

RAPPORT

Avril 2017

INERIS-DRC-16-158867-10328B

**Mesures des valeurs de fond en dioxines,
furannes et polychlorobiphényles dans les
herbes dans l'environnement du site
APROCHIM, à Grez-en-Bouère**

**Rapport final : Résultats des quatre campagnes
de prélèvements**

**Mesures des valeurs de fond en dioxines, furannes et polychlorobiphényles
dans les herbes dans l'environnement du site APROCHIM, à Grez-en-Bouère**
Rapport final : Résultats des quatre campagnes de prélèvements

Rapport réalisé pour le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer

PRÉAMBULE




Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Roseline BONNARD	Nathalie VELLY	Martine RAMEL
Qualité	Ingénieur de l'unité Impact Sanitaire et Expositions	Responsable de l'unité Impact Sanitaire et Expositions	Responsable du Pôle Risque et Technologies Durables
Visa			

SOMMAIRE

RESUME	8
1. OBJET ET CONTEXTE	9
2. DEMARCHE	9
2.1 Plan d'échantillonnage	9
2.2 Déroulement des campagnes d'échantillonnage	10
2.3 Préparation et analyses des échantillons	10
3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES.....	11
3.1 Analyses spatiales des concentrations dans les herbes.....	11
3.2 Analyses statistiques et temporelles des concentrations dans les herbes .	11
4. CONCLUSION	18
5. ANNEXES.....	19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne de janvier 2016 (nombre d'échantillons n=23)	12
Tableau 2 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne de mai 2016 (nombre d'échantillons n=23).	12
Tableau 3 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne de juillet 2016 (nombre d'échantillons n=23)	12
Tableau 4 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne d'octobre 2016 (nombre d'échantillons n=23)	13
Tableau 5 : Distribution des concentrations en moyenne annuelle, calculées à partir des quatre campagnes de prélèvements.....	17

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Distributions cumulées des concentrations de PCDD/F, PCB-DL, PCDD/F+PCB-DL (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité) et de PCB-NDL (en ng/g d'herbes à 12 % d'humidité)	14
Figure 2 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne de janvier 2016.....	5
Figure 3 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne de mai 2016	6
Figure 4 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne de juillet 2016	7
Figure 5 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne d'octobre 2016.....	8
Figure 6 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCDD/F mesurées lors des quatre campagnes (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité)..	10
Figure 7 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCB-DL mesurées lors des quatre campagnes (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité)..	11
Figure 8 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCDD/F + PCB-DL mesurées lors des quatre campagnes (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité).....	12
Figure 9 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCB-NDL mesurées lors des quatre campagnes (en ng/g d'herbes à 12 % d'humidité)	13

RESUME

Pour mieux connaître les concentrations de polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofurannes (PCDD/F), de polychlorobiphényles dioxin-like (PCB-DL) et de polychlorobiphényles non dioxin-like (PCB-NDL) dans les herbes fourragères représentatives de l'environnement local témoin autour du site APROCHIM, quatre campagnes de mesures ont été réalisées en 2016, sur des herbes prélevées dans la région de Grez-en-Bouère. Une campagne a été réalisée à chacune des saisons.

Le rapport décrit la démarche mise en place pour réaliser ces campagnes, présente et analyse les résultats obtenus.

Lors de chaque campagne, vingt-trois échantillons ont été prélevés. D'une manière générale, les prélèvements ont été réalisés au milieu de prairies, situées à une distance comprise entre 3000 et 6300 mètres du site APROCHIM.

Aucune relation n'ayant été mise en évidence avec la distance ou la direction par rapport au site, l'ensemble des valeurs mesurées a été utilisé pour définir les distributions du bruit de fond dans les herbes.

Il apparaît clairement que les concentrations de PCDD/F, PCB-DL et PCB-NDL présentent des distributions différentes en fonction des saisons, conformément à ce qui a été observé dans la littérature scientifique. Pour les trois familles de contaminants, les concentrations les plus élevées sont observées en hiver et les concentrations les plus faibles en été. Cependant, les différences de concentration en fonction des saisons sont plus marquées pour les PCDD/F que pour les PCB-DL et les PCB-NDL.

En supposant que les quatre campagnes de prélèvements sont représentatives de l'évolution annuelle des concentrations de PCDD/F, PCB-DL et PCB-NDL dans les herbes, la distribution de la concentration en moyenne annuelle dans les herbes fourragères autour de Grez-en-Bouère a été estimée. La moyenne et le percentile 90 des herbes à 12 % d'humidité sont respectivement égaux à 0,11 et 0,13 pg TEQ/g pour les PCDD/F, à 0,07 et 0,09 pg TEQ/g pour les PCB-DL, à 0,19 et 0,22 pg TEQ/g pour la somme des PCDD/F+PCB-DL et à 0,29 et 0,37 ng/g pour les PCB-NDL.

1. OBJET ET CONTEXTE

En octobre 2015, l'INERIS a rendu la tierce-expertise de l'étude d'interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) réalisée par le Cabinet AXE autour de l'usine APROCHIM à Grez-en-Bouère, ainsi que des études complémentaires (rapport INERIS-DRC-15-154613-09277A). Ces travaux montrent le rôle que peut jouer l'ingestion par les bovins de fourrages contaminés par les polychlorodibenzodioxines (PCDD), les polychlorodibenzofurannes (PCDF), et par les polychlorobiphényles de type dioxine (PCB-DL) dans la non-conformité des matrices animales (lait et viande bovine). Une valeur seuil a été définie pour la somme des PCDD/F et PCB-DL dans les fourrages, visant à éviter les dépassements des valeurs réglementaires fixées pour ces substances dans le lait et la viande.

Pour mieux connaître les concentrations de PCDD/F, PCB-DL et polychlorobiphényles non dioxin-like (PCB-NDL) dans les herbes fourragères qui sont représentatives du bruit de fond dans la région de Grez-en-Bouère, et savoir comment elles se distribuent par rapport à la valeur limite définie, des campagnes de mesures ont été demandées à l'INERIS dans le cadre de sa mission d'appui technique au ministère chargé de l'Environnement, sur des herbes prélevées dans la région de Grez-en-Bouère. Les herbes présentant des concentrations variables en fonction des saisons, quatre campagnes ont été réalisées, soit une lors de chaque saison.

Le rapport décrit la démarche mise en place en collaboration avec le LABERCA (Laboratoire d'Etude des Résidus et Contaminants dans les Aliments) pour réaliser ces campagnes, puis les résultats obtenus et l'interprétation qui en est faite.

2. DEMARCHE

L'expression « valeurs de fond » est employée pour désigner une concentration d'un milieu non impacté par une installation ou une activité. De manière plus explicite, on parle également de la concentration caractérisant l'environnement local témoin du site étudié : l'environnement local témoin d'un site étant un environnement situé dans la même zone géographique, subissant les mêmes influences, ayant les mêmes caractéristiques, mais non affecté par l'installation ou l'activité étudiée.

Pour caractériser les concentrations de PCDD/F, PCB-DL et PCB-NDL dans les herbes de l'environnement local témoin du site APROCHIM, un travail préparatoire sur cartes a été réalisé.

2.1 PLAN D'ECHANTILLONNAGE

L'emplacement des points d'échantillonnage a été prédéterminé à partir du registre parcellaire graphique de 2012 (www.data.gouv.fr/fr/datasets/registre-parcellaire-graphique-2012-contours-des-ilots-cultureux-et-leur-groupe-de-cultures-majorita).

Les parcelles correspondant à des prairies permanentes, voire temporaires (en l'absence de parcelles permanentes), ont été sélectionnées et les points de prélèvements ont été positionnés, dans la mesure du possible à distance des habitations et des cours d'eau (dont le voisinage peut correspondre à des zones inondables).

Vingt-cinq emplacements, situés à une distance comprise entre environ 3000 et 6000 mètres du site APROCHIM, dans les différentes directions, ont ainsi été retenus dans un premier temps. Dans les directions sous les vents, un nombre d'emplacements de prélèvement plus important a été sélectionné pour vérifier l'absence de gradient de concentrations avec la distance, et donc s'assurer que l'éloignement était suffisant pour s'affranchir de l'impact du site. La direction nord-est, la plus fréquemment sous les vents du site, compte ainsi le nombre d'emplacements prédéfinis le plus important.

Les coordonnées GPS de ces points ont ensuite été relevées pour être retrouvées plus facilement et plus précisément sur le terrain.

2.2 DEROULEMENT DES CAMPAGNES D'ECHANTILLONNAGE

Les campagnes de prélèvements ont été réalisées par le LABERCA (Laboratoire d'Etude des Résidus et Contaminants dans les Aliments) et l'INERIS.

L'emplacement définitif des points de prélèvements a été arrêté en fonction de l'usage réel des parcelles, certaines des parcelles sélectionnées sur carte s'avérant être finalement des champs cultivés.

Vingt-trois échantillons ont pu être prélevés. Dans la mesure du possible, les prélèvements ont été réalisés au milieu de prairies. A défaut, trois échantillons ont néanmoins été prélevés en bordure de champs.

Lors de la première campagne, menée en hiver, trois échantillons ont été prélevés sur des parcelles récemment réensemencées en herbes ou en engrais verts. Lors des campagnes suivantes, en fonction de l'évolution de l'usage des parcelles, quelques points de prélèvements ont dû être un peu décalés (d'une distance pouvant aller jusqu'à 400 mètres au maximum).

Les emplacements des prélèvements sont figurés sur la carte de l'annexe 1.

Chaque échantillon d'herbes récoltées correspond à un échantillon composite. L'herbe a été coupée à 3 ou 4 centimètres du sol, à l'aide d'une paire de ciseaux. Elle a été recueillie dans un seau où elle a subi une première homogénéisation. Chaque échantillon a ensuite été enveloppé dans du papier aluminium, puis placé dans un sachet plastique et étiqueté.

Les campagnes de prélèvements ont été réalisées :

- le 7 janvier 2016,
- le 12 mai 2016,
- le 21 juillet 2016,
- le 4 octobre 2016.

2.3 PREPARATION ET ANALYSES DES ECHANTILLONS

Le LABERCA a effectué les analyses des quatre campagnes.

La préparation des échantillons a débuté le lendemain des campagnes de prélèvements.

Les herbes de chaque échantillon ont été homogénéisées, coupées grossièrement, séchées à l'étuve, puis broyées. La poudre obtenue a été de nouveau mixée avant extraction.

Les analyses ont été réalisées par chromatographie gazeuse, couplée à la spectrométrie de masse à haute résolution.

3. RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES

Les résultats analytiques sont donnés pour chaque échantillon et chaque campagne en annexe 2.

3.1 ANALYSES SPATIALES DES CONCENTRATIONS DANS LES HERBES

Les concentrations de PCDD/F, PCB-DL et PCB-NDL dans les échantillons d'herbes ont été analysées en fonction de la distance et de l'orientation des emplacements de prélèvement par rapport au site APROCHIM. Les graphes relatifs à chaque campagne sont présentés en annexe 3.

Les concentrations des échantillons prélevés en janvier et en mai ne montrent pas d'évolution en fonction de ces paramètres, y compris dans la direction nord-est par rapport à APROCHIM, direction quasi-exclusivement sous les vents pendant les deux mois précédant la campagne de janvier.

Pour les campagnes de juillet et octobre, on observe des teneurs en PCB-DL et en PCB-NDL légèrement plus élevées pour les échantillons prélevés dans cette direction. Durant la période précédant ces campagnes, les vents dominants sont venus du sud-ouest, mais aussi du nord-ouest (ainsi que de l'est pour la campagne d'octobre). Les échantillons localisés dans la direction sud-est par rapport à APROCHIM ne présentent pourtant pas de teneurs plus élevées lors de ces campagnes.

L'ensemble des mesures effectuées a été pris en compte pour estimer les valeurs de bruit de fond. L'impact de la prise en compte des échantillons localisés dans la direction nord-est par rapport à APROCHIM a été évalué.

3.2 ANALYSES STATISTIQUES ET TEMPORELLES DES CONCENTRATIONS DANS LES HERBES

La répartition des concentrations mesurées pour chaque famille de congénères et chaque campagne de prélèvements a été représentée par des histogrammes et des diagrammes en boîte à l'aide du logiciel R (version 3.1.1, The R Foundation for Statistical Computing) : voir annexe 4.

Pour chacune des campagnes de mesures, les valeurs chiffrées des données statistiques sont aussi détaillées dans les tableaux suivants. Les concentrations sont données pour une herbe à 12 % d'humidité (selon l'usage habituel). Les valeurs entre parenthèses correspondent aux concentrations minimales et maximales mesurées minorées par l'incertitude de mesure¹.

¹ Lorsqu'il s'agit de comparer les concentrations mesurées dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires aux seuils réglementaires, le règlement n°709/2014 de la Commission

Tableau 1 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne de janvier 2016 (nombre d'échantillons n=23)

	PCDD/F (pg TEQ/g)	PCB-DL (pg TEQ/g)	PCDD/F+PCB-DL (pg TEQ/g)	PCB-NDL (ng/g)
Minimum	0,17 (0,14)	0,046 (0,036)	0,23 (0,19)	0,22 (0,17)
Percentile 25	0,21	0,063	0,28	0,24
Médiane	0,23	0,077	0,33	0,33
Moyenne	0,23	0,089	0,32	0,42
Percentile 75	0,26	0,11	0,35	0,60
Percentile 90	0,27	0,14	0,38	0,72
Maximum	0,34 (0,28)	0,15 (0,12)	0,40 (0,33)	0,78 (0,61)

Tableau 2 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne de mai 2016 (nombre d'échantillons n=23)

	PCDD/F (pg TEQ/g)	PCB-DL (pg TEQ/g)	PCDD/F+PCB-DL (pg TEQ/g)	PCB-NDL (ng/g)
Minimum	0,051 (0,04)	0,038 (0,029)	0,10 (0,08)	0,16 (0,12)
Percentile 25	0,063	0,073	0,14	0,27
Médiane	0,072	0,088	0,16	0,32
Moyenne	0,081	0,10	0,18	0,33
Percentile 75	0,09 1	0,13	0,23	0,39
Percentile 90	0,12	0,16	0,28	0,47
Maximum	0,16 (0,13)	0,24 (0,19)	0,33 (0,26)	0,64 (0,48)

Tableau 3 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne de juillet 2016 (nombre d'échantillons n=23)

	PCDD/F (pg TEQ/g)	PCB-DL (pg TEQ/g)	PCDD/F+PCB-DL (pg TEQ/g)	PCB-NDL (ng/g)
Minimum	0,028 (0,023)	0,036 (0,028)	0,064 (0,052)	0,16 (0,12)
Percentile 25	0,038	0,048	0,087	0,18
Médiane	0,043	0,051	0,10	0,20
Moyenne	0,042	0,056	0,10	0,21
Percentile 75	0,047	0,063	0,11	0,23
Percentile 90	0,050	0,076	0,12	0,27
Maximum	0,055 (0,046)	0,087 (0,068)	0,13 (0,10)	0,30 (0,23)

Européenne indique que la valeur mesurée dans un lot est conforme si elle ne dépasse pas la teneur maximale, compte-tenu de l'incertitude de mesure. Par analogie, la comparaison de la concentration mesurée dans un échantillon d'herbes particulier à une valeur limite devrait être faite incertitude déduite.

