

CAMPAGNE DE MESURAGE ESELBORN ET BOXHORN

ÉVALUATION DE L'IMPACT DE LA ZONE INDUSTRIELLE « OP DER SANG »
SUR LA QUALITÉ DE L'AIR D'ESELBORN ET BOXHORN - 2019



D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

Administration de l'environnement

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

À la suite de l'entrevue du juin 2018 entre l'association « Gesond an d'Zukunft », les responsables des communes de Clervaux et de Wincrange ainsi que l'Administration de l'environnement (AEV), l'Administration de l'environnement a réalisé une nouvelle campagne de mesurage de la qualité de l'air dans les localités d'Eselborn et de Boxhorn. La campagne visait à déterminer la concentration en poussières fines (fraction PM₁₀) et les composés chimiques contenus dans ces derniers, notamment des polluants organiques de la famille des dioxines et furannes (PCDD/F), des polychlorobiphényles (PCB) de type dioxine et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Par ailleurs, la campagne de mesurage a également visé certains métaux (arsenic, cadmium, nickel et plomb) et l'aluminium qui a été utilisé comme traceur afin de déterminer l'impact des fonderies d'aluminium de la zone industrielle « Op der Sang ».

Cette campagne de mesurage s'inscrit dans une série de campagnes qui ont été effectuées aux alentours de la zone industrielle située à entre Eselborn et Lentzweiler.

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier les habitants des localités de Boxhorn et d'Eselborn pour leur support au cours de nos campagnes de mesurage. Ils nous ont mis à notre disposition une place pour installer nos équipements de mesurage et nous ont fourni l'électricité pour exploiter ceux-ci.

CAMPAGNE DE MESURAGE

POLLUANTS VISÉS

LES POUSSIÈRES FINES (FRACTION PM₁₀)

Les particules fines constituent une partie de la matière particulaire en suspension. Il s'agit de la fraction inhalable des particules en suspension pouvant ainsi avoir un effet sur la santé humaine. En plus, les particules fines peuvent fonctionner comme matériau de support pour d'autres polluants pouvant ainsi amplifier leur effet nocif. En tant que matériau de support, les particules fines augmentent également la mobilité de ces polluants, ce qui se reflète surtout dans la pollution transrégionale.

Le règlement grand-ducal modifié du 29 avril 2011 portant application de la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe¹ distingue deux fractions :

- les PM₁₀ (PM, *particulate matter*) ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm et ;
- les PM_{2,5} ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm.

Pour compléter la notion des poussières fines, il faut également nommer les particules très fines (< 1 µm) et ultrafines (< 0,1 µm). Actuellement, la réglementation ne prévoit aucune valeur limite pour ces derniers. Bien qu'elles sont comprises dans les PM₁₀ et PM_{2,5}, leur mesurage ciblé est assez complexe comparé au mesurage des PM₁₀ et PM_{2,5}. Pour cette raison, les particules très fines et ultrafines sont plutôt l'objet de recherches scientifiques.

Le règlement précité prévoit pour les particules fines plusieurs valeurs limites concernant leur concentration dans l'air ambiant résumées par le tableau ci-après :

TABLEAU 1 : VALEURS LIMITES PRESCRITES POUR LES POUSSIÈRES FINES¹

PM ₁₀	50 µg/m ³	Valeur limite journalière ; avec 35 dépassements par année admis
PM ₁₀	40 µg/m ³	Valeur limite annuelle
PM _{2,5}	25 µg/m ³	Valeur limite annuelle

À part de la surveillance de la concentration des poussières fines dans l'air, la réglementation prévoit également la surveillance de certains éléments chimiques pouvant être contenues dans les poussières, notamment les PM₁₀.² Cette surveillance prévoit l'évaluation des concentrations en arsenic (As), cadmium (Cd), nickel (Ni), plomb (Pb) à côté de la seule substance organique le benzo(a)pyrène. Pour cette campagne, on a opté à ajouter l'aluminium (Al) au champ de surveillance comme éléments traceur afin

¹ Mém. A - 88 du 10 mai 2011, p. 1387; dir. 2008/50/CE.

² Règlement grand-ducal du 30 mai 2005 portant application de la directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant ; Mém. A - 80 du 20 juin 2005, p. 1492; dir. 2004/107/CE.

d'évaluer l'impact de la zone industrielle sur la région. Or, aucune valeur limite n'est disponible pour l'aluminium, alors la valeur mesurée est comparée à des valeurs de référence.

TABLEAU 2 : VALEURS LIMITES POUR LES COMPOSANTS CHIMIQUES CONTENUS DANS LES PM₁₀³

Arsenic	6 ng/m ³	Valeur limite annuelle
Cadmium	5 ng/m ³	Valeur limite annuelle
Nickel	20 ng/m ³	Valeur limite annuelle
Plomb ¹	0,5 µg/m ³	Valeur limite annuelle
Benzo(a)pyrène	1 ng/m ³	Valeur limite annuelle

LES DIOXINES ET FURANNES (PCDD/F)

Les polychlorodibenzo-*p*-dioxines (PCDD ou dioxines) et les polychlorodibenzofurannes (PCDF ou furannes) sont généralement formés de manière non intentionnelle au cours de processus industriels comme la métallurgie, la sidérurgie ou l'incinération de déchets ménagers suite à la combustion incomplète de ces déchets.

Les PCDD/F sont caractérisés comme « polluants organiques persistants » (POP) et figurent dans l'annexe C de la Convention de Stockholm⁴ du fait qu'ils se décomposent que faiblement ou pas du tout dans l'environnement. De ce fait, on peut retrouver des traces partout dans l'environnement. La toxicité des PCDD/F est très bien étudiée. Des 210 congénères connus (75 congénères de PCDD et 135 congénères de PCDF), 17 sont connus d'être particulièrement toxiques, dont la plus toxique la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-*p*-dioxine, dite « dioxine de Seveso ».

Les PCDD/F sont toujours mesurés et évalués sous forme d'un mélange. Pour évaluer la toxicité de ce mélange, on calcule une « quantité toxique équivalente » (I-TEQ ; International-Toxic Equivalent Quantity). Pour exprimer la quantité toxique, les différentes congénères contenus dans le mélange sont comparés au congénère le plus toxique (dioxine de Seveso) en pondérant le congénère visé à l'aide d'un facteur de toxicité équivalent (I-TEF ; International-Toxic Equivalent Factor). La dioxine de Seveso a cependant l'I-TEF = 1. Différentes systèmes de pondération existent. Le plus répandu et également repris par la législation européenne⁵ est celui développé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Les PCDD/F ne sont pas surveillés en routine dans l'air du fait que leur analyse est particulièrement coûteuse. Par contre, la réglementation concernant l'incinération prévoit une valeur limite pour les émissions de PCDD/F et des PCB du type dioxine provenant des incinérateurs de 0,1 ng/m³ ⁽⁶⁾. D'autres

³ Règlement grand-ducal modifié du 30 mai 2005 portant application de la directive 2004/107/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant, Mém. A - 80 du 20 juin 2005, p. 1492; dir. 2004/107/CE.

⁴ <http://www.pops.int>

⁵ Règlement (CE) n° 850/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 concernant les polluants organiques persistants et modifiant la directive 79/117/CEE ; L 158/7, version consolidée du 30 septembre 2016.

