



Association Calédonienne de
Surveillance de la Qualité de l'Air

Mesure des retombées atmosphériques à Nouméa 2014 à 2017



Rapport d'étude – Septembre 2018



Conditions de diffusion

Scal'Air est l'association de surveillance de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie, installée depuis 2007 sur Nouméa (la capitale) et depuis 2012 dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie. En raison du contexte socio-économique de la Nouvelle-Calédonie, de par la présence d'usines industrielles à proximité de populations, les deux réseaux de mesures visent à surveiller les niveaux d'exposition des populations aux pollutions atmosphériques. Elle a donc pour mission principale la surveillance de la qualité de l'air et l'information du public et des autorités compétentes, par la publication de résultats sous forme de communiqués, bulletins, rapports et indices quotidiens.

Le réseau de mesures de Scal'Air est composé de huit stations fixes et de deux stations (ou laboratoires) mobiles réparties sur l'agglomération de Nouméa et le réseau du Sud. Ces stations, équipées d'analyseurs et préleveurs électroniques, permettent de mesurer en continu les concentrations des divers polluants atmosphériques (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, particules fines PM10 et PM2.5, métaux lourds, etc.) dans l'air ambiant et de les comparer aux valeurs issues des réglementations françaises, européennes et ICPE en vigueur.

Au regard de ses missions et compte tenu de son objet statutaire à but non lucratif, Scal'Air se veut garante de la transparence de l'information concernant ses données et rapports d'études.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document est libre, et doit faire référence à l'association Scal'Air et au titre du présent rapport.

Les données contenues dans ce rapport restent la propriété de Scal'Air. Les données corrigées ne seront pas systématiquement rediffusées en cas de modifications ultérieures.

Scal'Air ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aurait pas donné d'accord préalable.

Intervenants

- *Intervenants techniques :*
 - Supervision technique : Alexandre TCHIN
 - Assistance technique : Claire CHERON, Nicolas MARION

- *Intervenants études :*
 - Rédaction rapport / coordination : Tatiana TCHONG-FAT
 - Tiers examens du rapport : Philippe ESCOFFIER, Sarah DUPUY
 - Approbation finale : Alexandra MALAVAL-CHEVAL

Sommaire

Sommaire	4
Liste des figures	5
Liste des tableaux	5
Explications et liste des sigles et acronymes utilisés	6
1. Introduction.....	7
2. Méthode de prélèvement et d'analyse	8
2.1. Prélèvement des retombées atmosphériques	8
2.2. Plan d'échantillonnage	8
2.3. Traitement des échantillons.....	10
3. Les métaux lourds.....	11
4. Règlementation	11
4.1. Valeurs limites de référence	11
4.2. Règlementation ICPE.....	12
5. Conditions météorologiques	13
5.1. Pluviométrie	13
5.2. Roses des vents	14
6. Résultats	15
6.1. Retombées atmosphériques insolubles totales	15
6.2. Mesure des métaux lourds	16
7. Conclusion	21
Annexes	23

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de structure d'une jauge Owen.....	8
Figure 2 : Jauge Owen installée sur le toit de la station de Montravel	8
Figure 3 : Sites de collecte des retombées atmosphériques à Nouméa	9
Figure 4 : Chronologie des campagnes de collecte des retombées atmosphériques et d'analyse des métaux lourds à Nouméa de 2014 à 2017	10
Figure 5 : Pluviométrie moyenne et volume moyen recueilli par jauge Owen à Nouméa (Source Météo France)	13
Figure 6 : Niveaux moyens de poussières par année et par station (en mg/m ² /jour)	15
Figure 7 : Teneurs en arsenic dans les retombées atmosphériques	17
Figure 8 : Teneurs en cadmium dans les retombées atmosphériques.....	17
Figure 9: Teneurs en nickel dans les retombées atmosphériques	18
Figure 10 : Teneurs en zinc dans les retombées atmosphériques	19
Figure 11 : Teneurs en plomb dans les retombées atmosphériques	19
Figure 12 : Teneurs en mercure dans les retombées atmosphériques	20

Liste des tableaux

Tableau 1 : Dates des campagnes de collecte pour l'analyse des métaux lourds	9
Tableau 2 : Valeurs de référence en métaux et en poussières totales dans les retombées atmosphériques	12
Tableau 3 : Conditions météorologiques « types » par période d'échantillonnage.....	14
Tableau 4 : Valeurs de concentrations minimales et maximales en poussières totales relevées sur les stations fixes de Nouméa (en mg/m ² /jour).....	15
Tableau 5 : Retombées atmosphériques sur le réseau de mesures - Moyennes annuelles (en µg/m ² /jour)	16

Explications et liste des sigles et acronymes utilisés

MTR	Station de mesures de Montravel
LGC	Station de mesures de Logicoop
AV	Station de mesures de l'Anse Vata
FB	Station de mesures du Faubourg Blanchot
As	Arsenic
Cd	Cadmium
Hg	Mercure
Pb	Plomb
Ni	Nickel
Zn	Zinc
ETM	Éléments traces métalliques
Norme NFX43-014	« Détermination des retombées atmosphériques totales »
Norme NF EN 14902	Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction PM10 de la matière particulaire en suspension
Norme NF EN ISO 11885	Dosage d'éléments par spectroscopie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-OES)

1. Introduction

Le contexte socio-économique de l'agglomération de Nouméa, de par la présence de l'usine industrielle de traitement de minerai de Doniambo, entre autres, tend à mesurer et surveiller les concentrations en polluants dans les retombées atmosphériques et en l'occurrence les niveaux de métaux lourds et de poussières contenus dans l'atmosphère.

L'atmosphère est un compartiment essentiel du cheminement de l'eau et constitue un milieu de transport préférentiel pour de nombreux éléments traces. Leur présence dans l'atmosphère (aérosols, métaux traces, produits organiques persistants, micro-organismes...) résulte de processus naturels (remise en suspension de particules par le vent, émissions foliaires, activité volcanique, aérosols marins, etc.) et anthropiques (industries diverses, trafic automobile, usines d'incinération, etc.).

La majeure partie des polluants, notamment les métaux lourds, est transportée sous forme d'aérosols qui, définis par une vitesse de chute négligeable, finissent tôt ou tard par se déposer au niveau du sol, sous la forme de dépôt sec (chute gravitaire de l'élément) ou dépôt humide (entraînement par les eaux de pluie).

Ces polluants constituent un enjeu de surveillance quant à la santé publique de la population.

En complément des mesures faites en air ambiant au niveau des stations de mesures et conformément aux arrêtés ICPE du code de l'environnement de la Province Sud, un suivi des retombées atmosphériques totales ainsi que les concentrations de métaux lourds contenus dans les échantillons sur le réseau du Sud est réalisé depuis 2012.

Ce dispositif de surveillance a également été installé sur le réseau de surveillance de Nouméa en 2014.

Ce rapport présente les résultats des campagnes de collecte des retombées atmosphériques au moyen de jauges Owen effectuées entre 2015 et 2017 sur l'agglomération de Nouméa, au niveau des quatre stations fixes de surveillance de la qualité de l'air (Logicoop, Montravel, Faubourg Blanchot et Anse Vata). Les précédents résultats datant de l'année 2014 ont été intégrés dans le présent rapport afin d'avoir une meilleure vision de l'évolution des niveaux de pollution dans les retombées atmosphériques totales.

2. Méthode de prélèvement et d'analyse

2.1. Prélèvement des retombées atmosphériques

Précédemment Scal'Air utilisait des plaquettes Diem, abandonnées en 2016 au profit des jauges Owen car elles ne permettaient pas de récupérer les retombées atmosphériques humides. Lors de pluie, les plaquettes DIEM étaient lessivées ce qui occasionnait une perte des poussières collectées.

Les jauges Owen sont utilisées pour collecter les retombées atmosphériques totales, solubles (dissoutes dans l'eau de pluie collectée) et solides (sur la surface interne de l'entonnoir et dans l'eau de pluie récoltée, sous forme non dissoute), qui y entrent de façon gravitaire.

Ce dispositif de prélèvement, basé sur la norme NF X 43-014, est composé d'un récipient cylindrique en plastique d'une contenance de 25 litres, surmonté d'un entonnoir. Une grille, posée sur l'ensemble, empêche l'entrée de macro particules (*i.e.* feuilles, insectes) et un plastique noir entoure le récipient de récupération pour limiter la formation d'algues due à la lumière du soleil.

La quantité de dépôt recueillie dépend des facteurs météorologiques, comme les précipitations qui lessivent l'atmosphère et rabattent les particules au niveau du sol ou le vent qui favorise la remise en suspension de poussières à partir du sol.

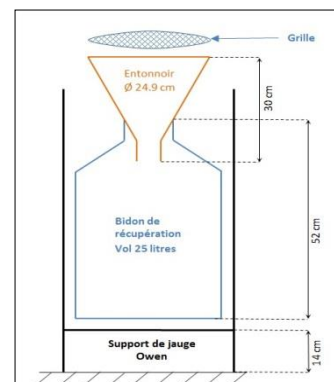


Figure 1 : Schéma de structure d'une jauge Owen



Figure 2 : Jauge Owen installée sur le toit de la station de Montravel

2.2. Plan d'échantillonnage

Depuis 2014 sur Nouméa, une jauge Owen est disposée au niveau de chacune des 4 stations fixes de mesure de la qualité de l'air sur Nouméa :

- Logicoop : station industrielle (sous les vents dominants du site industriel de Doniambo),
- Montravel : station urbaine sous influence industrielle (proximité avec le site industriel),
- Faubourg Blanchot : station urbaine,
- Anse Vata : station péri-urbaine.



Figure 3 : Sites de collecte des retombées atmosphériques à Nouméa

Les prélèvements servent à la fois à doser les métaux lourds contenus dans les retombées mais également à mesurer les concentrations de retombées atmosphériques insolubles totales, autrement dit les poussières.