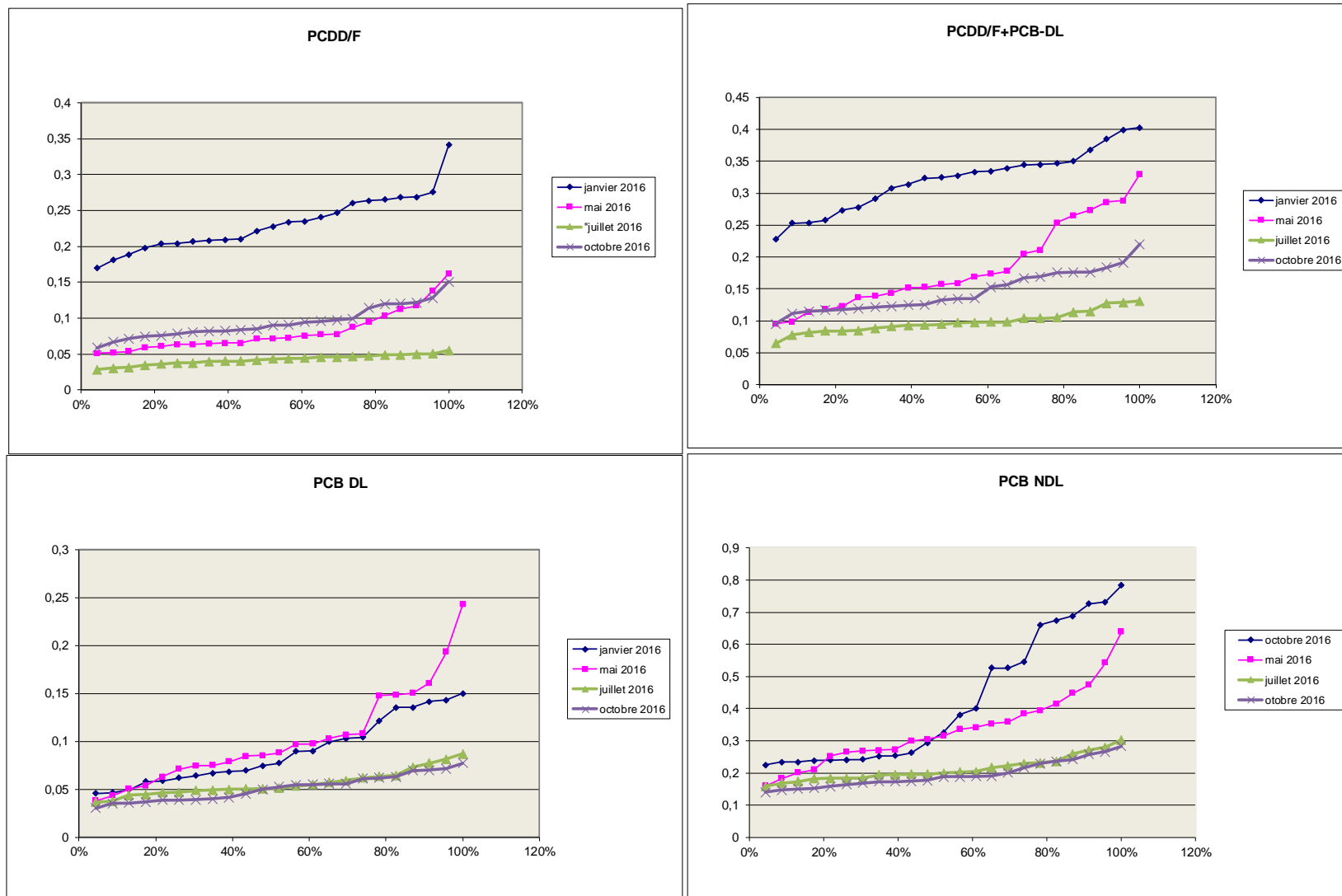
Tableau 4 : Données statistiques des concentrations mesurées dans les échantillons d'herbes prélevés durant la campagne d'octobre 2016 (nombre d'échantillons n=23)

	PCDD/F (pg TEQ/g)	PCB-DL (pg TEQ/g)	PCDD/F+PCB-DL (pg TEQ/g)	PCB-NDL (ng/g)
Minimum	0,059 (0,049)	0,030 (0,023)	0,10 (0,077)	0,14 (0,11)
Percentile 25	0,079	0,039	0,12	0,17
Médiane	0,090	0,052	0,13	0,19
Moyenne	0,094	0,051	0,15	0,19
Percentile 75	0,11	0,061	0,17	0,22
Percentile 90	0,12	0,070	0,18	0,25
Maximum	0,15 (0,12)	0,077 (0,060)	0,22 (0,18)	0,28 (0,21)

Si les concentrations des échantillons prélevés dans la direction nord-est par rapport au site APROCHIM n'avaient pas été prises en compte, les valeurs statistiques auraient globalement été peu modifiées. Les différences les plus importantes auraient concerné les percentiles 90 calculés pour les PCB-DL et les PCB_i lors de la campagne de juillet. Les valeurs auraient respectivement été égales à 0,064 pg TEQ/g (au lieu de 0,076) et de 0,23 ng/g (au lieu de 0,27).

Les figures suivantes présentent les distributions cumulées des concentrations mesurées lors des quatre campagnes.

Figure 1 : Distributions cumulées des concentrations de PCDD/F, PCB-DL, PCDD/F+PCB-DL (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité) et de PCB-NDL (en ng/g d'herbes à 12 % d'humidité)



Corrélation

L'analyse statistique des données montre une corrélation faible entre les concentrations de PCDD/F et celles des PCB lors des campagnes de mai, octobre et décembre et l'absence de corrélation en janvier. A l'inverse, les concentrations de PCB-DL et de PCB-NDL montrent une forte corrélation lors de chaque campagne.

Valeurs extrêmes

Les diagrammes en boîte montrent l'existence de quelques valeurs sensiblement plus élevées que les autres dans les distributions de données (deux valeurs en mai et une en octobre pour les mesures de PCDD/F, une valeur en mai et une en juillet pour les mesures de PCB-DL et de PCB-NDL).

Le test de Grubbs confirme que les teneurs en PCDD/F, PCB-DL et PCB-NDL, mesurées en mai et signalées ci-dessus, peuvent être considérées comme statistiquement anormales par rapport à l'ensemble des autres valeurs². La valeur élevée en PCB-DL et celle en PCB-NDL concernent le même point de prélèvement. Une analyse du profil des PCB-NDL mesurés montre que ce point présente la proportion de congénères lourds (PCB 153 et PCB 180) la plus élevée de l'ensemble des points de prélèvements. Cette observation peut éventuellement s'expliquer par une teneur en particules de sol plus élevée sur cet échantillon, liée au fait que l'herbe prélevée dans ce champ avait été visiblement plus piétinée par des animaux que dans les autres pâtures.

Au vu de ces remarques, l'exclusion des concentrations mesurées sur ce point du jeu de données relatif à la campagne de mai pourrait se justifier. Cependant, cela ne modifierait que peu ou pas les valeurs calculées pour le 90^{ème} percentile des distributions des concentrations des différentes familles de contaminants.

Les concentrations élevées en PCDD/F se rapportent à deux autres points, caractérisés par les teneurs en furannes à 4 et 5 atomes de chlore les plus élevés du lot d'échantillons prélevés en mai. Cependant, pour ces points, il est difficile d'identifier un facteur de contamination particulier. Il convient de remarquer néanmoins que l'ensemble des valeurs mesurées lors de cette campagne restent proches des valeurs mesurées en octobre et que la distribution correspondante, représentée dans les graphiques ci-dessus, ne semble pas présenter de queue de distribution anormale.

Distributions des valeurs mesurées

Les histogrammes des concentrations et les diagrammes quantiles-quantiles (non représentés dans ce rapport) montrent que les concentrations mesurées lors de chaque campagne ne suivent pas nécessairement des lois normales. Dans ces conditions, il n'est pas possible d'estimer, de manière pertinente, l'intervalle de

² Il s'agit ici d'une notion statistique visant à expliquer que cette valeur se distingue significativement des autres valeurs et ne peut pas être considérée comme appartenant à la même « population » ou groupe d'échantillons. Cette expression ne vise pas ici à qualifier la concentration mesurée par rapport à un référentiel établi.

confiance de la moyenne des concentrations mesurées lors de chaque campagne. A la place, il a été fait le choix de retenir comme valeur repère du bruit de fond un percentile de la distribution.

La figure 1 montre par ailleurs clairement que les distributions d'une saison à une autre sont différentes.

Les PCDD/F présentent une distribution de concentrations bien supérieures en hiver à celles des autres saisons. Les valeurs les plus faibles sont obtenues en été, tandis que les campagnes du printemps et de l'automne se caractérisent par des distributions assez similaires. Ces observations peuvent être notamment expliquées par les feux de cheminée, dont on connaît l'impact sur les émissions de PCDD/F.

Les distributions des concentrations de PCB mesurées en été et à l'automne sont très proches, alors que celles du printemps et de l'hiver sont plus élevées. Ces différences entre les saisons peuvent s'expliquer en particulier par la durée d'exposition de la biomasse végétale, qui dépend elle-même de la croissance végétale et de l'exploitation des parcelles (coupes, pâturage par les animaux). Les herbes récoltées lors des campagnes hivernales et printanières ont généralement été exposées longuement aux retombées atmosphériques, tandis que les herbes de l'été et de l'automne ont été récoltées après des épisodes de coupe ou de pâturage par le bétail.

Cependant, les différences de concentrations des herbes avec les saisons sont moins marquées pour les PCB-DL et les PCB-NDL que pour les PCDD/F. En effet, on note un facteur 2 (ou inférieur à 2) entre les moyennes (ou les médianes) des campagnes présentant les concentrations en PCB les plus élevées par rapport à celles présentant les concentrations les plus faibles, alors que ce facteur est supérieur à 5 pour les PCDD/F.

Estimation des concentrations annuelles de bruit de fond dans les herbes

Les distributions de concentrations étant nettement différentes d'une campagne à une autre, il n'est pas possible de regrouper les valeurs mesurées lors des quatre campagnes et de calculer des statistiques sur l'ensemble des mesures pour caractériser le bruit de fond annuel dans les herbes.

D'une manière générale, il semble que les concentrations de PCDD/F et de PCB dans les herbes liées au bruit de fond suivent une évolution annuelle qui peut être représentée par des courbes en creux entre le mois de janvier et le mois de décembre. Le suivi réglementaire réalisé mensuellement depuis plusieurs années sur les herbes fourragères autour de la société APROCHIM montre ce type d'évolution pour les PCDD/F, avec des concentrations maximales en décembre ou janvier.

Les données issues des travaux réalisés en région Bretagne et Pays de la Loire, par le Pôle agronomique ouest³ présentent les mêmes tendances. Ce groupement a réalisé dix campagnes de prélèvements d'herbes, réparties de début mars à mi-octobre 2005. Les herbes recueillies en milieu rural se caractérisent par une

³ Pôle agronomique ouest (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, Ecole Vétérinaire de Nantes), Programme inter-régional de recherche : Région Bretagne, Région Pays de la Loire. Synthèse finale - Dioxines : Analyses et traitement, 2005

diminution des concentrations des PCDD/F, des PCB-DL et des PCB-NDL du début de l'année jusqu'au début de l'été, et une remontée par la suite.

Les quatre campagnes réalisées ici pour caractériser le bruit de fond dans l'environnement de l'usine APROCHIM étant réparties de manière relativement homogène durant l'année, on fait l'hypothèse qu'elles donnent une représentation équilibrée de l'évolution des concentrations dans les herbes sur un cycle annuel.

Les concentrations annuelles dans les herbes liées au bruit de fond ont donc été calculées en faisant la moyenne des résultats issus des quatre campagnes de prélèvements. Concrètement, deux méthodes sont possibles :

- la première consiste à calculer la moyenne des quatre résultats obtenus pour chaque point de prélèvement, puis à définir les paramètres statistiques de la nouvelle distribution de concentrations ainsi obtenue. Cette approche revient à considérer les échantillons des différentes campagnes comme appariés ;
- la seconde considère les échantillons prélevés sur un même point d'une campagne à une autre comme indépendants. Elle peut potentiellement donner une distribution de la moyenne annuelle de la concentration avec un écart-type plus important. Pour cette approche, un calcul de type Monte-Carlo, basé sur 10000 simulations a été réalisé. Lors de chaque simulation, une concentration est tirée au sort à partir de la distribution des concentrations obtenues pour chaque campagne et la moyenne des quatre valeurs tirées au sort est calculée. Une distribution de la concentration en moyenne annuelle est ainsi obtenue.

Concrètement, les deux approches donnent ici des résultats quasiment similaires. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Distribution des concentrations en moyenne annuelle, calculées à partir des quatre campagnes de prélèvements

	PCDD/F (pg TEQ/g)	PCB-DL (pg TEQ/g)	PCDD/F+PCB-DL (pg TEQ/g)	PCB-NDL (ng/g)
Percentile 25	0,10	0,06	0,17	0,24
Médiane	0,11	0,07	0,19	0,28
Moyenne	0,11	0,07	0,19	0,29
Percentile 75	0,12	0,08	0,20	0,33
Percentile 90	0,13	0,09	0,22	0,37

A partir de ces résultats et afin d'encadrer de manière relativement large le bruit de fond, on peut prendre en référence le percentile 90 calculé ci-dessus pour caractériser la borne supérieure du bruit de fond local, défini en moyenne annuelle, dans la région de Grez-en-Bouère.

Si les échantillons issus des points situés dans la direction nord-est par rapport à APROCHIM avaient été écartés, les statistiques ci-dessus auraient été quasiment identiques (médiane et moyenne pour les PCDD/F+PCB-DL égales à 0,18 pg TEQ/g au lieu de 0,19 et percentile 90 égal à 0,21 pg TEQ/g au lieu de 0,22).

4. CONCLUSION

Les distributions des concentrations de PCDD/F, PCB-DL et PCB-NDL mesurées dans les herbes fourragères autour de Grez-en-Bouère présentent des distributions différentes en fonction des saisons, conformément à ce qui a été observé dans la littérature scientifique.