⁶ Instruction ministérielle du 7 août 2014 à appliquer par l'Administration de l'environnement, Mém B - 88 du 3 septembre 2014, p. 1599.

règlements grand-ducaux prévoient des limitations des émissions des poussières en provenance des installations de combustion ayant également un effet limitatif sur les émissions des PCDD/F⁷.

LES POLYCHLOROBIPHENYLES DE TYPE DIOXINE (DL⁸-PCB)

Les polychlorobiphényles de type dioxine sont des composés chimiquement proches des PCDD/F. Comme les PCDD/F, les dl-PCB sont généralement formés de manière non intentionnelle au cours de certains processus industriels. Avant l'interdiction de la production et l'usage des PCB par la Convention de Stockholm, les PCB étaient répandus dans les produits de revêtement anticorrosion et pouvaient ainsi être devenus un contaminant de la ferraille traitée dans la sidérurgie et la métallurgie.

Comme les PCDD/F, les dl-PCB sont bioaccumulables et ne se décomposent pas ou que très peu dans la nature. L'usage des PCB en générales a été interdit pour la Convention de Stockholm en 2001⁴.

Des 209 congénères des PCB connus, 12 congénères sont classés « *type dioxines* ». Ils sont tous classés « *cancérogènes probables* » sauf pour le congénère PCB 126 pour lequel l'effet cancérogène est certain.

En analogie aux PCDD/F, les dl-PCB sont mesurés et évalués sous forme d'un mélange par la méthode de la quantité toxique équivalente.

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES, HAP

Le dernier groupe surveillé au cours de cette campagne est le groupe des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Il s'agit de substances chimiques qui sont principalement produits au cours de la combustion. La principale source des HAP est donc le chauffage et également le trafic routier.

La présence des HAP dans l'air est par conséquent fortement liée aux conditions météorologiques. Des longues périodes froides font augmenter la concentration des HAP dans l'air, suite à un plus long usage des chaufferies ou/et cheminées. Les HAP sont omniprésents dans l'environnement, mais suite au prédict il est difficile de voir des tendances dans les valeurs mesurées. Pour évaluer les HAP dans l'air on fait souvent recours à la liste des HAP de l'« Environmental Protection Agency » (EPA) des États-Unis. Pour pouvoir mieux évaluer leur impact sur l'environnement, l'EPA a regroupé 16 des centaines de composés connus suivant leur toxicité et persistance dans l'environnement (EPA-HAP ou EPA-16).

Le composé clé des HAP est le benzo(a)pyrène (B(a)P). Il s'agit de la substance la plus étudiée de ce groupe de substance et est reconnue comme cancérogène. La réglementation concernant la qualité de l'air² prévoit la surveillance du B(a)P dans les PM₁₀ et prévoit une valeur limite annuelle pour sa concentration dans l'air de 1 ng/m³.

Pour limiter les émissions des HAP, on se sert du même outillage qu'on utilise pour la limitation des PCDD/F, c.à.d. on se sert également de la limitation des poussières en provenance des installations de combustion⁷.

⁷ p.ex. les règlements grand-ducaux : Règlement grand-ducal modifié du 7 octobre 2014 relatif aux installations de combustion alimentées en combustible solide ou liquide d'une puissance nominale utile supérieure à 7 kW et inférieure à 1 MW ; Mém. A - 195 du 17 octobre 2014, p. 3798 ou bien le Règlement grand-ducal du 24 avril 2018 relatif à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des installations de combustion moyennes ; Mém. A - 331 du 30 avril 2018; Rectificatif Mém. A - 209 du 1er avril 2019)

⁸ Abréviation anglaise : dl = dioxin like

MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Les poussières ont été prélevées suivant la norme européenne EN 12341 : 2014 et conformément aux règlements grand-ducaux précités.

Il s'agit de la méthode de référence pour évaluer la concentration des poussières fines dans l'air. La méthode utilise des préleveurs séquentiels à filtres. Ces appareils aspirent au cours d'une période définie (en générale $24h \pm 1h$) l'air à travers un filtre qui retient les particules. Les filtres utilisés doivent cependant avoir une efficacité de séparation d'au moins 99,5% pour un diamètre aérodynamique de $0,3 \mu m^9$. Les filtres sont automatiquement changés après l'écoulement de la période d'échantillonnage définie.



FIGURE 1 : DIGITEL DHA-80

Pour séparer les différentes fractions de poussières fines, les appareils disposent d'une tête de prélèvement sélective de fraction granulométrique. Pour cette campagne on a utilisé une tête de prélèvement permettant l'échantillonnage des particules ayant un diamètre aérodynamique inférieur à $10 \mu m$ (PM_{10}).

L'appareil utilisé à Boxborn était un préleveur du type LECKEL SEQ 47/50 fonctionnant avec un débit de $2,3 m^3/h$ (débit de référence). L'appareil utilisé à Eselborn était un préleveur à haut débit de $30 m^3/h$ du type Digitel DHA-80. Ce type d'appareil permet d'aspirer plus de matière, ce qui permet en conséquence une analyse des composants encore plus fiable, notamment quand les concentrations du composé dans l'échantillon sont faibles. Par ailleurs, pour cette campagne l'appareil a en plus été équipé par une mousse polyuréthane placée derrière le filtre permettant de capturer le matériel qui n'a pas pu être retenu par le filtre.

DURÉE DES MESURAGES ET CHOIX DES EMPLACEMENTS

La campagne de mesure se déroulait du 14 février 2019 jusqu'au 13 mars 2019, la période de l'année où on observe normalement les concentrations les plus élevées. Les placettes d'échantillonnage étaient localisées à 1, Am Schéimer à Boxborn et 5B, rue Knupp à Eselborn.

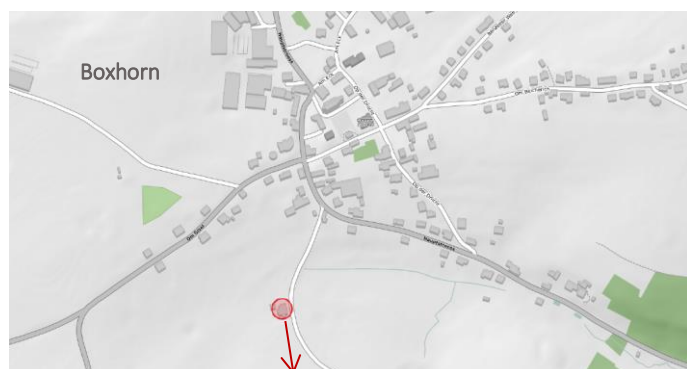


FIGURE 2 : PLACETTES DE MESURE : À GAUCHE – BOXBORN, 1 AM SCHÉIMER. À DROITE – ESELBORN, 1, RUE KNUPP. (FLÈCHE = DIRECTION VERS ZONE INDUSTRIELLE).

⁹ ILNAS-EN 12341 :2014 Air ambiant – Méthode normalisée de mesure gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP_{10} ou $MP_{2,5}$ de matière particulaire en suspension.

