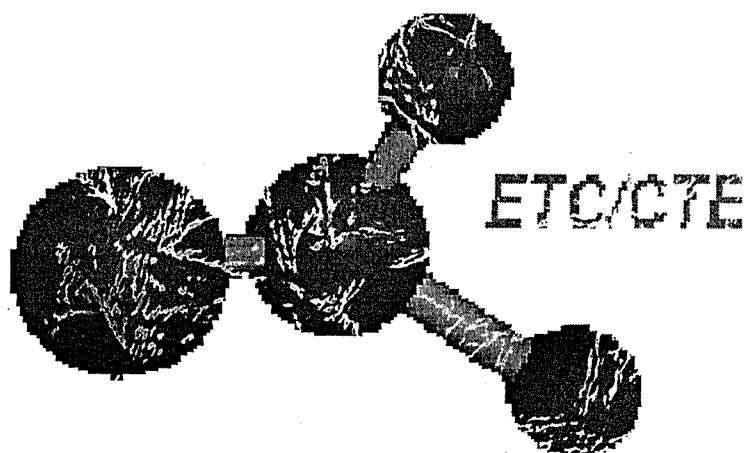


Détermination des niveaux de dosage des PCDD/PCDF et de l'HCB



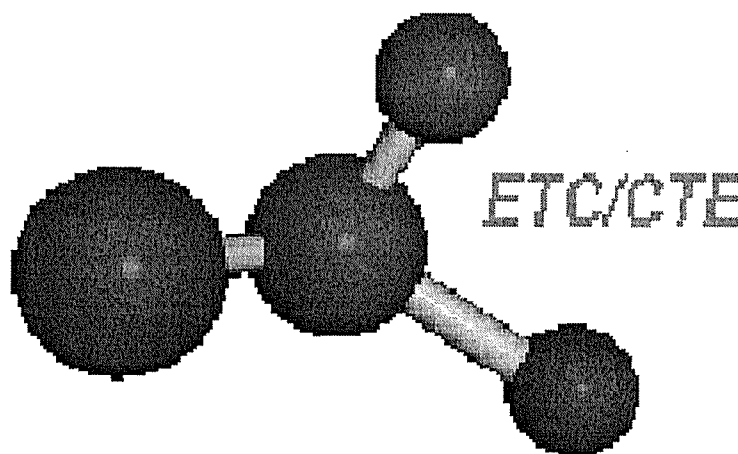
*Division d'analyses et de qualité de l'air
Centre de technologie environnementale
Novembre 1999*

TD
196
.D56
D4814
1999

Environnement Canada Environnement
Canada Canada



Détermination des niveaux de dosage des PCDD/PCDF et de l'HCB



***Division d'analyses et de qualité de l'air
Centre de technologie environnementale
Novembre 1999***



Environnement Canada



Abréviations

<i>French</i>	<i>English</i>	<i>Explication</i>
CCME	CCME	Conseil canadien des ministres de l'environnement
CTE	ETC	Centre de technologie environnementale
ETR	RSD	écart type relatif
ET	SD	écart type
FEqT-I	TeQ-I	Facteurs d'équivalent toxique internationaux
<i>s</i>	<i>s</i>	Ecart type
<i>s_p</i>	<i>s_p</i>	Ecart type totalisé
HCB	HCB	Héxachlorobenzène
LCPE	CEPA	Loi canadienne pour la protection de l'environnement
NdD	LoQ	Niveau de dosage
CG-SMHR	GC-HRMS	chromatographie gazeuse- spectrométrie de masse à haute résolution
PCDD/PCDF	PCDD/PCDF	Dibenzoparadioxines polychlorées et les dibenzofurannes polychlorés
ng/m ³	ng/m ³	nanogramme par mètre cube
PGST	TSMP	Politique de gestion des substances toxiques
SdD	DL	Seuil de détection
SDE	SDL	Seuil de détection d'un échantillon

Préambule

Une ébauche de ce rapport a été affichée sur la voie verte d'Environnement Canada en Octobre 1998. Pour répondre aux commentaires reçus, le rapport a été finalisé en deux parties, pour la détermination des niveaux de dosages:

- Partie 1, est basée sur les données provenant d'émissions de cheminée, et
- Partie 2, est basée sur les données provenant des lignes d'échantillonnage artificiellement traitées et des cendres volantes.

Sommaire

Environnement Canada a inclus l'hexachlorobenzène (HCB) et les dibenzoparadioxines polychlorées et les dibenzofurannes polychlorés (PCDD/PCDF) sur la liste des substances de la voie 1 - substances toxiques persistantes, bioaccumulables et anthropiques. L'élimination virtuelle de l'environnement des substances de la voie 1 constitue un des objectifs de la *Politique de gestion des substances toxiques*.

Il a été suggéré que le niveau de dosage (NdD) soit utilisé comme référence afin d'aider à l'établissement d'un objectif d'élimination virtuelle. On le détermine en évaluant la variabilité (écart-type) des mesures répétées des substances à analyser à une concentration proche du seuil de détection.

Partie 1 - Dans cette étude, on a évalué la variabilité de l'échantillonnage et de l'analyse des émissions de dioxines au moyen des récentes données disponibles. L'écart-type dérivé des données d'émission de dioxines peut représenter une variabilité combinée de la source d'émission, de l'échantillonnage et de l'analyse. Un total de 53 jeux de données portant sur les rejets de gaz provenant de 36 sources de combustion de différents types comprenant 42 jeux d'essais consécutifs et 11 jeux de double lignes ont été considéré. Quand les écarts types des émissions sont considérés ensemble, le NdD (ou l'écart-type totalisé) diminue avec la baisse de la teneur maximale à l'émission. Sur la base de la corrélation linéaire entre le niveau de dosage et les teneurs maximales à l'émission ainsi que la concentration maximale idéale (10 fois le seuil de détection), **on estime à 32 pg/m³ d'équivalents toxiques le niveau de dosage des PCDD/PCDF pour un échantillon d'émission**. Cette valeur demeure constante quand les résultats des double lignes sont exclus.

Partie 2 - Dans cette étude on détermine la variabilité de l'analyse de l'HCB et des PCDD/PCDF dans les lignes d'échantillonnage artificiellement traitées de même que dans les cendres volantes recueillies des incinérateurs de déchets municipaux et de déchets médicaux, des fours à ciment et des usines de frittage. Le niveau de dosage est déterminé comme étant 10 fois l'écart type des mesures. Un écart type combiné des lignes d'échantillonnage artificiellement traitées et des cendres volantes a été utilisé. **Pour l'HCB, le NdD a été estimé comme étant 6 ng /m³ pour un échantillon d'émission**. Le niveau de dosage des PCDD/PCDF a été déterminé comme étant 16 pg/m³ (EqT) pour un échantillon d'émission.

Détermination des niveaux de dosage

Partie 1

des émissions de PCDD/PCDF

Sommaire

Dans cette étude, on a évalué la variabilité de l'échantillonnage et de l'analyse des émissions de dioxines au moyen des récentes données disponibles. L'écart-type dérivé des données d'émission de dioxines peut représenter une variabilité combinée de la source d'émission, de l'échantillonnage et de l'analyse. Un total de 53 jeux de données portant sur les rejets de gaz provenant de 36 sources de combustion de différents types comprenant 42 jeux d'essais consécutifs et 11 jeux de double lignes ont été considéré. Quand les écarts types des émissions sont considérés ensemble, le NdD (ou l'écart-type totalisé) diminue avec la baisse de la teneur maximale à l'émission. Sur la base de la corrélation linéaire entre le niveau de dosage et les teneurs maximales à l'émission ainsi que la concentration maximale idéale (10 fois le seuil de détection), **on estime à 32 pg/m³ d'équivalents toxiques le niveau de dosage des PCDD/PCDF pour un échantillon d'émission.** Cette valeur demeure constante quand les résultats des double lignes sont exclus.

Introduction

Les produits dérivés des produits chimiques commerciaux, l'incinération, les usines de pâtes et papiers pratiquant le blanchiment au chlore, de même que les incendies et les déversements accidentels impliquant des biphényles polychlorés constituent les principaux facteurs de l'entrée dans l'environnement des dibenzoparadioxines polychlorées et des dibenzofurannes polychlorés (PCDD/PCDF ou dioxines) ⁽¹⁾. Dans le cadre d'une récente étude, on estimait à 3000 kg/an le niveau d'émission annuel mondial de PCDD/PCDF provenant des principales sources industrielles ⁽²⁾. Selon l'inventaire des rejets de dioxines d'Environnement Canada, environ 290g d'équivalents toxiques (EqT) ont été rejetés dans l'atmosphère canadienne en 1997⁽³⁾. Selon l'inventaire, les incinérateurs de déchets municipaux, la combustion de bois à chauffage, les usines de frittage et la production de l'acier et la combustion de bois imbibé de sel constitueraient les principales sources industrielles de rejets.

Environnement Canada a déclaré que les PCDD/PCDF étaient des substances toxiques aux termes de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE). Une substance est jugée toxique si elle a un effet sur l'environnement et/ou qu'elle constitue un danger pour la vie ou la santé humaine.

Publiée en juin 1995, la *Politique de gestion des substances toxiques* (PGST) fournit un cadre décisionnel scientifique pour la gestion efficace des substances toxiques. Les principaux objectifs de gestion sont les suivants :

- a) l'élimination virtuelle de l'environnement des substances toxiques qui résultent principalement de l'activité humaine et qui sont persistantes et bioaccumulables (substances de la voie 1);
- b) la gestion des autres substances toxiques et des substances préoccupantes pendant tout leur cycle de vie afin d'empêcher ou de minimiser leur rejet dans l'environnement (substances de la voie 2).

Des rapports d'évaluation publiés par Environnement Canada ont permis de conclure que les PCDD/PCDF répondaient à l'ensemble des critères des substances de la voie 1⁽⁴⁾.

On définit le niveau de dosage (NdD) comme la plus faible concentration pouvant être mesurée avec un degré précis de confiance en utilisant des méthodes analytiques précises mais courantes (LCPE para 65.1). Toute mesure inférieure au niveau de dosage peut ne pas être mesurable en toute fiabilité. Le niveau de dosage devrait par conséquent être utilisé comme référence pour aider à établir un objectif d'élimination virtuelle.

La ligne directrice recommandée par le *American Chemical Society's Committee*

on *Environmental Improvement*⁽⁶⁾ a été choisie pour déterminer le niveau de dosage. Cette ligne directrice a aussi été recommandée par l' American Society for Testing and Materials ⁽⁶⁾. Le NdD se calcule comme suit :

$$\text{niveau de dosage} = 10 \times \sigma$$

où σ est estimé comme s, l'écart-type (ET) des mesures répétées d'une substance à analyser à une concentration proche du seuil de détection (SdD). Pour faire une mesure au niveau de dosage, l'incertitude est $\pm 30\%$ ($10\sigma \pm 3\sigma$) à un niveau de confiance de 99%. Le 10σ est pour s'assurer qu'une mesure plus grande que cette valeur est certainement plus grande que 3σ , le seuil de détection.

Le 27 juin 1996 se tenait à Hull un atelier portant sur le niveau de dosage des dioxines en vertu de la PGST, auquel ont assisté des scientifiques d'organismes industriels et gouvernementaux. Les intervenants à cet atelier ont choisi de définir le NdD comme étant $10s$ et ont suggéré que les niveaux de dosage (NdD) pour les sources de combustion puissent être établis en évaluant la variabilité dans le cadre de l'analyse des cendres volantes provenant de diverses sources de combustion et de lignes d'échantillonnage artificiellement traitées et, si possible, de données existantes d'analyses des émissions⁽⁷⁾.

Deux études ont donc été entreprises, l'une pour déterminer le niveau de dosage par la mesure de la variation des analyses dans les lignes d'échantillonnage artificiellement traitées, ainsi que dans les cendres volantes provenant d'un nombre d'usines. Les résultats de cette étude se trouvent dans la Partie 2 de ce rapport. La deuxième étude portant sur les émissions de dioxines produites au cours des dernières années ont également été utilisées pour estimer un niveau de dosage visant à mesurer les dioxines contenues dans les émissions de cheminée. Les résultats de cette étude se trouvent dans la Partie 1 de ce rapport

Dans l'ensemble du présent rapport, les concentrations de dioxines sont exprimées sous forme d'équivalents toxiques 2,3,7,8-TCDD en utilisant les facteurs d'équivalence de toxicité internationaux (FEqT-I)⁽⁸⁾.

Les données des émissions et le seuil de détection d'un échantillon

On a procédé à l'évaluation des données afférentes aux émissions de dioxines acquises au cours des dernières années dans le cadre de diverses études et contrôles de conformité menés au Canada et aux États-Unis. Idéalement, le NdD

devrait être basé seulement sur des émissions propres et constantes de différents secteurs industriels. A cause du manque de données sur des émissions relativement basses de dioxines, au temps de cette étude, on a fixé la teneur maximale des émissions à 100 pg/m³ à 11% d'oxygène pour avoir une quantité raisonnable de données utiles. Cette teneur est une limite existante sous l'égide du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) pour les usines de ciments qui brûlent des déchets dangereux et non-dangereux et par d'autres pays industriels comme limite pour les incinérateurs de déchets solides municipales. On a ainsi réussi à compiler un total de 53 jeux de données d'émission provenant de 36 installations. Ces données proviennent d'analyses faites par plusieurs laboratoires. Une brève description de ces installations, des niveaux d'émission et des références figure au **Tableau 1**.

Pour l'analyse des PCDD/PCDF, la somme EqT a été calculé en ajoutant le EqT des 17 congénères qui ont l'atome de chlore substituée dans la position 2,3,7 et 8. Chaque EqT a été calculé en multipliant la concentration de chacun des congénères par son facteur de toxicité équivalente internationale FEqT-I. L'écart type de la somme des FEqT des mesures consécutives a ensuite été déterminé. Cette approche est différente de la méthode de la somme des variances ($\sum s_i^2 f_i^2$) proposée à l'atelier sur le NdD. Cette dernière méthode aurait produit un écart type plus petit car elle ne tient pas compte de la covariance des congénères de dioxines.

Les seuils de détection qui ont été estimé pour les échantillons et les FEqT-I pour les 17 congénères de dioxines et furans substitués dans les positions 2,3,7 et 8 apparaissent au **Tableau 2**, comme référence. Le seuil de détection d'un échantillon (SDE) pour chaque composé a un champ réaliste qui est basé sur le taux du signal attendu/bruit et la performance de la méthode. Basé sur nos expériences passées des études interlaboratoires, la valeur minimale du champ peut être obtenue durant les conditions d'opérations normales et la plus élevée devrait représenter la limite acceptable.

Discussion des résultats

Toutes les données d'émissions ont été corrigées pour 11% d'oxygène. Les différences entre les méthodes utilisées pour l'échantillonnage et l'analyse est minime à cause que les méthodes de références développées par Environnement Canada et le US EPA sont très similaires. Chaque essai est répété au moins deux fois avec un maximum de six fois. On a supposé que les conditions d'opérations et les rejets sont demeurées les mêmes durant les essais. Afin de calculer la véritable variabilité de l'échantillonnage et de l'analyse des échantillons d'émission, la variabilité occasionnée par la source d'émission doit être nulle ou isolée. Cela s'avère malheureusement impossible

pour la plupart des données. Parmi les 53 jeux de données d'émissions, 11 paires d'essais ont été effectués dans un incinérateur de déchets municipaux solides au moyen de la méthode d'échantillonnage de la double ligne (deux lignes d'échantillonnage situées côte à côte recueillent simultanément des échantillons de gaz de cheminée). Dans le cadre de telles conditions d'échantillonnage, la variation de la source d'émission entre l'échantillon répété a été éliminée. Pour tous les autres essais, les mesures répétées ont été normalement recueillies en séquence avec une différence d'une ou de plusieurs journées. Par conséquent, la variation de la source pourrait avoir contribué à la variation totale des tests répétés.

L'écart type pour les 53 jeux de données utilisées apparaissent dans le **Tableau 3**. Les niveaux de dosage ont été déterminés en utilisant l'écart-type totalisé des données d'émission à chaque concentration maximale, comme suit :

$$S_p = \sqrt{(\sum (df_i \times s_i^2) / \sum df_i)}$$

$$\text{Niveau de dosage} = 10 \times s_p$$

où s_p représente un écart-type totalisé et df_i les degrés de liberté.

