

Maisons-Alfort, le 15 octobre 2008

## AVIS

### **de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à la contamination d'animaux terrestres et de leurs produits, suite à une pollution de pâturages par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) due à un déversement pétrolier accidentel**

LA DIRECTRICE GÉNÉRALE

#### 1- CONTEXTE ET QUESTIONS POSEES

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a été saisie le 21 mai 2008 par la Direction Générale de l'Alimentation, d'une demande d'avis relatif à la contamination d'animaux terrestres et de leurs produits, suite à une pollution de pâturages par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Cette demande s'inscrit dans le cadre d'un épisode de pollution environnementale, ayant donné lieu le 16 mars 2008, en Loire Atlantique (terminal pétrolier de la raffinerie de Donges), à un déversement pétrolier accidentel contenant entre autres des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

La pollution a entraîné, du fait des grandes marées des 6, 7 et 8 avril 2008, le transfert de la pollution sur 4510 ha de zones terrestres.

Cet incident a conduit à la mise en place des mesures suivantes à l'échelon local :

- Promulgation d'un arrêté préfectoral interdisant la pêche en vue de la commercialisation de l'ensemble des denrées issues d'animaux marins, dulçaquicoles et estuariens.
- Promulgation d'un arrêté préfectoral en date du 22 avril 2008 interdisant l'exploitation des parcelles terrestres polluées, à des fins d'élevage et notamment le pâturage.

Néanmoins, des bovins allaitants ont pâturé entre le 16 mars 2008 et le 22 avril 2008 sur les rives polluées. Il est par conséquent apparu nécessaire de statuer sur la nécessité de mettre en place des mesures de police administrative particulière dans les élevages dont les animaux ont pu ingérer le pétrole déversé.

Les questions posées à l'Afssa sont les suivantes :

en cas de gestion de crise ou d'incident accidentel par des HAP, quelle est la pertinence scientifique à :

1. juger de la conformité des denrées alimentaires uniquement sur la base d'un dosage de benzo(a)pyrène [B(a)P],
2. considérer le dosage urinaire (ou lacté) de certains métabolites des HAP et du pyrène en particulier, comme bio marqueur pertinent de la contamination des viandes,
3. considérer le dosage de certains métabolites des HAP et du pyrène en particulier, dans les graisses périphériques de l'animal, comme un bio marqueur prédictif de la contamination des viandes.

Enfin il est demandé à l'agence s'il est scientifiquement possible de définir des valeurs guides en HAP dans les viandes, le lait et les oeufs des animaux terrestres.

## 2- METHODOLOGIE D'EXPERTISE

La démarche d'expertise a été basée sur un examen de la littérature concernant : i) le transfert des HAP chez les vertébrés terrestres, ii) l'occurrence des HAP dans les denrées alimentaires issues d'animaux terrestres, et iii) les publications les plus pertinentes et les plus récentes (parmi un grand nombre disponible) concernant l'utilisation de certains métabolites de HAP comme bio marqueurs.

Après consultation du Comité d'experts Spécialisé « Résidus et contaminants chimiques et physiques », réuni le 25 septembre 2008, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments émet l'avis ci-après.

## 2- RAPPELS ET GENERALITES SUR LES HAP<sup>1</sup>

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) représentent une famille de plus d'une centaine de molécules organiques comportant au moins deux cycles aromatiques fusionnés. Ils sont divisés en deux catégories : les composés de faible poids moléculaire comportant moins de 4 cycles aromatiques et les composés de haut poids moléculaire comportant 4 cycles ou plus.

Le plus souvent, la contamination des produits alimentaires par les HAP est d'origine environnementale (« bruit de fond » dont les principaux contributeurs sont les gaz d'échappement des moteurs, les systèmes de chauffage résidentiels et tous les processus de combustion) ou en lien avec les procédés de transformation des aliments (séchage, fumaison, cuisson,...).

Plus ponctuellement, des contaminations peuvent survenir suite à des accidents environnementaux (Ex : Erika, Prestige et Donges,...) ou à des contaminations accidentelles au cours des différentes étapes de processus de transformation des aliments.

Hormis quelques cas particuliers (expositions professionnelles, fumeurs,...) l'alimentation reste le principal vecteur d'exposition de l'homme aux HAP.

La demi-vie de ces hydrocarbures est très variable, de quelques minutes chez l'animal à plusieurs années dans le sol, selon les molécules et les matrices considérées. Si les HAP sont rémanents dans l'environnement (en particulier dans le sol et les sédiments), en revanche ils peuvent être facilement métabolisés chez les vertébrés.

