



# Rapport projet SIBEPRO (sichere beef - Produktion ou sécurité dans la production de viande bovine)

## Table des matières

<b>Résumé.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>6</b>
1.1 Que sont les dioxines ? .....	6
1.2 Evolution des émissions en PCDD/F et en PCB .....	7
1.3 Répartition du degré de contamination .....	8
1.4 Conséquences toxicologiques des PCDD/F et des PCB.....	8
1.5 Naissance du projet SIBEPRO .....	8
1.6 Objectif .....	9
<b>2. Matériel &amp; méthodes.....</b>	<b>10</b>
2.1 Choix des exploitations.....	10
2.2 Planification du projet .....	10
2.3 Prélèvement des échantillons .....	11
2.3.1 Terre.....	11
2.3.2 Ration.....	11
2.3.3 Lait.....	11
2.3.4 Viande .....	12
2.4 Facteurs à étudier.....	12
2.5 Mode de production dans les exploitations sélectionnées.....	13
2.6 Mise en valeur des résultats .....	13
2.7 Analyse statistique.....	13
<b>3. Résultats .....</b>	<b>15</b>
3.1 Sol .....	15
3.2 Fourrages .....	15
3.3 Lait .....	17
3.4 Viande .....	18
<b>4. Discussion .....</b>	<b>21</b>
4.1 Sol .....	21
4.2 Fourrages .....	21
4.3 Lait .....	22
4.4 Viande .....	22
4.5 Influence du mode de production.....	23
4.6 Influence locale.....	24
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Bibliographie.....</b>	<b>27</b>

## Table des graphiques

Graphique 1. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans la terre par exploitation (valeurs individuelles) .....	15
Graphique 2. Représentation des médianes et des écarts types pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans les rations en fonction du mode de production, n= 9 (génisses intensives), n=11 (génisses extensives), n=18 (génisses allaitées au pâturage).....	16
Graphique 3. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans le fourrage vert par exploitation (valeurs individuelles).....	16
Graphique 4. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans le lait par exploitation (valeurs individuelles) .....	17
Graphique 5. Représentation des médianes et des écarts types pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans le lait de vaches laitières et allaitantes, n= 5 (lait de vaches laitières), n= 54 (lait de vaches allaitantes) .....	17
Graphique 6. Courbe linéaire pour les teneurs en PCDD/F, en PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans le lait en fonction de la matière grasse mesurée dans la matière sèche du lait (n = 59).....	18
Graphique 7. Représentation des médianes et des écarts types pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans la viande en fonction du type d'élevage, n= 12 (génisses intensives), n= 8 (génisses extensives), n= 13 (génisses allaitées au pâturage), n= 3 (veaux semi-intensifs).....	18
Graphique 8. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans la viande en fonction du mode de production (valeurs individuelles) .....	19
Graphique 9. Représentation des valeurs pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans la viande, en fonction de la différence entre l'âge d'abattage et l'âge de sevrage (n=36).....	19
Graphique 10. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans la viande de deux génisses allaitées au pâturage jumelles engraisées de manière identique, en fonction de la CH-TAX (valeurs individuelles).....	20

## Table des illustrations

Illustration 1. Représentation des molécules de PCDD/F et de PCB .....	6
Illustration 2. Analyse des flux de substances par l'Office fédéral de l'environnement .....	7
Illustration 3. Répartition du degré de contamination dans l'alimentation de la population suisse.....	8

## Table des tableaux

Tableau 1. Description résumée des modes de production des exploitations sélectionnées pour le projet SIBEPRO.....	4
Tableau 2. Description des modes de production définis selon le type d'engraissement des exploitations sélectionnées pour le projet SIBEPRO .....	12
Tableau 3. Modes de production des exploitations sélectionnées pour le projet SIBEPRO .....	13
Tableau 4. Moyennes, médianes, minimums et maximums des sommes pour les PCDD/F et les PCB [ $\mu\text{g OMS}_{97}\text{-TEQ/g}$ de graisse] dans la viande de génisses.....	25

## Liste des abréviations

ALP :	Agroscope Liebefeld-Posieux
MS :	Matière sèche
OFAG :	Office fédéral de l'agriculture
OFEV :	Office fédéral de l'environnement
OFSP :	Office fédéral de la santé publique
OMS :	Organisation mondiale de la santé
OSEC :	Ordonnance du Département fédéral de l'intérieur (DFI) sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires, RS 817.021.23
OVF :	Office vétérinaire fédéral
PCB :	Polychlorobiphényles
PCDD/F :	Polychloro-dibenzo- <i>p</i> -dioxines / Polychloro-dibenzofuranes
TEQ :	Facteur d'équivalence toxique
UE :	Union européenne

## **Résumé**

La Suisse, comme l'Union européenne, met l'accent sur la protection des consommateurs et la qualité des denrées alimentaires. Au cours des dernières années, la contamination des aliments par les dioxines (PCDD/F) et les PCB a diminué, et l'Union européenne a introduit de nouvelles teneurs maximales pour la somme de ces substances dans les denrées alimentaires. Ces nouvelles valeurs sont appliquées comme seuils de tolérance en Suisse dès le 1er janvier 2009.

En prévision de ce changement, l'OFSP, l'OVF et ALP ont réalisé un état des lieux en 2006. Les résultats ont démontré que quelques échantillons de viande bovine, issus de systèmes de production extensifs, excédaient ces nouvelles valeurs de tolérance. Le projet SIBEPRO a dès lors été mis sur pied par ALP en collaboration avec l'OFSP, l'OVF, l'OFAG et l'OFEV afin d'éclaircir les raisons de ces dépassements et de renseigner les exploitants sur d'éventuelles mesures à mettre en œuvre pour respecter les nouvelles normes.

Ainsi, huit exploitations agricoles ont été choisies, dans lesquelles plusieurs animaux ont été sélectionnés. Des visites régulières ont permis de prendre des échantillons de sol, de fourrages, de lait de vaches allaitantes et de vaches laitières ainsi que de viande d'animaux ayant ingéré ces aliments. L'âge des bovins, la durée d'allaitement ainsi que la taxation des animaux selon leur couverture grasseuse ont été relevés.

Quatre modes de production de bovins à l'engrais font partie de l'étude :

<b>Mode de production</b>	<b>Âge au sevrage [mois]</b>	<b>Âge d'abattage [mois]</b>
<b>Génisses intensives (1)</b>	3 – 4	15 - 22
<b>Veaux semi-intensifs (2)</b>	5 – 6	5 – 6
<b>Génisses extensives (3)</b>	7 – 9	15 – 29
<b>Génisses allaitées au pâturage (4)</b>	10	10

Tableau 1. Description résumée des modes de production des exploitations sélectionnées pour le projet SIBEPRO

L'étude SIBEPRO a porté sur certains aspects tels que la comparaison des degrés de contamination dans la viande bovine en fonction des modes de production et des types d'affouragement.

Les résultats obtenus dans le groupe considéré ne révèlent pas de relation entre les niveaux de contamination du sol et de la viande bovine des exploitations visitées. Effectivement, comme il est décrit dans la littérature, la terre n'est que très peu consommée par les bovins, et surtout les PCDD/F et les PCB ne font pratiquement pas l'objet d'absorption racinaire. La transmission du sol à la plante est donc négligeable.

Selon les résultats du présent essai, les génisses intensives (1) représentent le mode de production le moins sensible à l'accumulation des PCDD/F et des PCB dans la viande bovine. Ces animaux ont été nourris avec des aliments peu chargés (aliment d'allaitement ou lait de consommation). Les génisses extensives (3) ont aussi révélé de faibles degrés de contaminations en PCDD/F et en PCB au sein du groupe analysé. Il semble que la période la plus critique pour une contamination soit celle de l'allaitement. La période entre

le sevrage et l'abattage permettrait de diminuer la concentration de polluants dans la viande, vraisemblablement par effet de dilution. Ces explications sont aussi corroborées par les résultats des génisses allaitées au pâturage (4), qui ont consommé du lait jusqu'à leur abattage, et dont le taux de contamination s'est révélé plus élevé. Enfin, les veaux semi-intensifs (2) ont été abattus beaucoup plus jeunes que les génisses allaitées au pâturage (4). Le lait de vaches allaitantes représente pour ces animaux pratiquement la totalité de la ration consommée. Le potentiel de contamination s'en trouve dès lors considérablement accru, bien que la ration fourragère ait été quasi identique (lait de vaches allaitantes).

Le projet SIBEPRO a permis de cerner les conditions de production les plus sujettes à produire une viande contaminée par des PCDD/F et des PCB, parfois à la limite des nouvelles normes plus sévères. Dans cette étude ponctuelle, nous avons vu que le lait produit par des vaches allaitantes contient généralement davantage de polluants PCDD/F et PCB que le lait de vaches laitières. Le lait étant très bien digéré par le veau, les tissus musculaires et graisseux produits pendant la période d'allaitement reflètent ce niveau élevé.

