

Des taux élevés de PCDD/PCDF identifiés autour des sites où se trouvent des déchets contenant des POP démontrent la nécessité de réviser les normes actuelles

Petrlik J^{1,2}, Katima JHY³, Bell L^{1,4}, Behnisch PA⁵, Wangkiat A⁶

¹ IPEN, Göteborg (Suède) ; ² Arnika, Delnicka 13, Praha 17000, République tchèque, jindrich.petrlik@arnika.org; ³ College of Engineering and Technology, Department of Chemical and Mining Engineering, University of Dar es Salaam, 35091 Dar es-Salaam, Tanzania, ⁴ National Toxics Network, Perth, Australia; ⁵ BioDetection Systems BV (BDS), Science Park 406, 1098XH Amsterdam, Pays-Bas ; ⁶ College of Engineering, Rangsit University, 12000 Pathum Thani, Thaïlande

Introduction : Les cas d'utilisation des mélanges des cendres volantes et des cendres résiduelles provenant de l'incinérateur de déchets Byker pour le pavage des trottoirs entre les lotissements à Newcastle aux Royaume unis entre 1994 et 1999 ont provoqué une contamination grave de la volaille élevée en liberté par les PCDD/PCDF^{1,2}. Ils ont aussi suscité une prise de conscience quant à l'utilisation des résidus de l'incinérateur de déchets contaminés par les PCDD/PCDF. Des cas similaires de « Kieselrot » identifiés en Allemagne ont conduit à l'élaboration des premières normes définissant les limites de PCDD/PCDF dans le sol³. Ces deux cas démontrent les impacts que comporte l'utilisation anarchique des déchets contenant des taux élevés de PCDD/PCDF dans les situations associées aux usages sensibles. Il est maintenant largement admis que la prise des mesures réglementaires plus strictes sur les déchets depuis lors aurait empêché que de tels incidents ne se répètent. Cependant, des informations récemment recueillies concernant les transferts des résidus de l'incinérateur des déchets mettent en question cette hypothèse. Alors, nous posons la question suivante, "Les mesures législatives et réglementaires actuelles visant à contrôler les mouvements des PCDD/PCDF par l'intermédiaire des transferts des déchets sont –elles efficaces dans la prévention des incidents pouvant conduire à la contamination ?

Les informations concernant les transferts des résidus de l'incinérateur des déchets à travers la République tchèque ont été recueillies par Arnika en 2004. Ces données indiquent que deux grandes installations mélangeaient des cendres volantes provenant de l'incinérateur des déchets avec d'autres déchets qui ont été ensuite utilisés comme des matériaux d'assainissements dans les sites miniers et de traitement des minerais abandonnés, soit en surface ou dans le souterrain. Le mélange a été soit éliminé sur le site d'assainissement (site I) ou transporté vers d'autres emplacements (site II). Les PCDD/PCDF et les autres produits chimiques toxiques contenus dans les cendres volantes de l'incinérateur des déchets peuvent constamment s'échapper par lixiviation des résidus et contaminer l'environnement au voisinage des sites de retraitement et d'enfouissement. En Thaïlande et en Chine, nous avons également observé que les cendres volantes provenant de l'incinérateur des déchets ont été stockées à côté des usines d'incinération des déchets municipaux (MWI) pendant de longues périodes et que l'eau et le vent ont mobilisé de fines particules de cendres qui ont contaminé l'environnement immédiat.

Matériels et Méthodes: L'échantillonnage des sols, des poussières, des sédiments, des poissons, des crustacés, des crabes et/ou des œufs de poules élevées en liberté au niveau et dans les environs des sites sélectionnés où les cendres volantes provenant de l'incinérateur des déchets avaient été manipulées et/ou stockées pendant de longues périodes a été fait afin d'évaluer la contamination par les PCDD/PCDF et les PCB de type dioxine à l'aide des analyses biologiques ou instrumentales.

