

- ANNEXE 7 - PARAMÈTRES D'EXPOSITION

(Cette annexe contient 15 pages)

CAvA061299 – A.17689 – Rav01880f	
NFL – OL - CLD	
06/05/2008	Page : 160

Paramètres d'exposition pour le calcul des doses

Ce document contient 15 pages

1	Inhalation de polluants atmosphériques.....	2
2	Ingestion de sols et poussières	3
3	Consommation de végétaux autoproduits	5
4	Auto-consommation de produits d'animaux élevés localement.....	9
5	Autoconsommation de poissons et coquillages	12
6	Consommation de lait maternel	15

1 Inhalation de polluants atmosphériques

La dose d'exposition par inhalation est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par la formule suivante :

$$CI = \left(\sum (C_i \times t_i) \right) F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne inhalée
- C_i : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t_i (en mg/m^3)
- t_i : fraction du temps d'exposition à la concentration C_i pendant une journée
- T : durée d'exposition (en années)
- F : fréquence ou taux d'exposition (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours – sans dimension)
- T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en années)

La durée d'exposition (T) sera prise égale :

- à 30 ans pour un adulte, durée correspondant au 90^{ème} percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF,
- à 7 ans pour un petit enfant.

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (T_m) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets sans seuil quelle que soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quelle que soit la cible considérée.

La fréquence d'exposition varie selon le type de récepteurs :

- Pour une habitation, elle est de 8 760 h/an (24h/24, 365 jours par an) : $F = 1$,
- pour une école, elle est de 1 296 h/an (8 heures par jour, 4,5 jours par semaine et 36 semaines par an) : $F = 0.15$,
- pour un travailleur, elle est 1 888 h/an sur son lieu de travail (236 jours x 8 heures : $F = 0.21$) et 6 872 h/an sur son lieu d'habitation (236 jours * 16 heures + 129 jours * 24 heures : $F = 0.79$).

Pour ne pas démultiplier les calculs sur les travailleurs avec des lieux de résidence différents, qui ne présentent pas de réel intérêt, nous prendrons comme concentration moyenne d'exposition sur le lieu d'habitation, la concentration de polluant, à la mairie de Fos-sur-Mer, ville la plus exposée par la ZIP parmi Port saint Louis du Rhône et Port de Bouc.

2 Ingestion de sols et poussières

Ingestion de sols et poussières

Le calcul de la dose a été réalisé avec l'équation générique suivante (guide EDR MEDD/BRGM/INERIS, 2000) :

$$DJE_{i,s} = \frac{C_{i,s} * Q_{sol} * T * F}{P * T_m}$$

avec : DJE_{i,s} : dose journalière du composé i liée à l'ingestion de sols (en mg/kg/j)
C_{i,s} : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)
Q_{sol} : taux d'ingestion de sols (kg/j)
T : durée d'exposition (années)
F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an),
P : poids corporel de la cible (kg)
T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

Les quantités de sols et de poussières ingérées considérés sont argumentées ci-après.

Les taux d'ingestion de sols contaminés (en extérieur) couramment utilisées dans des études françaises et d'autres pays sont de 150 mg/j pour un enfant et de 50 mg/j pour un adulte. Ces données sont par ailleurs dans la fourchette des valeurs décrites dans la littérature : entre 0,6 et 480 mg/j chez l'adulte et entre 2 et 250 mg/j chez l'enfant (cité par KISSEL et al., 1998). La valeur de 480 mg/jour correspond à la réalisation de travaux de jardinage (Hawley 1985), non considérés de manière particulière dans la présente étude, la valeur de 250 mg/jour pour les enfants correspond à une valeur élevée surconservatoire donc non retenue.

Les valeurs retenues pour l'ingestion de sols et de poussières en extérieur sont donc de 150 mg/j pour un enfant et 50 mg/j pour un adulte. Ces valeurs sont représentatives d'une journée d'activité en extérieur sans prise en compte d'un temps de présence sur la journée.

Ainsi, à ces taux d'ingestion de sols seront associées les fréquences d'exposition F1 (j/an) et non à des facteurs F2 (h/j) pour les adultes et enfants dans leurs jardins.

