



Maisons-Alfort, le 4 août 2016

Le Directeur général

AVIS **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

relatif à « l'analyse des Plans de Surveillance et de Contrôle sur les substances indésirables en alimentation animale »

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L. 1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont rendus publics.

L'Anses a été saisie le 2 avril 2015 par la DGCCRF et la DGAL pour la réalisation de l'expertise suivante : Analyse des Plans de Surveillance et des Plans de Contrôle (PSPC) en alimentation animale.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

CONTEXTE

Le règlement (CE) n°882/2004 impose aux Etats-membres la réalisation de contrôles officiels fondés sur une analyse de risques. Ces contrôles officiels sont menés selon les modalités définies dans un plan de contrôle pluriannuel.

Dans le secteur de l'alimentation animale, cette obligation se traduit par la réalisation de plusieurs types de contrôles : des plans de prélèvements, des contrôles des entreprises à une fréquence déterminée selon le risque qui leur est associé, des contrôles à l'import, des contrôles suite à des plaintes ou des alertes et des enquêtes thématiques sur des secteurs ou des pratiques considérées comme plus à risque.

Afin d'affiner leur analyse de risque, la DGCCRF et la DGAL ont déjà adressé en 2011 une première saisine conjointe sur la pertinence des couples matrices-analytes ciblés dans le cadre de leurs plans de prélèvements relatifs à la surveillance des substances indésirables en alimentation animale. Cette saisine a donné lieu à un avis de l'Anses, publié le 25 octobre 2012, dont les conclusions ont été prises en compte dans l'élaboration des plans ultérieurs.

La DGCCRF et la DGAL souhaitent à présent étendre cette démarche en réalisant une évaluation semi-quantitative des substances indésirables présentant un danger en alimentation animale, en s'inspirant des travaux menés par le Groupe spécial intergouvernemental sur l'alimentation animale du Codex Alimentarius. Cette évaluation, associée à l'étude précédemment conduite par l'Anses sur l'occurrence des risques dans les différents types d'aliments pour animaux (qui a donné lieu à l'avis du 25 octobre 2012), permettra d'obtenir une hiérarchisation des différents risques présents dans les aliments pour animaux.

Elle sera prise en compte pour déterminer les modalités d'action des services de contrôle, notamment en termes de nombre d'analyses à réaliser dans le cadre des plans de prélèvements et de points de contrôles à vérifier en priorité auprès des opérateurs de l'alimentation animale.

La présente saisine vise à remplir une partie de cet objectif en réactualisant et précisant l'avis du 25 octobre 2012 sur l'occurrence des risques dans les différents types d'aliments pour animaux.

Elle est complétée par une saisine visant à établir une méthodologie pour réaliser une classification semi-quantitative des dangers en alimentation animale qui sera traitée en parallèle.

PORTEE DE LA SAISINE :

L'Agence a été sollicitée afin qu'elle :

- 1) Indique, au regard des connaissances scientifiques actuelles, si la liste des substances indésirables figurant dans la directive 2002/32 modifiée correspond bien à l'ensemble des substances indésirables devant être pris en compte dans l'analyse de risque conduite par les autorités officielles françaises sur les aliments pour animaux. Dans l'hypothèse inverse, il est demandé à l'Anses de préciser quels dangers devraient être également pris en compte.
- 2) Précise si certaines substances indésirables ne sont plus pertinentes et pourraient être écartées des contrôles réalisés en alimentation animale.
- 3) Complète et actualise au besoin les niveaux d'occurrence et les couples matrices-analytes d'intérêt qui avaient été déterminés dans l'avis du 25 octobre 2012. Cette actualisation pourra être réalisée en fonction des niveaux d'occurrence constatés lors des derniers plans de contrôle officiels, des alertes au niveau communautaire, des connaissances propres aux experts et de toute autre source de données que l'Anses jugera utile (y compris les autocontrôles des professionnels). L'avis de l'Anses devra mentionner la méthodologie utilisée, et notamment si la classification est établie en fonction de résultats de contrôles ou sur la base des connaissances des experts. Précise, pour chaque danger, si la probabilité d'occurrence peut être considérée comme identique au stade des fabricants d'aliments composés et au stade de l'élevage.
- 4) Indique, au besoin, les risques émergents ou les dangers insuffisamment caractérisés, pour lesquels il serait nécessaire de disposer de davantage de données sur les niveaux d'occurrence, en indiquant si possible quelles sont les matrices d'intérêt.
- 5) Détaille les niveaux d'occurrence et les couples matrices-analytes d'intérêt pour les coproduits des industries agro-alimentaires. L'Anses pourra également procéder à cette évaluation pour d'autres coproduits, non listés dans cette annexe, si elle l'estime nécessaire.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

La recevabilité et le traitement de cette saisine ont été pris en charge par l'unité « Evaluation des risques liés à la santé, à l'alimentation et au bien-être des animaux » (UERSABA).

L'UERSABA a sollicité, le 03 avril 2015, l'unité « Observatoire des aliments » (UOA) afin de mettre en forme et analyser les données des plans de surveillance et de contrôle des administrations relatives aux campagnes 2012-2014 en alimentation animale.

L'ensemble de ces retraitements de données fut présenté au CES ALAN en juin 2015 et validé à cette occasion.

L'Anses a confié l'expertise à 6 rapporteurs. Les travaux ont été présentés au CES « Alimentation animale » tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques le 16 février et le 24 mai 2016. Ils ont été adoptés par le CES alimentation animale » réuni les 27 et 28 juin 2016.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES

3.1. Analyse des substances indésirables retenues par les autorités françaises pour l'analyse de risque conduite sur les aliments pour animaux

Il s'agit d'indiquer, au regard des connaissances scientifiques actuelles, si la liste des substances indésirables figurant dans la liste ci-dessous (tableau 1) correspond bien à l'ensemble des substances indésirables devant être pris en compte dans l'analyse de risque conduite par les autorités officielles françaises sur les aliments pour animaux. Dans l'hypothèse inverse, il est demandé à l'Anses de préciser quels dangers devraient être également pris en compte. Il est également demandé à l'Anses de préciser quels dangers ne sont plus pertinents et pourraient être écartés des contrôles réalisés en alimentation animale.

Tableau 1 : Liste des dangers retenus par les autorités françaises dans leur analyse de risque en alimentation animale

Mycotoxines	<ul style="list-style-type: none"> - Aflatoxine B1 - Zéaralénone - Fumonisines B1 et B2 - Ochratoxine A - Déoxynivalénol - Toxines T2 et HT2 - Ergot de seigle
Contaminants inorganiques et composés azotés	<ul style="list-style-type: none"> - Plomb - Cadmium - Mercure - Fluor - Arsenic - Mélamine
Polluants organiques persistants (POP)	<ul style="list-style-type: none"> - Dioxines et PCB - Autres composés organochlorés¹
Toxines endogènes des plantes	<ul style="list-style-type: none"> - Gossypol - Acide cyanhydrique - Essence volatile de moutarde - Vinylthiooxazolidone (5-vinyloxazolidine-2-thione) - Théobromine
Impuretés botaniques	<ul style="list-style-type: none"> - Datura - Ambrosie
Risques émergents	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) - Retardateurs de flamme bromés (RFB)

¹ Aldrine, Dieldrine, Camphéchloré, Chlordane, DDT, Endosulfan, Endrine, Heptachlore, Hexachlorobenzène, Hexachlorocyclohexane,

3.1.1. Mycotoxines

Réglementairement, l'aflatoxine B1 (AFB1) et l'ergot de seigle (*Claviceps purpurea*) sont les deux seules contaminations indésirables liées à la famille des mycotoxines qui sont définies dans la section II de l'annexe 1

de la directive 2002/32/CE pour lesquelles des teneurs maximales sont établies dans les aliments pour animaux. Néanmoins, d'autres mycotoxines telles la zéaralénone (ZEA), les fumonisines B1 et B2 (FB1, FB2), l'ochratoxine A (OTA), le désoxynivalénol (DON) et les toxines T2 et HT2 sont systématiquement recherchées pour assurer une veille quant à l'analyse de risque pour les aliments pour animaux (Tableau 1). Des valeurs guide ont été recommandées pour évaluer les niveaux de contamination par ces dernières (Commission européenne, 2006 et 2013). Un état des lieux sur la situation de contamination par différentes mycotoxines des matières premières et des aliments pour animaux a été réalisé récemment (Streit *et al.*, 2012). Pour ces substances, d'après les données publiées, les cas de dépassement des valeurs guides ou des limites maximales réglementaires sont très rares dans l'UE. Il est à noter que les données françaises sont absentes de ce panorama européen dressé sur les deux dernières décennies. Cependant, les cas de détection sont très nombreux sur le maïs produit en Europe ou importé du Brésil ou d'Argentine. Qui plus est, l'inventaire systématique des situations de co-contamination réalisé dans cette même étude fait apparaître une majorité de cas où l'on enregistre sur les mêmes échantillons d'aliment ou de matières premières la présence simultanée d'AFB1 et de ZEA (Royaume Uni, 28%, Scudamore *et al.*, 1998), de DON, ZEA et FB (Europe du sud, 22%, Griessler *et al.*, 2010), de ZEA et DON (Portugal, < 10%, Almeida *et al.*, 2011), de AFB1 et OTA (Espagne, 31%, Ibanez-Vea *et al.*, 2012) ou de AFB1 et ZEA (Espagne, 12%, Ibanez-Vea *et al.*, 2012), de AFB1, ZEA et OTA (Espagne, 27%, Ibanez-Vea *et al.*, 2012), enfin de DON et ZEA (Pays-Bas, 44%, Driehuis *et al.*, 2008).

Les méthodes de détection multiplexées qui se sont développées durant la dernière décennie, prioritairement les méthodes de spectrométrie de masse devraient prendre aussi en considération les différentes formes de conjugaison ou d'acylation des aglycones (Streit *et al.*, 2012), autant de métabolites qui peuvent être individuellement facilement hydrolysés dans le tube digestif des animaux, ainsi exposés par l'aliment contaminé, pour libérer les mycotoxines, objet de la réglementation. Ces profils contrastés peuvent *a priori* être considérés comme de nouveaux dangers qu'il conviendrait de caractériser car l'impact négatif des associations révèle un effet synergique ou antagoniste, et pas uniquement additif (Grenier et Oswald, 2011 ; Stoev *et al.*, 2010). Ainsi, si l'on prend en compte une meilleure caractérisation du pouvoir toxique des mycotoxines étudiées en association, la FB1 renforcerait le potentiel carcinogène de l'AFB1 dans le cas de tumeurs hépatiques (Grenier et Oswald, 2011). Par ailleurs, l'analyse des cas de néphropathie en élevage de porcs ou de volailles en Bulgarie réalisée par Stoev *et al.* (2010) montre que la seule contamination en OTA ne suffit pas à expliquer les symptômes observés ; ceux-ci s'interprètent mieux dans un cas de co-contamination par OTA, FB et l'acide pénicillique. Un métabolite secondaire inconnu est aussi présent dans une majorité des échantillons et pourrait être impliqué dans l'étiologie de ces cas.

Les changements climatiques, en particulier l'apparition d'épisodes durablement chauds et secs ou à l'inverse une pluviométrie excessive peuvent augmenter dans certaines régions la prévalence de co-contaminations qu'il sera nécessaire de mieux détecter localement.

Enfin, l'émergence de nouveaux dangers liés à des mycotoxines « émergentes » ou de mycotoxines encore insuffisamment caractérisées doit également être prise en compte dans la définition de la liste des composés dont la présence est à rechercher de façon systématique : par exemple la moniliformine, la beauvéricine, les enniatines A et B (Efsa, 2014), la citrinine (Efsa, 2012), les stérigmatocystines (Efsa, 2013).

3.1.2. Contaminants inorganiques et composés azotés

3.1.1.1 Contaminants réglementés

1 - Arsenic

L'arsenic est un élément chimique présent dans les sols mais aussi dans les organismes vivants. La contamination des sols peut entraîner à son tour la contamination des eaux souterraines par de l'arsenic et l'utilisation d'arsenic dans différents processus industriels peut également contribuer à cette contamination (Hettick, 2015).

L'arsenic peut être sous forme organique ou sous forme inorganique. L'arsenic est présent à de très faibles concentrations (parties par milliard) dans les produits carnés et laitiers, les céréales, les fruits et les légumes et également l'eau (Efsa, 2009). Il s'agit d'une accumulation de nature environnementale. Les pesticides et certains engrais sont aussi des sources possibles d'arsenic (Mandal et Suzuki, 2002) et peuvent donc contribuer à la contamination de certaines matières premières en alimentation animale. Certains composés (principalement des antibiotiques contenant de l'arsenic organique) ont été utilisés à titre thérapeutique chez les volailles et les porcs

et ont conduit aussi à des augmentations notables de teneurs en arsenic dans le sol pouvant ensuite être transféré dans les matières premières (Jackson *et al.* 2006). Néanmoins, les principales sources de contamination en alimentation animale sont l'eau d'abreuvement, et les matières premières d'origine marine (Efsa, 2005).

L'exposition à long terme (> plusieurs années) à l'arsenic inorganique contribue à l'augmentation du risque de développement de cancer (cutané, gastro-intestinal, des reins, du foie ou des poumons) (Efsa, 2009). Une exposition à l'arsenic peut aussi entraîner le développement de neuropathies et toucher la fonction cardiaque (Sidhu *et al.*, 2015 ; Efsa, 2009).

Une exposition de courte durée (quelques jours à quelques semaines) à de fortes quantités d'arsenic inorganique peut également provoquer des effets néfastes sur la santé, notamment des troubles digestifs.

Parmi les denrées animales, le lait contribue pour 15% de l'exposition des enfants en arsenic inorganique et les poissons, mollusques et crustacés pour 47% de l'exposition des adultes en arsenic total (Anses, EAT2, 2011).

Au vu des risques sanitaires liés à la présence d'arsenic dans les aliments et vue la grande variété de sources possibles, l'arsenic reste un composé dont le suivi doit être effectué.

2 - Le cadmium

Le cadmium est un métal lourd. L'intoxication au cadmium peut entraîner une insuffisance rénale, des atteintes osseuses et des dommages pulmonaires (Asagba, 2010 ; Efsa, 2009). Les divers dérivés du cadmium présentent une toxicité variable essentiellement fonction de leur solubilité. Ainsi le chlorure de cadmium, soluble, est plus toxique que le sulfure de cadmium.

Le cadmium est retrouvé dans les minerais, l'activité des volcans entraîne une augmentation temporaire des concentrations en cadmium dans l'environnement. Le cadmium est également utilisé dans différents procédés industriels, notamment comme agent anticorrosion. C'est aussi un pigment, un composé utilisé dans la sécurité des centrales nucléaires, et bien évidemment un des matériaux majeurs des batteries nickel-cadmium. Les engrais phosphatés sont également riches en cadmium.

Malgré le recyclage des produits contenant du cadmium, la concentration de cadmium dans le sol augmente d'année en année (Ostrowska, 2008). Par exemple, en Scandinavie la concentration en cadmium dans les terres agricoles augmente tous les ans de 0,2%.

Une fois absorbé, la majorité du cadmium est transporté par des protéines plasmatiques, comme l'albumine et la métallothionéine. Le premier organe touché est le foie où le cadmium va provoquer la production de métallothionéine mais aussi une mort des hépatocytes. Une partie du cadmium absorbé entre dans le cycle entéro-hépatique. Lors d'une intoxication aiguë, le système respiratoire est également affecté et la consommation d'aliments contaminés par le cadmium provoque des effets gastro-intestinaux aigus et entraîne une déshydratation grave de l'organisme.

A long terme, le principal organe touché par l'accumulation de cadmium est le rein. En règle générale, le cadmium atteint les reins sous forme de métallothionéine-cadmium (Cd-MT). Ce dernier est filtré dans le glomérule, puis réabsorbé dans le tubule proximal où il peut s'accumuler (Rani, 2014). Le cadmium semble interférer avec la voie stéroïdogène ovarienne chez le rat. Des résultats contradictoires ont été obtenus concernant l'éventuel rôle du cadmium dans le développement de cancer.

La principale source d'exposition au cadmium est l'alimentation chez l'animal et pour la population générale humaine. Chez l'animal l'essentiel du cadmium ingéré provient des céréales et des fourrages poussant sur des sols contaminés (Efsa, 2004) et chez l'Homme, des salades, choux, et dans une moindre mesure des céréales (Anses, EAT2, 2011). Les denrées d'origine animale représentent un apport de cadmium minime chez l'Homme.

Du fait de la toxicité avérée de ce composé et des risques croissants de contamination des aliments pour animaux, la recherche du cadmium demeure nécessaire.

3 - Le plomb

Le plomb provient d'un minerai, la galène. Le plomb peut pénétrer dans l'organisme d'un animal selon deux voies majeures :

- (i) par inhalation de vapeur de plomb ou de poussières (oxyde de plomb) ;
- (ii) par ingestion, qu'il s'agisse du plomb ingéré directement avec les aliments ou avec les poussières se trouvant sur les aliments ou du plomb qui a d'abord été inhalé puis ingéré suite aux processus d'épuration pulmonaire (Efsa, 2010 ; EU SCAN, 2003).

Exceptionnellement, la voie cutanée peut intervenir. De manière générale, le plomb absorbé par l'organisme que ce soit par inhalation ou par ingestion est distribué dans le foie, les reins, la rate, la moelle osseuse et principalement les os (Efsa, 2010). Chez les mammifères, le plomb sanguin ne représente que 1 à 2% de la

quantité totale de plomb présent dans l'organisme ; les tissus mous (reins, foie, rate...) en contiennent 5 à 10% et plus de 90% est fixée dans les os (Efsa, 2010).

Le plomb absorbé est majoritairement (75%) éliminé dans les urines. Les fèces permettent l'élimination d'environ 15 à 20% du plomb. Le plomb est également excrété dans la salive, la sueur, et est aussi retrouvé dans les phanères.

Les principaux organes cibles d'une intoxication au plomb sont : le système nerveux, les reins et le sang (Efsa, 2010). Chez les rongeurs, l'administration de fortes doses de plomb peut induire des cancers du rein. L'intoxication est le plus souvent liée à une exposition chronique. L'intoxication aiguë est rare.

Chez l'enfant, l'eau et le lait sont les contributeurs majeurs (11% chacun) à l'exposition au plomb (Anses, EAT2, 2011 ; Efsa, 2010). Chez l'animal, l'eau d'abreuvement est la source majeure de contamination (NRC, 2005) ou les fourrages en provenance de zones contaminées par cet élément (Efsa, 2004)

Le plomb est un composé dangereux pour l'Homme et l'animal dont la surveillance doit être conservée et devrait être étendue à l'eau d'abreuvement (Anses, 2011).

4 - Le fluor

En raison de sa forte réactivité, le fluor n'est qu'exceptionnellement retrouvé dans la nature à l'état élémentaire. Il est présent soit sous forme de fluorures inorganiques, soit sous la forme de composés organiques.

Le fluor ne possède aucune fonction indispensable dans la croissance et le développement des mammifères et il n'a été identifié aucun signe de carence en fluor dans l'organisme animal (Efsa, 2013).

En matière de toxicité aiguë, le fluorure présente des effets similaires à ceux du plomb et de l'arsenic. Le fluor a d'ailleurs été longtemps utilisé comme raticide. L'exposition alimentaire chronique peut entraîner des troubles digestifs. L'activité humaine peut entraîner une augmentation locale des teneurs en fluor des eaux de surface, pollution qui peut ultérieurement se diffuser plus largement.

Chez l'Homme, les principales sources alimentaires sont l'eau et des boissons ou aliments reconstitués avec de l'eau fluorée, les poissons de mer et les aliments enrichis en sel fluoré (Efsa, 2013). Chez l'animal, les principales sources sont constituées par l'eau d'abreuvement, certains coproduits animaux, et les aliments minéraux (Efsa, 2004)

Il est nécessaire de maintenir la surveillance pour ce composé.

5 - Mercure

Le mercure est un métal qui peut être ingéré ou inhalé soit à partir de l'environnement « naturel » soit à partir de sources provenant de l'activité humaine (Efsa, 2012).

Le mercure est un métal capable de changer de formes et de propriétés. Il passe facilement de l'état liquide à l'état gazeux à température ambiante et chimiquement, le mercure peut se retrouver sous différentes formes (Efsa, 2012). Il est présent dans l'environnement sous la forme de mercure (mercure métal), de mercure inorganique (ions mercureux et mercurique) et aussi sous forme organique. Cette dernière, la plus toxique, est principalement représentée par le méthylmercure dans la chaîne alimentaire (Efsa, 2012).

Bien que présent à des faibles concentrations dans l'eau, les concentrations en méthylmercure, peuvent être bioamplifiées dans les organismes aquatiques, ce qui signifie que sa teneur va augmenter tout au long de la chaîne alimentaire.

La toxicité du mercure s'explique par la capacité de ce métal à se lier à de nombreuses molécules de la cellule, ce qui altère leur fonction (Efsa, 2012). Sa toxicité provient essentiellement de son extrême volatilité (la voie respiratoire est une voie d'exposition dominante), et de sa bonne solubilité dans l'eau et les graisses (facilement ingérable et transportable dans la circulation sanguine). Les principaux organes affectés sont le foie et le rein pour la toxicité aiguë mais l'intoxication à long terme par le mercure se traduit par des troubles nerveux, des tremblements, un retard de développement mental et des effets tératogènes (Efsa, 2012).

Chez les adultes et les enfants, le poisson contribue respectivement pour 67% et 60% de l'exposition au mercure (Anses, EAT2, 2011). Chez l'animal, les coproduits issus d'organismes aquatiques sont les principaux contributeurs à l'exposition au mercure (Efsa, 2012).

La toxicité, la persistance dans l'organisme et les fortes capacités de liaison du mercure, impliquent une veille constante.

6 – Nitrites

Dans son avis du 30 octobre 2014 (Anses, 2014), l'Anses concluait que « Dans le cas des ruminants, l'intoxication par l'ion nitrite n'est décrite, en dehors de situations expérimentales, que suite à la transformation ruminale de nitrate alimentaire apporté par des fourrages, si bien qu'on peut considérer que le nitrite des aliments ne représente pas un risque pour les ruminants. Chez les porcs et les volailles, l'alimentation à base de céréales dont les teneurs en nitrites sont très faibles (médiane = 2,5 mg/kg d'aliment complet, max=7,9 mg/kg, n=15 échantillons d'aliments complets) hors aliments contaminés par des champignons, permet de considérer que le risque d'intoxication par les nitrites de la ration est négligeable. Pour les autres espèces animales, le rapport de l'Efsa (2009) ne mentionne pas de risque d'intoxication par les nitrites. »

...

« L'avis de l'Efsa (2009), conclut que l'exposition des animaux à l'ion nitrite via l'alimentation ne représente pas un risque pour la santé animale, la santé humaine et l'environnement. Il argumente :

- sur le fait que l'utilisation de nitrite comme conservateur pour les farines de poisson n'est plus autorisé ;
- sur le fait qu'aucun cas d'intoxication par l'ion nitrite apporté par les aliments n'a été publié ;
- sur des données de surveillance des teneurs en nitrite des aliments, recueillies en Europe (seuls Chypre, la France et la Slovénie ont fourni des données) précisant qu'aucune des 94 matières premières ou aliments composés complets pour lesquels la directive 2002/32/CE modifiée fixe une teneur maximale ne dépassait cette teneur limite en nitrite. Parmi les aliments non visés par la directive, seul un fourrage, d'origine slovène, présentait une teneur en nitrite (26,2 mg/kg de matière sèche) supérieure à la teneur maximale fixée pour les aliments complets.
- sur la base des teneurs les plus élevées autorisées, et en considérant que les animaux consomment de l'eau potable (< 0,5 mg de nitrite/L), l'exposition quotidienne des ruminants ne dépasse pas 0,87 mg de nitrite par kg de poids vif, alors que la NOAEL pour les ruminants est comprise entre 3,3 (bovins adultes) et 10 (ovins) ou 11 (veaux) mg/kg. Chez les porcs en croissance et les truies, l'exposition journalière totale (eau + aliment) aux ions nitrites est de 0,31 et 0,42 mg de nitrite par kg de poids vif, très inférieure à la NOAEL de 3,3 et 17,2 mg/ kg de poids vif, respectivement. Chez les volailles en croissance et la poule pondeuse, l'exposition journalière totale (eau + aliment) aux ions nitrites est de 0,71 et 0,61 mg de nitrite par kg de poids vif, très inférieure à la NOAEL (no observed adverse effect level) de 25 mg/kg de poids vif. Ceci est cohérent avec l'absence de cas d'intoxication rapportés chez les ruminants et les monogastriques ;
- sur le fait qu'il n'y a pas d'enjeu de santé humaine dans la mesure où l'ion nitrite présent dans les denrées animales ne contribue que très faiblement à l'exposition de l'Homme, exposition surtout liée à la consommation d'eau et de fruits et légumes ; »

En conclusion, l'ion nitrite des aliments pour ruminants et les monogastriques, ne présente pas de risque pour l'animal et le consommateur humain (Efsa, 2009). Aussi, la surveillance de l'ion nitrite dans les matières premières et les aliments composés n'est pas nécessaire.

7 – Mélamine

La mélamine est un composé dont les utilisations sont au départ complètement éloignées de l'alimentation animale ou humaine (Efsa, 2010). La mélamine est un composé qui a été utilisé par le passé dans l'industrie des biens d'équipement. Mais, il a également été ajouté accidentellement ou frauduleusement dans les aliments pour augmenter les teneurs apparentes en protéines.

Une fois consommée, la mélamine est soit éliminée dans les urines, soit concentrée dans les reins, entraînant la formation de calculs ; ces derniers peuvent conduire à des insuffisances rénales et à des complications rénales sévères (Efsa, 2010). La mélamine ne s'accumule pas dans les muscles.

Il y a eu dans le passé de nombreux exemples de contamination volontaire de produits alimentaires par la mélamine, autant pour les produits destinés à l'alimentation humaine que pour ceux destinés à l'alimentation animale (Chu, 2013).

La mélamine n'est pas un contaminant naturel des aliments pour animaux donc la gestion du risque est sous la responsabilité des organismes de contrôle.

3.1.2.2 Autres contaminants

1 - Aluminium

L'aluminium est un métal trouvé principalement sous forme de cation trivalent et présent dans les eaux naturelles et la plupart des types de tissus animaux et végétaux (Efsa, 2008). L'aluminium est quantitativement, le troisième élément le plus répandu et le métal le plus abondant de la croûte terrestre (Efsa, 2008). Du fait de sa très forte réactivité, l'aluminium se trouve, dans la nature, presque exclusivement combiné à d'autres éléments.

Il n'existe pas de besoin physiologique connu pour l'aluminium. Par contre, l'aluminium est connu pour être un inhibiteur compétitif de plusieurs éléments indispensables comme le magnésium, le fer ou le calcium. Une fois ingéré, la majorité de l'aluminium se lie à la transferrine et à l'albumine dans le sang puis est ensuite éliminée par voie urinaire (Hachez-Leroy, 2013). Les acides organiques comme le lactate, le citrate, ou l'ascorbate facilitent son absorption digestive (Efsa, 2008).

Si la charge en aluminium dépasse les capacités d'élimination de l'organisme, l'excès se dépose dans divers tissus, notamment les os, le cerveau, le foie, le cœur, la rate et les muscles. Cette accumulation provoque morbidité et mortalité. Différents mécanismes d'intoxication sont impliqués (Lubkowska, 2015). La toxicité de l'aluminium est liée à des changements dans la perméabilité de la membrane cellulaire, à l'inhibition de certaines activités enzymatiques, à une diminution de la synthèse protéique, et à des altérations dans l'utilisation des acides nucléiques.

L'aluminium provoque également un stress oxydatif dans le système nerveux central (Lubkowska, 2015). Dans la mesure où l'élimination de l'aluminium du cerveau humain est lente (demi-vie de l'ordre de 7 ans), les dommages cellulaires s'accumulent comme pour une intoxication chronique. L'aluminium a également un effet direct sur l'hématopoïèse : un excès d'aluminium entraîne une anémie microcytaire.

Chez l'Homme, les denrées animales ne sont pas des contributeurs à l'exposition à l'aluminium (Anses, EAT2, 2011). Chez l'animal, les céréales et certains additifs minéraux peuvent contribuer à leur exposition (NRC, 2005). Les phosphates alumino-ferriques, riches en aluminium et qui ont été utilisés historiquement comme source (médiocre) de phosphore (Gueguen, 1961), ne figurent pas au catalogue européen des matières premières.