Quand l'écart type des 53 jeux de données des émissions des différentes sources de combustion sont totalisés, le NdD maximal pour mesurer les PCDD/PCDF dans la cheminée peut être estimé à 111 pg/m³. Cependant, le NdD (ou somme des écarts types) diminue avec la diminution des concentrations maximales des données totalisées. Le Tableau 4 démontre le changement du s_p versus la plus grande concentration dans la série des données. s_p diminue de la moitié (5,6 pg/m³) quand la moyenne de la plus grande concentration change de 70 à 29 pg/m³. Puisque la majorité des données utilisées sont de beaucoup plus élevées que le SDE (voir tableau 2), le NdD réel serait évidemment plus bas que 111 pg/m³.

La figure 1 représente un schéma de régression linéaire avec un coefficient de 0,984 ($r^2 = 0,969$) pour le NdD vs la concentration moyenne maximale des données totalisées. Cette courbe démontre clairement que des données d'émissions élevées produiront une valeur élevée de NdD. En principe, le NdD devrait être déterminé au niveau de référence d'une source d'émissions propre. Les données des émissions qui ont été considérées démontrent que pour une source propre, on retrouve seulement un petit nombre de congénères à une concentration proche du SDE. Si on suit une approche conservatrice en acceptant la plus haute concentration des données totalisées comme étant 10 fois la limite maximale du champ de la limite de détection pour le 2,3,7,8-TCDD (1,3 pg/m³), le NdD sera estimé à 32 pg/m³ en utilisant la ligne de régression ($y = 1,778x + 8,512$) de la figure 1. 10 fois le SD est le plus haut niveau de

référence qui peut être accepté pour la détermination du NdD et le 2,3,7,8-TCDD a le seuil de détection le plus élevé parmi les congénères. Des 53 jeux de données considérées, 30 essais ont une EqT moyenne plus petite que 32 pg/m^3 and 15 de ceux-ci sont plus bas que 13 pg/m^3 .

Puisque les 53 jeux d'émissions comprennent 42 essais consécutifs et 11 essais de double lignes, il serait intéressant de savoir l'impact sur la détermination du NdD si on utilisait seulement les données des tests consécutifs. En théorie les essais de double lignes devraient minimiser la variation totale à cause de l'élimination de la variation attribuée à la source. Cependant, un s_p peu élevé peut être obtenu si les essais à doubles lignes sont faits à un niveau proche du seuil de détection.

Le tableau 5 présentent les concentrations moyennes des 42 tests consécutifs, en ordre décroissant. Un schéma linéaire présenté en figure 2 démontre que, pour le NdD, la concentration maximale des données totalisées représente une tendance similaire à celle du schéma des données des émissions totales. La seule différence est que ce schéma a un coefficient de corrélation de 0,998 à la place de 0,984 et une inclinaison de 1,88 avec un y à 7,06 au lieu de 1,78. Quand le même niveau de référence acceptable est appliqué à cette régression linéaire ($y = 1,8803x + 7,0559$), le NdD pour les tests consécutifs est estimé à 32 pg/m^3 . Cette valeur (31,5 avant d'arrondir) est essentiellement la même que la valeur estimée pour le NdD (31,6), basée sur la courbe des données de toutes les émissions. En d'autres mots, les 11 essais à lignes doubles n'a aucun effet significatif sur le s_p ou le NdD.

Des 42 essais consécutifs, 27 essais ont une concentration moyenne moins que 32 pg/m^3 et 15 de ceux-ci sont plus bas que 13 pg/m^3 .

Références :

- 1) Environnement Canada / Santé et bien-être social Canada, *Liste des substances d'intérêt prioritaire, rapport d'évaluation - Dibenzodioxines polychlorées et dibenzofurannes polychlorés*, 1990.
- 2) Brzuzy L.P. and R.A. Hites, Environ. Sci. Technol., 1996, vol 30, no. 6, p. 1797.
- 3) Environnement Canada, LCPE-CCFP, *Inventaire des rejets de dioxines et furannes et hexachlorobenzène*, rapport, janvier 1999.
- 4) Environnement Canada, *Justification scientifique, Dibenzoparadioxines polychlorées et dibenzofurannes polychlorés, Substances candidates pour la gestion de la voie 1 dans le cadre de la Politique de gestion des substances toxiques*, mars 1997.
- 5) Keith, L.H., et al, Analytical Chemistry, 1983, vol 55, no. 14, p. 2217.
- 6) ASTM, "Standard Practice for Determination of a Pooled Limit of Quantitation", D6259-98, July 1998.
- 7) Environment Canada, Proceedings, "Workshop on LOQ for Dioxins and Furans under the Toxic Substance Management Policy", July 1996.
- 8) NATO Committee on the Challenges of Modern Society, "International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) Method of Risk Assessment for Complex Mixture of Dioxins and Related Compounds", NATO-CCMS Report No. 176, 1988.



Figures et Tableaux

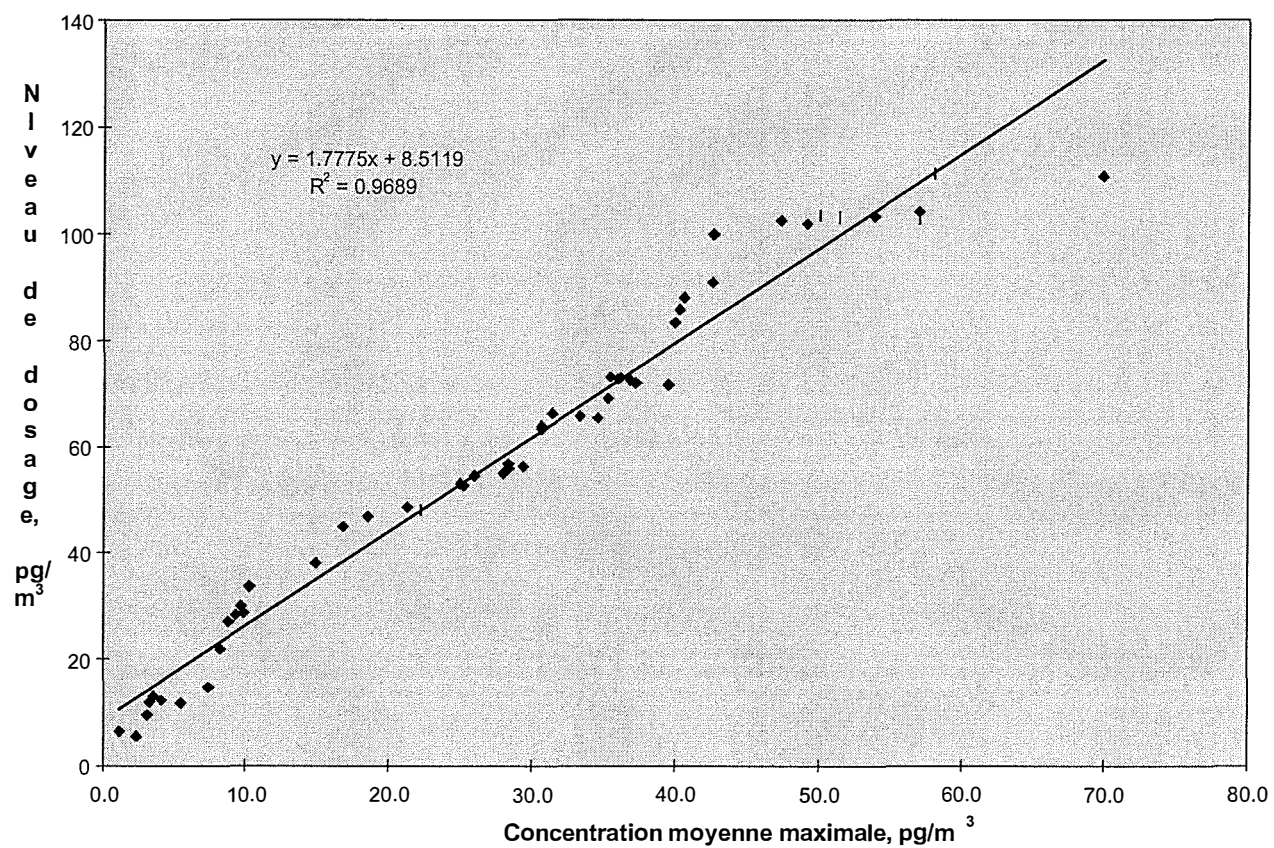


Figure 1 - Schéma de régression pour le niveau de dosage vs la concentration moyenne maximale pour les donnés (toute les donnés)

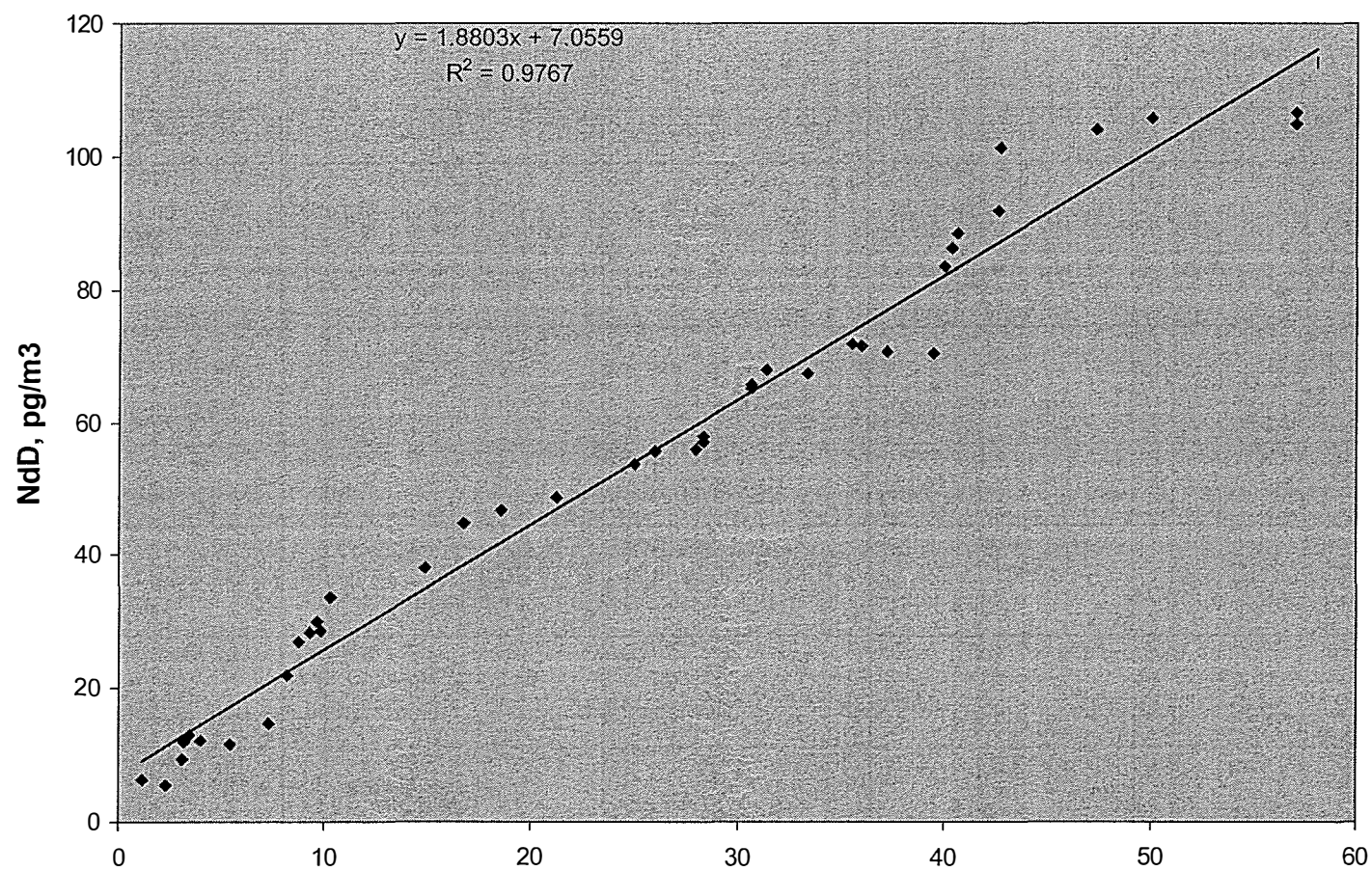


Figure 2 - Schéma de régression pour le niveau de dosage vs la concentration moyenne maximale pour les donnés (les donnés consécutives seulement)

Tableau 1

Sommaire des installations et des émissions de PCDD/PCDF

Installation	Alimentation/ carburant	Contrôle de la pollution	Date d'échantillonnage	EqT des émissions de dioxines, pg/m ³ (@ 11% O ₂)	Référence
Chaudière de récupération n° 1 Usine de pâtes et papiers	liqueur noire 31 kg/seconde	électrofiltre	Fév. 1991	4,5 ; 3,4 ; 1,8	a
Chaudière de récupération n° 2 Usine de pâtes et papiers	liqueur noire 1130 l/min.	électrofiltre	Nov. 1994	2,4 ; 2,8 ; 1,8	a
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides 6,2 t/heure	tour de conditionnement, dépoussiéreur	Mai 1995 Juillet 1997	37,4 ; 41,9 ; 32,4 46,5 ; 91,3 ; 36,2 46,5 ; 51,9 ; 23,5	a
Chaudière de combustion à lit fluidisé	charbon	dépoussiéreur	Avril 1996	4,6 ; 2,0 ; 2,7	a
Incinérateur à lit fluidisé	boue 6,3 t/heure, 5,4 t/heure	dépoussiéreur	Nov./Déc. 1993	4,4 ; 7,8 ; 9,9 21,1 ; 10,2 ; 24,3	a
Lit fluidisé (Usine-pilote)	gravier contaminé par les hydrocarbures	aucun	Déc. 1992	3,3 ; 4,8 ; 4,1	a
Incinérateur de gaz d'enfouissement	gaz d'enfouissement	aucun	Mai 1995	1,6 ; 0,7	a
Four à ciment	huile usagée	électrofiltre	Fév. 1996	4,7 ; 6,2 ; 5,4	b
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides	dépoussiéreur	Nov. 1990	3,0 ; 5,0 ; 1,7	b
Four	peinture	épurateur-laveur	Sept. 1990	23, 33	b
Chaudière électrique	copeaux à brûler	électrofiltre	Mars 1995	38, 34	b
Chaudière de récupération	liqueur noire	électrofiltre	Mars 1995	4,8 ; 2,2	b

Tableau 1 Sommaire des installations et des émissions de PCDD/PCDF (suite)

Installation	Alimentation/carburant	Contrôle de la pollution	Date d'échantillonnage	EqT des émissions de dioxines, pg/m ³ (@ 11% O ₂)	Référence
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides, 120 tonnes par jour	électrofiltre, injection au carbone	Déc. 1996	71,8 ; 67,7 45,1 ; 62,7 35,1 ; 38 ; 6 49,4 ; 48,9 47,1 ; 55,7 29,1 ; 29,7 42,6 ; 29,7 37,6 ; 31,6 22,0 ; 48,6 27,3 ; 23,2 23,4 ; 21,0	c
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides, 400 tonnes par jour	dépoussiéreur	Mars 1991	57 ; 28 ; 36	d (#44)
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides, 105 tonnes par jour	dépoussiéreur	Juillet 1992	28 ; 14 ; 21	d (#150)
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides, 244 tonnes par jour	dépoussiéreur	Fév. 1990	14 ; 71 ; 43	d (#154)
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides, 750 tonnes par jour	dépoussiéreur	Oct. 1993	7 ; 7 ; 14	d (#155)
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets municipaux solides, 460 tonnes par jour	dépoussiéreur	Août. 1990	36 ; 36 ; 28 28 ; 43 ; 50 ; 21	d (#158)
Incinérateur de déchets industriels	liquides, 240 tonnes par jour	laveur à Venturi	Déc. 1993	7 ; 7 ; 14	d (#231)
Incinérateur de déchets industriels	solides, 9 tonnes par jour	tour de filtration, laveur-épurateur	s.o.	71 ; 43 ; 43 ; 43	d (#234)