Analyse biologique : Tous les échantillons prélevés entre 2005 et 2012 ont été analysés à BDS pour déterminer s'ils ont des propriétés semblables à celles des dioxines conformément aux procédures

normalisées du DR CALUX[®] 4, qui ont été décrites en détail ailleurs⁵. Brièvement, les cellules H4IIE transfectées de manière stable à l'aide d'un gène rapporteur de luciférase contrôlé par AhR, ont été cultivées dans un milieu de culture α -MEM dans lequel on a ajouté 10 % (v/v) de FCS dans des conditions standards (37 ° C, 5 % de CO₂, 100 % d'humidité). Les cellules ont été exposées en trois exemplaires sur 96 bonnes plaques de microtitrage contenant la plage d'étalonnage standard 2,3,7,8-TCDD, un isolant DMSO. Après une période d'incubation de 24 heures, les cellules ont été lysées. Une solution contenant de la luciférine a été ajoutée et la luminescence a été calculée à l'aide d'un luminomètre (Berthold Centro XS3). Les résultats sont exprimés en équivalents toxiques bioanalytiques (BEQs).

Analyse instrumentale : Tous les échantillons prélevés du site I qui avaient été collectés en 2004 et ceux prélevés de tous les sites visés par la présente étude après 2012 ont été analysés par la GC/HRMS dans les laboratoires accrédités selon la norme ISO 17025 avec une résolution > 10 000 avec les normes marquées par des isotopes ¹³C. Les analyses des PCDD/PCDF et des PCB de type dioxine ont été faites selon les méthodes d'analyse reconnues dans l'Union Européenne aux fins du contrôle des teneurs en PCDD/PCDF et en PCB de type dioxine pour la détermination des teneurs dans certaines denrées alimentaires prescrites dans le règlement (CE) No 252/2012 de la Commission ⁶.

Résultats et Discussion : *Royaume-uni, Bishop's Cleeve*: Il y a une monodécharge d'enfouissement pour déchets dangereux à Bishop Cleeve où les cendres provenant de l'incinérateur de déchets recueillies dans les appareils de contrôle de la pollution de l'air (ACP) sont « traitées » sur le site par mélange avec le lixiviat avant d'être éliminés dans les cellules ouvertes. L'exposition hors site peut se produire par inhalation des résidus aéroportés provenant des ACP ou à travers une exposition indirecte qui peut avoir lieu dans certains endroits éloignés du site d'élimination. Trois échantillons groupés d'œufs de poules et de canes en élevage libre avaient été collectés en 2010 et 2011 dans la région de Wingmoor Farm. Dans deux de ces échantillons, l'on a mesuré des taux élevés variant entre 21 et 55 BEQ respectivement, des taux qui sont supérieurs de quatre à onze fois respectivement à la norme européenne pour les PCDD/PCDF + les PCB de type dioxine. Le troisième échantillon était inférieur à la norme européenne avec un taux s'élevant à 1,8 BEQs. Ces résultats ont révélé qu'il y a eu une contamination dans la zone située autour des installations de traitement des résidus issus des ACP des incinérateurs des déchets à travers le Royaume-Uni. Les concentrations de PCDD/PCDF contenues dans les poussières en suspension s'élevaient entre 2 – 2 335 pg TEQ1/g dm à Wingmoor Farm, à Bishop's Cleeve en octobre – novembre 2010, selon le rapport analytique de l'agence pour l'environnement ⁷.

République Tchèque, retraitement des déchets et des produits provenant du site I où les déchets mixtes ont été éliminés: Les échantillons des sédiments ont été prélevés autour de l'ancienne zone d'exploitation minière souterraine où est co-localisée l'installation de mélange des déchets. Les échantillons ont été prélevés en amont et en aval de la zone en 2004. Les concentrations de PCDD/PCDF mesurées dans l'échantillon prélevé en amont s'élevaient à 2.8 pg I-TEQ/g dm, tandis que les concentrations mesurées dans un échantillon prélevé en aval et dans un échantillon prélevé d'une décharge minière s'élevaient à 10 et 4.2 pg I-TEQ/g dm de PCDD/PCDF respectivement. Le test biologique mené pour déterminer la toxicité du type dioxine des échantillons de sédiments prélevés dans les bassins de décantation et du tuyau d'évacuation de la mine souterraine assainie en 2011 ont démontré des concentrations s'élevant entre 21 et 29 BEQs respectivement. A titre de comparaison : dans les sédiments issus d'une zone industrielle en République Tchèque, l'on a mesuré une concentration s'élevant à 5.6 BEQs . Les résultats des échantillons analysés prélevés du site I indiquent qu'il y a des taux élevés de dioxine dans l'environnement local à cause du traitement