Dans la mesure où les denrées animales ne sont pas contributives à l'exposition de l'Homme à l'aluminium, associé au fait que les données d'intoxication chez l'animal restent rares, l'intégration de l'aluminium dans la liste des molécules inorganiques à rechercher dans l'alimentation des animaux n'est pas à recommander en l'état actuel (Efsa, 2008). Cependant, une évolution des connaissances sur ce sujet pourrait faire évoluer ces recommandations.

2- Polyamines

Les polyamines sont des composés chimiques aliphatiques avec plusieurs groupements aminés, les plus connus de ces polyamines sont la putrescine, la spermine et la spermidine. Ils peuvent provenir de l'alimentation ou être synthétisés par l'organisme, notamment à partir d'ornithine, un intermédiaire de l'uréogénèse. Les polyamines d'origine alimentaire sont retrouvées dans de nombreux aliments, les poissons, les viandes, les œufs, les fromages, les légumes fermentés, le vin et la bière mais aussi dans les céréales et les légumineuses comme les pois et le soja (Larqué, 2007).

Une fois ingérées, les polyamines sont absorbées dans le duodénum et des portions initiales du jéjunum. Les polyamines sont fortement métabolisées avant et après leur absorption, ce qui fait que seulement une faible proportion de ces composés est retrouvée telle quelle dans la circulation sanguine, le plus souvent moins de 10%. Cependant, en cas d'apports massifs, une teneur importante peut être retrouvée dans le compartiment sanguin (Soda, 2009).

Physiologiquement, les polyamines semblent être indispensables aux cellules en développement et notamment pour le développement des cellules cancéreuses. Des traitements du cancer associant des apports réduits en polyamines et/ou des inhibiteurs de leur synthèse et/ou des analogues structuraux semblent donner des résultats intéressants sur un arrêt de la croissance des cellules cancéreuses (Cipolla, 2013). Les polyamines pourraient aussi avoir un effet néfaste sur le cœur (Tipnis, 1998).

Dans l'état actuel des connaissances, en matière de transfert de polyamines des aliments pour animaux vers l'Homme ou de risque de toxicité pour les animaux, il n'y a pas lieu de recommander une surveillance de ces composés dans les aliments pour animaux. Cependant, une évolution des connaissances sur ce sujet nécessitant une quantification de leur présence dans les aliments pourrait faire évoluer ces recommandations.

3.1.3. Polluants organiques persistants et risques émergents

La démarche consiste à comparer les composés organiques listés dans la Convention de Stockholm en raison de leur persistance, leur bioaccumulation et leur toxicité à leur mention dans la réglementation qui encadre les substances indésirables dans les aliments pour animaux en France. En cas de discordance entre les mentions dans ces deux listes, la pertinence de leur surveillance dans les aliments pour animaux est discutée (Tableau 2).

La convention de Stockholm classe les substances listées en :

- Annexe A qui concerne l'interdiction d'un certain nombre de substances chimiques persistantes dans l'environnement telles que l'aldrine, le chlordane, la dieldrine, l'endrine, l'heptachlore, l'hexachlorobenzène, le mirex, le toxaphène et les polychloro-biphényles (PCB) ;
- Annexe B qui concerne la restriction très forte de l'utilisation d'un certain nombre de substances comme le DDT ;
- Annexe C qui concerne la prévention et la réduction de la formation et du rejet de composés comme les dioxines et les furanes.

Tableau 2 : Comparaison de substances indésirables réglementées dans les aliments pour animaux avec les molécules organiques listées dans la Convention de Stockholm

Molécule	origine	Type de molécule	Convention de Stockholm	Règlementé dans l'alimentation animale
Aldrine, dieldrine	I	Insecticide organochloré	Annexe A	2002/32/CE
Endrine	I	Insecticide et raticide organochloré	Annexe A	2002/32/CE
Heptachlore	I	Insecticide à spectre large	Annexe A	2002/32/CE
Chlordane	I	Insecticide à spectre large	Annexe A	2002/32/CE
Chlordécone	I	Insecticide organochloré	Annexe A	Non réglementé en alimentation animale Alimentation humaine (395/2005/CE)
Mirex (cyclopentadiène)	PI	Insecticide organochloré	Annexe A	idem
Hexabromobiphényle (HBB)	S	Retardateur de flammes bromé	Annexe A	Surveillance dans les DAOA recommandée (2014/118/UE)
Hexa- et hepta-bromodiphényl éthers (HexaBDE et heptaBDE)	S	Retardateur de flammes bromé	Annexe A	Surveillance dans les DAOA recommandée (2014/118/UE)
Hexabromocyclododécane (HBCD)	S	Retardateur de flammes bromé	Annexe A	Surveillance dans les DAOA recommandée (2014/118/UE)
Hexachlorobenzène (HCB)	PI, S, C	Fongicide & co-produit de produits industriels & impureté de formulations de pesticides	Annexes A/C	2002/32/CE
Pentachlorobenzène (PeCB)	I, S, C	Fongicide & retardateur de flammes	Annexes A/C	Non réglementé
α-, β- et γ-hexachlorocyclohexane (α-, β- et γ-HCH)	I	Insecticide organochloré (γ), co-produit dans la synthèse du lindane(α et β)	Annexe A	2002/32/CE
Hexachlorobutadiene (HCBd)	S	Solvant pour d'autres composés chlorés	Annexe A	
Polychlorobiphényles (PCB)	S, C	Retardateur de flammes chloré	Annexes A/C	277/2012/ (DL & NDL) (2002/32/CE)
α-et β- endosulfan	I	Insecticide organochloré	Annexe A	2002/32/CE
Toxaphene (Camphechlor)	I	Insecticide organochloré	Annexe A	2002/32/CE

DDT	I	Insecticide organochloré	Annexe B	2002/32/CE
Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) et ses sels ; perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOS-F)	S	Tensioactif	Annexe B	Surveillance dans les denrées alimentaires recommandée (2010/161/EC)
Dioxines et furanes (PCDD/Fs)	C	Coproduit d'une combustion incomplète	Annexe C	277/2012 (2002/32/CE)
Dicofol	I	Acaricide organochloré, proche du DDT	Proposition	Directive 91/414/CE (annexe I)
Chloroalcanes (paraffines chlorées à courte chaîne, PCCC)	S	Plastifiant secondaire et retardateur de flammes	Proposition	Non réglementé en alimentation animale mais en alimentation humaine (Directive 98/98/CE)
Pentadecafluorooctanoic acid (PFOA) et ses sels	S	Tensioactif	Proposition	Non réglementé
Decabromodiphényl éther (DecaBDE)	S	Retardateur de flammes bromé	Proposition	Non réglementé

I : insecticide organochloré, S : produit (volontaire) de synthèse chimique, C : co-produits (involontaire) de la combustion

3.1.3.1 Les molécules réglementées

Les insecticides organochlorés sont interdits mais sont très persistants et fortement bioaccumulables. Leur maintien dans la liste des dangers retenus devant être pris en compte pour une analyse de risque dans l'alimentation animale est donc fortement recommandé.

Concernant certains organochlorés issus de processus industriel, une attention particulière doit être prêtée aux PCB dont l'occurrence dans l'environnement pose régulièrement des problèmes d'innocuité des denrées animales issues d'animaux contaminés. Ainsi, l'effort de surveillance des teneurs en PCBs notamment dans les aliments contenant des matières grasses ajoutées ou des fourrages issus de zones contaminées suite à des accidents industriels est à maintenir, voire à renforcer.

Par ailleurs, les crises sanitaires régulières dues aux concentrations de dioxines-furanes (PCDD/F) retrouvées dans les aliments pour animaux justifient pleinement le maintien de la prise en compte de ce danger dans l'analyse de risque. Les incendies sont les principales sources de contamination des aliments pour animaux.

3.1.3.2 Les molécules non réglementées dans les aliments pour animaux (risques émergents)

❖ Insecticides organochlorés non utilisés en France métropolitaine

Chlordécone (CLD) : l'usage de ce pesticide organochloré est interdit depuis 1970 en France métropolitaine et depuis 1993 aux Antilles françaises, dont plus de 10% de la surface agricole utile est contaminé de manière pérenne. Certaines cucurbitacées et légumes racinaires sont parfois utilisés en alimentation animale et peuvent en accumuler de manière non négligeable. Cependant leur utilisation est limitée aux petits élevages. Ainsi il ne semble pas opportun de considérer cette molécule comme danger dans l'analyse de risque, hors situation géographique localisée.

Cyclopentadiène (Mirex) : ce composé a été utilisé aux Etats Unis dans la lutte contre la fourmi de feu. En raison de sa toxicité, son utilisation a été très réduite dès la fin des années 70. Du fait de la forte persistance dans l'environnement et de ses propriétés de bioaccumulation, on risque de retrouver ce composé dans les produits issus des zones où son utilisation a été effective (Amérique du Nord), plus particulièrement dans les produits aquatiques riches en lipides. Seules les farines et huiles de poisson importées d'Amérique du Nord, seraient contaminées. Etant donné le faible flux d'importation de ces matières premières issues d'Amérique du Nord, une surveillance globale de ce composé n'est donc pas à recommander à l'heure actuelle.

❖ **Retardateurs de flammes**, notamment bromés (polybromobiphényles, PBB ; hexabromocyclododécane, HBCD et polybromodiphényléthers PBDE).
Ces molécules émergentes sont discutées dans le chapitre 3.4.

❖ **Co-produits (involontaires) de la combustion** : autre que les PCDD/F réglementés, les HAP. Ces molécules sont discutées dans le chapitre 3.4.

❖ **Pentachlorobenzène (PeCB)**

Ce produit chimique industriel est proche de l'hexachlorobenzène réglementé. Il a été utilisé en Amérique du Nord (fluide de transformateurs électriques, véhicule de colorants, et dans une moindre mesure dans quelques fongicides ou généré lors de la combustion en présence de chlore). Son utilisation a très fortement diminué à cause de son écotoxicité. Selon le Ministère Canadien de l'Environnement, il ne semble cependant pas entrer dans l'environnement en quantité suffisante pour nuire à la santé humaine. Sa forte persistance et capacité de bioaccumulation entraînent un risque significatif d'être véhiculé par des aliments issus des zones d'utilisation. Ainsi, il convient de surveiller cette molécule dans les farines et huiles de poissons issues d'Amérique du Nord, ce qui constitue un ciblage très spécifique. Une surveillance globale de ce composé n'est donc pas à recommander à l'heure actuelle.

❖ **Paraffines chlorées à chaîne courte (PCCC) (chloroalcanes, etc.).**

Ce sont des mélanges de n-alcanes polychlorés issus de la réaction du chlore avec certaines fractions de paraffines produites lors de la distillation du pétrole. Ces chloroalcanes à chaîne courte (C10-C13) sont toxiques : la directive 98/98/CE les classe parmi les substances qui sont dangereuses pour l'environnement, nocives et cancérigènes. Ces composés ne sont plus produits (ou utilisés) en France contrairement à certains pays européens. Ainsi, une surveillance globale de ce composé n'est pas nécessaire à l'heure actuelle.

❖ **Composés perfluorés**

La surveillance dans les denrées alimentaires de deux acides perfluoroalkyles (PFAA) à chaîne longue, le perfluorooctanoate (PFOA) et le perfluorooctanesulfonate (PFOS), est recommandée (2010/161/EC). Ces deux composés sont des perturbateurs endocriniens. Ils sont présents dans l'environnement (eau, sédiments, sols) y compris dans des zones éloignées des sites de production. Les sols agricoles peuvent être contaminés via l'épandage de boues de station d'épuration. Le transfert vers les plantes, notamment des fourrages (foin, ensilage d'herbe, ensilage de maïs) et céréales est avéré (Yoo *et al.*, 2011 ; Kowalczyck *et al.*, 2012 ; Kowalczyck *et al.*, 2013 ; Krippner *et al.*, 2015 ; Numata *et al.*, 2014). Toutefois les taux de transfert du sol vers les plantes sont observés pour les composés à chaîne courte (Yoo *et al.*, 2011 ; Krippner *et al.*, 2015). Les animaux peuvent donc être exposés *via* l'ingestion de sol ou *via* l'ingestion de matières premières d'origine végétale contaminées.

Contrairement aux autres composés halogénés persistants, PFOS et PFOA s'accumulent peu dans les tissus adipeux, mais plutôt dans le foie, les reins et le sang chez les poulets, les ruminants, les porcs et les poissons (Martin *et al.*, 2003 ; Yeung *et al.*, 2009 ; Kowalczyck *et al.*, 2012 ; Kowalczyck *et al.*, 2013 ; Lupton *et al.*, 2015). La demi-vie d'élimination et l'accumulation sont plus élevées pour les sulfonates (PFOS) que les carboxylates (PFOA) et augmentent avec la longueur de la chaîne carbonée. La longue demi-vie du PFOS chez les animaux est attribuée à sa résistance au métabolisme associée à son recyclage entéro-hépatique, alors qu'une part du PFOA est excrétée dans l'urine. Le ratio d'accumulation du PFOS est de l'ordre de 35 fois plus dans le foie que dans le muscle ; pour le PFOA ce rapport est de l'ordre de 10. Chez des vaches laitières exposées, le lait est près de 10 fois moins concentré que le muscle (Kowalczyck *et al.*, 2013).

L'Efsa (2012) indique en 2012 que les poissons et autres produits de la mer ainsi que les viandes et produits carnés sont les denrées alimentaires les plus contaminées, tout en indiquant que pour cette dernière catégorie, les abats sont de loin plus concentrés que les muscles et que les produits en provenance d'élevages sont nettement moins contaminés que ceux issus de la chasse (Efsa, 2012). De même, les poissons sauvages, surtout les poissons carnivores, sont plus contaminés que les poissons d'élevage, vraisemblablement en raison de la bioconcentration de ces composés dans le milieu naturel (Barbarossa *et al.*, 2016). Ainsi, des farines de poissons peuvent contenir du PFOS à des teneurs atteignant 20 µg/kg (Suominen *et al.*, 2011).

La contamination des animaux d'élevage semble être due à la production de fourrages et matières premières sur sols contaminés via l'épandage de boues de stations d'épuration. Cette voie de contamination s'apparente à une voie de contamination accidentelle car très localisée. Des données concernant les teneurs en PFOS dans les farines de poissons seraient intéressantes à obtenir.

3.1.4. Substances toxiques endogènes des plantes

3.1.4.1 Les substances toxiques déjà répertoriées et réglementées

- **Le gossypol**

Il s'agit d'un polyphénol présent dans la graine de coton, à raison de 0,6 à 1,2 g/kg. Dans la graine fraîche, le gossypol est présent sous forme libre et aussi sous forme liée aux protéines du fait de sa réactivité chimique. Sous la forme libre, il est toxique et cause des dommages aux organes, des crises cardiaques et peut entraîner la mort chez l'Homme. Des graines de coton non traitées données à des taureaux peuvent provoquer des malformations des spermatozoïdes et une baisse de la production de sperme (D'Mello, 2004). Même si la sélection de cotonniers produisant peu de gossypol diminue ce problème de toxicité, la surveillance de ce composé est à maintenir.

- **L'acide cyanhydrique**

L'empoisonnement au cyanure d'hydrogène (HCN) du sorgho fourrager est bien connu. Le sorgho contient un glycoside cyanogène, la dhurrine duquel l'HCN peut être libéré par réaction enzymatique au cours de la digestion. C'est l'HCN qui cause des dysfonctionnements du système nerveux central, des problèmes respiratoires et des arrêts cardiaques chez l'animal (bovins et chevaux, Cheeke, 1995). La dose toxique pour le mouton en fourrages frais de sorgho est de 300 g si la hauteur de la plante est inférieure à 10 cm, 800 g si la hauteur est comprise entre 15 et 20 cm et 1,5 à 2,5 kg si la hauteur est supérieure à 20 cm (Mondoly et Poncelet, 2005).

La dose létale de HCN libre est de 2 à 2,3 mg/kg chez les ruminants. La gravité des symptômes dépend de la vitesse de l'ingestion : ainsi, un mouton peut tolérer pendant plusieurs heures environ 4 mg/kg/h si l'ingestion est rapide. Avec une ingestion lente, le mouton peut tolérer 15 à 20 mg de HCN par kg et par jour. Le manioc (appelé tapioca aux USA) contient également un composé cyanogène, la linamarine, qu'on trouve aussi dans la graine de lin. Une teneur en HCN de la racine de manioc de 186 mg/kg est rapportée par D'Mello (2004). L'accroissement de la consommation de graines de lin non traitée augmente l'exposition des animaux aux dérivés glycosidiques des composés cyanogènes (Brimer, 2010). Des procédés technologiques comme l'extrusion permettent de réduire la teneur en ces composés. Cependant, la surveillance de ce composé est à maintenir.

- **Isothiocyanate d'allyle et Vinylthiooxazolidone**

Les glucosinolates (sinigrine, progoitrine, glucobrassicine, etc.) sont des métabolites secondaires de la famille des hétérosides soufrés (thioglucosides) présents dans les plantes de la famille *Brassicaceae* (chou fourrager, moutarde noire, colza fourrager, graines de colza) qui, lors du broyage des aliments et de la digestion, sont hydrolysés par une enzyme contenue dans la plante elle-même, en composés toxiques *i.e.* thiocyanates, isothiocyanates, nitriles, vinyl-thio-oxazolidone. Ces produits de dégradation des glucosinolates sont responsables d'une hypertrophie de la thyroïde, du foie et des reins, d'une baisse d'ingestion et d'une élévation du taux de mortalité (D'Mello, 2004). Les effets délétères sont plus importants chez les monogastriques (surtout chez le porc) que chez les ruminants, et chez les jeunes comparativement aux adultes : ainsi, des rations alimentaires à forte teneur en glucosinolates ralentissent la croissance des veaux (Tripathi et Mishra, 2007). La plus forte tolérance des ruminants adultes à l'ingestion de glucosinolates s'explique par la capacité de leur microflore à dégrader une part importante de ces composés et leurs métabolites (Tripathi et Mishra, 2007). Depuis 20 ans, la qualité des colzas s'est beaucoup améliorée avec la sélection de colza à très basse teneur en glucosinolates (moins de 20 μ mole/g) et les filières de l'alimentation animale contrôlent les teneurs en glucosinolates. Ainsi les tourteaux de colza commercialement disponibles peuvent être consommés par les animaux sans risque pour leur santé. Cependant, compte tenu de la diversité des variétés et des provenances des tourteaux de colza, la surveillance de ce composé est à maintenir.

- **La théobromine**

La théobromine est un alcaloïde qu'on trouve dans les coques de cacao ; les graines de cacaoier en contiennent 1 à 3% ; elle est la cause d'empoisonnement de chiens, de chats ou de chevaux après l'ingestion de chocolat ou de coque de cacao. En 2008, l'Efsa préconisait une teneur maximale de théobromine de 50 mg/kg pour les chiens, lapins, chevaux et animaux à fourrure et de conserver une teneur maximale générale de 300 mg/kg pour tous autres les animaux (Efsa, 2008).

La surveillance de ce composé est à maintenir.

3.1.4.2 Autres substances toxiques éventuelles

- **Les oxalates**

Parmi les plantes cultivées, la betterave est riche en oxalates solubles et en acide oxalique. En général les teneurs en oxalates solubles sont plus fortes dans les feuilles (553 à 1679 mg/100 g de feuilles fraîches), que dans les racines (103 à 171mg/100 g de racine fraîche (Durmic et Blache, 2012). Tous les oxalates peuvent entraîner des troubles digestifs. Seuls, les oxalates monovalents sont absorbés. Ils peuvent causer des calculs dans les voies urinaires ou dans les reins par précipitation de cristaux d'oxalate de calcium et dans le sang une hypocalcémie secondaire à cette formation de cristaux. Les intoxications peuvent survenir lors de la consommation de feuilles et/ou de collets (résidus de betteraves sucrières) ou de racines (betteraves fourragères). Cette toxicité est surtout observée chez les bovins, les ovins, les caprins (Matthews, 2009) et les chevaux de par leur exposition à ces matières premières. Ainsi, des moutons nourris avec des feuilles de betterave contenant jusqu'à 12-13% d'oxalate soluble et insoluble, peuvent avoir une irritation de la bouche et du tube digestif, une hypocalcémie, une lyse des globules rouges, une hémorragie gastrique et une atteinte rénale (Angus, 2007). Ceci est confirmé par El-Khodery *et al.* (2008) sur des brebis nourries avec des betteraves (100 % du régime). Les animaux ont montré dès 5 jours de régime des signes de tachycardie, d'hypocalcémie et d'anorexie ; leurs reins présentaient une dégénérescence due à un dépôt de cristaux d'oxalate de calcium. Des procédés technologiques comme le trempage ou la cuisson, diminuent la teneur en oxalates des betteraves. Les intoxications sont dues à des erreurs d'utilisation qui ne justifient pas la mise en place d'une surveillance globale de ce composé mais nécessite une sensibilisation des éleveurs.

- **Les phytoœstrogènes (isoflavonoïdes et lignanes)**

Certaines plantes provoquent des désordres de l'appareil génital et de la fonction de reproduction (chaleurs permanentes, infertilité, avortements, etc.), comparables à ceux consécutifs à une hypersécrétion œstrogénique. Une synthèse publiée en 2013 par Woclawek-Potocka *et al.* décrit les effets négatifs des phytoœstrogènes issus de graine de soja sur les performances de reproduction des vaches. Des études menées chez la brebis, la chèvre et la truie ont montré la similitude d'action des phytoœstrogènes et de l'œstradiol sur le fonctionnement de la thyroïde et les performances de reproduction (Madej et Lundh, 2007).

Le grain de lin a la plus forte teneur connue en phytoœstrogènes. Selon Mazur (1998), la graine de lin renferme en moyenne 370 mg de secoisolaricirésinol et plus de 1000 mg de matairesinol, pour 100 g de matière sèche. Le soja présente également une forte teneur en isoflavonoïdes (10 à 85 mg de daïdzéine, 27 à 100 mg de génistéine et 13 à 273 µg de secoisolaricirésinol, pour 100 g de matière sèche). Le trèfle et la luzerne contiennent également des phytoœstrogènes. Ils peuvent provoquer des problèmes au pâturage. La surveillance de ces composés est à recommander sur la graine de lin, les produits issus du soja, le trèfle et la luzerne. Cependant des traitements technologiques comme l'extrusion détruisent les isoflavones (Genovese *et al.*, 2007)

Le tableau 3 résume les principales toxines endogènes retrouvées dans les plantes.

Tableau 3 : Tableau de synthèse des toxines endogènes des plantes

Substance	Plante d'origine	Teneur naturelle/dose toxique	Réglémenté en alimentation animale	Teneur maximale autorisée	Conclusion sur la surveillance
Gossypol	Graine de coton	Teneur : 0.6 à 1.2 g/kg	oui	M.P. : 20 mg/kg Aliments complets : 20 mg/kg	A maintenir
Acide cyanhydrique	Sorgho Lin Manioc	Dose toxique sorgho : 300 g si hauteur plante <10 cm 800g si 15<h<20 cm 105 à 205 kg si h > 20 cm Teneur en HCN du manioc : 186mg/kg	oui	M.P. : 50 mg/kg Aliments complets : 50 mg/kg	A maintenir
Essence volatile de moutarde	<i>Brassicaceæ</i> (moutarde noire) Colza	Teneur : 100 mmoles/kg de graines de colza Moins de 20 µg dans le colza00	oui	M.P. : 100 mg/kg Aliments complets : 150 mg/kg	A maintenir
Vinylthiooxazolidone	Crucifères (colza)		oui	Aliments complets : 1000 mg/kg	A maintenir
Théobromine	Graines de cacao	Teneur 1 à 3 % dans les graines	oui	Aliments complets : 300 mg/kg	A maintenir
Oxalates	Betterave	Teneur en oxalates solubles En moyenne 6553 à 1679 mg/100 g de feuilles Racines : 103 à 717 mg/100g de racines	non		Pas de surveillance globale recommandée
Phytoœstrogènes	Lin Soja Trèfle Luzerne	Teneur Lin : 1370 mg/100 g de MS Soja : 37 à 185 mg/100 g MS	non		Surveillance à introduire

3.1.5. Impuretés botaniques

L'état des lieux de la contamination des aliments pour animaux par des impuretés botaniques est difficile à établir en raison d'un manque de données. Sur la période 2000-2015, le Centre AntiPoison Animal et Environnemental de l'Ouest (CAPAE-Ouest) a enregistré 55 appels (annexe 1) relatifs soit à des demandes de renseignements sur des impuretés botaniques (91% des appels), soit à des signalements de suspicions d'intoxication (9% des appels). Sur la totalité des appels, 31% concernaient l'ensilage de maïs, 29% l'ensilage d'herbe, 4% l'ensilage de sorgho et 36% d'autres fourrages dont la nature n'est pas précisée. La répartition des appels concernant les seize plantes incriminées est présentée sur la figure 1 : 50 % des appels ont concerné le datura et la morelle noire; 3 à 7% ont concerné le colza, la mercuriale, l'amarante, le coquelicot, la matricaire et le chénopode. D'autres plantes, comme le bleuet, le chardon, le galéga, le lychnis dioïque, le mouron bleu, la moutarde, la ravenelle et le sisymbre sont citées de façon plus anecdotique (chacune d'entre elles représentant moins de 2% des appels). Il est à noter que, sur ces 16 plantes incriminées, seul le Datura fait actuellement l'objet d'une surveillance et d'une réglementation.

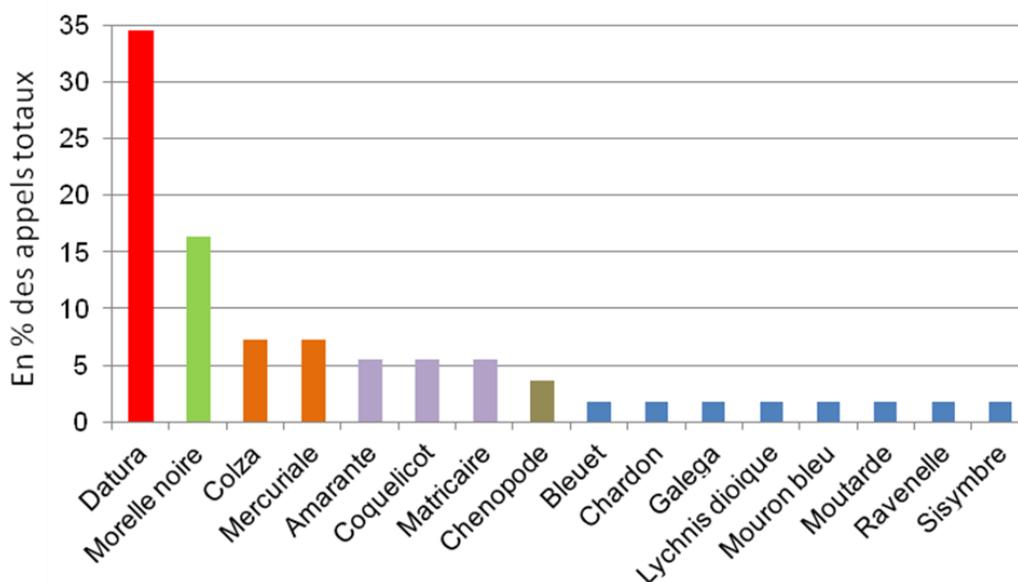


Figure 1 : répartition du nombre d'appels pour chacune des seize impuretés botaniques présentes dans les fourrages (CAPAE-Ouest, 2016)

3.1.5.1. Impuretés botaniques réglementées

- **Ambroisie**

Ambrosia artemisiifolia (ambroisie à feuille d'armoise) s'est disséminée, depuis son origine en Amérique du Nord, vers les zones tempérées d'Europe et dans certaines parties d'Asie et d'Australie où elle est une des causes majeures des allergies au pollen chez l'Homme. D'autres espèces, l'ambroisie trifide (*Ambrosia trifida*) et l'ambroisie à épis lisses (*Ambrosia psilostachya*) sont aussi rencontrées en Europe. Le transport de semences de trèfle, de céréales et de tournesol a été une voie d'entrée importante d'introduction depuis les USA et le Canada vers l'Europe où, depuis environ 20 ou 25 ans, elle est devenue invasive. Lors de la fabrication des aliments composés pour le bétail, l'utilisation de processus de broyage, de granulation et / ou de chauffage détruisent presque complètement les graines d'Ambroisie (Efsa 2010). Dans ces conditions, la contribution des aliments composés à la dispersion de ces graines peut être considérée comme négligeable. Ce même rapport de l'Efsa (2010) précise que grains et graines non traités peuvent être contaminés, et en particulier les mélanges de graines pour oiseaux, qui ne sont généralement pas traités, sont souvent contaminés. Lors d'une enquête en Allemagne, des graines d'ambroisie ont été trouvées dans près de 70 % des échantillons de mélanges de graines pour oiseaux (Alberternst *et al.*, 2006). Des enquêtes menées au Danemark et en Suisse en 2007 et 2008 (Joergensen, 2008) ont montré des résultats similaires (entre 50 et 70% de contamination). Les mélanges de graines pour oiseaux, spécialement ceux contenant des graines de tournesol, seraient donc une source importante d'introduction de l'ambroisie dans de nouvelles régions auparavant non infestées (Efsa, 2010). En France, l'ambroisie se répand en direction des régions du nord-ouest, depuis les régions très infestées de la vallée du Rhône et de la Bourgogne (RNSA, 2015). Certaines pratiques agricoles rendant les sols plus fragiles (sur-utilisation d'engrais organiques et minéraux, épandage de boues de station d'épuration, utilisation de pesticides) mais aussi les surfaces laissées en friche constituent les conditions propices à la germination et au développement de l'ambroisie. La très forte capacité d'adaptation de l'ambroisie pose le problème de sa gestion dans les cultures, notamment dans les cultures de tournesol (espèce appartenant à la même famille botanique que l'ambroisie).

