

## Évaluation du risque de contamination aux PCBs des vaches mères

Agathe Vaillat et Sylvain Lerch\* **Estimer le niveau d'exposition aux PCBs des vaches mères depuis le sol et la ration en Suisse : un élément clé d'évaluation et de maîtrise du risque de contamination de la viande en élevage allaitant.**

Au cours des 20 dernières années en Suisse, des contrôles sanitaires de la contamination en polychlorobiphényles (PCBs) de viande issue d'élevages de vaches mères ont révélé des dépassements occasionnels de la teneur maximale réglementaire (encart 1). Ainsi, en 2012 sur une soixantaine d'échantillons de viande, 5,7 % excédaient la limite maximale réglementaire et environ 50 % excédaient le niveau d'action (OFSP, 2012). Une partie de ces cas de contamination a pu être attribuée à des sources diffuses d'exposition aux PCBs liées à l'ingestion de la ration et du sol. Face à ce constat, le projet MeatPOP a été élaboré en 2020 avec pour objectif d'estimer le niveau d'exposition aux PCBs des vaches mères en Suisse via les fourrages et le sol. Les résultats du projet MeatPOP sont présentés dans cet article. Ils complètent les connaissances du projet AgroPOP mis

en place en 2017 par l'Empa, Agroscope et l'école polytechnique fédérale de Zurich (soutien financier des offices fédéraux de l'agriculture, et de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires). La finalité des projets MeatPOP et AgroPOP est d'améliorer l'évaluation du risque de transfert des PCBs depuis l'environnement vers la viande bovine et d'assurer la sécurité sanitaire des élevages extensifs.

### Source des données pour l'estimation de l'exposition aux PCBs

Des estimatifs de l'exposition aux PCBs issus de sources environnementales diffuses (via la ration et le sol) des troupeaux de vaches mères ont été élaborés. La figure 1 (sur la page 58) présente la

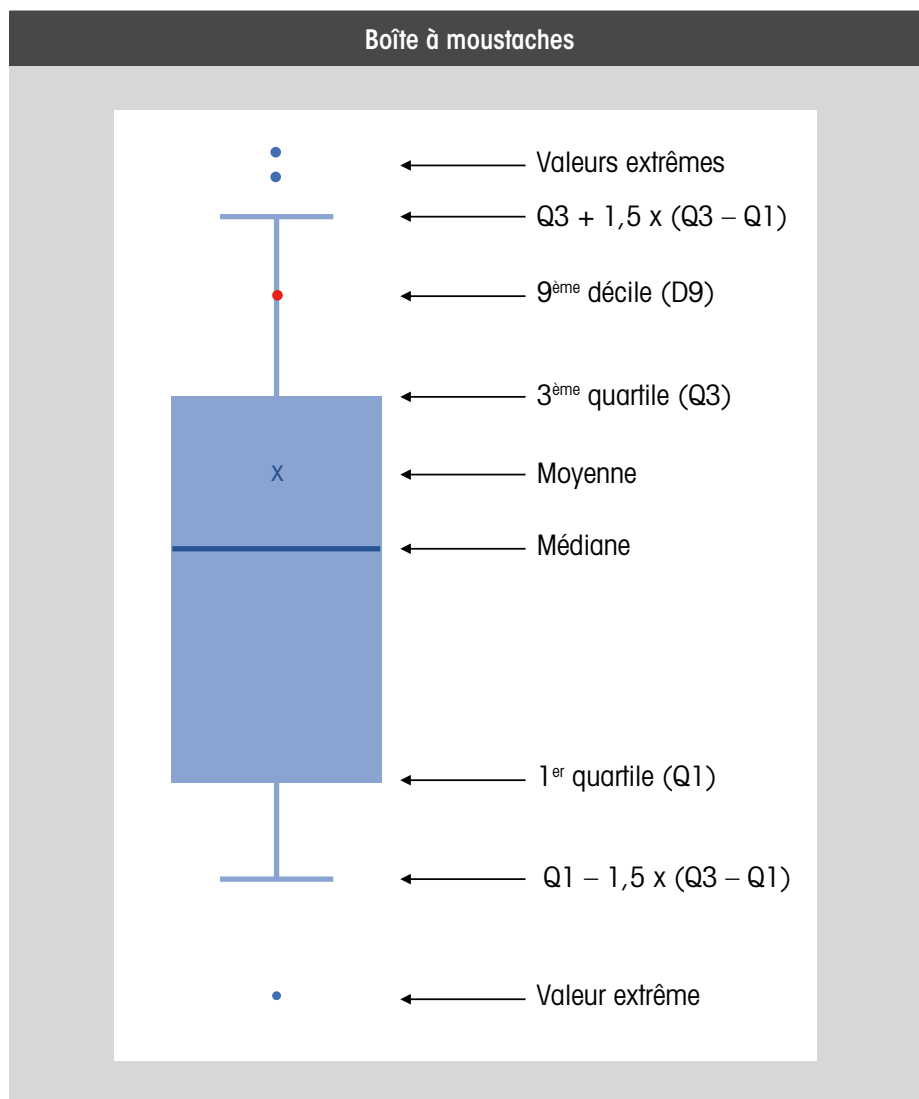
démarche générale de l'étude réalisée à partir de la synthèse de nombreuses bases de données. Ces dernières combinent des données sur les systèmes d'alimentation des vaches allaitantes suisses (Iten, 2012), le taux d'ingestion de sol au pâturage (Jurjanz et al., 2012), ainsi que sur les niveaux de contamination en PCBs des fourrages (source : OSAV), aliments concentrés (source : contrôle officiel des aliments, Agroscope) et sols agricoles (sources : observatoire national des sols, Agroscope ; Empa et canton de Schaffhouse). Les fourrages et concentrés présentent le plus souvent des concentrations en PCBs dites « bruit de fond environnemental » liées aux dépôts atmosphériques de ces polluants facilement dispersés et transportés dans l'air. Le sol est quant à lui un réservoir sur le long terme pour les PCBs qui se lient à sa matière organique et ne s'éliminent