Tableau 1 **Sommaire des installations et des émissions de PCDD/PCDF (suite)**

Installation	Alimentation/carburant	Contrôle de la pollution	Date d'échantillonnage	EqT des émissions de dioxines, pg/m ³ (@ 11% O ₂)	Référence
Incinérateur de déchets industriels	solides	tour de filtration, laveur-épurateur	s.o.	7 ; 7 ; 14	d (#235)
Incinérateur de déchets industriels	liquides et solides, 176 tonnes par jour	dépoussiéreur par voie humide ionisant	Nov. 1987	43 ; 71	d (#239)
Incinérateur de déchets industriels	liquides, solides et gaz	dépoussiéreur par voie humide ionisant	Juillet 1991 Oct. 1991	28 ; 36 ; 21 21 ; 28 ; 71	d (#252)
Incinérateur de déchets industriels	liquides	dépoussiéreur par voie humide ionisant	Oct. 1987	36 ; 21 ; 28	d (#389)
Incinérateur de déchets industriels	liquides	s.o.	Mai 1993	28 ; 57 ; 28 ; 50 ; 50	d (#398)
Incinérateur de déchets industriels	liquides	dépoussiéreur par voie humide ionisant	Mai 1993	43 ; 21 ; 21 ; 36 ; 36	d (#399)
Chaudière	liquides et solides	électrofiltre	Avril 1992	28 ; 7 ; 14	d (#365)
Chaudière	liquides et solides	électrofiltre	Août 1992	21 ; 14 ; 7	d (#383)
Chaudière	liquides et solides	tour à garnissage	Mars 1993	36 ; 14	d (#401)
Four à ciment	liquides	électrofiltre	Juillet 1992	64 ; 57 ; 50	d (#47)
Four à ciment	liquides	électrofiltre	Sept. 1993	7 ; 7 ; 14 ; 7 ; 7 ; 7	d (#69)
Four à ciment	liquides	dépoussiéreur	Avril 1994	36 ; 43	d (#177)
Four à ciment	liquides	dépoussiéreur	Juin 1992	28 ; 36 ; 28	d (#305)
Four à ciment	liquides et solides	dépoussiéreur	Mars 1992	50 ; 21 ; 21	d (#312)
Four à ciment	liquides	électrofiltre	Août 1993	7 ; 14 ; 21 7 ; 21 ; 7 ; 14	d (#315)
Four à ciment	liquides	s.o.	s.o.	36 ; 21 ; 21	d (#309)
Chaudière	biomasse	électrofiltre	Juin 1988	64 ; 50 ; 28	d (#186)

s.o. = sans objet

a - Données fournies par M. Dominic Cianciarelli, Section de la mesure des sources, Division de la recherche et de la mesure des émissions, Environnement Canada.

b - Données fournies par M. Al Lanfranco de chez A. Lanfranco & Associates Inc.

c - Données fournies par M. John Chandler de chez A.J. Chandler & Associates Ltd et M. Gregor Rigo de chez Rigo & Rigo Associates Inc.

d - Rapport d'étude de l'ASME intitulé *"The Relationship Between Chlorine in Water Streams and Dioxin Emissions from Waste Combustor Stacks"* CRTD - Vol. 36, 1995.

Le chiffre figurant entre parenthèses correspond au numéro d'identification de l'installation attribué dans le rapport.

Tableau 2 Seuils de détection estimés pour les échantillons

CONGÉNÈRE	FET ^a	SEUIL DE DÉTECTION ^b		
		pg/échantillon	EqT, pg/échantillon	EqT, pg/m ³ ^c
2378-TCDD	1	1 à 4	1 à 4	0,3 à 1,3
12378-P5CDD	0,5	2 à 6	1 à 3	0,3 à 1,0
123478-H6CDD	0,1	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123678-H6CDD	0,1	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123789-H6CDD	0,1	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
1234678-H7CDD	0,01	2 à 6	0,02 à 0,06	0,007 à 0,02
OCDD	0,001	4 à 12	0,004 à 0,012	0,001 à 0,004
2378-TCDF	0,1	1 à 4	0,1 à 0,4	0,03 à 0,13
12378-P5CDF	0,05	2 à 6	0,1 à 0,3	0,03 à 0,1
23478-P5CDF	0,5	2 à 6	1 à 3	0,03 à 1
123478-H6CDF	0,1	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123678-H6CDF	0,1	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
234678-H6CDF	0,1	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123789-H6CDF	0,1	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
1234678-H7CDF	0,01	2 à 6	0,02 à 0,06	0,007 à 0,02
1234789-H7CDF	0,01	2 à 6	0,02 à 0,06	0,007 à 0,02
OCDF	0,001	4 à 12	0,004 à 0,012	0,001 à 0,004

^a Facteurs International de toxicity équivalente

^b en supposant que le recovery est de 50% ou plus. LD dépend de la propreté de l'échantillon et des conditions du GC-MS

^c sur la base de 3 M³ par échantillon.

Tableau 3 Données d'émission des dioxines

Installation	Jeu de données d'émission			Moyenne	s_i	s_i^2	df_i	$df_i \times s_i^2$
	Équivalents toxiques, pg/m ³							
Chaudière de récupération n° 1	1.8	3.4	4.5	3.2	1.4	1.8	2	3.7
Chaudière de récupération n° 2	1.8	2.4	2.8	2.3	0.5	0.3	2	0.5
Essai 1 - incinérateur de déchets municipaux solides	32.4	37.4	41.9	37.2	4.8	22.6	2	45.2
Essai 2 - Incinérateur de déchets municipaux solides	36.2	46.5	91.3	58.0	29.3	858.2	2	1716.4
Essai 3 - Incinérateur de déchets municipaux solides	23.5	46.5	51.9	40.6	15.1	227.5	2	454.9
Chaudière de combustion à lit fluidisé	2.0	2.7	4.6	3.1	1.3	1.8	2	3.6
Essai 1 - Incinérateur à lit fluidisé	4.4	7.8	9.9	7.4	2.8	7.7	2	15.4
Essai 2 - Incinérateur à lit fluidisé	10.2	21.1	24.3	18.5	7.4	54.6	2	109.3
Lit fluidisé (Usine-pilote)	3.3	4.1	4.8	4.1	0.8	0.6	2	1.1
Incinérateur de gaz d'enfouissement	0.7	1.6		1.2	0.6	0.4	1	0.4
Four à ciment (pétrole)	4.7	6.2	5.4	5.4	0.8	0.6	2	1.1
Incinérateur de déchets municipaux solides	1.7	3.0	5.0	3.2	1.7	2.8	2	5.5
Four (peinture)	23	33		28.0	7.1	50.0	1	50.0
Chaudière électrique (copeaux à brûler)	34	38		36.0	2.8	8.0	1	8.0
Chaudière de récupération (liqueur noire)	2.2	4.8		3.5	1.8	3.4	1	3.4
Essai 1 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	67.7	71.9		69.8	3.0	8.8	1	8.8
Essai 2 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	45.1	62.7		53.9	12.4	154.9	1	154.9
Essai 3 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	35.1	38.6		36.9	2.5	6.1	1	6.1
Essai 4 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	48.9	49.4		49.2	0.4	0.1	1	0.1
Essai 5 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	47.1	55.7		51.4	6.1	37.0	1	37.0
Essai 6 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	29.1	29.7		29.4	0.4	0.2	1	0.2
Essai 7 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	29.7	42.6		36.2	9.1	83.2	1	83.2
Essai 8 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	31.6	37.6		34.6	4.2	18.0	1	18.0
Essai 9 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	22.0	48.6		35.3	18.8	353.8	1	353.8
Essai 10 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	23.2	27.3		25.3	2.9	8.4	1	8.4
Essai 11 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	21.0	23.4		22.2	1.7	2.9	1	2.9
Incinérateur de déchets municipaux	28	36	57	40.3	15.0	224.3	2	448.7
Incinérateur de déchets municipaux	15.4	18.7	29.8	21.3	7.5	56.9	2	113.8
Incinérateur de déchets municipaux	14	43	71	42.7	28.5	812.3	2	1624.7
Incinérateur de déchets municipaux	7	7	14	9.3	4.0	16.3	2	32.7
Essai 1 - Incinérateur de déchets municipaux solides	28	36	36	33.3	4.6	21.3	2	42.7
Essai 2 - Incinérateur de déchets municipaux solides	21	28	43	35.5	13.3	177.7	3	533.0
Incinérateur de déchets industriels	4.92	9.95	14.2	9.7	4.6	21.6	2	43.2
Incinérateur de déchets Industriels	43	43	43	50.0	14.0	196.0	3	588.0
Incinérateur de déchets industriels	8.23	9.66	10.5	9.9	1.3	1.6	3	4.9

Tableau 3 Données d'émission des dioxines (cont.)

Installation	Jeu de données d'émission Équivalents toxiques, pg/m ³						Moyenne	s _i	s _i ²	df _i	df _i x s _i ²
Incinérateur de déchets industriels	43	71					57.0	19.8	392.0	1	392.0
Essai 1 - Incinérateur de déchets industriels	21	28	36				28.3	7.5	56.3	2	112.7
Essai 2 - Incinérateur de déchets industriels	21	28	71				40.0	27.1	733.0	2	1466.0
Incinérateur de déchets industriels	21	28	36				28.3	7.5	56.3	2	112.7
Incinérateur de déchets industriels	28	28	50	50	57		42.6	13.6	185.8	4	743.2
Incinérateur de déchets industriels	21	21	36	36	43		31.4	9.9	98.3	4	393.2
Chaudière	7.98	13.4	29.0				16.8	10.9	119.1	2	238.2
Chaudière	9.37	11.0	24.3				14.9	8.2	67.1	2	134.2
Chaudière	14	36					25.0	15.6	242.0	1	242.0
Four à ciment	50	57	64				57.0	7.0	49.0	2	98.0
Four à ciment	4.69	5.46	6.32	8.69	9.64	14.6	8.2	3.7	13.3	5	66.6
Four à ciment	36	43					39.5	4.9	24.5	1	24.5
Four à ciment	28	28	36				30.7	4.6	21.3	2	42.7
Four à ciment	21	21	50				30.7	16.7	280.3	2	560.7
Essai 1 - Four à ciment	3.95	7.34	15.20				8.8	5.8	33.3	2	66.6
Essai 2 - Four à ciment	3.58	7.14	11.8	18.6			10.3	6.5	42.1	3	126.3
Four à ciment	21	21	36				26.0	8.7	75.0	2	150.0
Chaudière à biomasse	28	50	64				47.3	18.1	329.3	2	658.7
							Total		6259.8	99	12151.5

^a Double ligne d'échantillonnage; les valeurs de FET ont été recalculés avec 3 chiffres significatifs; s_i = écart-type; df_i = degrés de liberté

$$S_p = \sqrt{(\sum (df_i \times s_i^2) / \sum df_i)}$$

$$\text{Niveau de dosage} = 10 \times S_p$$

Tableau 4 Données d'émissions des dioxines et valeurs moyennes en ordre décroissant

Installation	Jeu de données d'émission					Moyenne ^b	s _i	s _i ²	df _i	df _i x s _i ²	Somme df _i	Somme df _i x s _i ²	s _p	Niveau de dosage
	EqT, pg/m ³					Ordre décroissant								
Essai 1 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	67.7	71.9				69.8	3.0	8.8	1	8.8	99	12152	11.08	111
Essai 2 - Incinérateur de déchets municipaux solides	36.2	46.5	91.3			58.0	29.3	858.2	2	1716.4	98	12143	11.13	111
Incinérateur de déchets industriels	43	71				57.0	19.8	392.0	1	392.0	96	10426	10.42	104
Four à ciment	50	57	64			57.0	7.0	49.0	2	98.0	95	10034	10.28	103
Essai 2 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	45.1	62.7				53.9	12.4	154.9	1	154.9	93	9936	10.34	103
Essai 5 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	47.1	55.7				51.4	6.1	37.0	1	37.0	92	9781	10.31	103
Incinérateur de déchets industriels	43	43	43	71		50.0	14.0	196.0	3	588.0	91	9744	10.35	103
Essai 4 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	48.9	49.4				49.2	0.4	0.1	1	0.1	88	9156	10.20	102
Chaudière à biomasse	28	50	64			47.3	18.1	329.3	2	658.7	87	9156	10.26	103
Incinérateur de déchets municipaux solides	14	43	71			42.7	28.5	812.3	2	1624.7	85	8498	10.00	100
Incinérateur de déchets industriels	28	28	50	50	57	42.6	13.6	185.8	4	743.2	83	6873	9.10	91
Essai 3 - Incinérateur de déchets municipaux solides	23.5	46.5	51.9			40.6	15.1	227.5	2	454.9	79	6130	8.81	88
Incinérateur de déchets municipaux solides	28	36	57			40.3	15.0	224.3	2	448.7	77	5675	8.58	86
Essai 2 - Incinérateur de déchets industriels	21	28	71			40.0	27.1	733.0	2	1466.0	75	5226	8.35	83
Four à ciment	36	43				39.5	4.9	24.5	1	24.5	73	3760	7.18	72
Essai 1 - Incinérateur de déchets municipaux solides	32.4	37.4	41.9			37.2	4.8	22.6	2	45.2	72	3736	7.20	72
Essai 3 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	35.1	38.6				36.9	2.5	6.1	1	6.1	70	3691	7.26	73
Essai 7 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	29.7	42.6				36.2	9.1	83.2	1	83.2	69	3684	7.31	73
Chaudière électrique (copeaux à brûler)	34	38				36.0	2.8	8.0	1	8.0	68	3601	7.28	73
Essai 2 - Incinérateur de déchets municipaux solides	21	28	43	50		35.5	13.3	177.7	3	533.0	67	3593	7.32	73
Essai 9 - Incinérateur de déchets municipaux solides	22.0	48.6				35.3	18.8	353.8	1	353.8	64	3060	6.91	69
Essai 8 - Incinérateur de déchets municipaux solides	31.6	37.6				34.6	4.2	18.0	1	18.0	63	2706	6.55	66
Essai 1 - Incinérateur de déchets municipaux solides	28	36	36			33.3	4.6	21.3	2	42.7	62	2688	6.59	66
Incinérateur de déchets industriels	21	21	36	36	43	31.4	9.9	98.3	4	393.2	60	2646	6.64	66
Four à ciment	28	28	36			30.7	4.6	21.3	2	42.7	56	2253	6.34	63
Four à ciment	21	21	50			30.7	16.7	280.3	2	560.7	54	2210	6.40	64
Essai 6 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	29.1	29.7				29.4	0.4	0.2	1	0.2	52	1649	5.63	56
Essai 1 - Incinérateur de déchets industriels	21	28	36			28.3	7.5	56.3	2	112.7	51	1649	5.69	57
Incinérateur de déchets industriels	21	28	36			28.3	7.5	56.3	2	112.7	49	1536	5.60	56
Four (peinture)	23	33				28.0	7.1	50.0	1	50.0	47	1424	5.50	55
Four à ciment	21	21	36			26.0	8.7	75.0	2	150.0	46	1374	5.46	55
Essai 10 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	23.2	27.3				25.3	2.9	8.4	1	8.4	44	1224	5.27	53
Chaudière	14	36				25.0	15.6	242.0	1	242.0	43	1215	5.32	53
Essai 11 ^a - Incinérateur de déchets municipaux solides	21.0	23.4				22.2	1.7	2.9	1	2.9	42	973	4.81	48

Tableau 4 Données d'émissions des dioxines et valeurs moyennes en ordre décroissant (suite)

Installation	Jeu de données d'émission				Moyenne ^b	s _i	s _i ²	df _i	df _i x s _i ²	Somme df _i	Somme df _i x s _i ²	s _p	Niveau de dosage
	EqT, pg/m ³				Ordre décroissant								
Incinérateur de déchets municipaux solides	15.4	18.7	29.8		21.3	7.5	56.9	2	113.8	41	970	4.87	49
Essai 2 - Incinérateur de lit fluidisé	10.2	21.1	24.3		18.5	7.4	54.6	2	109.3	39	857	4.69	47
Chaudière	7.98	13.4	29.0		16.8	10.9	119.1	2	238.2	37	747	4.49	45
Chaudière	9.37	11.0	24.3		14.9	8.2	67.1	2	134.2	35	509	3.81	38
Essai 2 - Four à ciment	3.58	7.14	11.8	18.6	10.3	6.5	42.1	3	126.3	33	375	3.37	34
Incinérateur de déchets industriels	8.23	9.66	10.5	11.2	9.9	1.3	1.6	3	4.9	30	249	2.88	29
Incinérateur de déchets municipaux solides	4.92	9.95	14.2		9.7	4.6	21.6	2	43.2	27	244	3.01	30
Incinérateur de déchets industriels	7	7	14		9.3	4.0	16.3	2	32.7	25	201	2.83	28
Essai 1 - Four à ciment	3.95	7.34	15.2		8.8	5.8	33.3	2	66.6	23	168	2.70	27
Four à ciment	4.69	5.46	6.32	8.69 9.64 14.6	8.2	3.7	13.3	5	66.6	21	101	2.20	22
Essai 1 - Incinérateur de lit fluidisé	4.4	7.8	9.9		7.4	2.8	7.7	2	15.4	16	35	1.47	15
Four à ciment (pétrole)	4.7	6.2	5.4		5.4	0.8	0.6	2	1.1	14	19	1.18	12
Lit fluidisé - Usine pilote	3.3	4.1	4.8		4.1	0.8	0.6	2	1.1	12	18	1.23	12
Chaudière de récupération (liqueur noire)	2.2	4.8			3.5	1.8	3.4	1	3.4	10	17	1.31	13
Chaudière de récupération n ° 1	1.8	3.4	4.5		3.2	1.4	1.8	2	3.7	9	14	1.24	12
Incinérateur de déchets municipaux solides	1.7	3.0	5.0		3.2	1.7	2.8	2	5.5	7	10	1.20	12
Chaudière de lit fluidisé	2.0	2.7	4.6		3.1	1.3	1.8	2	3.6	5	5	0.95	10
Chaudière de récupération n ° 2	1.8	2.4	2.8		2.3	0.5	0.3	2	0.5	3	1	0.55	6
Incinérateur de gaz d'enfouissement	0.7	1.6			1.2	0.6	0.4	1	0.4	1	0	0.64	6