Des phénomènes de transfert des HAP, à la fois dans l'environnement et dans les chaînes alimentaires, peuvent être observés du fait notamment de leur important potentiel d'adsorption sur les particules en suspension dans l'air ou dans l'eau et de leur faible hydrophilicité. Bien qu'ils puissent se bio concentrer dans les chaînes alimentaires, les HAP sont toutefois largement métabolisés dans les organismes vivants et sont donc faiblement bio accumulables.

Les études de métabolisme des HAP et en particulier du B(a)P réalisées chez l'animal et sur culture de cellules humaines indiquent que le mécanisme de métabolisation des HAP observé chez l'animal est également pertinent chez l'homme (SCF, 2002).

Seule la toxicité d'un nombre restreint de HAP est actuellement connue. Certains HAP, principalement ceux de faible poids moléculaire induisent des effets non cancérogènes systémiques à seuil (troubles rénaux, hépatiques et hématologiques essentiellement) pour

<sup>1</sup> Pour plus d'information se reporter à l'Avis de l'Afssa du 19 juillet 2003 relatif à une demande d'avis sur l'évaluation des risques présentés par le benzo(a)pyrène et par d'autres hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans diverses denrées ou dans certaines huiles végétales, ainsi que sur les niveaux de concentration en HAP dans les denrées au-delà desquels des problèmes de santé risquent de se poser. Saisine n° 2000-SA-0005

lesquels des Valeurs Toxicologiques de Références (VTR) ont été établies (Doornaert & Pichard, 2006).

D'autres HAP, essentiellement les molécules de haut poids moléculaire, s'avèrent cancérigènes et génotoxiques (SCF, 2002 et JECFA, 2005)<sup>2</sup>. La fixation d'une DJT n'étant pas pertinente pour ces génotoxiques, l'approche envisagée par l'Afssa pour évaluer le risque associé à leur présence potentielle dans les aliments a été celle retenue par l'US-EPA en 1986 et fondée sur une approche « QRA »<sup>3</sup>.

### 3-UTILISATION DU BENZO(A)PYRENE COMME SEUL INDICATEUR DE LA CONFORMITE SANITAIRE DES DENREES

#### 3-1 Contexte scientifique et réglementaire

Historiquement, la toxicité des HAP a été révélée par les effets cancérigènes des goudrons de houille (exposition cutanée) et dans ce contexte, le B(a)P représentait un marqueur approprié d'exposition et de toxicité. Ce n'est que plus tard que les cancers du tractus digestif observés chez les pêcheurs du nord de la Baltique ont été mis en relation avec l'exposition par voie alimentaire du fait de la forte consommation de produits de la mer séchés et fumés, renfermant des teneurs élevées en B(a)P.

A ce jour, les limites maximales établies dans les denrées alimentaires (huiles, graisses, viandes et poissons fumés, préparation à base de céréales, alimentation infantile, ...) ont donc toutes été définies sur la base du seul B(a)P (règlement 1881/2006).

Toutefois, dans son rapport de 2003, l'Afssa constatait que le B(a)P n'était pas systématiquement présent dans les matrices contaminées par des HAP de haut poids moléculaire et considérés comme cancérigènes. En conséquence une approche TEF<sup>4</sup> basée sur le pouvoir cancérigène relatif des 11 HAP<sup>5</sup> les plus toxiques et les plus représentatifs de la contamination avait été recommandé dans le cadre de l'évaluation des risques.

En 2002 et 2005, le SCF et le JECFA ont considéré que le B(a)P pouvait être utilisé comme un bon marqueur de la présence de HAP dans les aliments et être utilisé dans le cadre de l'évaluation des risques.

Le choix de la seule mesure de B(a)P comme indicateur de contamination pour l'ensemble des HAP est toutefois discutable compte tenu de la nature extrêmement variable des profils de HAP retrouvés dans l'environnement et l'alimentation.

Afin de mieux appréhender l'occurrence et les profils de HAP retrouvés dans les aliments, la Commission européenne a donc publié en 2005 une Recommandation (2005/108/EC) demandant aux états membres de surveiller les niveaux de contamination des aliments sur la base minimale de quinze HAP<sup>2</sup> (jugés prioritaires au vu de leur potentiel génotoxiques et cancérigènes) afin de procéder à une évaluation des niveaux de contamination et des niveaux de risque. Un total de 10 000 résultats d'analyse a été communiqué par les dix-huit états membres. L'évaluation de ces données par l'AESA en juin 2007 et juin 2008 a montré que le B(a)P était présent dans 50% des échantillons testés (les catégories d'aliments couverts par le règlement