### Encart 1 : Qu'est-ce que les PCBs et pourquoi se retrouvent-ils dans la viande bovine ?

Les PolyChloroBiphényles (PCBs) sont des substances qui ont été produites intentionnellement comme produits chimiques industriels. En raison de leurs propriétés physico-chimiques intéressantes, les PCBs ont été massivement utilisés jusqu'à leur interdiction dans les années 1980. Ils étaient par exemple intégrés dans les peintures ou encore dans les transformateurs électriques. Dans les fermes datant d'avant les années 1980, on peut notamment les retrouver dans les peintures murales des étables et des silos (Klauser, 2019). Sur le long terme, les PCBs peuvent se déposer par voie atmosphérique dans les sols puis s'accumuler le long des maillons de la chaîne alimentaire où ils sont hautement toxiques pour l'environnement et l'homme. On distingue les PCBs « dioxin-like » (dl-PCB) et les PCBs « non dioxin-like » (ndl-PCB). Les dl-PCBs possèdent les mêmes propriétés de toxicité que les dioxines et furanes.

Afin de limiter l'exposition des animaux d'élevage et des humains aux PCBs, des limites maximales réglementaires dans les aliments pour le bétail et les denrées alimentaires d'origine animale sont fixées par le droit suisse, en accord avec les limites fixées par l'Union européenne. Elles permettent de déterminer un seuil à partir duquel le produit ne peut plus être vendu et doit être détruit afin d'éviter de nuire à la santé du consommateur. En parallèle, un niveau d'action réglementaire est également défini. Au-delà de ce seuil, le produit peut toujours être commercialisé mais les sources de contamination doivent être identifiées et éliminées lorsque cela est possible.

Afin de mieux maîtriser le risque de contamination aux PCBs de la viande bovine, des facteurs de bioconcentration depuis la ration vers la viande sont couramment utilisés. Le facteur de bioconcentration est défini comme la concentration en PCBs dans la viande divisée par celle dans la ration reçue par l'animal. En utilisant ces facteurs, il est possible d'estimer la concentration en PCBs à ne pas dépasser dans la ration, afin de ne pas dépasser la limite réglementaire dans la viande. Ce calcul a été effectué dans notre étude pour l'ensemble des scénarios et est reporté dans la figure 5 (sur la page 60).