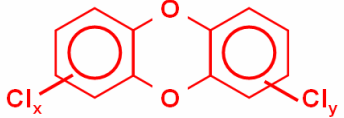
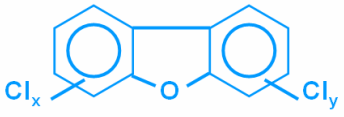
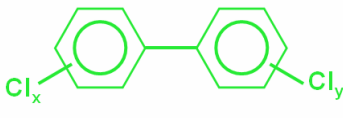
Bien que les résultats obtenus dans le cadre de ce projet ne soient pas représentatifs de l'ensemble de la production de viande bovine en Suisse, ils ont démontré que les valeurs moyennes sont basses. Il est donc possible de conclure que la consommation de viande bovine ne met pas en danger la santé des consommateurs.

## 1. Introduction

Les points 1.1 à 1.3 ont été repris du document publié par l'OFSP, le 29 janvier 2008 : "PCB et dioxines dans les denrées alimentaires / Informations générales".

### 1.1 Que sont les dioxines ?

Dans le langage usuel, on désigne par "dioxines" les deux classes de substances voisines des polychloro-dibenzo-*p*-dioxines (PCDD) et polychloro-dibenzofuranes (PCDF), souvent désignées ensemble par l'abréviation PCDD/F. Certaines substances (congénères) des polychlorobiphényles (PCB), aux propriétés toxicologiques analogues, sont depuis peu également comprises sous cette désignation. Ce groupe de substances est décrit comme "PCB de type dioxine" ou "PCB coplanaires" (cPCB). Dans ce présent rapport nous allons simplement nommer ce groupe de substances "PCB".

Nom	Structure	Nombre de congénères	
		<sup>1)</sup>	<sup>2)</sup>
Polychloro-dibenzo- <i>p</i> -dioxines (PCDD)		75	7
Polychloro-dibenzofuranes (PCDF)		135	10
Polychlorobiphényles (PCB)		209	12

<sup>1)</sup> Nombre théorique de congénères possibles

<sup>2)</sup> Nombre de congénères avec une forte toxicité

Illustration 1. Représentation des molécules de PCDD/F et de PCB

Ces groupes de substances toxiques se décomposent très lentement et s'accumulent dans l'environnement ainsi que dans la chaîne alimentaire, en particulier dans la graisse. Ainsi, elles représentent une menace de pollution pour l'environnement et un risque sanitaire pour la population.

Les PCDD/F se forment lors des processus de combustion (en particulier lors de la combustion de déchets ménagers et industriels) et apparaissent dans certaines conditions de réaction sous forme de sous-produits ou impuretés lors de la fabrication de produits chimiques spécifiques (p.ex. composé organo-chloré).

Fabriqués en grande quantité par l'industrie chimique (plus d'un million de tonnes mondialement), les PCB ont été utilisés dans la fabrication d'une large palette de produits (p.ex. isolants dans les transformateurs et condensateurs, huiles hydrauliques, assouplisseurs dans les joints, peintures, vernis et revêtements anticorrosion).

## 1.2 Evolution des émissions en PCDD/F et en PCB

La fabrication, la distribution et l'utilisation de PCB sont interdites en Suisse dans les systèmes ouverts (jointures, peintures et vernis) depuis 1972 et totalement prohibées depuis 1986. Cependant, des centaines de tonnes de PCB se trouvent encore dans les matériaux de construction d'anciens bâtiments, dans les revêtements anticorrosion et dans les condensateurs des anciennes installations électriques. Il est également probable que les déchets contenant des PCB aient été stockés par le passé dans certaines décharges où ils se sont infiltrés dans les sols ou se sont écoulés dans les cours d'eau et, surtout, où ils stagnent dans les sédiments et entrent dans la chaîne alimentaire.

L'exposition aux dioxines a fortement diminué ces dernières décennies grâce à la mise en place de mesures adéquates de protection de l'environnement.

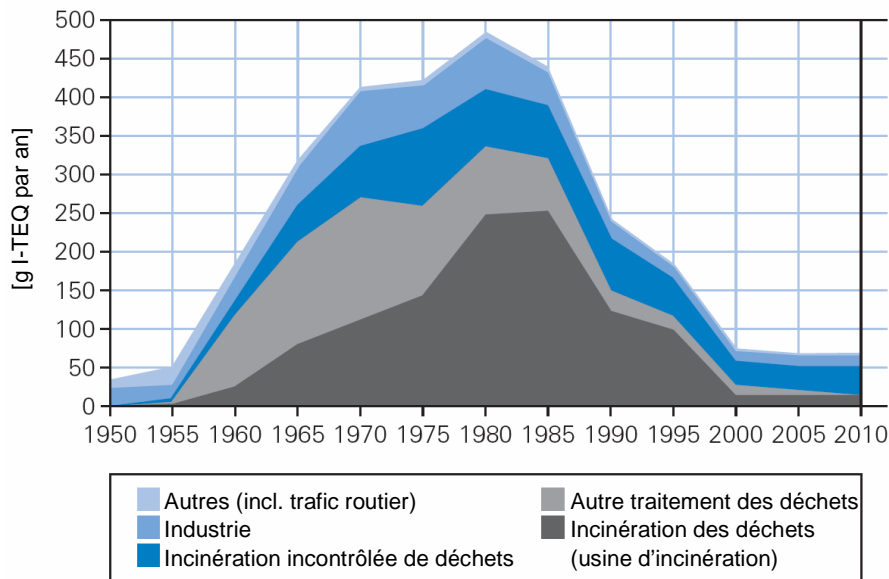


Illustration 2. Analyse des flux de substances par l'Office fédéral de l'environnement

Contrairement aux substances utilisées sciemment, telles que les produits phytosanitaires, il est quasiment impossible, en ce qui concerne les contaminants omniprésents dans l'environnement, d'influer à court terme sur la présence de leurs résidus dans l'environnement et dans les denrées alimentaires. Tous les efforts doivent donc être réunis afin de réduire la contamination de base de la population.

### 1.3 Répartition du degré de contamination

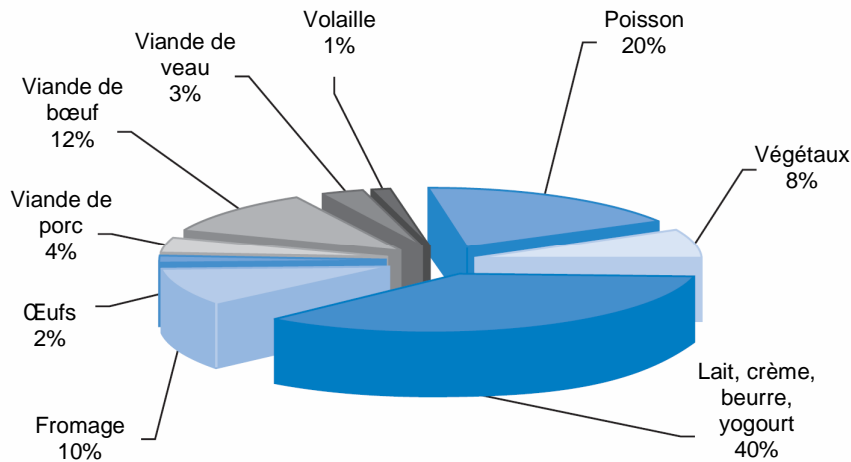


Illustration 3. Répartition du degré de contamination dans l'alimentation de la population suisse

L'illustration 3 montre qu'environ 50% de l'absorption de PCDD/F et de PCB provient du lait et des produits laitiers. Ce résultat correspond à la situation en cours dans les pays de l'UE comparables à la Suisse.

### 1.4 Conséquences toxicologiques des PCDD/F et des PCB

Il n'est pas possible de réglementer chaque substance de façon individuelle, vu le grand nombre de congénères des deux classes de substances "PCDD/F et PCB" (voir illustration 1). Un "facteur d'équivalence toxique" permet de pondérer la charge toxique réelle de tous les éléments des familles des PCDD/F et des PCB. Le résultat est exprimé par une seule valeur nommée TEQ (Toxic Equivalent) selon une unité définie par l'OMS en 1997. La norme entrée en vigueur au 1er janvier 2009 pour la viande d'origine bovine est de 4.5 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse. S'appuyant sur des études très détaillées, des experts ont conclu qu'une dose quotidienne inférieure à 2 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ par kilogramme de poids corporel n'entraînait aucun effet nocif. Un danger sanitaire aigu n'existe que lors d'accidents où les PCDD/F ou les PCB sont présents en grande quantité.