<sup>2</sup> En 2002, le SCF a défini une liste de 15 HAPs d'intérêt prioritaire au vu de leur caractère génotoxique et cancérigène (benzo(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(j)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(g,h,i)pérylène, benzo(a)pyrène, chrysène, cyclopenta (c,d) pyrène, dibenzo (a,h) anthracène, dibenzo (a,e) pyrène, dibenzo (a,h) pyrène, dibenzo (a,i) pyrène, dibenzo (a,l) pyrène, indeno (1,2,3-cd) pyrène et 5-méthylchrysène. En 2005, le JECFA reconnaissait 13 HAPs génotoxiques et cancérigènes (les 15 HAPs définis par le SCF moins le benzo(g,h,i)pérylène et le cyclopenta (c,d) pyrène).

<sup>3</sup> QRA Quantitative Risk Assessment : extrapolation modélisée de la relation dose-effet observée dans l'étude de cancérogenèse expérimentale et aboutissant au calcul d'une Dose Virtuellement Sûre (DVS).

<sup>4</sup> TEF : Facteur d'Equivalence Toxique

<sup>5</sup> anthracène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène, benzo(j)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(g,h,i)pérylène, benzo(a)pyrène, chrysène, dibenz(a,h)anthracène, fluoranthène, indéno(1,2,3,c-d)pyrène.

1881/2006 et excédant les limites pour le B(a)P représentaient 2,2% des échantillons ; des niveaux supérieurs à 1 µg/kg - plus basse teneur réglementaire dans les aliments- ayant été détectés dans 5,4% des échantillons).

Cependant, d'autres génotoxiques cancérigènes ont pu être détectés en l'absence de B(a)P. Le chrysène a notamment été retrouvé dans 43% des échantillons considérés comme conformes sur la base du seul B(a)P.

Sur la base de ces observations l'utilisation du B(a)P comme unique marqueur de la contamination alimentaire n'a pas été jugée scientifiquement pertinente par l'AESA, qui considère que l'approche fondée sur les marges d'exposition (Margin of Exposure, MOE) est la plus adaptée à l'évaluation des risques dans le cas d'une contamination alimentaire par les HAP. (cf. Avis du 9 juin 2008).

### 3-2 Le cas particulier de Donges

Dans le cas spécifique de la contamination pétrogénique observée à Donges, l'approche consistant à mesurer le B(a)P comme seul indicateur de la contamination des produits animaux est inadaptée car les composés retrouvés dans l'herbe sont majoritairement des HAP de faible poids moléculaire pour lesquels il n'existe à l'heure actuelle aucun cadre réglementaire. Par ailleurs, les composés de plus haut poids moléculaire et pour lesquels le facteur d'équivalence toxique (TEF) en référence au B(a)P est important (cf. TEF= 1 ou 0,1), ne sont observés qu'à des concentrations très faibles (cf. tableau 1).

**Tableau 1 : Composition de la coupe pétrolière IFO<sup>6</sup> 380 à l'origine de la pollution de Donges (en mg d'hydrocarbures / kg d'IFO).**

	Composés Parents (mg/kg)	TEF		Composés substitués (mg/kg)
Naphtalène	1126	0,001		12363
benzo[b]thiophène	58			1007
Biphényle	86			
Acénaphtylène	4,9	0,001		
Acénaphtène	100	0,001		
Fluorène	132	0,001		
Dibenzothiophène	214			2124
Phénanthrène	840	0,001		
Anthracène	70	0,01		6915
Fluoranthène	13	0,001		378
Pyrène	55	0,001		
Chrysène	27	0,01		151
benzo[a]anthracène	9	0,1		
benzo[b+k]fluoranthène	2	0,1		
benzo[e]pyrène	3			
benzo[a]pyrène	2	1		
Pérylène	1			
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,2	0,1		
dibenzo(a,h)anthracène		1		
benzo(g,h,i)peryène	2	0,01		

Les résultats d'analyse obtenus chez les bovins (cf. tableau annexe 2) montrent également que quel que soit le tissu considéré (trapèze, pilier, collier, gîte, foie) les teneurs en hydrocarbures observées chez les animaux ayant pâturé sur la zone contaminée sont très faibles et du même ordre de grandeur que celles observées chez les animaux « témoins » non exposés. Exprimé en TEF le potentiel toxique de l'ensemble des hydrocarbures mesurés est inférieur à 0,3 % de la limite réglementaire la plus conservatrice (cf. 1 µg B(a)P/kg dans les aliments pour nourrissons).