^a Double ligne d'échantillonnage; les valeurs de FET ont été recalculés avec 3 chiffres significatifs; ^b comme concentration maximale pour s_p; s_i = écart-type; df_i = degrés de liberté; s_p = écart-type totalisé

$$S_p = \sqrt{(\sum (df_i \times s_i^2) / \sum df_i)}$$

$$\text{Niveau de dosage} = 10 \times S_p$$

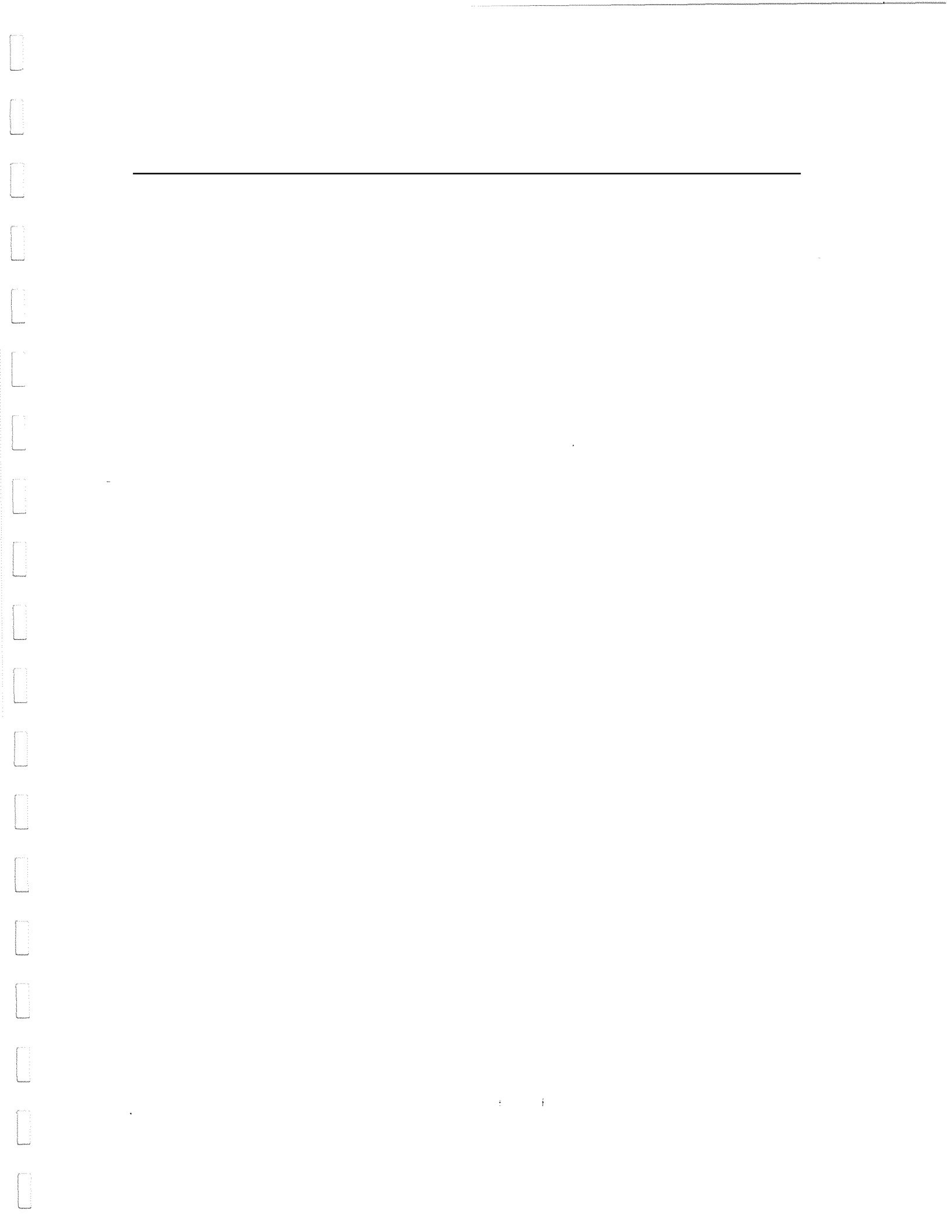
Tableau 5 Données d'émissions d'essais consécutifs des dioxines et valeurs moyennes en ordre décroissant

Installation	Jeu de données d'émission					Moyenne ^b	s _i	s _i ²	df _i	df _i x s _i ²	Somme df _i	Somme df _i x s ²	s _p	Niveau de dosage
	EqT, pg/m ³					Ordre décroissant								
Essai 2 - Incinérateur DMS	36.2	46.5	91.3			58.0	29.3	858.2	2	1716.4	88	11478	11.42	114
Incinérateur de déchets industriels	43	71				57.0	19.8	392.0	1	392.0	86	9762	10.65	107
Four à ciment	50	57	64			57.0	7.0	49.0	2	98.0	85	9370	10.50	105
Incinérateur de déchets industriels	43	43	43	71		50.0	14.0	196.0	3	588.0	83	9272	10.57	106
Chaudière à biomasse	28	50	64			47.3	18.1	329.3	2	658.7	80	8684	10.42	104
Incinérateur DMS	14	43	71			42.7	28.5	812.3	2	1624.7	78	8025	10.14	101
Incinérateur de déchets industriels	28	28	50	50	57	42.6	13.6	185.8	4	743.2	76	6400	9.18	92
Essai 3 - Incinérateur DMS	23.5	46.5	51.9			40.6	15.1	227.5	2	454.9	72	5657	8.86	89
Incinérateur DMS	28	36	57			40.3	15.0	224.3	2	448.7	70	5202	8.62	86
Essai 2- Incinérateur de déchets indust.	21	28	71			40.0	27.1	733.0	2	1466.0	68	4754	8.36	84
Four à ciment	36	43				39.5	4.9	24.5	1	24.5	66	3288	7.06	71
Essai 1 - Incinérateur DMS	32.4	37.4	41.9			37.2	4.8	22.6	2	45.2	65	3263	7.09	71
Chaudière électrique (copeaux à bois)	34	38				36.0	2.8	8.0	1	8.0	63	3218	7.15	71
Essai 2 - Incinérateur DMS	21	28	43	50		35.5	13.3	177.7	3	533.0	62	3210	7.20	72
Essai 1 - Incinérateur DMS	28	36	36			33.3	4.6	21.3	2	42.7	59	2677	6.74	67
Incinérateur de déchets industriels	21	21	36	36	43	31.4	9.9	98.3	4	393.2	57	2634	6.80	68
Four à ciment	28	28	36			30.7	4.6	21.3	2	42.7	53	2241	6.50	65
Four à ciment	21	21	50			30.7	16.7	280.3	2	560.7	51	2198	6.57	66
Essai 1 - Incinérateur de déchets indust.	21	28	36			28.3	7.5	56.3	2	112.7	49	1638	5.78	58
Incinérateur de déchets industriels	21	28	36			28.3	7.5	56.3	2	112.7	47	1525	5.70	57
Four (peinture)	23	33				28.0	7.1	50.0	1	50.0	45	1412	5.60	56
Four à ciment	21	21	36			26.0	8.7	75.0	2	150.0	44	1362	5.56	56
Chaudière	14	36				25.0	15.6	242.0	1	242.0	42	1212	5.37	54
Incinérateur DMS ^b	15.4	18.7	29.8			21.3	7.5	56.9	2	113.8	41	970	4.87	49
Essai 2 - Chaudière de lit fluidisé	10.2	21.1	24.3			18.5	7.4	54.6	2	109.3	39	857	4.69	47
Chaudière ^b	7.98	13.4	29.0			16.8	10.9	119.1	2	238.2	37	747	4.49	45
Chaudière ^b	9.37	11.0	24.3			14.9	8.2	67.1	2	134.2	35	509	3.81	38
Essai 2 ^b - Four à ciment	3.58	7.14	11.8	18.6		10.3	6.5	42.1	3	126.3	33	375	3.37	34
Incinérateur de déchets industriels ^b	8.23	9.66	10.5	11.2		9.9	1.3	1.6	3	4.9	30	249	2.88	29
Incinérateur de déchets industriels ^b	4.92	9.95	14.2			9.7	4.6	21.6	2	43.2	27	244	3.01	30
Incinérateur DMS	7	7	14			9.3	4.0	16.3	2	32.7	25	201	2.83	28
Essai 1 ^b - Four à ciment	3.95	7.34	15.2			8.8	5.8	33.3	2	66.6	23	168	2.70	27
Four à ciment ^b	4.69	5.46	6.32	8.69	9.64 14.6	8.2	3.7	13.3	5	66.6	21	101	2.20	22
Essai 1 - Chaudière de lit fluidisé	4.4	7.8	9.9			7.4	2.8	7.7	2	15.4	16	35	1.47	15
Four à ciment (huile)	4.7	6.2	5.4			5.4	0.8	0.6	2	1.1	14	19	1.18	12

Tableau 5 Données d'émissions d'essais consécutifs des dioxines et valeurs moyennes en ordre décroissant (suite)

Installation	Jeu de données d'émission			Moyenne ^b	s_i	s_i^2	df_i	$df_i \times s_i^2$	Somme df_i	Somme $df_i \times s_i^2$	s_p	Niveau de dosage
	EqT, pg/m ³			Ordre décroissant								
Chaudière de lit fluidisé	3.3	4.1	4.8	4.1	0.8	0.6	2	1.1	12	18	1.23	12
Chaudière de récupération (liqueur noire)	2.2	4.8		3.5	1.8	3.4	1	3.4	10	17	1.31	13
Chaudière de récupération # 1	1.8	3.4	4.5	3.2	1.4	1.8	2	3.7	9	14	1.24	12
Incinérateur DMS	1.7	3.0	5.0	3.2	1.7	2.8	2	5.5	7	10	1.20	12
Chaudière de lit fluidisé	2.0	2.7	4.6	3.1	1.3	1.8	2	3.6	5	5	0.95	10
Chaudière de récupération # 2	1.8	2.4	2.8	2.3	0.5	0.3	2	0.5	3	1	0.55	6
Incinérateur de gaz d'enfouissement	0.7	1.6		1.2	0.6	0.4	1	0.4	1	0	0.64	6

^a Double ligne d'échantillonnage; les valeurs de FET ont été recalculés avec 3 chiffres significatifs; ^b comme concentration maximale pour s_p ; s_i = écart-type; df_i = degrés de liberté; s_p = écart-type totalisé



Sommaire

Dans cette étude on détermine la variabilité de l'analyse de l'HCB et des PCDD/PCDF dans les lignes d'échantillonnage artificiellement traitées de même que dans les cendres volantes recueillies des incinérateurs de déchets municipaux et de déchets médicaux, des fours à ciment et des usines de frittage. Le niveau de dosage est déterminé comme étant 10 fois l'écart type des mesures. Un écart type combiné des lignes d'échantillonnage artificiellement traitées et des cendres volantes a été utilisé. **Pour l'HCB, le NdD a été estimé comme étant 6 ng /m³.** Le niveau de dosage des PCDD/PCDF a été déterminé comme étant 16 pg/m³ (EqT).

Introduction

Les produits dérivés des produits chimiques commerciaux, l'incinération, les usines de pâtes et papiers pratiquant le blanchiment au chlore, de même que les incendies et les déversements accidentels impliquant des biphényles polychlorés constituent les principaux facteurs de l'entrée dans l'environnement des dibenzoparadioxines polychlorées et des dibenzofurannes polychlorés (PCDD/PCDF ou dioxines) ⁽¹⁾. Dans le cadre d'une récente étude, on estimait à 300 kg/an le niveau d'émission annuel mondial de PCDD/PCDF provenant des principales sources industrielles ⁽²⁾. Selon l'inventaire des rejets de dioxines d'Environnement Canada, environ 290g d'équivalents toxiques (EqT) ont été rejetés dans l'atmosphère canadienne en 1997⁽³⁾. Selon l'inventaire, les incinérateurs de déchets municipaux, la combustion de bois à chauffage, les usines de frittage et la production de l'acier et la combustion de bois imbibé de sel constitueraient les principales sources industrielles de rejets.

Environnement Canada a déclaré que les PCDD/PCDF étaient des substances toxiques aux termes de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE). Une substance est jugée toxique si elle a un effet sur l'environnement et/ou qu'elle constitue un danger pour la vie ou la santé humaine.

Publiée en juin 1995, la *Politique de gestion des substances toxiques* (PGST) fournit un cadre décisionnel scientifique pour la gestion efficace des substances toxiques. Les principaux objectifs de gestion sont les suivants :

- a) l'élimination virtuelle de l'environnement des substances toxiques qui résultent principalement de l'activité humaine et qui sont persistantes et bioaccumulables (substances de la voie 1);
- b) la gestion des autres substances toxiques et des substances préoccupantes pendant tout leur cycle de vie afin d'empêcher ou de minimiser leur rejet dans l'environnement (substances de la voie 2).

Des rapports d'évaluation publiés par Environnement Canada ont permis de conclure que les PCDD/PCDF répondaient à l'ensemble des critères des substances de la voie 1⁽⁴⁾.

On définit le niveau de dosage comme la plus faible concentration pouvant être mesurée avec un degré précis de confiance. Toute mesure inférieure au niveau de dosage peut ne pas être mesurable en toute fiabilité. Le niveau de dosage devrait par conséquent être utilisé comme référence pour aider à établir un objectif d'élimination virtuelle.

La ligne directrice recommandée par le *American Chemical Society's Committee on Environmental Improvement*⁽⁶⁾ a été choisie pour déterminer le niveau de dosage. Cette ligne directrice a aussi été recommandée par l' *American Society for Testing and Materials* ⁽⁶⁾. Le NdD se calcule comme suit :

$$\text{niveau de dosage} = 10 \times \sigma$$

où σ est estimé comme s, l'écart-type (ET) des mesures répétées d'une substance à analyser à une concentration proche du seuil de détection (SdD). Pour faire une mesure au niveau de dosage, l'incertitude est $\pm 30\%$ ($10\sigma \pm 3\sigma$) à un niveau de confiance de 99%. Le 10σ est pour s'assurer qu'une mesure plus grande que cette valeur est certainement plus grande que 3σ , le niveau de détection.

Le 27 juin 1996 se tenait à Hull un atelier portant sur le niveau de dosage des dioxines en vertu de la PGST auquel ont assisté des scientifiques d'organismes industriels et gouvernementaux. Les intervenants à cet atelier ont choisi de définir le NdD comme étant $10s$ and ont suggéré que les niveaux de dosage pour les sources de combustion puissent être établis en évaluant la variabilité dans le cadre de l'analyse des cendres volantes provenant de diverses sources de combustion et de lignes d'échantillonnage artificiellement traitées et de données existantes d'analyses des émissions, si possible⁽⁷⁾.

Deux études ont donc été entreprises, l'une pour déterminer le niveau de dosage par la mesure de la variation des analyses dans les lignes d'échantillonnage artificiellement traitées, ainsi que dans les cendres volantes provenant d'un nombre d'usines. Les résultats de cette étude se trouvent dans la Partie 2 de ce rapport. La deuxième étude portant sur les émissions de dioxines produites au cours des dernières années ont également été utilisées pour estimer un niveau de dosage visant à mesurer les dioxines contenues dans les émissions de cheminée. Les résultats de cette étude se trouvent dans la Partie 1 de ce rapport

Dans l'ensemble du présent rapport, les concentrations de dioxines sont exprimées sous forme d'équivalents toxiques 2,3,7,8-TCDD en utilisant les facteurs internationaux d'équivalence de toxicité (FEqT-I)⁽⁸⁾.