Encart 2 : Principe et données reportées dans une « boîte à moustaches »

Une boîte à moustaches ou « box-plot » a pour objectif de représenter la distribution des valeurs d'un échantillon de manière simple et visuelle. La médiane est définie comme la valeur qui sépare la moitié inférieure de la moitié supérieure de l'ensemble de données. Les quartiles sont chacune des trois valeurs qui divisent l'ensemble de données en parts égales, de sorte que chaque partie représente 1/4 de l'échantillon. Les déciles sont chacune des neuf valeurs qui divisent l'ensemble de données en parts égales, de sorte que chaque partie représente 1/10 de l'échantillon. Les barres d'erreurs sont calculées en utilisant 1,5 fois l'espace interquartile (distance entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> quartile).

que très lentement en raison de leur forte hydrophobicité et faible dégradabilité. Les voies d'exposition ponctuelles (contacts avec matériaux et équipements contaminés présents sur l'exploitation, aliments contaminés accidentellement) ne sont pas considérées. Les risques associés ont été abordés précédemment dans la revue *la vache mère* (Klauser, 2019). Par ailleurs, les expositions via la respiration et l'ingestion d'eau sont considérées comme négligeables (les PCBs étant des composés peu volatils et hydrophobes).

Grâce à l'enquête menée par Vache mère Suisse en 2012 auprès de 475 exploitations de vaches allaitantes, sept cas types de systèmes d'alimentation ont été décrits en distinguant les rations estivale au pâturage et hivernale à l'étable. Seules les rations de la zone de montagne IV et les rations des exploitations utilisant des concentrés sont présentées dans le présent article. Il s'agit des deux systèmes d'alimentation les plus contrastés. Le système Montagne IV est le plus riche en fourrages à base d'herbe et le système Concentrés est le plus riche en ensilage

de maïs et concentrés, bien que toujours dominé par les fourrages à base d'herbe (figure 2 sur la page 58). L'ingestion involontaire de sol a été considérée selon trois scénarios : 1, 3 et 9 % de la matière sèche ingérée. Un pourcent lorsque les

### Références

Agridea, 2021. Les PCB dans l'élevage causes et mesures. Publications – Production animale – Production laitière, élevage et engraissement. Ed. Agridea, Lindau. 16.07.2021, 8 pp. Disponible en ligne : Lien : <https://agridea.abacus-city.ch/fr/A~3875~1/3~420100~Shop/Publications/Production-animale/Production-laiti%C3%A8re-%C3%A9levage-et-engraissement/Les-PCB-dans-1%27%C3%A9levage-causes-et-mesures/Allemand/Print-papier>. Consulté le 28 septembre 2021.

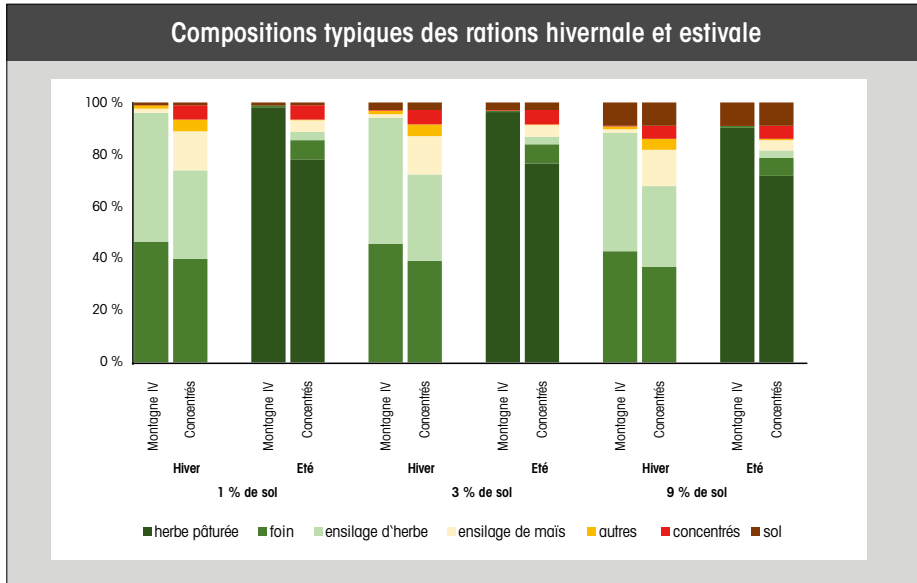
Driesen C., Zennegg M., Morel I., Hess H.D., Nowack B., Lerch S., 2021. Average transfer factors are not enough: The influence of growing cattle physiology on the transfer rate of polychlorinated biphenyls from feed to adipose. *Chemosphere* 270:1-10. doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129698.