des déchets. L'on a mesuré des taux de PCDD/PCDF contenus dans les mélanges de déchets provenant de l'installation et les résultats ont révélé des taux s'élevant à 391 pg I-TEQ/g d.m.⁸

République Tchèque, site II où les déchets ont été retraités: à cet endroit est située une usine de retraitement qui gère les différents déchets solides et les boues, y compris les cendres volantes, provenant de plusieurs incinérateurs de déchets. Des échantillons de sédiments ont été prélevés dans les zones adjacentes à l'installation à plusieurs reprises en 2015 et 2016. Les résultats des analyses faites pour déterminer leur teneur en PCDD/PCDF + en PCB de type dioxine sont résumés dans le tableau 1. Les résultats issus des analyses des sédiments démontrent l'influence du retraitement des déchets contenant des volumes importants de PCDD/PCDF dans le milieu environnant. Les échantillons qui ont été prélevés dans les zones les plus proches du site ont la plus forte contamination, alors que les taux mesurés dans les sédiments prélevés dans le ruisseau situé en aval sont 10 fois plus élevées que celles observées sur le site témoins (de référence) en République Tchèque.

Tableau 1 . Les taux de PCDD/PCDF et de PCB de type dioxine en pg OMS-TEQ/g dm mesurés dans les sédiments aux alentours du site II

Site d'échantillonnage	Étang et zones humides influencés par l'usine	Ruisseau situé en aval	Ruisseau (pas de lien direct avec l'étang de rétention)	Niveaux de fond (Rép. Tchèque) ⁹
PCDD/PCDF	259 – 289	19 – 48	4 – 13	1.4
PCDD/PCDF+ PCB de type dioxine	279 - 301	22 – 61	5 – 17	1.6

Les concentrations de PCDD/PCDF retrouvées dans des cendres volantes traitées issues de l'incinérateur des déchets municipaux et de l'incinérateur des déchets dangereux variaient entre 324 – 2 200 pg I-TEQ/g dm et 15 000 – 100 000 pg I-TEQ/g dm, respectivement. Les poussières issues des fonderies traitées dans l'installation mesuraient 3 763 pg I-TEQ/g dm.

Thaïlande, l'incinérateur de déchets de Phuket : les cendres volantes provenant de cet incinérateur des déchets municipaux ont été stockées dans la zone située entre le bâtiment et une zone adjacente à la forêt de mangrove pendant une longue période avant 2011. Les enquêtes ont été menées sur le site par l'EPA suédoise¹⁰ et les ONG Arnika/EARTH team¹¹. Les taux de PCDD/PCDF et les PCB de type dioxine mesurés dans les cendres volantes variaient entre 3 300 – 8 300 pg TEQ/g dm. Les taux de PCDD/PCDF et de PCB de type dioxine observés dans les sédiments se trouvant dans le lac ayant des dépôts de cendres s'élevaient à 2 800 pg TEQ/g dm. L'analyse biologique des sédiments issus de la forêt de mangroves a montré un taux s'élevant à 24 pg BEQs/g dm, ce qui est six fois plus élevé que les concentrations maximales mesurées dans les sédiments provenant de la zone industrielle de Tha Tum. En Tha Tum l'on a récemment¹² trouvé des taux variant entre 0.27 – 3.8 pg TEQ/g dm.