### 1.5 Naissance du projet SIBEPRO

La Suisse, comme l'Union européenne, met l'accent sur la protection des consommateurs et la qualité des denrées alimentaires. Au cours des dernières années, la contamination des aliments par les dioxines (PCDD/F) et les PCB a diminué, et l'Union européenne a introduit de nouvelles teneurs maximales pour la somme de ces substances dans les denrées alimentaires (Règlement (CE) N° 199/2006). Ces nouvelles valeurs sont appliquées comme seuils de tolérance en Suisse dès le 1er janvier 2009 (OSEC, RS 817.021.23).

En prévision de ce changement, l'OFSP, l'OVF et ALP ont réalisé un état des lieux en 2006. Les résultats ont démontré que quelques échantillons de viande bovine, issus de systèmes de production extensifs, excédaient ces nouvelles valeurs de tolérance. Le

projet SIBEPRO a dès lors été mis sur pied par ALP en collaboration avec l'OFSP, l'OVF, l'OFAG et l'OFEV.

## **1.6 Objectif**

Le projet SIBEPRO a pour but de répondre aux questions suivantes (questions tirées du communiqué de presse de l'OFSP du 29.01.2008 concernant le rapport "PCB et dioxines dans les denrées alimentaires") :

- Quels facteurs influencent de façon déterminante la teneur en PCB dans la viande?
- Existe-t-il des corrélations entre les teneurs en PCB dans la viande et dans les aliments consommés par les animaux ?
- Les processus de production peuvent-ils être modifiés de telle manière que les teneurs maximales définies par l'UE pour les PCDD/F et les PCB puissent aussi être respectées en Suisse ?
- Sur la base des connaissances acquises en cours de projet, d'éventuelles adaptations pourront être effectuées.

L'objectif de ce projet était donc de rechercher les sources de contamination de la viande bovine, afin de pouvoir renseigner les exploitants sur d'éventuelles mesures à mettre en œuvre pour respecter les nouvelles normes.

## **2. Matériel & méthodes**

### **2.1 Choix des exploitations**

Afin de pouvoir enquêter sur les sources de contaminations de la viande bovine, huit exploitations ont été sélectionnées sur la base des résultats de l'enquête 2006 menée par l'OFSP, l'OVF et ALP, auprès desquelles un seul échantillon de viande par exploitation avait été prélevé puis analysé. Six d'entre elles formaient des paires situées géographiquement à proximité l'une de l'autre, dont l'une des deux exploitations avait révélé une valeur supérieure et l'autre une valeur inférieure à la nouvelle valeur de tolérance. Cette méthode a été choisie afin de tester les influences locales sur la contamination de la viande.

Une des exploitations a été sélectionnée pour son type d'élevage particulier. En effet, les veaux y ont été alimentés avec du lait de vaches allaitantes complété par du foin et des céréales et abattus vers 5 – 6 mois. Un échantillon de lait provenant des mères ainsi qu'un échantillon de viande des trois veaux ont été prélevés.

Au vu du faible nombre d'exploitations sélectionnées, les résultats du projet SIBEPRO ne peuvent pas être considérés comme représentatifs de l'ensemble des exploitations agricoles suisses, et ses conclusions ne peuvent pas être généralisées.

### **2.2 Planification du projet**

Des choix ont dû être faits : la priorité a été donnée à l'établissement d'un rapport au premier trimestre 2009. Ainsi, l'étude préliminaire sur la viande provenant d'animaux des exploitations sélectionnées, prévue en mars 2008 afin de confirmer les résultats obtenus lors de l'enquête 2006, a dû être partiellement abandonnée. Les exploitants n'avaient pas tous, à cette période, des animaux disponibles prêts à l'abattage. Cependant, les échantillons de viande qui ont pu être prélevés et analysés à ce stade de l'étude figurent dans les résultats.

Des visites régulières entre avril et novembre 2008 ont permis de choisir plusieurs bovins à l'engrais par producteur, en prévision de l'analyse de la viande, à la condition que l'abattage ait été programmé pour le mois de novembre 2008 au plus tard.

Afin d'étudier l'influence de l'alimentation sur l'apport de polluants organiques chez les animaux, des échantillons de la ration et du lait consommés par chaque animal sélectionné ont été prélevés puis analysés une fois par mois jusqu'à l'abattage.

Lors des visites chez les exploitants, des questions concernant l'historique de leur exploitation et les sources d'émissions potentielles ont été posées.

Les prélèvements ont été effectués selon les directives du règlement (CE) N° 1883/2006 de la commission du 19 décembre 2006, qui fixe les méthodes de prélèvement et d'analyse d'échantillons utilisés pour le contrôle officiel des teneurs en dioxines et en PCB de certaines denrées alimentaires.

## 2.3 Prélèvement des échantillons

### 2.3.1 Terre

Un bovin mange jusqu'à 2 % de terre dans sa ration journalière, ce qui représente quelques centaines de grammes par jour (André *et al.* 2003 ; Laurent *et al.* 2007). Dans le cadre de ce projet, le sol a donc été considéré comme une source potentielle de contamination. Les dix premiers centimètres au-dessous de la surface du sol sont les plus chargés (André *et al.* 2003; Rogowski et Yake 2005; Laurent *et al.* 2007). Un mélange de terre des prairies et des pâturages de sept exploitations, prélevé à la surface du sol, a été séché, moulu puis homogénéisé pour n'obtenir plus qu'un échantillon de 300 g par exploitation. Dans la huitième exploitation, les animaux sélectionnés ne consommaient pratiquement que du lait de leur mère, c'est pourquoi le sol n'a pas été prélevé.

Les résultats sont donnés dans la matière sèche de la terre [pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g MS].

### 2.3.2 Ration

Chaque composant de la ration consommée le jour de la visite par les animaux sélectionnés a été prélevé séparément. La ration a ensuite été recomposée selon les proportions décrites par l'exploitant.

Certaines études (Skrentny *et al.* 1971; De Alencastro *et al.* 1984) ont démontré que les ensilages contenus dans des silos en béton ou en bois, construits entre 1955 et 1975, peuvent contenir des quantités importantes de PCB (en particulier à moins de 2 cm du bord). Ces substances proviennent des enduits ou des joints d'isolation et sont solubles dans l'acide acétique formé lors de la fermentation des ensilages. C'est pourquoi, lorsqu'un exploitant a indiqué que son silo était constitué d'une de ces matières et que son origine se situait dans la période considérée, un échantillon d'ensilage se trouvant dans les 2 premiers centimètres du bord a été prélevé puis analysé.

Les rations ne sont que rarement comparables entre elles car leur composition change pratiquement d'un prélèvement à l'autre. Ainsi, du fourrage vert de sept exploitations a été analysé.

Avant d'être envoyés au laboratoire, ces échantillons de rations, herbages et, éventuellement ensilages d'environ 150 g de matière sèche, ont été séchés, moulus puis homogénéisés.

Les résultats sont donnés par rapport à 88 % de matière sèche du fourrage [pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g 88% MS].

### 2.3.3 Lait

Trois types de lait ont été prélevés :

1. *Lait de vaches allaitantes* : ce type de lait a été prélevé lorsque l'animal sélectionné buvait encore du lait de sa mère.
2. *Lait de vaches laitières* : dans le cas des génisses intensives (1), le lait d'une vache laitière par exploitation a été prélevé au cours de plusieurs visites pour constater l'évolution de la contamination du lait, comme cela a été effectué pour le lait des vaches allaitantes. Les prélèvements n'ont cependant pas été aussi fréquents que pour ces dernières.

3. *Aliment d'allaitement*: l'aliment d'allaitement affouragé aux génisses intensives a également fait l'objet d'analyses.

Les échantillons d'environ 500 ml de lait ont été lyophilisés, moulus puis homogénéisés avant leur envoi au laboratoire.

Les résultats sont donnés par gramme de graisse du lait [pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse].

#### 2.3.4 Viande

L'analyse a été effectuée sur un morceau de jarret d'environ 500 g, prélevé lors de l'abattage. Les morceaux de viande ont été congelés puis envoyés au laboratoire sous cette forme.

Les résultats sont donnés dans la graisse de la viande [pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse].

## 2.4 Facteurs à étudier

Les facteurs suivants, susceptibles de jouer un rôle dans la contamination de la viande bovine, ont été étudiés:

- \* Mode de production : les animaux issus des exploitations sélectionnées pour l'étude SIBEPRO et dont la viande a été analysée correspondent à différents types d'engraissement :

Mode de production	Nombre d'exploitations	intensif / extensif	Âge au sevrage [mois]	Âge d'abattage [mois]	Alimentation
Génisses intensives (1)	2	intensif	3 – 4	15 – 22	Lait de vaches laitières du troupeau, complété par un aliment d'allaitement. Ensilage, foin, aliments concentrés mais jamais de pâture
Veaux semi-intensifs (2)	1	intensif	5 – 6	5 – 6	Lait de la mère complété avec du foin et des céréales
Génisses extensives (3)	2*	extensif	7 – 9	15 – 29	Lait de la mère, pâture, foin et ensilage
Génisses allaitées au pâturage (4)	4*	extensif	10	10	Lait de la mère, pâture, foin et ensilage

\* Une des exploitations gère deux modes de production différents

Tableau 2. Description des modes de production définis selon le type d'engraissement des exploitations sélectionnées pour le projet SIBEPRO

Le mode de production des exploitations sélectionnées a été défini en fonction du mode d'élevage des animaux. L'intensité des modes de production relatifs aux cultures, aux prairies et aux pâturages n'était pas obligatoirement la même que celle des élevages de bovins.