TABLEAU 3 : CALENDRIER DE MESURAGE

Localité	Polluant mesuré	Évaluation	Période	Préleveur séquentiel
Eselborn	PM ₁₀	Valeur journalière	du 14.02.19-13.03.19	Digitel DHA-80
	As, Cd, Ni, Pb, Al	Valeur 7-jours		
	B(a)P, EPA-HAP	Valeur 7-jours		
	PCDD/F, dl-PCB	Valeur 7-jours		
Boxhorn	PM ₁₀	Valeur journalière	du 14.02.19-13.03.19	Leckel SEQ-47/50
	As, Cd, Ni, Pb, Al	Valeur 7-jours		
	B(a)P	Valeur 7-jours		

SITUATION DE LA ZONE INDUSTRIELLE « OP DER SANG »

L'usine d'aluminium de la zone industrielle « Op de Sang » est localisée à environ 670 mètres des premières maisons de la localité d'Eselborn et 1,7 kilomètre de Boxhorn. Par rapport à la zone industrielle, Boxhorn se trouve plutôt dans la direction du vent venant majoritairement de sud-ouest vers nord-est qu'Eselborn, mais est relativement éloigné de la source potentielle.

L'usine se trouve sur un plateau plus élevé (512-520m) par rapport à ces deux localités (497m placette Eselborn et 479m placette Boxhorn) et est relativement libre d'obstacles ce qui devrait permettre une bonne dilution dans l'air ambiant des émissions émises par les usines. Une situation relativement favorable comparée au bassin sidérurgique au sud du pays.

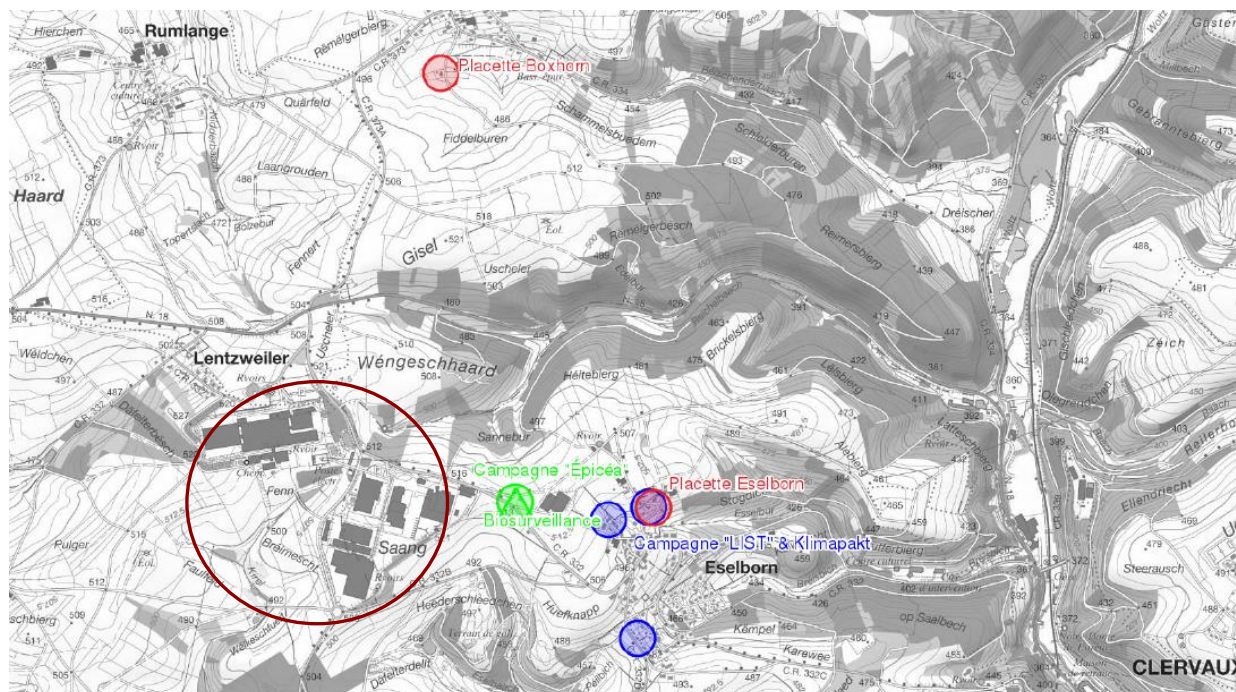


FIGURE 3 : SITUATION GÉOGRAPHIQUE (WWW.GEOPORTAIL.LU)

Nonobstant, les habitants ont informés l'Administration de l'environnement de nuisances, notamment de nuisances de mauvaises odeurs venant de la zone industrielle.

Ceci a mené l'Administration de l'environnement à une première campagne de mesurage du type biosurveillance de 2015 jusqu'en 2016 qui a été complétée en 2016 par une étude sur les aiguilles d'épicéa. Une campagne additionnelle de mesurage visant, entre autres, les NOx a été effectuée en collaboration avec le *Luxembourg Institute of Science and Technology*. En plus, le *Syndicat intercommunal pour la promotion du canton de Clervaux* (SICLER) a participé à la campagne de mesurage du NO₂ dans le cadre du pacte climat.

La surveillance de la région est finalisée pour la présente campagne.

RÉSULTATS

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DES CAMPAGNES PRÉCÉDENTES

LA CAMPAGNE DE BIOSURVEILLANCE MENE EN 2015 JUSQU'EN 2016

La biosurveillance utilise des plantes à feuille qui sont exposées au cours d'une période définie. Au cours de ce temps, les plantes « collectent » les dépôts atmosphériques et permettent ainsi l'analyse chimique des composés contenus dans ces retombées. Généralement, la méthode utilise du chou frisé et céleri tige. La méthode utilisée par l'Administration de l'environnement est celle décrite par la norme VDI 3957-3.



FIGURE 4 : STATION DE BIOSURVEILLANCE

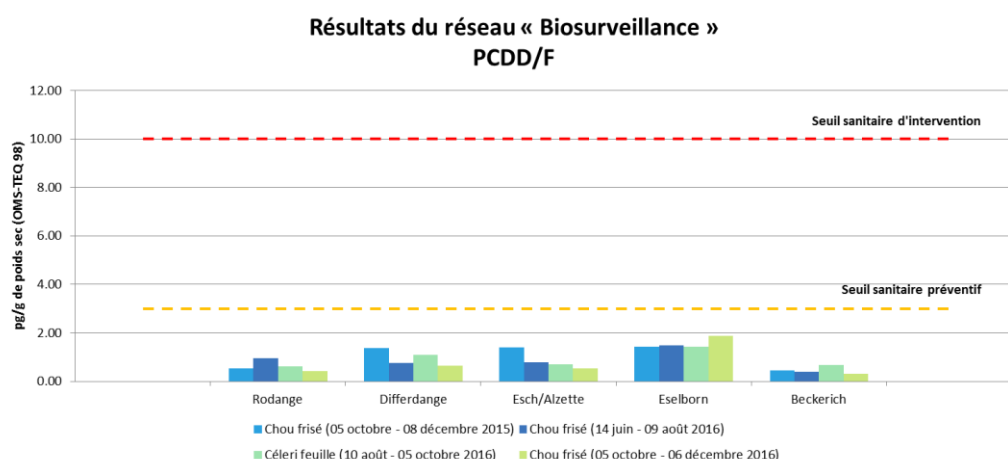


FIGURE 5 : RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE « BIOSURVEILLANCE » À 2, ROUTE DE LENTZWEILER, ESELBORN. (2015-2016)

Cette campagne a visé, entre autres, les dioxines et les PCB du type dioxine. Au cours de la période de surveillance, aucun dépassement du seuil sanitaire préventif pour les PCDD/F n'a pu être observé. En comparant les résultats avec ceux de la biosurveillance menée à Esch-sur-Alzette, on peut cependant constater l'influence d'une source d'émissions de dioxines. Les résultats obtenus pouvant être à l'origine

de l'activité industrielle. Cette constatation est confortée par la proximité de la placette à la zone industrielle (environ 300 mètres) et le fait de se trouver dans la direction du vent et sur la même hauteur (512m) que la source potentielle.