<sup>6</sup> IFO : « Intermediate Fuel Oil »

A la lumière de ces résultats, de l'avis de l'Afssa du 19 Juillet 2003 et du rapport de l'AESA de juin 2008 il apparaît que :

- la mesure du B(a)P comme seul indicateur de contamination des aliments n'est pas pertinente dans le cas de la pollution environnementale observée à Donges,
- les teneurs en HAP observées dans les tissus des bovins exposés aux pâturages contaminés de Donges ne sont pas de nature à induire un risque de surexposition pour le consommateur.

#### 4-UTILISATION DES METABOLITES DES HAP ET DU PYRENE EN PARTICULIER COMME INDICATEURS DE LA CONTAMINATION DES VIANDES ?

##### *Dosage urinaire :*

Chez les mammifères et les oiseaux, les HAP sont aisément métabolisés et il est admis que : i) la production des métabolites des HAP et ii) leurs excrétions urinaires sont proportionnelles à l'exposition.

Chez l'Homme, les métabolites de HAP présents dans l'urine sont considérés comme des **marqueurs** adaptés pour caractériser l'**exposition** (Huang et al., 2006). Concernant plus particulièrement le pyrène et ses métabolites, les études réalisées chez les travailleurs exposés à des sources pyrogéniques ont montré la présence dans l'urine de 1-OH-pyrène (métabolite majeur du pyrène) mais aussi de 3-OH B(a)P (Lafontaine et al., 2006) ou de 1- et 2-OH naphthalène (Preuss et al., 2003) qui pouvaient être utilisés comme bio marqueurs d'exposition aux HAP.

Toutefois, dans le cas de la pollution observée à Donges, les pâturages contenaient essentiellement des HAP légers (2 et 3 cycles) (cf. niveaux de contamination de l'herbe en annexe 1) et le pyrène apparaissait très minoritaire. La validité du 1-OH pyrène comme marqueur d'exposition des animaux n'apparaît donc pas pertinente dans ce cas (Anderson et Lee, 2006 ; Jonhson-Restrepo et al. 2008).

L'ensemble des études menées chez l'animal montre que généralement les métabolites les plus pertinents à considérer pour évaluer l'exposition des animaux aux HAP sont les OH-naphthalène ou les OH-phénanthrène (Da Silva et al., 2006 ; Jonhson-Restrepo et al.)

##### *Dosage dans les graisses périphériques de l'animal :*

Compte tenu de leur liposolubilité les composés HAP parents peuvent être retrouvés transitoirement dans les graisses toutefois aucune donnée n'est disponible chez les bovins pour relier la concentration des HAP dans les graisses avec l'exposition des animaux et la contamination des viandes. Ce point mériterait de faire l'objet d'études complémentaires. Leurs métabolites polaires sont en revanche retrouvés dans l'urine et/ou la bile, leurs recherche dans les graisses n'est donc pas pertinente ni justifiée.

La présence de métabolites du HAP dans les urines est un bon marqueur de l'exposition des animaux, mais ne constitue pas un marqueur pertinent de la contamination des viandes et donc du risque potentiel pour le consommateur.

La détermination des métabolites de HAP dans les graisses périphériques ne peut être retenue comme outil prédictif de la contamination des viandes en l'état actuel des connaissances.

## 5-PERTINENCE A ETABLIR DES VALEURS GUIDES EN HAP DANS LES VIANDES, LE LAIT ET LES ŒUFS DES ANIMAUX TERRESTRES ?

### 5.1 Transfert des HAP vers les produits animaux

Les HAP sont pris en charge par les enzymes de phase I du type CYP (cytochrome P450) qui réalisent majoritairement une hydroxylation (unique ou multisite), puis par les enzymes de phase II générant des composés conjugués (sulfo-, glucurono- ou glutathion conjugués) facilement éliminés par les voies urinaire, biliaire et minoritairement via le lait ou l'œuf.

Les organismes vivants disposant d'un tel arsenal enzymatique inductible et en particulier ceux concernés par la contamination de Donges (bovins et volailles) n'accumulent donc pas les HAP ou leurs métabolites. Seuls des organismes animaux présentant une activité CYP réduite peuvent accumuler ces composés, notamment si leur milieu de vie (ver de terre/organismes aquatiques benthiques) ou leur mode trophique (bivalves filtreurs) les y expose de façon notable.

La question du transfert de ces composés vers les produits animaux terrestres est en revanche moins documentée ; les études menées chez les ruminants montrent que les HAP sont peu transférés après administration orale unique (Grova et al., 2002 ; Grova et al. 2008 ; Lapole et al., 2007b) ou répétée (Grova et al., 2006 ; Lutz et al., 2006).