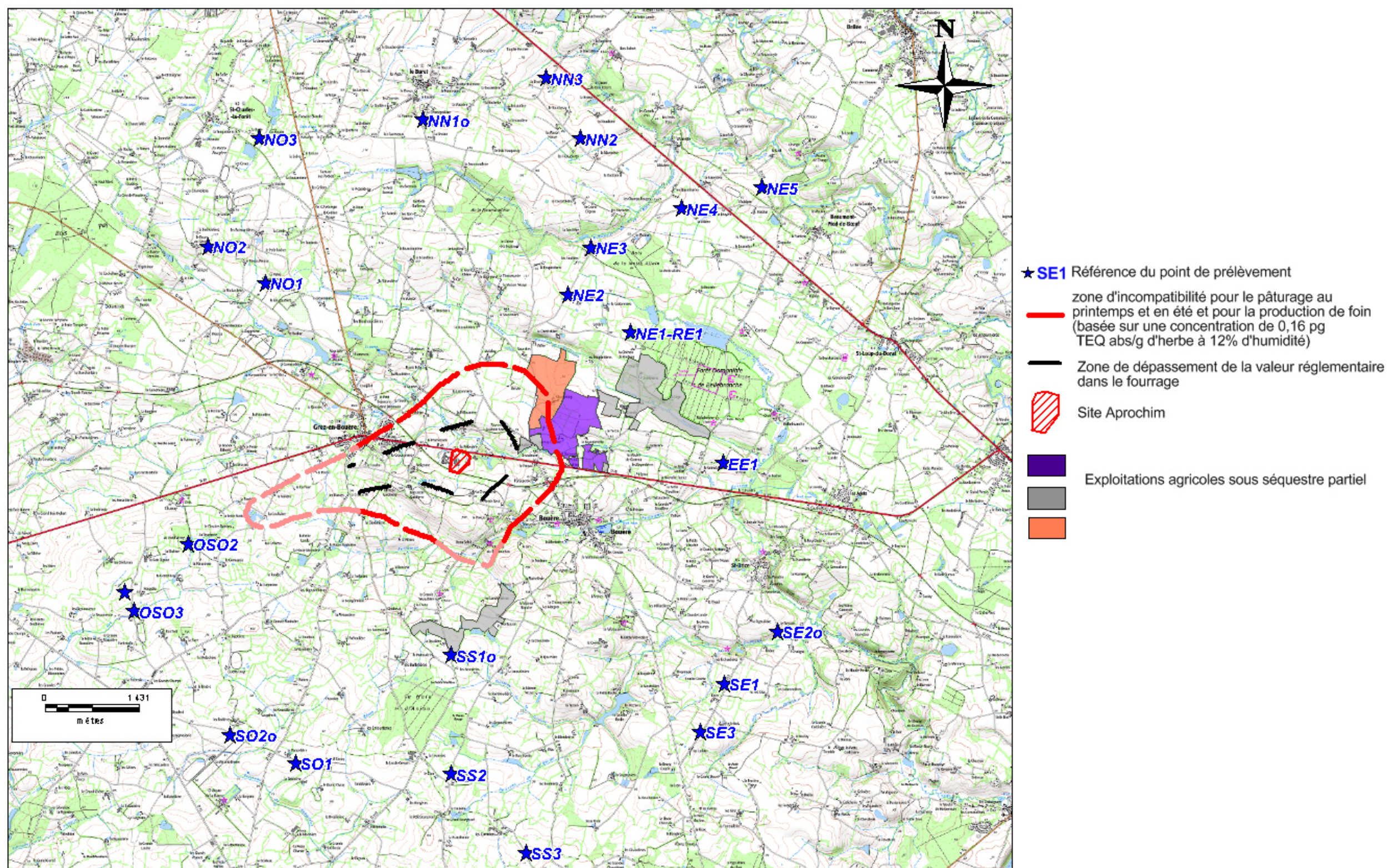
Pour les trois familles de contaminants, les concentrations les plus élevées sont observées en hiver et les concentrations les plus faibles en été. Cependant les différences de concentration en fonction des saisons sont plus marquées pour les PCDD/F que pour les PCB-DL et les PCB-NDL. L'évolution des concentrations au cours de l'année peut s'expliquer, pour les PCDD/F, par les feux de cheminée pratiqués à la saison froide, et pour l'ensemble des contaminants, par une durée d'exposition des herbes aux retombées atmosphériques qui est variable selon les saisons.

5. ANNEXES

Repère	Désignation	Nb/Format pages
Annexe A	Représentation cartographique des emplacements de prélèvements d'herbes	2
Annexe B	Résultats des campagnes de prélèvements d'herbes	21
Annexe C	Concentrations dans les prélèvements d'herbes en fonction de la distance et de l'orientation par rapport au site APROCHIM	5
Annexe D	Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations mesurées	4

ANNEXE 1

Représentation cartographique des emplacements de prélèvements d'herbes



Représentation cartographique des points de prélèvement pour caractériser le bruit de fond des herbes fourragères de l'environnement local témoin du site APROCHIM

ANNEXE 2

Résultats des campagnes de prélèvements d'herbes

**Résultats des analyses des échantillons d'herbes prélevés en janvier 2016
(PCDD/F et PCB-DL en pg/g – PCB-NDL en ng/g)**

Point de prélèvement	EE1	NE1	NE2	NE3	NE4	NE5
Distance à Aprochim (m)	4079	3311	3057	3849	5163	6253
2.3.7.8 - TCDD	0,021	0,020	0,020	0,019	0,021	0,013
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,085	0,067	0,057	0,078	0,106	0,054
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,046	0,052	0,039	0,043	0,063	0,032
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,185	0,198	0,165	0,172	0,234	0,150
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,142	0,142	0,105	0,151	0,133	0,088
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	1,189	1,257	0,854	1,105	1,297	0,976
OCDD	2,069	2,101	1,357	2,187	2,111	1,723
Somme des PCDDs	3,738	3,836	2,596	3,754	3,966	3,036
2.3.7.8 - TCDF	0,155	0,104	0,091	0,073	0,150	0,074
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,087	0,081	0,082	0,094	0,109	0,072
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,104	0,089	0,119	0,124	0,117	0,107
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,090	0,107	0,089	0,080	0,129	0,080
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,089	0,074	0,077	0,093	0,109	0,085
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,015	0,007	0,011	0,010	0,017	0,010
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,072	0,093	0,053	0,087	0,101	0,040
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	0,230	0,258	0,167	0,210	0,264	0,210
1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	0,014	0,013	0,011	0,014	0,019	0,019
OCDF	0,142	0,127	0,085	0,109	0,132	0,118
Somme des PCDFs	0,998	0,953	0,785	0,893	1,147	0,814
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,235	0,209	0,189	0,222	0,275	0,170
TEQ PCDD/F - incertitude	0,194	0,173	0,156	0,183	0,227	0,140
PCB 77	5,960	4,739	3,976	2,670	3,051	2,251
PCB 81	0,379	0,298	0,239	0,196	0,261	0,146
PCB 126	1,392	1,232	0,822	0,641	0,685	0,509
PCB 169	0,204	0,261	0,136	0,106	0,117	0,165
Somme des coplanaires	7,934	6,530	5,173	3,612	4,115	3,072
PCB 105	25,113	25,733	19,069	16,668	17,466	14,674
PCB 114	1,507	1,597	0,614	0,507	1,333	0,573
PCB 118	73,874	66,945	50,673	36,495	41,607	33,597
PCB123	1,159	0,309	0,927	0,538	1,593	0,491
PCB 156	16,024	12,628	8,083	4,518	5,417	4,686
PCB 157	4,296	3,388	1,577	1,132	1,116	0,966
PCB 167	8,065	7,492	4,110	2,306	2,327	2,252
PCB 189	1,893	1,506	2,121	1,185	1,744	0,984
Somme des non-coplanaires	131,931	119,598	87,174	63,350	72,603	58,222
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,150	0,135	0,089	0,069	0,075	0,058
TEQ PCB DL - incertitude	0,119	0,108	0,071	0,055	0,059	0,046
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,385	0,345	0,278	0,291	0,350	0,227
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,313	0,280	0,227	0,238	0,287	0,186
PCB 28	0,029	0,023	0,021	0,016	0,021	0,016
PCB 52	0,028	0,032	0,027	0,021	0,029	0,020
PCB 101	0,078	0,081	0,058	0,032	0,055	0,039
PCB 138	0,186	0,153	0,091	0,055	0,043	0,055
PCB 153	0,266	0,228	0,134	0,082	0,096	0,079
PCB 180	0,196	0,143	0,070	0,034	0,048	0,032
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,783	0,660	0,401	0,239	0,293	0,242
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,605	0,510	0,310	0,185	0,227	0,187

Point de prélèvement	NN1	NN2	NN3	NO1	NO2	NO3
Distance à Aprochim (m)	5200	5257	5978	3945	4955	5720
2.3.7.8 - TCDD	0,018	0,015	0,011	0,036	0,020	0,031
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,059	0,112	0,055	0,088	0,099	0,063
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,045	0,057	0,032	0,057	0,056	0,061
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,163	0,217	0,152	0,168	0,211	0,225
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,118	0,128	0,117	0,112	0,137	0,142
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	1,091	1,057	0,997	1,096	1,279	1,285
OCDD	1,938	1,573	1,603	1,838	2,278	2,361
Somme des PCDDs	3,431	3,160	2,967	3,394	4,080	4,169
2.3.7.8 - TCDF	0,135	0,084	0,112	0,148	0,137	0,115
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,104	0,117	0,074	0,084	0,098	0,095
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,134	0,134	0,105	0,091	0,126	0,157
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,104	0,113	0,096	0,074	0,089	0,106
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,098	0,111	0,085	0,082	0,133	0,110
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,011	0,013	0,012	0,006	0,011	0,010
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,080	0,085	0,074	0,084	0,099	0,094
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	0,276	0,199	0,141	0,220	0,259	0,242
1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	0,018	0,023	0,019	0,017	0,017	0,015
OCDF	0,174	0,078	0,079	0,185	0,135	0,151
Somme des PCDFs	1,135	0,956	0,798	0,992	1,103	1,095
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,210	0,265	0,181	0,241	0,264	0,247
TEQ PCDD/F - incertitude	0,174	0,219	0,149	0,199	0,218	0,204
PCB 77	3,657	2,974	3,542	3,042	3,935	4,142
PCB 81	0,228	0,244	0,273	0,223	0,333	0,192
PCB 126	0,966	0,628	0,707	0,933	1,236	1,118
PCB 169	0,102	0,108	0,118	0,256	0,266	0,200
Somme des coplanaires	4,953	3,954	4,640	4,454	5,769	5,653
PCB 105	19,587	17,671	18,400	16,506	22,703	21,212
PCB 114	0,974	0,728	0,632	0,681	0,793	1,270
PCB 118	54,031	39,843	49,382	47,095	56,690	56,367
PCB123	0,568	0,466	0,755	0,381	0,593	0,689
PCB 156	11,249	5,030	6,436	10,383	14,178	13,490
PCB 157	3,234	0,902	0,845	3,373	4,231	4,135
PCB 167	6,804	2,833	2,733	5,720	7,628	7,310
PCB 189	3,740	1,073	1,700	2,646	2,892	2,837
Somme des non-coplanaires	100,187	68,544	80,883	86,784	109,708	107,309
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,103	0,068	0,077	0,104	0,135	0,121
TEQ PCB DL - incertitude	0,082	0,054	0,061	0,083	0,108	0,097
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,314	0,333	0,258	0,345	0,399	0,368
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,256	0,273	0,211	0,281	0,325	0,300
PCB 28	0,029	0,018	0,026	0,028	0,019	0,023
PCB 52	0,025	0,018	0,028	0,036	0,029	0,039
PCB 101	0,055	0,038	0,052	0,058	0,066	0,078
PCB 138	0,120	0,061	0,086	0,113	0,158	0,152
PCB 153	0,181	0,090	0,132	0,167	0,218	0,224
PCB 180	0,116	0,037	0,057	0,124	0,185	0,172
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,526	0,263	0,381	0,526	0,674	0,688
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,407	0,203	0,294	0,407	0,521	0,532

Point de prélèvement	OSO2	OSO3	OSO4	SE1	SE2
Distance à Aprochim (m)	4221	5360	5370	5305	5539
2.3.7.8 - TCDD	0,029	0,037	0,030	0,024	0,043
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,058	0,078	0,094	0,036	0,134
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,054	0,047	0,066	0,047	0,083
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,139	0,206	0,179	0,189	0,284
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,102	0,130	0,151	0,126	0,186
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,938	1,106	1,082	1,198	1,483
OCDD	1,685	1,828	1,799	2,324	3,501
Somme des PCDDs	3,005	3,433	3,401	3,946	5,713
2.3.7.8 - TCDF	0,106	0,132	0,140	0,110	0,074
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,094	0,129	0,119	0,093	0,094
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,116	0,154	0,120	0,120	0,136
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,105	0,124	0,131	0,119	0,109
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,099	0,129	0,123	0,109	0,091
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,011	0,011	0,014	0,014	0,066
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,085	0,112	0,103	0,111	0,122
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,211	0,238	0,241	0,281	0,183
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,020	0,014	0,023	0,029	0,122
OCDF	0,130	0,115	0,112	0,162	0,213
Somme des PCDFs	0,976	1,158	1,126	1,148	1,210
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,207	0,269	0,268	0,198	0,341
TEQ PCDD/F - incertitude	0,171	0,222	0,221	0,163	0,282
PCB 77	2,264	2,330	2,550	5,877	2,356
PCB 81	0,167	0,205	0,173	0,357	0,175
PCB 126	0,391	0,530	0,599	1,291	0,562
PCB 169	0,182	0,119	0,151	0,276	0,116
Somme des coplanaires	3,004	3,184	3,474	7,801	3,208
PCB 105	11,914	13,755	15,789	24,190	14,729
PCB 114	0,839	0,720	0,923	1,515	0,837
PCB 118	31,491	33,315	35,564	58,852	38,600
PCB123	0,298	0,449	0,411	0,916	0,370
PCB 156	4,169	4,922	5,056	12,432	4,543
PCB 157	1,664	1,521	1,283	2,993	1,130
PCB 167	2,330	2,158	2,776	8,155	3,022
PCB 189	1,627	1,690	2,036	2,655	1,458
Somme des non-coplanaires	54,332	58,529	63,837	111,708	64,690
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,046	0,059	0,067	0,141	0,062
TEQ PCB DL - incertitude	0,037	0,047	0,053	0,113	0,049
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,253	0,328	0,335	0,339	0,403
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,208	0,269	0,274	0,276	0,331
PCB 28	0,026	0,018	0,017	0,044	0,013
PCB 52	0,034	0,025	0,020	0,043	0,017
PCB 101	0,038	0,039	0,035	0,084	0,036
PCB 138	0,047	0,047	0,063	0,147	0,057
PCB 153	0,067	0,076	0,080	0,230	0,085
PCB 180	0,026	0,028	0,038	0,184	0,033
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,238	0,233	0,254	0,732	0,241
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,184	0,180	0,196	0,566	0,186