Les veaux semi-intensifs (2) ont été dénommés ainsi de par leur nature à la fois intensive et extensive : intensive car ces animaux sont abattus très jeunes et ont une vitesse de croissance élevée ; extensive car le lait qu'ils consomment

provient exclusivement de vaches allaitantes et qu'ils ont en complément un foin de faible valeur nutritive et des céréales.

\* Facteurs liés au lait : selon l'étude de Fréry (2000) sur la contamination du lait chez les humains, le nombre et le stade de lactation ainsi que la concentration de graisse dans le lait sont des éléments qui peuvent influencer les quantités de PCDD/F et de PCB dans le lait.

\* Facteurs liés à l'animal : l'âge, la race, la durée de l'allaitement et la taxation de l'animal lors de l'abattage en fonction de la couverture grasseuse ont été relevés.

## 2.5 Mode de production dans les exploitations sélectionnées

Numéro d'exploitation	Mode de production
1	Génisses intensives
2	Génisses intensives
3	Veaux semi-intensifs
4	Génisses extensives
5	Génisses extensives et génisses allaitées au pâturage
6	Génisses allaitées au pâturage
7	Génisses allaitées au pâturage
8	Génisses allaitées au pâturage

Tableau 3. Modes de production des exploitations sélectionnées pour le projet SIBEPRO

Les paires évoquées au point 2.1 sont constituées de la manière suivante : exploitations 1 et 2, 4 et 6, 7 et 8.

## 2.6 Mise en valeur des résultats

Six échantillons de lait séchés, contenant moins de 10 % de graisse dans la matière originale (poudre de lait) ont été retirés ; le laboratoire ne pouvait pas garantir les résultats d'échantillons contenant si peu de graisse.

## 2.7 Analyse statistique

Une analyse statistique a été programmée en vue de confirmer les influences mises en évidence par les analyses graphiques des données.

Les tests utilisés dans la mise en valeur statistique tiennent compte du fait que les résultats concernant les PCDD/F et les PCB ne sont pas distribués normalement. Les tests utilisés sont la corrélation des rangs de Spearman, le test de Kruskal-Wallis et le test de Mann-Whitney.

La corrélation des rangs de Spearman détermine s'il existe une relation monotone, croissante ou décroissante entre deux échantillons. Pour chaque cas, la valeur critique pour le niveau de signification de 0.05 est donnée.

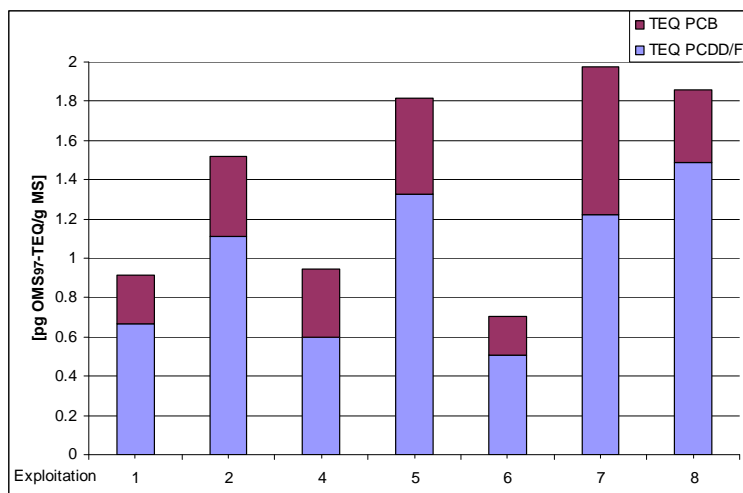
Le test de Kruskal-Wallis est un test d'identité pour plusieurs médianes. Il permet de faire l'étude des liaisons entre un caractère quantitatif et un caractère qualitatif à divers classes.

Le test de Mann-Whitney est également un test non paramétrique d'identité pour plusieurs médianes portant sur deux échantillons indépendants issus de variables numériques ou ordinales. Il est utilisé dans cette étude pour comparer les médianes de deux groupes à l'intérieur d'un facteur à étudier pour lequel le test Kruskal-Wallis a été significatif.

### 3. Résultats

#### 3.1 Sol

Le graphique 1 montre que les résultats sont très différents pour chaque exploitation. Aucune relation ne peut être faite entre les exploitations de la même paire. La moyenne des valeurs pour la somme des PCDD/F et des PCB est de 1.4 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de matière sèche.

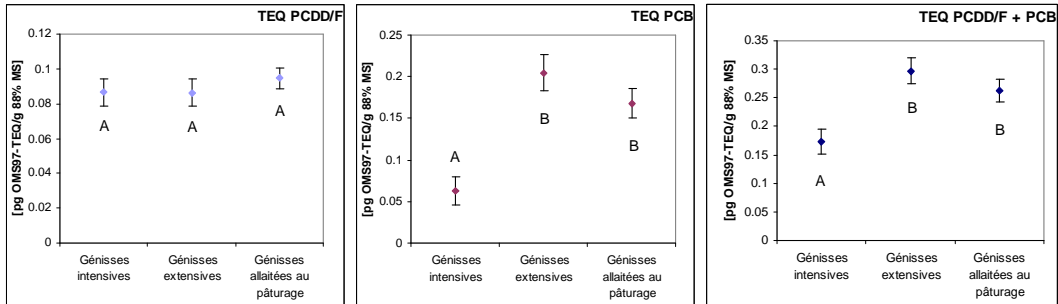


Graphique 1. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans la terre par exploitation (valeurs individuelles)

Les proportions de PCDD/F et de PCB sont inversées lorsque l'on compare les valeurs obtenues pour la terre avec celles des fourrages. Effectivement, les échantillons de terre contiennent plus de PCDD/F que de PCB tandis que les rations contiennent plus de PCB que de PCDD/F.

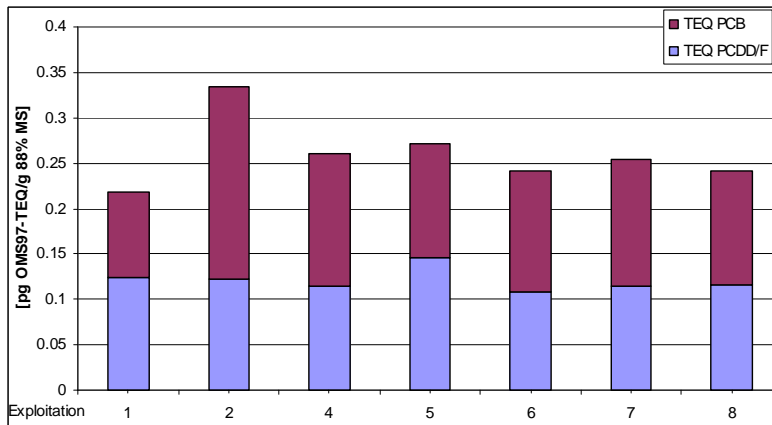
#### 3.2 Fourrages

Les PCDD/F trouvées dans les rations ne révèlent aucune relation significative entre les différents modes de production. Pour les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB, les résultats montrent que les rations prélevées dans les exploitations extensives sont beaucoup plus chargées que celles des exploitations intensives. En effet, les résultats sont significatifs ( $p < 0.01$ ) entre les génisses intensives et les autres modes de production (graphique 2 ; lettres différentes = valeurs significativement différentes). La moyenne des résultats pour la somme des PCDD/F et des PCB est de 0.25 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g 88% de matière sèche pour les rations.



Graphique 2. Représentation des médianes et des écarts types pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans les rations en fonction du mode de production, n= 9 (génisses intensives), n=11 (génisses extensives), n=18 (génisses allaitées au pâturage)

Un échantillon de fourrage vert de sept exploitations a été analysé. Les résultats figurent sur le graphique 3, où l'on peut constater qu'ils se trouvent tous dans le même ordre de grandeur, à part la valeur pour l'exploitation 2, légèrement supérieure aux autres.