S'il existe des preuves de l'allergénicité chez les animaux, notamment en lien avec des maladies des voies respiratoires chez les chevaux, il n'en existe pas sur la formation et/ou l'implication de métabolites secondaires dans des phénomènes de toxicité chez le bétail. Toutefois, le potentiel allergisant chez l'animal et le risque pour l'Homme, qui reste un problème de santé publique, justifient de rester vigilant vis à vis de cette impureté botanique. En France, une proposition de loi visant à lutter contre l'ambroisie à feuilles d'armoise, l'ambroisie trifide et l'ambroisie à épis lisses avait été déposée en 2013 (proposition de loi n°964 du 17 avril 2013). Elle a été suivie, en 2014, par le dépôt d'une nouvelle proposition de loi (proposition de loi n° 2340 du 5 novembre 2014) élargissant la lutte à d'autres espèces végétales dont le Datura.

- **Graines de datura**

Les graines de *Datura stramonium* sont des impuretés botaniques considérées comme des contaminants en raison des alcaloïdes (hyoscyamine, atropine, scopolamine) qu'elles contiennent et qui ont des effets toxiques chez la plupart des espèces animales (Efsa, 2008). Les rapports relatifs aux effets néfastes sur la santé des animaux se réfèrent dans la plupart des cas à des intoxications accidentelles dues à la consommation de la plante entière plutôt qu'à la consommation de matières premières contaminées par les graines de cette plante. Les animaux au pâturage sont peu susceptibles de consommer volontairement la plante fraîche en raison de son goût et son odeur très désagréables. Cependant, des cas d'intoxication peuvent exister si les animaux ingèrent 1/ du foin (Naudé, 2007) ou de l'ensilage de maïs (Masurel, 2007) contaminés par la plante entière, 2/ des graines tombées au sol en été et 3/ des céréales ou des graines oléagineuses contaminées par des graines, les animaux étant incapables de détecter ces impuretés dans les aliments secs. D'après le rapport de l'Efsa (Efsa, 2008), les porcs seraient les animaux les plus sensibles.

Le datura s'adapte très bien aux conditions de culture propres au tournesol. Ainsi, une enquête menée par le CETIOM en 2010 sur 118 échantillons de graines de tournesol à la sortie de silo, issues de la récolte 2009, a montré que 29% des lots contenaient des graines de datura, avec seulement 7% des échantillons avec une teneur supérieure à 1500 mg/kg, la limite réglementaire étant de 1000 mg/kg. En revanche, la sécheresse printanière de 2011, qui a réduit l'efficacité des herbicides, mais aussi les pluies de juillet qui ont favorisé des levées tardives de datura dans les parcelles de tournesol, expliquent les nombreux cas de dépassement observés (jusqu'à 4%), avec des refus de livraisons de tournesol dans les usines de trituration. *Datura stramonium* se développe aussi en zone adventice des cultures de maïs (Masurel, 2007). Cependant, très peu d'informations sur la contamination réelle des matières premières sont disponibles.

Concernant l'Ambroisie et le Datura, une analyse (Vrhovnik et Jakovac-Strajm, 2009) conduite sur des lots de graines de tournesol et de mélanges de graines à destination des oisellerie a révélé des taux de contamination, relativement élevés (tableau 4).

Tableau 4 : Contamination de graines par Datura ou Ambroisie d'après Vrhovnik et Jakovac-Strajm (2009)

	Taux de contamination	
	Lots de graines de tournesol	Lots de mélanges de graines
Datura	10%	30 à 50%
Ambroisie	30 à 60%	50 à 70%

La surveillance de ces deux impuretés botaniques est à maintenir.

3.1.5.2. Impuretés botaniques non réglementées actuellement

Des données enregistrées par le CAPAE-ouest (figure 1) et de l'analyse de la bibliographie (annexe 1 bis), il ressort que d'autres impuretés botaniques sont ou seraient à l'origine d'intoxications, surtout chez les équins et les ruminants. Le tableau 5 présente les couples analytes/matrices identifiés pour certaines plantes à surveiller. Il est recommandé de réaliser des prélèvements afin de caractériser la présence de ces impuretés botaniques dans certains aliments destinés aux équins et aux ruminants.

Tableau 5 : Couples analytes/matrices identifiés pour certaines plantes à surveiller.

Plante		Toxine	Matrice
Galega officinal	<i>Galega officinalis</i>	Alcaloïde (Galéagine)	Foin
Porcelle enracinée	<i>Hypochoeris radicata</i>	<i>Non identifiée</i>	Enrubanné
Millepertuis	<i>Hypericum perforatum</i>	Quinone (Hypéricine)	Ensilage d'herbe
Séneçon du Cap	<i>Senecio inaequidens</i>	Alcaloïdes pyrolizidiniques	
Séneçon de Jacob	<i>Senecio jacobaea</i>		
Amaranthe à racine rouge	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Oxalate	Maïs et sorgho
Mercuriale vivace	<i>Mercurialis perennis</i>	<i>Non identifiée</i>	(grain et ensilage)
Morelle noire	<i>Solanum nigrum</i>	Alcaloïdes (Solanine)	
Chénopode blanc	<i>Chenopodium album</i>	Oxalates	Tournesol, maïs et sorgho
			Ensilage
Cascavelle jaune	<i>Crotalaria retusa</i>	Alcaloïdes pyrolizidinique	Tourteau de soja importé

3.2. Niveaux d'occurrence et couples matrices-analytes d'intérêt qui avaient été déterminés dans l'avis du 25 octobre 2012.

En préambule, il faut préciser que la méthodologie employée dans cette saisine est différente de celle appliquée dans l'avis de l'Anses de 2012 : dans le présent avis, une méthodologie semi-quantitative a été développée sur la base des données des PSPC 2012, 2013 et 2014, ce qui n'avait pu être fait dans le précédent avis.

Les données des autocontrôles des professionnels n'ont pu être utilisées dans le cadre de cette saisine car la convention entre les autorités et les professionnels permettant cette utilisation n'était pas signée au moment du traitement des données.

3.2.1. Méthodologie générale

Les données utilisées dans le cadre de cette saisine sont les suivantes :

- Jeu de données « Récapitulatif camphéchloré 2012 » reçu de la DGAL le 26/06/2013 ;
- Jeu de données « Données ALAN 2012 format EFSA – envoi ANSES » reçu de la DGCCRF le 03/07/2013 ;
- Jeu de données « PR17_2012_PALA_transmission ANSES » reçu de la DGAL le 26/06/2013 ;
- Jeu de données « SCL L35 - Feed PSPC DGAL 2012 format EFSA » reçu de la DGAL le 26/06/2013 ;
- Jeux de données issus des extractions complètes de SIGAL reçus de la DGAL les 03/07/2014 (pour les PSPC 2013) et 15/05/2015 (pour les PSPC 2014) ;
- Jeu de données « Récapitulatif camphéchloré 2013 » reçu de la DGAL le 04/07/2014 ;
- Jeu de données « Export SCL-L35 contaminants Feed 2013 DGCCRF vu 4D » reçu de la DGCCRF le 04/07/2014 ;
- Jeu de données « Export SCL-L35 contaminants Feed 2013 DGAL-ANSES » reçu de la DGAL le 30/07/2014 ;
- Jeu de données « Donnees AL AN DGCCRF 2014 (envoi AESA) » reçu de la DGCCRF le 20/07/2015 ;
- Jeu de données « export-SCL_EFSA-PSPC-AIAn » reçu de la DGAL le 22/07/2015.

La mise en forme et le traitement des données avaient pour but de :

- calculer le nombre d'échantillons, d'analyses effectuées, de détections et de quantifications observées par couple matrice / substance ;
- calculer le nombre d'analyses pour lesquelles la concentration d'une substance atteint au moins 50% de la limite maximale réglementaire (LM) ou de la limite maximale recommandée.

3.2.2. Analyse des données

Le niveau de détail des données reçues n'étant pas toujours suffisant pour leur bonne exploitation, certaines extrapolations ont dû être faites :

- les aliments à destination des ruminants (sans précision d'espèce) ont été, par défaut, attribués au groupe des aliments destinés aux bovins.
- les aliments composés (sans précision) ont par défaut été traités comme des aliments complets et non comme des aliments complémentaires.

Le tableau 6 détaille le jeu de données complet pris en compte dans cette étude.

Tableau 6: Nombre d'analyses des plans de surveillance et de contrôle de la DGAL et de la DGCCRF relatifs à l'alimentation animale pour les campagnes de 2012 à 2014

Années	DGAL	DGCCRF	Total général
2012	22 362	1 202	23 564
2013	25 535	1 183	26 718
2014	34 061	1 346	35 407
Total	81 958	3 731	85 689

Lors du précédent avis de l'Anses (2012), l'analyse des données portait sur un nombre moins élevé d'analyses (35 604 contre 85 689). Cette différence s'explique en grande partie par la recherche de résidus de pesticides. Bien que des analyses de pesticides aient été effectuées sur toutes les années, seules les méthodes multirésidus à partir de 2010 ont été détaillées par les administrations centrales et ont donc pu être prises en compte. Ainsi, pour deux des trois années du précédent avis, l'Anses ne disposait que des résidus de pesticides quantifiés.

Afin de générer les tableaux de synthèse, les données ont subi quelques traitements qui se résument ainsi :

- ❖ Deux types de substances ont été étudiés dans le cadre de la présente saisine :
 - les substances réglementées (c'est à dire pour lesquelles une limite maximale LM est définie dans la réglementation),
 - et les autres substances non réglementées mais surveillées par les administrations.
- ❖ Les deux groupes de substances ainsi définis ont été traités séparément.

Les analyses concernant les résidus de pesticides non réglementés en alimentation animale n'ont pas été étudiés dans la présente saisine.

Les LM retenues proviennent de la directive n° 2002/32/CE concernant les substances indésirables dans les aliments pour animaux, modifiée par plusieurs textes réglementaires depuis 2002.

Les LM retenues pour le déoxynivalénol, la zéaralénone, l'ochratoxine A, la somme fumonisines B1+B2 et celle relative aux toxines T-2 et HT-2 ne sont pas issues de la réglementation mais d'une recommandation de la Commission en date du 17 août 2006 et amendée en 2013 en ce qui concerne T-2 et HT-2.

Certaines catégories d'aliments ont été définies en fonction des regroupements faits dans la réglementation (catalogue des matières premières). Cette nomenclature est constituée de 159 matières premières (MP) ou groupes de MP. Afin de faciliter la représentation de tableau de synthèse, un système de déclinaison en sous-catégorie a également été mis en place. Le tableau présenté en annexe 3 détaille cette nomenclature qui va du groupe A (le plus global) au groupe E qui détaille les sous-catégories de matières premières.

Pour les deux types de substances étudiées sont caractérisés pour chaque couple aliment/substance :

- Le nombre d'analyses réalisées ;
- Le nombre d'analyses pour lesquelles la substance est détectée mais non quantifiée ;
- Le nombre d'analyses pour lesquelles la substance est quantifiée.

En complément, pour chaque couple aliment/substance réglementé, deux autres indicateurs ont pu être calculés :

- Le nombre et le pourcentage d'analyses pour lesquelles la concentration de la substance dépasse 50% de la LM mais est inférieure à la LM ;
- Le nombre et le pourcentage de résultats supérieurs ou égaux à la LM

Les recensements relatifs aux dépassements de LM ne peuvent pas être considérés au sens strict comme des analyses de non-conformité. En effet, dans le cadre de cette saisine et contrairement à ce qui est réalisé par les administrations pour vérifier la conformité d'un produit, l'incertitude analytique n'a pas été retranchée des valeurs quantifiées observées avant comparaison aux seuils réglementaires.

Cette non prise en compte des incertitudes analytiques s'explique par les points suivants :

- Cette information n'est pas renseignée de manière systématique dans les données qui sont transmises à l'Anses annuellement,
- Retrancher l'incertitude analytique a tendance à sous-estimer le risque. Dans le cadre d'une évaluation de risque, il aurait été légitime d'ajouter cette incertitude analytique aux résultats observés,

3.2.3. Synthèses des occurrences de contamination

Les tableaux 7 et 8 présentent une synthèse des résultats d'analyse par contaminant.

**Tableau 7 : Plans de surveillance et de contrôle DGAI-DGCCRF de 2012 à 2014 :
synthèse des résultats d'analyse par contaminant (hors pesticides et dioxine/PCB), toutes matrices confondues**

Contaminant	Nombre total de matrices analysées par contaminant	LOD ¹ < résultats d'analyses < LOQ ²	Nombre total de résultats quantifiés	Nombre total de valeurs quantifiées comprises entre 50 et 100 % de la limite maximale réglementaire	Nombre total de valeurs quantifiées supérieures ou égales à limite maximale réglementaire
Arsenic	648	176	295	30	29
Cadmium	819	206	499	29	7
Fluor	379	10	237	52	74
Plomb	817	347	268	7	14
Mercure	570	187	70	19	9
Nitrite	28	0	13	3	0
Mélamine	53	0	0	0	0
Total des composés inorganiques et azotés	3314	926	1382	140	133
Acide cyanhydrique	26	4	14	5	3
Vinylthioxazolidone (VTO)	19	6	1	4	0
Essence volatile de moutarde ³	41	1	34	0	0
Gossypol	2	0	0	1	1
Théobromine	10	0	0	2	6
Total des toxines endogènes	98	11	49	12	10
Ochratoxine A ⁵	403	236	75	1	3
Zéaralénone ⁵	345	102	199	4	1
Déoxynivaléno ⁵	504	71	349	21	5
Fumonisine B1 + B2 ⁵	377	127	168	0	0
Aflatoxine B1	626	379	67	2	3
T2+HT2	363	222	69	7	3
Total des mycotoxines	2618	1137	927	35	15

¹LOD = Limite de détection

²LOQ = Limite de quantification

³exprimé en équivalent d'isothiocyanate d'allyle

⁴TEQ-OMS-2005

⁵Teneurs maximales tolérées selon la recommandation 2006/576/CE

**Tableau 8 : Plans de surveillance et de contrôle la DGAI et de la DGCCRF de 2012 à 2014 :
Synthèse des résultats d'analyse pour les dioxines et PCB, toutes matrices confondues**

Contaminant	Nombre total de matrices analysées par contaminant	LOD < résultats d'analyses < LOQ	Nombre total de résultats quantifiés	Nombre total de valeurs quantifiées comprises entre 50 et 100 % de la limite maximale réglementaire	Nombre total de valeurs quantifiées supérieures à la limite maximale réglementaire
Dioxines somme ¹	819	1	810	7	1
Dioxines et PCB-DL ² somme ⁴	819	0	813	2	4
PCB indicateurs ³	896	5	879	8	4

¹ : somme des 17 congénères PCDD/Fs

² : somme des 17 congénères PCDD/Fs et des 12 congénères PCB de type dioxines

³ : somme des 6 congénères

Les dosages de polluants organiques persistants sont regroupés sous forme de trois sommes de congénères, ceci en accord avec la réglementation :

- Les dioxines et furanes (PCDDs/PCDFs) ou Dioxines sont constitués par la somme de 17 congénères (7 PCDDs et 10 PCDFs)
- La somme des Dioxines et PCBs de type dioxine regroupe les 17 congénères de dioxines-furanes mentionnés ci-dessus et les 12 congénères de PCBs de type dioxine (PCBs 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169 et 189) auxquels l'OMS a attribué un facteur d'équivalence toxique (TEF)
- Les PCB indicateurs sont la somme de 6 congénères de PCBs de type non-dioxine (PCBs 28, 52, 101, 138, 153 et 180)

Dans chacune des trois sommes, la règle suivante a été appliquée : si le dosage d'au moins un congénère dépasse le seuil de détection, la concentration est calculée comme la somme des concentrations de ce(s) congénère(s) à laquelle est ajoutée la LOD pour les congénères non détectés. Ainsi pratiquées, ces sommes surestiment les valeurs des dosages obtenues.

Par ailleurs, les TEF utilisés sont ceux définis par l'OMS en 2005.

Ces tableaux de synthèse ont été complétés par une analyse détaillée contaminant par contaminant pour toutes les matrices analysées (annexe 4 tableaux 1 à 20 et annexe 5 tableaux 1 à 3 pour les synthèses), selon une méthode explicitée ci-après.

Le cas des pesticides sera traité à part car pour la plupart des molécules recherchées, la LM est proche de la LOD ou LOQ (cf tableau 10).

3.2.4. Choix et pertinence des couples matrice-analyte

3.2.4.1. Méthodologie permettant de classer les différentes matrices en fonction de leur niveau de contamination

L'un des objectifs de la saisine est de pouvoir classer les différentes matrices selon la probabilité qu'elles ont d'être contaminées. Dans l'avis de l'Anses de 2012, les 4 classes qui avaient été choisies étaient :

- Blanc** : sans objet
- X** : couple pertinent (au regard de la réglementation)
- XX** : couple d'intérêt
- XXX** : couple matrice-analyte à cibler en priorité

Dans le cadre de la présente saisine, de manière à pouvoir utiliser les données d'occurrences des tableaux précédents, chaque couple matrice/contaminant a été affecté d'un score calculé suivant la formule ci-dessous :

$$S = (1 \times N2 + 2 \times N3 + 5 \times N4 + 10 \times N5) / \sqrt{Nt}$$

Avec Nt = effectif total des analyses pour le couple ($Nt = N1 + N2 + N3 + N4 + N5$)

$N1$: nombre de valeurs non détectées : $N1 \leq LOD$

$N2$: nombre de valeurs comprises entre la LOD et LOQ : $LOD < N2 \leq LOQ$

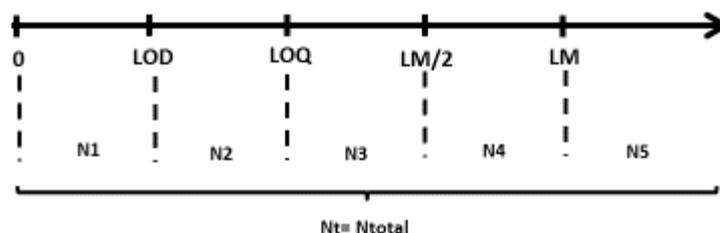
$N3$: nombre de valeurs comprises entre la LOQ et $\frac{1}{2}$ LM : $LOQ < N3 < \frac{1}{2} LM$

$N4$: nombre de valeurs comprises entre $\frac{1}{2}$ LM et la LM : $\frac{1}{2} LM \leq N4 < LM$

$N5$: nombre de valeurs \geq à la LM : $N5 \geq LM$

La pondération (1, 2, 5, 10) des différents effectifs a été affectée de manière consensuelle au sein du groupe d'experts après avoir testé plusieurs types de scénarios afin de discriminer au mieux les matrices pour un même contaminant. L'hypothèse retenue considère que plus la teneur du contaminant est proche de la valeur maximale réglementaire, plus la pondération doit être forte. Dans cette hypothèse, il a également été considéré que la présence de valeurs inférieures à la LOQ ou comprises entre la LOQ et la LM/2 devaient être intégrées dans le calcul, ce qui n'avait pas été le cas dans l'avis précédent. Le choix de la division du score par \sqrt{Nt} a été fait pour rendre possible une comparaison des scores obtenus pour un aliment dont les effectifs Nt sont réduits avec ceux obtenus sur des aliments présentant un effectif Nt beaucoup plus important. Le schéma ci-dessous indique les effectifs des échantillons pour chaque intervalle.

Cas « standard »



En fonction du score obtenu pour un analyte donné, les couples « matrice x analyte » seront classés comme suit :

- ❖ **couple sans objet** : blanc
- ❖ **couple pertinent** : si $S < 2\sqrt{Nt}$: **X**
- ❖ **couple d'intérêt** : si $2\sqrt{Nt} < S < 5\sqrt{Nt}$: **XX**
- ❖ **couple à cibler en priorité** : si $5\sqrt{Nt} < S < 10\sqrt{Nt}$: **XXX**

De par sa construction, la note de score n'a pas de valeur comparative entre les analytes, mais elle permet de hiérarchiser le niveau de contamination des différentes matrices pour un analyte donné. La note de score peut aller jusqu'à $10\sqrt{Nt}$. Plus la valeur du score est élevée, plus la probabilité d'avoir des valeurs proches de la LM est forte. Les couples sont alors classés en « pertinent », « d'intérêt » et « à cibler en priorité » pour les notes de score les plus élevées.



Lorsque le nombre total d'analyses Nt est inférieur ou égal à 5, le classement du couple est mis entre parenthèses afin de traduire la plus faible robustesse de ce résultat.

Un exemple de calcul et de classement des couples est présenté ci-après pour le cadmium dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Exemple de classement de plusieurs matrices pour le cadmium

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	123	28	69	8	0	18,6	X
Liants	32	4	22	0	0	8,5	X
Oligo-éléments	91	24	47	8	0	16,6	X
Aliments complémentaires équins	8	2	4	1	1	8,8	XX
Aliments complémentaires porcins	7	3	4	0	0	4,2	X
Aliments complémentaires ruminants	85	17	57	3	2	18	X
Aliments complémentaires volailles	4	2	0	0	2	11	(XXX)

Dans le tableau ci-dessus (tableau 9), le couple oligo-éléments-cadmium a un score de 16,6 et il est classé dans la catégorie des couples pertinents (X) car son score est inférieur à $2\sqrt{91}$. Un autre couple aliments complémentaires équin-cadmium est noté d'un score de 8,8 et est pourtant classé comme couple d'intérêt (XX)

car son score est compris entre $2\sqrt{(8)}$ et $5\sqrt{(8)}$. Ceci met en évidence que la valeur du score ne permet pas directement de hiérarchiser les couples et qu'il n'est pas pertinent de comparer leur valeurs de score entre elles. Ce score doit obligatoirement être comparé aux deux bornes $2\sqrt{Nt}$ et $5\sqrt{Nt}$ afin de pouvoir conclure.

Choix du niveau de précision dans la définition des matrices

Cette méthode est plus spécifiquement appliquée au niveau le plus précis de la description des matrices (niveau C, D ou E plutôt qu'au niveau A selon la nomenclature précisée en annexe 2). Cependant les matrices disposant de trop peu d'analyses seront regroupées dans le niveau de classification immédiatement supérieur.

Les tableaux 1 à 20 de l'annexe 4 présentent l'ensemble des couples matrice-analyte et leur classement en termes de scores selon la méthodologie présentée ci-dessus.

Ainsi, ces tableaux ne constituent pas une hiérarchie de risques entre les différents contaminants, mais une hiérarchie des matrices pour un contaminant donné.

Cas spécifique des pesticides :

La méthodologie développée ci-dessus n'a pas pu être utilisée dans le cas des pesticides réglementés car pour la plupart des molécules recherchées, la valeur maximale réglementaire est proche ou égale à la LOD ou à la LOQ ce qui les exclut par conséquent du cas général présenté ci-dessus. Les PSPC permettent en effet d'identifier uniquement si la molécule est présente ou non dans la matrice. Le calcul d'un score en fonction des LOD, LOQ, $\frac{1}{2}$ LM et LM n'a donc pas de sens. Seule, une analyse qualitative a été développée dans le chapitre suivant.

3.2.4.2. Conclusions de l'analyse des couples matrice analyte :

Concernant les contaminants inorganiques et azotés (tableaux 1 à 7 annexe 4 et tableau 1 annexe 5)

Sur les 3314 analyses de contamination par les composés regroupés derrière le terme de contaminants inorganiques et azotés à savoir, l'arsenic, le cadmium, le fluor, le plomb, le mercure, les nitrites et la mélamine, 140 de ces analyses ont permis de mettre en évidence des valeurs comprises entre la $\frac{1}{2}$ LM et la LM (soit environ 4% des analyses) et 133 analyses ont montré des valeurs supérieures à la LM (soit environ 4% des analyses). A noter que sur les 183 valeurs dépassant la LM trouvées dans l'ensemble de ces PSPC, 133 l'ont été pour des produits inorganiques.

- ❖ Pour l'arsenic, 648 analyses ont été effectuées et 30 montrent des valeurs comprises entre la $\frac{1}{2}$ LM et la LM et 29 supérieures à la LM, (soit 4,6 et 4,4 % respectivement). Parmi les matrices les plus contaminées (classées en couples prioritaires), on retrouve les liants, les pré-mélanges (18 échantillons dont les taux sont supérieurs à la LM sur 28 analysés) et un grand nombre d'aliments composés pour volailles. Les matières premières minérales, les aliments minéraux et les aliments composés pour porcins sont classés en couple d'intérêt.
- ❖ Pour le cadmium, 819 analyses ont été effectuées et 29 montrent des valeurs comprises entre la $\frac{1}{2}$ LM et la LM et 7 supérieures à la LM (3,5 et 0,8% des analyses, respectivement). Les matrices prioritaires sont les aliments composés pour volailles. Les matrices d'intérêt sont les matières premières d'origine animale, les matières premières minérales, les aliments minéraux et les aliments composés pour poissons.
- ❖ En ce qui concerne le fluor, 379 analyses ont été réalisées. Cinquante-deux valeurs sont comprises entre la $\frac{1}{2}$ LM et la LM et 74 supérieures à la LM. Cumulées, cela représente environ 33% des analyses. Les matrices prioritaires sont les aliments minéraux et les liants. Les matrices d'intérêt sont les matières premières d'origine marine et animale, les matières premières minérales, les prémélanges et les aliments composés pour porcins et pour ruminants.

- ❖ Pour le plomb, 817 analyses ont été réalisées : 7 sont comprises entre $\frac{1}{2}$ LM et la LM et 14 étaient supérieures à la LM (soit 0,8 et 1,7% des analyses, respectivement). Aucune matrice n'a été retrouvée prioritaire. Parmi les matrices d'intérêt, on retrouve les matières premières minérales, les liants et les aliments minéraux.
- ❖ Pour le mercure, 570 analyses ont été réalisées : 19 sont comprises entre la $\frac{1}{2}$ LM et la LM et 9 sont supérieures à la LM (soit 5% des aliments testés). Aucune matrice n'a été classée prioritaire. Parmi les matrices d'intérêt, on retrouve les matières premières d'origine animale et les matières premières minérales.
- ❖ Pour les nitrites, 28 analyses ont été réalisées : 3 sont comprises entre à la $\frac{1}{2}$ LM et la LM dans des aliments pour poissons. Aucune valeur supérieure à la LM n'a été trouvée et aucune matrice n'a été classée prioritaire ou d'intérêt.
- ❖ Pour la mélamine, 53 analyses ont été réalisées et aucune valeur supérieure à la LOD n'a été observée. matrice couple n'a été classée prioritaire ou d'intérêt.

Concernant les toxines endogènes (tableaux 8 à 12 annexe 4 et tableau 3 annexe 5)

Sur l'ensemble des matrices analysées (tous contaminants confondus), 98 analyses sont relatives aux toxines endogènes des plantes, soit moins de 1% du total. Sur ces 98 analyses, plus des 2/3 concernent l'essence volatile de moutarde (42%) et l'acide cyanhydrique (26%).