Six campagnes « métaux lourds » sont effectuées par an à raison d'une tous les deux mois et d'une durée moyenne de 28 jours respectant ainsi l'arrêté du 19 avril 2017 selon laquelle une mesure est représentative lorsqu'elle couvre à minima une période de 33% uniformément répartie sur l'année.

Tableau 1 : Dates des campagnes de collecte pour l'analyse des métaux lourds

Mois de prélèvement	2014	2015	2016	2017
Février	04/02 au 04/03	03/02 au 24/02	02/02 au 01/03	31/01 au 28/02
Avril	01/04 au 29/04	31/03 au 28/04	29/03 au 26/04	04/04 au 02/05
Juin	27/05 au 24/06	02/06 au 30/06	31/05 au 28/06	30/05 au 27/06
Août	05/08 au 02/09	04/08 au 01/09	02/08 au 30/08	01/08 au 29/08
Octobre	30/09 au 28/10	29/09 au 27/10	27/09 au 25/10	03/10 au 31/10
Décembre	02/12 au 30/12	30/11 au 28/12	29/11 au 27/12	28/11 au 26/12

De mi 2016 à fin 2017, la collecte des poussières totales a été continue.

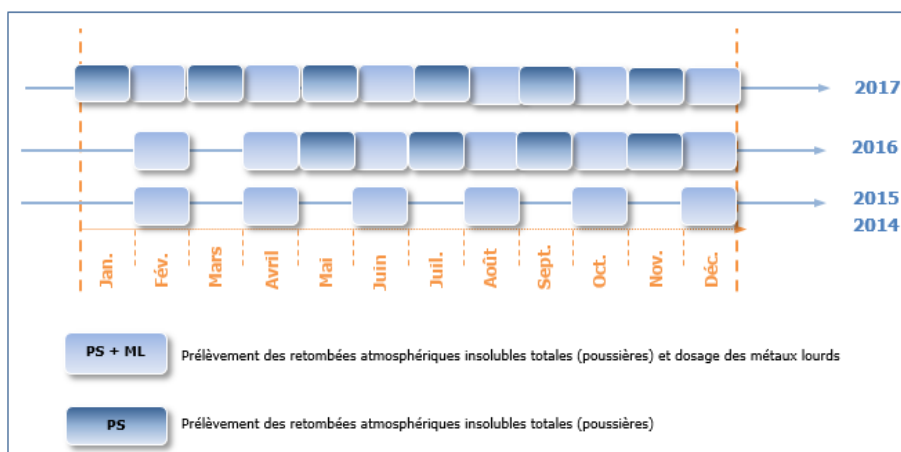


Figure 4 : Chronologie des campagnes de collecte des retombées atmosphériques et d'analyse des métaux lourds à Nouméa de 2014 à 2017

2.3. Traitement des échantillons

Après exposition, les jauges sont transmises au laboratoire local AEL, dont le protocole d'analyse répond à la norme NFX43-014 schématisée en annexe 1.

L'analyse des métaux correspond aux normes NF EN 14902 pour les éléments traces particuliers et NF EN ISO 11885 pour le dosage d'éléments pour la fraction soluble.

Pour chaque échantillon, le laboratoire d'analyse AEL transmet les résultats suivants :

- Volume d'eau recueilli dans la jauge (L)
- Masse des retombées insolubles, valeur exprimée en unité de masse (mg)
- Dosage des métaux dissous ($\mu\text{g/L}$)
- Masse des métaux insolubles (ng/échantillon)

Afin de pouvoir comparer ces données aux normes existantes, les résultats sont convertis en unité de masse par unité de surface par unité de temps, de type $\text{mg/m}^2/\text{jour}$ ou $\mu\text{g/m}^2/\text{jour}$. Cela nécessite la prise en compte de la durée d'exposition des jauges (en jours) et le diamètre connu de l'entonnoir (en cm).

3. Les métaux lourds

Dans le cadre du suivi de la qualité de l'air à Nouméa, Scal'Air mesure dans les retombées atmosphériques les métaux suivants : l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel, le plomb et le zinc. Les métaux lourds sont également définis dans la littérature par le terme « Élément-trace métallique » ou « ETM ».

Les métaux lourds peuvent provenir de certains procédés industriels spécifiques, comme la métallurgie, et ceux mettant en œuvre la combustion de charbon, de pétrole ou d'ordures ménagères. Ils se retrouvent généralement dans les particules sédimentables ou en suspension dans l'air, à l'exception du mercure qui est également gazeux.

Ces métaux présentent un caractère toxique pour la santé et l'environnement car susceptibles de s'accumuler dans l'organisme où ils provoquent, à partir de certaines concentrations, des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques et respiratoires.

Plus d'informations sur les métaux lourds sont disponibles sur le site internet de Scal'Air, à l'adresse suivante : <http://www.scalair.nc/l-air-en-question/generalites/polluants#ML>

4. Règlementation

4.1. Valeurs limites de référence

Il n'existe pas de valeurs limites européennes ou françaises relatives aux retombées atmosphériques totales. Seule la norme allemande du TA LUFT 2002 définit la valeur de **350 mg/m²/jour** (de poussières) comme « valeur limite dans l'air ambiant pour éviter une pollution importante ». Cette norme est habituellement utilisée pour les campagnes de surveillance de sites présentant un risque fort de retombées de poussières (à proximité de cimenteries, de carrières, etc.).

La norme du TA LUFT définit également des valeurs de référence en métaux (As, Pb, Cd, Ni, Hg) contenus dans les retombées. En revanche la norme ne précise aucune valeur de référence pour le zinc mais la littérature mentionne la valeur limite suisse dans les retombées de poussières de 400 µg/m²/jour.

Tableau 2 : Valeurs de référence en métaux et en poussières totales dans les retombées atmosphériques

Polluants	Valeurs limites ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)	Règlementation de référence
Zinc (Zn)	400	Valeur limite suisse
Arsenic (As)	4	Norme allemande TA LUFT 2002
Plomb (Pb)	100	
Cadmium (Cd)	2	
Nickel (Ni)	15	
Mercure (Hg)	1	
Poussières totales	350 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$	

4.2. Règlementation ICPE

À Nouméa, l'arrêté ICPE modifié 11387-2009 autorisant la Société Le Nickel à poursuivre l'exploitation de son usine de traitement de minerai de nickel de Doniambo, prescrit l'obligation d'une surveillance des retombées atmosphériques.

5. Conditions météorologiques

Les paramètres météorologiques influencent la présence ou non de polluants dans un prélèvement de retombées atmosphériques. Des températures basses favoriseront les phénomènes d'inversion thermique mais limiteront le phénomène de volatilisation de certains composés. Des vents forts assureront un brassage efficace de l'air mais favoriseront l'envol de poussières et la dispersion de polluants dans un secteur donné. De fortes précipitations favoriseront le lessivage des particules fines et des polluants présents dans l'air ambiant et l'entraînement vers le sol des poussières.

Les conditions météorologiques rencontrées à Nouméa durant les périodes de prélèvement des retombées atmosphériques sont présentées ci-après.

5.1. Pluviométrie

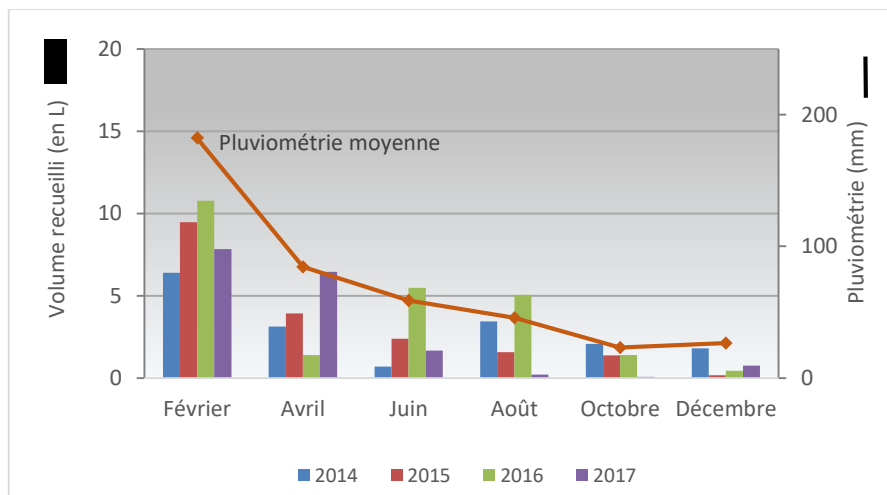


Figure 5 : Pluviométrie moyenne et volume moyen recueilli par jauge Owen à Nouméa (Source Météo France)

En février les précipitations sont généralement plus importantes que le reste de l'année. La saison fraîche (juin, août) est habituellement une période de faible à moyenne pluviosité. Les périodes d'octobre et décembre sont plutôt sèches.

Les volumes recueillis dans les jauges confirment cette tendance et suivent de manière relativement proche la courbe de la pluviosité. Il faut cependant noter que les volumes moyens ne rendent pas compte des variations importantes de volume (jusqu'à 3L de différence) de pluie collectée d'un site à l'autre, signe de précipitations parfois très localisées.

5.2. Roses des vents

Les périodes d'échantillonnage étant globalement les mêmes chaque année, les conditions météorologiques habituelles sont décrites ci-dessous. Les roses des vents (directions et vitesses des vents, relevées par Météo-France) de chaque campagne de collecte des retombées atmosphériques effectuée à Nouméa de 2014 à 2017 sont en annexe 2.