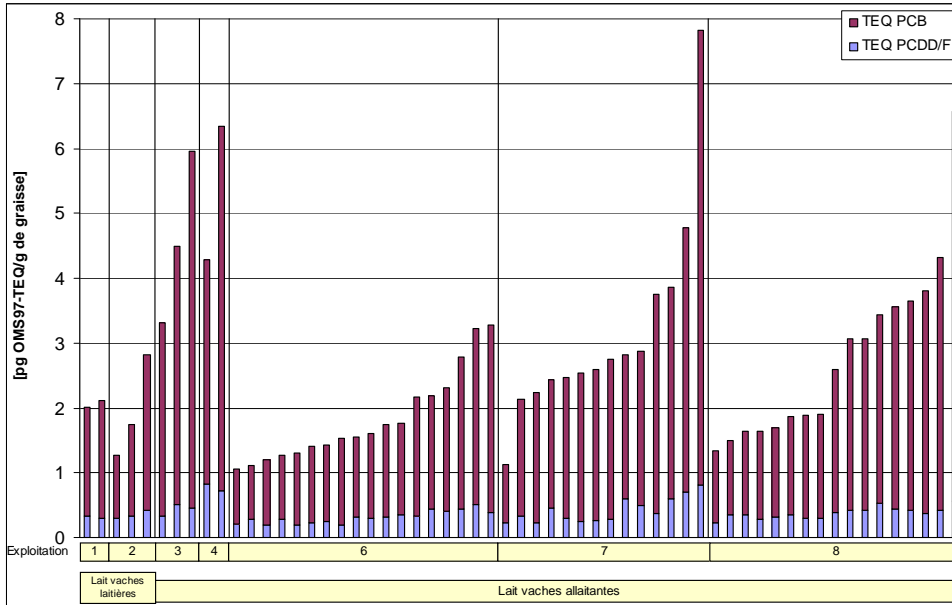


Graphique 3. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans le fourrage vert par exploitation (valeurs individuelles)

On constate que la relation PCB / PCDD/F pour le lait est environ trois fois supérieure à celle obtenue pour les rations.

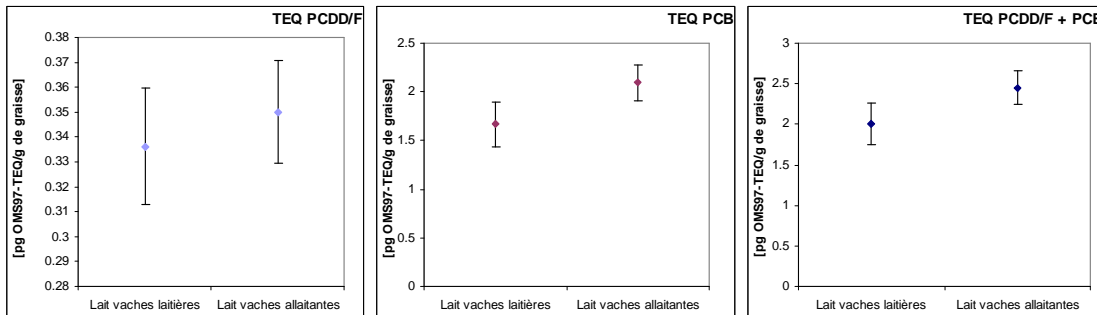
### 3.3 Lait

Selon le graphique 4, les résultats pour le lait varient beaucoup d'une exploitation à l'autre.



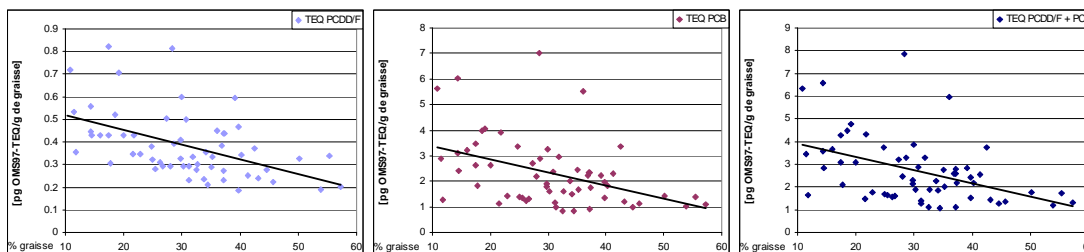
Graphique 4. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans le lait par exploitation (valeurs individuelles)

D'après le graphique 5, une tendance est visible entre les laits de vaches laitières et les laits de vaches allaitantes : les laits de vaches allaitantes contiennent légèrement plus de PCDD/F et de PCB que ceux des vaches laitières. Les moyennes confirment cette tendance. En effet, la somme des PCDD/F et des PCB dans les laits de vaches allaitantes est de 2.75 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse, alors qu'elle se trouve à 2 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse dans les laits de vaches laitières.



Graphique 5. Représentation des médianes et des écarts types pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans le lait de vaches laitières et allaitantes, n= 5 (lait de vaches laitières), n= 54 (lait de vaches allaitantes)

La teneur en matière grasse du lait joue un rôle manifeste sur sa concentration en PCDD/F et en PCB. Plus le lait est concentré en matière grasse, moins celle-ci est chargée par ces contaminants ; cette corrélation est significative pour les PCDD/F et les PCB ( $p < 0.05$ ), (graphique 6). Ce résultat, presque identique pour les deux types de contaminants, indique bien l'effet de dilution dans la graisse du lait.

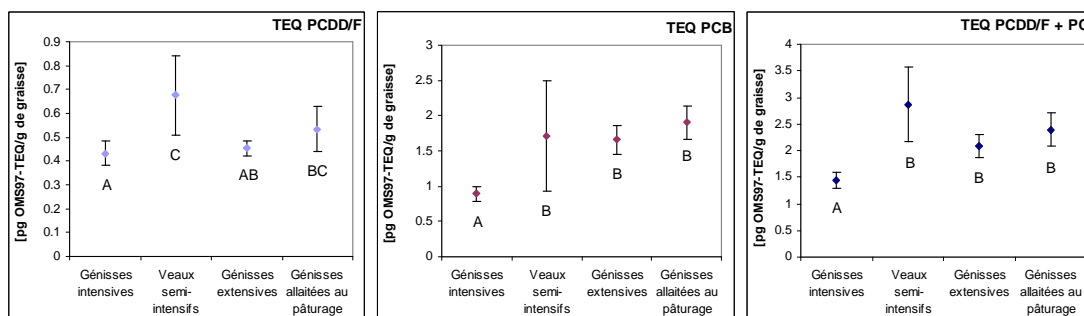


Graphique 6. Courbe linéaire pour les teneurs en PCDD/F, en PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans le lait en fonction de la matière grasse mesurée dans la matière sèche du lait (n = 59)

Sur la base des deux analyses effectuées sur les aliments d'allaitement, il a été observé que leurs concentrations en PCDD/F et en PCB est très faible. On remarque également que le taux de PCDD/F est plus élevé que celui des PCB, contrairement aux observations faites pour les laits de vaches laitières et allaitantes.

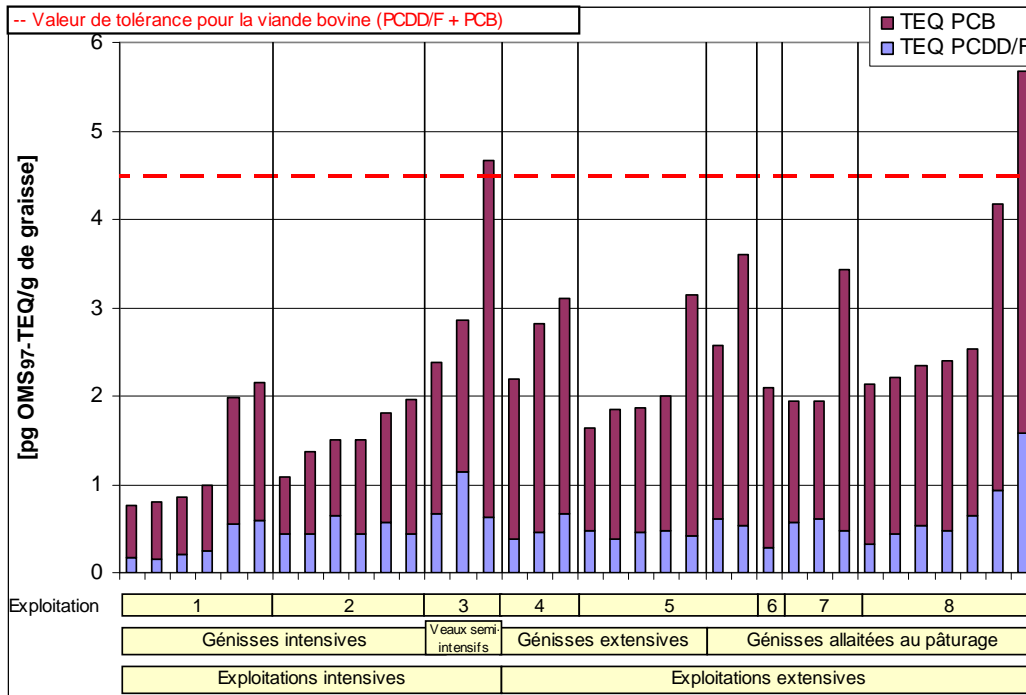
### 3.4 Viande

Les génisses intensives se différencient significativement des autres modes de production pour les PCB et pour la somme des PCDD/F et des PCB ( $p < 0.01$ ), (graphique 7 ; lettres différentes = valeurs significativement différentes). On retrouve également cette tendance pour les PCDD/F même si la différence entre les modes de production intensif et extensif est moins évidente. Les génisses intensives ont des résultats significativement différents des veaux semi-intensifs et des génisses allaitées au pâturage ( $p < 0.05$ ) et les génisses extensives détiennent des résultats significativement différents des veaux semi-intensifs ( $p < 0.05$ ).