- ❖ Sept couples matrice/analyte sur douze relèvent de la catégorie couples pertinents en raison de concentrations mesurées au-dessus des limites de quantification, mais sans atteindre la $\frac{1}{2}$ LM, exception faite du couple aliment composé pour volailles / VTO.
- ❖ Un seul couple matrice/analyte *i.e.* tourteau de lin / acide cyanhydrique a été classé dans la catégorie couples d'intérêt, couple pour lequel 3 matrices analysées sur 17 montrent une teneur comprise entre 50 et 100% de la LM.
- ❖ Enfin, trois couples ont été classés dans la catégorie couples prioritaires : pour les couples aliments complets pour animaux de compagnie/théobromine et graines de lin/acide cyanhydrique, respectivement 6 résultats sur 10 et 3 résultats sur 7 sont supérieurs à la LM. Sur seulement deux analyses réalisées pour le couple graines de coton/gossypol, une montre une teneur comprise entre 50 et 100% de la LM.

Concernant les mycotoxines (tableaux 13 à 17 bis annexe 4 et tableau 2 annexe 5)

Globalement, sur les 2618 analyses de mycotoxines effectuées (tableau 7), le nombre d'analyses dépassant la LM ou la limite recommandée, est de 0,33% et celui qui se situe entre 50% et 100% de cette limite est de 1,1%. Aucune valeur supérieure à $\frac{1}{2}$ LM n'a été retrouvée en ce qui concerne les fumonisines B1 et B2. Quelques cas sporadiques supérieurs à la LM ont été retrouvés pour l'aflatoxine B1 (AFB1), l'ochratoxine A (OTA), la zéaralénone (ZEA) et le désoxynivalénol (DON). En revanche, pour le DON, le nombre de cas compris entre 50 et 100% de la LM recommandée avoisine 1% du nombre total d'analyses, soit 4,6% du nombre total d'analyses de DON. Pour les toxines T2 et HT2, le nombre de cas compris entre 50 et 100% de la LM recommandée est de 1,9% du nombre total de recherches de T2 et HT2, le nombre de cas dépassant cette limite correspondant à 0,8% des analyses de ces mycotoxines.

❖ Aflatoxine B1 (AFB1)

Les analyses dans les aliments visent prioritairement les aliments composés pour bovins, les aliments composés "autres volailles", ceux pour les porcins et les aliments pour poissons (tableau 13 de l'annexe 4). Celles effectuées dans les matières premières ciblent le maïs (grain, fourrage) et ses sous-produits et les tourteaux de colza, soja et tournesol, toutes matrices ne dénotant qu'une faible fréquence de contamination à des niveaux supérieurs à la LOQ. Pour l'essentiel des analyses, le classement de la distribution des occurrences de contamination est noté "pertinent". Le seul cas où le qualificatif "matrice d'intérêt" est appliqué est le tourteau d'arachide. Un cas sur les 3 matrices analysées dépasse la limite réglementaire.

❖ Désoxynivalénol (DON)

Les analyses dans les aliments visent prioritairement les aliments composés pour bovins, les aliments composés "autres volailles", les aliments composés porcelets, les autres aliments composés pour porcs et les aliments

composés pour animaux de compagnie (tableau 14 de l'annexe 4). Celles effectuées dans les matières premières visent le maïs (grain, fourrage) et ses sous-produits, les céréales (blé, orge), toutes matrices ne dénotant qu'une faible fréquence de contamination à des niveaux supérieurs à la LOQ. Pour l'essentiel des analyses, le classement de la distribution des occurrences de contamination est noté "pertinent". Les seuls cas où le qualificatif "matrice d'intérêt" est appliqué sont les aliments composés porcins, le maïs fourrage et les drêches, où respectivement deux cas de dépassement et 14 cas compris entre 50 et 100% de la LM sur les 83 analyses effectuées pour les aliments et deux cas de contamination compris entre 50 et 100% de la limite recommandée sont notés sur les 16 maïs-fourrage et 12 drêches analysées respectivement.

❖ **Fumonisine B1/B2 (FB1/FB2)**

Les analyses dans les aliments visent prioritairement les aliments composés pour bovins, les aliments composés "autres volailles", ceux pour les porcins et les aliments complets pour animaux de compagnie (tableau 15 de l'annexe 3). Celles effectuées dans les matières premières visent le maïs (grain, fourrage) et ses sous-produits. Pour toutes les analyses, tous les couples sont classés pertinents. Aucun cas au-delà de 50% de la LM n'est retrouvé.

❖ **Ochratoxine A (OTA)**

Les analyses dans les aliments visent prioritairement les aliments composés pour porcins et les aliments composés "autres volailles" (tableau 16 de l'annexe 4). Celles effectuées dans les matières premières visent le maïs (grain, fourrage) et ses sous-produits et les céréales (blé, orge) et la catégorie "autres céréales", toutes matrices ne dénotant qu'une très faible fréquence de contamination à des niveaux supérieurs à la LOQ. Pour l'essentiel des analyses, les couples sont donc classés pertinent. Le seul cas où le qualificatif « cibler en priorité » est appliqué est la catégorie "wheat gluten feed" où un cas de dépassement de la LM sur les 2 analyses réalisées est noté.

❖ **Zéaralénone (ZEA)**

Les analyses dans les aliments visent prioritairement les aliments composés pour porcins, ceci en lien avec la sensibilité particulière du système reproducteur des truies à ce contaminant (tableau 17 de l'annexe 4). Celles effectuées dans les matières premières visent le maïs (grain, fourrage) et ses sous-produits, dans une moindre mesure les céréales (blé, orge) et la catégorie "autres céréales", toutes matrices ne dénotant qu'une très faible fréquence de contamination à des niveaux supérieurs à la LOQ. Pour l'essentiel des analyses, les couples sont donc classés pertinents. Le seul cas où le qualificatif matrice d'intérêt est appliqué est le maïs fourrage pour lequel un cas compris entre 50 et 100% de la limite réglementaire, sur les 15 matrices analysées, est noté.

❖ **Toxines T2/HT2 (T2/HT2)**

Les analyses dans les aliments visent prioritairement les aliments composés pour bovins et les aliments pour animaux de compagnie (tableau 17 bis de l'annexe 4). En effet, des recommandations ont été faites en ce qui concerne les teneurs maximales de toxines T2 et HT2 présentes dans les aliments pour chats (Recommandations 2013/165/UE et 2013/637/UE). Les analyses effectuées dans les matières premières visent le maïs (grain, fourrage) et ses sous-produits, les céréales à paille (blé, orge) et la catégorie "autres céréales". Pour l'essentiel des analyses, les couples sont classés pertinents. Le seul cas où le qualificatif matrice à cibler en priorité est appliqué correspond aux drêches pour lesquelles un cas sur les 3 analyses effectuées est compris entre 50 et 100% de la limite recommandée et un autre la dépasse.

Concernant les polluants organiques persistants de type PCB et dioxines (tableaux 18 à 20 annexe 4)

Il convient de rappeler que l'analyse de ces polluants organiques repose sur la somme des dioxines (17 congénères), la somme des dioxines et des PCB de type dioxine (29 congénères) ou la somme des PCB indicateurs (6 congénères).

D'une manière générale, la quasi-intégralité des analyses présente des valeurs supérieures ou égales à la limite de quantification dans la mesure où quasiment tous les échantillons présentent une teneur quantifiable pour au moins l'un des congénères. Les échantillons ne contenant pas au moins un de ces polluants sont très rares.

En tout, 819 échantillons ont été analysés pour doser les dioxines et les PCB de type dioxine et un nombre légèrement supérieur (896 échantillons) pour doser les PCB indicateurs.

Beaucoup d'analyses ont porté sur les aliments pour poissons qui utilisent des matrices riches en matières grasses potentiellement accumulatrices en polluants organiques. La proportion examinée de matrices grasses comme les huiles (végétales ou de poissons) ou les graisses animales est cohérente avec la propriété qu'elles ont de concentrer des contaminants très lipophiles. Le nombre assez important d'analyses de céréales est plus surprenant. En revanche, l'absence de dosages des polluants organiques sur certaines autres matières premières d'origine marine comme les farines de crustacés est regrettable car elles sont connues pour accumuler très facilement ce type de polluants.

- ❖ Un échantillon de graines de protéagineux (sur les 6 prélevés) dépasse la LM pour la somme des dioxines. Quant à la somme des dioxines et des PCB de type dioxine, trois échantillons supplémentaires de graisses animales (sur les 21 prélevés) dépassent la LM. Enfin, un aliment composé pour volailles et trois échantillons de graisses animales (sur les 21 analysés) dépassent la LM pour la somme des PCB indicateurs.
- ❖ La majorité des couples matrice-analyte relève de la catégorie des couples pertinents, ce qui reflète des échantillons pour lesquels soit des dioxines, soit des dioxines et PCB-DL, soit des PCB sont systématiquement quantifiés, néanmoins sans atteindre la $\frac{1}{2}$ LM (sauf cas isolés).
- ❖ La catégorie des couples d'intérêt regroupe les couples ayant quelques valeurs supérieures ou égales à la $\frac{1}{2}$ LM ou supérieures à la LM. Il s'agit de :
 - La somme des dioxines seules : les MP d'origine animale notamment les farines de poissons et les graisses animales ainsi que les huiles végétales. Par ailleurs, sont aussi classées d'intérêt des matières premières d'origine végétale (graines de protéagineux en raison d'un échantillon dépassant la LM) ;
 - La somme des dioxines et des PCB de type dioxine : les aliments composés pour poissons, les MP d'origine animale notamment celles riches en lipides comme les farines de poissons et les graisses animales et aussi des graines de protéagineux parmi les MP végétales mais pas les huiles végétales (aucun échantillon ne dépasse la $\frac{1}{2}$ LM pour cette somme) ;
 - La somme des PCB indicateurs : les aliments composés pour équins (un dépassement de la $\frac{1}{2}$ LM sur 14 échantillons), pour poissons (deux dépassements de la $\frac{1}{2}$ LM sur 115 échantillons), pour volailles (un dépassement de la LM sur 92 échantillons), les M.P. d'origine animale : farines de poissons (un dépassement de la $\frac{1}{2}$ LM sur 15 échantillons) mais surtout les huiles de poisson (trois dépassements de la $\frac{1}{2}$ LM sur 26 échantillons) et les graisses animales (trois dépassements de la LM sur 21 échantillons), et toujours les graines de protéagineux.
- ❖ Aucun couple matrice-analyte n'est classé prioritaire.

Concernant les polluants organiques persistants organochlorés autres que PCB et dioxines réglementés en alimentation animale

En fonction du polluant considéré, un total de 196 à 221 matrices (uniquement des aliments composés ou des matières premières) a été analysé par molécule, avec une majorité d'analyses effectuée sur les matières premières (60% des analyses) par rapport aux aliments composés (40% des analyses). Aucune analyse n'a été effectuée sur les autres matrices de niveau A, à savoir « Prémélanges », « Additifs », « Acides aminés », « Autres ». La liste des matrices contaminées pour chaque molécule (ou somme de molécules) ayant fourni des résultats supérieurs à la $\frac{1}{2}$ LM figure dans le tableau 10.

Tableau 10 : Liste des matrices contaminées pour chaque organochloré (autre que PCB et dioxines) ayant fourni des résultats supérieurs à la ½ LM

Analyte	Matrice	Nombre d'analyses	Résultats compris entre LM/2 et LM	Résultats > LM
Aldrine	Aliment composés	83	57	
	Matières premières	131	109	
Aldrine+Dieldrine	Aliment composés	83	57	
	Matières premières	133	107	2
DDT (somme)	Aliment composés	83		
	Matières premières	133	2	
Dieldrine	Aliment composés	83	57	
	Matières premières	131	109	
Endosulfan (somme)	Aliment composés	83		17
	Matières premières	138		
Endrine	Aliment composés	83	83	
	Matières premières	133	109	
HCB	Aliment composés	83	83	
	Matières premières	133	109	
HCH β	Aliment composés	83	83	
	Matières premières	133	109	
Hepatchlore	Aliment composés	83	83	
	Matières premières	133	107	2

La LM est dépassée en ce qui concerne 17 aliments composés (20% des analyses pour ce niveau) pour l'endosulfan, 2 matières premières (2% des analyses) pour de l'heptachlore, et 2 matières premières (2% des analyses) pour la somme aldrine-dieldrine. Les 17 échantillons concernés par un dépassement de la LM pour l'endosulfan sont des aliments pour poisson. Concernant les dépassements pour l'heptachlore et la somme aldrine-dieldrine, les 2 matières premières sont constituées par une matrice 'blé' et une matrice 'autres sous-produits végétaux'. Par ailleurs, un nombre important de matrices présente des teneurs comprises entre la ½ LM et la LM pour certaines molécules (aldrine, dieldrine, somme aldrine-dieldrine, endrine, HCB, HCHβ, heptachlore). Ces matrices sont essentiellement constituées d'aliments composés (porcs, ruminants ou volailles) ou des matières premières de type 'céréales' ou 'sous-produits d'origine végétale'. Au sein des céréales, ce sont les matrices de type 'maïs-grain' ou 'autres fourrages' qui sont les plus fréquemment identifiées. Au sein des 'sous-produits d'origine végétale', ce sont les tourteaux (soja, tournesol, colza) qui sont le plus fréquemment identifiés.

Il faut néanmoins rappeler que ces résultats doivent être relativisés dans la mesure où pour la plupart des molécules considérées, la LM correspond soit à la LOD, soit à la LOQ. La persistance environnementale de ces composés justifie leur surveillance.

3.3. Risques émergents ou dangers insuffisamment caractérisés, pour lesquels il serait nécessaire de disposer de davantage de données sur les niveaux d'occurrence, en indiquant si possible quelles sont les matrices d'intérêt

3.3.1. Retardateurs de flammes (polybromobiphényles, PBB ; hexabromocyclododécane, HBCD et polybromodiphényléthers PBDE)

Ces molécules sont émergentes dans les denrées alimentaires, notamment celles d'origine animale. Leur surveillance est recommandée par l'UE (Recommandation (2014/118/EU) dans les denrées d'origine animale (DAOA). Les animaux d'élevage peuvent y être exposés *via* l'aliment, en particulier s'il contient des huiles ou des farines de poisson (Berntssen *et al.*, 2011a ; Suominen *et al.*, 2011), l'ingestion de sol, de matériaux ignifugés (Cariou *et al.*, 2015) ou l'inhalation de poussières dans les bâtiments d'élevage. Ils se comportent comme les composés chlorés avec des taux de transfert et des facteurs d'accumulation vers les tissus animaux assez élevés, pour certains congénères de PBDE et les isomères de l'HBCD (Dominguez-Romero *et al.*, 2016 ; Berntssen *et al.*, 2011b)..

Quatre familles de composés ont fait l'objet d'une surveillance en 2013 et 2014 :

- huit congénères de **PBDE** : PBDE 28 (tri), PBDE 47 (tetra), PBDE 99 (penta), PBDE 100 (penta), PBDE 153 (hexa), PBDE 154 (hexa), PBDE 183 (hepta) et PBDE 209 (deca). Hexa- et heptaBDE figurent à l'annexe A de la Convention de Stockholm et le décaBDE est proposé pour y figurer ;
- trois congénères de **PBB** : PBB 52 (tétra), PBB 101 (penta) et PBB 153 (hexa). Seul ce dernier est pour le moment listé à l'annexe A de la Convention de Stockholm ;
- trois isomères de l'**HBCD** : α -, β - et γ -HBCD. L'HBCD est listé à l'annexe A de la Convention de Stockholm ;
- le tétrabromobisphénol A (TBBPA).

Sur les années 2013 et 2014, 4 ou 5 échantillons de farines de poisson ou d'huiles de poisson ont été analysés ainsi qu'un échantillon d'aliment composé pour poisson en 2014 (tableau 11).

Tableau 11 : Nombre d'échantillons analysés en 2013 et 2014, dans lesquels les RFB ont été détectés et concentrations moyennes

Matrice	Nb analyses	Nb résultats > LOD	Concentration moyenne (ng/g PF, upper bound)	Concentration moyenne (ng/g MG, upper bound)
α 8 PBDE				
Farines de poisson	9	9	0,63	7,96
Huile de poisson	10	10	2,49	2,49
Aliments composés (poissons)	1	1	0,31	4,68
β 3 PBB				
Farines de poisson	9	6	0,007	0,095
Huile de poisson	10	7	0,035	0,035
Aliments composés (poissons)	1	0	0,003	0,048
γ 3 HBCD				
Farines de poisson	9	7	0,096	1,13
Huile de poisson	10	10	1,022	1,02
Aliments composés (poissons)	1	1	0,079	1,18
TBBPA				
Farines de poisson	9	8	0,034	0,381
Huile de poisson	10	8	0,026	0,026
Aliments composés (poissons)	1	1	0,013	0,194

Au moins un des 8 congénères de **PBDE** est détecté dans tous les échantillons analysés. La plupart des 8 congénères est quantifiée dans tous les échantillons, à l'exception du PBDE 183 qui est quantifié dans seulement 8 échantillons sur 20. La concentration moyenne (somme de 8 congénères) atteint 0,31, 0,63 et 2,49 ng/g poids frais (PF) pour l'aliment complet, la farine et l'huile de poisson, respectivement. Le décaBDE (PBDE 209) est le congénère le plus représenté dans la majorité des cas.

Au moins l'un des 3 congénères de **PBB** est détecté dans 6 échantillons de farines de poisson et 7 échantillons d'huiles de poisson. Le seul échantillon d'aliment pour poissons en est exempt. La concentration moyenne

(somme de 3 congénères) atteint 0,003, 0,007 et 0,0035 ng/g PF pour l'aliment complet, la farine et l'huile de poisson, respectivement. Elle est de l'ordre de 100 fois inférieure à celle des PBDE et lui est très corrélée (r=0,9).

Au moins un des 3 isomères d'**HBCD** est détecté dans 7 échantillons de farines de poisson ainsi que dans tous les échantillons d'huiles de poisson et l'aliment pour poisson. L' α -, le β - et le γ -HBCD sont présents dans 18, 8 et 11 échantillons sur 20, respectivement. La concentration moyenne (somme de trois isomères) atteint 0,079, 0,096 et 1,02 ng/g PF pour l'aliment complet, la farine et l'huile de poisson, respectivement. L'isomère α -, le plus persistant, représente 35 à 76% de l'HBCD total.

Le **TBBPA** est détecté dans 8 échantillons de farines de poisson, huiles de poisson et dans l'aliment composé. Deux échantillons de farines de poisson sur 9 et 3 échantillons d'huiles de poisson sur 10 sont exempts de TBBPA. La concentration moyenne atteint 0,013, 0,034 et 0,026 ng/g PF pour l'aliment complet, la farine et l'huile de poisson, respectivement (tableau 12).

Ainsi la surveillance doit être poursuivie en priorité pour l'HBCD et les PBDE.

Tableau 12 : Concentration de RFB (ng/g poids frais, upper bound) dans des échantillons de farine de poisson d'huiles de poisson et d'un aliment composé pour poisson

Matrice	Aliment composé poisson	Farine de poisson	Huile de poisson
n	1	9	10
Polybromodiphényléthers (PBDE)			
α 8 PBDE			
moy.	0,31	0,63	2,49
méd.		0,59	1,79
min		0,13	0,17
max		1,68	7,15
PBDE 209 (proportion)			
moy.	0,69	0,42	0,14
méd.		0,39	0,08
min		0,03	0,02
max		0,80	0,64
Polybromobiphényles (PBB)			
β 3 PBB			
moy.	0,003	0,007	0,035
méd.		0,007	0,018
min		0,001	0,003
max		0,014	0,090
PBB 153 (proportion)			
moy.	0,27	0,32	0,31
méd.		0,27	0,34
min		0,14	0,10
max		0,61	0,41
Hexabromocyclododécane (HBCD)			
γ 3 HBCD			
moy.	0,079	0,096	1,022
méd.		0,042	0,543
min		0,020	0,099
max		0,369	3,249
α-HBCD (proportion)			
moy.	0,46	0,73	0,75
méd.		0,76	0,73
min		0,34	0,48
max		0,98	0,93
Tétrabromobisphénol A (TBBPA)			
moy.	0,013	0,034	0,026
méd.		0,005	0,015
min		0,002	0,001
max		0,161	0,074

3.3.2.HAP

Les hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP) sont des néoproduits (involontaires) issus du processus de combustion. Ces molécules se déposent par voie atmosphérique, soit par dépôt de particules sur les feuilles des végétaux, soit par absorption de la phase gazeuse par les stomates. La contamination peut également se produire lors de chauffage intense (séchage, toastage), par pyrolyse directe des composés alimentaires ou par dépôt en provenance de fumées. Le règlement 1881/2006/CE (amendé par le règlement 835/2011/CE) édicte des teneurs maximales en HAP (benzo[a]pyrène et somme de 4 HAP (benzo[a]pyrène, benz[a]anthracène, benzo[b]fluoranthène et chrysène)) dans certaines denrées alimentaires dont les huiles et graisses, produits fumés ou traités thermiquement, les mollusques, les préparations à bases de céréales pour nourrissons. Aucune réglementation n'existe pour les MP ou aliments pour animaux.

Ces composés sont très souvent quantifiés dans la plupart des MP et aliments destinés à l'alimentation animale. Les matières premières qui subissent un traitement thermique, comme la luzerne déshydratée, les huiles végétales et certains carbonates de calcium sont parmi les plus contaminées (Yebra-Pimentel *et al.*, 2012). Les huiles de poisson sont en général moins contaminées que les huiles végétales ; la contamination serait d'origine environnementale (Berntssen *et al.*, 2010 ; Yebra-Pimentel *et al.*, 2013).

Bien que liposolubles, ces molécules sont peu bioaccumulables principalement en raison de leur métabolisme hépatique (Rychen *et al.*, 2008 ; Fournier *et al.*, 2010 ; Lazartigues *et al.*, 2011). Par conséquent, l'exposition humaine aux HAP notamment aux plus cancérigènes comme le B[a]P via les denrées animales non transformées (hors produits de la mer et produits transformés par des traitements thermiques) est faible (Efsa, 2008).

Néanmoins, Bertnssen *et al.* (2010) indiquent que le remplacement partiel des huiles et farines de poisson par des MP d'origine végétale (huiles, tourteaux d'oléoprotéagineux, gluten) dans l'alimentation des saumons conduit à la multiplication par 10 de la concentration de HAP dans les aliments et par 2 dans la chair de poisson. Cette concentration reste néanmoins très inférieure au maximum réglementaire pour l'alimentation humaine. Certains auteurs mentionnent la toxicité des HAP, notamment des plus légers, pour les poissons (Monteiro *et al.*, 2000).

Bien que la littérature ne mentionne pas de toxicité liée à la consommation de fourrages contaminés par les HAP chez les animaux d'élevage terrestres ces molécules sont surtout cancérigènes, ce qui est peu pertinent en matière de risque pour des animaux à cycle de vie court. En revanche, la question de leur surveillance peut se poser pour les animaux d'élevage à cycle de vie long et les animaux de compagnie.

Les HAP ont été recherchés dans 125 lots de matières premières : 12 lots de maïs-fourrage (ensilé) et 113 lots d'autres fourrages, sans précision sur leur nature (déshydraté, vert ou ensilé) (tableau 13). Les HAP sont quantifiés dans 9 échantillons de maïs-fourrage sur 12, mais ne sont pas détectés dans les 3 échantillons restants. Les HAP sont également quantifiés dans 108 échantillons d'autres fourrages, détectés sans quantification dans 4 autres et non détectés dans un échantillon. La quantification des HAP dans la majorité des échantillons analysés confirme les résultats de la littérature. Cependant, la concentration exacte dans les fourrages n'est pas fournie.

Compte tenu des informations présentes dans la littérature, on peut concentrer la surveillance sur les matières premières subissant un traitement thermique (huiles végétales, fourrages et certains minéraux) et les huiles de poisson.

Tableau 13 : Synthèse des résultats d'analyse pour les HAP

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)
Additifs	0		
Aliments composés	0		
Aliments complets	0		
Aliments minéraux	0		
M.P.	125	4	117
MP. d'origine marine	0		
MP. d'origine animale	0		
MP. d'origine végétale	125	4	117
Autres fourrages	113	4	108
Maïs-fourrage	12	0	9
Prémélanges	0		

3.4. Niveaux d'occurrence des couples matrice-analyte pour les coproduits des industries agro-alimentaires

La saisine présente la liste des coproduits d'intérêt utilisés en alimentation animale. Cette liste est reprise dans le tableau 14 ci-dessous.

Tableau 14 : Coproduits utilisés en alimentation animale listés dans la saisine

Coproduits	Industrie
Grains de céréales et produits dérivés	
Son d'orge	Meunerie
Résidus de criblage d'orge de malterie	Malterie
Drêches	Brasserie/Distillerie
Remoulage de maïs	Semoulerie
Son de maïs	Semoulerie
Gluten de maïs	Amidonnerie
Corn gluten feed	Amidonnerie
Solubles de maïs	Amidonnerie
Remoulage d'avoine	Meunerie
Son d'avoine	Meunerie
Son de riz	Transformation du riz
Farine basse de seigle	Meunerie
Remoulage de seigle	Meunerie
Son de seigle	Meunerie
Radicelles de malt	Malterie
Wheat gluten feed	Amidonnerie
Solubles de blé	Amidonnerie
Farine basse de blé	Meunerie
Remoulages de blé	Meunerie, semoulerie
Son de blé	Meunerie, semoulerie
Solubles de blé	Amidonnerie
Gluten de blé	Amidonnerie
Résidu de criblage de grains de céréales	Meunerie
Tubercules, racines et produits dérivés	
Mélasses	Sucrierie
Pulpes de betterave	Sucrierie
Epluchures et chutes de carottes cuites à la vapeur	Transformation des fruits et légumes
Epluchure et chutes de pommes de terre à la vapeur	Transformation des fruits et légumes
Pulpes de pomme de terre	Amidonnerie, féculerie
Protéine de pomme de terre	Amidonnerie
Autres graines et fruits et produits dérivés	
Marc de pomme	Cidricerie
Pulpe d'agrumes séchée	Transformation des fruits et légumes
Marc de raisin	Viticulture
Produits laitiers et produits dérivés	
Babeurre	Industrie laitière
Produits laitiers déclassés	Industrie laitière, GMS
Poudre de lait	Industrie laitière
Lactosérum	Industrie laitière
Coques et tourteaux de cacao	Industrie du chocolat
Sous-produits de fermentation de micro-organismes	
Coproduits de levure	Brasserie, fermentation
Vinasses	Fermentation
Divers	
Biscuits déclassés	Biscuiterie, GMS
Confiseries déclassées	Confiserie, GMS
Huiles acides issues d'un raffinage chimique	Raffinage
Distillats d'acides gras issus d'un raffinage physique	Raffinage
Pâtes de neutralisation	Raffinage
Glycérine	Biodiesel, oléochimie

Synthèse des données de PSPC pour les coproduits (annexe 6) :

La saisine vise également à examiner la qualité sanitaire des coproduits issus des industries agro-alimentaires en ce qui concerne la présence de contaminants réglementés. En se fondant sur la liste des coproduits mentionnés dans la saisine, le tableau 15 récapitule le nombre d'analyses présent dans le jeu de données fourni.

