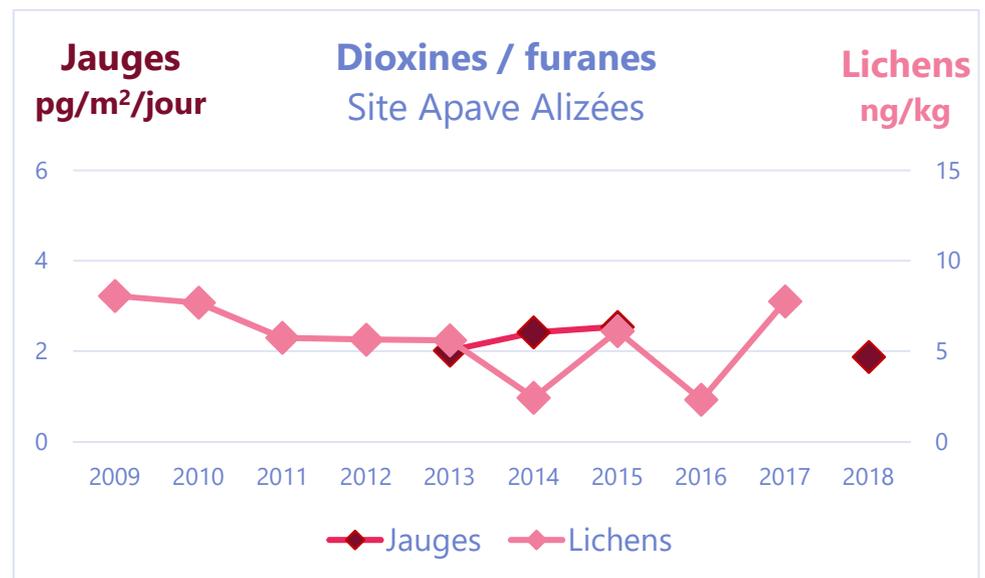


Figure 7 : Evolution des retombées de dioxines / furanes en ZI centre et est

10. Conclusion

Plusieurs résultats de retombées sont élevés, au regard des valeurs repères régionales (percentiles 95 régionaux), en zone industrielle, que ce soit dans les lichens en 2017 ou dans les jauges en 2018. Le point « Cormoran » en ZI ouest a un marquage par plusieurs métaux : l'arsenic (lichens et jauges), le cadmium (lichens), le vanadium (jauges). Le vanadium est aussi présent dans les jauges (sans dépassement du percentile 95 régional) sur le site de Gonfreville (Collège Courbet) probablement en lien avec les émissions de la raffinerie TOTAL. La tendance sur le long terme en ZI centre est cependant à la baisse pour le vanadium entre 2009 et 2018.



Les données disponibles sur ces deux sites (Cormoran, Gonfreville) sont encore peu nombreuses, d'où l'intérêt de poursuivre la surveillance dans les années à venir pour être en mesure de conclure sur ces valeurs élevées en 2017 et/ou 2018 sur la base d'un historique plus conséquent. Les autres valeurs sur les zones urbaines ou rurales habitées aux alentours sont du même ordre de grandeur que la médiane régionale.

Le point « France Liants » en ZI sud enregistre encore, dans les lichens en 2017, des retombées de cadmium, chrome, mercure, plomb, ce qui est probablement à relier avec l'activité de conditionnement et d'évacuation des déchets de l'ex-usine Citron. Cependant ce point ne ressort plus parmi les plus impactés dans les jauges en 2018 (pas de dépassement du percentile 95). Le mercure, le plomb, les dioxines / furanes liés à cette activité de Citron et ses suites montrent sur le long terme en ZI centre une tendance à la baisse entre 2009 et 2018.

Enfin, le point « Alizées Apave » situé en ZI est, est marqué par la présence de presque tous les métaux à des teneurs modérées (le nickel notamment sous les vents d'Eramet, le zinc à proximité de Renault) ainsi que des dioxines / furanes (sous les vents de Sedibex) mais dans tous les cas il ne s'agit pas de fortes valeurs (c'est-à-dire qu'elles sont supérieures aux médianes régionales mais ne dépassent pas les percentiles 95 régionaux).

Mis à part le cas du vanadium à Gonfreville et celui d'une retombée occasionnelle de cuivre sur le site du Havre « AURH », les retombées sur les secteurs urbains ou ruraux habités sont faibles au regard des valeurs repères.

Le site témoin trafic « A13 » (hors secteur d'étude) témoigne comme les années précédentes, de la présence de retombées d'antimoine, de chrome, de cuivre, de manganèse et de zinc, émis par le trafic routier et poids lourds.