Point de prélèvement	SE3	SO1	SO2	SS1	SS2	SS3
Distance à Aprochim (m)	5542	5166	5368	2938	4737	6030
2.3.7.8 - TCDD	0,016	0,020	0,018	0,017	0,022	0,020
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,085	0,073	0,065	0,071	0,093	0,066
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,058	0,043	0,039	0,055	0,050	0,058
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,232	0,166	0,133	0,204	0,176	0,166
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,150	0,132	0,127	0,100	0,120	0,108
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	1,280	1,126	0,893	1,223	0,981	1,307
OCDD	1,960	1,827	1,212	1,963	1,808	2,367
Somme des PCDDs	3,781	3,388	2,487	3,631	3,250	4,092
2.3.7.8 - TCDF	0,133	0,128	0,143	0,129	0,111	0,133
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,101	0,107	0,101	0,078	0,085	0,088
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,148	0,126	0,116	0,093	0,091	0,080
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,112	0,111	0,090	0,089	0,113	0,082
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,124	0,101	0,106	0,088	0,100	0,098
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,020	0,009	0,009	0,006	0,012	0,017
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,126	0,093	0,069	0,082	0,079	0,078
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	0,249	0,256	0,172	0,234	0,218	0,223
1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	0,024	0,012	0,008	0,020	0,009	0,026
OCDF	0,107	0,118	0,037	0,116	0,118	0,150
Somme des PCDFs	1,145	1,060	0,851	0,935	0,937	0,974
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,260	0,228	0,204	0,208	0,234	0,203
TEQ PCDD/F - incertitude	0,215	0,188	0,169	0,172	0,193	0,168
PCB 77	2,493	2,433	2,370	3,450	4,297	5,214
PCB 81	0,262	0,205	0,197	0,207	0,307	0,332
PCB 126	0,570	0,389	0,452	0,917	0,817	1,326
PCB 169	0,163	0,152	0,077	0,150	0,167	0,214
Somme des coplanaires	3,488	3,178	3,096	4,724	5,588	7,087
PCB 105	14,802	13,786	14,314	23,404	18,739	21,786
PCB 114	0,539	0,820	0,718	0,708	1,118	0,791
PCB 118	35,445	34,827	32,459	50,531	51,620	60,217
PCB123	0,546	0,800	0,437	0,609	0,805	0,574
PCB 156	4,945	4,730	4,015	7,951	9,793	13,816
PCB 157	1,372	0,833	0,772	1,262	2,881	3,500
PCB 167	2,736	2,200	1,034	5,030	5,148	7,707
PCB 189	1,832	1,419	0,773	1,902	1,479	3,478
Somme des non-coplanaires	62,216	59,414	54,522	91,398	91,584	111,869
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,064	0,046	0,049	0,099	0,090	0,143
TEQ PCB DL - incertitude	0,051	0,036	0,039	0,079	0,072	0,114
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,325	0,273	0,254	0,308	0,324	0,346
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,266	0,224	0,208	0,251	0,265	0,282
PCB 28	0,016	0,023	0,016	0,008	0,028	0,033
PCB 52	0,023	0,029	0,024	0,013	0,034	0,036
PCB 101	0,038	0,037	0,040	0,040	0,074	0,072
PCB 138	0,060	0,049	0,048	0,087	0,120	0,173
PCB 153	0,079	0,071	0,071	0,119	0,179	0,227
PCB 180	0,036	0,026	0,026	0,059	0,111	0,184
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,253	0,234	0,224	0,326	0,545	0,725
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,195	0,181	0,174	0,252	0,422	0,561

**Résultats des analyses des échantillons d'herbes prélevés en mai 2016
(PCDD/F et PCB-DL en pg/g – PCB-NDL en ng/g)**

Point de prélèvement	EE1	NE1	NE2	NE3	NE4	NE5
Distance à Aprochim (m)	4079	3311	3057	3849	5163	6253
2.3.7.8 - TCDD	0,010	0,010	0,011	0,006	0,004	0,010
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,026	0,016	0,030	0,017	0,020	0,023
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,020	0,055	0,016	0,021	0,018	0,023
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,016	0,062	0,041	0,022	0,062	0,029
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,019	0,055	0,059	0,031	0,036	0,031
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	0,127	0,170	0,233	0,286	0,153	0,153
OCDD	0,392	0,456	0,495	0,505	0,282	0,438
Somme des PCDDs	0,610	0,824	0,884	0,887	0,574	0,708
2.3.7.8 - TCDF	0,028	0,051	0,099	0,093	0,064	0,061
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,021	0,016	0,039	0,037	0,023	0,039
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,020	0,017	0,024	0,033	0,022	0,031
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,032	0,065	0,065	0,051	0,043	0,039
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,046	0,070	0,063	0,058	0,048	0,033
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,004	0,029	0,027	0,025	0,019	0,014
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,024	0,027	0,034	0,028	0,025	0,022
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	0,079	0,144	0,177	0,122	0,106	0,117
1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	0,030	0,103	0,095	0,075	0,028	0,066
OCDF	0,071	0,100	0,082	0,095	0,065	0,093
Somme des PCDFs	0,353	0,622	0,706	0,619	0,443	0,515
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,064	0,077	0,095	0,071	0,065	0,073
TEQ PCDD/F - incertitude	0,053	0,064	0,078	0,059	0,054	0,060
PCB 77	2,281	3,422	5,027	3,839	2,955	3,042
PCB 81	0,099	0,131	0,091	0,301	0,121	0,255
PCB 126	0,444	0,717	1,869	1,018	0,754	0,934
PCB 169	0,269	0,049	0,131	0,106	0,058	0,051
Somme des coplanaires	3,092	4,318	7,118	5,264	3,888	4,281
PCB 105	4,092	8,692	11,068	7,839	7,154	8,027
PCB 114	0,552	0,432	0,466	0,404	0,546	0,518
PCB 118	17,643	27,063	34,687	26,271	21,511	26,523
PCB123	0,505	0,415	0,610	0,425	0,523	0,242
PCB 156	3,062	4,345	8,172	6,439	4,430	7,806
PCB 157	0,858	1,246	1,840	1,271	0,457	1,463
PCB 167	1,215	1,994	5,094	3,285	2,750	3,701
PCB 189	1,198	1,305	1,964	1,229	1,424	0,569
Somme des non-coplanaires	29,127	45,494	63,900	47,163	38,795	48,849
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,054	0,075	0,193	0,107	0,079	0,097
TEQ PCB DL - incertitude	0,042	0,058	0,150	0,083	0,061	0,075
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,118	0,152	0,288	0,178	0,144	0,169
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,095	0,122	0,229	0,142	0,115	0,135
PCB 28	0,008	0,020	0,014	0,013	0,011	0,011
PCB 52	0,013	0,023	0,020	0,017	0,013	0,015
PCB 101	0,036	0,066	0,076	0,067	0,055	0,061
PCB 138	0,047	0,064	0,103	0,077	0,061	0,085
PCB 153	0,065	0,089	0,150	0,108	0,084	0,111
PCB 180	0,033	0,044	0,109	0,054	0,042	0,076
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,201	0,305	0,473	0,336	0,265	0,359
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,150	0,228	0,353	0,250	0,198	0,268

Point de prélèvement	NN1	NN2	NN3	NO1	NO2	NO3
Distance à Aprochim (m)	5200	5257	5978	3945	4955	5720
2.3.7.8 - TCDD	0,013	0,015	0,023	0,016	0,043	0,012
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,014	0,019	0,036	0,017	0,013	0,019
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,019	0,020	0,035	0,030	0,046	0,030
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,019	0,054	0,037	0,086	0,035	0,031
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,019	0,032	0,034	0,060	0,036	0,029
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	0,180	0,175	0,234	0,288	0,146	0,188
OCDD	0,718	0,414	0,411	0,508	0,362	0,349
Somme des PCDDs	0,982	0,730	0,811	1,006	0,681	0,659
2.3.7.8 - TCDF	0,248	0,465	0,415	0,117	0,009	0,067
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,049	0,062	0,034	0,067	0,014	0,023
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,025	0,078	0,086	0,038	0,022	0,021
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,063	0,079	0,059	0,126	0,096	0,042
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,075	0,044	0,072	0,098	0,057	0,043
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,015	0,019	0,021	0,024	0,027	0,021
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,023	0,034	0,039	0,054	0,057	0,036
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,180	0,130	0,166	0,234	0,210	0,136
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,019	0,041	0,026	0,060	0,024	0,057
OCDF	0,121	0,095	0,091	0,217	0,059	0,111
Somme des PCDFs	0,818	1,049	1,011	1,035	0,574	0,556
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,088	0,138	0,162	0,113	0,103	0,072
TEQ PCDD/F - incertitude	0,072	0,114	0,134	0,093	0,085	0,059
PCB 77	7,991	5,140	4,903	7,036	4,345	3,609
PCB 81	0,179	0,126	0,076	0,281	0,127	0,158
PCB 126	2,321	1,411	0,995	1,518	1,421	0,815
PCB 169	0,224	0,164	0,040	0,185	0,194	0,071
Somme des coplanaires	10,715	6,841	6,015	9,020	6,087	4,653
PCB 105	16,537	10,924	10,967	16,419	10,166	7,310
PCB 114	0,768	0,794	0,374	0,748	0,937	0,326
PCB 118	49,691	34,683	30,679	45,267	30,935	23,146
PCB123	0,610	0,610	0,339	0,652	0,767	0,352
PCB 156	11,806	6,755	6,253	10,370	7,044	4,449
PCB 157	2,709	2,051	1,297	2,099	0,893	0,704
PCB 167	7,607	4,800	3,150	5,879	4,128	2,614
PCB 189	1,432	0,747	1,123	1,525	0,495	3,127
Somme des non-coplanaires	91,160	61,363	54,182	82,958	55,367	42,027
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,242	0,148	0,103	0,161	0,150	0,085
TEQ PCB DL - incertitude	0,189	0,115	0,080	0,125	0,117	0,066
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,330	0,286	0,265	0,273	0,253	0,157
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,261	0,229	0,214	0,218	0,202	0,125
PCB 28	0,011	0,014	0,017	0,020	0,010	0,013
PCB 52	0,018	0,019	0,024	0,028	0,018	0,018
PCB 101	0,080	0,079	0,082	0,091	0,055	0,063
PCB 138	0,152	0,098	0,082	0,122	0,086	0,064
PCB 153	0,221	0,145	0,121	0,178	0,132	0,090
PCB 180	0,156	0,093	0,068	0,102	0,082	0,051
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,639	0,448	0,394	0,542	0,384	0,299
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,477	0,334	0,294	0,404	0,286	0,223

Point de prélèvement	OSO2	OSO3	OSO4	SE1	SE2
Distance à Aprochim (m)	4221	5360	5265	5305	5527
2.3.7.8 - TCDD	0,013	0,004	0,021	0,005	0,006
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,019	0,017	0,046	0,013	0,021
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,023	0,014	0,028	0,018	0,023
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,042	0,036	0,045	0,032	0,026
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,020	0,014	0,029	0,019	0,023
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,192	0,570	0,352	0,226	0,331
OCDD	0,357	0,531	0,331	0,435	0,801
Somme des PCDDs	0,666	1,186	0,853	0,746	1,231
2.3.7.8 - TCDF	0,017	0,018	0,028	0,026	0,046
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,022	0,017	0,045	0,017	0,016
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,026	0,017	0,042	0,030	0,024
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,031	0,033	0,048	0,035	0,041
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,042	0,032	0,059	0,046	0,036
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,014	0,012	0,030	0,013	0,017
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,026	0,022	0,037	0,032	0,027
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,072	0,061	0,109	0,067	0,089
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,018	0,012	0,048	0,023	0,015
OCDF	0,070	0,066	0,192	0,090	0,097
Somme des PCDFs	0,338	0,291	0,637	0,379	0,407
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,065	0,051	0,117	0,052	0,063
TEQ PCDD/F - incertitude	0,054	0,042	0,097	0,043	0,052
PCB 77	2,595	2,572	3,647	2,379	4,475
PCB 81	0,160	0,123	0,322	0,091	0,104
PCB 126	0,651	1,031	0,760	0,404	1,403
PCB 169	0,148	0,120	0,342	0,049	0,164
Somme des coplanaires	3,553	3,847	5,071	2,923	6,146
PCB 105	9,610	4,123	8,622	6,412	10,503
PCB 114	0,557	0,411	0,891	0,418	0,733
PCB 118	25,417	16,658	26,168	21,298	32,411
PCB123	0,402	0,382	0,735	0,235	0,976
PCB 156	3,996	2,705	4,660	3,369	9,429
PCB 157	0,929	0,705	0,675	0,666	2,037
PCB 167	2,397	1,601	2,820	1,738	4,428
PCB 189	0,899	0,510	1,845	0,911	2,885
Somme des non-coplanaires	44,207	27,094	46,416	35,047	63,403
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,071	0,108	0,088	0,043	0,148
TEQ PCB DL - incertitude	0,055	0,084	0,069	0,034	0,115
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,137	0,159	0,205	0,095	0,211
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,109	0,126	0,165	0,077	0,167
PCB 28	0,011	0,009	0,011	0,010	0,013
PCB 52	0,016	0,012	0,017	0,015	0,019
PCB 101	0,055	0,037	0,055	0,045	0,066
PCB 138	0,058	0,041	0,053	0,040	0,098
PCB 153	0,085	0,053	0,087	0,063	0,129
PCB 180	0,045	0,030	0,045	0,037	0,091
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,271	0,182	0,268	0,210	0,416
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,202	0,136	0,200	0,157	0,310