Tableau 15 : Nombre d'analyses présent pour chaque coproduit

Coproduits	Nombre de matrices analysées	Nombre total d'analyses	Analyses				
			Mycotoxines	Métaux lourds	PCB	Pesticides	Autres
Sous-produits maïs	70	159	131	12	13	.	3
Autres sous-produits végétaux	14	67	13	1	5	37	2
Drêches	14	65	43	2	2	.	.
Pulpes de betterave	20	53	1	25	14	13	.
Son de riz	9	33	4	.	3	26	.
Son de blé	7	31	12	18	1	.	.
Coques et tourteaux de cacao	3	15	5	8		.	2
Autres sous-produits animaux	14	14	.	.	14	.	.
Mélasses	7	12	.	6	6	.	.
Gluten de blé	2	10	6	4	.	.	.
Wheat gluten feed	2	7	3	4	.	.	.
Pulpe d'agrumes séchée	2	7	.	5	2	.	.
Biscuits déclassés	1	5	1	4	.	.	.
Corn gluten feed	2	5	5
Marc de raisin	2	4	.	3	1	.	.
Gluten de maïs	2	3	3
Total	170	490	227	92	61	76	7

Compte tenu d'analyses multiples sur les échantillons, seules, 170 matrices appartenant à 16 types de coproduits correspondent aux 490 analyses de contaminants figurant dans le jeu de données des PSPC. Il n'y a pas de donnée disponible pour les autres coproduits que ceux du tableau 15. Les analyses ont porté, par ordre décroissant, sur les mycotoxines, les métaux lourds, les pesticides et les PCB. Les analyses de mycotoxines ont porté majoritairement sur les coproduits de céréales. Celles concernant les polluants organiques persistants (POP) autres que dioxines et PCB ont visé les catégories 'autres produits végétaux', 'Son de riz' et 'Pulpes de betteraves'. Il faut néanmoins remarquer que ces molécules n'ont pas été recherchées dans les sous-produits de céréales et dans les sons. Les analyses de PCB ont été effectuées sur les 'pulpes de betteraves', le 'son de riz' et les 'sous-produits de maïs'. Celles concernant les métaux lourds ont plus particulièrement porté sur les 'pulpes de betteraves' et le 'son de blé' (annexe 6).

Concernant les mycotoxines, ces analyses ne font ressortir qu'un seul couple prioritaire (OTA - 'wheat gluten feed') et un couple d'intérêt (DON -drêche). Il est vraisemblable que des conditions de stockage mal maîtrisées de ces matrices peuvent être à l'origine de ces contaminations. Un examen plus attentif de cette situation devrait pouvoir être obtenu par un renforcement de ces contrôles ciblés, l'évaluation fournie pour l'heure ne reposant que sur des échantillonnages trop réduits.

Les contaminations en composés inorganiques sont très faibles et toujours inférieures à ½ LM. A l'image des MP classiques, les POP sont toujours quantifiés sur les coproduits sans pour autant dépasser la ½ LM.

Du fait de l'impossibilité d'un calcul de score pour les organochlorés autres que PCB et dioxines (de la même manière que pour les matières premières classiques), seule une analyse qualitative a été effectuée. Parmi ces coproduits, les matrices 'Autres sous-produits végétaux', 'Pulpes de betteraves' et 'Son de riz' ont fait l'objet de déterminations en nombre réduit (1 à 3 échantillons de chaque matrice) de leur contamination. Parmi ces matrices, un seul dépassement (sur 3 échantillons) de la LM a été observé pour la matrice 'Autres sous-produits végétaux' vis-à-vis de l'heptachlore et de la somme 'aldrine-dieldrine'. Toutes les autres matrices présentaient un dépassement de la ½ LM pour l'aldrine, la dieldrine, l'endrine, l'HCβ et l'HCHβ.

3.5. Analyse du lieu et de l'origine du prélèvement des matrices

3.5.1. Synthèse par pays d'origine :

Une comparaison du nombre d'analyses, de détections, de quantifications, de dépassements de la ½ LM et de dépassements de la LM par pays d'origine des matrices analysées a également été effectuée ; le pays d'origine n'est pas renseigné pour 642 échantillons. L'origine majoritaire des produits est la France (3798 analyses), les effectifs pour les autres pays étant situés entre 1 et 173. Les experts n'ont pas pu conclure sur ce point du fait d'une information insuffisante.

3.5.2. Synthèse par site de prélèvement :

Une analyse de l'occurrence des différents contaminants dans les MP et les aliments en fonction du site de prélèvement (exploitation agricole vs usine d'aliment du bétail) a été effectuée selon la dichotomie proposée dans la matrice de données (« primary production » correspondant à des prélèvements en exploitation vs « manufacturing » correspondant à des prélèvements en usine). Pour un couple « analyte - matrice » donné, le principe de l'analyse repose sur un test de χ^2 de comparaison de la proportion d'échantillons dépassant la ½ LM ou la LM pour les 2 types de sites de prélèvement considérés. Néanmoins, cette analyse n'a été possible que pour un nombre limité de couples (tableau 16), pour lesquels des prélèvements ont été réalisés dans les 2 types de sites de prélèvement.

Il faut préalablement noter que, d'une part la comparaison est effectuée dans certains cas avec des effectifs totaux d'analyse très faibles, et d'autre part qu'il existe souvent de forts déséquilibres d'effectifs entre les 2 types de sites, ce qui doit amener à relativiser les conclusions obtenues.

Le niveau de précision des données sur les aliments prélevés en exploitation ne permet pas de savoir s'il s'agit de matières premières produites en exploitation, de matières premières achetées ou d'aliments composés fabriqués à la ferme ou achetés.

Tableau 16. Comparaison de l'occurrence d'échantillons dépassant la LM ou la ½ LM en fonction du site de prélèvement ¹.

Couple Contaminant x matrice		Comparaison des fréquences d'échantillons dépassant la ½ LM ou la LM en fonction du site de production (production primaire vs production en usine)	
		½ LM	LM
Aflatoxine B1	Aliments composés	1/154 vs 0/84 NS	-
Arsenic	Additifs	0/1 vs 3/38 NS	-
	Aliments composés	3/131 vs 5/128 NS	0/131 vs 1/128 NS
	Matières premières	0/28 vs 4/30 *	-
	Prémélanges	0/1 vs 2/18 NS	1/1 vs 14/18 NS
Cadmium	Additifs	0/1 vs 1/54 NS	-
	Aliments composés	2/131 vs 2/150 NS	1/1321 vs 2/150 NS
	Matières premières	0/31 vs 2/72 NS	-
Déoxynivalénol	Aliments composés	5/105 vs 7/45 *	3/105 vs 0/45 NS
	Matières premières	1/49 vs 3/28 NS	-
HCB (Hexachlorobenzène)	Aliments composés	1/65 vs 1/130 NS	7/65 vs 0/130***
Ochratoxine A	Matières premières	-	21/49 vs 0/18 NS
PCB indicateurs (µg/kg)	Aliments composés	2/268 vs 0/49 NS	0/268 vs 1/49 *
	Matières premières	0/88 vs 1/91	-
Plomb	Aliments composés	0/131 vs 3/148 NS	0/131 vs 3/148 NS
Zéaralénone	Aliments composés	1/105 vs 1/41 NS	1/105 vs 0/141 NS

¹ Les données sont exprimées par le nombre d'analyses dépassant la LM ou la ½ LM rapporté au nombre total d'analyses réalisées par type de site de production.

* = $p < 0.05$; *** $p < 0.0001$; NS = non significatif.

Pour la plupart des couples considérés, il n'est pas possible de mettre en évidence des occurrences différentes concernant la ½ LM ou la LM en fonction du type de site de prélèvement d'aliments. Seuls, l'arsenic dans les MP et le DON pour les aliments composés, présentent des occurrences significativement différentes entre les types de sites de prélèvement d'aliments pour le critère "supérieur à la ½ LM". Pour le critère "supérieur à la LM", des différences sont significatives entre type de site de prélèvement d'aliments pour les occurrences concernant l'HCB et les PCB indicateurs dans les aliments composés.

3.6. Conclusion du CES :

La liste des substances indésirables figurant dans le règlement 2002/32/CE et faisant l'objet d'une surveillance ou d'un contrôle par les autorités officielles françaises est pertinente dans l'analyse de risque concernant les aliments pour animaux, à l'exception des nitrites qui ne présentent pas de risque pour l'animal et le consommateur humain et de la mélamine qui relève d'une décision de gestion du risque.

Au regard de la bibliographie, il est également proposé d'intégrer dans les plans de surveillance :

- Certaines substances toxiques (alcaloïdes, phytoestrogènes et oxalates) dans les fourrages ;
- Certaines plantes toxiques envahissantes (morelle noire et séneçons) dans les fourrages conservés ;
- Certaines mycotoxines dites 'émergentes' comme la moniliformine, la beauvéricine, les enniatines A et B, la citrinine et les stérigmatocystines dans les céréales et leurs sous-produits ; il faudrait également prendre en compte les principales formes de conjugaison à des glycosides ou d'acétylation de ces mycotoxines, ceci grâce à la mise en œuvre de méthodes analytiques multiplexées ;
- Des composés perfluorés, notamment les PFOS, afin de disposer d'un aperçu de la contamination des aliments pour animaux avec ces composés émergents, en particulier dans les farines de poisson.

L'analyse des données des plans de contrôle et de surveillance sur les années 2012, 2013 et 2014 a permis de mettre en relation certaines contaminations avec des matières premières ou aliments :

- **Concernant les contaminants inorganiques** (arsenic, cadmium, fluor, plomb et mercure), on les retrouve tous principalement dans les matières premières minérales et les liants et pour le mercure dans les matières premières d'origine animale. A noter que le cadmium est aussi présent significativement dans les aliments composés pour volailles. Il est donc nécessaire de maintenir la surveillance sur ces contaminants inorganiques.
- Concernant **les nitrites**, ils sont très peu présents hormis dans des aliments pour poisson à des teneurs inférieures à la réglementation et la surveillance n'est donc pas nécessaire. **La mélamine** n'a été retrouvée sur aucune matière première ou aliment.
- **Concernant les mycotoxines**, très peu de couples matrices-mycotoxines apparaissent comme couple d'intérêt ou à cibler en priorité, ce qui reflète un bon niveau sanitaire des matières premières ou aliments pour les animaux sur la période étudiée.
 - ❖ L'ochratoxine dans le Wheat gluten feed est classé couple prioritaire et le DON dans les drèches est classé couple pertinent avec cependant un nombre réduit d'échantillons analysés. Quelques couples d'intérêt ont été détectés pour l'aflatoxine B1 dans les tourteaux d'arachide, le DON dans les aliments porcins, les maïs-fourrage et les drèches, et la zéaralénone dans le maïs-fourrage.
 - ❖ Cependant, l'observation de l'état de contamination en mycotoxines sur la très grande diversité des matrices ciblées se fait sur seulement quelques analyses et ne concerne pas l'ensemble des mycotoxines qui seraient à rechercher de façon systématique. Ainsi,

37% des résultats obtenus correspondent à des recherches ponctuelles de certaines mycotoxines réalisées sur moins de 6 prélèvements effectués de chacune de ces matrices. Les matrices correspondant à des filières de production majoritaires font l'objet d'analyses beaucoup plus systématiques. Ainsi, les aliments pour volailles font l'objet de nombreuses recherches de contamination, de même que l'AFB1 dans les tourteaux, particulièrement ceux d'arachide, ou les mycotoxines dans le maïs-grain ou fourrage ou ses différents dérivés. Le niveau sanitaire en mycotoxine est considéré comme satisfaisant sur les campagnes 2012 à 2014 et il est nécessaire de maintenir une vigilance, en particulier sur les aliments porcs et volailles.

- **Concernant les dioxines et les PCB**, la majorité des couples matrice-analyte relève de la catégorie des couples pertinents et aucun couple matrice-analyte n'est classé prioritaire. Il est néanmoins nécessaire de maintenir la vigilance sur ces composés chlorés car ils sont très persistants et quantifiables dans quasiment tous les échantillons, avec une vigilance particulière sur les matières premières riches en lipides (farines et huiles de poisson, et graisses animales, voire les huiles végétales), toutes classées comme matrice d'intérêt. L'ajout de matières premières d'origine marine, notamment les farines de crustacés, est souhaitable.

- **Concernant les Contaminants émergents non réglementés**,
 - les retardateurs de flamme bromés ont été retrouvés dans les matières premières issues des poissons (huile ou farine) ou dans les aliments en contenant. La fréquence de détection justifie que ces analyses soient poursuivies. Puisque l'HBDC (surtout l'isomère alpha) et les PBDE (surtout les composés les plus bromés) sont bioaccumulables dans les produits animaux, alors que le TBBPA l'est peu, la surveillance doit être poursuivie en priorité pour l'HBDC et les PBDE ;
 - les HAP ont été retrouvés dans les matières premières d'origine végétale subissant un traitement thermique (huiles végétales, fourrages et certains minéraux). Les taux de transfert des HAP vers les denrées alimentaires d'origine animale sont très faibles, ce qui réduit considérablement le risque d'exposition de l'Homme par cette voie. Néanmoins, ces molécules sont cancérigènes, et peuvent donc être dangereuses pour les animaux d'élevage à cycle de vie long et les animaux de compagnie. La question de leur surveillance peut se poser pour ces animaux.

- **Concernant les organochlorés réglementés (hors PCB et dioxines)**, certains sont détectés ou quantifiés dans un nombre important de matières premières et/ou d'aliments composés. Cette situation est associée à certains dépassements de la limite maximale réglementaire, souvent proche des limites de quantification et/ou de détection. Néanmoins, du fait de leur persistance dans l'environnement, il convient de maintenir leur surveillance sur tous les aliments composés et en particulier ceux destinés aux poissons.

Les plans de contrôle et de surveillance ont porté également sur l'analyse de coproduits. L'étude de ces données n'a pas mis en évidence de contamination spécifique. Cependant, en dépit du nombre apparemment important d'analyses effectuées, les effectifs de coproduits sont souvent très faibles, du fait du caractère multiple de certaines analyses réalisées sur chacune des matrices, comme c'est le cas pour les pesticides. Cet échantillonnage de taille limitée ne permet donc pas d'affirmer qu'il n'existe pas de contamination particulière de ces coproduits sur des situations très localisées.

Pour la plupart des couples considérés, il n'est pas possible de mettre en évidence des occurrences différentes en fonction du site de production d'aliments. Seuls quelques cas très spécifiques de différence de contamination entre les prélèvements réalisés à la ferme et les prélèvements réalisés en usine ont pu être mis en évidence, sans qu'il soit possible de tirer une conclusion sur l'origine de ces différences.

Cette analyse des PSPC confirme que pour certaines matrices, des co-contaminations par des molécules de même nature (pesticides, ou mycotoxines, ou POP) sont observables. Il est également possible de considérer que certaines matrices présentent des contaminations simultanées par des molécules de nature différente. Ces constatations permettent de suggérer qu'au sein des PSPC, il serait possible de dégager des profils de co-contaminations spécifiques de certaines matières premières ou groupe de matières premières. Cette analyse permettrait de cibler plus finement les couples (matrices x contaminants multiples) dans les PSPC. Associé à la démarche de hiérarchisation des dangers chimiques en alimentation animale, ceci permettrait ainsi de mieux caractériser le risque pour l'animal et l'Homme.

Par ailleurs, il serait intéressant de pouvoir disposer de l'information concernant le mode d'élevage (conventionnel ou biologique) lors des prélèvements d'aliments composés ou de matières premières (en usine ou en élevage).

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail endosse les conclusions du CES « alimentation animale ».

Roger GENET

MOTS-CLES

Contaminants, substances indésirables, plans de contrôle et de surveillance, alimentation animale, aliments composés, matières premières.
Contaminant, undesirable substances, monitoring, surveillance, animal feed, raw materials.

BIBLIOGRAPHIE

- Afssa. 2010. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à un projet d'arrêté transposant la directive 2010/6/CE modifiant l'annexe I de la directive 2002/32/CE en ce qui concerne le mercure, le gossypol libre, les nitrites et Mowrah, Bassia, Madhuca. Maisons-Alfort: Afssa.
- Alberternst, B., S. Nawrath, and F. Klingenstein. 2006. "Biologie, Verbreitung und Einschleppungswege von *Ambrosia artemisiifolia* in Deutschland und Bewertung aus Naturschutzsicht." *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* 58 (11):7.
- Almeida, I., H. M. Martins, S. Santos, J. M. Costa, and F. Bernardo. 2011. "Co-occurrence of mycotoxins in swine feed produced in Portugal." *Mycotoxin Research* 27 (3):177-181.
- Angus, K. W. 2008. "Plant Poisoning in Britain and Ireland." In: *Diseases of Sheep*, 4th Edition, pp. 405-423. Blackwell Publishing Ltd.
- Anses. 2010. Etat des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage. (Saisine 2008-SA-0162). Maisons-Alfort: Anses.
- Anses. 2011. Étude de l'alimentation totale française 2 (EAT2) - Tome 1: Contaminants inorganiques, minéraux, polluants organiques persistants, mycotoxines, phyto-estrogènes. Maisons-Alfort: Anses.
- Anses. 2012. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux « plans de surveillance et de contrôle en alimentation animale » remplaçant l'Avis de l'Anses du 13 juillet 2012. (Saisine n° 2011-SA-0282). Maisons-Alfort: Anses.
- Anses. 2014. Avis de l'Anses relative à une demande d'avis sur un projet de modification de la directive 2002/32/CE (substances indésirables en alimentation animale): nitrites et nitrates (Saisine n° 2014-SA-0133). Maisons-Alfort: Anses.
- Asagba, S. O. 2010. "Biochemical changes in urine and plasma of rats in food chain-mediated cadmium toxicity." *Toxicology and Industrial Health* 26 (8):459-467.
- Barbarossa, A., T. Gazzotti, F. Farabegoli, F. R. Mancini, E. Zironi, A. Badiani, L. Busani, and G. Pagliuca. 2016. "Comparison of perfluoroalkyl substances contamination in farmed and wild-caught European sea bass (*Dicentrarchus labrax*)." *Food Control* 63:224-229.
- Barri, M. E. S., and S. E. I. Adam. 1981. "The toxicity of *Crotalaria saltiana* to calves." *Journal of Comparative Pathology* 91 (4):621-627.
- Beasley, V., and R. H. Poppenga. 1999. *Veterinary Toxicology* (e-book). Ithaca, N.Y.: International Veterinary Information Service.
- Berntssen, M. H. G., K. Julshamn, and A. K. Lundebye. 2010. "Chemical contaminants in aquafeeds and Atlantic salmon (*Salmo salar*) following the use of traditional- versus alternative feed ingredients." *Chemosphere* 78 (6):637-646.
- Berntssen, M. H. G., A. Maage, K. Julshamn, B. E. Oeye, and A. K. Lundebye. 2011a. "Carry-over of dietary organochlorine pesticides, PCDD/Fs, PCBs, and brominated flame retardants to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) filets." *Chemosphere* 83 (2):95-103. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.01.017.
- Berntssen, M. H. G., S. Valdersnes, G. Rosenlund, B. E. Torstensen, M. J. Zeilmaker, and J. C. H. van Eijkeren. 2011b. "Toxicokinetics and carry-over model of α -hexabromocyclododecane (HBCD) from feed to consumption-sized atlantic salmon (*Salmo salar*)." *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment* 28 (9):1274-1286.
- Boutines, C. 1992. "Intoxication des animaux domestiques par le Galega officinal (Galega officinalis L.)." Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Paul Sabatier.
- Brimer, L. 2010. "Cyanogenic glycosides in food, feeding stuffs and green medicine." In: *Bioactive Compounds in Plants—Benefits and Risks for Man and Animals*, pp. 125-143. Norwegian Acad. of Sci. and Letters, Oslo, Norway.
- Bruneton, J. 2001. *Plantes toxiques: végétaux dangereux pour l'homme et les animaux*. (2ème édition). Paris: Editions Tec & Doc.
- Buttenschøn, R. M., C. Bohren, and S. Waldspühl. Lignes directrices pour le contrôle de l'ambrosie à feuilles d'armoise (ambrosie). Lignes directrices basées sur les résultats obtenus dans le cadre du projet stratégies pour le contrôle de l'ambrosie (AMBROSIA) fondé par EUPHRESKO 2008-2009 (<http://www.EUPHRESKO.org>).
- Cariou, R., A. Huneau-Salaün, E. Dominguez-Romero, E. Omer, G. Amand, C. Souchet, L. Balaine, A. Charpiot, A. Vénisseau, P. Marchand, M. Marcon, J. Ratel, S. Le Bouquin, E. Royer, G. Dervilly-Pinel, E. Engel, E. Baéza, B. Le Bizec, A. Travel, and C.

- Jondreville. 2015. "Hexabromocyclododecane in poultry and pork: a comprehensive study of exposure and transfer into products." *7th International Symposium on Brominated Flame Retardants*, April 21-24 2015, Beijing.
- Chauvel, B., F. Dessaint, C. Cardinal-Legrand, and F. Bretagnolle. 2006. "The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records." *Journal of Biogeography* 33 (4):665-673.
- Cheeke, P. R. 1995. "Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock." *Journal of animal science* 73 (3):909-918.
- Chu, C. Y., and C. C. Wang. 2013. "Toxicity of melamine: The public health concern." *Journal of Environmental Science and Health - Part C Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews* 31 (4):342-386.
- Cipolla, B., L. Miglianico, D. Bligny, X. Artignan, C. Abraham, and J. P. Moulinoux. 2013. "Prostate cancer, a low-polyamine diet and docetaxel." *Oncologie* 15 (10-11):555-563.
- Cooper, M. R., and A. W. Johnson. 1984. *Poisonous plants in Britain and their effects on animals and man*. London: HM Stationery Office.
- Couplan, F. 1990. *Les belles vénéneuses - Plantes sauvages toxiques*. Vol. 3, Encyclopédie des plantes comestibles de l'Europe. Paris: Equilibres.
- D'Mello, J. P. F. 2004. "Contaminants and toxins in animal feeds." *FAO Animal Production and Health Paper* (160):107-128.
- Delatour, P., and C. Jean-Blain. 1977. "Intoxication des bovins par la mercuriale." *CNITV* (2):65-68.
- Dominguez-Romero, E., R. Cariou, E. Omer, P. Marchand, G. Dervilly-Pinel, B. Le Bizec, A. Travel, and C. Jondreville. 2016. "Tissue Distribution and Transfer to Eggs of Ingested α -Hexabromocyclododecane (α -HBCDD) in Laying Hens (*Gallus domesticus*)." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64 (10):2112-2119.
- Drahl, C., and J. Kemsley. 2013. "Melamine toxicity clarified and new test developed." *Chemical & Engineering News* 91 (7):42.
- Driehuis, F., M. C. Spanjer, J. M. Scholten, and M. C. Te Giffel. 2008. "Occurrence of mycotoxins in feedstuffs of dairy cows and estimation of total dietary intakes." *Journal of Dairy Science* 91 (11):4261-4271. doi: 10.3168/jds.2008-1093.
- Durmic, Z., and D. Blache. 2012. "Bioactive plants and plant products: Effects on animal function, health and welfare." *Animal Feed Science and Technology* 176 (1-4):150-162. d
- Efsa. 2004. "Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to cadmium as undesirable substance in animal feed." *EFSA Journal* 2 (6):1-24.
- Efsa. 2004. "Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to Fluorine as undesirable substance in animal feed." *EFSA Journal* 2 (10):1-22. d
- Efsa. 2004. "Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to lead as undesirable substance in animal feed." *EFSA Journal* 2 (6):1-20.
- Efsa. 2004. "Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to mercury and methylmercury in food. (Request n°EFSA-Q-2003-030 adopted on 24 February 2004)" *EFSA Journal* 2 (3):1-14.
- Efsa. 2005. "Opinion of the Scientific Panel on contaminants in the food chain [CONTAM] related to Arsenic as undesirable substance in animal feed." *EFSA Journal* 3 (3):1-35.
- Efsa. 2008. "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain." *EFSA Journal* 6 (8):1-114.
- Efsa. 2008. "Safety of aluminium from dietary intake - Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC)." *EFSA Journal* 6 (7):1-34.
- Efsa. 2008. "Theobromine as undesirable substances in animal feed - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. (Question N° EFSA-Q-2005-223 adopted on 10 June 2008)." *EFSA Journal* 6 (9):1-66.
- Efsa. 2009. "Cadmium in food - Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain." *EFSA Journal* 7 (3):980.
- Efsa. 2009. "Saponins in *Madhuca Longifolia* as undesirable substances in animal feed. (Question No EFSA-Q-2005-221 adopted on 29 January 2009)." *EFSA Journal* 7 (2):1-36.
- Efsa. 2009. "Scientific Opinion on Arsenic in Food." *EFSA Journal* 7 (10):1351.
- Efsa. 2010. "Scientific Opinion on Lead in Food." *EFSA Journal* 8 (4):1570.
- Efsa. 2010. "Scientific Opinion on Melamine in Food and Feed." *EFSA Journal* 8 (4):1573.

- Efsa. 2012. "Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure." *EFSA Journal* 10 (6):2743.
- Efsa. 2012. "Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food." *EFSA Journal* 10 (12):2985.
- Efsa. 2012. "Scientific Opinion on the risks for public and animal health related to the presence of citrinin in food and feed." *EFSA Journal* 10 (3):2605.
- Efsa. 2013. "Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fluoride." *EFSA Journal* 11 (8):3332.
- Efsa. 2013. "Scientific Opinion on the risk for public and animal health related to the presence of sterigmatocystin in food and feed." *EFSA Journal* 11 (6):3254.
- Efsa. 2014. "Scientific Opinion on the risks to human and animal health related to the presence of beauvericin and enniatins in food and feed." *EFSA Journal* 12 (8):3802.
- El Bahri, L. 1981. "La mercuriale annuelle." *CNITV* (4):53-56.
- El-Khodery, S., M. El-Boshy, K. Gaafar, and A. Elmashad. 2008. "Hypocalcaemia in Ossimi sheep associated with feeding on beet tops (*Beta vulgaris*)." *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 32 (3):199-205.
- ENVT. 1985. Concentration en oxalates et en nitrates d'échantillons d'amarante collectés dans le jardin botanique de l'ENVT. Toulouse: Ecole nationale vétérinaire de Toulouse, Service de Toxicologie végétale.
- European Commission. 2006. "Commission Recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding (Text with EEA relevance)." *Official Journal of the European Union* 23 august 2006 L 229/7-L 229/9.
- Fournier, A., C. Feidt, M. A. Dziurla, C. Grandclaude, and C. Jondreville. 2010. "Transfer kinetics to egg yolk and modeling residue recovered in yolk of readily metabolized molecules: Polycyclic aromatic hydrocarbons orally administered to laying hens." *Chemosphere* 78 (8):1004-1010.
- Fraiture, A. 2014. "Toxicité pour le bétail et usages médicaux du *Galega officinalis* (Leguminosae) et de la galégine." *Annales de Médecine Vétérinaire* 158:99-108.
- Genovese, M. I., A. C. L. Barbosa, M. D. S. Pinto, and F. M. Lajolo. 2007. "Commercial soy protein ingredients as isoflavone sources for functional foods." *Plant Foods for Human Nutrition* 62 (2):53-58.
- Grenier, B., and I. P. Oswald. 2011. "Mycotoxin co-contamination of food and feed: Meta-analysis of publications describing toxicological interactions." *World Mycotoxin Journal* 4 (3):285-313.
- Griessler, K., I. Rodrigues, J. Handl, and U. Hofstetter. 2010. "Occurrence of mycotoxins in Southern Europe." *World Mycotoxin Journal* 3 (3):301-309.
- Gueguen, L. 1961. "Valeur comparée des phosphates minéraux comme sources de phosphore pour les animaux." *Annales de Zootechnie* 10 (3):177-196.
- Hachez-Leroy, F. 2013. "Aluminium in health and food: A gradual global approach." *European Review of History* 20 (2):217-236.
- Hettick, B. E., J. E. Cañas-Carrell, A. D. French, and D. M. Klein. 2015. "Arsenic: A Review of the Element's Toxicity, Plant Interactions, and Potential Methods of Remediation." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63 (32):7097-7107.
- Ibáñez-Vea, M., E. González-Peñas, E. Lizarraga, and A. López De Cerain. 2012. "Co-occurrence of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in barley from a northern region of Spain." *Food Chemistry* 132 (1):35-42.
- Jackson, B. P., J. C. Seaman, and P. M. Bertsch. 2006. "Fate of arsenic compounds in poultry litter upon land application." *Chemosphere* 65 (11):2028-2034.
- Joergensen, J.S. 2008. Rapport over undersøgelse af vildtfugle-blandinger for indhold af bynkeambrosie (*Ambrosie artemisiifolia* L.) - efterår/vinter 2008. Kongens Lyngby: Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Jouany, J. P. 2007. "Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feeds." *Animal Feed Science and Technology* 137 (3-4):342-362.
- Kowalczyk, J., S. Ehlers, P. Fürst, H. Schafft, and M. Lahrssen-Wiederholt. 2012. "Transfer of perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonate (PFOS) from contaminated feed into milk and meat of sheep: Pilot study." *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 63 (2):288-298.
- Kowalczyk, J., S. Ehlers, A. Oberhausen, M. Tischer, P. Fürst, H. Schafft, and M. Lahrssen-Wiederholt. 2013. "Absorption, distribution, and milk secretion of the perfluoroalkyl acids PFBS, PFHxS, PFOS, and PFOA by dairy cows fed naturally contaminated feed." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (12):2903-2912.