2 Essais

Cinq échantillons de cendres volantes qui ont été ramassées par la division de l'air et inventaires du bureau de la protection de l'environnement de la région de l'Ontario font partie de cette étude. Toutes les échantillons des lignes artificiellement traitées et des cendres volantes ont été analysés pour les PCDD/PCDF et HCB au laboratoire de la division de l'air et la qualité de l'air au centre de technologie environnementale (CTE) d'Environnement Canada.

Avant l'extraction au toluène, on a ajouté aux échantillons de 1 à 2 ng de 9^{13}C_{12} isotopes des substituts de PCDD/PCDF et 500 ng de $^{13}\text{C}_6$ isotope de HCB. Après l'extraction, les concentrés des échantillons sont filtrés à travers du sulfate de sodium et ensuite réduits en un petit volume à l'aide d'un évaporateur rotatif. Chaque concentré passe ensuite par une colonne de silice pour enlever toute interférence, suivi d'une colonne d'aluminium de base pour séparer le HCB des PCDD/PCDF. La solution qui contient le HCB a été réduite à un volume final de 0,5 ml pour l'analyse au moyen d'une chromatographie à phase gazeuse et d'une spectroscopie de masse (CG-SM); la solution de PCDD/PCDF a été réduite à un volume final de 0,02 mL pour l'analyse au moyen d'une chromatographie à phase gazeuse et d'une spectroscopie de masse à haute résolution. Les composés cibles ont été quantifiés au moyen d'un solution standard de référence (dilution à l'isotope). Les procédés analytiques pour le HCB et PCDD/PCDF sont documentés ailleurs ^(10,11).

Pour l'analyse des PCDD/PCDF, la somme des FEqT a été calculée par la somme des 17 congénères toxiques qui ont des atomes de chlore substitués aux positions 2,3,7 et 8. Chaque FEqT a été obtenu en multipliant la concentration de chaque congénère par son facteur de toxicité correspondant. L'écart type de la somme des Teq des mesures répétées a été ensuite déterminé. Cet approche est différente de celle de la somme des variances proposée à l'atelier sur le NdD. Cette méthode aurait produit un écart type s plus bas à cause de la covariance des congénères.

Lignes d'échantillonnage de référence

Avec l'aide de l'équipe chargée de l'échantillonnage des sources du Centre de technologie environnementale, 10 lignes d'échantillonnage MM-5 modifiées ont été assemblées dans le laboratoire suivant la méthode de référence en vue d'essais aux sources (Rapport SPE 1/RM/2)⁽⁷⁾ exception faite qu'aucune sonde n'a été utilisé. On a procédé à la vérification des lignes pour les composés cibles en analysant les produits de rinçage dissolvants contenus dans chaque jeu de canalisation de verre constituant la ligne d'échantillonnage. Le filtre de fibre de verre téflonisé et la résine absorbante XAD2 (30 g) de chaque ligne d'échantillonnage ont été artificiellement traités avec 0,5

ml de la solution de traitement artificiel avant l'assemblage. Les concentrations de PCDD/PCDF et d'HCB contenues dans la solution de traitement artificiel figurent au **Tableau 1**. Une fois l'assemblage terminé, le porte-filtre a été chauffé à 100° C et une petite quantité d'air (~0,5 cm³) a été injectée dans chaque ligne d'échantillonnage. Cette quantité d'air passerait normalement au travers d'une ligne d'échantillonnage de référence durant un essai d'étanchéité. Les échantillons de la ligne ont ensuite été récupérés en utilisant la méthode de référence. Les composantes de la ligne d'échantillonnage, y compris le filtre, la XAD, le glycol et les produits de rinçage dissolvants du porte-filtre, le condenseur, les impacteurs et tous les connecteurs de verre ont été combinés en un échantillon aux fins de l'analyse.

Cendres volantes

Environ un kilogramme de cendres volantes ont été recueillies dans le dépoussiéreur de chacune des quatre installations choisies : incinérateur de déchets municipaux solides, incinérateur de déchets médicaux, four à ciment et usine de frittage. Les renseignements concernant les installations et l'alimentation sont résumés au **Tableau 2**. Tous les échantillons de cendres reçus, présentant une uniformité pour ce qui est de la taille des particules, ont été davantage mélangés afin d'en améliorer l'homogénéité. On a procédé à l'examen d'une aliquote de chaque échantillon pour découvrir des composés cibles. On a ensuite déterminé une taille d'échantillon appropriée afin que la quantité de 2,3,7,8-TCDD et d'HCB dans chaque aliquote ne dépasse pas 10 fois les seuils de détection estimés. Comme des concentrations parmi les substituants des congénères dans les positions 2,3,7,8 outrepassaient les seuils de plus de 10 fois dans un échantillon de cendres, on a par conséquent anticipé que certains congénères dépasseraient de plus de 10 fois le seuil de détection estimé. En raison de l'absence d'HCB dans les cendres, chaque échantillon a été artificiellement traité à l'aide de 30 ng d'HCB avant l'extraction. Chaque échantillon de cendres volantes a été traité et analysé à dix reprises.

En raison de la concentration élevée de dioxines dans l'échantillon médical de cendres volantes, un échantillon d'un mg a été suffisant pour la détection. Afin de veiller à ce que les échantillons soient représentatifs en quantités si infimes, des cendres volantes médicales ont été diluées en étant mélangées à de la silice à un rapport de 1:1000. Ainsi, un gramme de l'échantillon mixte de silice/cendres équivaldrait à un mg de l'échantillon de cendres original.

Deux échantillons de cendres ont été prélevés lorsque le four à ciment brûlait des déchets de solvant chloré dans le cadre de deux conditions de fonctionnement. L'échantillon n° 1 provient du dépoussiéreur de dérivation alors que le chlorure métallique alcalin a été prélevé du procédé dans le dérivateur alcalin. Cet échantillon de cendres a été artificiellement traité à l'aide de dioxines en raison de l'absence de

plusieurs congénères cibles. L'échantillon n° 2 recueilli dans le principal dépoussiéreur durant des conditions de fonctionnement normales renfermait d'importantes quantités de dioxines.

Les mêmes méthodes ont été appliquées à l'analyse des dioxines et de l'HCB retrouvés dans les cendres volantes et les lignes d'échantillonnage, exception faite que les échantillons de cendres volantes ont été traités au moyen d'une fois normale de chlorure d'hydrogène avant l'extraction de toluène.

3 Résultats et discussion

Lignes d'échantillonnage artificiellement traitées

Les résultats analytiques de l'HCB et des dioxines dans les 10 lignes d'échantillonnage artificiellement traitées figurent respectivement aux **Tableaux 3 et 4**. Les écarts types pour le HCB et dioxines sont respectivement de 1,6 ng et 1,8 pg par échantillon. Les concentrations rapportées de composés cibles concordaient avec les quantités artificiellement traitées exception faite que les 1,2,3,4,6,7,8-H7CDF, les 1,2,3,4,6,7,8-H7CDD et les OCDD ont été rejetés en raison d'un problème de contamination. L'éthylène glycol d'un contenant spécifique, qui remplissait les impacteurs a été reconnu comme la principale source de contamination. Puisque la quantité traitée de ces congénères représente seulement 0.3% du total FET, l'effet de cette élimination sur la variabilité est non-significatif. La raison pour laquelle on traite artificiellement une quantité équivalente à 5 à 10 fois le seuil de détection pour l'étude est de s'assurer que les concentrations de composés cibles ne soient pas inférieures au seuil de détection dans le cas d'une faible récupération. Les valeurs estimées pour les limites de détection basées sur des méthodes de référence analytiques et une performance acceptable sont résumés dans le Tableau 1.

Cendres provenant des incinérateurs de déchets municipaux

Chacun des 10 échantillons subdivisés a été traité artificiellement au moyen de 30 ng d'HCB. Tel qu'indiqué au **Tableau 5**, un écart-type relatif 1,16 % est sensiblement faible comparativement au 5,38 % pour les lignes d'échantillonnage artificiellement traitées. En fait, l'écart-type de 0,375 ng est la plus faible valeur parmi tous les échantillons, y compris la ligne d'échantillonnage et les cendres.

On a utilisé un échantillon de faible taille (0,5 g) afin que la concentration de 2,3,7,8-TCDD et de possiblement plusieurs autres congénères ne dépasse pas 10 fois le seuil de détection. Cependant, la majeure partie des 17 substituants des congénères dans

les positions 2,3,7,8 étaient plus élevés que 10 fois le seuil de détection en raison du profil de dioxines inhérent dans les cendres. On a rejeté une des dix analyses répétées (CD-721) parcequ'elle contenait des quantités anormales de P₅CDFs, H₆CDFs et H₇CDFs. La variation FEqT de cet échantillon comparée à la moyenne est plus grande que 3s de toutes les cendres volantes examinées. Après instigation, il a été conclu que l'ampoule réutilisée pour l'échantillonnage était la source de la contamination. Ces données n'ont donc pas été incluses dans les calculs statistiques. La variation des FEqT et des congénères individuels sont présentés dans le Tableau 6.

Cendres provenant des incinérateurs de déchets médicaux

Une quantité de 30 ng d'HCB a été artificiellement traitée et injectée dans chacun des échantillons de un g. de silice et de cendres. Les résultats statistiques sont présentés au **Tableau 7**. L'écart type relatif de 2,55 % est plus élevé que pour les cendres de déchets municipaux, mais inférieur aux lignes d'échantillonnage artificiellement traitées.

La concentration de dioxines dans les cendres de déchets médicaux, soit 500 fois plus importante que celle retrouvée dans les déchets municipaux, était la plus élevée parmi les cendres étudiées. Les cendres ont par conséquent été diluées en étant mélangées à de la silice suivant un ratio de 1:1000. Cet échantillon dilué a été présumé homogène à 1 g d'aliquote. L'écart type relatif de 4,2% est comparable à celui d'autres cendres, ce qui suggère que l'homogénéité de ce groupe est adéquate. Des données analytiques incluant les moyennes et les écarts types figurent aux **Tableau 8**.

Cendres provenant des fours à ciment

Deux échantillons de cendres provenant d'un four à ciment brûlant des solvants chlorés ont été choisis pour l'étude. Seul un échantillon (n° 2) a été traité artificiellement à l'aide d'HCB et analysé pour trouver de cette substance. Les résultats résumés au **Tableau 9** démontrent que l'écart type relatif (ETR) est de 3,5%.

En raison de la différence dans la concentration de dioxines, un échantillon de 5 g a été utilisé pour l'échantillon n° 1 par opposition à 2 g pour l'échantillon n° 2. On peut trouver les concentrations et les données statistiques pour ces deux échantillons dans les **Tableaux 10 à 11**. La faiblesse relative de l'écart-type pour la somme des équivalents toxiques et les congénères de l'échantillon n° 1 s'explique probablement en raison du faible niveau de dioxines. La somme des équivalents toxiques pour l'échantillon n° 1 est inférieure à 1/3 de l'échantillon n° 2 alors que les valeurs de l'écart-type relatif sont plus élevés pour l'échantillon n° 1 (4,1% vs 2,8%).

Cendres provenant d'une usine de frittage

Les résultats des 10 échantillons traités artificiellement au moyen d'HCb ont été subdivisés en deux groupes. On a constaté que les concentrations de HCB dans ces deux groupes sont différentes. Après examen du record du processus d'échantillonnage et de la calibration du GC-MS, il a été conclu qu'un des deux groupes a été traité par erreur avec 20 ng à la place de 30 ng de HCB. Sur ce, la variabilité a été calculée séparément pour chacun des groupes d'échantillons, comme il apparaît au Tableau 12.

En ce qui a trait à l'analyse des dioxines, l'écart-type de la somme des équivalents toxiques est très proche des cendres provenant des déchets municipaux et des déchets médicaux. Comme pour la plupart des autres cendres, le principal facteur de contribution en FEQT était le 2,3,4,7,8-P₅CDF en raison de sa concentration relativement élevée et de son haut facteur d'équivalence de la toxicité. Au total, neuf congénères affichent une concentration moyenne supérieure à 10 fois le seuil de détection dans un échantillon de 2 g. Les données analytiques figurent au **Tableau 13**.

Récupération des substituts

La récupération des substituts de dioxines et HCB identifiés ¹³C₁₂ pour les échantillons artificiellement traités et les cendres volantes apparaissent au tableau 14. En général, la récupération des substituts des dioxines est entre 50 et 80%. La récupération du ¹³C₆-HCB des cendres provenant de l'usine de frittage et des incinérateurs municipaux sont les plus basses, mais proche du critère d'acceptabilité de 30%. L'usage des substituts pour la correction de la récupération, comme spécifié dans les méthodes de référence, a certainement réduit considérablement la variabilité due à l'analyse.

4 Conclusion

La concentration moyenne et s pour le HCB dans les échantillons artificiellement traités et les cendres volantes apparaissent au tableau 15. L'écart type des échantillons artificiellement traités est de 1,6 ng/échantillon. Il varie entre 0,4 et 1,1 pour les cendres volantes avec un écart type totalisé (s_p) de 0,76 ng/échantillon. L'écart type relatif pour les échantillons artificiellement traités (5,4%) est aussi le plus élevé de toutes les cendres volantes qui ont été analysés. Probablement, ceci est dû à la volatilité du HCB et les étapes supplémentaires nécessaires pour la récupération du HCB des échantillons artificiellement traités. L'écart type combiné (s) pour les échantillons artificiellement traités et les cendres volantes est de 1,77 ng/échantillon. **Le NdD pour le HCB mesuré est donc** estimé à 17,7 ng/échantillon ou **5,6 ng/m³** pour un échantillon d'émission de 3 m³ (normalement, 3 à 4 m³ sec standard de gaz sont collectés pour chaque essai).

La moyenne et (s) pour les PCDD/PCDF dans les échantillons artificiellement traités et les cendres volantes sont résumés au tableau 16. Des cinq cendres volantes considérées, quatre ont un s comparable entre 4,3 et 5,0 pg/échantillon, malgré que la concentration varie entre 69 et 181 pg/échantillon. FEqT et s pour les cendres n° 1 du four à ciment sont presque la moitié de la quantité moyenne. On doit noter que l'ETR pour ces cendres est 4,1%, ce qui n'est pas de beaucoup différent de la moyenne qui est 4,5%. ETR des cinq cendres volantes varie entre 3 à 6%. Ceci veut indiquer que la répétitivité des mesures pour les cendres volantes est similaire. s pour les échantillons artificiellement traités et les cendres volantes (totalisés) est de 1,8 et 4,2 pg/échantillon. Par conséquent un écart type combiné serait de 4,67 pg/échantillon. En calculant le NdD comme étant $10s$, le NdD estimé est de 46,7 pg/échantillon ou 15,6 pg/m³, pour un échantillon de 3 m³.

Références :

- 1) Environnement Canada / Santé et bien-être social Canada, *Liste des substances d'intérêt prioritaire, rapport d'évaluation - Dibenzodioxines polychlorées et dibenzofurannes polychlorés*, 1990.
- 2) Brzuzy L.P. and R.A. Hites, Environ. Sci. Technol., 1996, vol 30, no. 6, p. 1797.
- 3) Environnement Canada, LCPE-CCFP, *Inventaire des rejets de dioxines et furannes et hexachlorobenzène*, rapport, janvier 1999.
- 4) Environnement Canada, *Justification scientifique, Hexachlorobenzène, Substance candidate pour la gestion de la voie 1 dans le cadre de la Politique de gestion des substances toxiques*, mars 1997.
- 5) Environnement Canada, *Justification scientifique, Dibenzoparadioxines polychlorées et dibenzofurannes polychlorés, Substances candidates pour la gestion de la voie 1 dans le cadre de la Politique de gestion des substances toxiques*, mars 1997.
- 6) Keith, L.H., et al, Analytical Chemistry, 1983, vol 55, no. 14, p. 2217.
- 7) ASTM, "Standard Practice for Determination of a Pooled Limit of Quantitation", D6259-98, July 1998.
- 8) Environment Canada, Proceedings, "Workshop on LOQ for Dioxins and Furans under the Toxic Substance Management Policy", July 1996.
- 9) NATO Committee on the Challenges of Modern Society, "International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) Method of Risk Assessment for Complex Mixture of Dioxins and Related Compounds", NATO-CCMS Report No. 176, 1988.
- 10) Environnement Canada, *Méthode de référence pour le dosage des polychlorodibenzo-para-dioxines (PCDD) et des polychlorodibenzofurannes (PCDF) dans les effluents des usines de pâtes et papiers*, Rapport SPE 1/RM/19, février 1992.
- 11) Environment Canada, Determination of LOQ for HCB in Selected Solvents, Sept. 1997, Draft Report, ETC, AAQD.
- 12) Environnement Canada, *Méthode de référence en vue d'essais aux sources*, Rapport SPE 1/RM/2, juin 1989.