Iten A., 2012. Résultats de l'enquête sur l'alimentation. *la vache mère*, 12(4) : 13-15.

Jurjanz S., Feidt C., Pérez-Prieto L.A., Ribeiro Filho H. M. N., Rychen G., Delagarde R., 2012. Soil intake of lactating dairy cows in intensive strip grazing systems. *Animal*, 6(8): 1350–1359. doi : 10.1017/S1751731111002734.

Klauser L., 2019. PCB : contamination des denrées alimentaires par de vieux matériaux et éléments de construction. *la vache mère*, 19(1): 58-61.

OFSP, 2012. Dioxines et PCB dans la viande de bœuf issue d'une production naturelle. Office fédéral de la santé publique, pp. 1-4.



9 % dans le pire des cas (figure 3) (Jurjanz et al., 2012). Les proportions de chaque matrice ingérée (herbe pâturée, foin, ensilages d'herbe ou de maïs, concentrés, autres aliments et sol) pour chacun des systèmes d'alimentation et scénarios d'ingestion de sol ont par la suite été multipliées par leurs concentrations en PCBs. Les niveaux de contamination en PCBs des rations ingérées par les vaches mères ont ainsi été estimés selon trois scénarios de risque : médian, 3<sup>ème</sup> quartile et 9<sup>ème</sup> décile (encart 2 sur la page 57).

**Davantage de PCBs dans les sols que dans les fourrages**

La figure 4 illustre la distribution des niveaux de contaminations en PCBs « dioxin-like » des diverses catégories d'aliments et du sol à partir des données disponibles. Les concentrations en PCBs des sols sont plus élevées que pour les aliments. Au sein des six catégories d'aliments, les concentrations en PCBs de

conditions sont optimales, c'est-à-dire que l'herbe est offerte en quantités suffisantes, que la pâture n'est pas détériorée par le piétinement ou les conditions climatiques,

et que les fourrages récoltés sont peu souillés par le sol. En revanche, dès lors que ces conditions se dégradent, on considèrera que l'ingestion de sol atteint les 3 %, voire