Point de prélèvement	SE3	SO1	SO2	SS1	SS2	SS3
Distance à Aprochim (m)	5542	5139	5339	2975	4737	6030
2.3.7.8 - TCDD	0,006	0,011	0,012	0,006	0,005	0,008
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,018	0,017	0,015	0,023	0,022	0,017
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,019	0,027	0,021	0,019	0,023	0,043
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,037	0,052	0,025	0,029	0,029	0,059
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,025	0,035	0,020	0,019	0,026	0,026
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	0,217	0,358	0,109	0,158	0,183	0,418
OCDD	0,390	2,075	0,186	0,188	0,379	1,091
Somme des PCDDs	0,712	2,575	0,388	0,443	0,667	1,661
2.3.7.8 - TCDF	0,026	0,037	0,014	0,022	0,024	0,027
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,015	0,022	0,018	0,017	0,027	0,017
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,017	0,023	0,017	0,020	0,022	0,026
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,033	0,060	0,055	0,039	0,042	0,063
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,033	0,071	0,066	0,036	0,053	0,076
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,011	0,033	0,028	0,019	0,024	0,031
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,026	0,044	0,035	0,026	0,037	0,047
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,069	0,095	0,076	0,065	0,064	0,089
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,017	0,024	0,020	0,023	0,025	0,018
OCDF	0,090	0,125	0,095	0,060	0,118	0,132
Somme des PCDFs	0,336	0,535	0,424	0,326	0,436	0,527
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,054	0,077	0,061	0,059	0,064	0,076
TEQ PCDD/F - incertitude	0,044	0,064	0,050	0,049	0,052	0,063
PCB 77	4,084	2,495	1,405	2,971	2,499	4,034
PCB 81	0,074	0,235	0,425	0,082	0,074	0,166
PCB 126	0,799	0,701	0,275	0,513	0,430	0,873
PCB 169	0,083	0,080	0,310	0,341	0,179	0,258
Somme des coplanaires	5,039	3,512	2,415	3,908	3,181	5,332
PCB 105	11,643	11,838	4,098	6,359	10,862	10,462
PCB 114	0,543	0,503	0,635	0,578	0,465	1,387
PCB 118	32,984	28,771	14,888	21,654	30,628	26,670
PCB123	0,342	0,467	0,625	0,489	0,589	1,271
PCB 156	6,727	6,453	3,066	5,804	4,941	8,142
PCB 157	1,081	1,354	0,568	1,273	0,849	1,740
PCB 167	2,745	3,178	1,485	2,287	2,222	3,033
PCB 189	1,500	0,874	1,178	1,618	1,243	1,554
Somme des non-coplanaires	57,566	53,438	26,542	40,061	51,800	54,259
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,085	0,074	0,038	0,063	0,050	0,097
TEQ PCB DL - incertitude	0,066	0,058	0,029	0,049	0,039	0,076
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,138	0,152	0,099	0,122	0,114	0,173
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,110	0,122	0,080	0,098	0,091	0,138
PCB 28	0,019	0,011	0,010	0,010	0,014	0,011
PCB 52	0,031	0,017	0,013	0,014	0,018	0,015
PCB 101	0,070	0,061	0,036	0,052	0,061	0,066
PCB 138	0,069	0,064	0,031	0,053	0,043	0,071
PCB 153	0,109	0,103	0,046	0,078	0,092	0,107
PCB 180	0,056	0,060	0,024	0,046	0,045	0,072
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,353	0,316	0,160	0,252	0,273	0,341
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,263	0,236	0,119	0,188	0,204	0,255

**Résultats des analyses des échantillons d'herbes prélevés en juillet 2016
(PCDD/F et PCB-DL en pg/g – PCB-NDL en ng/g)**

Point de prélèvement	EE1	NE1	NE2	NE3	NE4	NE5
Distance à Aprochim (m)	4079	3311	3057	3849	5163	6253
2.3.7.8 - TCDD	0,010	0,011	0,008	0,011	0,012	0,006
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,011	0,012	0,017	0,010	0,010	0,012
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,012	0,010	0,017	0,014	0,015	0,016
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,023	0,016	0,017	0,015	0,015	0,025
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,017	0,016	0,018	0,016	0,010	0,016
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,079	0,099	0,128	0,097	0,107	0,105
OCDD	0,378	0,331	0,285	0,255	0,426	0,546
Somme des PCDDs	0,530	0,495	0,490	0,417	0,596	0,726
2.3.7.8 - TCDF	0,018	0,021	0,009	0,017	0,018	0,023
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,011	0,012	0,021	0,011	0,011	0,015
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,012	0,018	0,020	0,011	0,012	0,012
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,021	0,018	0,024	0,016	0,023	0,022
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,019	0,018	0,017	0,021	0,028	0,020
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,020	0,017	0,020	0,018	0,015	0,027
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,016	0,020	0,031	0,018	0,016	0,018
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,027	0,036	0,059	0,037	0,041	0,029
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,033	0,028	0,030	0,021	0,013	0,010
OCDF	0,052	0,053	0,058	0,038	0,053	0,037
Somme des PCDFs	0,228	0,240	0,289	0,208	0,230	0,214
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,040	0,044	0,050	0,040	0,042	0,040
TEQ PCDD/F - incertitude	0,033	0,036	0,041	0,033	0,035	0,033
PCB 77	2,130	2,603	2,459	2,223	2,782	2,495
PCB 81	0,069	0,099	0,096	0,052	0,082	0,088
PCB 126	0,418	0,830	0,734	0,512	0,686	0,524
PCB 169	0,042	0,070	0,069	0,074	0,080	0,106
Somme des coplanaires	2,659	3,603	3,358	2,860	3,630	3,214
PCB 105	7,631	10,772	9,303	10,528	11,672	9,223
PCB 114	0,368	0,450	0,684	0,400	0,477	0,613
PCB 118	21,402	27,378	24,228	24,426	31,897	25,668
PCB123	0,296	0,352	0,475	0,902	0,461	0,759
PCB 156	2,443	6,557	5,413	3,765	7,417	3,915
PCB 157	0,593	1,661	1,200	0,998	0,900	1,064
PCB 167	1,663	2,706	2,831	1,976	4,541	1,386
PCB 189	0,779	1,535	1,562	0,878	1,363	0,531
Somme des non-coplanaires	35,175	51,411	45,695	43,874	58,725	43,160
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,044	0,087	0,077	0,055	0,073	0,057
TEQ PCB DL - incertitude	0,034	0,068	0,060	0,043	0,057	0,044
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,085	0,131	0,127	0,095	0,115	0,097
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,068	0,104	0,101	0,075	0,091	0,078
PCB 28	0,009	0,008	0,007	0,006	0,008	0,010
PCB 52	0,012	0,009	0,009	0,009	0,011	0,012
PCB 101	0,031	0,026	0,028	0,024	0,032	0,029
PCB 138	0,039	0,066	0,061	0,048	0,071	0,029
PCB 153	0,064	0,095	0,089	0,071	0,098	0,076
PCB 180	0,029	0,066	0,066	0,040	0,060	0,041
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,183	0,270	0,259	0,199	0,280	0,197
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,136	0,202	0,193	0,149	0,209	0,147

Point de prélèvement	NN1	NN2	NN3	NO1	NO2	NO3
Distance à Aprochim (m)	5200	5257	5978	3945	4955	5720
2.3.7.8 - TCDD	0,007	0,007	0,011	0,016	0,006	0,011
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,011	0,021	0,013	0,013	0,008	0,014
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,011	0,017	0,016	0,009	0,013	0,009
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,020	0,025	0,017	0,016	0,015	0,009
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,013	0,011	0,017	0,015	0,013	0,010
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,130	0,122	0,109	0,112	0,089	0,069
OCDD	0,305	0,514	0,281	0,338	0,335	0,260
Somme des PCDDs	0,496	0,717	0,465	0,521	0,480	0,381
2.3.7.8 - TCDF	0,010	0,011	0,016	0,022	0,007	0,020
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,009	0,011	0,021	0,015	0,008	0,012
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,015	0,013	0,018	0,014	0,013	0,014
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,025	0,028	0,032	0,026	0,022	0,030
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,017	0,020	0,022	0,020	0,015	0,026
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,021	0,020	0,020	0,017	0,015	0,019
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,015	0,021	0,026	0,020	0,016	0,020
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,046	0,045	0,056	0,045	0,045	0,030
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,010	0,012	0,016	0,012	0,018	0,016
OCDF	0,043	0,076	0,074	0,071	0,043	0,059
Somme des PCDFs	0,212	0,257	0,302	0,263	0,202	0,245
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,038	0,049	0,049	0,051	0,032	0,044
TEQ PCDD/F - incertitude	0,031	0,041	0,040	0,042	0,026	0,037
PCB 77	2,015	2,054	2,306	2,169	2,225	1,899
PCB 81	0,079	0,083	0,083	0,075	0,081	0,091
PCB 126	0,415	0,610	0,467	0,496	0,433	0,437
PCB 169	0,030	0,073	0,034	0,077	0,053	0,057
Somme des coplanaires	2,539	2,820	2,891	2,817	2,793	2,484
PCB 105	7,902	7,530	11,035	8,818	8,785	8,189
PCB 114	0,361	0,350	0,482	0,460	0,469	0,362
PCB 118	21,762	21,352	22,765	22,492	23,446	20,772
PCB123	0,545	0,286	0,264	0,438	0,437	0,453
PCB 156	3,932	5,100	2,749	3,512	3,073	4,065
PCB 157	0,742	1,257	0,737	0,534	0,697	0,732
PCB 167	1,811	3,033	2,359	2,532	2,029	1,851
PCB 189	1,284	1,756	0,653	1,690	1,776	1,312
Somme des non-coplanaires	38,339	40,665	41,045	40,475	40,712	37,736
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,044	0,065	0,049	0,053	0,046	0,047
TEQ PCB DL - incertitude	0,034	0,050	0,038	0,042	0,036	0,036
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,082	0,114	0,098	0,104	0,078	0,091
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,065	0,091	0,079	0,083	0,062	0,073
PCB 28	0,007	0,006	0,006	0,007	0,008	0,007
PCB 52	0,009	0,009	0,009	0,010	0,011	0,011
PCB 101	0,026	0,024	0,030	0,027	0,026	0,029
PCB 138	0,039	0,048	0,041	0,045	0,044	0,043
PCB 153	0,062	0,078	0,066	0,072	0,061	0,067
PCB 180	0,030	0,058	0,032	0,042	0,033	0,040
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,173	0,223	0,184	0,204	0,183	0,197
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,129	0,166	0,137	0,153	0,137	0,147

Point de prélèvement	OSO2	OSO3	OSO4	SE1	SE2
Distance à Aprochim (m)	4221	5360	5370	5305	5539
2.3.7.8 - TCDD	0,005	0,007	0,017	0,006	0,007
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,010	0,016	0,018	0,014	0,014
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,012	0,018	0,015	0,013	0,017
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,014	0,019	0,015	0,014	0,035
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,025	0,020	0,016	0,015	0,016
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,098	0,047	0,099	0,099	0,115
OCDD	0,290	0,236	0,340	0,294	0,566
Somme des PCDDs	0,454	0,363	0,521	0,455	0,771
2.3.7.8 - TCDF	0,013	0,017	0,031	0,004	0,015
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,014	0,013	0,018	0,013	0,012
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,017	0,013	0,018	0,013	0,020
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,026	0,017	0,013	0,026	0,030
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,017	0,016	0,018	0,019	0,024
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,012	0,014	0,012	0,010	0,010
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,022	0,022	0,008	0,020	0,014
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,028	0,042	0,043	0,027	0,039
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,015	0,015	0,015	0,024	0,023
OCDF	0,062	0,047	0,070	0,045	0,041
Somme des PCDFs	0,226	0,216	0,246	0,202	0,228
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,036	0,043	0,055	0,038	0,046
TEQ PCDD/F - incertitude	0,030	0,036	0,046	0,031	0,038
PCB 77	2,560	2,292	1,983	2,117	1,663
PCB 81	0,095	0,084	0,070	0,087	0,059
PCB 126	0,581	0,471	0,457	0,475	0,485
PCB 169	0,071	0,042	0,055	0,059	0,049
Somme des coplanaires	3,306	2,889	2,565	2,739	2,255
PCB 105	8,779	9,211	7,935	6,376	6,772
PCB 114	0,715	0,701	0,526	0,284	0,348
PCB 118	24,999	24,987	19,427	19,431	18,101
PCB123	0,472	0,792	0,298	0,388	0,338
PCB 156	3,607	3,676	3,527	3,448	3,416
PCB 157	1,075	1,413	1,243	0,618	0,603
PCB 167	2,358	2,829	1,131	2,328	2,299
PCB 189	1,056	1,427	1,479	1,483	1,175
Somme des non-coplanaires	43,060	45,036	35,566	34,356	33,051
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,062	0,050	0,049	0,051	0,051
TEQ PCB DL - incertitude	0,048	0,039	0,038	0,039	0,040
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,098	0,093	0,104	0,088	0,097
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,078	0,075	0,083	0,071	0,078
PCB 28	0,009	0,009	0,008	0,008	0,007
PCB 52	0,010	0,010	0,010	0,009	0,007
PCB 101	0,031	0,031	0,026	0,025	0,022
PCB 138	0,057	0,050	0,043	0,046	0,042
PCB 153	0,082	0,079	0,069	0,068	0,063
PCB 180	0,043	0,038	0,047	0,038	0,044
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,232	0,217	0,204	0,194	0,185
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,173	0,162	0,152	0,145	0,138

Point de prélèvement	SE3	SO1	SO2	SS1	SS2	SS3
Distance à Aprochim (m)	5542	5166	5368	2938	4737	6030
2.3.7.8 - TCDD	0,008	0,004	0,005	0,006	0,010	0,004
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,020	0,007	0,014	0,008	0,014	0,010
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,012	0,011	0,018	0,013	0,012	0,015
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,020	0,016	0,030	0,021	0,013	0,021
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,013	0,013	0,020	0,015	0,015	0,017
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	0,083	0,078	0,193	0,083	0,109	0,073
OCDD	0,234	0,295	0,687	0,235	2,021	0,248
Somme des PCDDs	0,390	0,424	0,967	0,380	2,195	0,387
2.3.7.8 - TCDF	0,010	0,015	0,023	0,021	0,019	0,016
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,015	0,011	0,014	0,015	0,018	0,016
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,015	0,010	0,023	0,014	0,020	0,010
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,020	0,028	0,034	0,024	0,027	0,016
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,018	0,019	0,022	0,018	0,017	0,011
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,015	0,012	0,012	0,013	0,015	0,012
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,016	0,015	0,028	0,017	0,016	0,015
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDF	0,034	0,022	0,053	0,025	0,026	0,022
1.2.3.4.7.8.9 - HpCDF	0,019	0,011	0,022	0,026	0,015	0,010
OCDF	0,051	0,072	0,069	0,061	0,075	0,074
Somme des PCDFs	0,212	0,213	0,300	0,233	0,248	0,201
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,046	0,028	0,048	0,034	0,046	0,030
TEQ PCDD/F - incertitude	0,038	0,023	0,039	0,028	0,038	0,025
PCB 77	1,937	1,744	2,135	2,129	2,299	2,096
PCB 81	0,076	0,076	0,110	0,087	0,073	0,073
PCB 126	0,356	0,338	0,771	0,475	0,564	0,605
PCB 169	0,030	0,044	0,094	0,047	0,041	0,049
Somme des coplanaires	2,399	2,202	3,109	2,737	2,976	2,823
PCB 105	6,847	7,506	8,426	6,505	9,274	9,008
PCB 114	0,365	0,561	0,617	0,419	0,427	0,313
PCB 118	18,675	18,818	22,264	19,976	22,438	20,881
PCB123	0,313	0,179	0,598	0,439	0,480	0,281
PCB 156	2,628	3,134	6,822	2,786	3,872	4,663
PCB 157	0,828	0,670	1,271	0,541	1,140	1,071
PCB 167	2,128	1,391	3,349	1,239	2,915	3,129
PCB 189	1,383	0,939	2,597	1,296	1,052	1,992
Somme des non-coplanaires	33,165	33,197	45,943	33,201	41,597	41,338
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,038	0,036	0,081	0,050	0,059	0,063
TEQ PCB DL - incertitude	0,029	0,028	0,063	0,039	0,046	0,049
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,084	0,064	0,129	0,084	0,105	0,094
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,068	0,052	0,103	0,067	0,084	0,074
PCB 28	0,007	0,007	0,008	0,008	0,006	0,007
PCB 52	0,008	0,008	0,010	0,011	0,010	0,008
PCB 101	0,025	0,021	0,032	0,028	0,029	0,026
PCB 138	0,038	0,037	0,066	0,045	0,058	0,059
PCB 153	0,059	0,058	0,092	0,071	0,081	0,080
PCB 180	0,031	0,027	0,095	0,033	0,045	0,057
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,169	0,158	0,302	0,195	0,230	0,237
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,126	0,118	0,226	0,145	0,171	0,177