Tableau 3 : Conditions météorologiques « types » par période d'échantillonnage

Campagne/période	Conditions météorologiques habituelles
Campagne de février	<ul style="list-style-type: none">- Saison chaude- Vents dominants moyens à forts de secteurs E à SSE- Favorable à la dispersion des polluants
Campagne d'avril	<ul style="list-style-type: none">- Saison chaude- Vents dominants moyens à faibles de secteurs NE à SE
Campagne de juin	<ul style="list-style-type: none">- Saison fraîche- Vents dominants moyens à faibles de secteurs NE à SE à variables
Campagne d'août	<ul style="list-style-type: none">- Saison fraîche- Vents dominants faibles de secteurs NE à E et de ESE à SE. Entre 8 et 12 % des vents sont de secteurs SSO à OSO- Favorable à l'accumulation des polluants à proximité de leur source d'émission
Campagne d'octobre	<ul style="list-style-type: none">- Saison chaude- Vents dominants moyens de secteurs ENE à SE
Campagne de décembre	<ul style="list-style-type: none">- Saison chaude- Vents dominants moyens à forts de secteurs E à SE (40-50%)

6. Résultats

L'analyse porte sur les retombées atmosphériques insolubles totales ainsi que sur les métaux lourds (dissous et solides) contenus dans les échantillons.

6.1. Retombées atmosphériques insolubles totales

Le graphique suivant (figure 6) présente les niveaux moyens annuels des retombées insolubles totales (en $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$) relevées par jauges Owen au cours des campagnes de 2014 à 2017. Les niveaux de retombées insolubles totales par campagne de prélèvements sont disponibles en annexe 3.

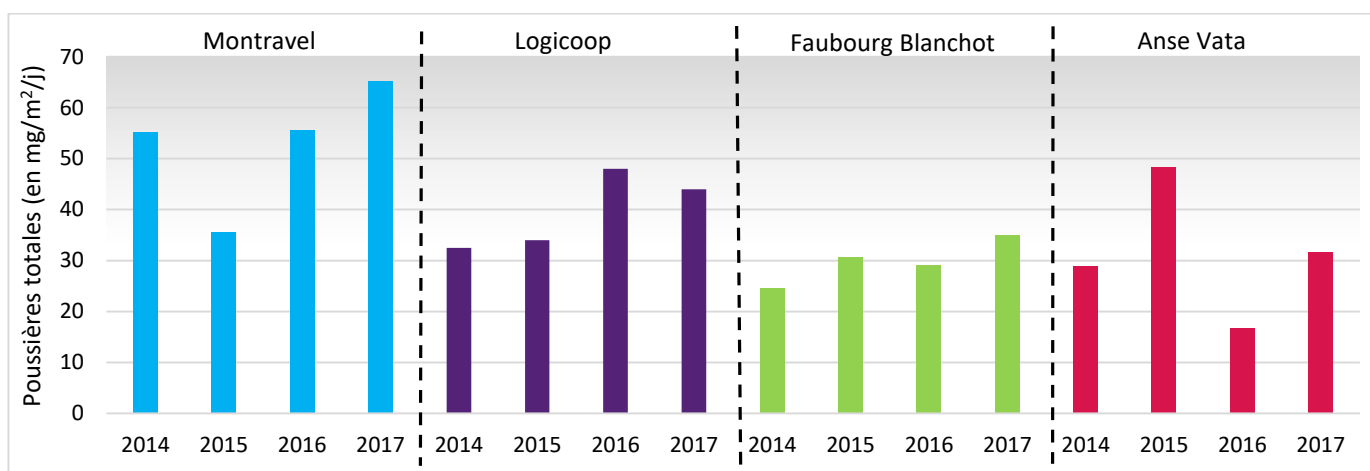


Figure 6 : Niveaux moyens de poussières par année et par station (en $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$)

⇒ **Les niveaux moyens de poussières totales mesurés sur le réseau de mesures depuis 2014 respectent la valeur seuil de $350 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jour}$ préconisée par la norme du TA LUFT 2002.**

La station de Montravel est plus impactée par les retombées de poussières, un constat déjà fait à travers les mesures de poussières en air ambiant. C'est sur ce site que la concentration moyenne maximale a été relevée en 2017, avec $65.3 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jour}$. C'est à l'Anse Vata, en 2016 que l'on trouve le niveau de poussières le plus bas avec $16.8 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jour}$. On note cependant un niveau moyen plus élevé en 2015 ($48.3 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jour}$) à l'Anse Vata, qui présente habituellement des niveaux de retombées faibles. Ce niveau moyen élevé plutôt inhabituel à l'Anse Vata s'explique par un pic des niveaux en poussières atteignant $94 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{jour}$ en octobre 2015 (annexe 3).

Tableau 4 : Valeurs de concentrations minimales et maximales en poussières totales relevées sur les stations fixes de Nouméa (en $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$)

	Montravel min/max	Logicoop min/max	Faubourg Blanchot min/max	Anse Vata min/max
2014	13.9 / 82.4	16.8 / 48.8	14.6 / 35.7	0.4 / 60.5
2015	12.4 / 51.8	28.4 / 45.2	23.3 / 42.3	29.2 / 94
2016	9.5 / 79.5	9.5 / 91.8	7.3 / 48.8	12.4 / 35
2017	29.7 / 99.1	17.5 / 76.5	13.9 / 54.7	7.6 / 59

D'après le tableau ci-dessus, les maximums relevés sur Logicoop, Montravel et l'Anse Vata sont du même ordre de grandeur. Le site du Faubourg Blanchot présente quant à lui la concentration maximale la plus basse avec 54.7 mg/m²/jour.

L'acquisition de données sur une période de quatre ans permet de montrer une variabilité assez forte des niveaux de retombées d'un site à l'autre, mais également sur un même site au cours du temps. Toutefois les niveaux de retombées de poussières sont globalement supérieurs au niveau des stations industrielle ou sous-influence industrielle (Montravel et Logicoop).

6.2. Mesure des métaux lourds

Le tableau 5 présente les niveaux moyens annuels (2014 à 2017) calculées sur chaque site de mesures lors des six campagnes annuelles de prélèvements. Il s'agit d'une moyenne des valeurs mesurées lors des 6 campagnes annuelles de prélèvements. Les figures 7 à 12 présentent, en plus des niveaux moyens annuels, la dispersion des valeurs mesurées pour chaque année sur le réseau de mesures. Un guide de lecture des boxplots est proposé en annexe 4. Les graphiques représentant les teneurs en métal de chacune de ces 6 campagnes sont disponibles en annexe 5. Les concentrations inférieures aux limites de quantification ne sont pas prises en compte.

Tableau 5 : Retombées atmosphériques sur le réseau de mesures - Moyennes annuelles (en µg/m²/jour)

Site de mesures	Station de mesures de Montravel						Station de mesures de Logicoop					
	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg
Métal	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg
Seuil (µg/m ² /j)	4	2	15	100	400	1	4	2	15	100	400	1
Moyenne 2014	0.40	0.13	176.33	1.22	113.42	0.02	0.24	0.11	249.29	1.28	157.57	0.04
Moyenne 2015	0.48	3.22	115.97	0.82	91.08	0.02	0.21	1.72	201.84	1.06	124.85	0.03
Moyenne 2016	0.34	0.31	428.23	2.09	106.41	0.08	0.21	0.19	373.78	20.41	114.65	0.11
Moyenne 2017	0.27	0.26	312.05	1.39	55.46	0.15	0.19	0.40	237.64	1.46	53.84	0.06

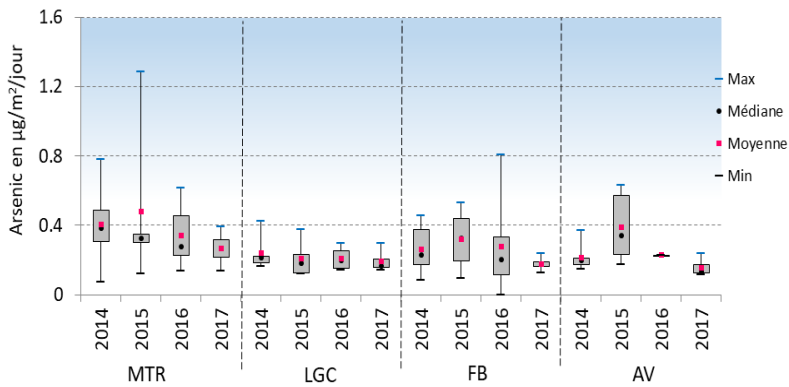
Site de mesures	Station de mesures du Faubourg Blanchot						Station de mesures de l'Anse Vata					
	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg
Métal	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg	As	Cd	Ni	Pb	Zn	Hg
Seuil (µg/m ² /j)	4	2	15	100	400	1	4	2	15	100	400	1
Moyenne 2014	0.26	0.09	135.82	1.03	145.08	0.02	0.22	0.04	31.08	0.38	106.75	0.01
Moyenne 2015	0.32	2.07	100.75	1.10	92.55	0.02	0.39	2.33	36.93	0.49	77.21	0.01
Moyenne 2016	0.28	0.30	189.86	1.27	71.18	0.05	0.23	ND *	37.71	0.43	81.88	0.02
Moyenne 2017	0.18	0.15	108.40	0.91	63.05	0.02	0.16	0.20	36.77	0.61	58.05	0.02

Données en gras : Moyenne annuelle max sur le réseau d'étude pour l'année considérée

Données en rouge : Valeur supérieure au seuil préconisé

*ND : Non Déterminé (< limite de quantification)

▪ **Arsenic**



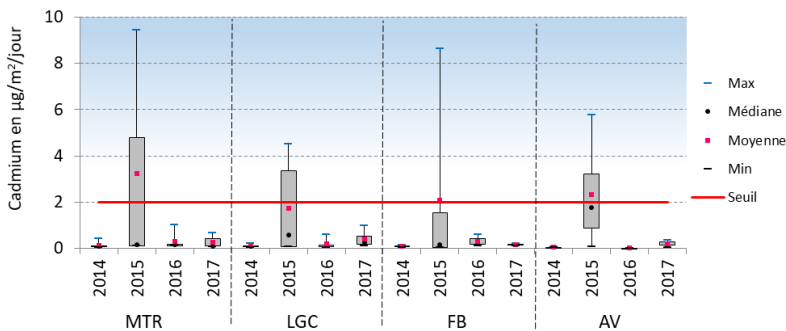
⇒ **Pour l'arsenic, les teneurs moyennes dans les retombées atmosphériques relevées ne dépassent pas le seuil préconisé par la TA LUFT 2002 de 4 µg/m²/jour.**

Figure 7 : Teneurs en arsenic dans les retombées atmosphériques

Les concentrations annuelles moyennes sont faibles, de l'ordre de 0.16 à 0.48 µg/m²/jour sur les quatre stations.