Tableaux

Tableau 1 Solution de traitement artificiel et seuils de détection

CONGÉNÈRE	FET	CONC. pg/ml	QUANTITÉ ARTIFICIELLEMENT TRAITÉE pg/échantillon	SEUIL DE DÉTECTION		
				pg/échantillon	EqT, pg/échantillon	EqT, pg/m ³ *
2378-TCDD	1	20	10	1 à 4	1 à 4	0,3 à 1,3
12378-P5CDD	0,5	40	20	2 à 6	1 à 3	0,3 à 1,0
123478-H6CDD	0,1	40	20	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123678-H6CDD	0,1	40	20	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123789-H6CDD	0,1	40	20	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
1234678-H7CDD	0,01	40	20	2 à 6	0,02 à 0,06	0,007 à 0,02
OCDD	0,001	80	40	4 à 12	0,004 à 0,012	0,001 à 0,004
2378-TCDF	0,1	20	10	1 à 4	0,1 à 0,4	0,03 à 0,13
12378-P5CDF	0,05	40	20	2 à 6	0,1 à 0,3	0,03 à 0,1
23478-P5CDF	0,5	40	20	2 à 6	1 à 3	0,03 à 1
123478-H6CDF	0,1	40	20	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123678-H6CDF	0,1	40	20	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
234678-H6CDF	0,1	40	20	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
123789-H6CDF	0,1	40	20	2 à 6	0,2 à 0,6	0,07 à 0,2
1234678-H7CDF	0,01	40	20	2 à 6	0,02 à 0,06	0,007 à 0,02
1234789-H7CDF	0,01	40	20	2 à 6	0,02 à 0,06	0,007 à 0,02
OCDF	0,001	80	40	4 à 12	0,004 à 0,012	0,001 à 0,004
Hexachlorobenzène		60 ng/ml	30 ng/échantillon	3 à 6 ng/échantillon		

* sur la base de 3 M³ par échantillon.

Tableau 2 Sommaire des installations pour les échantillons de cendres

Installation	Alimentation/ Production	Chambre de combustion	Récupération de chaleur	Contrôle de la pollution	Emplacement d'échantillonnage	Date d'échantillonnage
Incinérateur de déchets médicaux	déchets solides 13 t/jour	1093 °C	chaudière et économiseur	dépoussiéreur, dépoussiéreur par voie humide	dépoussiéreur	Fév.1997
Incinérateur de déchets municipaux solides	déchets solides 400 t/jour	>1000 °C	chaudière et économiseur	dépoussiéreur, injection de chaux	dépoussiéreur	Sept. 1996
Cendres du four à ciment n° 1 (dérivateur alalin)	production de clinker <4300 t/jour (brûlage de solvants chlorés)	>900 °C	aucun	tour de conditionnement, dépoussiéreur	dépoussiéreur	Juin 1996
Cendres du four à ciment n° 2 (éjection primaire)	production de clinker <4300 t/jour (brûlage de solvants chlorés)	>1200 °C	aucun	électrofiltre, tour de conditionnement, époussiéreur	dépoussiéreur	Juin 1996
Usine de frittage	production de sinter 1200 t/jour	1300 à 1480 °C	aucun	laveur à Venturi, séparateur à cyclone	séparateur à cyclone	Déc. 1996

Tableau 3 Hexachlorobenzène dans les lignes artificiellement traitées

Identification de l'échantillon	CD- 297	CD- 298	CD- 301	CD- 302	CD- 303	CD- 305	CD- 306	CD- 307	CD- 310	CD- 311	Moyenne ng	Écart-type ng	Écart-type relatif %
Ajout d'HCb (ng)	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0			
Total d'HCb (ng)	28,1	27,5	28,3	30,1	30,1	30,9	29,9	29,2	29,6	33,1	29,7	1,598	5,38

Tableau 4 Dioxines dans les lignes artificiellement traitées

CONGÉNÈRE	FET	CD-297 Pg	CD-298 Pg	CD-301 Pg	CD-302 Pg	CD-303 Pg	CD-305 Pg	CD-306 Pg	CD-307 Pg	CD-310 Pg	CD311 Pg	Moyenne Pg	Écart-type Pg	Écart-type relatif %
2378-TCDD	1	9,8	8,8	11,0	10,0	8,8	9,2	9,2	8,8	9,0	8,4	9,3	0,767	
12378-P5CDD	0,5	20,4	20,4	20,2	21,2	18,6	21,6	20,8	19,6	19,6	18,8	20,1	0,976	
123478-H6CDD	0,1	20,6	20,0	19,6	23,4	18,6	20,6	20,4	22,0	19,0	20,2	20,4	1,401	
123678-H6CDD	0,1	24,0	22,0	25,2	25,2	19,8	21,4	23,6	23,0	19,8	20,0	22,4	2,121	
123789-H6CDD	0,1	24,6	23,6	24,4	24,4	22,0	23,4	23,4	22,6	23,4	22,8	23,5	0,844	
1234678-H7CDD	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
OCDD	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2378-TCDF	0,1	10,6	9,8	10,4	10,8	9,2	9,8	10,2	10,4	9,6	9,6	10,0	0,515	
12378-P5CDF	0,05	25,2	24,8	23,6	26,6	23,2	23,4	24,2	24,6	24,2	24,8	24,5	0,998	
23478-P5CDF	0,5	15,4	16,0	16,6	17,6	15,2	17,0	16,0	17,8	17,6	16,8	16,6	0,929	
123478-H6CDF	0,1	20,2	21,4	19,6	20,8	20,8	19,2	20,4	20,4	18,8	20,8	20,2	0,810	
123678-H6CDF	0,1	20,0	19,2	18,6	21,0	17,8	20,6	19,2	19,4	18,4	18,8	19,3	0,994	
234678-H6CDF	0,1	20,2	20,4	21,6	23,0	18,4	21,2	21,4	20,6	20,8	19,8	20,7	1,215	
123789-H6CDF	0,1	19,0	19,2	18,2	21,6	17,0	20,0	19,8	19,0	20,6	18,6	19,3	1,287	
1234678-H7CDF*	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1234789-H7CDF	0,01	18,0	16,2	15,2	17,0	14,8	20,2	17,6	15,0	18,0	17,0	16,9	1,674	
OCDF	0,001	47,4	45,6	48,0	48,6	39,8	42,4	31,6	42,0	43,0	47,4	43,6	5,164	
SOMME DES ÉQUIVALENTS TOXIQUES		45,11	44,01	46,54	47,97	41,41	45,53	44,86	44,66	44,07	42,72	44,69	1,84	4,1

* Exclue pour cause de contamination

Tableau 5 Hexachlorobenzène dans les cendres volantes provenant des incinérateurs de déchets municipaux

Identification de l'échantillon	CD- 713	CD- 714	CD- 715	CD- 716	CD- 717	CD-719	CD- 720	CD- 721	CD- 722	CD- 723	Moyenne ng	Écart-type ng	Écart-type relatif %
Taille de l'échantillon (g)	0,50	0,50	0,51	0,50	0,50	0,50	0,50	0,51	0,50	0,51			
Ajout d'HCB (ng)	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0			
HCB (ng/g)	65,2	65,8	62,7	64,4	64,4	63,2	64,8	63,7	65,4	63,7			
Total d'HCB (ng)	32,6	32,9	32,0	32,2	32,2	31,6	32,4	32,5	32,7	32,5	32,4	0,38	1,16

Tableau 6 Dioxines dans les cendres volantes provenant des incinérateurs de déchets municipaux

CONGÉNÈRE	FET	CD-713 pg/g	CD-714 pg/g	CD-715 pg/g	CD-716 pg/g	CD-717 pg/g	CD-719 pg/g	CD-720 pg/g	CD-722 pg/g	CD-722 pg/g	Moyenne pg/g	Écart-type pg/g	Écart-type relatif %
2378-TCDD		20,4	20,4	16,9	16,4	20,0	15,6	18,4	28,0	17,3	19,3	3,73	
12378-P5CDD		46,8	47,6	47,1	46,8	46,8	46,0	45,6	52,8	47,1	47,4	2,11	
123478-H6CDD		35,2	33,2	32,2	34,4	32,8	31,2	38,4	36,8	31,8	34,0	2,42	
123678-H6CDD		62,0	62,8	58,4	62,4	58,8	61,6	65,6	65,2	60,4	61,9	2,5	
123789-H6CDD		92,0	87,6	82,8	88,0	82,4	86,0	90,8	93,2	83,5	87,4	4,03	
1234678-H7CDD		451	461	429	406	423	448	496	472	433	447	27,4	
OCDD		1402	1433	1286	1288	1229	1385	1572	1495	1318	1379	110,4	
2378-TCDF		61,2	61,7	56,2	58,5	58,8	60,3	58,8	64,1	60,0	60,0	2,26	
12378-P5CDF		102	102	92,6	89,6	93,2	91,2	89,2	102	95,3	95,2	5,33	
23478-P5CDF		117	112	113	110	122	107	108	123	110	114	5,76	
123478-H6CDF		244	243	229	228	234	236	247	260	237	240	10,04	
123678-H6CDF		128	127	118	121	122	124	126	133	124	125	4,51	
234678-H6CDF		137	137	131	132	136	141	142	144	140	138	4,49	
123789-H6CDF		13,6	10,0	9,4	15,2	12,0	10,8	11,6	11,6	11,8	11,8	1,76	
1234678-H7CDF		489	484	454	450	445	474	501	508	482	476	22,47	
1234789-H7CDF		48,8	46,0	40,0	41,2	41,6	42,0	47,6	45,6	41,6	43,8	3,19	
OCDF		218	208	190	191	183	200	210	217	199	202	12,38	
		Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	
2378-TCDD	1	10,2	10,2	8,45	8,20	10,0	7,80	9,20	14,0	8,65	9,63	1,86	
12378-P5CDD	0,5	23,4	23,8	23,6	23,4	23,4	23,0	22,8	26,4	23,6	23,7	1,06	
123478-H6CDD	0,1	17,6	16,6	16,1	17,2	16,4	15,6	19,2	18,4	15,9	17,0	1,21	
123678-H6CDD	0,1	31,0	31,4	29,2	31,2	29,4	30,8	32,8	32,6	30,2	31,0	1,25	
123789-H6CDD	0,1	46,0	43,8	41,4	44,0	41,2	43,0	45,4	46,6	41,8	43,7	2,02	
1234678-H7CDD	0,01	225	230	215	203	212	224	248	236	217	223	13,7	
OCDD	0,001	701	716	643	644	614	692	786	748	659	689	55,2	
2378-TCDF	0,1	30,6	30,9	28,1	29,3	29,4	30,2	29,4	32,1	30,0	30,0	1,13	
12378-P5CDF	0,05	51,0	50,8	46,3	44,8	46,6	45,6	44,6	51,0	47,7	47,6	2,67	
23478-P5CDF	0,5	58,4	56,0	56,3	55,2	61,2	53,6	54,2	61,4	55,1	56,8	2,88	
123478-H6CDF	0,1	122	121	114	114	117	118	124	130	118	120	5,02	
123678-H6CDF	0,1	64,2	63,4	58,8	60,4	60,8	62,0	63,2	66,4	62,0	62,4	2,26	
234678-H6CDF	0,1	68,6	68,4	65,5	66,2	67,8	70,6	71,2	72,2	69,8	68,9	2,24	
123789-H6CDF	0,1	6,80	5,00	4,71	7,60	6,00	5,40	5,80	5,80	5,88	5,89	0,88	
1234678-H7CDF	0,01	245	242	227	225	222	237	251	254	241	238	11,24	
1234789-H7CDF	0,01	24,4	23,0	20,0	20,6	20,8	21,0	23,8	22,8	20,8	21,9	1,60	
OCDF	0,001	109	104	95,1	95,4	91,6	100	105	109	100	101	6,19	
SOMME DES ÉQUIVALENTS TOXIQUES		98,06	96,50	91,85	91,93	96,68	91,53	95,11	106,82	93,28	95,75	4,79	5,0

Tableau 7 Hexachlorobenzène dans les cendres volantes provenant d'un incinérateur de déchets médicaux

Identification de l'échantillon	CD-823	CD-824	CD-825	CD-826	CD-827	CD-829	CD-830	CD-831	CD-832	CD-833	Moyenne ng	Écart-type ng	Écart-type relatif %
Taille de l'échantillon (mg)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
Ajout d'HCB (ng)	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0			
HCB (ng/mg)	32,9	31,5	32,7	32,9	31,5	33,0	32,2	34,2	32,0	33,2			
Total d' HCB (ng)	32,9	31,5	32,7	32,9	31,5	33,0	32,2	34,2	32,0	33,2	32,6	0,83	2,55

Tableau 8 Dioxines dans les cendres volantes provenant d'un incinérateur de déchets médicaux

CONGÉNÈRE	FET	CD-823 ng/g	CD-824 ng/g	CD-825 ng/g	CD-826 ng/g	CD-827 ng/g	CD-829 ng/g	CD-830 ng/g	CD-831 ng/g	CD-832 ng/g	CD-833 ng/g	Moyenne ng/g	Écart-type ng/g	Écart-type relatif %
2378-TCDD		16,6	15,6	16,0	18,0	17,0	18,6	16,6	18,4	16,2	18,8	17,2	1,172	
12378-P5CDD		32,8	36,6	36,6	40,2	40,4	38,4	41,4	38,6	40,4	40,0	38,5	2,592	
123478-H6CDD		15,8	16,0	16,8	17,2	19,2	18,8	18,2	19,4	17,0	15,8	17,4	1,393	
123678-H6CDD		18,4	21,0	17,8	19,6	19,2	21,8	21,0	20,6	19,4	20,2	19,9	1,252	
123789-H6CDD		35,8	33,4	35,8	34,6	35,8	37,4	37,0	36,2	34,2	36,2	35,6	1,239	
1234678-H7CDD		76,0	70,4	73,4	75,2	75,6	75,0	76,8	80,8	74,8	75,0	75,3	2,606	
OCDD		53,4	51,0	55,2	54,0	59,2	56,6	68,2	65,4	52,2	53,4	56,9	5,754	
2378-TCDF		43,2	45,2	45,4	45,8	46,2	48,7	46,5	47,1	45,8	47,8	46,2	1,515	
12378-P5CDF		62,6	71,4	75,4	75,0	77,6	79,2	71,2	76,4	77,4	77,0	74,3	4,863	
23478-P5CDF		65,8	67,4	65,8	69,4	76,4	76	72,2	75,2	67,8	72,0	70,8	4,132	
123478-H6CDF		97,2	93,6	97,6	98,2	98,0	99,4	93,8	100,6	93,6	93,8	96,6	2,654	
123678-H6CDF		65,4	66,0	66,0	66,0	67,2	69,0	66,8	66,2	66,4	68,6	66,8	1,184	
234678-H6CDF		35,0	35,6	40,2	36,8	35,2	38,0	38,2	40,0	36,8	38,0	37,4	1,841	
123789-H6CDF		4,0	3,2	4,6	5,6	4,0	3,4	4,4	5,6	4,0	4,6	4,34	0,806	
1234678-H7CDF		91,0	88,6	90,8	91,8	89,8	95,0	89,4	96,2	92,2	90,6	91,5	2,407	
1234789-H7CDF		10,8	9,4	9,8	11,2	11,0	11,0	11,2	12,0	10,6	11,2	10,8	0,745	
OCDF		19,8	21,2	22,0	25,0	22,4	21,8	21,2	25,6	24	22,2	22,5	1,814	
		pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg
2378-TCDD	1	16,6	15,6	16,0	18,0	17,0	18,6	16,6	18,4	16,2	18,8	17,2	1,172	
12378-P5CDD	0,5	32,8	36,6	36,6	40,2	40,4	38,4	41,4	38,6	40,4	40,0	38,5	2,592	
123478-H6CDD	0,1	15,8	16,0	16,8	17,2	19,2	18,8	18,2	19,4	17,0	15,8	17,4	1,393	
123678-H6CDD	0,1	18,4	21,0	17,8	19,6	19,2	21,8	21,0	20,6	19,4	20,2	19,9	1,252	
123789-H6CDD	0,1	35,8	33,4	35,8	34,6	35,8	37,4	37,0	36,2	34,2	36,2	35,6	1,239	
1234678-H7CDD	0,01	76,0	70,4	73,4	75,2	75,6	75,0	76,8	80,8	74,8	75,0	75,3	2,606	
OCDD	0,001	53,4	51,0	55,2	54,0	59,2	56,6	68,2	65,4	52,2	53,4	56,9	5,754	
2378-TCDF	0,1	43,2	45,2	45,4	45,8	46,2	48,7	46,5	47,1	45,8	47,8	46,2	1,515	
12378-P5CDF	0,05	62,6	71,4	75,4	75,0	77,6	79,2	71,2	76,4	77,4	77,0	74,3	4,863	
23478-P5CDF	0,5	65,8	67,4	65,8	69,4	76,4	76,0	72,2	75,2	67,8	72,0	70,8	4,132	
123478-H6CDF	0,1	97,2	93,6	97,6	98,2	98,0	99,4	93,8	100,6	93,6	93,8	96,6	2,654	
123678-H6CDF	0,1	65,4	66,0	66,0	66,0	67,2	69,0	66,8	66,2	66,4	68,6	66,8	1,184	
234678-H6CDF	0,1	35,0	35,6	40,2	36,8	35,2	38,0	38,2	40,0	36,8	38,0	37,4	1,841	
123789-H6CDF	0,1	4,0	3,2	4,6	5,6	4,0	3,4	4,4	5,6	4,0	4,6	4,34	0,806	
1234678-H7CDF	0,01	91,0	88,6	90,8	91,8	89,8	95,0	89,4	96,2	92,2	90,6	91,5	2,407	
1234789-H7CDF	0,01	10,8	9,4	9,8	11,2	11,0	11,0	11,2	12,0	10,6	11,2	10,8	0,745	
OCDF	0,001	19,8	21,2	22,0	25,0	22,4	21,8	21,2	25,6	24,0	22,2	22,5	1,814	
SOMME DES ÉQUIVALENTS TOXIQUES		102,36	104,33	105,21	110,79	113,61	115,30	111,41	114,67	107,74	112,99	109,84	4,63	4,2