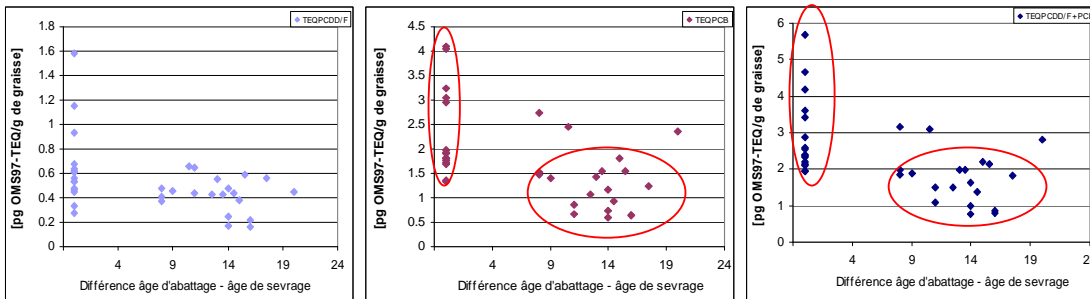
Graphique 7. Représentation des médianes et des écarts types pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans la viande en fonction du type d'élevage, n= 12 (génisses intensives), n= 8 (génisses extensives), n= 13 (génisses allaitées au pâturage), n= 3 (veaux semi-intensifs)

La catégorie des veaux semi-intensifs présente de grandes variations des taux de PCDD/F et de PCB pour une valeur moyenne élevée en raison du nombre limité d'échantillons. Deux valeurs se trouvent au-dessus de la norme de tolérance dans la viande bovine (OSEC, 2009). Une concerne une des génisses allaitées au pâturage dont le taux de graisse de l'échantillon était extrêmement faible et l'autre un des veaux semi-intensifs. On perçoit également, sur le graphique 8, les variations des valeurs obtenues pour les échantillons de viande au sein des exploitations. La moyenne de tous les résultats pour la somme des PCDD/F et des PCB est de 2.3 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse.



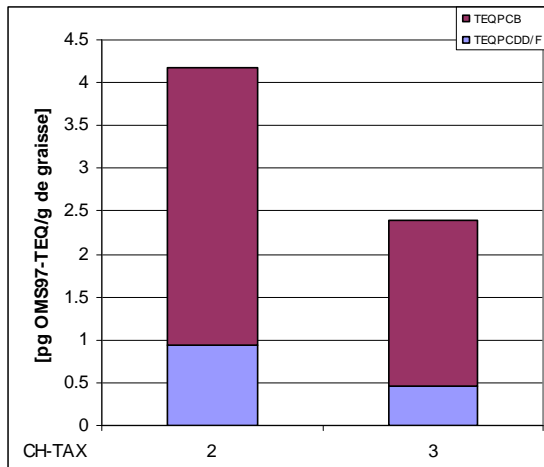
Graphique 8. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans la viande en fonction du mode de production (valeurs individuelles)

L'influence de la période entre la fin de l'allaitement et l'abattage est significative pour les PCDD/F et de manière plus évidente encore pour les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB ( $p < 0.05$ ). Le graphique 9 met en évidence deux groupes distincts : les animaux qui ont consommé du lait jusqu'à leur abattage présentent des charges plus élevées que ceux qui ont été sevrés sur une durée plus ou moins longue.



Graphique 9. Représentation des valeurs pour les PCDD/F, les PCB et la somme des PCDD/F et des PCB dans la viande, en fonction de la différence entre l'âge d'abattage et l'âge de sevrage (n=36)

Deux des génisses allaitées au pâturage sélectionnées étaient jumelles. Elles ont été engrainées de manière identique, leur consommation de lait provenait de la même mère et elles ont été abattues le même jour. Les proportions entre les PCDD/F et les PCB sont semblables dans la graisse de la viande des deux animaux, ce qui indique une dilution des polluants en fonction de la couverture graisseuse. La différence de concentration pour la somme de ces contaminants est importante (facteur 1.7) et est directement liée à la taxation de l'animal (CH-TAX). L'échantillon le plus contaminé a obtenu la note 2. D'après la CH-TAX ce chiffre correspond à la description suivante : couverture de graisse insignifiante à légère ainsi qu'une musculature partiellement visible. Le moins chargé a obtenu une taxation de 3, correspondant à une couverture de graisse légère et régulière ainsi qu'à une musculature entièrement recouverte (graphique 10).



Graphique 10. Teneurs en PCDD/F et en PCB dans la viande de deux génisses allaitées au pâturage jumelles engraisées de manière identique, en fonction de la CH-TAX (valeurs individuelles)

Aucun résultat significatif n'a été obtenu pour la race en fonction du taux de contamination de la viande.

## **4. Discussion**

### **4.1 Sol**

Les variations importantes observées entre les exploitations situées à proximité l'une de l'autre ne permettent aucune interprétation quant à l'influence du lieu sur la charge en PCDD/F et PCB.

L'inversion des teneurs en PCDD/F et en PCB entre le sol et les fourrages est due au fait que le transfert par voie racinaire de ces contaminants du sol vers les végétaux est négligeable (Oehme 1998; André *et al.* 2003; Barber *et al.* 2004; Rychen *et al.* 2005; Ruoff *et al.* 2007). D'après Collins *et al.* (2006), il semblerait que l'absorption gazeuse soit la principale forme d'assimilation du feuillage des végétaux pour ces polluants. Les PCB se trouvant plus facilement sous forme gazeuse que les PCDD/F (Barber *et al.* 2004), les végétaux sont généralement plus chargés en PCB qu'en PCDD/F.

Les résultats obtenus dans le groupe considéré ne révèlent pas de relation entre les niveaux de contamination du sol et de la viande bovine des exploitations visitées. Effectivement, comme décrit plus haut, la terre n'est que très peu consommée par les bovins et surtout ces contaminants ne font pas l'objet d'absorption racinaire. La transmission du sol à la plante est donc négligeable.

### **4.2 Fourrages**

Les rations sont constituées différemment selon le mode de production des exploitations sélectionnées pour cette étude. A partir du mois de mai 2008, les rations prélevées dans les exploitations extensives étaient formées d'environ 90 % d'herbe fraîche alors que celles des exploitations intensives n'en ont jamais contenue. Cette dernière est donc probablement à l'origine des différences de charges en PCB observées au graphique 2 entre les rations des génisses intensives et les autres rations. En effet, les études d'André *et al.* (2003), Czub et McLachlan (2004) et Rychen *et al.* (2008), montrent que, de tous les fourrages, l'herbe est la source de contamination la plus importante pour les ruminants, car elle fournit des surfaces d'adsorption considérables (André *et al.* 2003). En outre, l'herbe pâturée ne subit aucune manipulation mécanique, comme l'aspiration ou le tamisage, contribuant à l'élimination des PCDD/F et des PCB déposés sur les plantes (Commission du Codex Alimentarius 2003).

D'après Huyghebaert (2008), lors de la période de croissance rapide, l'herbe est moins contaminée que pendant les phases de croissance lente. Ceci porte à croire que l'herbe des prairies extensives, croissant moins rapidement que celle des prairies intensives, est exposée plus longtemps au milieu ambiant, et par conséquent aux contaminants, avant d'être utilisée par pâture ou par fauche. Cette tendance attendue pour les fourrages verts n'est pas constatée au graphique 3 ; cela est essentiellement dû à la valeur obtenue pour l'exploitation 2 qui se trouve légèrement au-dessus des autres. Le terrain où a été prélevée cette herbe subit régulièrement des inondations car il se situe à proximité d'une rivière qui déborde lors de grosses précipitations. Fréry (2000) et Costera (2007) relèvent que le débordement des rivières sur les prairies peut être un moyen d'entrée des PCDD/F et des PCB dans la chaîne alimentaire. Une inondation peut provoquer un dépôt

spécialement élevé de terre sur les végétaux, dont une part des PCDD/F et des PCB serait diffusée dans la plante (André *et al.* 2003).

Ruoff *et al.* (2007) expliquent que, chez les bovins, jusqu'à 60 % des PCB contenus dans le fourrage sont transmis dans les graisses du lait alors que pour les PCDD/F, seuls environ 20 % sont transférés. L'absorption des PCB est donc environ trois fois plus importante que celle des PCDD/F.