La demi-vie d'élimination plasmatique estimée suite à une injection intraveineuse est de 0,21, 0,83 et 0,23 h pour le Phénanthrène, le Pyrène et le B(a)P respectivement (Lapole et al., 2007a). Les études menées *in vitro* sur des cultures cellulaires (Caco-2) avec des HAP marqués au <sup>14</sup>C ont également confirmé l'existence d'une importante activité métabolique notamment pour les molécules inductrices des cytochromes comme le benzo[a]pyrène (Buesen et al., 2002 et ce dès le compartiment épithélium intestinal (Cavret et al., 2004 ; Cavret et Feidt, 2005).

#### **Transfert vers le lait :**

Le transfert vers le lait est généralement inférieur à 1% (métabolites compris) et décroît inversement au poids moléculaire des HAP étudiés (du phénanthrène à 3 cycles : 0,014% au benzo[a]pyrène à 5 cycles : 0,002% d'après Lapole et al., 2007b).

#### **Transfert vers les œufs :**

Le transfert de B(a)P a été démontré expérimentalement chez la poule pondeuse (Fournier et al., 2007).

Chez des oiseaux sauvages inféodés au milieu aquatique terrestre (Berny et al., 2002, Lebedev et al., 1998) ou marin (Shore et al., 1999) des HAP ont également été retrouvés dans les œufs. néanmoins ces transferts vers les œufs ont été observés uniquement chez des animaux fortement exposés de manière expérimentale (Fournier et al., 2007) ou lors de pollution environnementale.

Les HAP sont susceptibles d'être retrouvés dans les produits animaux mais ne s'y accumulent pas et l'ensemble des données disponibles exclut tout risque de bio accumulation des HAP chez les ruminants paissant sur les pâturages contaminés de Donges.

### 5.2 Teneurs en HAP dans les aliments

Les HAP identifiés comme génotoxiques cancérigènes (11 ou 15) ont été recherchés dans le lait la viande et les œufs (Ciganek et Neca, 2006 ; Grova et al., 2000, AESA, 2007 et 2008).

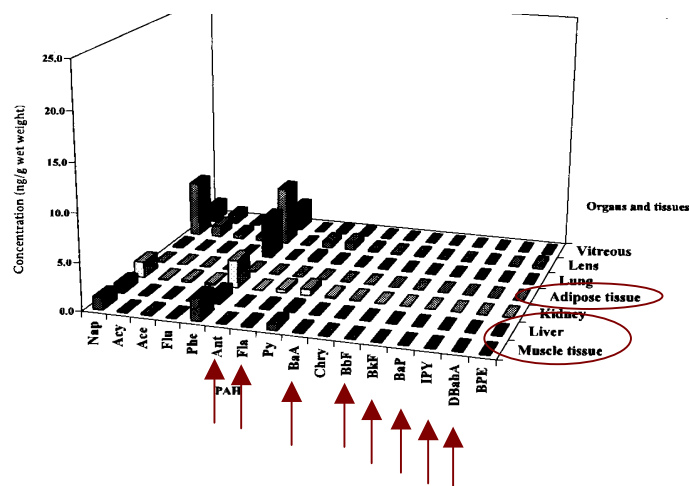
Les matrices lait, viande (non grillée) et œufs sont rarement et très faiblement contaminées par comparaison à ce que l'on observe pour les poissons et produits de la mer, les viandes grillées au barbecue et les huiles...

Tous types d'aliments confondus et sur la base du total des 15 HAP cités ci-avant, le rapport de l'AESA de 2008 montre que le chrysène représente plus de 25% de la contamination moyenne totale, suivi par le benzo(b)fluoranthène (13%), le benzo(a)anthracène (12%), le cyclopenta(cd)pyrène (9%) et le benzo(a) pyrène (8%).

De manière générale, les HAP de faible poids moléculaire représentent la majorité du profil de HAP retrouvés dans ces 3 matrices, alors que les HAP à 5 cycles ne sont que rarement mesurables même lorsque les exploitations sont situées à proximité de sources d'émission avérées (Grova et al., 2000).

Dans la viande bovine Ciganek et Neca (2006) ont montré une concentration moyenne de 5,06 ng/g de muscle avec une large prédominance de composés à 2 et 3 cycles (cf. Figure ci-après). Des résultats similaires ont été observés dans la viande porcine.

Distribution des HAP dans les organes et tissus bovins  
(Ciganek et Neca, 2006)



La compilation européenne ne cite pas les ovo produits parmi les denrées analysées mais confirme ces niveaux de contamination pour les viandes non grillées.