LA CAMPAGNE D'AIGUILLES D'EPICEA MENEES EN 2016¹⁰

Dans le cadre de la révision du Plan national de la Convention de Stockholm¹¹, l'Administration de l'environnement a répété la campagne de surveillance des dioxines et furannes dans l'air.

Il s'agit d'une campagne qui n'est répétée que dans un intervalle décennal. Cette méthode permet ainsi d'étudier l'évolution de la présence des PCDD/F dans l'environnement au cours du temps. Pour cette campagne, la placette à 2, Route de Lentzweiler, Eselborn a été intégrée dans le programme d'échantillonnage permettant également de vérifier les constatations faites au cours de la campagne de biosurveillance.

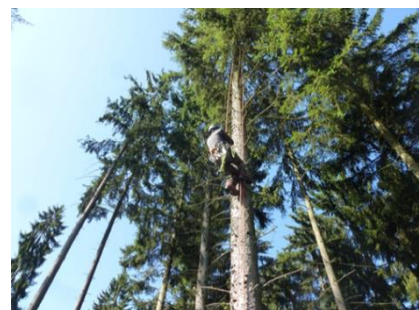


FIGURE 6 : ÉCHANTILLONNAGE DE L'ARBRE PAR UN GRIMPEUR.

La campagne d'épicéa, qui s'adosse sur les normes VDI 3957/11 et NF X43-905, ne se base pas sur des valeurs limites. Il s'agit d'une méthode de comparaison permettant juste de comparer placette par placette au fil du temps. Une comparaison directe avec d'autre méthode et d'y tirer des conclusions est difficile ou, même, pas possibles.

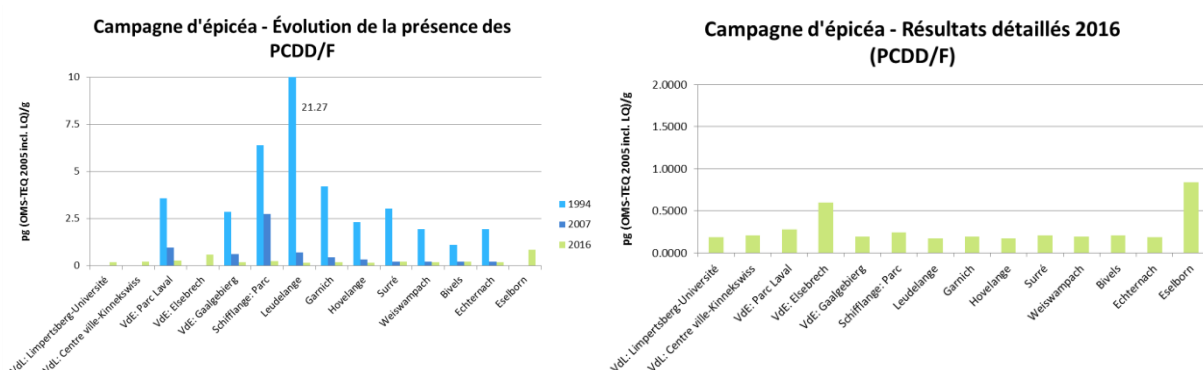


FIGURE 7 : RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉPICÉA (PCDD/F) (VdL =VILLE DE LUXEMBOURG, VdE = VILLE D'ESCH-SUR-ALZETTE)

La campagne d'épicéa a montré une forte diminution des PCDD/F à travers tout le pays au cours de dernières décennies. Un signe que les mesures prises par les réglementations concernant les PCDD/F et le progrès technique ont porté leurs fruits. Pour Eselborn une telle évolution au cours de plusieurs années n'est pas disponible, car cette placette (également à 2, route de Lentzweiler) a été mesurée pour en première fois en 2016. Si on considère les résultats détaillés pour 2016, on constate que la valeur d'Eselborn et celle d'Esch-sur-Alzette ressortent par rapport au reste du pays (figure 7 – figure droite). Ce résultat confirme le résultat de la biosurveillance. Les activités de la zone industrielle impacte cet endroit. Toutefois, en ce qui concerne le taux de pollution, la biosurveillance a pu constater que les concentrations mesurées ne constituent pas une préoccupation particulière.

¹⁰ <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/mesures-epiceas.html>

¹¹ <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/plans-air/PNMO-POP.html>

CAMPAGNE « LIST »¹²

À la suite des discussions menées avec l'association « Gesond an d'Zukunft », le « Luxembourg Institute of Science and Technology » (LIST) a procédé sur demande de l'Administration de l'environnement à un mesurage des poussières fines, du dioxyde d'azote et du dioxyde de soufre à Eselborn.

L'échantillonnage a eu lieu à 28, Burewee, 5B, rue Knupp et 11, Mecherwee du 22.01.2018 au 14.02.2018.

Au cours de la période d'observation, le LIST n'a pas pu observer des concentrations nettement élevées pour les polluants visés. Par ailleurs, le LIST a conclu que les concentrations observées présentaient le même tracé que les valeurs mesurées au cours de la même période par la station située au Mont St. Nicolas.

CAMPAGNE DU PACTE CLIMAT « BESSER LOFT FIR MEI LIEWENSQUALITÉIT »¹³

Le *Syndicat intercommunal pour la promotion du canton de Clervaux* (SICLER) a participé à la campagne de mesurage national du dioxyde d'azote organisé dans le cadre du pacte climat « *Besser Loft fir méi Liewensqualitéit* ». Les quatre placettes choisies par le SICLER se trouvent toutes dans la région concernée, dont à Eselborn et à Boxborn et elles étaient les mêmes que celles utilisées pour la campagne du LIST.

TABEAU 4 : PLACETTES D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA CAMPAGNE « KLIMAPAKT »

Placette	Adresse	Valeur mesurée (µg/m ³) (10.01.18-04.04.18)	Valeur limite annuelle (µg/m ³)
Boxhorn	Maison 24B	8,61	40
Eselborn	5B, rue Knupp	8,34	
Eselborn	28, Burewee	8,31	
Eselborn	11, Mecherwee	7,85	

Les deux campagnes ont eu lieu au cours de la période hivernale. Cette période est particulièrement favorable pour le mesurage de la qualité de l'air. Suite aux conditions météorologiques, les masses d'air sont moins bien mélangées. En conséquence, les concentrations des polluants dans l'air sont d'un ordre général de 9% à 12%¹³ plus élevées par rapport à la moyenne annuelle.

Les valeurs mesurées au cours de cette campagne étaient largement en-dessous de la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ et ne montraient aucune tendance de dépasser celle-ci au cours de l'année. Les valeurs mesurées pour toutes les placettes choisies par le SICLER correspondaient aux valeurs mesurées par la station de fond située au Mont St. Nicolas au cours de la même période (moyenne 9 µg/m³).