Les ensilages contenus dans des silos caractérisés au point 2.3.2 ont été prélevés à 2 cm du bord puis analysés. Aucun résultat ne permet de suspecter la présence extraordinaire de PCB dans l'ensilage provenant d'un enduit ou joint d'isolation de la paroi du silo.

### 4.3 Lait

Selon Perry *et al.* (1980), la graisse du lait est une voie d'élimination importante des PCDD/F et des PCB.

Les vaches allaitantes issues de race mixte ou à viande produisent généralement moins de lait, donc moins de graisses de lait que les vaches laitières. Ces dernières sécrètent la même quantité de charge toxique, voire même moins lorsque l'alimentation est de type intensif. Les PCDD/F et les PCB sont ainsi plus dilués dans le lait de vaches laitières que dans celui de vaches allaitantes.

Cette supposition est confirmée au graphique 6. Il démontre en effet que plus le lait contient de matière grasse, plus la concentration de ces contaminants est faible.

Le lait utilisé en temps qu'aliment pour l'engraissement d'un jeune bovin contient, par rapport aux autres fourrages, une charge élevée en contaminants. Une grande consommation de lait de vaches allaitantes, se nourrissant essentiellement d'herbe de prairies extensives, entraîne un risque d'accumulation de contaminants dans la graisse de l'animal engraisé.

Les faibles teneurs en PCDD/F et en PCB des aliments d'allaitement par rapport aux laits produits par les vaches ont pour origine leur composition. En effet, plusieurs sortes de graisses constituent ces succédanés de lait, notamment la graisse de porc dont les proportions en PCDD/F et en PCB sont semblables à celles trouvées dans ces échantillons d'aliment d'allaitement.

Les données récoltées sur le stade et le nombre de lactations n'ont pas pu être prises en considération à cause du faible nombre de valeurs et de certains aspects liés aux prises d'échantillons: les prélèvements n'ont pas toujours été effectués aux mêmes heures et la quantité de lait consommée avant la prise d'échantillon n'était pas quantifiable, étant donné que les veaux têtent de manière aléatoire. Comme spécifié au point 2.4, ces facteurs peuvent faire varier les taux de contamination du lait et rendre certains résultats incomparables, ce qui a été le cas pour le stade et le nombre de lactation.

### 4.4 Viande

Les résultats montrent que les données obtenues pour la viande varient beaucoup au sein d'une même exploitation. On a observé les variations les plus importantes dans l'exploitation 8: la valeur la plus faible était de 2.1 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse, tandis que la valeur la plus élevée était de 5.7 pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse.

Dans le présent essai, les résultats pour la viande révèlent que les animaux qui ont été nourris, entre autres, avec du lait de vaches allaitantes jusqu'à leur abattage (les génisses allaitées au pâturage et les veaux semi-intensifs), sont ceux dont la viande est la plus contaminée.

La valeur pour la génisse allaitée au pâturage se situant au-dessus de la norme de tolérance dans la viande bovine est liée à un taux de matière grasse dans la viande particulièrement bas (0.77%). C'est pourquoi il serait exagéré d'estimer cette valeur au même titre que les autres. Il est en tout cas nécessaire de considérer le fait qu'à cause de l'effet de dilution, moins un animal présente de grasse, plus il est susceptible de contenir de grandes concentrations de PCDD/F et de PCB dans sa grasse.

Les PCDD/F et les PCB contenus dans l'organisme de la mère sont, en partie, transmis au fœtus puis au veau lors de la consommation de lait (Peterson *et al.* 1983; Hirako, 2008). Par conséquent, les jeunes bovins sont naturellement plus contaminés que leurs aînés. Leur charge est encore augmentée lors d'une alimentation principalement composée de lait. C'est pourquoi, les veaux semi-intensifs obtiennent les résultats les plus élevés, ce mode de production étant essentiellement basé sur l'alimentation par le lait de vaches allaitantes. D'après une étude sur les humains de Kuwabara *et al.* (1978), les niveaux de PCB mesurés dans le sang d'enfants sont bien davantage influencés par les PCB contenus dans le lait de la mère que par ceux transmis au fœtus par le placenta.

Comme le montre le graphique 9, les animaux ayant été sevrés avant l'abattage sont en partie moins chargés que les bovins qui ne l'ont pas été. En effet, les génisses intensives et extensives ont été sevrées quelques mois avant leur abattage, ce qui permet aux PCDD/F et aux PCB transmis en plus grande quantité à travers le lait de se diluer avec l'augmentation de leur masse grasseuse. C'est la raison pour laquelle le taux de contamination de ces animaux est relativement faible. L'étude de Peterson *et al.* (1983) a confirmé à l'aide de biopsies que la viande d'un veau est plus contaminée lors de la période d'allaitement qu'après le sevrage.

D'après les résultats de l'étude SIBEPRO, le lait de vaches allaitantes semble donc jouer un rôle dans la contamination de la viande. En comparaison avec les animaux des autres modes de production, les génisses intensives sont nourries moins longtemps et en moins grande quantité avec du lait de vache laitière qui est, selon le graphique 5, en moyenne moins contaminé que celui des vaches allaitantes.

Conformément au graphique 10, le taux de grasse des animaux abattus, déterminé par la CH-TAX, influencerait la quantité de ces contaminants dans la viande. Cette hypothèse est cohérente car, comme pour le lait, plus la masse grasseuse d'un animal est importante, plus les contaminants y sont dilués. Cette observation est soutenue par Fréry *et al.* (2000) qui prétendent qu'une forte corpulence facilite la dilution de ces substances toxiques dans les tissus adipeux.

Tout comme dans l'étude de Costera *et al.* (2006), aucun lien n'a été trouvé entre les races et le taux de contamination en PCDD/F et en PCB dans la viande.

#### **4.5 Influence du mode de production**

Selon les résultats du présent essai, les génisses intensives (1) représentent le mode de production le moins sensible à l'accumulation des PCDD/F et des PCB dans la viande. Ces animaux sont nourris avec des aliments peu chargés (aliment d'allaitement ou lait de consommation). Ce résultat est conforme à l'observation faite lors des enquêtes de l'OFSP, l'OVF et ALP en 2003 et 2006.

Les génisses extensives ont aussi révélé de faibles contaminations en PCDD/F et en PCB. Même si ces bovins boivent du lait de vaches allaitantes, les taux de PCDD/F et de PCB trouvés dans la viande se situent à des niveaux acceptables. Il semble que la période la plus critique pour une contamination en ces polluants soit celle de l'allaitement. La période entre le sevrage et l'abattage permettrait donc de diminuer la concentration de polluants dans la viande, vraisemblablement par effet de dilution. Cet effet de dilution des PCB dans le sang a été constaté par Tsumoru *et al.* (1984) lors de leur étude sur les enfants suite à l'augmentation de leur poids corporel.

Ces explications sont corroborées par les résultats des génisses allaitées au pâturage (mode de production 4), qui consomment du lait jusqu'à leur abattage, et dont le taux de contamination s'est révélé plus élevé.

Enfin, les veaux semi-intensifs sont abattus beaucoup plus jeunes que les génisses allaitées au pâturage. Ainsi, bien que la ration soit quasi identique, le lait de vaches allaitantes représente pour ces animaux pratiquement le total de la ration consommée, ce qui accroît donc considérablement le potentiel de contamination.

#### **4.6 Influence locale**

Comme décrit au point 2.1, les exploitations ont été choisies sur la base d'une seule valeur provenant de l'enquête 2006. Les résultats de l'étude SIBEPRO montrent que les données obtenues pour la viande peuvent considérablement varier au sein d'une même exploitation. C'est pourquoi l'argument du choix des paires d'exploitations ne s'est plus avéré plausible en cours de projet.

Ainsi, les résultats ne permettent pas de mettre en évidence des influences locales telles que les usines d'incinération, les décharges, le trafic routier, les foyers d'incendie, etc. Ceci est peut-être dû au fait que les sources d'émissions en PCDD/F et en PCB dans ces régions n'aient pas une grande portée sur les contaminations. En effet, les réponses aux questionnaires soumis aux producteurs ne révèlent pas de sources importantes, car l'épandage de boues d'épuration, les incinérations de déchets à proximité de l'exploitation ou encore les incendies qui ont eu lieu sont anciens de quelques dizaines d'années. La demi-vie des PCDD/F et des PCB dans le sol est d'environ dix ans (André *et al.* 2003); les conséquences des sources de contamination mentionnées ne sont donc plus vraiment déterminantes.