Les résultats obtenus par campagne montrent un maximum de 1.29 µg/m²/jour mesuré sur le site de Montravel en décembre 2015. Les stations de l'Anse Vata et de Logicoop sont les moins impactées. Les teneurs restent cependant du même ordre de grandeur au cours de l'année ainsi qu'au niveau des quatre sites.

▪ **Cadmium**



⇒ **Les valeurs moyennes en cadmium relevées ont dépassé le seuil préconisé par la TA LUFT 2002 de 2 µg/m²/jour uniquement en 2015.**

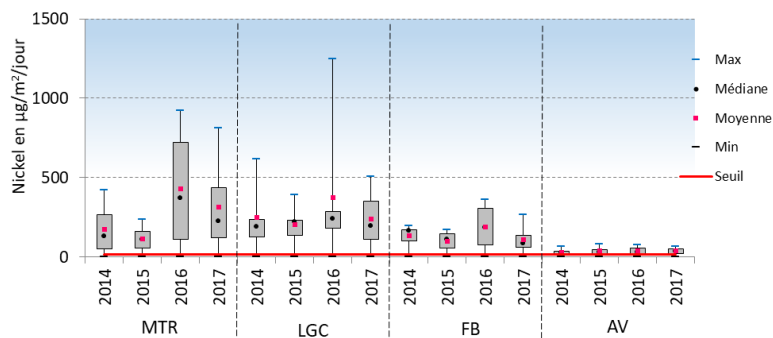
Figure 8 : Teneurs en cadmium dans les retombées atmosphériques

Les niveaux moyens mesurés sur les quatre stations sont compris entre 0.04 et 3.22 µg/m²/jour. Ils sont généralement faibles, hormis en 2015 où des niveaux moyens supérieurs au seuil préconisé ont été mesurés au niveau des sites de Montravel, Faubourg Blanchot et Anse Vata.

Les résultats obtenus par campagne montrent une variation des teneurs en cadmium dans le temps. Des teneurs très faibles (proches de zéro) ont été mesurées dans la plupart des campagnes. Cependant, le seuil préconisé de 2 µg/m²/jour a été dépassé six fois en 2015: deux fois à Logicoop (juin et août), une fois à Montravel atteignant un maximum de 9.43 µg/m²/jour (avril), une fois au Faubourg Blanchot (juin) et deux fois à l'Anse Vata en juin et octobre 2015.

▪ Nickel

Compte-tenu du contexte géologique et industriel de la Nouvelle-Calédonie et de Nouméa, il n'est pas surprenant de retrouver du nickel dans les retombées atmosphériques. Les activités industrielles sur le site de Doniambo (à Nouméa), la circulation routière et le vent constituent les principales sources de mise en suspension de particules fines pouvant contenir du nickel.



↳ **Le seuil de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ préconisé par la norme allemande est très largement dépassé sur l'ensemble du réseau à l'échelle annuelle.**

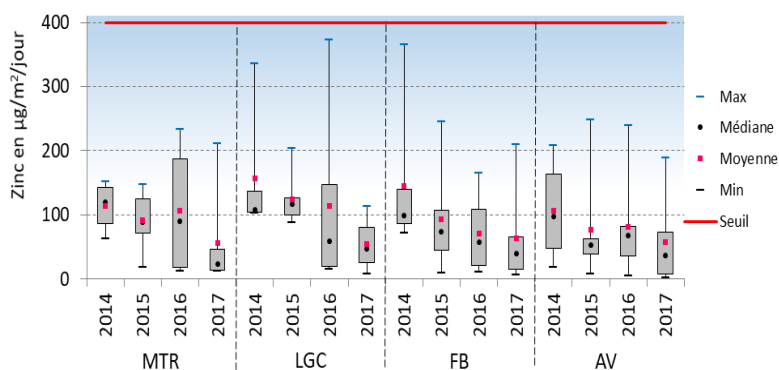
Figure 9: Teneurs en nickel dans les retombées atmosphériques

Les niveaux moyens en nickel dépassent systématiquement le seuil préconisé et se situent entre 31 et 428 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. On note globalement des concentrations plus importantes en 2016 sur l'ensemble du réseau.

Si l'on s'intéresse aux valeurs par campagne, on constate une variation importante des teneurs en nickel dans le temps et d'une station à l'autre. Le seuil limite est constamment dépassé à Montravel et à Logicoop. La teneur en nickel a dépassé le seuil préconisé lors de 22/24 campagnes au Faubourg Blanchot, et 20/24 campagnes à l'Anse Vata. La valeur maximale est de 1 245 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ relevée à Logicoop en février 2016, et la minimale de 6 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ à l'Anse Vata en octobre 2017. Les teneurs en nickel dans les retombées sont significativement inférieures à l'Anse Vata, pour autant les niveaux relevés par campagne ont dépassé jusqu'à 5 fois le seuil de préconisation, avec un maximum de 81 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ relevé en février 2015.

Les stations proches du site industriel de Doniambo, Montravel et Logicoop, sont davantage impactées par la présence de nickel dans les retombées atmosphériques. Cet élément métallique est plus abondant sur Montravel en saison fraîche. En effet, la proportion de vents très faibles à faibles avec des passages de secteur ouest y est importante, ce qui favorise la stagnation et la dépose des polluants principalement d'origine industrielle au plus près de la zone d'émission. À l'inverse, la station de Logicoop est sous les vents de l'usine en période chaude.

▪ **Zinc**



⇒ **Pour le zinc le seuil suisse fixé à 400 µg/m²/jour est respecté.**

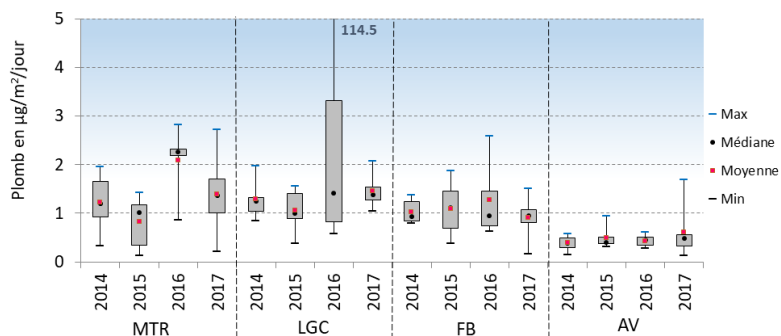
Les valeurs maximales s'approchent cependant du seuil fixé.

Figure 10 : Teneurs en zinc dans les retombées atmosphériques

Les niveaux moyens en zinc sont assez homogènes sur l'ensemble du réseau de surveillance. Les niveaux moyens sont compris entre 53 et 158 µg/m²/jour. On observe une légère diminution des niveaux moyens entre 2014 et 2017, sur l'ensemble des sites de collecte.

Les résultats obtenus par campagne montrent quant à eux des teneurs en zinc variables au cours de l'année. Les maximales varient d'une année à l'autre atteignant un maximum de 373.10 µg/m²/jour à Logicoop en février 2016.

▪ **Plomb**



⇒ **Les teneurs moyennes en plomb mesurées dans les retombées atmosphériques ne dépassent pas le seuil de 100 µg/m²/jour préconisé par la TA LUFT 2002, excepté lors d'une campagne.**

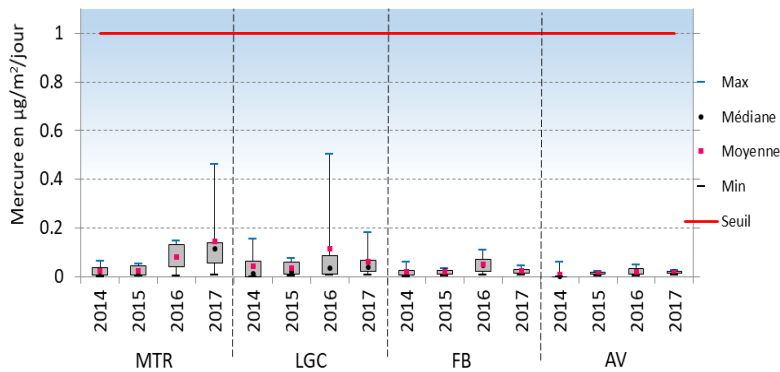
Figure 11 : Teneurs en plomb dans les retombées atmosphériques

Les valeurs moyennes de plomb, comprises entre 0.38 et 20.41 µg/m²/jour, sont faibles et plutôt stables sur la période d'étude et respectent le seuil préconisé. Néanmoins, la concentration moyenne de 20.41 µg/m²/jour à Logicoop en 2016 est très supérieure à celles des autres sites de prélèvement.

Les résultats obtenus par campagne montrent également des teneurs en plomb du même ordre de grandeur, à l'exception d'une concentration atypique et très importante de plomb relevée en juin 2016 à 114.50 µg/m²/jour, ce qui est supérieur au seuil limite (100 µg/m²/j).

Hormis cette valeur particulière dont l'origine est difficilement identifiable, le réseau de mesures est peu impacté par le plomb dans les retombées atmosphériques. La station de l'Anse Vata est à nouveau la moins impactée.

▪ **Mercure**



⇒ **Les teneurs moyennes en mercure mesurées sont très inférieures au seuil de 1 µg/m²/jour préconisé par la TA LUFT.**

Figure 12 : Teneurs en mercure dans les retombées atmosphériques

En moyenne, le mercure est peu présent dans les retombées atmosphériques au niveau des stations, de l'ordre de 0.01 à 0.15 µg/m²/jour, soit en moyenne 6 fois inférieur au seuil préconisé.