¹² <https://environnement.public.lu/dam-assets/documents/air/surveillance-et-evalutaion/campagnes-mesure-speciale/list-messungen-eselborn-201803final.pdf>

¹³ <https://environnement.public.lu/fr/loft/air/mesures/campagnes-speciales/campagne-communes-NO2.html>;
Rapport intermédiaire

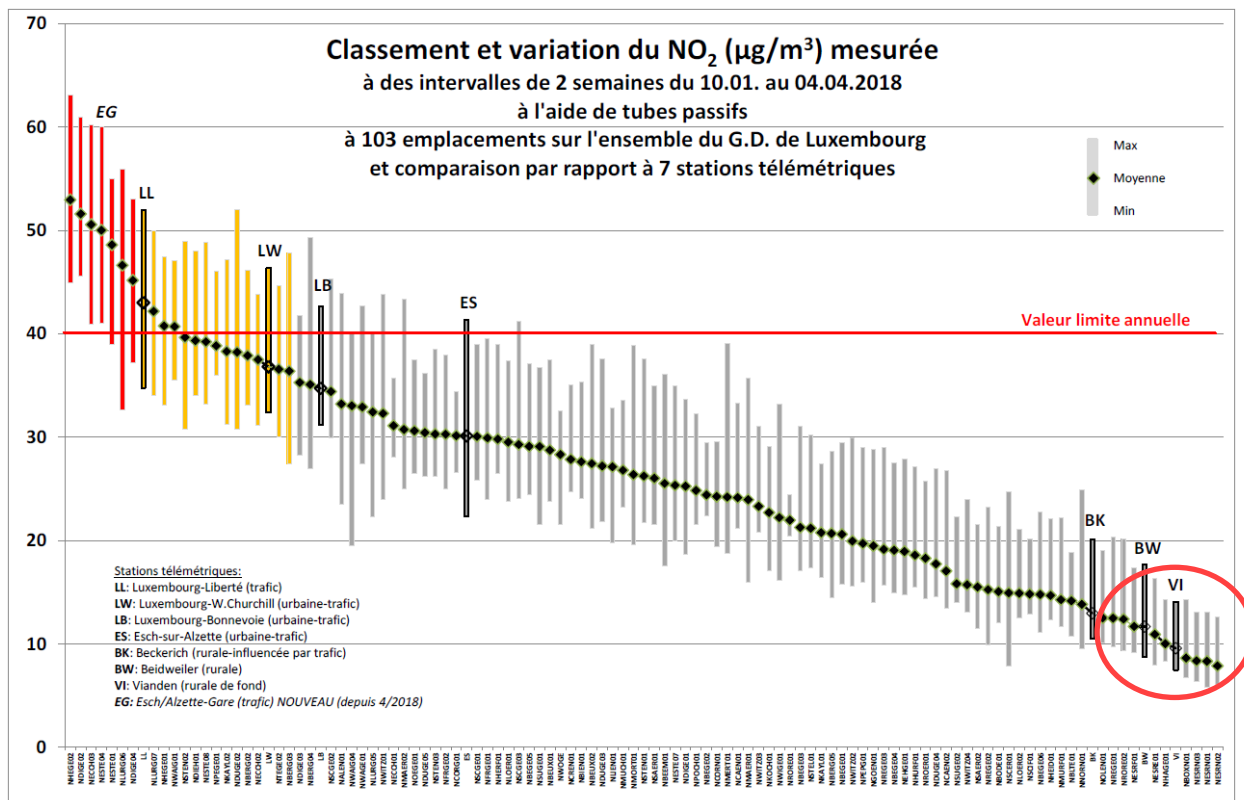


FIGURE 8 : RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE PHASE DE LA CAMPAGNE « KLIMAPAKT » 2018. PLACETTES CHOISIES DU SICLER À DROITE DU DIAGRAMME.

Par rapport aux autres emplacements à travers du pays, les valeurs mesurées à Boxhorn et à Eselborn représentent les concentrations les plus faibles mesurées au cours de cette campagne. Ceci peut s'expliquer par une situation très favorable de la région par rapport à la dilution des émissions dans l'air ambiant.

RÉSULTATS DE LA PRÉSENTE CAMPAGNE

DÉROULEMENT DE LA CAMPAGNE

Au cours de la période d'observation, les deux fonderies fonctionnaient de manière normale et sans événements particuliers.

En ce qui concerne la direction du vent au cours de la période d'observation, un mesurage sur site n'était pas possible. Par contre, le rapport considère l'évaluation des mesures du vent réalisées auprès des stations de mesurage du réseau de surveillance de la qualité de l'air luxembourgeois. Les mesurages montrent au cours des premières deux semaines un vent à faible vitesse venant majoritairement de la direction nord-est, tandis qu'au cours de la deuxième moitié le vent venant majoritairement de sud-ouest.

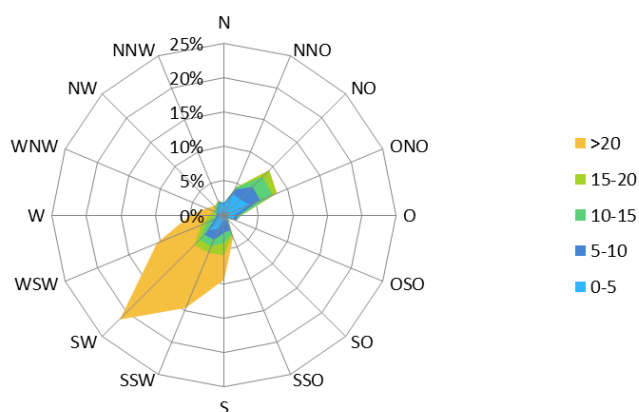


FIGURE 9 : ÉVALUATION DES DIRECTIONS DU VENTS AU COURS DE LA PÉRIODE D'OBSERVATION (14.02.19-13.03.19).

CONCENTRATIONS DES PM₁₀

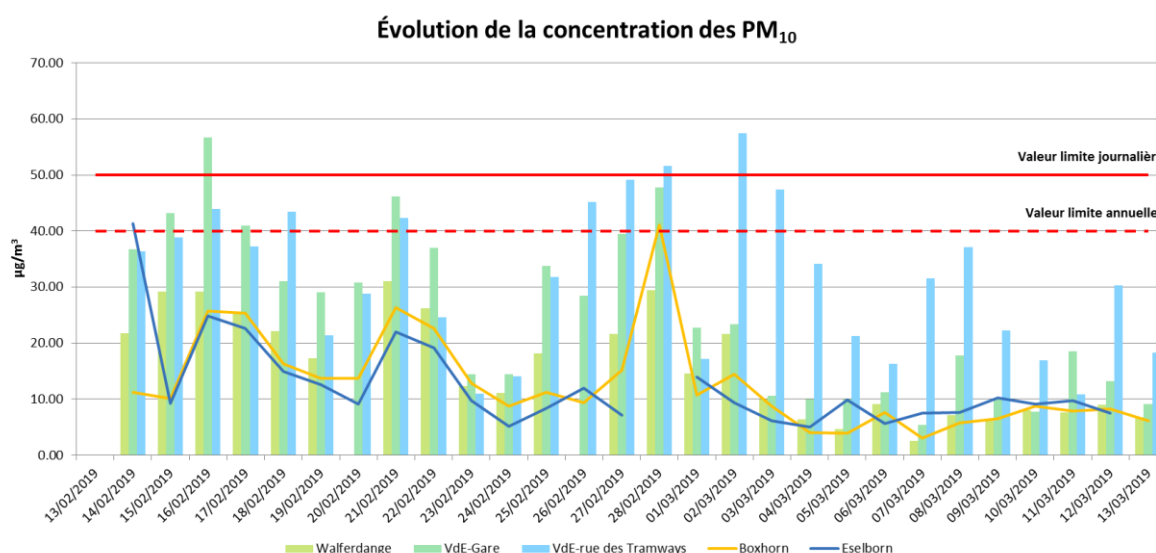


FIGURE 10 : COMPARAISON DES VALEURS JOURNALIÈRES DE WALFERDANGE, ESCH-SUR-ALZETTE (VdE), BOXHORN ET ESELBORN

Au cours de la période observée, aucune des valeurs mesurées à Boxhorn ou à Eselborn n'a dépassé la valeur limite journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En considérant également que l'échantillonnage a eu lieu au cours de la période hivernale et que les concentrations diminuent au cours de l'année restante, les concentrations montrent aucune tendance de dépasser la valeur limite annuelle. La moyenne des concentrations observées pendant la période d'observations était de 12,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Boxhorn et de 12,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Eselborn.