## 5. Conclusion

Le problème essentiel des PCDD/F et des PCB est leur accumulation depuis l'environnement dans les réserves adipeuses des sujets. On peut dès lors imaginer qu'en exposant le moins longtemps possible les animaux aux contaminants les plus chargés, soit au cours de leur vie, soit simplement durant la période précédant l'abattage, une dilution de la charge en contaminants puisse survenir. Le projet SIBEPRO ne nous permet cependant pas de tirer de telles conclusions explicites.

Au vu du faible nombre d'exploitations sélectionnées, les résultats du projet SIBEPRO ne peuvent pas être considérés comme représentatifs de l'ensemble des exploitations agricoles suisses.

Tous les résultats montrent des valeurs relativement stables pour les PCDD/F et très variables pour les PCB, ce qui indique que les sources de contamination en PCDD/F sont fixes, alors que celles pour les PCB sont ponctuelles, certainement plus dépendantes du lieu, mais aussi de la durée d'exposition et d'autres facteurs liés au métabolisme des plantes et des animaux.

Il existe une variabilité importante des contaminations entre les différents animaux issus d'une même exploitation, et donc soumis aux mêmes facteurs contaminants. Ainsi, des conclusions portant sur l'ensemble d'une exploitation agricole ne peuvent être tirées suite à l'analyse d'échantillons isolés, et il est quasiment impossible de déterminer des facteurs globaux de contamination, étant donné que des sujets "similaires" ont révélé des taux de contamination très différents.

D'après les enquêtes de l'OFSP l'OVF et ALP effectuées en 2003 et 2006 et l'étude SIBEPRO en 2008, on constate que les niveaux de contamination sont à la baisse dans la viande bovine (tableau 4).

	<b>OFSP-OVF-ALP 2003 (n=12)</b>	<b>OFSP-OVF-ALP 2006 (n=33)</b>	<b>SIBEPRO 2008 (n=33)</b>
<b>Moyenne</b>	3.64	2.77	2.20
<b>Médiane</b>	3.70	2.69	2.00
<b>Minimum</b>	1.59	0.90	0.80
<b>Maximum</b>	9.21	6.40	5.70

Tableau 4. Moyennes, médianes, minimums et maximums des sommes pour les PCDD/F et les PCB [pg OMS<sub>97</sub>-TEQ/g de graisse] dans la viande de génisses.

Les mesures de réduction de la charge en PCDD/F et en PCB dans l'environnement prises en Suisse (interdiction des PCB, normes de protection de l'environnement, etc.) prouvent ainsi leur efficacité, ce qui indique qu'une diminution générale et régulière des PCDD/F et des PCB poursuit son chemin. Cette tendance a également été constatée en France (Laurent *et al.* 2007).

Le projet SIBEPRO a permis de cerner les conditions de production les plus sujettes à produire une viande contaminée par des PCDD/F et des PCB, parfois à la limite des nouvelles normes plus sévères. Dans cette étude ponctuelle, nous avons vu que le lait produit par des vaches allaitantes contient généralement davantage de polluants PCDD/F et PCB que le lait de vaches laitières. Le lait étant très bien digéré par le veau, les tissus

musculaires et gras produits pendant la période d'allaitement reflètent ce niveau élevé.

Bien que les résultats obtenus dans le cadre de ce projet ne soient pas représentatifs de l'ensemble de la production de viande bovine en Suisse, ils ont démontré que les valeurs moyennes sont basses. Il est donc possible de conclure que la consommation de viande bovine ne met pas en danger la santé des consommateurs.

Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, mars 2009.

## **6. Bibliographie**

- André F., Bard D., Bonvallot N., Collet S., Deloraine A., Dufour A., Dufour B., Finani E., Fréry N., Gallotti S., Keck G., Ledrans M., Le Querrec F., Narbonne J.-F., Nichèle V., Quénel P., Séta N., Thébault A., Verger P., Volatier J.-L. & Abdelkrim Z., 2003. Incinérateurs et santé, exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM. France, Institut de veille sanitaire, 198 p.
- Anonyme, 2009. Ordonnance du DFI sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires du 26 juin 1995, OSEC, RS 817.021.23 (Etat le 1er janvier 2009).
- Barber J.L., Thomas G.O., Kerstiens G. & Jones K.C., 2004. Current issues and uncertainties in the measurement and modelling of air-vegetation exchange and within-plant processing of POPs. *Environmental pollution*, **128**, 99-138.
- Collins C., Fryer M. & Grosso A., 2006. Plant uptake of non-ionic organic chemicals. *Environmental science & technology*, **40**, 45-52.
- Commission du Codex Alimentarius, 2003. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, comité du codex sur les additifs alimentaires et les contaminants. Avant-projet de code d'usages pour les mesures prises à la source pour réduire la contamination des aliments par les dioxines et les PCB de type dioxine. Rotterdam ; Pays-Bas, 15 p.
- Costera A., Feidt C., Marchand P., Le Bizec B. & Rychen G., 2006. PCDD/F and PCB transfer to milk in goats exposed to a long-term intake of contaminated hay. *Chemosphere*, **64**, 650-657.
- Costera A., 2007. Transfert des polluants organiques persistants (POP) du fourrage vers le lait chez le ruminant. Thèse, Institut national polytechnique de Lorraine, Ecole nationale supérieure d'agronomie et des Industries Alimentaires, France, 161 p.
- Czub G. & McLachlan M.S., 2004. A food chain model to predict the levels of lipophilic organic contaminants in humans. *Environmental toxicology & chemistry*, **23**, 2356-2366.
- De Alencastro L.F., Prélaz V. & Tarradellas J., 1984. Contamination of silos in Switzerland by PCB residues in coatings. *Bulletin of environmental contamination & toxicology*, **33**, 270-276.
- Fréry N., Deloraine A., Zeghnoun A., Rouvière F., Cordier S., Bard D., Schnepf M. & Fraisse M., 2000. Etude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France. Institut de veille sanitaire, France, 89 p.
- Hirako M., 2008. Transfer and accumulation of persistent organochlorine compounds from bovine dams to newborn and suckling calves. *Journal of agricultural and food chemistry*, **56**, 6768-6774.

- Huyghebaert A., 2008. Cas de dépassement de la teneur en dioxines dans le foie d'une vache laitière. Avis rapide 16-2008 du comité scientifique de l'agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire. Froidchapelle ; Belgique, 8 p.
- Kuwabara K., Yakushiji T., Watanabe I., Yoshida S., Koyama K., Kunita N. & Hara I., 1978. Relationship between breast feeding and PCB residues in blood of the children whose mothers were occupationally exposed to PCBs. *International archives of occupational and environmental health*, **41**, 189-197.
- Laurent C., Feidt C. & Laurent F., 2007. Contamination des sols. Transferts des sols vers les animaux. France, 216 p.
- OFSP, 2008. Dioxine in Schweizer Lebensmittel. Bericht. Accès : <http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04861/04911/index.html> [29.01.2008].
- Oehme M., 1998. Handbuch Dioxine. Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, Berlin, 334 p.
- Perry T.W., Everson R.J., Hendrix K.S., Peterson R.C., Weinland K.M. & Robinson F.R., 1981. Dietary aroclor 1254 in the milk fat of lactating beef cattle. *Journal of dairy science*, **64**, 2262-2265.
- Peterson L.A., Ross P.F., Osheim D.L. & Nelson H.A., 1983. PCB residues in a lactating beef cow and calf. *Bulletin of environmental contamination & toxicology*, **31**, 263-266.
- Règlement (CE) N° 199/2006 de la commission du 3 février 2006 modifiant le règlement (CE) n° 466/2001 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, en ce qui concerne les dioxines et les PCB de type dioxine.
- Rogowski D.L. & Yake W., 2005. Typical dioxin concentrations in agriculture soils of Washington State and potential sources. *Environmental science & technology*, **39**, 5170-5176.
- Ruoff U., Walte H.G., Teufel P. & Blüthgen A., 2007. Zum Eintrag chlororganischer Umweltkontaminanten aus Futtermitteln in die Milch und Möglichkeiten des Gegensteuerns durch Massnahmen der Futtermittelsicherheit. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, **1**, 5-54.
- Rychen G., Ducoulombier-Crépineau C., Grova N., Jurjanz S. & Feidt C., 2005. Modalités et risques de transfert des polluants organiques persistants vers le lait. *INRA production animale*, **18**, 335-266.
- Rychen G., Jurjanz S., Toussaint H. & Feidt C., 2008. Dairy ruminant exposure to persistent organic pollutants and excretion to milk. *Animal*, **2**, 312-323.
- Skrentny R.F., Hemken R.W. & Dorough H.W., 1971. Silo sealant as a source of polychlorobiphenyl (PCB) contamination of animal feed. *Bulletin of environmental contamination & toxicology*, **6**, 409-416.
- Tsumoru Y., Isao W., Katsuyoshi K., Ryoichi T., Takashi K. & Nobuharu K., 1984. Postnatal transfer of PCBs from exposed mothers to their babies : influence of breast-feeding. *Archives of environmental health*, **39**, 368-375.