**Résultats des analyses des échantillons d'herbes prélevés en octobre 2016
(PCDD/F et PCB-DL en pg/g – PCB-NDL en ng/g)**

Point de prélèvement	EE1	NE1	NE2	NE3	NE4	NE5
Distance à Aprochim (m)	4079	3311	3057	3849	5163	6253
2.3.7.8 - TCDD	0,013	0,008	0,016	0,013	0,008	0,016
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,021	0,025	0,022	0,045	0,057	0,036
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,036	0,016	0,067	0,028	0,024	0,035
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,065	0,033	0,074	0,045	0,065	0,066
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,029	0,027	0,033	0,020	0,040	0,052
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,169	0,117	0,257	0,277	0,320	0,207
OCDD	0,325	0,412	0,608	0,424	0,623	0,445
Somme des PCDDs	0,658	0,638	1,077	0,852	1,136	0,857
2.3.7.8 - TCDF	0,027	0,042	0,045	0,084	0,051	0,048
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,045	0,018	0,033	0,056	0,051	0,044
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,029	0,019	0,048	0,054	0,036	0,046
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,052	0,047	0,067	0,054	0,071	0,065
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,061	0,036	0,063	0,066	0,063	0,079
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,021	0,022	0,023	0,038	0,021	0,027
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,055	0,026	0,040	0,063	0,056	0,066
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,105	0,092	0,119	0,162	0,208	0,115
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,025	0,016	0,020	0,031	0,023	0,033
OCDF	0,074	0,094	0,083	0,055	0,113	0,070
Somme des PCDFs	0,494	0,412	0,542	0,662	0,693	0,592
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,082	0,067	0,099	0,120	0,122	0,114
TEQ PCDD/F - incertitude	0,067	0,055	0,082	0,099	0,101	0,094
PCB 77	2,776	2,618	2,759	2,587	1,990	2,377
PCB 81	0,159	0,139	0,162	0,153	0,114	0,135
PCB 126	0,654	0,458	0,701	0,487	0,551	0,486
PCB 169	0,132	0,158	0,166	0,166	0,170	0,156
Somme des coplanaires	3,721	3,373	3,789	3,393	2,824	3,154
PCB 105	12,819	11,407	12,148	13,547	10,981	12,411
PCB 114	1,755	0,714	0,741	0,648	0,676	0,595
PCB 118	36,673	31,775	30,520	33,277	21,265	0,525
PCB123	1,692	0,732	0,734	0,620	0,714	25,065
PCB 156	6,349	3,051	6,146	2,317	3,679	2,296
PCB 157	1,353	0,929	1,983	0,905	0,909	1,201
PCB 167	2,491	1,089	2,840	1,260	2,633	0,968
PCB 189	1,137	1,152	0,694	0,533	1,615	0,246
Somme des non-coplanaires	64,269	50,848	55,805	53,107	42,473	43,307
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,072	0,052	0,077	0,056	0,062	0,055
TEQ PCB DL - incertitude	0,056	0,041	0,060	0,043	0,048	0,043
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,153	0,119	0,176	0,176	0,184	0,169
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,123	0,096	0,142	0,143	0,149	0,137
PCB 28	0,025	0,020	0,014	0,019	0,011	0,016
PCB 52	0,023	0,030	0,023	0,028	0,020	0,022
PCB 101	0,051	0,041	0,030	0,044	0,038	0,032
PCB 138	0,058	0,046	0,058	0,053	0,043	0,038
PCB 153	0,072	0,081	0,069	0,087	0,074	0,056
PCB 180	0,037	0,023	0,043	0,027	0,030	0,026
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,266	0,242	0,236	0,258	0,216	0,190
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,198	0,180	0,176	0,193	0,161	0,142

Point de prélèvement	NN1	NN2	NN3	NO1	NO2	NO3
Distance à Aprochim (m)	5200	5257	5978	3945	4955	5720
2.3.7.8 - TCDD	0,007	0,010	0,013	0,012	0,009	0,008
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,008	0,027	0,043	0,044	0,028	0,039
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,021	0,028	0,034	0,033	0,032	0,031
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,047	0,046	0,076	0,081	0,052	0,051
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,036	0,024	0,037	0,054	0,028	0,033
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,172	0,149	0,201	0,261	0,229	0,244
OCDD	0,450	0,288	0,457	0,358	0,390	1,175
Somme des PCDDs	0,741	0,572	0,861	0,842	0,769	1,581
2.3.7.8 - TCDF	0,043	0,047	0,022	0,099	0,033	0,038
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,025	0,028	0,049	0,066	0,023	0,023
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,029	0,023	0,064	0,051	0,053	0,032
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,048	0,034	0,053	0,086	0,061	0,041
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,044	0,037	0,068	0,054	0,050	0,066
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,015	0,023	0,036	0,030	0,022	0,028
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,053	0,041	0,064	0,063	0,041	0,037
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,113	0,110	0,167	0,163	0,112	0,141
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,012	0,017	0,022	0,027	0,030	0,029
OCDF	0,044	0,077	0,104	0,076	0,061	0,096
Somme des PCDFs	0,426	0,437	0,651	0,716	0,486	0,531
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,059	0,075	0,120	0,128	0,090	0,095
TEQ PCDD/F - incertitude	0,049	0,062	0,099	0,106	0,074	0,078
PCB 77	1,682	1,925	2,021	2,368	1,950	1,515
PCB 81	0,098	0,106	0,124	0,110	0,111	0,108
PCB 126	0,323	0,304	0,482	0,559	0,303	0,346
PCB 169	0,103	0,128	0,209	0,168	0,120	0,132
Somme des coplanaires	2,206	2,463	2,836	3,204	2,483	2,101
PCB 105	10,168	9,113	8,424	15,102	8,459	8,631
PCB 114	0,430	1,146	0,513	0,884	1,604	1,349
PCB 118	22,982	23,925	22,191	31,317	24,049	20,887
PCB123	0,253	1,152	0,489	0,896	1,462	1,216
PCB 156	2,195	1,994	2,423	4,901	3,427	2,277
PCB 157	0,625	0,582	0,245	1,104	1,163	1,483
PCB 167	0,291	1,704	2,249	1,686	2,279	1,991
PCB 189	0,164	0,943	0,925	1,907	1,201	0,414
Somme des non-coplanaires	37,109	40,561	37,460	57,798	43,643	38,248
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,037	0,036	0,056	0,063	0,035	0,040
TEQ PCB DL - incertitude	0,029	0,028	0,043	0,049	0,028	0,031
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,095	0,111	0,175	0,191	0,125	0,135
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,077	0,090	0,142	0,155	0,102	0,109

Point de prélèvement	OSO2	OSO3	OSO4	SE1	SE2
Distance à Aprochim (m)	4221	5360	5370	5305	5539
2.3.7.8 - TCDD	0,007	0,010	0,013	0,020	0,018
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,035	0,029	0,021	0,016	0,020
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,025	0,027	0,023	0,023	0,022
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,048	0,056	0,038	0,045	0,049
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,034	0,027	0,015	0,031	0,033
1.2.3.4.6.7.8 - HpCDD	0,250	0,273	0,204	0,151	0,258
OCDD	0,510	0,575	0,480	0,331	0,450
Somme des PCDDs	0,909	0,998	0,794	0,617	0,850
2.3.7.8 - TCDF	0,035	0,049	0,052	0,056	0,046
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,040	0,026	0,038	0,024	0,032
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,037	0,025	0,037	0,021	0,020
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,050	0,055	0,045	0,039	0,055
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,061	0,050	0,047	0,040	0,054
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,022	0,021	0,018	0,015	0,019
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,045	0,055	0,040	0,042	0,043
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,139	0,129	0,120	0,097	0,118
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,022	0,019	0,025	0,033	0,043
OCDF	0,095	0,079	0,059	0,037	0,043
Somme des PCDFs	0,546	0,505	0,481	0,405	0,475
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,091	0,085	0,078	0,075	0,081
TEQ PCDD/F - incertitude	0,075	0,070	0,065	0,062	0,067
PCB 77	1,899	1,675	1,765	2,342	2,031
PCB 81	0,126	0,114	0,079	0,134	0,093
PCB 126	0,366	0,241	0,346	0,452	0,489
PCB 169	0,115	0,156	0,114	0,113	0,141
Somme des coplanaires	2,506	2,186	2,305	3,041	2,754
PCB 105	7,478	8,102	8,319	9,553	11,138
PCB 114	0,694	1,246	0,581	0,824	0,537
PCB 118	23,897	1,143	17,707	24,487	23,229
PCB123	0,634	23,483	0,563	0,788	0,963
PCB 156	3,093	1,964	1,559	2,992	4,874
PCB 157	0,678	1,024	1,274	0,409	0,370
PCB 167	1,181	1,246	1,906	0,238	2,100
PCB 189	0,070	1,852	0,440	0,379	0,214
Somme des non-coplanaires	37,726	40,059	32,349	39,671	43,426
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,041	0,030	0,039	0,050	0,055
TEQ PCB DL - incertitude	0,032	0,023	0,030	0,039	0,042
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,132	0,115	0,117	0,125	0,135
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,107	0,094	0,095	0,101	0,109
PCB 28	0,015	0,016	0,009	0,011	0,011
PCB 52	0,018	0,018	0,017	0,015	0,016
PCB 101	0,027	0,029	0,028	0,034	0,025
PCB 138	0,038	0,031	0,036	0,043	0,048
PCB 153	0,054	0,054	0,044	0,051	0,060
PCB 180	0,021	0,026	0,018	0,024	0,031
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,173	0,174	0,152	0,177	0,191
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,129	0,130	0,114	0,132	0,142

Point de prélèvement	SE3	SO1	SO2	SS1	SS2	SS3
Distance à Aprochim (m)	5542	5166	5368	2938	4737	6030
2.3.7.8 - TCDD	0,019	0,013	0,013	0,014	0,019	0,019
1.2.3.7.8 - PeCDD	0,020	0,013	0,013	0,045	0,027	0,026
1.2.3.4.7.8 - HxCDD	0,046	0,037	0,035	0,052	0,029	0,028
1.2.3.6.7.8 - HxCDD	0,056	0,075	0,059	0,133	0,071	0,028
1.2.3.7.8.9 - HxCDD	0,034	0,036	0,040	0,043	0,034	0,037
1.2.3.4.6.7.8- HpCDD	0,251	0,226	0,186	0,628	0,281	0,353
OCDD	0,564	0,385	0,374	1,146	0,684	0,617
Somme des PCDDs	0,990	0,784	0,720	2,060	1,145	1,110
2.3.7.8 - TCDF	0,028	0,040	0,050	0,065	0,057	0,046
1.2.3.7.8 - PeCDF	0,035	0,041	0,044	0,081	0,027	0,040
2.3.4.7.8 - PeCDF	0,024	0,047	0,012	0,071	0,030	0,036
1.2.3.4.7.8 - HxCDF	0,064	0,061	0,052	0,086	0,075	0,065
1.2.3.6.7.8 - HxCDF	0,051	0,062	0,057	0,102	0,060	0,066
1.2.3.7.8.9 - HxCDF	0,012	0,019	0,019	0,037	0,015	0,025
2.3.4.6.7.8 - HxCDF	0,040	0,050	0,051	0,078	0,032	0,035
1.2.3.4.6.7.8 -HpCDF	0,088	0,113	0,137	0,222	0,082	0,151
1.2.3.4.7.8.9 -HpCDF	0,022	0,031	0,021	0,026	0,032	0,046
OCDF	0,044	0,082	0,061	0,122	0,058	0,059
Somme des PCDFs	0,409	0,545	0,504	0,890	0,469	0,568
TEQ PCDD/F (herbe à 12% d'H)	0,084	0,082	0,071	0,151	0,097	0,096
TEQ PCDD/F - incertitude	0,069	0,068	0,059	0,125	0,080	0,079
PCB 77	1,640	1,740	2,276	2,177	3,040	2,194
PCB 81	0,092	0,157	0,123	0,146	0,126	0,137
PCB 126	0,341	0,338	0,386	0,620	0,617	0,546
PCB 169	0,112	0,121	0,148	0,180	0,198	0,157
Somme des coplanaires	2,186	2,356	2,932	3,123	3,981	3,033
PCB 105	8,419	8,116	16,251	10,658	13,843	12,313
PCB 114	0,470	1,036	1,286	1,283	1,160	0,963
PCB 118	21,486	23,110	40,175	31,570	34,278	27,747
PCB123	0,424	1,070	1,305	1,357	1,246	0,451
PCB 156	1,880	1,862	3,181	7,056	4,558	5,498
PCB 157	0,511	1,291	0,787	0,632	1,043	0,632
PCB 167	0,886	1,717	1,008	2,310	2,771	2,035
PCB 189	0,528	1,131	0,504	0,614	1,034	0,470
Somme des non-coplanaires	34,604	39,334	64,498	55,479	59,934	50,110
TEQ PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,039	0,039	0,045	0,069	0,070	0,061
TEQ PCB DL - incertitude	0,030	0,030	0,035	0,054	0,054	0,047
TEQ PCDD/F + PCB DL (herbe à 12% d'H)	0,123	0,121	0,117	0,220	0,167	0,157
TEQ PCDD/F + PCB DL - incertitude	0,100	0,098	0,094	0,178	0,135	0,126
PCB 28	0,021	0,013	0,007	0,016	0,010	0,014
PCB 52	0,022	0,021	0,014	0,021	0,016	0,017
PCB 101	0,029	0,024	0,036	0,030	0,040	0,022
PCB 138	0,026	0,028	0,036	0,052	0,068	0,046
PCB 153	0,047	0,051	0,062	0,077	0,103	0,066
PCB 180	0,019	0,012	0,018	0,033	0,047	0,035
somme 6 PCB NDL (herbe à 12% d'H)	0,164	0,150	0,173	0,229	0,284	0,201
somme 6 PCB NDL - incertitude	0,122	0,112	0,129	0,171	0,212	0,150