Une observation intéressante est l'allure des courbes de Boxhorn et d'Eselborn comparée aux concentrations mesurées pendant la même période à la station de Walferdange. Le tracé décrit par les concentrations est plus ou moins identique. On peut en déduire que les concentrations décrivent une pollution de fond. Si on compare les résultats avec la station d'Esch-sur-Alzette dans la rue des Tramways ayant une influence industrielle, une telle influence n'est pas observable à Boxhorn ou à Eselborn.

En conclusion on peut dire que l'évolution des concentrations parle plutôt pour une pollution de fond sans aucune influence particulière. Si on compare les valeurs moyennes de la période d'observation avec celles de Walferdange (15,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, placette « périurbaine ») et Esch-sur-Alzette-Gare (24,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, placette « urbaine avec influence du trafic ») et Esch-sur-Alzette-rue des Tramways (31,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ « placette urbaine

avec influence industrielle »), les placettes d’Eselborn et de Boxhorn montre plutôt un caractère de fond rurale.

ARSENIC, NICKEL, CADMIUM ET PLOMB

Les PM₁₀ collectionnés sur filtres ont ensuite été analysés sur leurs contenus chimiques. Les PM₁₀ sont évalués sous forme d’une valeur journalière afin de pouvoir comparer cette valeur à la valeur limite journalière. En générale, il s’agit d’un filtre échantillonné au cours de 24h. Pour les composés chimiques on regroupe généralement 7 filtres pour former une valeur moyenne de sept jours (sept jour forment un « cycle » ; voir figure ci-après). À la fin de l’année, on forme de toutes ces valeurs de sept jours la valeur moyenne annuelle, laquelle est ensuite comparée à la valeur limite annuelle.

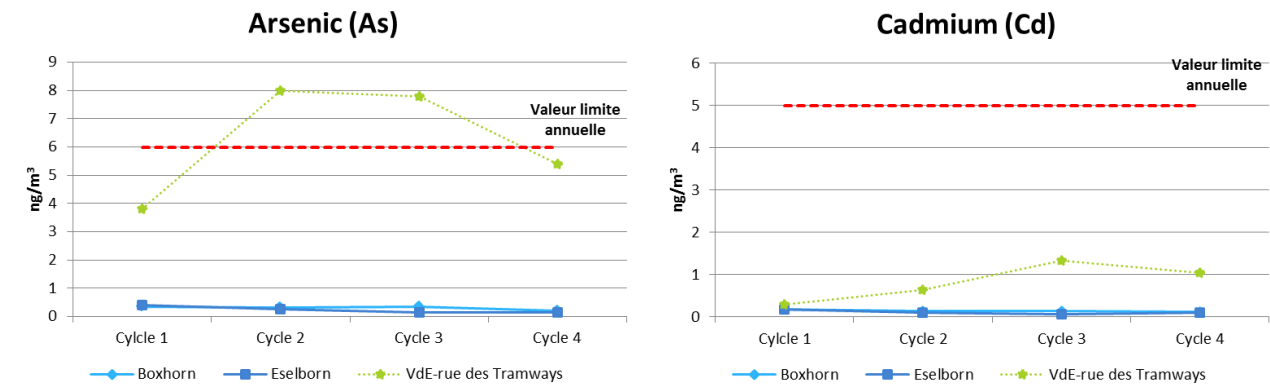
Cette approche de cumuler plusieurs filtres permet de collectionner plus de matériel analysables et augmente ainsi la fiabilité des résultats.

Note importante : Approche pour l’évaluation des résultats : Dans certains cas, les concentrations des polluants sont si basses que le laboratoire ne sait pas quantifier la concentration exacte dans l’échantillon. Le laboratoire peut confirmer la présence du polluant dans l’échantillon, mais pas sa concentration. On dit que la concentration est en-dessous de la limite de quantification de la méthode. En générale, le laboratoire indique dans ces cas la valeur de la limite de quantification sachant que la concentration réelle du polluant est plus basse que cette valeur. L’Administration de l’environnement considère dans ces cas toujours la valeur de la limite de quantification dans ses évaluations des résultats, ce qui génère une surestimation de la concentration des polluants visés.

TABLEAU 5 : PÉRIODE D’OBSERVATION

Période d’observation	Cycle
14/02/2019 - 21/02/2019	Cycle 1
21/02/2019 - 28/02/2019	Cycle 2
28/02/2019 - 07/03/2019	Cycle 3
07/03/2019 - 13/03/2019	Cycle 4

Pour l’évaluation, les valeurs mesurées sont comparées à celles de la station d’Esch-sur-Alzette-rue des Tramways (placette urbaines avec influence industrielle).



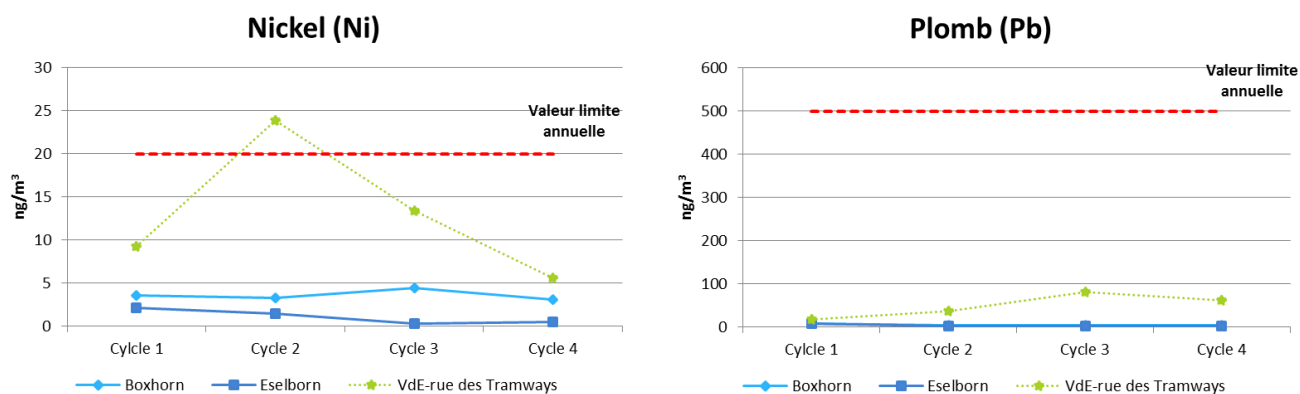


FIGURE 11 : COMPARAISON DES VALEURS MESURÉES À BOXHORN ET ESELBORN AVEC ESCH-SUR-ALZETTE (VdE)- RUE DES TRAMWAYS.