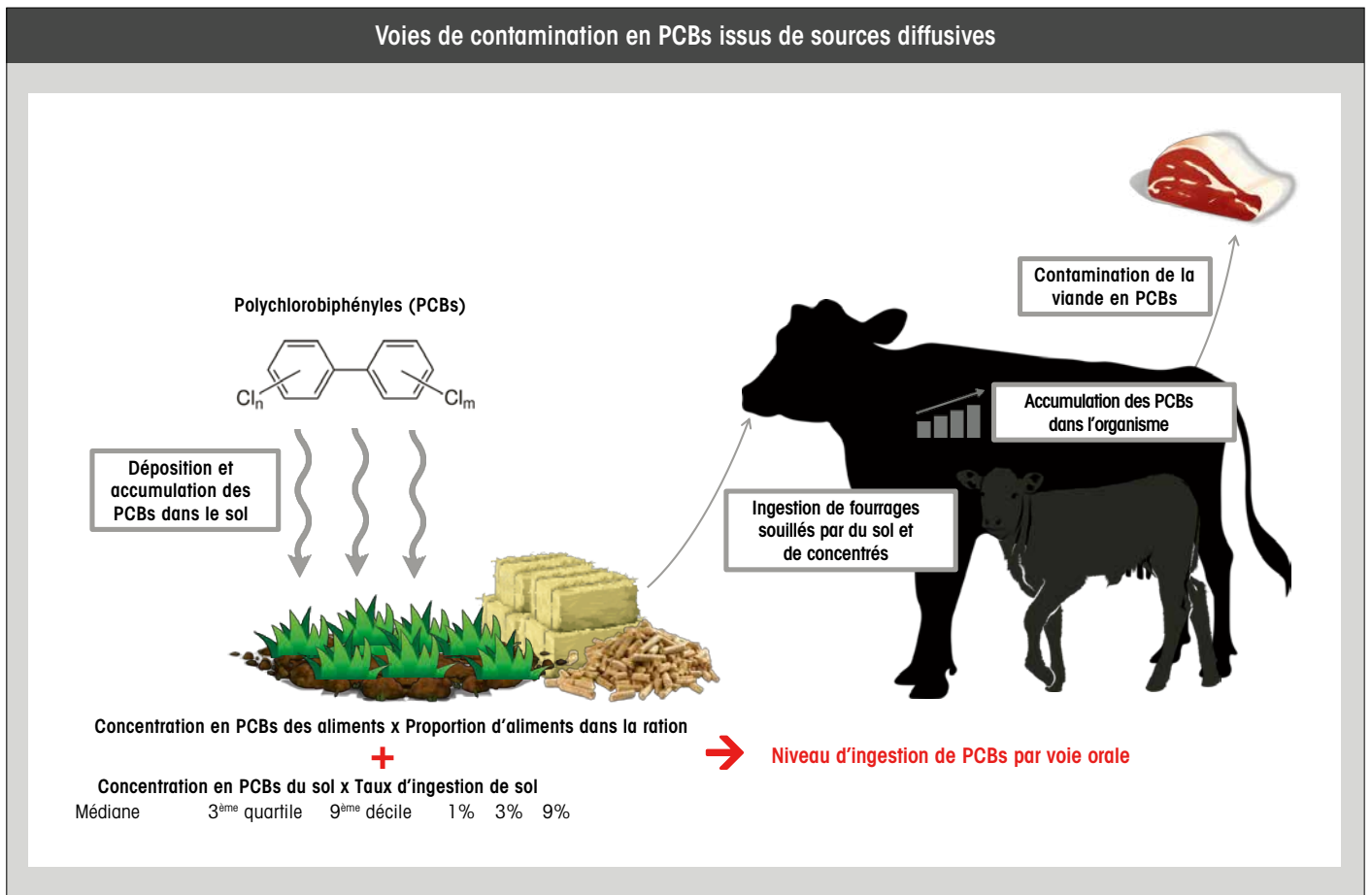


Figure 1 : Voies de contamination en PCBs issus de sources diffusives chez la vache mère et principe des estimatifs d'exposition

l'herbe fraîche, de l'ensilage d'herbe et du foin sont un peu plus élevées que celles de l'ensilage de maïs, des concentrés ou des autres fourrages. En effet, l'herbe pâturée ou récoltée près du sol présente de plus grands risques d'être souillée par du sol et contient donc plus de PCBs que les autres catégories d'aliments.

### Des rations toujours en deçà de la limite maximale réglementaire

Quel que soit le scénario retenu, la contamination en PCBs « dioxin-like » des rations ingérées ne dépasse jamais la limite maximale réglementaire pour les aliments pour le bétail. Toutefois, elle peut atteindre un niveau proche du niveau d'action, lorsque le cas 9<sup>ème</sup> décile et 9 % de sol dans la ration est considéré (figure 5 sur la page 60). Ce résultat apparaît rassurant, mais peut masquer un risque de contamination de la viande dans le cas des scénarios 3<sup>ème</sup> quartile et 9<sup>ème</sup> décile. En effet, sur la base de l'utilisation des facteurs de bioconcentration des PCBs depuis la ration vers la viande bovine (encart 1 sur la page 56, Driesen et al., 2021), ces scénarios présentent des risques de contamination de la viande