Les poissons prélevés dans la zone de l'incinérateur contenaient entre 1.2 à 5.6 pg TEQ/g de matières grasses¹⁰, tandis que les analyses biologiques faites sur des poissons provenant de la région des forêts de mangroves ont montré des taux s'élevant à 42.5 pg BEQ/g de matières grasses. Les analyses biologiques ont également été menées sur les crabes de boue, les huîtres et les coquillages provenant de la forêt des mangroves et l'on a trouvé des taux variants entre 43.6, 34.6, et 3.0 pg BEQ/g de matières grasses respectivement. Les taux de PCDD/PCDF et les PCB de type dioxine contenus dans les poissons provenant de la localité de Chanthaburi étaient < LOD - 0,01 pg TEQ/g

de matières grasses. Les œufs des passereaux prélevés près du site de l'incinérateur de déchets contenaient 6.1 pg BEQ/g de matières grasses, un taux supérieur à la valeur limite établie par l'UE qui est de 5 pg TEQ/g de matières grasses pour les œufs et le taux de référence de 0.08 pg TEQ/g de matières grasses ¹³ pour les œufs thaïlandais respectivement.

Les taux de PCDD/PCDF et les PCB de type dioxine observés dans le biote et les sédiments autour de la zone de stockage des cendres volantes à Phuket montrent des taux significativement plus élevés que ceux observés dans les sites de fond ou même industriels en Thaïlande.

Chine, incinérateur de déchets municipaux à Wuhan : Les œufs ont été échantillonnés dans deux exploitations avicoles privées situées à proximité d'un incinérateur à Guoding Shan à Wuhan. La première (site A) était située à 0.3 km au sud-ouest de l'incinérateur et la seconde (site B) était située à 1 km au nord-ouest de l'incinérateur. L'analyse biologique des échantillons d'œufs prélevés du site B a révélé des taux s'élevant à 8.8 pg BEQ/g de matières grasses. L'analyse instrumentale du même échantillon révèle des taux s'élevant à 13.3 pg TEQ/g de matières grasses pour la somme des PCDD/PCDF et des PCB de type dioxine, la plus grande contribution venant des PCDD/PCDF ayant 8.6 pg TEQ/g de matières grasses observés dans les œufs provenant du site B. Le BEQ contenu dans les œufs provenant du site A s'élevait à 35 pg BEQ/g de matières grasses et l'analyse instrumentale a révélé des taux s'élevant à 16 pg TEQ/g de matières grasses pour la somme des PCDD/F et des PCB de type dioxine, les plus grandes contributions venant des PCDD/PCDF ayant 12.2 pg TEQ/g de matières grasses. L'on a également trouvé des PBDD/PCDF dans ces œufs à des taux élevés atteignant 29 pg TEQ/g de matières grasses. Les cendres volantes stockées pendant une longue période dans la région où se trouvait l'incinérateur des déchets municipaux (MWI) ¹⁴ pourrait contribuer de manière significative à la contamination des œufs aussi bien par les dioxines chlorées que par les dioxines bromées. En 2015, un taux s'élevant à 779 pg TEQ/g dm de PCDD/PCDF ont été relevés dans un échantillon de cendres volantes issues de l'incinérateur des déchets municipaux de Wuhan.

Les informations recueillies des sites étudiés sont importantes pour établir une exposition éventuelle aux PCDD/PCDF et aux PCB de type dioxine provenant des déchets contenant ces substances chimiques à un certain taux et pour établir une définition des limites réelles de leur teneur dans les déchets. La réduction des polluants organiques persistants contenus dans les déchets et leur gestion subséquente sont des principaux objectifs des Conventions de Stockholm et de Bâle. Les voies d'exposition potentielles des *déchets contaminés par des polluants organiques persistants (PCDD/PCDF, PCB de type dioxine) - la poussière/le sol/ les sédiments – la biote (volailles, oiseaux, poissons)* sont clairement démontrées dans les cas décrits dans ce document. Nous avons rassemblé quelques études de cas similaires décrites dans la littérature et nous les avons résumées dans le tableau 2, en plus de celles qui sont analysées et décrites dans la présente étude.