Les résultats obtenus par campagne montrent des teneurs en mercure très faibles et homogènes au cours du temps et d'un site à l'autre. La valeur la plus élevée de mercure a été enregistrée à Logicoop en février 2016 avec 0.50 µg/m²/jour. Sur Montravel, un maximum de 0.46 µg/m²/jour de mercure a également été mesuré en octobre 2017. La station de l'Anse Vata est la moins affectée par la présence de ce métal dans les retombées atmosphériques.

7. Conclusion

L'étude des poussières totales et des métaux contenus dans les retombées atmosphériques, menée uniformément sur une année civile et réitérée chaque année, permet de suivre les niveaux de polluants auxquels l'agglomération de Nouméa est exposée et d'établir les conclusions suivantes.

- **Respect des seuils préconisés de 2014 à 2017**

Poussières totales	Nickel	Zinc	Arsenic	Cadmium	Plomb	Mercuré
✓	✗	✓	✓	✗ (2015)	✓	✓

Les niveaux de poussières totales mesurés à Nouméa respectent la valeur de référence dans l'air ambiant pour éviter une pollution importante (TA LUFT 2002). Les niveaux maximums d'empoussièrement ont été relevés sur la station sous influence industrielle de Montravel, site le plus proche du site industriel de Doniambo et de la Voie de Dégagement Ouest, axe de circulation le plus fréquenté de Nouméa.

Les niveaux relevés en métaux sont variables d'un site à l'autre mais également suivant les périodes de collecte sur un même site. Les seuils préconisés par la norme allemande TA LUFT 2002 sont respectés en moyenne annuelle, pour la plupart des métaux analysés hormis le nickel, dont la teneur moyenne dépasse constamment le seuil, tous sites confondus. En 2015, la concentration annuelle moyenne en cadmium a également dépassé le seuil préconisé sur les sites de Montravel, Faubourg Blanchot et l'Anse Vata.

Dans les retombées atmosphériques sur Nouméa, les concentrations en arsenic, et mercure sont faibles. Il en est de même pour le plomb, bien qu'une concentration très élevée ait été relevée en juin 2016.

L'homogénéité des moyennes annuelles en zinc d'un site à l'autre, quelle que soit leur typologie, pourrait traduire une origine naturelle de ce métal dans les retombées atmosphériques, que ce soit par mise en suspension ou par apport direct via les précipitations ou les aérosols marins. Les seuils sont respectés, mais certains résultats s'approchent toutefois du seuil préconisé notamment au Faubourg Blanchot et à Logicoop.

- **Variations des niveaux de concentrations des métaux dans les retombées atmosphériques**

Les niveaux de retombées atmosphériques (poussières totales et métaux) sont généralement plus élevés durant la saison chaude, période qui connaît des vents plus forts (favorables à l'envol de poussières) et des précipitations plus abondantes (favorables au lessivage de l'atmosphère).

C'est sur les sites de typologie industrielle ou sous influence industrielle (stations de Logicoop et Montravel) que la plupart des concentrations maximales en métaux ont été mesurées.

Au site de Logicoop, les valeurs maximales sont relevées en saison chaude (particulièrement en février), correspondant à des conditions majoritaires de vents forts de secteurs sud-est à sud/sud-est, favorisant la dispersion des polluants issus des activités industrielles du site de Doniambo vers la station de mesures. En février 2016 des concentrations particulièrement hautes ont été mesurées en ce qui concerne le mercure, le nickel et le zinc. Il est possible que le site de prélèvement ait été impacté par les fumées d'un important incendie qui a affecté la société Serdis dans la zone de Ducos le 04 février 2016.

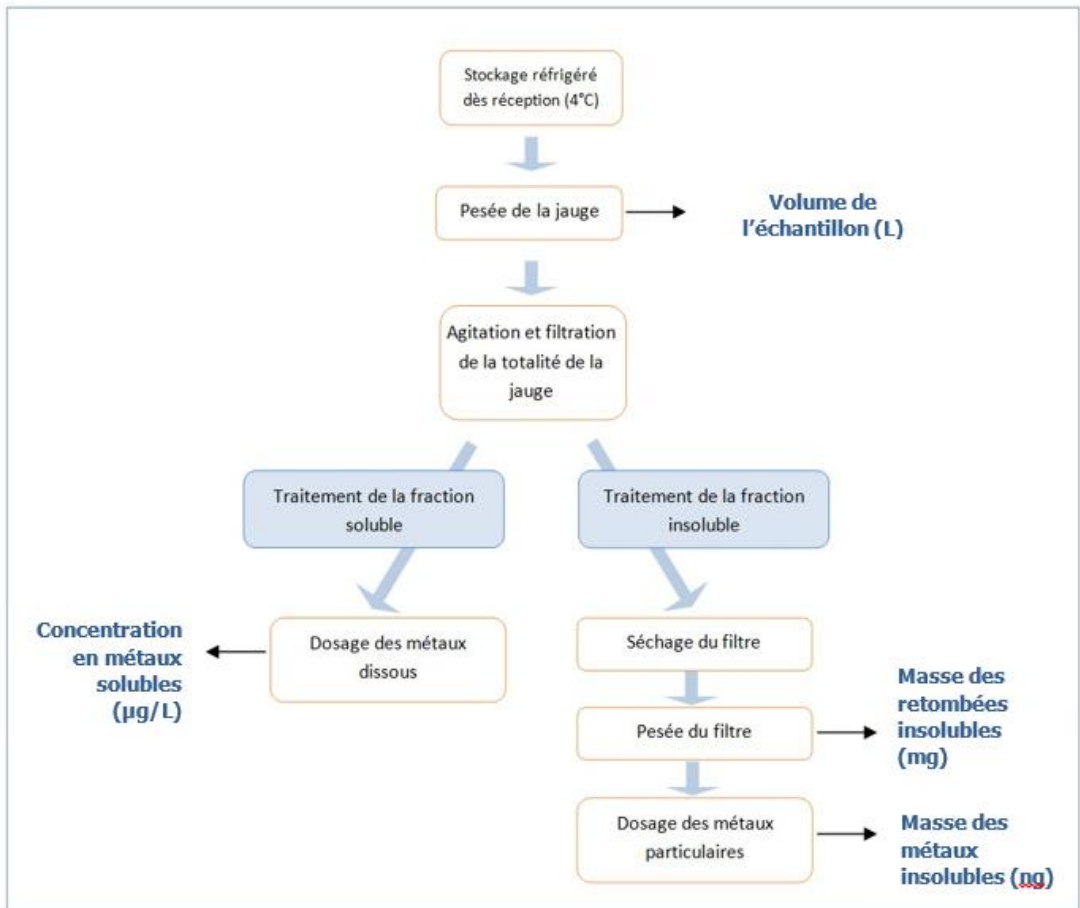
À Montravel, à proximité de la zone industrielle, les valeurs hautes ont été relevées à des périodes variables selon des polluants. Les maximales en nickel corrélient, à la période fraîche, avec une proportion importante de vents inférieurs à 4.5 m/s avec des passages par l'ouest, favorisant la stagnation et la dépose des polluants industriels au plus près de la zone d'émission.

Les valeurs moyennes mesurées sur le site urbain du Faubourg Blanchot sont dans des ordres de grandeur similaires aux stations à caractère industriel.

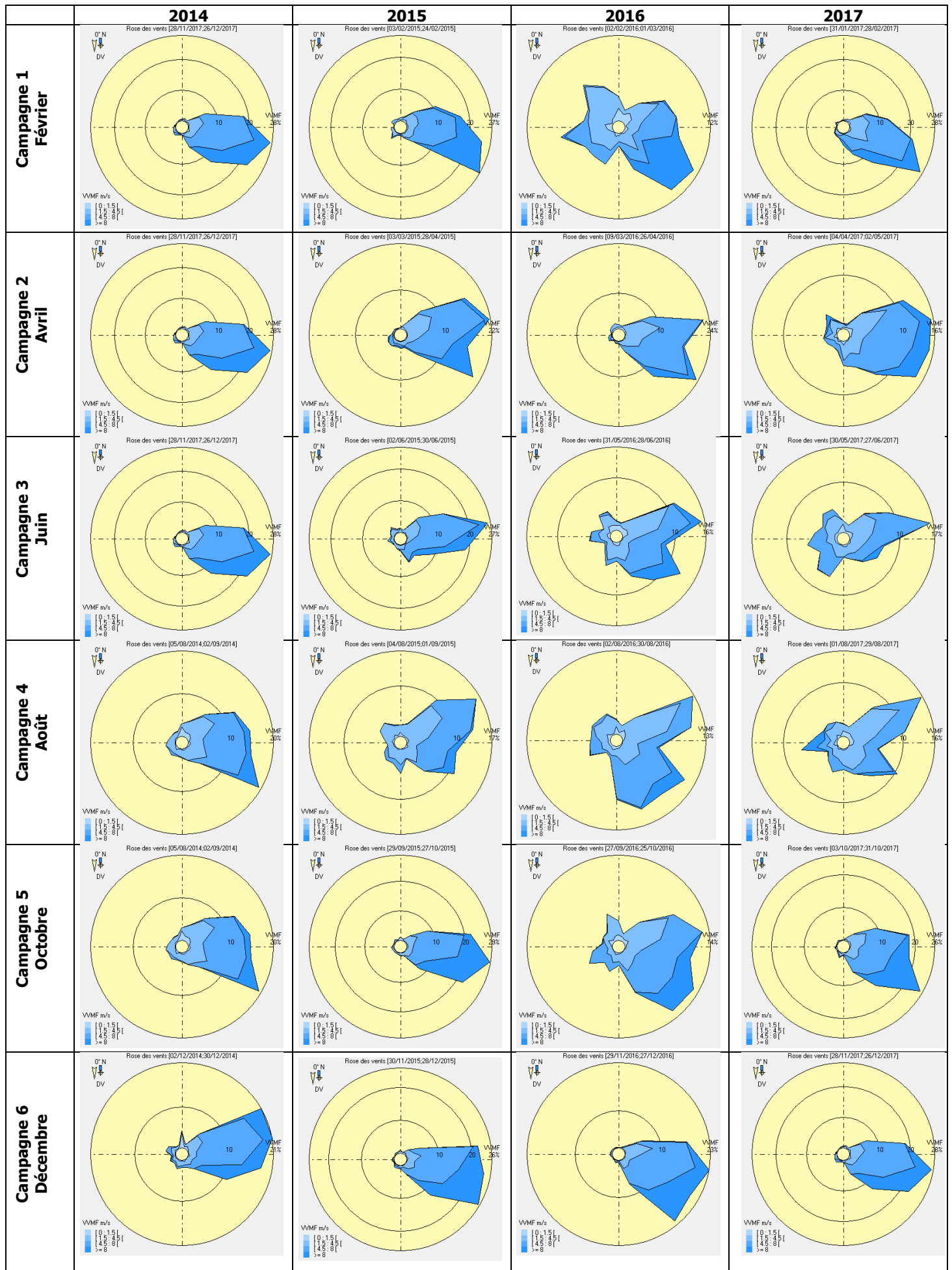
La station péri-urbaine de l'Anse Vata est la moins impactée par la plupart des métaux. Pour l'arsenic et le zinc, les valeurs restent proches de celles retrouvées sur les trois autres stations.