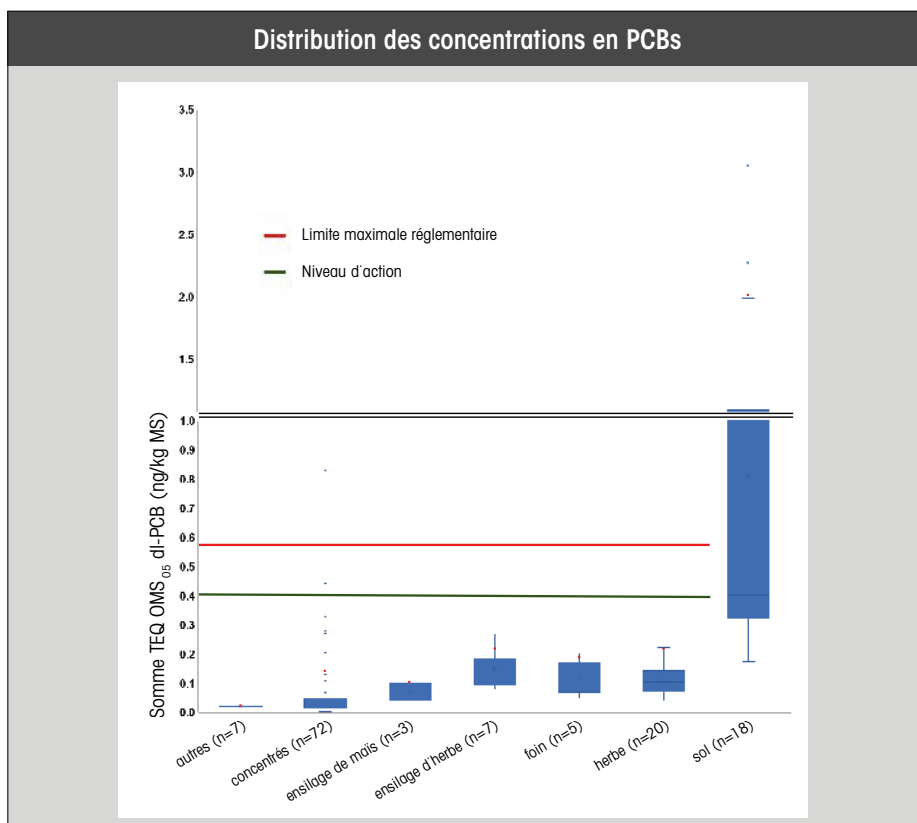


Figure 4 : Distribution des concentrations en PCBs « dioxin-like » des six catégories d'aliments composant les rations des vaches mères et des sols agricoles de Suisse

Les valeurs de concentrations en PCBs « dioxin-like » des différents aliments ont été converties en fonction de leur toxicité pour la santé humaine grâce aux facteurs d'équivalence toxique (TEF). On parle alors de concentration en équivalent toxicologique (TEQ). Suite à l'avancée des connaissances, les TEF sont réévalués régulièrement. La mise à jour utilisée dans nos calculs est celle proposée par l'OMS en 2005 (OMS<sub>05</sub>).



Figure 3 : Dans des conditions humides et avec des sols peu portants, l'herbe pâturée peut-être souillée par d'importantes quantités de sol lors du piétinement des animaux (juillet 2021 à l'estive de La Frêtaz, Vaud) (Photo: I. Morel, Agroscope)

## À savoir

au-delà de la limite maximale réglementaire. Plus l'ingestion de sol est élevée, plus le risque de contamination de la viande est important, soulignant le rôle important du sol comme source d'exposition diffuse aux PCBs.

### Prévenir l'ingestion de sol afin de réduire les risques de contamination en PCBs

Il est donc nécessaire de pouvoir prévenir ces cas de contamination en limitant au maximum les sources d'exposition. Différentes mesures de précaution ont été listées et diffusées récemment auprès de la branche afin de réduire l'exposition aux PCBs pour l'ensemble des exploitations de production de viande basée sur les herbages (Agridea, 2021). Ces conseils reposent essentiellement sur des précautions dans la gestion du pâturage et dans la récolte et le stockage des fourrages afin de réduire leur souillure par du sol. Dans quelques cas extrêmes, ces mesures peuvent ne pas suffire à éviter les cas de contaminations accidentelles, par exemple lorsque l'élevage est situé dans une zone où le

sol est contaminé au-delà d'un certain niveau. Les éleveurs peuvent alors être confrontés à une réorientation de leur activité d'exploitation agricole vers des productions moins sensibles au transfert des polluants depuis le sol (exemple : productions végétales).

### De premiers estimatifs à compléter et renforcer

Le faible nombre d'observations recueillies concernant les niveaux de contamination en PCBs des aliments et des sols limite la portée générique de ces résultats. Ce constat souligne le besoin d'élargir et de mettre en commun de plus nombreux plans de contrôles fédéraux, cantonaux et de la branche en ciblant particulièrement les fourrages et les sols des prairies et pâturages. Par la suite, ces estimatifs d'exposition aux PCBs seront intégrés dans les modèles mathématiques décrivant le transfert des polluants organiques chez la vache mère et son veau développés dans le cadre du projet AgroPOP. Il sera ainsi possible de décrire le transfert global des PCBs depuis l'environnement d'élevage

jusqu'à la viande. Ces résultats vont permettre d'améliorer les démarches et outils d'aide à la décision des autorités compétentes pour l'analyse des risques d'exposition des élevages aux polluants de l'environnement. Il sera également possible de mieux accompagner les éleveurs en cas de crise sanitaire.