Tableau 9 Hexachlorobenzène dans l'échantillon de cendres volantes n° 2 provenant d'un four à ciment

Identification de l'échantillon	CD-737	CD-738	CD-739	CD-740	CD-741	CD-743	CD-744	CD-745	CD-746	CD-747	Moyenne ng	Écart-type ng	Écart-type relatif %
Taille de l'échantillon (g)	2,00	2,00	2,00	2,01	2,00	2,02	2,01	2,02	2,00	2,00			
Ajout d'HCB (ng)	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0			
HCB (ng/g)	15,3	14,6	14,9	15,1	14,8	15,4	16,4	15,0	15,7	15,1			
Total d'HCB (ng)	30,5	29,2	29,8	30,4	29,6	31,1	32,9	30,4	31,4	30,2	30,6	1,05	3,45

Tableau 10 Dioxines dans l'échantillon de cendres volantes n° 1 provenant d'un four à ciment

CONGÉNÈRE	FET	CD-697	CD-698	CD-699	CD-700	CD-701	CD-703	CD-704	CD-705	CD-706	CD-707	Moyenne	Écart-type	Écart-type relatif %
		pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/p	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	
2378-TCDD		2,44	2,32	2,28	2,28	2,39	2,42	2,11	2,06	2,26	1,94	2,25	0,164	
12378-P5CDD		4,56	4,36	4,68	4,60	4,98	4,45	4,62	4,64	4,80	4,92	4,66	0,194	
123478-H6CDD		4,20	4,00	4,32	4,08	3,98	4,37	4,3	4,33	4,13	4,44	4,22	0,161	
123678-H6CDD		2,20	2,12	2,24	2,32	2,39	2,04	2,31	1,94	2,14	1,98	2,17	0,151	
123789-H6CDD		4,80	4,40	4,56	4,56	4,94	5,33	4,94	4,84	4,64	4,60	4,76	0,268	
1234678-H7CDD		7,00	5,84	5,58	6,00	6,81	6,29	6,10	5,99	5,87	5,56	6,10	0,478	
OCDD		13,24	11,3	11,4	11,4	14,1	11,8	11,4	11,6	11,1	10,6	11,80	1,044	
2378-TCDF		3,32	2,96	2,76	2,88	3,67	2,93	3,05	2,85	2,86	2,78	3,01	0,283	
12378-P5CDF		5,68	5,44	5,24	5,44	5,74	5,53	5,42	5,44	5,36	5,24	5,45	0,164	
23478-P5CDF		4,24	4,72	4,24	4,36	4,58	3,89	3,75	3,77	3,85	3,77	4,12	0,360	
123478-H6CDF		5,44	7,24	4,88	5,44	5,66	4,69	4,98	4,52	4,60	4,37	5,18	0,844	
123678-H6CDF		4,60	4,36	4,44	4,6	4,42	4,25	4,58	4,33	4,21	4,28	4,41	0,147	
234678-H6CDF		5,00	5,52	5,00	5,04	5,18	4,93	5,02	4,52	4,72	4,48	4,94	0,308	
123789-H6CDF		4,36	4,76	4,68	4,64	4,34	4,37	4,58	4,21	4,25	4,09	4,43	0,224	
1234678-H7CDF		8,20	7,88	6,12	7,60	8,45	6,21	7,45	6,31	5,71	5,48	6,94	1,090	
1234789-H7CDF		4,20	4,96	4,24	4,40	4,02	4,21	4,10	4,01	3,89	3,85	4,19	0,319	
OCDF		11,28	20,3	10,2	13,8	13,6	10,8	10,4	9,64	9,96	9,56	11,95	3,297	
		Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	
2378-TCDD	1	12,2	11,6	11,4	11,4	12,0	12,1	10,6	10,3	11,3	9,7	11,3	0,822	
12378-P5CDD	0,5	22,8	21,8	23,4	23,0	24,9	22,3	23,1	23,2	24,0	24,6	23,3	0,971	
123478-H6CDD	0,1	21,0	20,0	21,6	20,4	19,9	21,9	21,5	21,7	20,7	22,2	21,1	0,805	
123678-H6CDD	0,1	11,0	10,6	11,2	11,6	12,0	10,2	11,6	9,7	10,7	9,90	10,8	0,756	
123789-H6CDD	0,1	24,0	22,0	22,8	22,8	24,7	26,7	24,7	24,2	23,2	23,0	23,8	1,341	
1234678-H7CDD	0,01	35,0	29,2	27,9	30,0	34,1	31,5	30,5	30,0	29,4	27,8	30,5	2,389	
OCDD	0,001	66,2	56,4	57,0	57,2	70,3	59,1	57,2	58,2	55,4	53,2	59,0	5,220	
2378-TCDF	0,1	16,6	14,8	13,8	14,4	18,4	14,7	15,3	14,3	14,3	13,9	15,0	1,417	
12378-P5CDF	0,05	28,4	27,2	26,2	27,2	28,7	27,7	27,1	27,2	26,8	26,2	27,3	0,818	
23478-P5CDF	0,5	21,2	23,6	21,2	21,8	22,9	19,5	18,8	18,9	19,3	18,9	20,6	1,799	
123478-H6CDF	0,1	27,2	36,2	24,4	27,2	28,3	23,5	24,9	22,6	23,0	21,9	25,9	4,219	
123678-H6CDF	0,1	23,0	21,8	22,2	23,0	22,1	21,3	22,9	21,7	21,1	21,4	22,0	0,733	
234678-H6CDF	0,1	25,0	27,6	25,0	25,2	25,9	24,7	25,1	22,6	23,6	22,4	24,7	1,540	
123789-H6CDF	0,1	21,8	23,8	23,4	23,2	21,7	21,9	22,9	21,1	21,3	20,5	22,1	1,119	
1234678-H7CDF	0,01	41,0	39,4	30,6	38,0	42,3	31,1	37,3	31,6	28,6	27,4	34,7	5,450	
1234789-H7CDF	0,01	21,0	24,8	21,2	22,0	20,1	21,1	20,5	20,1	19,5	19,3	20,9	1,594	
OCDF	0,001	56,4	101,4	50,8	69,2	67,8	53,9	52,2	48,2	49,8	47,8	59,7	16,48	
SOMME DES ÉQUIVALENTS TOXIQUES		53,67	54,43	52,35	52,97	55,68	51,74	50,70	49,38	50,92	49,09	52,1	2,15	4,1

Tableau 11 Dioxines dans l'échantillon de cendres volantes n° 2 provenant d'un four à ciment

CONGÉNÈRE	FET	CD-737	CD-738	CD-739	CD-740	CD-741	CD-743	CD-744	CD-745	CD-746	CD-747	Moyenne	Écart-type	Écart-type relatif %
		pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/p	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	
2378-TCDD		6,8	7,5	7,1	7,0	7,6	8,1	7,0	6,6	7,0	6,7	7,1	0,462	
12378-P5CDD		9,8	10,8	10,5	10	10,7	11,6	10,2	10,1	10,3	10,8	10,5	0,522	
123478-H6CDD		2,3	2,4	2,2	2,1	3,6	2,6	1,8	2,0	2,9	2,3	2,4	0,516	
123678-H6CDD		6,8	6,8	6,8	6,5	7,1	6,9	7,5	6,0	7,4	6,8	6,9	0,427	
123789-H6CDD		6,6	5,8	5,8	5,8	8,0	6,3	5,5	5,8	6,5	6,2	6,2	0,717	
1234678-H7CDD		14,7	15,1	15,2	16,2	16,9	15,3	16,7	14,9	15	14,9	15,5	0,802	
OCDD		89,8	90,4	90,3	90,7	97,9	87,6	87,7	90,9	89,9	87,9	90,3	2,954	
2378-TCDF		213	198	204	208	199	201	207	205	202	201	204	4,590	
12378-P5CDF		85,1	85	84,7	85,7	82,3	85,4	84,3	83,7	83,2	83,7	84,3	1,074	
23478-P5CDF		83,9	84,3	84	85,3	72,2	87,5	88,4	82,8	87,8	87,2	84,3	4,686	
123478-H6CDF		45,8	44,8	44,4	46,1	48,1	52,2	55,5	50,6	52,4	50,6	49,1	3,762	
123678-H6CDF		23,3	23	23,7	23,4	26	24,6	24,9	23,6	24,5	24,3	24,1	0,909	
234678-H6CDF		16,5	16,6	15,7	17,1	16,7	17	16,8	15,8	16,9	16,5	16,6	0,472	
123789-H6CDF		1,1	1,2	1,3	1,1	2,7	1,7	1,3	1,0	1,8	1,1	1,4	0,519	
1234678-H7CDF		22,4	20,5	20,3	19,9	21,1	19,6	19,6	19,6	20,2	19,8	20,3	0,881	
1234789-H7CDF		2,2	2,2	1,8	1,9	3,2	2,2	2,5	2,3	3	2,4	2,4	0,440	
OCDF		4,6	3,7	3,7	3,3	7,8	3,8	4,1	3,4	4,6	3,3	4,2	1,342	
		Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	Pg	
2378-TCDD	1	13,6	15,0	14,2	14,0	15,2	16,2	14,0	13,2	14,0	13,4	14,3	0,925	
12378-P5CDD	0,5	19,6	21,6	21,0	20,0	21,4	23,2	20,4	20,2	20,6	21,6	21,0	1,045	
123478-H6CDD	0,1	4,6	4,8	4,4	4,2	7,2	5,2	3,6	4,0	5,8	4,6	4,84	1,032	
123678-H6CDD	0,1	13,6	13,6	13,6	13	14,2	13,8	15,0	12,0	14,8	13,6	13,7	0,855	
123789-H6CDD	0,1	13,2	11,6	11,6	11,6	16,0	12,6	11,0	11,6	13,0	12,4	12,5	1,433	
1234678-H7CDD	0,01	29,4	30,2	30,4	32,4	33,8	30,6	33,4	29,8	30	29,8	31,0	1,604	
OCDD	0,001	180	181	181	181	196	175	175	182	180	176	181	5,91	
2378-TCDF	0,1	426	396	408	416	398	402	414	410	404	402	408	9,180	
12378-P5CDF	0,05	170	170	169	171	165	171	169	167	166	167	169	2,149	
23478-P5CDF	0,5	168	169	168	171	144	175	177	166	176	174	169	9,371	
123478-H6CDF	0,1	91,6	89,6	88,8	92,2	96,2	104,4	111	101,2	104,8	101,2	98,1	7,525	
123678-H6CDF	0,1	46,6	46,0	47,4	46,8	52,0	49,2	49,8	47,2	49,0	48,6	48,3	1,819	
234678-H6CDF	0,1	33,0	33,2	31,4	34,2	33,4	34,0	33,6	31,6	33,8	33,0	33,1	0,944	
123789-H6CDF	0,1	2,2	2,4	2,6	2,2	5,4	3,4	2,6	2,0	3,6	2,2	2,86	1,037	
1234678-H7CDF	0,01	44,8	41,0	40,6	39,8	42,2	39,2	39,2	39,2	40,4	39,6	40,6	1,761	
1234789-H7CDF	0,01	4,4	4,4	3,6	3,8	6,4	4,4	5,0	4,6	6,0	4,8	4,74	0,880	
OCDF	0,001	9,2	7,4	7,4	6,6	15,6	7,6	8,2	6,8	9,2	6,6	8,46	2,683	
SOMME DES ÉQUIVALENTS TOXIQUES		179,86	179,26	178,88	180,84	169,61	187,22	186,05	177,35	184,25	182,45	180,58	5,023	2,8

Tableau 12 Hexachlorobenzène dans les cendres volantes provenant d'une usine de frittage

Echantillon groupe A

Identification de l'échantillon	CD-725	CD-726	CD-727	CD-728	CD-729	moyenne ng	s ng	ETR %
Taille de l'échantillon (g)	2.00	2.00	2.00	2.01	2.00			
Ajout d'HCB (ng)	20	20	20	20	20			
HCB (ng/g)	10.9	10.8	10.8	10.7	10.5			
Total HCB (ng)	21.7	21.5	21.6	21.6	21.0	21.5	0.28	1.3

Echantillon groupe B

Identification de l'échantillon	CD-731	CD-732	CD-733	CD-734	CD-735	moyenne ng	s ng	ETR %
Taille de l'échantillon (g)	2.02	2.01	2.02	2.00	2.00			
Ajout d'HCB (ng)	30	30	30	30	30			
HCB (ng/g)	15.0	15.2	14.4	15.1	15.6			
Total HCB (ng)	30.2	30.5	29.1	30.1	31.2	30.2	0.76	2.5