Les résultats d'une étude belge sur des oeufs d'élevages non professionnels n'ont pas mis en évidence de contamination par les HAP alors que la présence d'autres contaminants a été rapportée (CONTEGG, 2006). Compte tenu des pratiques d'élevage mises en place dans les productions avicoles, la probabilité de contamination des ovo produits apparaît donc comme très limitée voire nulle.

## 6- CONCLUSIONS-RECOMMANDATIONS

Considérant que,

sur un plan général :

- les HAP sont des molécules ubiquistes dans l'environnement,
- les profils de HAP retrouvés dans l'environnement et l'alimentation sont extrêmement variables,
- la plupart des données toxicologiques disponibles porte sur les HAP parents et que les données relatives à leurs métabolites sont extrêmement lacunaires,
- les HAP contaminant l'environnement sont rapidement métabolisés chez les mammifères et les oiseaux et ne s'y accumulent pas,



- les résultats de contamination alimentaire communiqués par l'AESA sur la base des données produites par les états membres, montrent que différents HAP génotoxiques et cancérigènes peuvent être présents dans les aliments en dépit de l'absence de B(a)P,

dans le cas spécifique de la contamination pétrogénique observée à Donges :

- les composés responsables de la contamination sont majoritairement des HAP de faible poids moléculaire et que les composés de plus haut poids moléculaire pour lesquels le facteur d'équivalence toxique (TEF) en référence au B(a)P est important ne sont observés qu'à des concentrations très faibles,

- quelle que soit la nature des HAP mesurés, les résultats d'analyse obtenus chez les animaux ayant pu être exposés à cette contamination pétrogénique ne sont pas significativement différents de ceux habituellement observés chez des animaux « témoins » non exposés,

L'Afssa conclut que :

sur un plan général :

- bien que la conformité réglementaire des denrées alimentaires ne se fasse actuellement que sur la base d'un dosage de B(a)P, ce dernier n'est pas nécessairement pertinent comme unique marqueur d'évaluation de la contamination des denrées alimentaires d'origine animale,

- les données bibliographiques disponibles sur le transfert des HAP et des métabolites dans les produits animaux permettent d'exclure un risque de présence significative de HAP dans le lait,

- la présence de HAP dans les œufs n'est rapportée dans la littérature que suite à des expositions très importantes,

- la présence de métabolites du HAP dans les urines est un bon marqueur de l'exposition des animaux, mais ne constitue pas un marqueur pertinent de la contamination des viandes,

- à la lumière des connaissances actuelles, la détermination des métabolites de HAP dans les graisses périphériques ne peut être retenue comme outil prédictif de la contamination des viandes,

- au vu des connaissances disponibles il n'y a pas de justification à l'établissement de valeurs guides en HAP dans les matrices animales alimentaires non transformées.

dans le cas spécifique de la contamination observée à Donges :

- il n'apparaît pas nécessaire de prendre des mesures sanitaires particulières à l'égard des bovins ayant temporairement pâturé sur la zone concernée.

## 8- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AESA (Agence Européenne de Sécurité Alimentaire). 2007. Findings of the EFSA data collection on polycyclic aromatic hydrocarbons in food. A report from the Unit of data Collection and Exposure on a Request from the European Commission. EFSA/DATEx/002. [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific\\_Document/datex\\_report\\_pah.pdf](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Document/datex_report_pah.pdf).

AESA (Agence Européenne de Sécurité Alimentaire). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain (Question N° EFSA-Q-2007-136). Adopted on 9 June 2008.

AFSSA, 2003. Avis relatif à une demande d'avis sur l'évaluation des risques présentés par le benzo(a)pyrène et par d'autres hydrocarbures aromatiques polycycliques présents dans diverses denrées ou dans certaines huiles végétales,



ainsi que sur les niveaux de concentration en HAP dans les denrées au-delà desquels des problèmes de santé risquent de se poser. Saisine n° 2000-SA-0005. <http://www.afssa.fr/Documents/RCCP2000sa0005.pdf>

Anderson J.W., Lee R.F., 2006. Use of biomarkers in oil spill risk assessment in the marine environment. *Human and Ecological Risk Assessment*, 12 : 1192-1222.

Baumard P., Budzinski H., Garrigues P., Sorbe J.C., Burgeot T., Bellocq J., 1998. Concentrations of PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) in various marine organisms in relation to those in sediments and to trophic level. *Marine Pollution Bulletin*, 36 : 951-960.