- Krippner, J., S. Falk, H. Brunn, S. Georgii, S. Schubert, and T. Stahl. 2015. "Accumulation Potentials of Perfluoroalkyl Carboxylic Acids (PFCA) and Perfluoroalkyl Sulfonic Acids (PFSA) in Maize (*Zea mays*)." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63 (14):3646-3653.
- Langar, B. 1971. "Contribution a l'étude de la photosensibilisation chez le mouton: effets phototoxiques du millepertuis en Tunisie." Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Paul Sabatier.
- Larqué, E., M. Sabater-Molina, and S. Zamora. 2007. "Biological significance of dietary polyamines." *Nutrition* 23 (1):87-95.
- Lazartigues, A., M. Thomas, C. Grandclaoudon, J. Brun-Bellut, and C. Feidt. 2011. "Polycyclic aromatic hydrocarbons and hydroxylated metabolites in the muscle tissue of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) through dietary exposure during a 56-day period." *Chemosphere* 84 (10):1489-1494.
- Lelong, F. 2008. "Les belles et les bêtes: précis illustré de toxicologie botanique à usage vétérinaire." Thèse de Doctorat Vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes.
- Lorgues, G. 1995. "Végétaux contaminant les ensilages." *Journées Toxicologiques Vétérinaires*, CNITV Lyon.
- Lubkowska, A., and D. Chlubek. 2015. "Aluminum in the human environment - Absorption and toxicity." *Trace Elements and Electrolytes* 32 (2):52-59.
- Lupton, S. J., K. L. Dearfield, J. J. Johnston, S. Wagner, and J. K. Huwe. 2015. "Perfluorooctane Sulfonate Plasma Half-Life Determination and Long-Term Tissue Distribution in Beef Cattle (*Bos taurus*)." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63 (51):10988-10994.
- Macel, M., K. Vrieling, and P. G. L. Klinkhamer. 2004. "Variation in pyrrolizidine alkaloid patterns of *Senecio jacobaea*." *Phytochemistry* 65 (7):865-873.
- Madej, A., and T. Lundh. 2010. "Risk of adverse effects of phytoestrogens in animal feed." In: *Bioactive compounds in plants-benefits and risks for man and animals*, edited by A. Bernhoft, pp. 94-103. Oslo: The Norwegian Academy of Sciences and Letters.
- Mandal, B. K., and K. T. Suzuki. 2002. "Arsenic round the world: A review." *Talanta* 58 (1):201-235.
- Martin, J. W., S. A. Mabury, K. R. Solomon, and D. C. G. Muir. 2003. "Dietary accumulation of perfluorinated acids in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)." *Environmental Toxicology and Chemistry* 22 (1):189-195.
- Maskasame, C. 1985. "Toxicity and nutritional value of some promising pasture legumes to rats and sheep." Master's Thesis, School of Biomedical Sciences, University of Queensland.
- Masurel, E. 2007. "Contribution à l'étude de la contamination de l'ensilage de maïs par des adventices toxiques : conséquences pratiques chez les bovins." Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- Matthews, J. G. 2009. *Diseases of the Goat*, 3rd Edition: Wiley-Blackwell.
- Mazur, W. 1998. "Phytoestrogen content in foods." *Baillière's Clinical Endocrinology and Metabolism* 12 (4):729-42.
- McGrath, J. P. M., J. R. Duncan, and J. F. Munnell. 1975. "Crotalaria spectabilis toxicity in swine: Characterization of the renal glomerular lesion." *Journal of Comparative Pathology* 85 (2):185-194.
- Michel, B. 2001. "Intoxications des animaux domestiques par les plantes de la famille de Solanacées." Thèse de doctorat vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire de Lyon, Université Claude Bernard de Lyon (Lyon 1).
- Mondoly, P., and J.-L. Poncelet. 2005. Les intoxications végétales. Fiche n°78. SNGTV, Commission ovine.
- Monteiro, P. R. R., M. A. Reis-Henriques, and J. Coimbra. 2000. "Plasma steroid levels in female flounder (*Platichthys flesus*) after chronic dietary exposure to single polycyclic aromatic hydrocarbons." *Marine Environmental Research* 49 (5):453-467.
- Naude, T. W. 2007. "Datura spp. and other related plants." In: *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles*, edited by R. Gupta, pp. 892-906. Amsterdam: Elsevier.
- Noonan, S. C. 1999. "Oxalate content of foods and its effect on humans." *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 8 (1):64-74.
- Norton, J. H., and P. K. O'Rourke. 1979. "Toxicity of *Crotalaria Gorensis* for chickens." *Australian Veterinary Journal* 55 (4):173-174.
- NRC. 2005. *Mineral Tolerance of Animals*. Second Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.
- Numata, J., J. Kowalczyk, J. Adolphs, S. Ehlers, H. Schafft, P. Fuerst, C. Müller-Graf, M. Lahrssen-Wiederholt, and M. Greiner. 2014. "Toxicokinetics of seven perfluoroalkyl sulfonic and carboxylic acids in pigs Fed a contaminated diet." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62 (28):6861-6870.
- Ostrowska, P. 2008. "Cadmium-Occurrence, use and methods of recycling." *Gospodarka Surowcami Mineralnymi* 24 (3):255-260.

- Osweller, G. D., T. L. Carson, W. B. Buck, and G. A. van Gelder. 1985. *Clinical and diagnostic veterinary toxicology*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Passemard, B., and N. Priymenko. 2007. "L'intoxication des chevaux par les sénéçons, une réalité en France." *Revue de Médecine vétérinaire* 158 (8-9):425-430.
- Pouliquen, H. 2004. *Toxicologie clinique des ruminants, Série 'Carnet clinique'*. Paris: Editions du Point Vétérinaire.
- Quillet, M. 2010. *Maitriser la flore adventice: étude des stratégies de désherbage mécanique auprès des agriculteurs biologiques. Mémoire de fin d'étude*. Angers: ESA d'Angers.
- Rani, A., A. Kumar, A. Lal, and M. Pant. 2014. "Cellular mechanisms of cadmium-induced toxicity: A review." *International Journal of Environmental Health Research* 24 (4):378-399.
- Rao, M. V., and G. Avani. 2004. "Arsenic induced free radical toxicity in brain of mice." *Indian Journal of Experimental Biology* 42 (5):495-498.
- Roch, N, F Buronfosse, and D Grancher. 2007. "Intoxication par le Galéga officinal (*Galega officinalis* L.) chez la vache." *Revue de Médecine vétérinaire* 158 (1):1-6.
- Romano, N., and C. Zeng. 2013. "Toxic Effects of Ammonia, Nitrite, and Nitrate to Decapod Crustaceans: A Review on Factors Influencing their Toxicity, Physiological Consequences, and Coping Mechanisms." *Reviews in Fisheries Science* 21 (1):1-21.
- Rychen, G., S. Jurjanz, H. Toussaint, and C. Feidt. 2008. "Dairy ruminant exposure to persistent organic pollutants and excretion to milk." *Animal* 2 (2):312-323.
- Scudamore, K. A., S. Nawaz, and M. T. Hetmanski. 1998. "Mycotoxins in ingredients of animal feeding stuffs: II. determination of mycotoxins in maize and maize products." *Food Additives and Contaminants* 15 (1):30-55.
- Senger, E., and D. Baroux. 1980. "Intoxications consécutives à l'ingestion de maïs." *Notes de Toxicologie Vétérinaire (CNITV Lyon)* 8:468-474.
- Sidhu, M. S., K. P. Desai, H. N. Lynch, L. R. Rhomberg, B. D. Beck, and F. J. Venditti. 2015. "Mechanisms of action for arsenic in cardiovascular toxicity and implications for risk assessment." *Toxicology* 331:78-99.
- Soda, K., Y. Dobashi, Y. Kano, S. Tsujinaka, and F. Konishi. 2009. "Polyamine-rich food decreases age-associated pathology and mortality in aged mice." *Experimental Gerontology* 44 (11):727-732.
- Stoev, S. D., M. F. Dutton, P. B. Njoh, J. S. Mosonik, and P. A. Steenkamp. 2010. "Mycotoxic nephropathy in Bulgarian pigs and chickens: Complex aetiology and similarity to Balkan Endemic Nephropathy." *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment* 27 (1):72-88.
- Streit, E., G. Schatzmayr, P. Tassis, E. Tzika, D. Marin, I. Taranu, C. Tabuc, A. Nicolau, I. Aprodu, O. Puel, and I. P. Oswald. 2012. "Current situation of mycotoxin contamination and co-occurrence in animal feed focus on Europe." *Toxins* 4 (10):788-809.
- Suominen, K., A. Hallikainen, P. Ruokojärvi, R. Airaksinen, J. Koponen, R. Rannikko, and H. Kiviranta. 2011. "Occurrence of PCDD/F, PCB, PBDE, PFAS, and organotin compounds in fish meal, fish oil and fish feed." *Chemosphere* 85 (3):300-306.
- Til, H. P., H. E. Falke, M. K. Prinsen, and M. I. Willems. 1997. "Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats." *Food and Chemical Toxicology* 35 (3-4):337-348.
- Tipnis, U. R., and G. Y. He. 1998. "Mechanism of polyamine toxicity in cultured cardiac myocytes." *Toxicology in Vitro* 12 (3):233-240.
- Tripathi, M. K., and A. S. Mishra. 2007. "Glucosinolates in animal nutrition: A review." *Animal Feed Science and Technology* 132 (1-2):1-27.
- Ujčić Vrhovnik, I., and B. Jakovac Strajn. 2009. "Microscopic feed examination – a useful method for establishing the constituents of animal origin and botanical impurities." *Krmiva* 51 (4):229-234.
- Vrieling, K., and S. Derridj. 2003. "Pyrrolizidine alkaloids in and on the leaf surface of *Senecio jacobaea* L." *Phytochemistry* 64 (7):1223-1228.
- Whitehead, E. I., and A. L. Moxon. 1952. "Nitrate poisoning." *Agricultural Experiment Station Bulletins* (424):24 pp.
- Woclawek-Potocka, I., C. Mannelli, D. Boruszewska, I. Kowalczyk-Zieba, T. Waśniewski, and D. J. Skarzyński. 2013. "Diverse effects of phytoestrogens on the reproductive performance: Cow as a model." *International Journal of Endocrinology* 2013.
- Worbs, S., K. Köhler, D. Pauly, M. A. Avondet, M. Schaer, M. B. Dorner, and B. G. Dorner. 2011. "Ricin communis intoxications in human and veterinary medicine-a summary of real cases." *Toxins* 3 (10):1332-1372.

Yadav, P., D. Singh, A. Mallik, and Nayak. S. 2012. "Madhuca longifolia (Sapotaceae): a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology." *International Journal of Biomedical Research* 3 (7):291-305.

Yebra-Pimentel, I., R. Fernández-González, E. Martínez Carballo, and J. Simal-Gándara. 2012. "Searching ingredients polluted by polycyclic aromatic hydrocarbons in feeds due to atmospheric or pyrolytic sources." *Food Chemistry* 135 (3):2043-2051.

Yebra-Pimentel, I., E. Martínez-Carballo, J. Regueiro, and J. Simal-Gándara. 2013. "The potential of solvent-minimized extraction methods in the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish oils." *Food Chemistry* 139 (1-4):1036-1043.

Yeung, L. W. Y., E. I. H. Loi, V. Y. Y. Wong, K. S. Guruge, N. Yamanaka, N. Tanimura, J. Hasegawa, N. Yamashita, S. Miyazaki, and P. K. S. Lam. 2009. "Biochemical responses and accumulation properties of long-chain perfluorinated compounds (PFOS/PFOA/PFOA) in juvenile chickens (gallus gallus)." *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 57 (2):377-386.

Yoo, H., J. W. Washington, T. M. Jenkins, and J. J. Ellington. 2011. "Quantitative determination of perfluorochemicals and fluorotelomer alcohols in plants from biosolid-amended fields using LC/MS/MS and GC/MS." *Environmental Science and Technology* 45 (19):7985-7990.

Textes de l'Union européenne

Règlements

Règlement (UE) n° 696/2014 de la Commission du 24 juin 2014 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en acide érucique des huiles et graisses végétales et des denrées alimentaires contenant des huiles ou des graisses végétales

Règlement (CE) n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires

Règlement (CE) n° 882/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif aux contrôles officiels effectués pour s'assurer de la conformité avec la législation sur les aliments pour animaux et les denrées alimentaires et avec les dispositions relatives à la santé animale et au bien-être des animaux

Directives

Directive [91/414/CEE] du Conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

Directive 98/98/CE de la Commission du 15 décembre 1998 portant vingt-cinquième adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CEE du Conseil concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses

Directive 2002/32 du Parlement européen du 7 mai 2002 sur les substances indésirables dans les aliments pour animaux

Recommandations

Recommandation de la Commission [2006/576/CE] du 17 août 2006 concernant la présence de déoxynivalénol, de zéaralénone, d'ochratoxine A, des toxines T-2 et HT-2 et de fumonisines dans les produits destinés à l'alimentation animale (JOUE n° L 229 du 23/08/2006, pages 7 à 9)

Directive 2010/6/UE de la Commission du 9 février 2010 modifiant l'annexe I de la directive 2002/32/CE en ce qui concerne le mercure, le gossypol libre, les nitrites et Mwrah, Bassia, Madhuca

Recommandation de la Commission [2013/165/UE] du 27 mars 2013 concernant la présence de toxines T-2 et HT-2 dans les céréales et les produits à base de céréales (JOUE n° L 91 du 03/04/2013, pages 12 à 15)

Recommandation de la Commission [2014/118/UE] du 3 mars 2014 sur la surveillance des traces de retardateurs de flamme bromés dans les denrées alimentaires (JOUE n° L 65 du 05/03/2014, pages 39 et 40)

Textes nationaux

Proposition de loi visant à lutter contre l'ambrosie à feuilles d'armoise, l'ambrosie trifide et l'ambrosie à épis lisses N°964 Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 17 avril 2013. Mis en ligne le 19 avril 2013. Discuté en 1^{ère} lecture en séance publique le 5 décembre 2013

Proposition de loi visant à lutter contre les espèces végétales et animales dont la prolifération nuit à la santé humaine, N° 2340 Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale le 5 novembre 2014. Mis en ligne le 11 novembre 2014

Sites internet

<http://www.vegetox.envt.fr> (consulté le 25 Aout 2015)

ANNEXES

Annexe 1 : Bilan des appels reçus au CAPAE-Ouest à propos du risque potentiel de la présence de plantes non souhaitées dans l'ensilage (nombre d' appels période 2000-2015)

	Demande de renseignement avant réalisation ou consommation				Suspicion d'intoxication liée à l'adventice dans l'ensilage			Total
	<i>Maïs</i>	<i>Herbe</i>	<i>Non précisé</i>	<i>Autre</i>	<i>Maïs</i>	<i>Herbe</i>	<i>Non précisé</i>	
Amarante	2			1 (sorgho)				3
Bleuets		1						1
Chardon			1					1
Chenopode		2						2
Colza		1	3					4
Coquelicot		2	1					3
Datura	5	1	7	1 Sogho 1 Moha			4	19
Galega						1		1
Lychnis dioïque		1						1
Matricaire		2	1					3
Mercuriale	1	2	1					4
Morelle noire	7	1	1					9
Mouron bleu		1						1
Moutarde	1							1
Ravenelle		1						1
Sisymbre	1							1
Total	17	15	15	3		1	4	55

Annexe 1 bis : Analyse de la bibliographie concernant les impuretés botaniques

1- Impuretés botaniques renfermant des alcaloïdes

- ***Crotalaria* sp. dont *Crotalaria retusa* L. et *Crotalaria spectrabilis* Roth**

Certaines espèces de *Crotalaria* ont été décrites toxiques comme *Crotalaria retusa* et *Crotalaria spectrabilis*. L'ensemble de la plante, dont les graines, contient des alcaloïdes de type pyrrolizidine qui sont facilement absorbés par le tube digestif. Les enzymes hépatiques convertissent les alcaloïdes toxiques en pyrroles, toxiques pour les cellules du foie chez les chevaux. Les bovins (Barri et Adam, 1981), les porcs (Mc Grath *et al.*, 1975) et les volailles (Norton et O'Rourke, 1979) y sont également sensibles, avec des dommages hépatiques consécutifs à des expositions aiguës ou chroniques. Moutons et chèvres peuvent être plus résistants à ces alcaloïdes. Maskasame (1985) testant chez des rats et des moutons la toxicité potentielle de huit espèces de légumineuses de pâturage, dont trois espèces de *Crotalaria* (*C. christantiflora*, *C. incana* et *C. retusa*), a montré que *C. incana* était impropre à l'alimentation des moutons et que *C. retusa* était éventuellement toxique pour ces animaux. Le problème semble lié à la dose d'alcaloïdes présente dans chaque espèce, expliquant que certaines soient considérées comme non toxiques (*C. intermedia* Kitschy et *C. striata* DC). Les plantes peuvent être consommées spontanément au pâturage ou dans les fourrages (foins, ensilage d'herbe). Les oiseaux ne consomment pas la plante en vert mais seulement les graines mélangées à des graines pour oiseaux. *A priori*, les espèces *C. retusa* et *Cr. spectrabilis* n'existent pas en France mais sont envahissantes dans d'autres pays comme les USA où ils contaminent souvent les cultures de soja.

- ***Senecio* sp. dont *Senecio inaequidens* DC. (sénéçon du Cap) et *Senecio jacobaea* L. (sénéçon de Jacob)**

Les Sénéçons sont des plantes herbacées vivaces à floraison estivale (Sénéçon de Jacob) ou multiple (Sénéçon du Cap) qui contiennent des alcaloïdes de type pyrrolizidinique. *A priori*, tous les sénéçons sont toxiques et, en France, deux espèces prédominent : le sénéçon du Cap et le sénéçon de Jacob. Le sénéçon du Cap est une espèce envahissante originaire d'Afrique du Sud, importée malencontreusement en France, dans les années 30. Cantonnée au sud de la France, elle a colonisé progressivement tout le territoire métropolitain en remontant progressivement vers le nord. Le sénéçon de Jacob est très commun en France. Les alcaloïdes pyrrolizidiniques sont métabolisés par le foie en métabolites toxiques provoquant chez les vertébrés des lésions irréversibles (Vrieling et Derrid, 2003; Macel *et al.*, 2004). Toutes les parties de la plante sont toxiques, en vert comme séchées, et les plus fortes teneurs en principes actifs sont rencontrées dans les jeunes pousses. En cas de sécheresse, la rareté de la végétation amène parfois les animaux à consommer les feuilles et les fleurs (les chevaux sont très friands des fleurs). A la dessiccation, l'amertume liée aux alcaloïdes diminue mais les foins et les fourrages enrubbannés récoltés sur des prairies de mauvaise qualité qui sont contaminés par des sénéçons peuvent constituer une source majeure de contamination. Les chevaux et les bovins sont les espèces herbivores les plus affectées, les ovins et caprins étant peu sensibles (Cheeke, 1984). Chez le cheval, l'intoxication chronique apparaît après une consommation quotidienne de 50 à 100 g de plante fraîche pendant 7 à 8 semaines. Elle génère une accumulation progressive de métabolites toxiques dans le foie, ce qui perturbe l'élimination de l'ammoniac sous forme d'urée. Aussi, le cheval est-il en bonne santé jusqu'à l'apparition brutale de signes cliniques et d'une insuffisance hépatique, ceci parfois plusieurs mois après le début de l'ingestion. L'intoxication aiguë est rare et fait suite à une ingestion quotidienne de 300g de plante fraîche. Elle aboutit à une mort rapide après apparition de signes digestifs (coliques, inappétence, constipation, soif excessive) et nerveux (phases d'excitation et d'incoordination, associées à une baisse de la vision, engendrant des blessures) (Passemaid et Priymenko, 2007). Une surveillance serait donc à faire dans les foins, enrubbannés et ensilages d'herbe.

- ***Glycoalcaloïdes de *Solanum nigrum* L. (morelle noire)***

La morelle noire, *Solanum nigrum* L., est une plante herbacée de la famille des Solanacées, riche en glycoalcaloïdes et notamment la solanine qui peut représenter jusqu'à 1,1% de la matière sèche (Couplan, 1990). Les parties les plus toxiques sont les fruits verts et les feuilles. La toxicité est conservée après dessiccation. Elle contamine fréquemment les cultures de maïs fourragers, de maïs grain et plus rarement les prairies. Elle est devenue résistante à certains herbicides tels que l'atrazine ou la simazine et l'épandage de fumier favorise sa croissance. Les intoxications concernent principalement les bovins, porcins et volailles. La

plante est ingérée sous forme séchée ou dans l'ensilage, mais rarement fraîche car l'odeur est repoussante. Les intoxications par la morelle noire existent aussi chez les animaux de compagnie mais sont beaucoup plus rares. L'apparition de symptômes survient généralement après ingestion prolongée pendant plusieurs jours. Les signes cliniques observés sont des troubles digestifs qui peuvent être sévères (arrêt de la consommation, diarrhée, douleurs abdominales). Dans les cas graves, s'ajoutent des troubles nerveux avec abattement et prostration ainsi qu'une accélération cardiaque et respiratoire, et une anémie hémolytique. Les doses toxiques sont encore mal connues. Concernant l'ensilage, deux pieds de morelle noire par m² suffisent à provoquer une intoxication (surtout par les feuilles et fruits verts) chez les bovins (Senger and Baroux 1984; Lorgue 1995). Les bovins s'intoxiquent en consommant l'ensilage contaminé (plus de 10 à 15 % de morelle du poids frais d'ensilage). Les troubles graves apparaissent à partir de 3 à 25 g de solanine pour 100 kg de fourrage (Couplan 1990). Une surveillance serait donc à faire dans le maïs grain et l'ensilage de maïs.

- ***Galega officinalis* L. (galéga officinal)**

Galega officinalis est considérée comme une plante envahissante vivace poussant dans les fossés et les zones humides de la moitié sud de la France, de l'Aquitaine aux Pyrénées. Elle résiste mal aux grands froids et affectionne plutôt les sols acides, pauvres en matière organique, compacts, argileux ou siliceux. Elle contient divers alcaloïdes (galéagine et hydroxygaléagine) ainsi qu'un glucoside flavonique (galutéoline). Toute la plante est toxique : les racines pendant tout le développement de la plante et les parties aériennes, de la floraison à la formation des fruits. L'ensoleillement et l'humidité augmentent sa toxicité. L'intoxication survient surtout au pâturage en période de sécheresse ou par distribution de foin ou d'ensilage contaminé. Un fourrage contenant 10% de *Galega* est considéré comme dangereux. Sa présence en fleurs ou avec les gousses dans le foin est à proscrire. L'intoxication à la *galéga* est la quatrième cause d'appel de toxicologie végétale chez le mouton. Un cas d'intoxication grave a été relevé sur des ovins en Champagne dans le secteur du Lac du Der en août 2008, où 90 moutons (50% du troupeau) sont morts après avoir ingéré du fourrage contaminé (GDSI Aout 2008, Chambre d'Agriculture de la Marne). Les bovins et les équins sont également fréquemment touchés par cette intoxication (Fraiture, 2014). La dose toxique est de 400 g de plante fraîche (ou 100 g de plante séchée) chez la brebis et 4 kg de plante fraîche chez la vache (Roch et Buronfosse, 2007). Chez le cheval, des cas d'intoxication ont aussi été rapportés à partir de 40 g de plante séchée ingérée. Chez les ovins, la dose létale est de 6 à 12 g de plante fraîche/kg de poids vif (Boutines, 1992; Lelong, 2008). Une surveillance serait donc à faire dans les foin, enrubbés et ensilages d'herbe.

2- Impuretés botaniques renfermant d'autres molécules toxiques

- ***Amaranthus* sp. dont *Amaranthus retroflexus* L. (amarante réfléchie) : oxalates et nitrates**

Toutes les amarantes sont toxiques mais les cas décrits concernent l'amarante à racine rouge ou réfléchie (*Amaranthus retroflexus*). Cette plante est une herbacée que l'on retrouve dans toute la France, notamment dans le sud car elle supporte très bien le temps sec. C'est une plante adventice très abondante dans certaines cultures fourragères comme le maïs ou le sorgho. Toute la plante est toxique (en particulier les feuilles), principalement pendant la période de floraison; la plante conservant sa toxicité après dessiccation. La consommation directe de la plante fraîche par les ruminants est plutôt rare mais peut survenir en période de sécheresse. L'intoxication par consommation de fourrages ou d'ensilages contaminés est plus fréquente. Elle peut provoquer divers effets toxiques chez les bovins (arrêt de la rumination, diarrhée parfois hémorragique), chez les ovins (ataxie, paralysie) ou même chez les porcs (œdème péri rénal). Cependant on ignore quel est le composé toxique responsable. Dans les feuilles de cette plante, l'accumulation d'acide oxalique peut atteindre jusqu'à 12 à 30% de son poids sec (ENVV, 1985). La quantité maximale d'oxalates tolérée par voie orale par les ruminants est comprise entre 0,1 et 0,5 g/kg de PV (Bruneton, 2001). Cet écart assez large est dû au fait qu'une partie de la flore ruminale est capable de dégrader les sels d'oxalate. L'amarante à racine rouge peut aussi accumuler des nitrates (de 0,2 à 1,5% de la MS) en concentrations toxiques (Osweiler *et al.* 1985). La dose toxique est mal connue (Pouliquen, 2004). Une surveillance serait donc à faire dans le maïs et sorgho grain, et l'ensilage de maïs.

- ***Hypericum* sp. dont *Hypericum perforatum* L. (millepertuis perforé): hypéricine**

Les millepertuis sont communs en France, sauf dans une partie des Alpes et des Pyrénées, et rares dans le midi méditerranéen. Le plus abondant, le millepertuis perforé (*Hypericum perforatum* L.) est abondant dans les prairies, affectionne les sols secs à frais et supporte des sols sablonneux ou peu fertiles. Toute la plante est

toxique, particulièrement les fleurs. Le millepertuis contient de l'hypéricine, pigment dérivé de la naphthodianthrone qui possède des propriétés photosensibilisantes par ingestion. L'hypéricine n'est pas dégradée par la digestion. Absorbée, elle se combine à l'oxygène et est alors responsable d'une réaction de photosensibilisation dite primaire. Les doses toxiques sont de l'ordre de 100 g de plante fraîche par jour pendant 1 à 3 semaines chez les ovins (Beasley et Poppenga, 1999). L'hypéricine peut passer dans le lait et être ainsi responsable d'intoxication chez le jeune nourri sous la mère (Langar, 1971). La toxicité de la plante étant conservée après dessiccation, le foin serait une matrice à surveiller.

- ***Chenopodium* dont *Chenopodium album* L. (chénopode blanc) : nitrates et oxalates**

Le chénopode blanc figure parmi les adventices majeurs des cultures de printemps et d'été. Mésophile et nitrophile, le chénopode blanc est présent sur tout le territoire et peut s'adapter à tous les sols, affectionnant les sols fertiles et non calcaires. La plante colonise principalement les cultures d'été (tournesol, maïs, soja, sorgho) et de printemps (féverole, orge, pois, lin). Une étude nationale révèle aussi que depuis des décennies, cette plante serait l'adventice la plus présente dans les cultures de maïs et de tournesol (Quillet, 2010). Toute la plante est toxique et conserve sa toxicité après dessiccation. Le chénopode peut provoquer la maladie et la mort chez le bétail s'il est consommé en grandes quantités. La plante peut accumuler des nitrates et des oxalates solubles et il est probable que ce sont les fortes concentrations en oxalates qui soient responsables des intoxications observées chez des bovins et des moutons (Whitehead and Moxon 1952, Cooper and Johnson 1984). Toutefois la dose toxique n'est pas connue. Une surveillance serait donc à faire dans le maïs, le sorgho et le tournesol.