Tableau 13 Dioxines dans les cendres volantes provenant d'une usine de frittage

CONGÉNÈRE	FET	CD-725	CD-726	CD-727	CD-728	CD-729	CD-731	CD-732	CD-733	CD-734	CD-735	Moyenne	Écart-type	ETR
		pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/p	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	%
2378-TCDD		1,9	1,6	1,6	1,5	1,7	2,2	2,1	1,8	1,8	1,7	1,8	0,223	
12378-P5CDD		4,4	4,2	4,9	4,5	4,5	5,0	4,4	4,0	4,0	4,1	4,4	0,346	
123478-H6CDD		2,8	2,4	2,6	2,5	2,8	3,4	2,4	2,2	2,7	2,4	2,6	0,336	
123678-H6CDD		3,4	3,9	4,3	3,3	3,6	4,7	3,8	3,7	4,1	4,0	3,9	0,421	
123789-H6CDD		5,5	5,6	6,8	5,6	6,2	6,5	6,2	6,6	6,0	6,4	6,1	0,455	
1234678-H7CDD		21,4	25,2	23	21,3	21,4	29,6	21,3	21,5	21,3	22,9	22,9	2,674	
OCDD		50,1	67,1	51,8	50,0	49,8	71,6	51,7	50,8	50,7	54,0	54,8	7,86	
2378-TCDF		32,1	33,1	35,0	33,3	34,4	34,2	35,0	33,9	34,6	34,8	34,0	0,949	
12378-P5CDF		23,7	24,3	24,4	24,4	23,9	24,6	25,4	24,7	23,8	25,0	24,4	0,537	
23478-P5CDF		33,6	32,4	34,9	34,3	35,1	33,3	33,6	34,7	22,9	35,4	33,0	3,675	
123478-H6CDF		39,7	37,0	41,6	37,0	40,8	39,9	39,2	40,7	38,1	41,0	39,5	1,651	
123678-H6CDF		16,6	15,8	17,1	15,5	17,0	16,8	16,8	16,5	15,4	16,5	16,4	0,615	
234678-H6CDF		15,7	15,1	16,6	15,2	16,0	16,5	15,4	16,2	15,2	16,5	15,8	0,595	
123789-H6CDF		1,6	1,1	2,4	1,7	1,5	2,4	1,9	2,3	1,6	1,8	1,8	0,427	
1234678-H7CDF		27,8	27,1	27,1	25,3	27,0	26,1	25,7	27,0	26,0	27,1	26,6	0,790	
1234789-H7CDF		4,1	3,8	3,9	3,7	4,4	4,4	3,8	4,2	4,4	3,9	4,1	0,276	
OCDF		8,7	9,2	8,8	7,9	9,1	11,9	8,3	8,6	7,7	9,1	8,9	1,160	
		pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	pg	
2378-TCDD	1	3,8	3,2	3,2	3	3,4	4,4	4,2	3,6	3,6	3,4	3,58	0,447	
12378-P5CDD	0,5	8,8	8,4	9,8	9,0	9,0	10,0	8,8	8,0	8,0	8,2	8,80	0,693	
123478-H6CDD	0,1	5,6	4,8	5,2	5,0	5,6	6,8	4,8	4,4	5,4	4,8	5,24	0,672	
123678-H6CDD	0,1	6,8	7,8	8,6	6,6	7,2	9,4	7,6	7,4	8,2	8,0	7,76	0,842	
123789-H6CDD	0,1	11,0	11,2	13,6	11,2	12,4	13,0	12,4	13,2	12,0	12,8	12,3	0,910	
1234678-H7CDD	0,01	42,8	50,4	46,0	42,6	42,8	59,2	42,6	43,0	42,6	45,8	45,8	5,347	
OCDD	0,001	100	134	104	100	100	143	103	102	101	108	110	15,72	
2378-TCDF	0,1	64,2	66,2	70,0	66,6	68,8	68,4	70,0	67,8	69,2	69,6	68,1	1,898	
12378-P5CDF	0,05	47,4	48,6	48,8	48,8	47,8	49,2	50,8	49,4	47,6	50,0	48,8	1,074	
23478-P5CDF	0,5	67,2	64,8	69,8	68,6	70,2	66,6	67,2	69,4	45,8	70,8	66,0	7,350	
123478-H6CDF	0,1	79,4	74,0	83,2	74,0	81,6	79,8	78,4	81,4	76,2	82,0	79,0	3,303	
123678-H6CDF	0,1	33,2	31,6	34,2	31,0	34,0	33,6	33,6	33,0	30,8	33,0	32,8	1,229	
234678-H6CDF	0,1	31,4	30,2	33,2	30,4	32,0	33,0	30,8	32,4	30,4	33,0	31,7	1,190	
123789-H6CDF	0,1	3,2	2,2	4,8	3,4	3,0	4,8	3,8	4,6	3,2	3,6	3,66	0,854	
1234678-H7CDF	0,01	55,6	54,2	54,2	50,6	54,0	52,2	51,4	54,0	52,0	54,2	53,2	1,580	
1234789-H7CDF	0,01	8,2	7,6	7,8	7,4	8,8	8,8	7,6	8,4	8,8	7,8	8,12	0,551	
OCDF	0,001	17,4	18,4	17,6	15,8	18,2	23,8	16,6	17,2	15,4	18,2	17,9	2,319	
SOMME DES ÉQUIVALENTS TOXIQUES		68,83	66,30	71,92	68,18	71,02	71,41	70,02	70,36	57,57	71,28	68,69	4,27	6,2

Table 14 Récupération des substituts des lignes artificiellement traités et des échantillons de cendres volantes

Récupération moyenne et écart type

	Ligne traitée		Cendre de four à ciment #1		Cendre d'usine à frittage		Cendre de déchets solides		Cendre de déchets médical		Cendre de four à ciment #2	
	Moyenne, %	s	Moyenne, %	s	Moyenne, %	s	Moyenne, %	s	Moyenne, %	s	Moyenne, %	s
¹³ C ₆ -HCB	82.5	6.7	na	na	32.9	8.4	30.3	6.5	69	3.2	60	7.4
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TCDD	74.4	7.6	47.5	11.2	66.3	5.0	64.7	7.7	61.5	7.7	57.6	8.9
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TCDF	76.0	10.0	54.0	11.4	67.5	5.7	68.2	10.6	67.3	7.6	64.9	10.0
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-P5CDD	65.3	8.4	70.7	12.8	57.0	4.9	62.7	10.2	68.5	10.0	59.8	10.2
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-P5CDF	74.3	10.4	67.8	15.3	61.9	6.0	62.2	10.8	65.3	9.0	62.1	10.3
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-H6CDD	75.5	8.6	60.6	5.1	70.3	5.1	71.4	7.8	64.3	8.9	58.3	9.6
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-H6CDF	83.8	10.4	62.9	5.5	74.5	6.0	72.7	7.7	64.2	9.1	62.0	10.3
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-H7CDD	61.8	7.2	60.2	5.2	58.0	5.6	63.0	6.6	64.4	9.2	45.6	7.7
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-H7CDF	70.8	10.7	62.9	4.3	61.3	5.4	66.3	7.0	63.7	8.8	49.2	8.6
¹³ C ₁₂ -OCDD	51.5	8.9	53.7	6.1	44.5	4.2	51.8	6.0	56.1	9.6	35.7	6.2
Tous les substituts de PCDD/PCDF	70.4	9.1	60.0	8.5	62.4	5.3	64.8	8.3	63.9	8.9	55.0	9.1

Tableau 15 Résumé de la concentration moyenne et écart type pour le HCB dans les lignes traitées et les échantillons de cendres volantes

Type d'échantillon	Replicats	Moyenne (HCB) ng	s ng	ETR %	Ecart type totalisé			
					s_i	s_i^2	df_i	$df_i \times s_i^2$
Ligne traité	10	29.7	1.60	5.4				
Cendre de l'usine de frittage, groupe A	5	21.5	0.28	1.3	0.28	0.078	4	0.314
Cendre de l'usine de frittage, groupe B	5	30.2	0.78	2.6	0.76	0.578	4	2.310
Four à ciment, cendre #2	10	30.6	1.05	3.4	1.05	1.103	9	9.923
Cendre des déchets municipaux	10	32.4	0.38	1.2	0.38	0.144	9	1.300
Cendre des déchets médicaux	10	32.6	0.83	2.5	0.83	0.689	9	6.200
						total	35	20.046
						S_{p-ash}	0.757	

s_i = écart type; df_i = degrés de liberté; S_{p-ash} = pooled déviation standard des cendres

$$S_{p-cendre} = \sqrt{(\sum(df_i \times s_i^2) / \sum df_i)} \quad S_{combiné} = \sqrt{(S_{ligne}^2 + S_{p-cendre}^2)} = 1.77 \text{ ng/échantillon}$$

$$NdD = 10 \times S_{combiné} = 17.7 \text{ ng/échantillon} = 5.6 \text{ ng/m}^3$$

Tableau 16 Résumé de la concentration moyenne et l'écart type pour les dioxines dans les lignes traitées et les échantillons de cendre volantes

Type d'échantillon	Replicats	Moyenne (TEQ) pg	s pg	ETR %	Ecart type totalisé			
					s_i	s_i^2	df_i	$df_i \times s_i^2$
Ligne traité	10	44.7	1.84	4.1				
Four à ciment, cendre #1	10	52.1	2.15	4.1	2.15	4.623	9	41.603
Cendre de l'usine de frittage	10	68.7	4.27	6.2	4.27	18.233	9	164.096
Cendre des déchets municipaux	9	95.8	4.79	5.0	4.79	22.944	8	183.553
Cendre des déchets médicaux	10	109.8	4.63	4.2	4.63	21.437	9	192.932
Four à ciment, cendre #2	10	180.6	5.02	2.8	5.02	25.200	9	226.804
						SUM	44	808.987
						$S_{p-cendre}$	4.288	

s_i = standard deviation; df_i = degrees of freedom; S_{p-ash} = pooled standard deviation for ash

$$S_{p-cendre} = \sqrt{(\sum(df_i \times s_i^2) / \sum df_i)} \quad S_{combiné} = \sqrt{(S_{ligne}^2 + S_{p-cendre}^2)} = 4.67 \text{ pg/échantillon}$$

$$NdD = 10 \times S_{combiné} = 46.7 \text{ pg/échantillon} = 15.6 \text{ pg/m}^3$$

Environnement
CanadaEnvironnement
Canada[La Voie verte](#) | [Recherche](#) | [English](#) | [Antérieure](#)

Dibenzoparadioxines polychlorées et dibenzofurannes polychlorés et Hexachlorobenzène

Niveau de dosage (NdD)

HISTORIQUE

La première ébauche de ce rapport a été affichée sur la voie verte d'Environnement Canada à l'automne 1998. Les scientifiques du Centre de technologie environnementale ont finalisé le rapport en tenant compte des commentaires reçus. Tout ce travail est basé sur les recommandations des intervenants lors d'un atelier scientifique sur le niveau de dosage en juin 1996.

DESCRIPTION

La quasi-élimination est l'objectif à long terme prescrit par:

- la loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999),
- la politique de gestion des substances toxiques (PGST) adoptée par le gouvernement fédéral (1995), et
- la politique de gestion des substances toxiques (PGST) adoptée par par le Conseil canadiens des ministres de l'environnement (CCME) pour les substances de la voie 1 (1998).

Quand les intervenants seront à développer les objectifs et cédules pour les secteurs prioritaires, ils auront à considérer le NdD ainsi que d'autres critères tels que les réalités socio-économiques et la technologie disponible.

Extrait de la loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE - 1999)

Définition de "quasi-élimination"

65. (1) Dans la présente partie, "quasi-élimination" vise, dans le cadre du rejet d'une substance toxique dans l'environnement par suite d'une activité humaine, la réduction définitive de la quantité ou concentration de cette substance à un niveau inférieur à la limite de dosage précisée par les ministres dans la liste visée au paragraphe (2).

Définition de "limite de dosage"

65.1 À l'article 65, "limite de dosage" s'entend de la concentration la plus faible d'une substance qui peut être mesurée avec exactitude au moyen de méthodes d'analyse et d'échantillonnage précises mais courantes.

Extrait de la PGST adoptée par le gouvernement fédéral en juin 1995

La politique comporte deux principaux objectifs de gestion:

- l'quasi-élimination de l'environnement des substances toxiques qui résultent principalement de l'activité humaine et qui sont persistantes et bioaccumulables (substances de la voie 1);
- la gestion des autres substances toxiques et des substances préoccupantes pendant tout leur cycle de vie afin d'empêcher ou de minimiser leur rejet dans l'environnement (substances de la voie 2).

Une substance qui répond aux quatre critères figurant au **Tableau 1** - en d'autres termes, qui est persistante, bioaccumulable, toxique et qui résulte principalement de l'activité humaine - sera désignée pour quasi-élimination de l'environnement (substances de la voie 1). L'élimination se fera par la gestion des sources de rejet dans l'environnement ou par l'enlèvement ou la gestion de la substance si elle se trouve déjà dans l'environnement.

Il incombera à ceux qui produisent ou utilisent une substance de la voie 1 de démontrer que dans le contexte d'une gestion intégrale, cette substance ne sera pas rejetée dans l'environnement en concentrations mesurables. Des limites de rejet mesurable seront définies au besoin pour les substances de la voie 1, afin de permettre la vérification et l'application. Ces limites se fonderont sur " la plus faible concentration d'une substance pouvant être détectée et dosée précisément grâce à des méthodes analytiques précises mais courantes¹". Elles seront établies pendant l'élaboration des stratégies de gestion, dans le cadre des consultations avec les intéressés.

L'objectif de la quasi-élimination de l'environnement d'une substance de la voie 1 ne vise pas à poursuivre la dernière molécule de cette substance. On fera preuve de bon sens, et les progrès vers l'élimination seront surveillés. L'objectif ultime d'éliminer de l'environnement les substances de la voie 1 ne tiendra pas compte de facteurs socio-économiques. Toutefois, divers éléments des plans de gestion, comme les buts et les échéanciers menant à l'objectif à long terme, se fonderont sur des analyses des risques pour l'environnement et la santé humaine ainsi que sur des réalités sociales, économiques et techniques.

Extraits de la PGST du CCME (1998)

Classement dans la voie 1 ou la voie 2 : Les substances toxiques seront assignées à la voie 1 (quasi-élimination), si elles sont d'origine principalement anthropique et répondent aux critères de persistance et de bioaccumulation ou bien à la voie 2 (gestion intégrale visant à prévenir ou à réduire le rejet d'une substance), si elles ne répondent pas à tous les critères.

Voie 1 : Quasi-élimination : En vertu de la Politique, toutes les substances classées dans la voie 1 sont considérées comme présentant un risque déraisonnable et par ailleurs incontrôlable pour l'environnement et la santé humaine et nécessitent une approche pancanadienne visant leur quasi-élimination. Une note sur l'approche du CCME à l'égard de la quasi-élimination se trouve à l'annexe 1 de la raison d'être qui accompagne cette politique. Les stratégies antipollution pancanadiennes qui comportent, par exemple, des dispositions pour la planification en matière de prévention de la pollution, l'interdiction ou l'abandon graduel d'une substance seront élaborées, puis mises en oeuvre conformément à l'Entente auxiliaire sur les standards.

Annexe 1

Quasi-élimination

En vertu de la présente politique, les substances toxiques qui sont persistantes, bioaccumulatives et qui résultent principalement de l'activité humaine (substances de la voie 1) sont considérées comme présentant un risque déraisonnable et par ailleurs incontrôlable pour l'environnement et la santé humaine et sont donc vouées à l'quasi-élimination de l'environnement. Le CCME souscrit à des principes clairs en matière de prévention de la pollution et de développement durable, principes dont il fera la promotion dans sa poursuite de l'objectif à long terme de quasi-élimination. La présente politique n'est pas destinée à orienter les activités d'assainissement et de restauration, qui sont traitées selon d'autres mécanismes et qui, par nature, varient d'un lieu à un autre.

Les stratégies antipollution pancanadiennes élaborées aux termes de la présente politique seront axées sur les rejets dans l'environnement. Les stratégies viseront aussi bien les produits que les matières accidentelles, tels les contaminants ou les sous-produits qui sont formés ou rejetés par suite de leur utilisation ou de leur intégration à un processus. Des stratégies seront mises au point pour garantir, à moyen ou à long terme, que les rejets des substances visées soient réduits jusqu'à ou près de la limite des concentrations mesurables à tous les stades de leur cycle de vie. Les méthodes qui permettront de définir l'quasi-élimination seront déterminées au cas par cas. Il n'est pas prévu que la mise en oeuvre de la Politique soit menée par les limites de détection. Il existe une variété de mesures propres à réduire ou à prévenir totalement le rejet d'une substance, qui vont de l'amélioration des techniques et de la modification des procédés à l'abandon graduel ou à l'élimination d'une substance. Afin d'atteindre cet objectif à long terme qu'est la quasi-élimination, il conviendra de fixer des objectifs et des échéanciers de gestion qui tiennent compte aussi bien des préoccupations relatives à la santé humaine et à l'environnement que des facteurs socio-économiques et techniques.

En mettant en oeuvre cette politique, il est admis que la quasi-élimination d'une substance de l'environnement pourrait exiger que des mesures internationales soient prises pour empêcher la pénétration de substances provenant de sources extérieures.

Afin de garantir que des mesures pour contrer les effets sur l'environnement et sur la santé humaine ont été prises, la quasi-élimination s'accompagnera d'un engagement à surveiller et à confirmer la réduction des concentrations d'une substance dans les produits, les rejets ou les milieux visés, selon un calendrier convenu, prévu dans les plans de mises en oeuvre.

1. C'est ce qu'on appelle le **Niveau de dosage** (prière de consulter du rapport sur Le NdD).

[|La Voie verte|](#) [|Recherche|](#) [|English|](#) [|Antérieure|](#)



*Commentaires à : Raouf.Morcos@ec.gc.ca
Le Bureau National de la Prévention de la
Pollution
Site mis à jour le: 17 janvier 2000
URL de cette page:
<http://www.ec.gc.ca/dioxin/francais/loq.htm>
Droits d'auteur © 1998. Tous droits réservés.*

Canada

Vous êtes sur La Voie verte^{MC}, le site Web d'Environnement Canada.

Détermination des niveaux
de dosage des...

ST 250.35

DATE

NOM

ST 250.35

Rég. Québec Biblio. Env. Canada Library



38 510 496