### Remerciements

Ce projet a bénéficié des soutiens financiers de l'office fédéral de l'environnement (OFEV) et de l'association Vache mère Suisse. Les auteurs remercient M. Hans-Möevi de l'association Vache mère Suisse, C. Clément (contrôle officiel des aliments), D. Wächter (observatoire national des sols suisses) et P. Schlegel d'Agroscope, M. Zennegg et C. Driesen de l'Empa, L. Klauser de l'OSAV et J. Sägger du canton de Schaffhouse pour la mise à disposition des bases de données permettant l'élaboration des estimatifs d'exposition aux PCBs chez les vaches mère en Suisse. ■

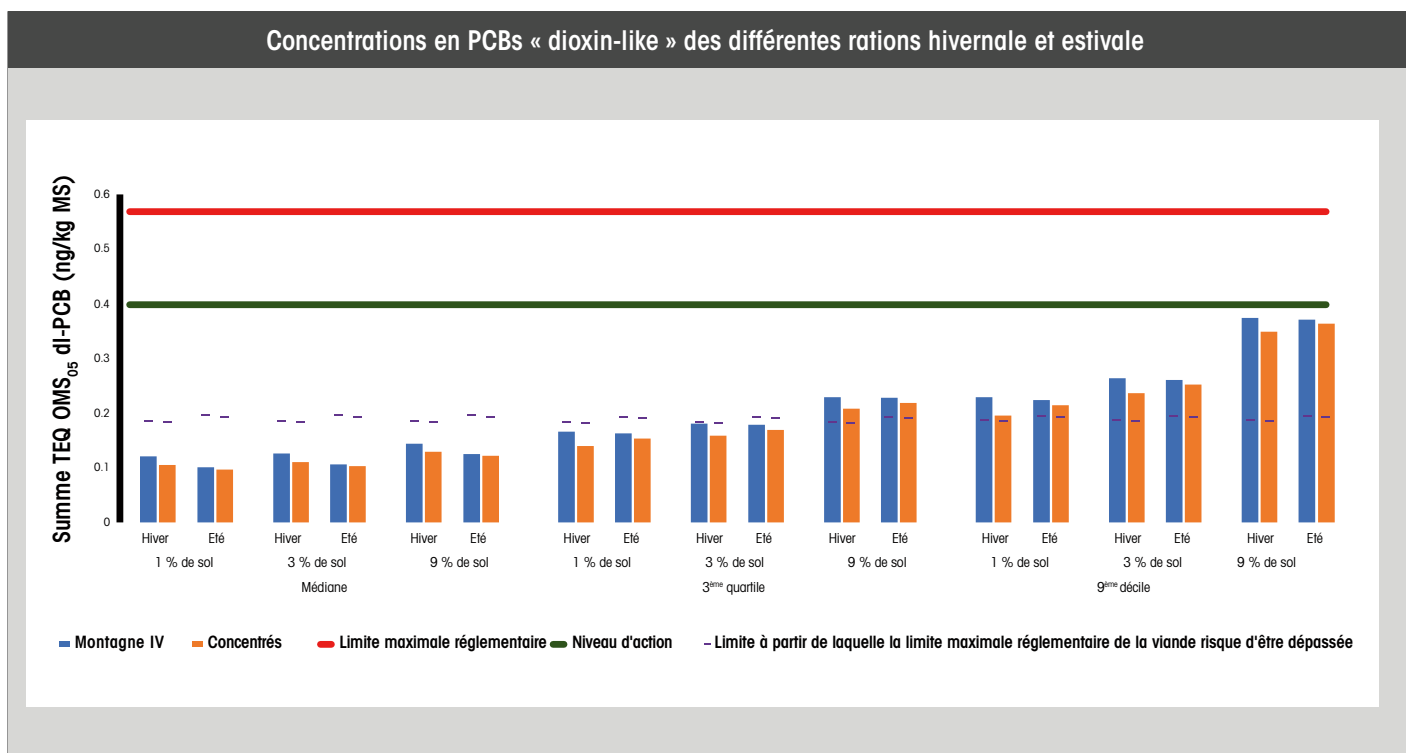


Figure 5 : Concentrations en PCBs « dioxin-like » des différentes rations hivernale et estivale « Montagne IV » et « Concentrés » selon trois niveaux d'ingestion de sol et trois niveaux de contamination (Médiane, 3<sup>ème</sup> quartile et 9<sup>ème</sup> décile)