Toutes les valeurs mesurées à Boxhorn comme à Eselborn sont largement en-dessous de la limite annuelle. Un risque de dépassement de celle-ci sur toute une année n'est donc pas donné. Comparées aux valeurs de la station d'Esch-sur-Alzette, les valeurs montrées ci-dessous représentent plutôt un niveau de pollution rurale. Une influence de la zone industrielle sur les localités de Boxhorn et Eselborn n'a pas pu être démontrée.

L'ALUMINIUM

L'aluminium est le troisième élément le plus abondant après l'oxygène et le silicium dans l'écorce terrestre et constitue ainsi le métal le plus abondant de l'écorce terrestre. Il est présent sous forme élémentaire et sous forme de composés chimiques dans une panoplie d'objets quotidienne ; de la voiture jusqu'au produits cosmétiques ou médicaments. Il n'est donc pas possible d'éviter l'aluminium dans l'environnement.

Pour cette campagne, l'évaluation de la présence de l'aluminium était particulièrement intéressante. Sa concentration peut donner des informations sur l'influence des fonderies d'aluminium sur la qualité de l'air ambiant de cette région.

Des valeurs limites pour l'aluminium dans l'air n'existent pas. Pour pouvoir évaluer les concentrations mesurées, il faut les comparer à des valeurs mentionnées dans la littérature.

Des valeurs fiables ont été publiées par l'agence américaine « Agency for Toxic Substances and Disease Registry » (ATSDR)¹⁴ ; une administration du Ministère de la Santé des États-Unis. Suivant l'ATSDR, les concentrations en aluminium dans l'air varient suivant lieu, condition météo et activité industrielle. Suivant cette publication, les concentrations peuvent varier entre 0,005 µg/m³ – 0,180 µg/m³ (5 ng/m³ – 180 ng/m³) pour des régions éloignées de toute source. Dans la figure ci-après, cette concentration est considérée comme fond rurale.

Les concentrations d'aluminium dans l'air pour des régions urbaines et industrielles peuvent, suivant l'ATSDR, varier entre 0,4 µg/m³ et 8 µg/m³ (400 ng/m³ – 8000 ng/m³).

La concentration moyenne déterminée au cours de la période d'observation à Boxhorn et Eselborn était de 320,02 ng/m³ (0,32 µg/m³) respectivement 313,26 ng/m³ (0,31 µg/m³).

¹⁴ <https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=1076&tid=34>

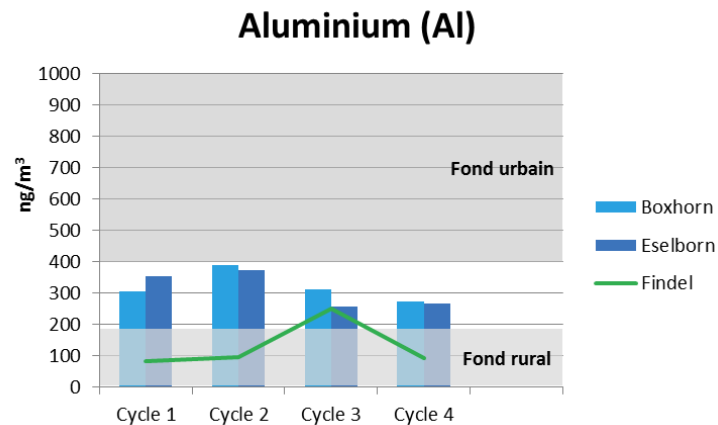


FIGURE 12 : CONCENTRATIONS D'ALUMINIUM OBSERVÉES AU COURS DE LA PÉRIODE D'OBSERVATION.

Une campagne de mesurage menée près de l'aéroport en 2018/2019 montre des concentrations moins élevées, plutôt typique pour des concentrations de fond. Suivant une étude canadienne, un niveau d'exposition préoccupant à l'aluminium est atteint à partir d'une concentration de 50 mg/m³ (50 000 000 ng/m³)¹⁵.

Une influence de la fonderie sur la région n'est donc pas contestable, bien que les concentrations trouvées ne soient pas du tout préoccupantes et montre une caractéristique plutôt « périurbain ».

DIOXINES, FURANNES ET DL-PCB

Les valeurs des PCDD/F sont comparées à des valeurs mesurées dans le cadre de deux campagnes de surveillance des PCDD/F et dl-PCB dans l'air menées en 2008 et 2018. Ces deux campagnes s'inscrivaient dans les campagnes de surveillance effectuées au sujet de la mise en œuvre de la Convention de Stockholm au Luxembourg.

L'échantillonnage de l'air avait eu lieu au cours des quatre saisons permettant d'évaluer les concentrations dans l'air au cours d'une année. Pour cette campagne, les valeurs mesurées ne peuvent être comparées aux concentrations de la même saison (hiver) afin de garantir une meilleure comparabilité des résultats.

¹⁵ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2782734/>

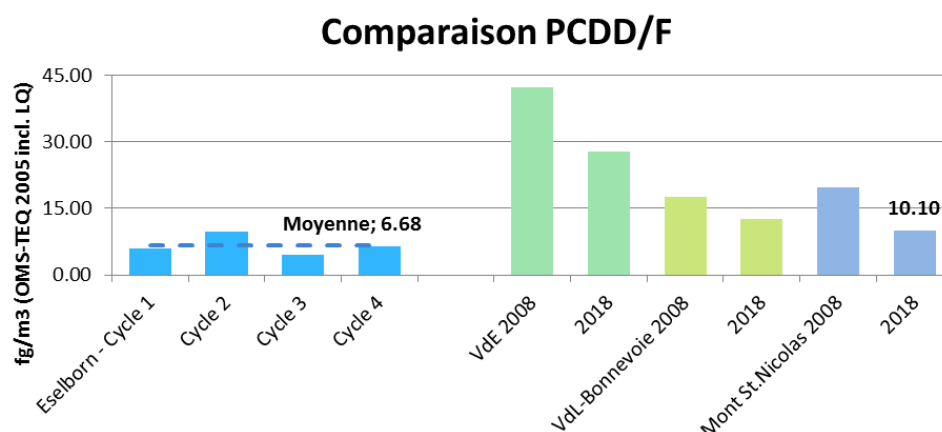


FIGURE 13 : COMPARAISON DES CONCENTRATIONS PCDD/F DANS L’AIR – PÉRIODE HIVERNALE. (VDL = VILLE DE LUXEMBOURG, VdE = VILLE D’ESCH-SUR-ALZETTE)

Suivant des publications, comme celle du « Umweltbundesamt »¹⁶ de l’Allemagne, des concentrations typiques pour les dioxines sont de 5-25 fg/m³ (OMS-TEQ 2005) pour une région rurale éloignée de toute source et de 12-16 fg/m³ (OMS-TEQ 2005) pour des régions urbaines. Vu ces valeurs, on peut constater que le progrès technique et législatif a fait diminuer la fourchette entre les concentrations urbaines et rurales. Une transition entre les deux régions est presque plus observable.

Les concentrations mesurées à Esch-sur-Alzette sont typiques pour une région urbaine avec influence industrielle et celle de Luxembourg-Bonnevoie typique pour une région urbaine sans influence d’industrie. Les valeurs mesurées à Eselborn correspondent à une situation rurale sans influence d’une source d’émissions. La valeur de 6,68 fg/m³ correspond plutôt à la valeur mesurée au Mont St. Nicolas au cours de l’hiver 2018 (10,10 fg/m³).