Tableau 2. Résumé des taux de PCDD/PCDF et/ou des BEQ observés dans les différents sites, influencés par les cendres volantes et autres déchets contaminés par les PCDD/PCDF décrits dans la présente étude ou dans la littérature

Unités de	Année (s) de prélèvement d'échantillons	Cendres volantes (déchets)	Impact		Référence	
			direct du sol et des sédiments	sol/ sed.	Œufs - oeufs ¹⁾	Œufs - oeufs ¹⁾
Thaïlande (WI)	2010 - 2011	3 200 - 8	2 700 **	na	6.1	0.08 ¹³

Phuket)		000				
Chine (WI Wuhan)	2014 - 2015	779	na	na	12.2	0.2 ¹⁵
UK(Bishops Cleeve)	2010 - 2011	2 500	6.5 – 11 *	0.05 - 1.2	1.8 ; 21 ; 55 *	0.2 ¹
UK(Newcastle) ^{1,2}	2000	20 - 9 500	7 – 292	na	0.4 – 56	0.2 ¹
Pérou (Zapallal) ¹⁰	2010	50 - 12 000	5 – 11	0.05 - 1.2	3.4- 4.4	0.12 ¹⁰
Taiwan (eggs event) ¹⁶	2005	Na	na	na	32.6	0.274 ¹⁷
Pologne (henhouse) ¹⁸	2015	3 922	16 – 47	0.1 – 0.8	12.5- 29.3	0.44 ¹⁸

Notes : * BEQs (toxicité totale de type dioxine), ** sédiments, na -non disponible

Dans plusieurs cas démontrés, le traitement/l'élimination des déchets contenant des PCDD/PCDF à des taux variant entre 20 et 12 000 pg TEQ/g a conduit à la contamination de la chaîne alimentaire (les œufs ou la viande de volaille) jusqu'aux taux qui sont 20 fois plus élevées que la limite suggérée par l'UE pour les PCDD/PCDF dans les aliments (qui est de 2,5 pg TEQ/g¹⁹ de matières grasses). Les échantillons des œufs de poules en élevage libre (divagation) prélevés dans les sites de référence (niveaux de fond) avaient des taux 280 fois supérieurs.

Une étude menée par l'EPA suédoise a démontré que les taux de PCDD/PCDF qui s'élèvent à 30 pg TEQ/g de matières grasses dans un œuf dépasseront d'environ 4 à 75 ng TEQ/kg dm la concentration dans le sol. Par conséquent, le taux maximal européen qui est de 2.5 pg TEQ/g PCDD/PCDF en matières grasses¹⁹ peut être dépassé à des taux qui sont dix fois plus faibles (c'est-à-dire 0.4 et 7 ng TEQ/kg dm). En se basant sur le niveau supérieur de la limite donné dans l'étude menée par l'EPA suédoise et des exemples des cas concernant les déchets de bois contaminés,¹⁰ on peut conclure que l'application des cendres volantes et des autres déchets contenant des taux de dioxine supérieurs à 0.05 ppb dans les applications terrestres peut conduire à une contamination inacceptable de la chaîne alimentaire locale. Dans d'autres études, même les plus faibles taux de dioxines dans les sols ont conduit à la contamination des œufs de poules en élevage libre (divagation) à des taux supérieurs à ceux établis par la norme européenne pour les aliments^{20,21}. Les œufs de poules en élevage libre (divagation) peuvent être contaminés à des seuils critiques et dans certains cas ils peuvent révéler une augmentation qui est 20 fois supérieure aux limites actuelles de la norme de l'UE. Les aliments produits localement sont d'une grande importance dans les pays en développement et les régions rurales dans les pays développés, c'est pourquoi ce scénario d'exposition est particulièrement préoccupant.

En plus, le dernier incident majeur de contamination par la dioxine qu'il y a eu en Allemagne a été causé par l'utilisation incontrôlée des déchets provenant de la production de biodiesel contenant 123 pg TEQ/g de PCDD/PCDF²² pour la production des aliments, ce qui indique clairement que les limites réglementaires existantes pour les PCDD/PCDF contenus dans les déchets ne sont pas assez strictes.