ANNEXE 3

**Concentrations dans les prélèvements d'herbes en fonction de la distance
et de l'orientation par rapport au site APROCHIM**

Figure 2 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne de janvier 2016

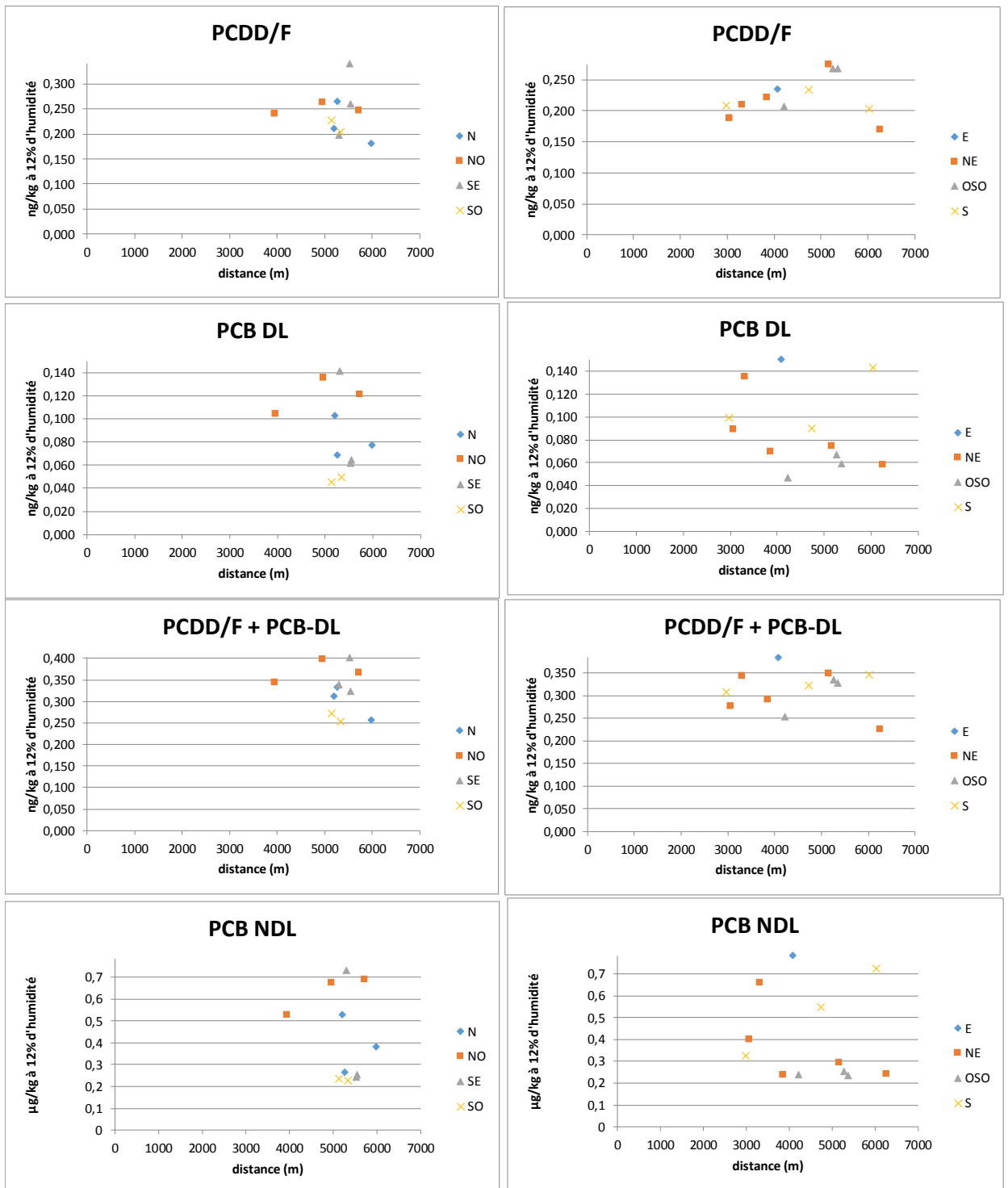


Figure 3 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne de mai 2016

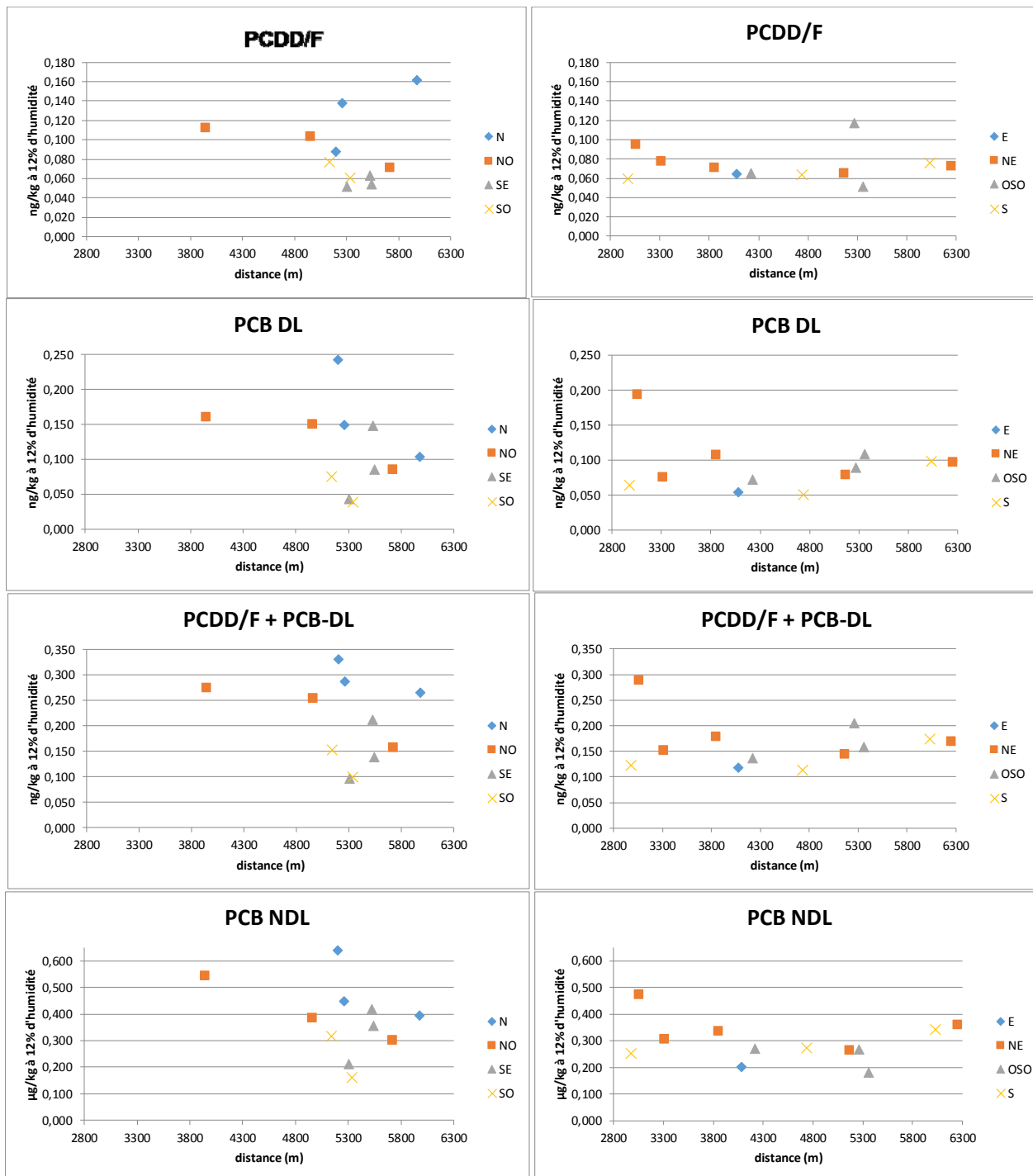


Figure 4 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne de juillet 2016

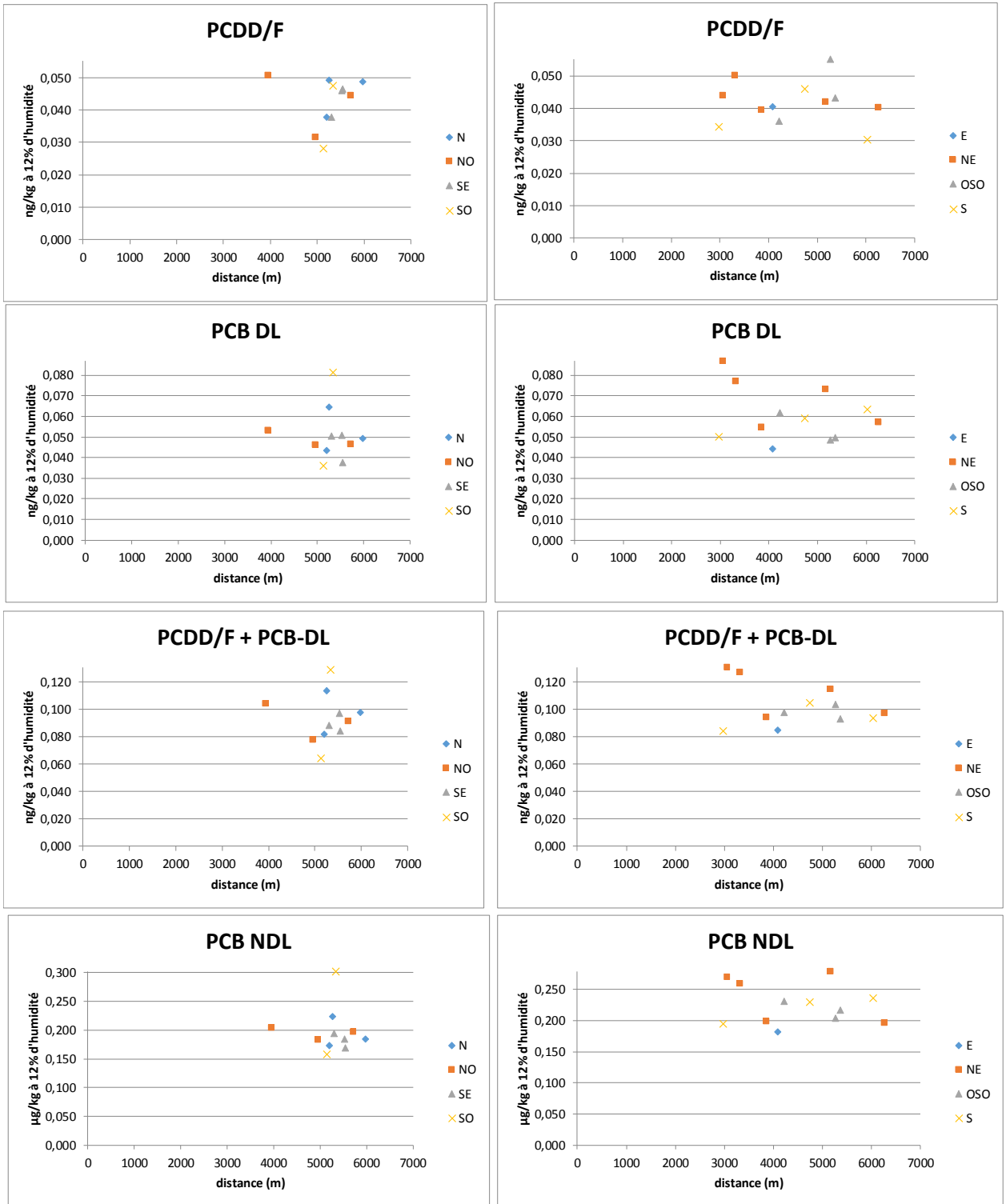
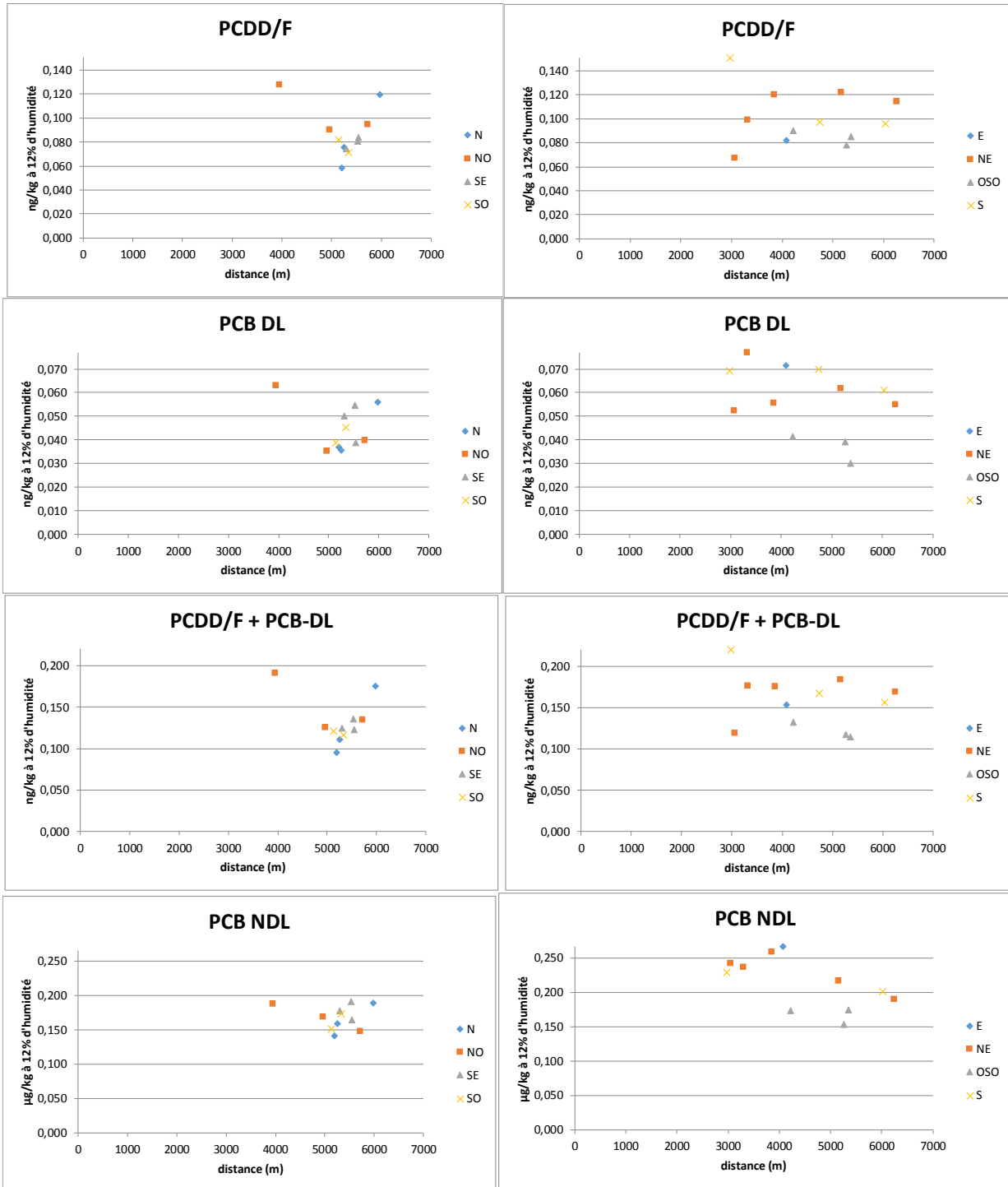