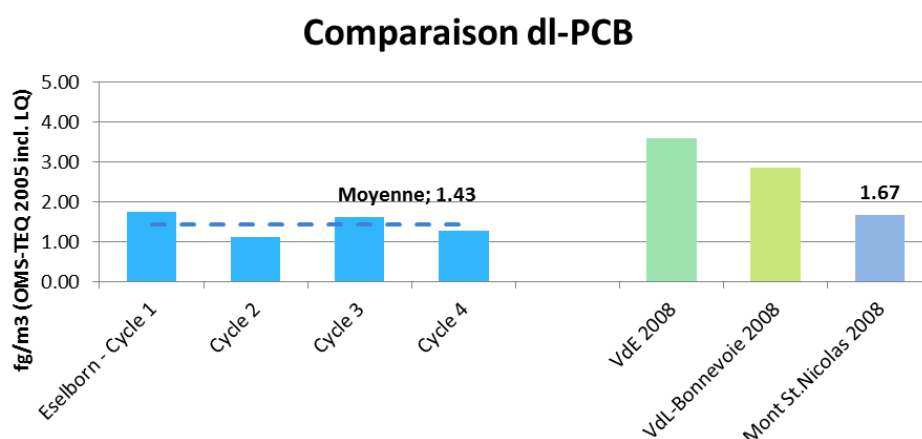


FIGURE 14 : COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DL-PCB DANS L’AIR – PÉRIODE HIVERNALE.

Les dl-PCB étaient relativement difficiles à évaluer car leur concentration était en-dessous ou proche de la limite de quantification de la méthode d’analyse. La plupart des 12 congénères surveillés n’étaient pas quantifiables dans les PM₁₀.

¹⁶ Dioxine und dioxinähnliche PCB in Umwelt und Nahrungsketten, Umweltbundesamt, Oktober 2018.

Comme valeur typique, l'Umweltbundesamt indique une valeur de 1-2 fg/m³ (OMS-TEQ 2005) pour les régions rurales, 4-5 fg/m³ (OMS-TEQ 2005) pour les régions urbains et 6-7 fg/m³ (OMS-TEQ 2005) pour des régions proche de l'industrie¹⁶. La valeur moyenne de 1,43 fg/m³ (OMS-TEQ 2005) mesurée à Eselborn correspond donc plutôt à des concentrations observées dans des régions rurales.

Une influence de la zone industrielle sur la qualité de l'air d'Eselborn n'a pas pu être déterminée.

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Pour pouvoir évaluer les concentrations mesurées des EPA-HAP, on les compare avec des valeurs mesurées au cours des campagnes de surveillance des HAP dans l'air menées dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention de Stockholm en 2008 et 2018.

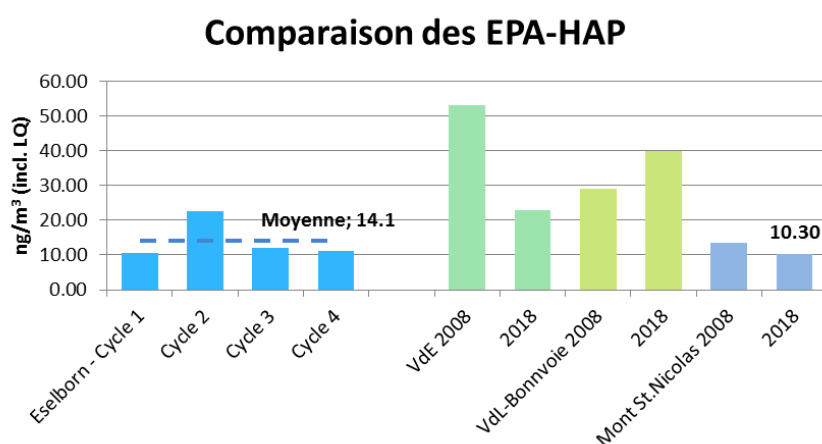


FIGURE 15 : COMPARAISON DES EPA-HAP – PÉRIODE HIVERNALE

Comme expliquer plus haut, il est difficile de voir des tendances dans les émissions des HAP. Leur concentration est fortement liée aux conditions météorologiques, l'usage des chauffages et cheminées, le trafic, etc. Vu les concentrations mesurées à Eselborn en comparaison avec d'autres régions du pays, on peut cependant dire que les teneurs mesurées correspondent plutôt à une région rurale avec une légère influence du chauffage (vue la période d'observation) quid industrielle. Bien qu'il soit difficile de faire la différence entre les deux influences potentielles.

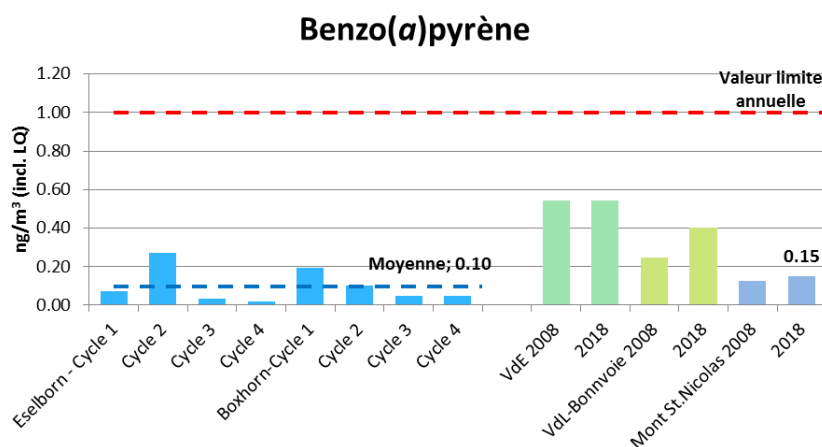


FIGURE 16 : COMPARAISON DE LA CONCENTRATION DU B(a)P DANS L'AIR – PÉRIODE HIVERNALE

La concentration du B(a)P peut directement être comparée à une valeur limite. Bien qu'il s'agisse d'une valeur limite annuelle, les concentrations du B(a)P ne montrent au cours de la période d'observation aucune tendance à dépasser celle-ci sachant que les concentrations vont diminuer au cours de l'année restante. Les valeurs mesurées correspondent aux attentes pour une région rurale.

En général, on peut dire que les concentrations du B(a)P mesurée à travers tout le Luxembourg ne sont pas préoccupantes.

CONCLUSION

Les mesurages réalisés à Boxhorn et Eselborn n'ont pas livrés des résultats préoccupants. Aucun des polluants mesurés (PM₁₀, PCDD/F, dl-PCB, métaux) n'a montré une tendance à dépasser sa valeur limite correspondante. Or, les valeurs montraient plutôt les caractéristiques d'une zone rurale. Une influence particulière de la zone industrielle sur 1, Am Schéimer à Boxhorn ou 5B, rue Knupp à Eselborn n'a pas pu être détectée au cours de la période d'observation.

Ceci supporte l'hypothèse formulée plus haut que la zone industrielle « Op der Sang » est très bien aérée. Sa situation plus élevée et exposée par rapport aux localités de Boxhorn et d'Eselborn a un impact positif sur la dilution des émissions produites dans la zone industrielle. Un phénomène qu'on peut également observer aux alentours de l'aéroport à Luxembourg-Ville qui se trouve dans situation géographique similaire.

Pour compléter l'observation de la région, un mesurage de prospection additionnel à Boxhorn au cours de la même période incluant cette fois-ci également les PCDD/F et les EPA-HAP est recommandé.