La portée du problème : Les études de cas décrites ci-dessus révèlent la situation qui prévaut sur plusieurs sites dans les différents pays, cependant du point de vue international (Convention de Stockholm), il est important d'examiner comment la plus grande quantité du total des rejets/des transferts de PCDD/PCDF peut être abordée par l'amélioration de la gestion des résidus provenant des incinérateurs des déchets.

Nous avons pu estimer la quantité totale de PCDD/PCDF dans les déchets acceptés pour une installation sur l'un des sites en République Tchèque, car nous avons des statistiques concernant ce site pour les années 2014-2015. Au cours de ces deux années, les quantités prévisionnelles des apports en PCDD/PCDF dans l'installation étaient d'environ 33 g TEQ (contenus dans des cendres volantes et de la poussière générées par l'incinération des déchets provenant de l'industrie métallurgique). 74 et 51 g TEQ ont été signalés dans les PRTR Tchèque comme des rejets (des transferts) dans les transferts de déchets dont environ 25 g TEQ/an étaient des résidus provenant de l'incinérateur des déchets ²³. Cette comparaison montre la fiabilité des données existant dans le système PRTR de la République Tchèque qui exige aux sociétés de faire un rapport sur les **détails chimiques spécifiques** au sujet des transferts de déchets.

Le total mondial du rejet de dioxine a été récemment calculé au taux de 100 kg TEQ/an ²⁴. Cette estimation comprend un calcul antérieur fait pour 86 pays ²⁵ basé sur leurs stocks. L'on a démontré que ces inventaires étaient incomplets à cause des données manquantes sur leurs rejets de PCDD/PCDF dans les déchets, y compris les pays ayant de grandes capacités d'incinérateur des déchets (Chine, Allemagne, Japon). Les estimations des rejets annuels de PCDD/PCDF dans les résidus provenant de l'incinérateur des déchets varient entre 7 à 10 kg TEQ/an ²⁶. Nous pouvons voir que lorsque l'on prend en compte les PCDD/PCDF contenus dans les résidus issus de l'incinérateur des déchets, des résidus issus des ACP, en particulier, cela aide à aborder un flux important de PCDD/PCDF, à l'échelle mondiale basé sur ces estimations.

Les conclusions et les recommandations : Tous les cas décrits montrent que les déchets contenant des taux de PCDD/PCDF inférieurs à la limite en POP provisoire actuellement fixée (LPCL) qui est de 15 ppb (15 000 pg TEQ/g) peut conduire à une contamination importante autour des sites où les déchets sont retraités ou éliminés de manière à ce que les PCDD/PCDF ou les PCB de type dioxine contenus dans les déchets ne soient pas détruites ou transformés irréversiblement comme l'exige l'Article 6 de la Convention de Stockholm. Même des déchets ayant des taux supérieurs à ~ 0.02 / 0.05 ppm peuvent contaminer les sols s'ils sont utilisés sur les surfaces sans être traités. En se basant sur les résultats de cette étude et sur ceux d'autres études, nous recommandons l'élaboration d'un nouveau seuil (LPCL) pour les PCDD/PCDF contenus dans les déchets à 1 ppb et de limiter l'utilisation des déchets contenant des PCDD/PCDF et des PCB de type dioxine à des taux supérieurs à 0.05 ppb sur les sols de surface sans traitement préalable.

Lors de la collecte des données pour le calcul du volume total de PCDD/PCDF contenus dans les déchets concernés (les cendres volantes et les résidus provenant des ACP et de l'incinérateur des déchets en particulier), nous avons constaté que ces informations ne sont pas disponibles dans de nombreux pays ou qu'elles ne font pas l'objet d'un suivi de quelque façon que ce soit. Nous avons également noté que le fait de faire établir des rapports chimiques spécifiques sur les POP (PCDD/PCDF, dans notre cas) contenus dans les déchets dans les PRTR est un moyen très approprié pour combler cette lacune.