- ***Madhuca longifolia***

Madhuca longifolia et d'autres espèces de *Madhuca* sont des plantes à grandes feuilles persistantes ou semi-persistantes, largement cultivées, sous les climats chauds, pour leurs graines contenant de l'huile. Les saponines présentes dans *Madhuca longifolia*, et d'autres espèces de *Madhuca*, sont considérés comme des composés potentiellement indésirables dans les aliments (EFSA, 2009), mais qui ont été retirés de la liste des impuretés botaniques indésirables en 2010 (directives 2010/6/UE), malgré l'avis défavorable de l'Anses (Anses, 2010). *Madhuca longifolia* contient des sapogénines triterpénoïdes, des stéroïdes, des saponines, des flavonoïdes et des glycosides. Les saponines seraient les substances principalement responsables de la toxicité de *Madhuca longifolia* en alimentation animale. Les résultats d'études conduites sur ruminants recevant des tourteaux de graines de *Madhuca* montrent qu'ils sont plus tolérants que les animaux monogastriques et qu'ils peuvent tolérer des niveaux d'incorporation jusqu'à un maximum de 20% de la ration sèche totale (Khaing et al., 2015). Les études de toxicité de graines de *Madhuca* sur les animaux monogastriques sont rares. Aucune étude n'a été menée sur les chevaux, les porcs, les lapins ou les chiens. Aucune donnée sur la présence de *Madhuca* dans les aliments en tant qu'impureté botanique n'existe. Par ailleurs, en raison de sa valeur alimentaire limitée comme aliment pour le bétail, *Madhuca* ne serait pas importée dans l'UE que ce soit sous forme de graines entières ou de tourteau (Yadav et al., 2012).

3- Autres plantes renfermant des composés toxiques non identifiés

- **Les mercuriales dont *Mercurialis perennis* L. (mercuriale vivace) et *Mercurialis annua* L. (mercuriale annuelle)**

Les mercuriales sont très communes en France et se retrouvent souvent dans les cultures de printemps ou d'été (maïs, soja, sorgho, tournesol). Elles s'adaptent à des natures de sol très différentes et se développent très bien même en milieu très sec ou par temps sec. La plante est dioïque et seule la plante femelle est toxique: la toxicité est maximale de la floraison à la formation des graines et n'est que partiellement diminuée lors de la dessiccation. Le principe actif à l'origine des intoxications est inconnu. La mercuriale contient une méthylamine (appelée parfois mercurialine) et une triméthylamine, une saponine, un principe purgatif amer et un chromogène (l'hermidine) qui colore l'urine en rouge lorsqu'il est oxydé. Toutes les espèces animales sont susceptibles d'être intoxiquées par la mercuriale mais les ruminants sont les plus exposés. Les cas décrits dans la littérature concernent essentiellement des bovins et des ovins. Les animaux s'intoxiquent en consommant des fourrages ou des ensilages fortement contaminés par la plante qui est devenue partiellement voire totalement résistante aux herbicides du maïs (atrazine, simazine). Les quantités de mercuriale nécessaires à l'apparition de symptômes d'intoxication sont connues de manière assez approximative. Pour un bovin adulte, la dose létale serait comprise entre 10 et 15 kg de matière brute (Delatour et Jean Blain, 1977). Comme le principe toxique

s'accumule dans l'organisme, 2 à 3 kg par jour pendant 4 à 6 jours suffiraient à produire une intoxication grave, voire mortelle (Delatour et Jean Blain, 1977). Pour les ovins, une consommation de 200 g de plante fraîche par jour pendant 6 jours induit une diminution de la numération globulaire par un facteur trois ($2,3 \cdot 10^6/\text{mm}^3$ au lieu de $6,8 \cdot 10^6/\text{mm}^3$) (El Bahri, 1981). Une surveillance serait donc à faire dans le maïs et sorgho grain, et l'ensilage de maïs.

- ***Hypochoeris radicata* L. (porcelle enracinée)**

Hypochoeris radicata est une plante très résistante à la sécheresse. Cette plante vivace très commune sur sols moyennement acides et sablonneux, pousse partout en France hors des terrains agricoles (des traitements fréquents avec des herbicides l'en chassent). Fréquemment rencontrée dans les prairies, le surpâturage ou la raréfaction de l'herbe en raison de la sécheresse peuvent conduire à l'ingestion de cette plante par les équins. Une fois ingérée (fraîche ou dans le foin) à des doses variables selon les individus et leur sensibilité, la toxine de cette plante déclenche une altération progressive de la locomotion (maladie dite du harper australien). Une multiplication anormale de cas a été enregistrée depuis la fin de l'été 2003 par le Réseau d'Epidémiosurveillance des Pathologies Equines. Les vétérinaires membres de ce réseau d'alerte avaient déjà signalé une cinquantaine de cas en France dont plus de la moitié pour la seule région Midi-Pyrénées, conduisant parfois à l'abattage des animaux. Une surveillance serait donc à faire dans les foins, enrubannés et ensilages d'herbes.

Annexe 2 : Traitement des données d'analyses

• **Traitement des données censurées**

L'hypothèse maximaliste UB (« Upper Bound ») a été retenue, c'est-à-dire que les données ont été transformées comme suit :

- En cas de non détection (<LOD), l'échantillon est supposé être contaminé à la LOD ;
- En cas de non quantification (<LOQ), l'échantillon est supposé être contaminé à la LOQ ;
- En cas de quantification, la valeur issue de l'analyse est conservée.

• **Traitement des doublons**

Quand, pour un même échantillon, une analyse est effectuée plusieurs fois, la valeur retenue est la valeur maximale de ces différents résultats.

• **Traitement des sommes réglementées (exemple : camphéchlone, somme de CHB26, 50 et 62)**

Les sommes ont été calculées comme défini dans la directive 2002/32/CE amendée du Parlement européen et du Conseil.

Le choix de l'hypothèse de contamination retenue (UB) a été appliqué à chaque congénère avant le calcul des sommes.

L'hypothèse UB « Upper Bound » a été retenue afin de maximiser le risque.

Dans cette hypothèse, les échantillons pour lesquels le contaminant n'est pas détecté (concentration<LOD) sont supposés être contaminés à hauteur de la LOD tandis que les échantillons pour lesquels la substance est détectée mais non quantifiée (LOD<concentration<LOQ) sont supposés être contaminés à la LOQ. Les résultats quantifiés ont été conservés tels quels.

La somme est ensuite calculée en sommant les valeurs obtenues en retenant cette hypothèse,

Cette méthodologie est également celle appliquée dans d'autres études de l'Anses (par exemple EATi). Néanmoins, elle diffère de la méthode utilisée lors du précédent AST et peut, par conséquent, être à l'origine de différences en cas de comparaison des résultats obtenu entre ces deux AST.

• **Traitement des sommes PCB et dioxines**

Les facteurs d'équivalence toxique (TEF) retenus pour ces calculs sont issus des conclusions de la réunion des experts du programme international sur la sécurité des substances chimiques (PISSC) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui s'est tenue en juin 2005, à Genève (Martin van den Berg et al. 2006)

En application de cette méthodologie, 3 sommes ont ainsi été calculées :

- DIOXFUR2005_UB : somme des dibenzo-para-dioxines (PCDD) et des dibenzo-para-furanes (PCDF) utilisant les TEF définis en 2005 par l'OMS ;
- DIOXFURPCBDL2005_UB : somme des PCDD, PCDF et polychlorobiphényles de type dioxine (PCB-DL) utilisant les TEF définis en 2005 par l'OMS ;
- PCB12005_UB : somme des PCB indicateurs, excepté le PCB 118.

Ces sommes remplacent les sommes directement calculées par la DGAI et DGCCRF dans leurs jeux de données. En cas d'absence des résultats d'analyse de chaque congénère, les sommes telles que calculées par les tutelles sont retenues.

• **traitement des unités**

L'ensemble des unités du jeu de données a été homogénéisé. Tous les résultats sont exprimés en µg/kg. Cette conversion a également été appliquée aux limites maximales de la réglementation.

• **traitement de certaines sommes de contaminants réglementés**

En dehors de la familles des dioxines et PCBs, 5 familles de contaminants sont réglementées sur une somme. Il s'agit des composés suivants :

- Chlordane cis/trans et chlordane oxy ;
- Aldrine et dieldrine ;
- op-DDT, pp-DDT, op-DDD, pp-DDD, op-DDE et pp-DDE ;
- Endosulfan alpha, endosulfan beta et endosulfan sulfate ;
- Fumonisines B1 et B2.

Ces sommes ont donc toutes été calculées à partir des résultats individuels présents dans les données. A défaut de résultat individuel, les sommes déjà calculées par les tutelles ont été prise en compte.

Annexe 3 : Nomenclature et classification des matrices utilisées en alimentation animale

Groupe A	Sous-groupe B	Sous-groupe C	Sous-groupe D	Sous-groupe E	Précisions
Autres				Autres	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets porcins		Aliments complets porcins	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets porcins		Aliments complets jeunes porcins (porcelets)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants adultes	Aliments complets bovins	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants adultes	Aliments complets ovins	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants adultes	Aliments complets caprins	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants laitiers	Aliments complets bovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants laitiers	Aliments complets ovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets ruminants laitiers	Aliments complets caprins en lactation	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets jeunes ruminants	Aliments complets jeunes bovins (veaux)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets jeunes ruminants	Aliments complets jeunes ovins (agneaux)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets ruminants	Aliments complets jeunes ruminants	Aliments complets jeunes caprins (chevreaux)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles adultes	Aliments complets autres volailles	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets volailles pondeuses	Aliments complets poules pondeuses	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets volailles	Aliments complets jeunes volailles	Aliments complets poussins	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets animaux domestiques		Aliments complets pour animaux de compagnie	chien, chat, poisson d'ornement
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets animaux domestiques		Aliments complets pour animaux de compagnie contenant des produits issus de la mer	Aliments contenant des poissons, animaux aquatiques, algues, ...
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets animaux domestiques		Aliments complets pour animaux à fourrure	lapins
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets poissons		Aliments complets poissons (hors salmonidés)	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets poissons		Aliments complets salmonidés	
Aliments composés	Aliments complets	Aliments complets équins		Aliments complets équins	
Aliments composés	Aliments complets			Autres aliments complets	Autres animaux de la ferme

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2015-SA-0076

Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires porcins		Aliments complémentaires porcins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires porcins		Aliments complémentaires jeunes porcins (porcelets)	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants adultes	Aliments complémentaires bovins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants adultes	Aliments complémentaires ovins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants adultes	Aliments complémentaires caprins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants laitiers	Aliments complémentaires bovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants laitiers	Aliments complémentaires ovins en lactation	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires ruminants laitiers	Aliments complémentaires caprins en lactation	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires jeunes ruminants	Aliments complémentaires jeunes bovins (veaux)	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires jeunes ruminants	Aliments complémentaires jeunes ovins (agneaux)	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires ruminants	Aliments complémentaires jeunes ruminants	Aliments complémentaires jeunes caprins (chevreaux)	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles adultes	Aliments complémentaires autres volailles	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complémentaires volailles pondeuses	Aliments complémentaires poules pondeuses	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires volailles	Aliments complets jeunes volailles	Aliments complémentaires poussins	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires animaux domestiques		Aliments complémentaires pour animaux de compagnie	chien, chat, poisson d'ornement
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires animaux domestiques		Aliments complémentaires pour animaux de compagnie contenant des produits issus de la mer	Aliments contenant des poissons, animaux aquatiques, algues, ...
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires animaux domestiques		Aliments complémentaires pour animaux à fourrure	lapins
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires poissons		Aliments complémentaires poissons (hors salmonidés)	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires poissons		Aliments complémentaires salmonidés	
Aliments composés	Aliments complémentaires	Aliments complémentaires équins		Aliments complémentaires équins	

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2015-SA-0076

Aliments composés	Aliments complémentaires			Autres aliments complémentaires	Autres animaux de la ferme
Aliments composés	Aliments minéraux			Aliments minéraux	
Prémélanges				Prémélanges	
Acides aminés				Acides aminés	
Acides aminés				Acide guanidinoacétique (GAA)	
Acides aminés				Urée	
Acides aminés				Biuret	
Additifs	Oligo-éléments			Oligo-éléments autres	
Additifs	Oligo-éléments			oxyde de Zinc	
Additifs	Oligo-éléments			oxyde de Manganèse	
Additifs	Oligo-éléments			oxyde de Cuivre	
Additifs	Oligo-éléments			sulfate de Cuivre	
Additifs	Oligo-éléments			carbonate de Cuivre	
Additifs	Oligo-éléments			sulfate de Manganèse	
Additifs	Oligo-éléments			oxyde de Magnésium	
Additifs	Oligo-éléments			carbonate de Fer	
Additifs	Oligo-éléments			carbonate de Magnésium	
Additifs	Oligo-éléments			carbonate de Calcium	
Additifs	Oligo-éléments			carbonate de Calcium/Magnésium	
Additifs	Oligo-éléments			trihydroxychlorure de dicuivre	
Additifs	Oligo-éléments			Autres carbonates, bicarbonates	
Additifs	Oligo-éléments			Phosphate	
Additifs	Liants			Liants	gomme de guar, argile
Additifs	Liants			Clinoptilolite d'origine volcanique	
Additifs	Liants			Natrolite-phonolite	
Additifs	Liants			Vermiculite	
Additifs	Liants			Argiles kaolinitiques	
Additifs	Liants			Aluminates de calcium synthétiques	
Additifs	Liants			Clinoptilolite d'origine sédimentaire	
Matières premières	Matières premières minérales			Coquilles marines calcaires	
Matières premières	Matières premières minérales			Algues, coraux	
Matières premières	Matières premières d'origine marine			Crustacés marins	
Matières premières	Matières premières d'origine marine			Farine de crustacés	krill, ...
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Autres céréales	Avoine, riz, seigle, millet, sorgho

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2015-SA-0076

Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Blé	Blé tendre (froment), blé, dur, triticale
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Maïs grain	Grains secs, ensilé inertés, cribs
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Orge	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Autres Fourrages	Déshydratés (Luzerne, trèfles), verts ou ensilés
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Céréales		Mais fourrage	ensilés
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Autres graines oléagineux	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de colza	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de coton	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de tournesol	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de lin	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de cameline	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Graines de moutarde	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines oléagineuses		Amandes	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines protéagineuses		Graines protéagineux	Pois, féverole, lupin, légumes secs, fêrugrec
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Graines protéagineuses		Graines de soja	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Racines et tubercules		Autres cacines et tubercules	Betterave fourragère, pomme de terre, chicorée, ...
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Racines et tubercules		Manioc	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Autres Tourteaux	coton...
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux arachide	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de tournesol	T industriels
Matières premières	Matières premières	Sous-produits d'origine	Tourteaux	Tourteaux de colza	T gras de ferme, T industriels

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2015-SA-0076

	d'origine végétale	végétale			
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de soja	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de palme	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de graines de coton	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Coques et tourteaux de cacao	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux d'amandes	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Tourteaux	Tourteaux de lin	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Ss produits maïs	ss produits amidonnerie maïs (Corn gluten feed ...)
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Remoulage de maïs	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Son de maïs	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Gluten de maïs	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Corn gluten feed	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale	Sous-produits issus du maïs	Solubles de maïs	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale			Huiles végétales	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Autres ss produits végétaux	Pulpes (betteraves, agrumes, citrus), sons (blés, riz), ss produits de meunerie, brasserie, distillerie, semoulerie et sucrerie
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Son d'orge	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Résidus de criblage d'orge de malterie	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Drèches	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Remoulage d'avoine	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Son d'avoine	

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2015-SA-0076

Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Son de riz	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Farine basse de seigle	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Remoulage de seigle	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Son de seigle	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Radicelles de malt	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Wheat gluten feed	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Solubles de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Farine basse de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Remoulage de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Son de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Solubles de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Gluten de blé	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Résidu de criblage de grains de céréales	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Mélasses	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Pulpes de betterave	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Epluchures de carottes cuites à la vapeur	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Chutes de carotte	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Epluchures de pommes de terre traitées à la vapeur	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Chutes de pommes de terre	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Pulpes de pomme de terre	
Matières premières	Matières premières	Sous-produits d'origine		Protéine de pomme de terre	

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2015-SA-0076

	d'origine végétale	végétale			
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Marc de pomme	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Pulpe d'agrumes séchée	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Marc de raisin	
Matières premières	Matières premières d'origine végétale	Sous-produits d'origine végétale		Farine de graines de coton	
Matières premières	Matières premières d'origine animale			Farines de poisson	Y compris hydrolysats de protéines de poissons
Matières premières	Matières premières d'origine animale			Graisses animales	
Matières premières	Matières premières d'origine animale			Huile de poisson	
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Autres ss produits animaux	Ovoproduits , produits laitiers...
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Babeurre	
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Autres produits laitiers déclassés	
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Poudre de lait	
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Lactosérum	
Matières premières	Matières premières d'origine animale	Sous-produits d'origine animale		Gélatine	
Matières premières	Matières premières minérales			sel	Marin ou minier
Matières premières	Autres			Coproducts divers	
Matières premières	Autres			Coproducts de levure	
Matières premières	Autres			Vinasses	
Matières premières	Autres			Biscuits déclassés	
Matières premières	Autres			Confiseries déclassées	
Matières premières	Autres			Huiles acides issues d'un raffinage chimique	
Matières premières	Autres			Distillats d'acides gras issus d'un raffinage physique	
Matières premières	Autres			Pâtes de neutralisation	
Matières premières	Autres			Glycérine	

Annexe 4 : Analyse des scores d'occurrence pour les matrices par contaminant
Tableaux 1 à 20

Les tableaux ont été complétés de la façon suivante :

X : couple pertinent

XX : couple d'intérêt

XXX : couple matrice-analyte à cibler en priorité

() Signifie que le calcul de score porte sur moins de 6 analyses et le classement du couple est donc eu robuste

Ces tableaux ne constituent pas une hiérarchie de risques entre les différents contaminants, mais une hiérarchie des matrices pour un contaminant donné

Tableau 1 : Arsenic

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	81	13	48	5	4	19,33	XX
Liants	4	0	0	1	2	12,5	(XXX)
Oligo-éléments	77	13	48	4	2	16,98	X
Aliments composés	401	126	192	15	6		
Aliments complémentaires	93	32	35	8	6		
Aliments complémentaires équins	6	1	4	0	0	3,67	X
Aliments complémentaires porcins	7	1	3	2	1	10,20	XX
Aliments complémentaires ruminants	70	28	25	5	2	14,70	X
Aliments complémentaires volailles	6	1	2	0	3	14,28	XXX
Aliments complets	250	94	108	0	0		
Aliments complets animaux à fourrure	5	1	4	0	0	4,02	(X)
Aliments complets animaux de compagnie	16	7	6	0	0	4,75	X
Aliments complets poissons	43	0	43	0	0	13,11	X
Aliments complets porcins	66	35	16	0	0	8,24	X
Aliments complets ruminants	26	9	11	0	0	6,07	X
Aliments complets volailles	89	42	23	0	0	9,32	X
Aliments minéraux	58	0	49	7	0	17,46	XX
Matières premières	140	35	53	8	1		
Matières premières d'origine animale	31	3	27	1	0	11,13	X
Matières premières d'origine marine	2	1	1	0	0	2,12	(X)
Matières premières d'origine végétale	82	30	13	1	1	7,84	X
Céréales	53	19	9	1	0	5,76	X
Graines oléagineuses	2	1	0	0	0	0,70	(X)
Graines protéagineuses	1	0	0	0	0	0	
Racines et tubercules	1	1	0	0	0	1	(X)
Sous-produits d'origine végétale	25	9	4	0	1	5,4	X
Matières premières minérales	24	1	12	6	0	11,22	XX
Prémélanges	26	2	2	2	18	38,43	XXX

Tableau 2 : Cadmium

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	123	28	69	8	0	18,57	X
Liants	32	4	22	0	0	8,48	X
Oligo-éléments	91	24	47	8	0	16,56	X
Aliments composés	442	84	317	15	6		
Aliments complémentaires	111	24	67	6	5		
Aliments complémentaires équins	8	2	4	1	1	8,83	XX
Aliments complémentaires porcins	7	3	4	0	0	4,15	X
Aliments complémentaires ruminants	85	17	57	3	2	18	X
Aliments complémentaires volailles	4	2	0	0	2	11	(XXX)
Aliments complets	246	57	175	4	1		
Aliments complets animaux à fourrure	8	0	7	1	0	6,71	XX
Aliments complets animaux de compagnie	17	7	10	0	0	6,54	X
Aliments complets poissons	43	0	39	3	1	15,70	XX
Aliments complets porcins	61	21	39	0	0	12,67	X
Aliments complets ruminants	25	3	17	0	0	7,4	X
Aliments complets volailles	85	19	63	0	0	15,72	X
Aliments minéraux	85	3	75	5	0	19,30	XX
Matières premières	202	77	80	6	1		
Matières premières d'origine animale	28	13	10	4	1	11,90	XX
Matières premières d'origine marine	167	60	70	2	0	16,25	X
Matières premières d'origine végétale	88	35	29	1	0	10,44	X
Céréales	3	1	2	0	0	2,88	(X)
Graines oléagineuses	7	5	1	0	0	2,64	X
Graines protéagineuses	1	0	1	0	0	2	X
Racines et tubercules	66	18	37	1	0	11,93	(X)
Sous-produits d'origine végétale	2	1	0	0	0	0,70	X
Matières premières minérales	6	4	0	0	0	1,63	X
Prémélanges	52	17	33	0	0	11,51	X

Tableau 3: Fluor

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	88	5	46	20	14	35,92	XX
Liants	20	0	8	4	8	25,93	XXX
Oligo-éléments	68	5	38	16	6	26,80	XX
Aliments composés	235	5	163	11	53		
Aliments complémentaires	48	0	42	6	0		
Aliments complémentaires équins	7	0	6	1	0	6,42	XX
Aliments complémentaires porcins	3	0	3	0	0	3,46	X
Aliments complémentaires ruminants	33	0	28	5	0	14,10	XX
Aliments complémentaires volailles	2	0	2	0	0	2,82	(X)
Aliments complets	126	5	116	0	3		
Aliments complets animaux à fourrure	2	0	2	0	0	2,82	(X)
Aliments complets animaux de compagnie	4	0	4	0	0	4	(X)
Aliments complets poissons	21	1	20	0	0	8,94	X
Aliments complets porcins	39	2	35	0	1	13,13	XX
Aliments complets ruminants	16	0	13	0	2	11,5	XX
Aliments complets volailles	44	2	42	0	0	12,96	X
Aliments minéraux	61	0	5	5	50	68,49	XXX
Matières premières	38	0	21	12	5		
Matières premières d'origine animale	9	0	5	4	0	10	XX
Matières premières d'origine marine	2	0	1	1	0	4,94	XX
Matières premières d'origine végétale	4	0	3	0	1	8	XX
Céréales	3	0	2	0	1	8,08	(XX)
Matières premières minérales	23	0	12	7	4	20,64	XX
Prémélanges	18	0	7	9	2	18,62	XX

Tableau 4: Mercure

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	31	5	1	2	3	8,44	X
Liants	19	2	1	2	3	10,09	XX
Oligo-éléments	12	3	0	0	0	0,86	X
Aliments composés	344	129	29	5	0		
Aliments complémentaires	76	18	6	2	0		
Aliments complémentaires équins	5	3	0	1	0	3,57	(X)
Aliments complémentaires porcins	2	1	1	0	0	2,12	(X)
Aliments complémentaires ruminants	6	0	2	0	0	1,63	X
Aliments complémentaires volailles	56	12	3	1	0	3,07	X
Aliments complets	2	1	0	0	0		
Aliments complets animaux à fourrure	214	100	21	3	0	10,73	X
Aliments complets animaux de compagnie	5	1	0	0	0	0,44	(X)
Aliments complets poissons	24	8	3	0	0	2,85	X
Aliments complets porcins	77	52	16	3	0	11,28	X
Aliments complets ruminants	51	19	1	0	0	2,94	X
Aliments complets volailles	8	3	0	0	0	1,06	X
Aliments minéraux	49	17	1	0	0	2,714	X
Matières premières	177	51	39	12	6		
Matières premières d'origine animale	101	37	37	12	6	22,98	XX
Matières premières d'origine marine	2	2	0	0	0	1,41	(X)
Matières premières d'origine végétale	51	8	1	0	0	1,40	X
Céréales	27	4	1	0	0	1,15	X
Graines oléagineuses	2	1	0	0	0	0,70	(X)
Graines protéagineuses	1	0	0	0	0	0	
Racines et tubercules	1	0	0	0	0	0	
Sous-produits d'origine végétale	18	1	0	0	0	0,23	X
Matières premières minérales	22	4	1	0	0	1,27	X
Prémélanges	18	2	1	0	0	0,94	X

Tableau 5 : Plomb

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	124	27	75	3	5	21,73	X
Liants	33	1	25	2	5	19,32	XX
Oligo-éléments	91	26	50	1	0	13,73	X
Aliments composés	439	220	123	3	8		
Aliments complémentaires	112	59	21	1	4		
Aliments complémentaires équins	8	3	2	0	0	2,47	X
Aliments complémentaires porcins	7	1	2	0	1	5,66	XX
Aliments complémentaires ruminants	85	51	15	1	0	9,32	X
Aliments complets	242	159	26	0	0		
Aliments complets animaux à fourrure	7	4	2	0	0	3,02	X
Aliments complets animaux de compagnie	17	4	9	0	0	5,33	X
Aliments complets poissons	42	37	2	0	0	6,32	X
Aliments complets porcins	61	40	6	0	0	6,65	X
Aliments complets ruminants	25	18	0	0	0	3,60	X
Aliments complets volailles	83	50	6	0	0	6,80	X
Aliments minéraux	85	2	76	2	4	22,12	XX
Matières premières	202	82	38	1	1		
Matières premières d'origine animale	28	24	3	0	0	5,66	X
Matières premières d'origine végétale	167	57	32	1	0	9,75	X
Céréales	88	40	14	0	0	7,24	X
Graines oléagineuses	3	1	1	0	0	1,73	X
Graines protéagineuses	7	0	0	0	0	0	
Sous-produits d'origine végétale	66	15	17	1	0	6,64	X
Matières premières minérales	6	1	3	0	1	6,94	XX
Prémélanges	52	18	32	0	0	11,37	X

Tableau 6 : Nitrite

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments composés	20	0	11	3	0	8,27	X
Aliments complets	20	0	11	3	0	8,27	X
Aliments complets poissons	20	0	11	3	0	8,27	X
Matières premières	8	0	2	0	0	1,41	X
Matières premières d'origine animale	5	0	1	0	0	0,89	(X)
Matières premières d'origine végétale	3	0	1	0	0	1,15	(X)

Tableau 7 : Melamine

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Acides aminés	9	0	0	0	0	0	
Aliments composés	9	0	0	0	0	0	
Aliments complémentaires	4	0	0	0	0	0	
Aliments complémentaires ruminants	4	0	0	0	0	0	
Aliments complets	5	0	0	0	0	0	
Aliments complets animaux de compagnie	3	0	0	0	0	0	
Aliments complets ruminants	1	0	0	0	0	0	
Aliments complets volailles	1	0	0	0	0	0	
Matières premières	29	0	0	0	0	0	
Matières premières d'origine végétale	29	0	0	0	0	0	
Céréales	1	0	0	0	0	0	
Sous-produits d'origine végétale	27	0	0	0	0	0	
Prémélanges	6	0	0	0	0	0	

Tableau 8 : VTO

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complets volailles adultes	14	3	1	4	0	6.68	X
Aliments complets poules pondeuses	4	2	0	0	0	1	X
Aliments complets poussins	1	1	0	0	0	1	X

Tableau 9 : Théobromine

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complets pour animaux de compagnie	10	0	0	2	6	22.1	XXX

Tableau 10 : Gossypol

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Graines de coton	2	0	0	1	0	10.6	XXX

Tableau 11 : Essence volatile de moutarde

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complets volailles adultes	1	0	1	0	0	2	X
Tourteau de colza	39	1	33	0	0	10.7	X
Blé	1	0	0	0	0	0	

Tableau 12 : Acide cyanhydrique

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Graines de lin	7	0	2	2	3	16.6	XXX
Tourteau de lin	17	3	11	3	0	9.7	XX
Aliments complets porcins	1	1	0	0	0	1	X
Aliments complets pour animaux de compagnie	1	0	1	0	0	2	X