Annexes

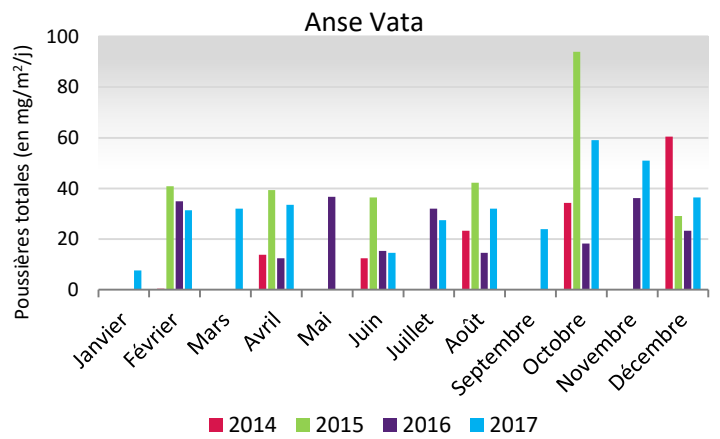
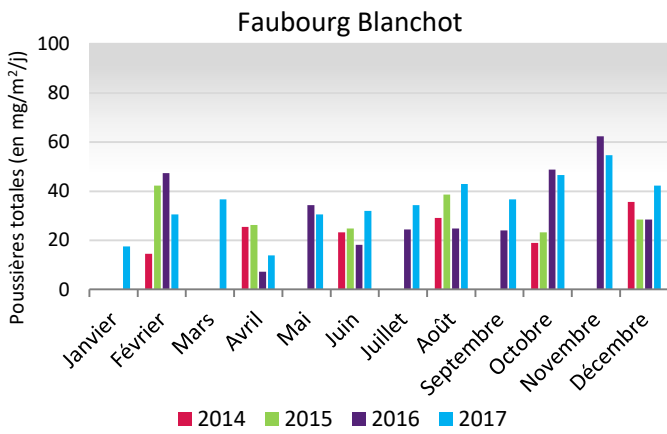
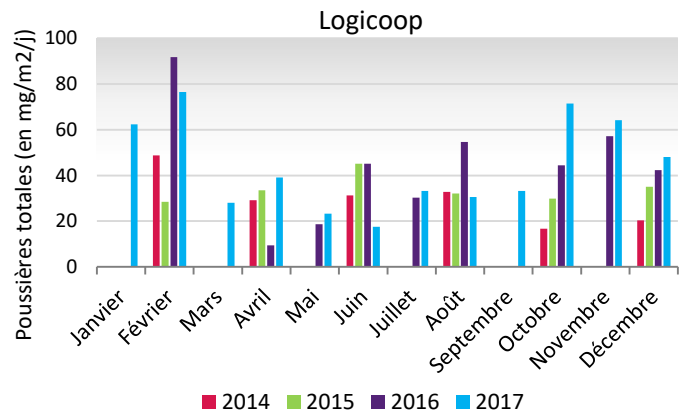
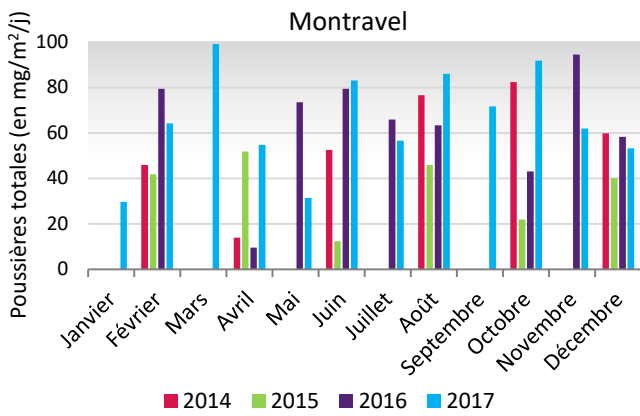
Annexe 1 : Protocole de traitement et d'analyse des échantillons de retombées atmosphériques développé par AEL



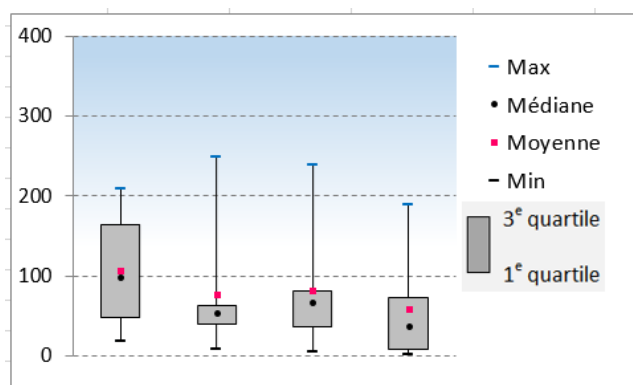
Annexe 2 : Roses des vents des 6 campagnes de collecte des retombées atmosphériques à Nouméa entre 2014 et 2017 (Source : Météo France)



Annexe 3 : Retombées atmosphériques insolubles totales par station, mois et année (en mg/m²/jour)



Annexe 4 : Guide de lecture de la boîte à moustache ou boxplot



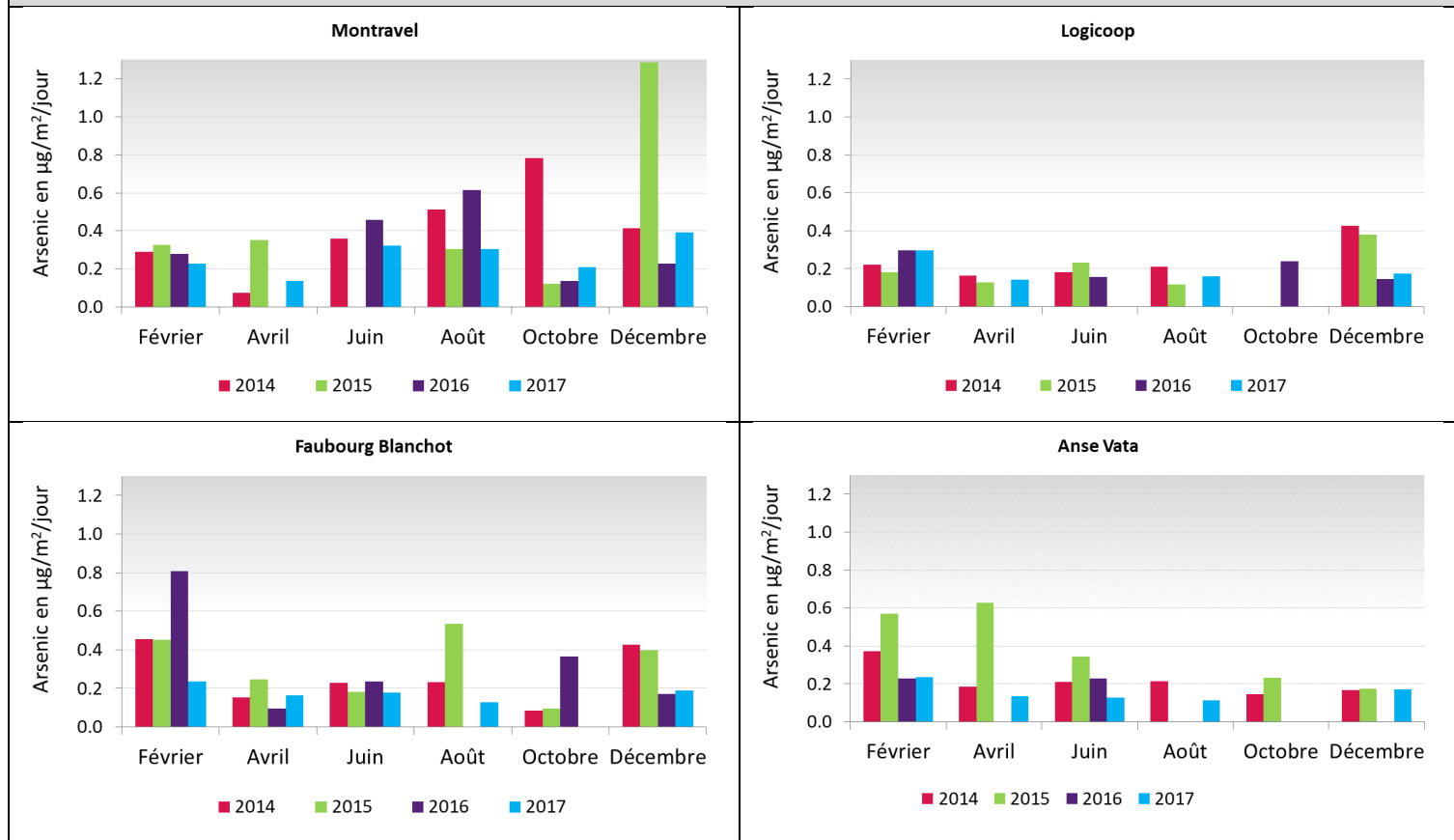
Une "boîte à moustaches" ou "Box Plot" est une représentation graphique qui permet de résumer une variable de manière simple et visuelle, d'identifier les valeurs extrêmes et de comprendre la répartition des valeurs observées.