Baussant T., Sanni S., Jonsson G., Skadsheim A., Børseth J.F., 2001. Bioaccumulation of polycyclic aromatic compounds: 1. Bioconcentration in two marine species and in semipermeable membrane devices during chronic exposure to dispersed crude oil. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20 : 1175-1184.

Berry P., Sadoul N., Dol S., Videman B., Kayser Y., Hafner H., 2002. Impact of local agricultural and industrial practices on organic contamination of little egret (*egretta garzetta*) eggs in the Rhône delta, southern France. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 21 : 520-526.

Budzinski H., Le Du M., Akcha F.A., Burgeot T., Morin B., 2008. Biliary polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) metabolites : A diagnostic tool for exposure of aquatic organisms to PAHs. Relationship between exposure and genotoxicity. SETAc Europe 18<sup>th</sup> Annual Meeting, Warsaw, Poland.

Buesen R., Mock M., Seidel A., Jacob J., Lampen A., 2002. Interaction between metabolism and transport of benzo[a]pyrene and its metabolites in enterocytes, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 183 : 168-178.

Cavret S., Feidt C., 2005. Intestinal metabolism of PAH : in vitro demonstration and study of its impacts on PAH transfer through intestinal epithelium, *Environmental Research*, 98 : 22-32.

Ciganek M., Neca J., 2006. Polycyclic aromatic hydrocarbons in porcine and bovine organs and tissues. *Veterinari Medicina*, 51 : 239-247.

Da Silva D., Buzitis J., Krahn M.K., Bicego M.C., Pires-Vanin AM. S., 2006. Metabolites of fish from Sao Paulo Sebastiao Channel, Sao Paulo Brazil, as biomarkers of exposure to petrogenic polycyclic aromatic compounds. *Marine Pollution Bulletin*, 52 : 175-183.

Doornaert B., Pichard A., 2006. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques. Rapport final 2003 INERIS mis à jour le 3 janvier 2006, 64p.

European Community, 2006. Règlement (CE) N° 1881/2006 du 19 décembre 2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 364/5-24.

Fournier A., Feidt C., Rychen G., Dziurla M.A., Jondreville C., 2007. Transfer of PAHs orally administered to hens into egg yolk. 21st ISPAC, 5-9 august 2007, Trondheim, Norvège.

Grova N., Feidt C., Crépineau C., Laurent C., Lafargue P.E., Rychen G., 2002a. Influence of potential Polycyclic Aromatic Hydrocarbons emissions sources on milk contamination. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50 : 4640-4642.

Grova N., Feidt C., Laurent C., Rychen G., Laurent F., 2002b. Milk transfer assessment of [<sup>14</sup>C]PAHs after a single oral administration to lactating goats. *International Dairy Journal*, 12 : 1025-1031.

Grova N., Rychen G., Monteau F., Le Bizec B., André F., Feidt C., 2006. Effect of chronic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons exposure on goat milk contamination. *Agronomy for Sustainable Development*, 26 : 195-199.

Grova N., Feidt C., Monteau F., Le Bizec B., Rychen G., 2008. Transfer of phenanthrene and its hydroxylated metabolites to milk, urine and faeces, *Polycyclic Aromatic Compounds*, 28 : 98-111.

Huang, W.; Caudill, P.; Grainger, J.; Needham, L.; Patterson, D., 2006. Levels of 1-hydroxypyrene and other monohydroxy polycyclic aromatic hydrocarbons in children: a study based on U.S. reference range values. *Toxicology Letters*, 163 : 10-19.

JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Sixtyfourth meeting, Rome, 8-17 February 2005. Summary and Conclusions. [http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/summary\\_report\\_64\\_final.pdf](http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/summary_report_64_final.pdf)

Jonhson-Restrepo B., Olivero-Verbel J., Lu S., Guelle-Fernandez J., Baldiris-Avila R., O'Byrne-Hoyos I., Aldous K.M., Addink R., Kannan K., 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons and their hydroxylated metabolites in fish bile and sediments from coastal waters of Colombia. *Environmental Pollution*, 151 : 452-459.

Lafontaine M., Champmartin C., Simon P., Delsaut P., Funck-Brentano C., 2006. 3-Hydroxybenzo[a]pyrene in the urine of smokers and non-smokers. *Toxicol. Letters*, 162 : 181-185.

Lapole D., Feidt C., Veyrand B., Rychen G., 2007a. Comparison of PAH transfer after an oral and intravenous administration towards milk and blood in the lactating goat. 21st ISPAC, 5-9 august 2007, Trondheim, Norvège.