Tableau 13 : Aflatoxine B1

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complémentaires équins	2	1	0	0	0	0,71	(X)
Aliments complémentaires porcins	2	2	0	0	0	1,41	(X)
Aliments complémentaires jeunes bovins (veaux)	7	2	0	0	0	0,76	X
Aliments complémentaires bovins	80	49	10	0	0	7,71	X
Aliments complémentaires bovins en lactation	49	16	8	0	0	4,71	X
Aliments complémentaires caprins en lactation	1	0	0	0	0	0	
Aliments complets pour animaux à fourrure	11	11	0	0	0	3,32	X
Aliments complets pour animaux de compagnie	4	2	0	0	0	1	(X)
Aliments complets équins	9	8	0	0	0	2,67	X
Aliments complets poissons (hors salmonidés)	18	13	2	1	0	5,19	X
Aliments complets jeunes porcins (porcelets)	10	3	0	0	0	0,95	X
Aliments complets porcins	31	19	5	0	0	5,21	X
Aliments complets jeunes bovins (veaux)	5	3	0	0	0	1,34	X
Aliments complets bovins	53	32	8	0	0	6,59	X
Aliments complets bovins en lactation	9	3	1	0	0	1,67	X
Aliments complets poussins	2	1	0	0	0	0,71	X
Aliments complets autres volailles	45	25	5	0	0	5,22	X
Aliments complets poules pondeuses	5	2	0	0	0	0,89	
Autres aliments complets	1	0	0	0	1	10	(XXX)
Aliments minéraux	1	0	0	0	0	0	
Biscuits déclassés	1	0	0	0	0	0	
Autres céréales	42	38	0	0	0	5,86	X
Autres Fourrages	21	12	2	0	0	3,49	X
Mais fourrage	18	15	1	0	0	4,01	X
Maïs grain	56	30	2	0	1	5,88	X
Orge	3	0	1	0	0	1,16	(X)
Autres graines oléagineux	4	3	0	1	0	4,00	(X)
Graines de tournesol	1	0	0	0	0	0	
Graines de soja	3	2	1	0	0	2,31	X
Corn gluten feed	1	1	0	0	0	1	
Ss produits maïs	26	24	2	0	0	5,49	X
Coques et tourteaux de cacao	2	1	1	0	0	2,12	X
Tourteaux arachide	3	0	2	0	1	8,08	XX
Tourteaux de colza	20	14	2	0	0	4,03	X
Tourteaux de lin	1	1	0	0	0	1	(X)
Tourteaux de palme	5	1	0	0	0	0,45	(X)
Tourteaux de soja	31	20	7	0	0	6,11	X
Tourteaux de tournesol	31	18	6	0	0	5,39	X
Drêches	5	3	0	0	0	1,34	X
Pulpes de betterave	1	1	0	0	0	1	(X)
Son de riz	4	3	1	0	0	2,5	(X)

Tableau 14 : Désoxynivalénol

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complémentaires jeunes porcins	2	0	1	0	0	1,41	(X)
Aliments complémentaires porcins	10	1	7	1	0	6,33	X
Aliments complémentaires jeunes bovins	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments complémentaires bovins	39	11	25		1	11,37	X
Aliments complémentaires bovins en lactation	25	4	14	0	0	6,40	X
Aliments complémentaires autres volailles	1	1	0	0	0	1	(X)
Aliments complets pour animaux à fourrure	2	0	2	0	0	2,83	X
Aliments complets pour animaux de compagnie	18	1	11	0	0	5,22	X
Aliments complets équins	1	1	0	0	0	1	(X)
Aliments complets poissons (hors salmonidés)	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments complets jeunes porcins	24	10	6	0	2	9,39	X
Aliments complets porcins	83	9	51	14	2	22,06	XX
Aliments complets jeunes bovins	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments complets bovins	20	9	11	0	0	6,93	X
Aliments complets bovins en lactation	5	0	1	0	0	0,89	X
Aliments complets autres volailles	41	1	39	0	0	12,49	X
Autres céréales	55	10	44	0	0	13,21	X
Autres Fourrages	5	0	3	0	0	2,68	(X)
Blé	30	4	20	0	0	8,03	X
Mais fourrage	16	0	14	2	0	9,50	XX
Mais grain	69	5	59	2	0	16,01	X
Orge	13	3	4	0	0	3,05	X
Corn gluten feed	1	0	1	0	0	2	(X)
Gluten de maïs	2	1	1	0	0	2,12	(X)
Ss produits maïs	20	3	17	0	0	8,27	X
Drêches	12	0	8	2	0	7,51	XX
Gluten de blé	1	0	1	0	0	2	(X)
Son de blé	6	1	2	0	0	2,04	X
Wheat gluten feed	1	0	0	0	0	0	

Tableau 15 : Fumonisines B1 / B2

Matrice	Nomb re d'anal yses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complémentaires équins	2	1	0	0	0	0,71	(X)
Aliments complémentaires jeunes porcins	2	0	1	0	0	1,41	(X)
Aliments complémentaires porcins	10	2	5	0	0	3,78	X
Aliments complémentaires jeunes bovins	5	3	1	0	0	2,24	X
Aliments complémentaires jeunes caprins	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments complémentaires bovins	35	15	19	0	0	8,95	X
Aliments complémentaires bovins en lactation	5	3	2	0	0	3,14	X
Aliments complémentaires autres volailles	1	0	1	0	0	2	
Aliments complets pour animaux à fourrure	2	1	1	0	0	2,12	(X)
Aliments complets pour animaux de compagnie	16	2	12	0	0	6,50	X
Aliments complets équins	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments complets poissons (hors salmonidés)	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments complets jeunes porcins	26	6	2	0	0	1,96	X
Aliments complets porcins	85	33	22	0	0	9,22	X
Aliments complets jeunes bovins	3	1	0	0	0	0,58	X
Aliments complets bovins	20	11	9	0	0	6,49	X
Aliments complets ovins en lactation	1	0	0	0	0	0	
Aliments complets autres volailles	40	10	28	0	0	10,44	X
Mais fourrage	15	7	7	0	0	5,42	X
Mais grain	88	23	42	0	0	11,41	X
Corn gluten feed	1	0	1	0	0	2	(X)
Ss produits maïs	17	9	8	0	0	6,06	X

Tableau 16 : Ochratoxine A

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complémentaires jeunes porcins	2	0	0	0	0	0	
Aliments complémentaires porcins	10	4	6	0	0	5,06	X
Aliments complémentaires autres volailles	2	0	2	0	0	2,83	(X)
Aliments complets jeunes porcins	23	15	3	0	0	4,38	X
Aliments complets porcins	81	50	20	1	0	10,56	X
Aliments complets poussins	2	2	0	0	0	1,41	(X)
Aliments complets autres volailles	58	35	18	0	0	9,32	X
Aliments complets poules pondeuses	5	3	2	0	0	3,13	(X)
Autres céréales	54	44	9	0	0	8,44	X
Autres Fourrages	6	1	0	0	0	0,41	X
Blé	30	14	3	0	0	3,65	
Mais fourrage	15	14	0	0	0	3,62	X
Maïs grain	68	30	2	0	1	5,34	X
Orge	15	4	4	0	1	5,68	X
Corn gluten feed	1	0	0	0	0	0	
Ss produits maïs	17	12	4	0	0	4,85	X
Autres sous-produits végétaux	4	2	1	0	0	2	(X)
Drêches	3	2	1	0	0	2,31	(X)
Son de blé	5	3	0	0	0	1,34	(X)
Wheat gluten feed	2	1	0	0	1	7,78	(XXX)

Tableau 17 : Zéaralénone

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complémentaires jeunes porcins	2	0	1	0	0	1,41	(X)
Aliments complémentaires porcins	10	0	8	0	0	5,06	X
Aliments complémentaires jeunes bovins	5	0	5	0	0	4,47	(X)
Aliments complémentaires bovins en lactation	5	3	2	0	0	3,13	(X)
Aliments complets jeunes porcins	26	11	9	0	1	7,65	X
Aliments complets porcins	83	21	57	2	0	15,92	X
Aliments complets jeunes bovins	3	0	1	0	0	1,16	(X)
Aliments complets ovins en lactation	1	0	0	0	0	0	
Autres céréales	54	37	14	0	0	8,85	X
Autres Fourrages	3	0	0	0	0	0	
Blé	20	11	4	0	0	4,25	X
Maïs fourrage	15	2	12	1	0	8,00	XX
Maïs grain	79	12	59	1	0	15,19	X
Orge	8	3	0	0	0	1,06	X
Corn gluten feed	1	0	1	0	0	2,00	(X)
Gluten de maïs	1	0	1	0	0	2,00	(X)
Ss produits maïs	19	1	18	0	0	8,49	X
Drêches	8	0	7	0	0	4,95	X
Gluten de blé	1	1	0	0	0	1,00	(X)
Son de blé	1	0	0	0	0	0	

Tableau 17 bis : T2+ HT2

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aliments complémentaires pour animaux de compagnie	1	0	0	0	0	0	
Aliments complémentaires porcins	5	3	2	0	0	3.13	X
Aliments complémentaires jeunes bovins (veaux)	1	1	0	0	0	1	(X)
Aliments complémentaires bovins	34	28	4	1	0	7.03	X
Aliments complémentaires bovins en lactation	5	4	1	0	0	2.68	X
Aliments complémentaires autres volailles	1	1	0	0	0	1	(X)
Aliments complets pour animaux à fourrure	2	0	2	0	0	2.83	(X)
Aliments complets pour animaux de compagnie	38	13	2	4	1	7.62	X
Aliments complets pour animaux de compagnie contenant des produits issus de la mer	2	0	0	0	0	0	
Aliments complets équins	1	1	0	0	0	1	(X)
Aliments complets poissons (hors salmonidés)	1	1	0	0	0	1	(X)
Aliments complets jeunes porcins (porcelets)	3	1	2	0	0	2.89	(X)
Aliments complets porcins	52	35	10	0	0	7.63	X
Aliments complets jeunes bovins (veaux)	1	1	0	0	0	1	(X)
Aliments complets bovins	20	18	2	0	0	4.92	X
Aliments complets autres volailles	38	27	9	1	1	9.73	X
Autres céréales	52	36	16	0	0	9.43	X
Blé	21	13	0	0	0	2.84	X
Maïs grain	37	24	10	0	0	7.23	X
Orge	7	4	1	0	0	2.27	X
Sous- produits du maïs	16	9	7	0	0	5.75	X
Autres sous-produits végétaux	1	1	0	0	0	1	(X)
Drêches	3	0	1	1	1	9.81	(xxx)
Gluten de blé	1	1	0	0	0	1	(X)

Tableau 18 : Dioxines seules

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	20	0	19	1	0	9,61	XX
Liants	5	0	5	0	0	4,47	X
Oligoéléments	15	0	14	1	0	8,52	XX
Aliments composés	443	0	443	0	0		
Aliments complémentaires	86	0	86	0	0		
Aliments complémentaires équins	3						
Aliments complémentaires porcins	16						
Aliments complémentaires ruminants	63						
Aliments complémentaires volailles	3						
Autres aliments complémentaires	1						
Aliments complets	356	0	356	0	0		
Aliments complets animaux de compagnie	12						
Aliments complets équins	14						
Aliments complets poissons	115						
Aliments complets porcins	86						
Aliments complets ruminants	32						
Aliments complets volailles	96						
Autres aliments complets	1						
Aliments minéraux	1	0	1	0	0	1	(X)
Matières premières	321	1	314	5	1		
MP d'origine marine	0						
MP d'origine animale	76	0	73	3	0	18,47	XX
Farines de poisson	15	0	14	1	0	8,52	XX
Graisses animales	21	0	19	2	0	10,47	XX
Huile de poisson	26	0	26	0	0	10,20	X
Autres MP d'origine animale	14	0	14	0	0	7,48	X
MP d'origine végétale	244	1	240	2	1	32,07	XX
Céréales	109	1	108	0	0	20,78	X
Graines protéagineux	6	0	5	0	1	8,17	XX
Autres MP végétales	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Sous-produits d'origine végétale	102	0	102	0	0	20,20	X
Huiles végétales	24	0	22	2	0	11,02	XX
MP minérales	1	0	1	0	0	2	(X)
Prémélanges	35	0	34	1	0	12,34	XX

Tableau 19 : Dioxines et PCB de type dioxine

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	20	0	20	0	0	9,61	X
Liants	5						
Oligoéléments	15						
Aliments composés	443	0	442	1	0	42,24	XX
Aliments complémentaires	86	0	86	0	0	18,55	X
Aliments complémentaires équins	3						
Aliments complémentaires porcins	16						
Aliments complémentaires ruminants	63						
Aliments complémentaires volailles	3						
Autres aliments complémentaires	1						
Aliments complets	356	0	355	1	0	37,90	XX
Aliments complets animaux de compagnie	12						
Aliments complets équins	14						
Aliments complets poissons	115	0	114	1	0	21,73	XX
Aliments complets porcins	86						
Aliments complets ruminants	32						
Aliments complets volailles	96						
Autres aliments complets	1						
Aliments minéraux	1	0	1	0	0	1	(X)
Matières premières	321	0	316	1	4	37,77	XX
MP d'origine marine	0						
MP d'origine animale	76	0	72	1	3	20,53	XX
Farines de poisson	15	0	14	1	0	8,52	XX
Graisses animales	21	0	18	0	3	14,40	XX
Huile de poisson	26	0	26	0	0	10,20	X
Autres MP d'origine animale	14	0	14	0	0	7,48	X
MP d'origine végétale	244	0	243	0	1	31,75	XX
Céréales	109	0	109	0	0	20,88	X
Graines protéagineux	6	0	5	0	1	8,17	XX
Autres MP végétales	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Sous-produits d'origine végétale	102	0	102	0	0	20,20	X
Huiles végétales	24	0	24	0	0	9,80	X
MP minérales	1	0	1	0	0	2	(X)
Prémélanges	35	0	35	0	0	11,83	X

Tableau 20 : PCB indicateurs

Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Additifs	24	0	24	0	0	9,80	X
Liants	6						
Oligoéléments	18						
Aliments composés	462	2	456	3	1		
Aliments complémentaires	95	2	93	0	0		
Aliments complémentaires équins	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Aliments complémentaires porcins	16	0	16	0	0	8	X
Aliments complémentaires ruminants	72	2	70	0	0	16,73	X
Aliments complémentaires volailles	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Autres aliments complémentaires	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments complets	365	0	361	3	1		
Aliments complets animaux de compagnie	12	0	12	0	0	6,93	X
Aliments complets équins	14	0	13	1	0	8,29	XX
Aliments complets poissons	115	0	113	2	0	22,01	XX
Aliments complets porcins	90	0	90	0	0	18,97	X
Aliments complets ruminants	33	0	33	0	0	11,49	X
Aliments complets volailles	100	0	99	0	1	20,8	XX
Autres aliments complets	1	0	1	0	0	2	(X)
Aliments minéraux	2	0	2	0	0	2,83	(X)
Matières premières	374	3	363	5	3		
MP d'origine animale	76	0	69	4	3	21,57	XX
Farines de poisson	15	0	14	1	0	8,52	XX
Graisses animales	21	0	18	0	3	14,40	XX
Huile de poisson	26	0	23	3	0	11,96	XX
Autres MP d'origine animale	14	0	14	0	0	7,48	X
MP d'origine végétale	294	3	290	1	0	34,29	X
Céréales	132	2	130	0	0	22,80	X
Graines protéagineux	6	0	5	1	0	6,12	XX
Autres MP végétales	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Sous-produits d'origine végétale	118	1	117	0	0	21,63	X
Huiles végétales	35	0	35	0	0	11,83	X
MP minérales	4	0	4	0	0	4	(X)
Prémélanges	36	0	36	0	0	12	X

Annexe 5 : Synthèse des scores d'occurrence pour les matrices par catégorie de contaminants
Tableaux 1 à 3

Tableau 1 : synthèse des scores pour les contaminants inorganiques

Matrice \ Contaminant	Arsenic	Cadmium	Fluor	Plomb	Mercure	Nitrite	Mélamine
	céréales	X	X	XX	X	X	
Autres sous produits végétaux	X	X		X	X	X	
Racines et tubercules		X				X	
Autres fourrages		X				X	
Tourteaux de soja							X
Tourteaux de colza							X
Tourteaux de tournesol							X
Tourteaux arachide							X
Autres Tourteaux							X
Graines protéagineuses		X					X
Graines oléagineuses		X					
matières premières d'origine marine	X	X	XX	X	X	X	
Matière première d'origine animale	X	XX	XX	X	XX	X	
matières premières minérales	XX	XX	XX	XX	XX	X	
Prémélanges	XXX	X	XX	X	X		
Liants	XXX	X	XXX	XX	X		
additifs				X	X		X
Aliments composés ruminants	X	X	XX	X	X		X
Aliments composés/complémentaire volailles	XXX	XXX	X	X	X		X
Aliments composés/complémentaire porcins	XX	X	XX	X	X		X
Aliments minéraux	XX	XX	XXX	XX	X		
Aliments poissons	X	XX	X	X	X	X	X
Aliments carnivores domestiques	X	X	X	X	X		X

Tableau 2 : Mycotoxines

Contaminants Matrices	AB1	DON	FB1/FB2	OTA	ZEA	Toxines T2/HT2
Aliments complémentaires équins	(X)		(X)			
Aliments complémentaires jeunes porcins		(X)	(X)		(X)	
Aliments complémentaires porcins	(X)	X	X	X	X	X
Aliments complémentaires jeunes bovins	X	(X)	X		(X)	(X)
Aliments complémentaires jeunes caprins			(X)			
Aliments complémentaires bovins	X	X	X			X
Aliments complémentaires bovins en lactation	X	X	X		(X)	X
Aliments complémentaires autres volailles		(X)		(X)		(X)
Aliments complets pour animaux à fourrure	X	X	(X)			(X)
Aliments complets pour animaux de compagnie	(X)	X	X			X
Aliments complets équins	X	(X)	(X)			(X)
Aliments complets poissons (hors salmonidés)	X	(X)	(X)			(X)
Aliments complets jeunes porcins	X	X	X	X	X	(X)
Aliments complets porcins	X	XX	X	X	X	X
Aliments complets jeunes bovins	X	(X)	X		(X)	(X)
Aliments complets bovins	X	X	X			X
Aliments complets bovins en lactation	X	X				
Aliments complets poussins	X			(X)		
Aliments complets autres volailles	X	X	X	X		X
Aliments complets poules pondeuses				(X)		
Autres aliments complets	(XXX)					
Autres céréales	X	X		X	X	X
Autres fourrages	X	(X)		X		
Mais-fourrage	X	XX	X	X	XX	
Mais-grain	X	X	X	X	X	X
Blé		X			X	X
Orge	(X)	X		X	X	X
Autres graines oléagineux	(X)					
Graines de soja	X					
Corn gluten feed		(X)	(X)		(X)	
Gluten de maïs		(X)			(X)	
Gluten de blé		(X)			(X)	(X)
Wheat gluten feed				(XXX)		
Sous-produits du maïs	X	X	X	X	X	X
Autres sous-produits végétaux				(X)		(X)
Coques et tourteaux de cacao	X					
Tourteaux arachide	XX					
Tourteaux de colza	X					

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2011-SA-0282

Tourteaux de lin	(X)					
Tourteaux de palme	(X)					
Tourteaux de soja	X					
Tourteaux de tournesol	X					
Drêches	X	XX		(X)	X	(XXX)
Pulpes de betterave	(X)					
Son de blé		X		(X)		
Son de riz	(X)					

Tableau 3 : Toxines endogènes des plantes

Matrice \ Contaminant	Gossypol	Acide cyanhydrique	Théobromine	VTO (Vinylthiooxazolidone)	ITC (Isothiocyanate d'allyle)
Aliments composés					
Aliments complets volailles				X	X
Aliments complets porcins		X			
Aliments carnivores domestiques		X	XXX		
Matières premières d'origine végétale					
Graines oléagineuses		XXX (lin)			
Tourteaux de colza					X
Autres Tourteaux		XX (lin)			
Autres sous produits végétaux	XXX (coton)				

Annexe 6 : Calcul des scores d'occurrence pour les coproduits analysés dans les PSPC

Les tableaux ont été complétés de la façon suivante :

X : couple pertinent,

XX : couple d'intérêt ;

XXX : couple matrice-analyte à cibler en priorité

() Signifie que le calcul de score porte sur moins de 6 analyses et le classement du couple est peu robuste

Ces tableaux ne constituent pas une hiérarchie de risques entre les différents contaminants, mais une hiérarchie des matrices pour un contaminant donné

Tableau 1 : Contaminants inorganiques et azotés

Contaminants	Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Arsenic	Biscuits déclassés	1	0	0	0	0	0	
Arsenic	Ss produits maïs	4	3	1	0	0	2,5	(X)
Arsenic	Coques et tourteaux de cacao	1	1	0	0	0	1	(X)
Arsenic	Autres ss produits végétaux	2	0	1	0	1	8,48	(XXX)
Arsenic	Drêches	3	0	0	0	0	0	
Arsenic	Marc de raisin	1	0	1	0	0	2	(X)
Arsenic	Mélasse	1	1	0	0	0	1	(X)
Arsenic	Pulpe d'agrumes séchée	1	0	0	0	0	0	
Arsenic	Pulpes de betterave	2	1	1	0	0	2,12	(X)
Arsenic	Son de blé	4	1	0	0	0	0,5	(X)
Arsenic	Wheat gluten feed	1	0	0	0	0	0	
Cadmium	Biscuits déclassés	1	0	0	0	0	0	
Cadmium	Ss produits maïs	4	3	1	0	0	2,5	(X)
Cadmium	Autres Tourteaux	1	0	1	0	0	2	(X)
Cadmium	Coques et tourteaux de cacao	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Cadmium	Autres ss produits végétaux	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Cadmium	Drêches	7	1	1	0	0	1,13	X
Cadmium	Marc de raisin	1	1	0	0	0	1	(X)
Cadmium	Mélasse	2	0	0	0	0	0	
Cadmium	Pulpe d'agrumes séchée	2	1	0	0	0	0,70	(X)
Cadmium	Pulpes de betterave	10	0	10	0	0	6,32	X
Cadmium	Son de blé	5	1	3	0	0	3,13	(X)
Cadmium	Wheat gluten feed	1	1	0	0	0	1	(X)
Fluor	Pulpes de betterave	1	0	1	0	0	2	(X)
Mélamine	Coques et tourteaux de cacao	1	0	0	0	0	0	
Mélamine	Autres ss produits végétaux	2	0	0	0	0	0	
Mercure	Biscuits déclassés	1	0	0	0	0	0	
Mercure	Coques et tourteaux de cacao	1	1	0	0	0	1	(X)
Mercure	Autres ss produits végétaux	2	0	0	0	0	0	

Analyse et conclusions du CES ALAN
Saisine n° 2011-SA-0282

Mercure	Drêches	3	0	0	0	0	0	
Mercure	Mélasses	1	0	0	0	0	0	
Mercure	Pulpes de betterave	2	0	0	0	0	0	
Mercure	Son de blé	4	0	0	0	0	0	
Mercure	Wheat gluten feed	1	0	0	0	0	0	
Nitrites	Ss produits maïs	3	0	1	0	0	1,15	(X)
Plomb	Biscuits déclassés	1	0	0	0	0	0	
Plomb	Ss produits maïs	4	4	0	0	0	2	(X)
Plomb	Autres Tourteaux	1	0	1	0	0	2	(X)
Plomb	Coques et tourteaux de cacao	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Plomb	Autres ss produits végétaux	3	1	2	0	0	2,88	(X)
Plomb	Drêches	7	1	0	0	0	0,37	X
Plomb	Marc de raisin	1	0	1	0	0	2	(X)
Plomb	Mélasses	2	2	0	0	0	1,41	(X)
Plomb	Pulpe d'agrumes séchée	2	0	1	0	0	1,41	(X)
Plomb	Pulpes de betterave	10	1	8	0	0	5,37	X
Plomb	Son de blé	5	1	0	0	0	0,44	(X)
Plomb	Wheat gluten feed	1	1	0	0	0	1	(X)

Tableau 2 : Mycotoxines

Contaminants	Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Aflatoxine B1	Biscuits déclassés	1	0	0	0	0	0	
Aflatoxine B1	Corn gluten feed	1	1	0	0	0	1	(X)
Aflatoxine B1	Ss produits maïs	26	24	2	0	0	5,49	X
Aflatoxine B1	Autres Tourteaux	1	0	0	0	0	0	
Aflatoxine B1	Coques et tourteaux de cacao	2	1	1	0	0	2,12	(X)
Aflatoxine B1	Drêches	5	3	0	0	0	1,34	(X)
Aflatoxine B1	Pulpes de betterave	1	1	0	0	0	1	(X)
Aflatoxine B1	Son de riz	4	3	1	0	0	2,5	(X)
Déoxynivaléno	Corn gluten feed	1	0	1	0	0	2	(X)
Déoxynivaléno	Ss produits maïs	20	3	17	0	0	8,27	X
Déoxynivaléno	Drêches	12	0	8	2	0	7,50	XX
Déoxynivaléno	Son de blé	6	1	2	0	0	2,04	X
Déoxynivaléno	Wheat gluten feed	1	0	0	0	0	0	
Fumonisine B1 + B2	Corn gluten feed	1	0	1	0	0	2	(X)
Fumonisine B1 + B2	Ss produits maïs	17	9	8	0	0	6,06	X
Ochratoxine A	Corn gluten feed	1	0	0	0	0	0	
Ochratoxine A	Ss produits maïs	17	12	4	0	0	4,85	X
Ochratoxine A	Autres ss produits végétaux	4	2	1	0	0	2	(X)
Ochratoxine A	Drêches	3	2	1	0	0	2,30	(X)
Ochratoxine A	Son de blé	5	3	0	0	0	1,34	(X)
Ochratoxine A	Wheat gluten feed	2	1	0	0	1	7,77	(XXX)
Zéaralénone	Corn gluten feed	1	0	1	0	0	2	(X)
Zéaralénone	Ss produits maïs	19	1	18	0	0	8,48	X
Zéaralénone	Drêches	8	0	7	0	0	4,94	X
Zéaralénone	Son de blé	1	0	0	0	0	0	

Tableau 3 : Polluants organiques persistants

Contaminants	Matrice	Nombre d'analyses	Résultats entre LOD et la LOQ (N2)	Résultats entre LOQ et 50% de la LM (N3)	Résultats entre 50 et 100 % de la LM (N4)	Résultats > 100 % de la LM (N5)	Score	Classement du couple matrice-analyte
Dioxines et PCB-DL somme	Autres ss produits animaux	14	0	14	0	0	7,48	X
Dioxines et PCB-DL somme	Ss produits maïs	13	0	13	0	0	7,21	X
Dioxines et PCB-DL somme	Autres ss produits végétaux	5	0	5	0	0	4,47	(X)
Dioxines et PCB-DL somme	Mélasses	5	0	5	0	0	4,47	(X)
Dioxines et PCB-DL somme	Pulpes de betterave	12	0	12	0	0	6,92	X
Dioxines et PCB-DL somme	Son de riz	3	0	3	0	0	3,46	(X)
Dioxines somme	Autres ss produits animaux	14	0	14	0	0	7,48	X
Dioxines somme	Ss produits maïs	13	0	13	0	0	7,21	X
Dioxines somme	Autres ss produits végétaux	5	0	5	0	0	4,47	(X)
Dioxines somme	Mélasses	5	0	5	0	0	4,47	(X)
Dioxines somme	Pulpes de betterave	12	0	12	0	0	6,92	X
Dioxines somme	Son de riz	3	0	3	0	0	3,46	(X)
PCB indicateurs (µg/kg)	Autres ss produits animaux	14	0	14	0	0	7,48	X
PCB indicateurs (µg/kg)	Ss produits maïs	13	0	13	0	0	7,21	X
PCB indicateurs (µg/kg)	Autres ss produits végétaux	5	0	5	0	0	4,47	(X)
PCB indicateurs (µg/kg)	Drêches	2	0	2	0	0	2,82	(X)
PCB indicateurs (µg/kg)	Marc de raisin	1	0	1	0	0	2	(X)
PCB indicateurs (µg/kg)	Mélasses	6	0	6	0	0	4,89	X
PCB indicateurs (µg/kg)	Pulpe d'agrumes séchée	2	0	2	0	0	2,82	(X)
PCB indicateurs (µg/kg)	Pulpes de betterave	14	0	14	0	0	7,48	X
PCB indicateurs (µg/kg)	Son de blé	1	1	0	0	0	1	(X)
PCB indicateurs (µg/kg)	Son de riz	3	0	3	0	0	3,46	(X)