11. Annexe : Tableaux des résultats dans les jauges des métaux et des dioxines / furanes



Série 1 : Du 23/01/2018 au 20/03/2018

METAUX (en µg/m ² /jour)		Antimoine	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Manganèse	Nickel	Plomb	Vanadium	Zinc
Typologie	Nom station	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn
Urbain	Sandouville	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	2.0	6.0	1.1	1.4	0.9	13.5
	Le Havre - AURH	0.1	0.1	0.1	1.4	0.1	12.3	9.2	1.4	8.0	1.4	45.1
	Le Havre - Aplemont	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	4.9	8.6	1.1	0.3	0.3	29.9
	Station Harfleur	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	3.2	4.9	0.9	1.7	1.4	22.7
	Gonfreville - Courbet	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	2.0	6.6	2.3	1.7	5.5	16.9
	Rogerville	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	2.6	7.8	1.1	1.1	1.1	32.4
Point d'impact incinérateur	Vallée Oudalle	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	3.4	4.9	2.9	1.4	2.3	22.1
	Apave - Alizées	0.1	0.1	0.1	1.1	0.6	14.4	17.5	10.6	1.4	0.1	110.8
	Le Havre - Neiges	0.1	0.6	0.1	1.4	0.3	8.3	15.5	2.6	5.5	2.6	72.9
ZI	SDV RIO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3.4	4.0	4.6	0.9	0.1	23.3
	Cormoran	0.1	0.3	0.2	1.7	0.1	6.3	10.6	5.5	2.9	5.7	57.7
	France Liants	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	2.9	6.6	2.3	0.3	0.1	48.8
Témoin trafic	A13	2.3	0.3	0.1	3.4	0.3	33.0	35.0	1.7	6.3	1.7	126.9
Témoin rural	La Coulonche	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	1.7	1.7	0.3	0.6	0.3	77.5
Valeurs repères												
Valeur réglementaire Allemande ou Suisse			4	2					15	100		400
Médiane régionale		0.3	0.2	0.1	0.9	0.2	6.4	16.0	2.1	3.0	1.4	39.2
Percentile 95 régional		3.2	1.4	0.4	6.7	2.5	75.6	67.6	27.7	23.3	5.7	301.1

Tableau 5 : Résultats des métaux dans les jauges durant la série d'hiver 2018

Série 2 : Du 29/05/2018 au 24/07/2018

METAUX (en µg/m ² /jour)		Antimoine	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Manganèse	Nickel	Plomb	Vanadium	Zinc
Typologie	Nom station	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn
Urbain ou rural habité	Sandouville	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	3.2	8.6	1.4	1.7	1.1	17.5
	Le Havre - AURH	0.1	0.1	0.1	2.6	0.1	95.9	16.9	2.9	3.7	2.3	50.5
	Le Havre - Aplemont	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	4.9	6.9	0.6	1.4	0.6	21.2
	Station Harfleur	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	2.6	9.5	0.9	0.6	0.6	24.7
	Gonfreville - Courbet	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	3.4	10.3	2.0	1.4	4.6	18.9
	Rogerville	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	2.9	11.8	1.1	1.1	0.9	23.3
Point d'impact incinérateur	Vallée Oudalle	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	8.3	0.6	0.3	0.6	21.2
	Apave - Alizées	0.6	0.6	0.2	3.2	0.9	20.7	23.5	13.8	6.6	2.9	216.1
	Le Havre - Neiges	0.3	0.1	0.1	1.4	0.1	9.5	10.0	2.9	5.5	2.0	52.8
ZI	SDV RIO	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	5.5	9.8	0.9	2.0	0.9	21.5
	Cormoran	0.6	8.6	0.1	0.9	0.1	12.6	20.4	2.3	1.4	0.6	71.2
	France Liants	0.1	0.6	0.2	0.9	0.3	5.5	25.0	3.2	3.4	2.3	37.0
Témoin trafic *	A13	2.3	0.5	0.1	3.6	0.5	46.2	31.1	2.3	8.9	2.0	148.0
Témoin rural *	La Coulonche	0.5	0.3	0.1	1.0	0.5	7.4	19.4	6.9	2.3	11.0	93.1
Valeurs repères												
Valeur réglementaire Allemande ou Suisse			4	2					15	100		400
Médiane régionale		0.3	0.2	0.1	0.9	0.2	6.4	16.0	2.1	3.0	1.4	39.2
Percentile 95 régional		3.2	1.4	0.4	6.7	2.5	75.6	67.6	27.7	23.3	5.7	301.1

Tableau 6 : Résultats des métaux dans les jauges durant la série d'été 2018

*: jusqu'au 31 juillet 2018 pour les témoins

DIOXINES / FURANES (en pg TEQ OMS 2005 /m ² /jour)		Série 1 Du 23/01 au 20/03/18	Série 2 Du 29/05 au 24/07/18
Typologie	Nom station		
Urbain ou rural habité	L1-Sandouville	0.7	0.6
	L8-AURH	0.9	1.8
	L9-Ville Haute	1.1	0.6
	L10-Lézarde	1.3	3.1
	Courbet		0.6
	L12-Rogerville	0.5	0.5
Point d'impact incinérateur	L2-Vallée Oudalle	0.7	0.3
	L4-Alizées	1.7	2.0
	Les Neiges	0.6	0.9
ZI	L3-SDV RIO	0.8	0.9
	L5-Cormoran	0.6	0.4
	L6-France Liants	1.4	2.3
Témoin trafic	A13	2.3	1.7*
Témoin rural	La Coulonche	0.7	0.3*
Valeurs repères			
Valeurs repères BRGM / INERIS		5 et 16	
Médiane régionale		1.2	
Percentile 95 régional		5.5	

Tableau 7 : Résultats des dioxines / furanes dans les jauges en 2018

*: jusqu'au 31 juillet 2018 pour les témoins

RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmonormandie.fr

Atmo Normandie

3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN

Tél. : +33 2.35.07.94.30

Fax : +33 2.35.07.94.40

contact@atmonormandie.fr