Lapole D., Monteau F., Grova N., Le Bizec B., Rychen G., Feidt C., 2007b. Milk and urine excretion of polycyclic aromatic hydrocarbons and their hydroxylated metabolites after a single oral administration in ruminants. *Journal of Dairy Science*, 90 : 2624-2629.

Lebedev A.T., Poliakova O.V., Karakhanova N.K., Petrosyan V.S., Renzoni A., 1998. The contamination of birds with organic pollutants in the Lake Baikal region. *The Science of Total Environment*, 212 : 153-162.

Lutz S., Feidt C., Monteau F., Rychen G., Le Bizec B., Jurjanz S., 2006. Effect of exposure to soil-bound polycyclic aromatic hydrocarbons on milk contaminations of parent compounds and their mono-hydroxylated metabolites. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 : 263-268.

SCF : Scientific Committee on Food, 2002a. Opinion of the Scientific Committee on Food on the risks to human health of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in food. SCF/CS/CNTM/PAH/29 Final, [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index_en.html).

SCF : Scientific Committee on Food, 2002b. ANNEX Polycyclic Aromatic Hydrocarbons – Occurrences in foods, dietary exposure and health effects. SCF/CS/CNTM/PAH/29 ADD1 Final, [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/index_en.html).

Shore R.F., Wright J., Horne J., Sparks T.H., 1999. Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) residue in the eggs of coastal-nesting birds from Britain. *Marine Pollution Bulletin*, 38 : 509-513.

## Annexe 1

### **Terminal pétrolier de Donges Teneurs en HAP dans l'herbe exprimées en µg/kg de matière sèche**

Les valeurs maximales observées pour la somme des 16 HAP concernent la zone D (pollution visuelle importante, animaux écartés) avec 39 et 107 mg/kg de matière sèche d'herbe. Ces valeurs sont largement supérieures à celles habituellement mesurées dans l'herbe située à proximité du réseau routier 1,46 mg/kg de matière sèche (Bryselbout et al., 2000), 0,98 mg/kg de matière sèche (Crépineau et al., 2003) 0,41 mg/kg de matière sèche (Crépineau-Ducoulombier et al., 2004) ou dans l'herbe prélevée dans des pâtures rurales et « urbaines » à proximité de sites émetteurs (ville, usines, incinération) : 0,005 à 0,008 mg/kg de matière sèche respectivement (Grova et al., 2000).

L'herbe des pâtures situés à proximité du terminal pétrolier de la raffinerie de Donges peut donc être considérée comme très fortement contaminée par les HAP.

## Annexe 2

### Teneurs en HAP chez les bovins exprimée en µg/kg de poids frais

(Source : données communiquées par le LABERCA<sup>7</sup>)

	Animal EXPOSE N°1			Animal EXPOSE N°2			Animaux témoins					
	Trapèze	Pilier	Foie	Pilier	Trapèze	Foie	Collier	Foie	Gîte	Collier	Foie	Gîte
<b>Benzo[a]pyrène</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
Dibenz[a,h]anthracène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Benz[a]anthracène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Indéno[1,2,3,c-d]pyrène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cyclopenta[c,d]pyrène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Somme des benzofluoranthènes	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Benzo[g,h,i]pérylène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Chrysène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Dibenzo[a,i]pyrène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Dibenzo[a,e]pyrène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Dibenzo[a,j]pyrène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Dibenzo[a,h]pyrène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5-Méthylchrysène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Benzo[c]fluorène	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fluoranthène	0,05	0,04	0,11	0,12	0,07	0,07	0,04	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06
Anthracène	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Pyrène	0,09	0,09	0,14	0,20	0,14	0,06	0,11	0,09	0,10	0,09	0,07	0,08
Phénanthrène	0,79	0,63	0,75	1,11	0,80	0,92	0,60	0,72	0,70	0,57	0,69	0,59

Concentrations éditées en « bleu » = Limite de détection

#### **Limites réglementaires en Ba]P selon le règlement 2006-1881 de la commission Européenne :**

Viandes fumées et produits de viande fumés : 5 µg B(a)P /kg de poids frais

Plus faible limite réglementaire acceptée dans les aliments (Préparations pour nourrissons et préparations de suite, y compris le lait pour nourrissons et le lait de suite) : 1 µg B(a)P /kg de poids frais

**La Directrice Générale**

**Pascale BRIAND**

<sup>7</sup> Le LABERCA (LABoratoire d'Etude des Résidus et Contaminants dans les Aliments, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes) est laboratoire national de référence pour la surveillance des dioxines (PCDD/F) et les PCB-dl dans les aliments