- Les 1^e et 3^e quartiles correspondent aux bordures inférieure et supérieure du rectangle gris. La hauteur de cette boîte est un bon indicateur de la dispersion des résultats puisqu'elle contient 50% des données.
- La médiane ou percentile 50 nous renseigne sur le milieu de la série c'est-à-dire qu'il existe autant de valeur supérieures qu'inférieures à cette valeur dans l'échantillon. À ne pas confondre avec la moyenne.
- La moyenne correspond à la valeur moyenne.
- Les minimum et maximum sont représentés par les extrémités des moustaches.

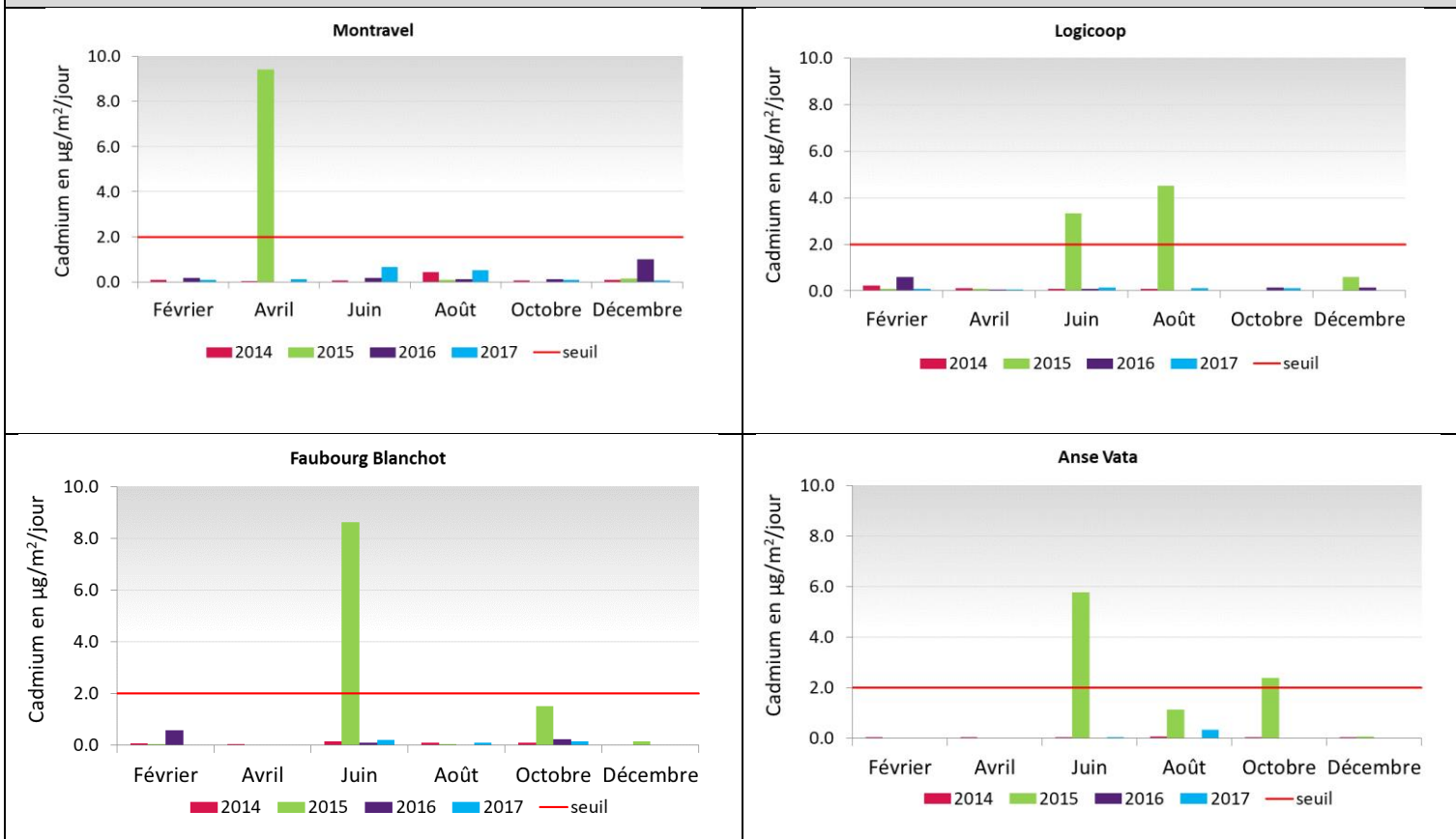
La longueur des moustaches renseigne sur la dispersion des valeurs situées au début de la série ordonnée (les valeurs les plus petites correspondant à 25% des observations) ou à la fin de celle-ci (les valeurs les plus grandes correspondant aussi à 25% des observations). De façon générale, la boîte et les moustaches seront d'autant plus étendues que la dispersion de la série statistique est grande.

Annexe 5 : Teneurs en métaux lourds dans les retombées atmosphériques par station, campagne et année (en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

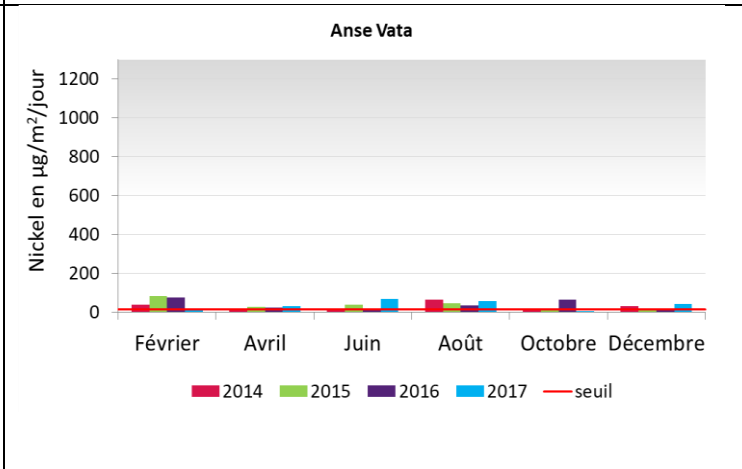
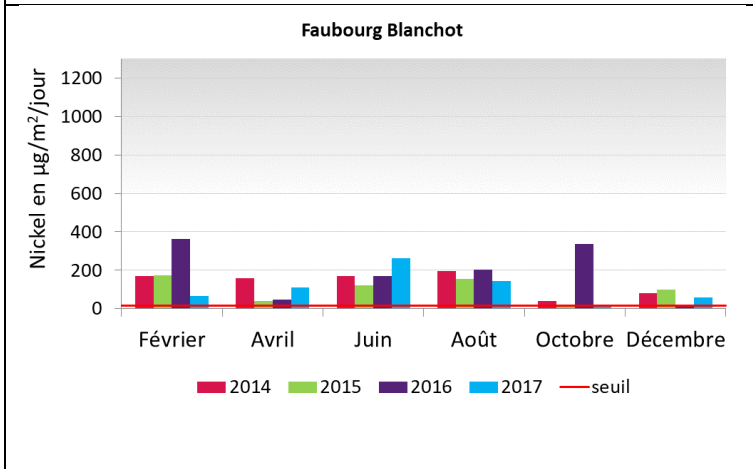
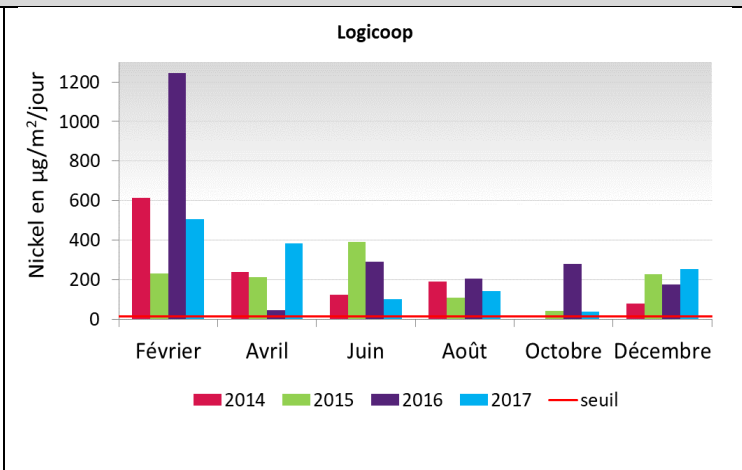
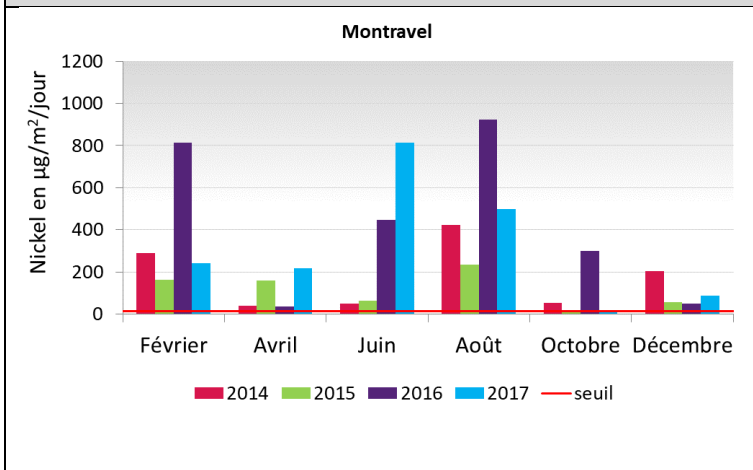
Arsenic