Figure 5 : Concentrations dans les herbes en fonction de la distance et de la direction par rapport au site APROCHIM lors de la campagne d'octobre 2016



ANNEXE 4

Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations mesurées

Figure 6 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCDD/F mesurées lors des quatre campagnes (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité)

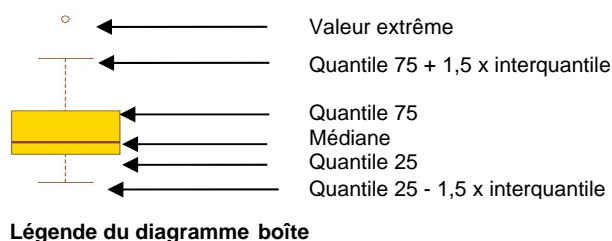
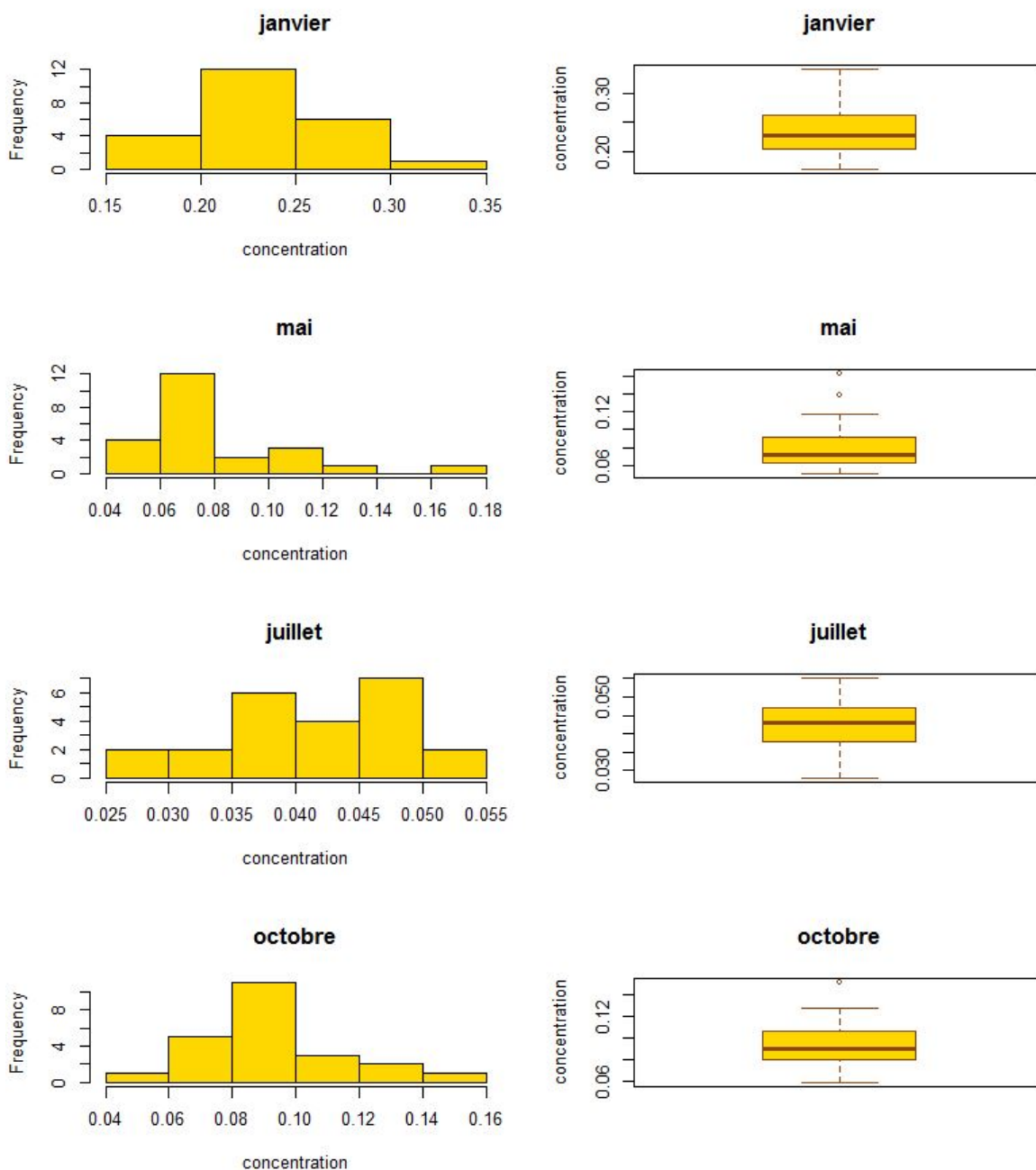


Figure 7 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCB-DL mesurées lors des quatre campagnes (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité)

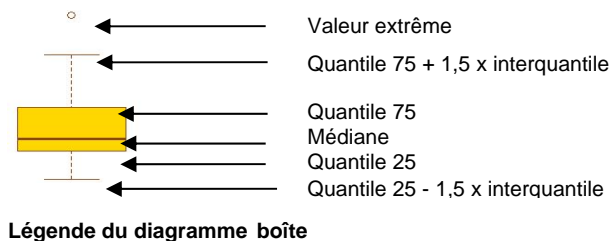
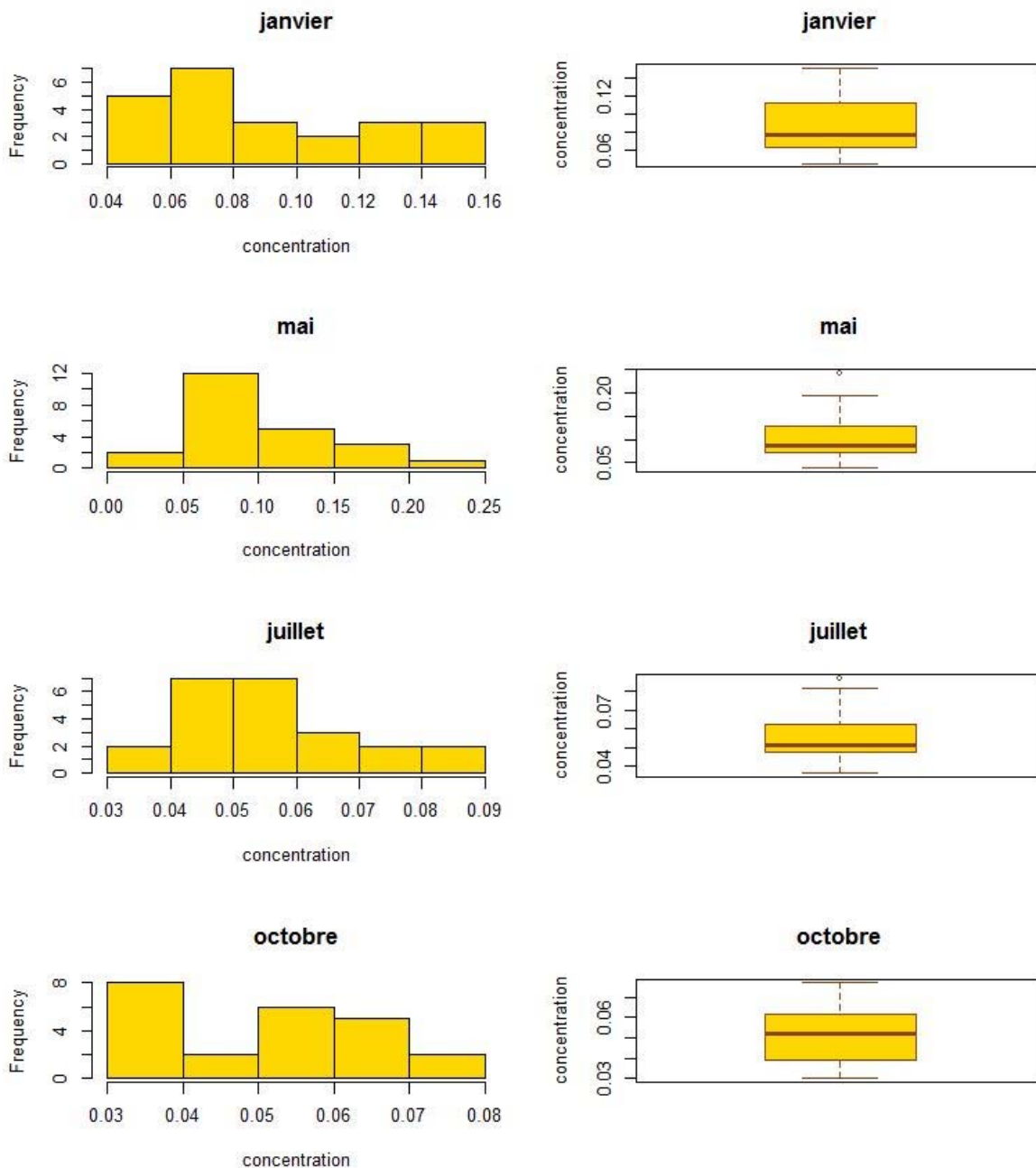


Figure 8 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCDD/F + PCB-DL mesurées lors des quatre campagnes (en pg TEQ/g d'herbes à 12 % d'humidité)

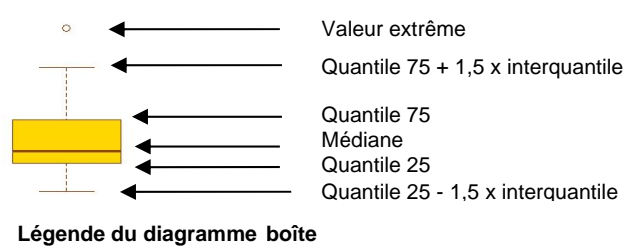
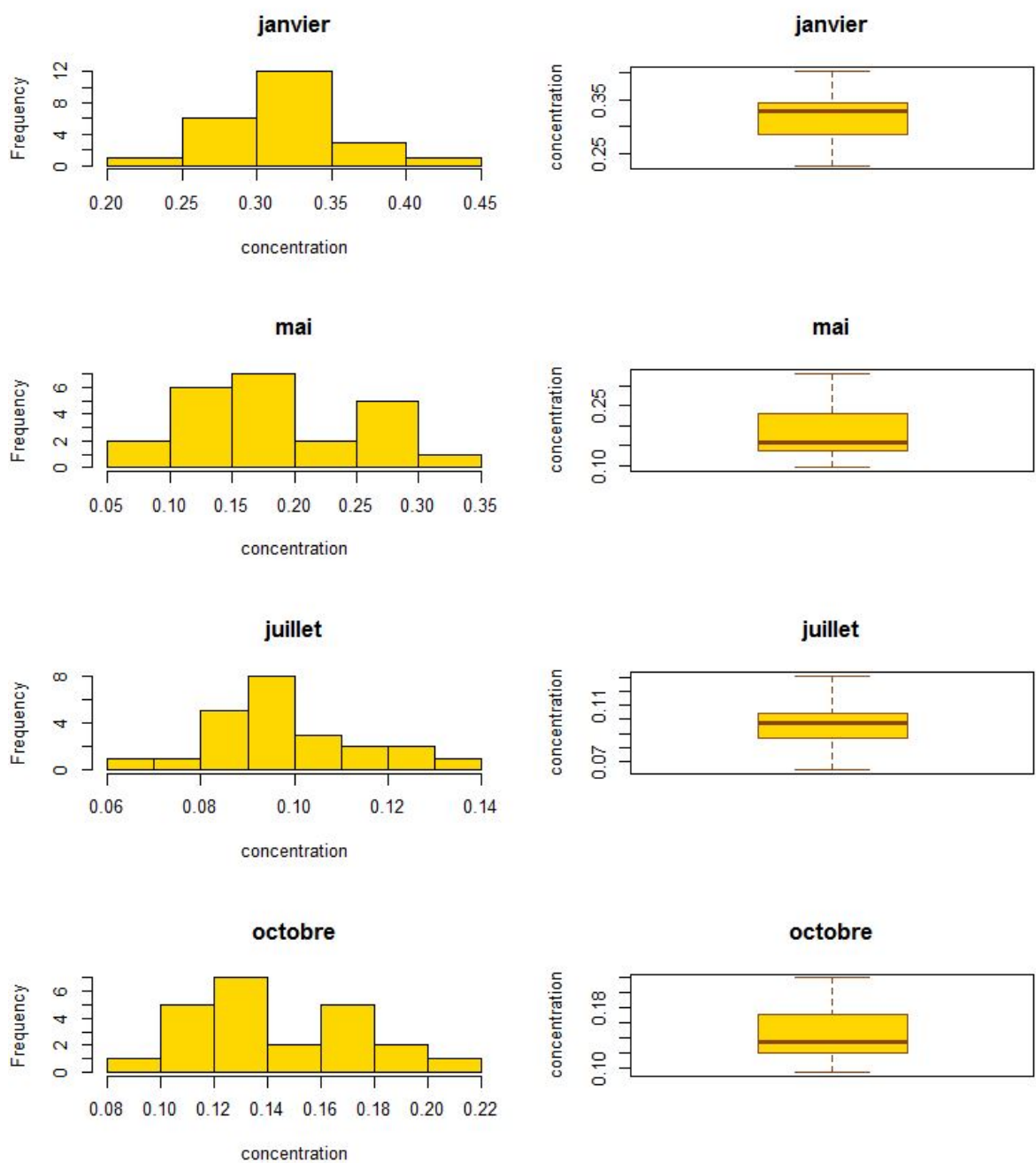


Figure 9 : Histogrammes et diagrammes en boîte des concentrations de PCB-NDL mesurées lors des quatre campagnes (en ng/g d'herbes à 12 % d'humidité)