La meilleure solution qui permet d'empêcher la formation de PCDD/PCDF dans les déchets est de substituer les matériaux et de changer les procédés technologiques et les pratiques de gestion des déchets par la promotion des technologies qui ne créent pas des U-POP comme suggéré dans l'Article 5 et l'Annexe C de la Convention de Stockholm.

Remerciements : Nous tenons à remercier le gouvernement Suédois pour son soutien financier, qui a nous a permis de faire une partie des analyses chimiques et la préparation de ce rapport à travers la subvention accordée à l'IPEN. Une partie des analyses des échantillons provenant de la Chine ont été faites dans le cadre d'un projet financé en Chine par le programme d'aide européenne aux acteurs non étatiques et par le Global Greengrants Fund.

Références:

- ¹Pless-Mulloli T, et al. (2001); *Organohalogen Compounds* 51: 48-52
- ²Watson A (2001); *PCDD/PCDF and Heavy Metals in Soil and Egg samples related to the Byker incinerator*
- ³Fiedler H, et al. (1995); *Journal of Hazardous Materials* 1995. 43, 217-27
- ⁴Besselink H JA, Pijnappels M, Swinkels A, Brouwer B (2004); *Organohalogen Compounds*. 66, 677-81
- ⁵European Commission Regulation (EU) No 252/2012 of 21 March 2012 (OJ L 84, 23.3.2012, p. 1–22
- ⁷EA (2011); *Analytical Report. Report ID - 153799 - 1*. National Laboratory Service, Environment Agency. p. 16
- ⁸TAZUS (2010); *Certifikát č. 070 – 03970. (Certificate No. 070 - 03970 for product)*
- ⁹Holoubek I, et al. (2003); *Organohalogen Compounds* 62: 101-3
- ¹⁰Swedish EPA (2011); *Low POP Content Limit of PCDD/F in Waste. Evaluation of human health risks.*, p. 145.
- ¹¹Petrlik J (2011); *Report about sampling and monitoring in the surrounding of WI in Phuket*. EARTH/Arnika/IPEN
- ¹²Mach V, Teebthaisong A, Ritthichat A (2017); *POPs in Four Thai Hotspot Areas*, Arnika, EARTH: Prague
- ¹³Petrlik J, Teebthaisong A, Ritthichat A (2017); *Chicken Eggs as an Indicator of POPs in Thailand*. Arnika
- ¹⁴Zhang D, et al. (2015); *Energies* 8(12): p. 12422
- ¹⁵Petrlik J, (2015); *POPs in Chicken Eggs from Hot Spots in China*. IPEN, p. 25
- ¹⁶The Epoch Times (2017); *Taiwan EPA announced the results of cross-border investigation*. 2005 17-12-2005
- ¹⁷Hsu JF, Chen C, Liao PC (2010); *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(13): 7708-14
- ¹⁸Piskorska-Pliszczynska J, et al. (2016); *Environmental Pollution* 208, Part B: 404-12
- ¹⁹European Comm. Regulation (EU) No 1881/2006 of 19/12/2006. OJL 2006R1881-EN-01.04.2016-020.001:1-40
- ²⁰Pirard C, et al. (2004); *Organohalogen Compounds*, 66, 2085-90
- ²¹DiGangi J, Petrlik J (2005); *The Egg Report*. <http://english.arnika.org/publications/the-egg-report>
- ²²Weber R, Watson A (2011); *Organohalogen Compounds* 73: 400-3
- ²³MŽP (2017); *Integrovaný registr znečišťování*. 30-09-2017 [15-04-2018]; Available from: <http://www.irz.cz>
- ²⁴Wang B. et al. (2016); *Chemosphere* 151: 303-9
- ²⁵EEC of SC (2016); *Analysis of the information on releases of unintentional POPs (Art. 5) of the Stockholm Convention*. EG of the Stockholm Convention on BAT/BEP Guidelines and Toolkit, Bratislava
- ²⁶Petrlik J, Bell, L (2017); *Toxic Ash Poisons Our Food Chain*. p. 108