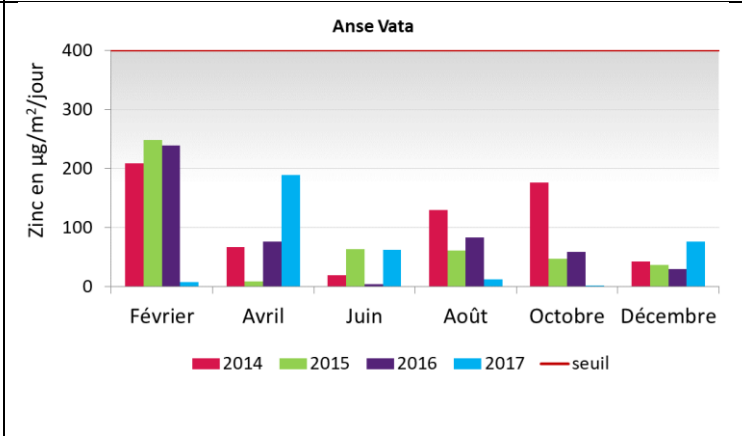
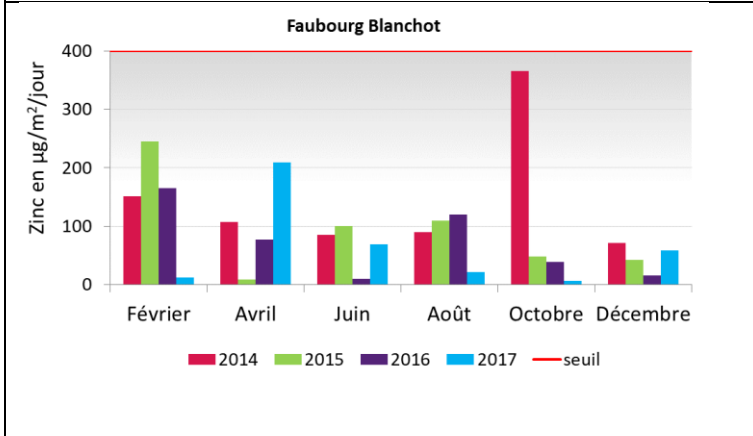
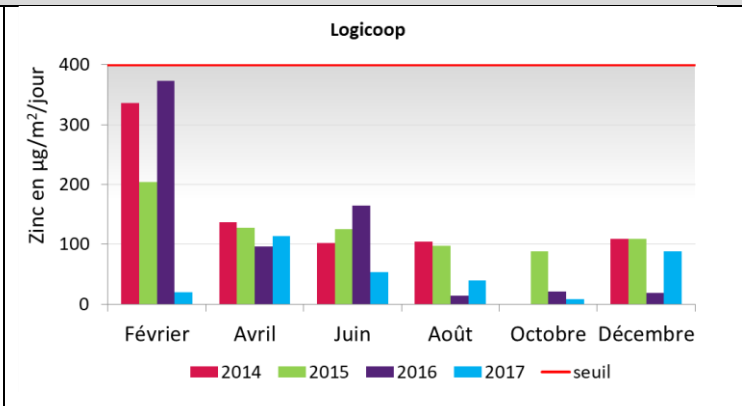
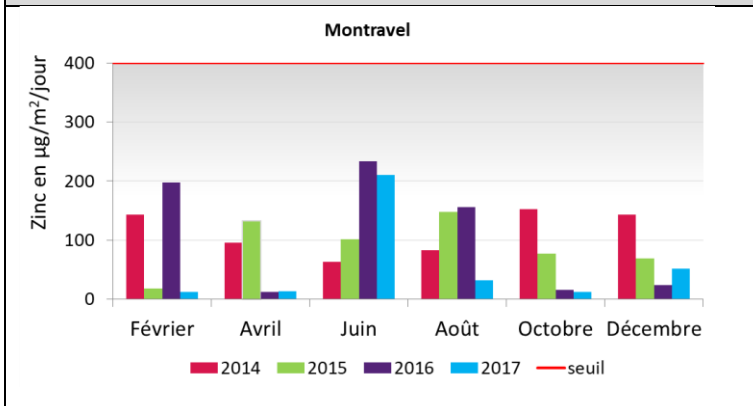
Cadmium



Nickel

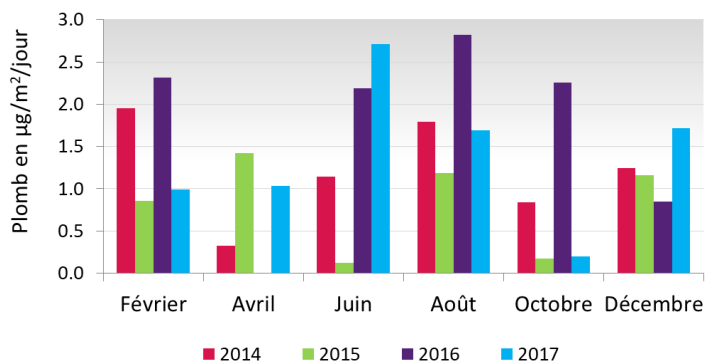


Zinc

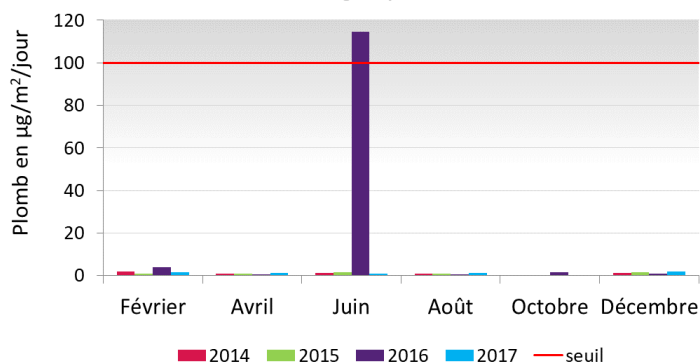


Plomb

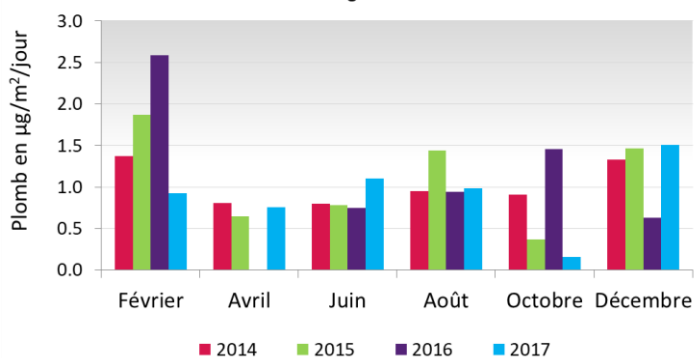
Montravel



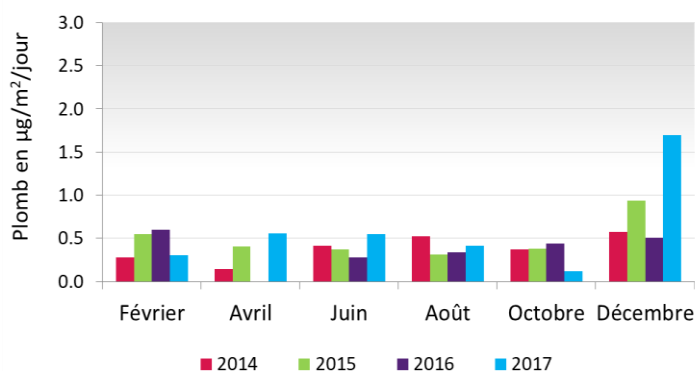
Logicoop



Faubourg Blanchot

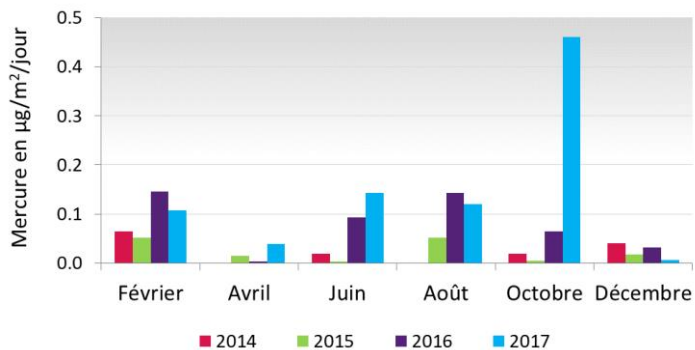


Anse Vata

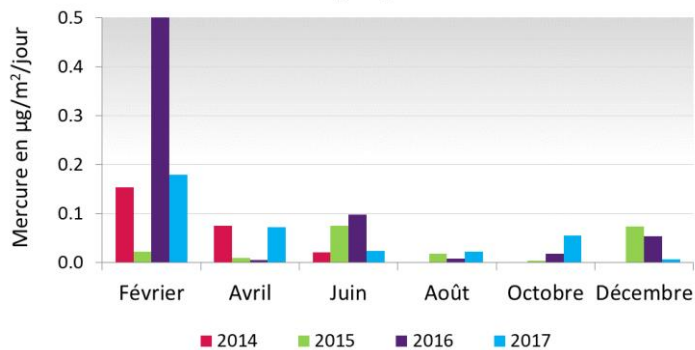


Mercure

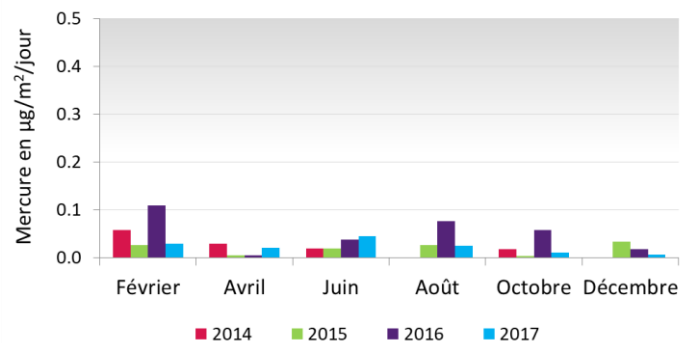
Montravel



Logicoop



Faubourg Blanchot



Anse Vata