Le poids corporel de la cible est pris à 60 kg pour l'adulte, 15 kg pour l'enfant entre 2 et 7 ans et 30 kg pour l'enfant entre 7 et 12 ans, valeurs comprises dans les fourchettes des poids CIBLEX. Les données ayant permis de faire ce choix sont les suivantes :

- une moyenne de 62.55 kg pour les adultes (CIBLEX), le minimum et maximum étant respectivement de 42 et 83 kg,
- une moyenne de 14.4 kg pour les enfants âgés de 0 à 2 ans (CIBLEX), le minimum et maximum étant respectivement de 2 et 30 kg,
- une moyenne de 17.2 kg pour les enfants âgés de 2 à 7 ans (CIBLEX), le minimum et maximum étant respectivement de 12 et 21 kg,
- une moyenne de 30.6 kg pour un enfant âgé de 7 à 12 ans (CIBLEX), le minimum et maximum étant respectivement de 19 et 42 kg,
- une moyenne de 51.7 pour un adolescent âgé de 12 à 17 ans (CIBLEX), le minimum et maximum étant respectivement de 33 et 71 kg,
- 60 kg pour les adultes (INSERM et l'OMS),
- 70 kg pour les adultes (USEPA).

La durée d'exposition (T) sera prise égale :

- à 7 ans pour le petit enfant (d'âge = 7 ans),
- à 11 ans pour l'enfant (d'âge compris entre 7 et 18 ans),
- à 30 ans pour une vie adulte, durée correspondant au 90^{ème} percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF,
- à 30 ans sur une vie entière dont 7 ans d'exposition vie petit enfant, 11 ans d'exposition vie enfant et 12 ans d'exposition vie adulte.

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (Tm) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets sans seuil quelle que soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quelle que soit la cible considérée.

La fréquence d'exposition varie selon le type de récepteurs : Pour une habitation, elle est de 365 j/an, pour une école : 180 j/an.

Concentration dans le sol

Dans le cadre de dispersion des pollutions par voie atmosphérique, la concentration dans les sols peut être déterminée à partir des dépôts surfaciques obtenus par modélisation.

Le calcul de la concentration dans un sol de surface (1 cm) est, dans ce cas, réalisé avec l'équation générique suivante issue du modèle intégré CALTOX :

$$C_{i,s} = \left(\frac{\text{dépôt} \times T_{\text{sol}}}{d_{\text{sol}} \times p_{\text{dépôt}}} \right)$$

avec : $C_{i,s}$: concentration du composé i dans les sols (mg/kg)

dépôt : dépôts totaux en moyenne annuelle issus de la modélisation de la dispersion atmosphérique (mg/m²/s)

T_{sol} : Durée d'accumulation dans le sol superficiel de 10 ans.avec :

$$T_{\text{sol}} = T_{\text{exp}} \times f_{\text{acc}}$$

T_{exp} : la durée d'exposition de 30 ans

f_{acc} : facteur correctif tenant compte du lessivage de 1/3

d_{sol} : densité moyenne du sol (kg/m³) – Valeur utilisée : 1700 kg/m³

$p_{\text{dépôt}}$: profondeur du dépôt (m) – Valeur utilisée pour le sol : 1cm.

3 Consommation de végétaux autoproduits

La dose journalière d'exposition par ingestion de végétaux (DJE_i) contenant un polluant *i* s'exprime par l'équation générique suivante:

$$DJE_{\text{végétaux},i} = \frac{C_{\text{vgt},i} \times Q_{\text{vgt}} \times f_{\text{vgt}} \times f_{a,\text{ing}} \times T \times F}{P \times T_m}$$

avec : $C_{\text{vgt},i}$: concentration moyenne du contaminant *i* dans les produits du jardin, en mg/kg de poids frais
 Q_{vgt} : consommation journalière de végétaux, en kg/j
 f_{vgt} : fraction de végétaux consommés produits sur le site
 $f_{a,\text{ing}}$: fraction de polluants ingérés qui sont absorbés
 T : durée d'exposition (années)
 F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an),
 P : poids corporel de la cible (kg)
 T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

Les paramètres suivants ont été considérés :

Le pourcentage d'autoconsommation

Deux scénarios d'autoconsommation ont été pris en compte :

- un scénario majorant utilisant les taux d'autoconsommation d'une famille d'agriculteurs vivant en zone rurale – Données CIBLEX
- un scénario moyen avec les taux d'autoconsommation moyens de la population des bouches du Rhône pour des communes entre 2 000 et 20 000 habitants – Données CIBLEX.

	agriculteur milieu rural	habitant ville 2 000 à 20 000 hab
Légumes feuilles	62,14%	16,35%
Légumes fruit	30,00%	11,09%
Légumes racines + pomme de terre	63,17%	18,55%
Fruits	75,77%	20,70%

Tableau : Pourcentages d'autoconsommation pour les deux scénarios

Les consommations de légumes pour l'enfant (2-7 ans), l'enfant (7-12 ans) et l'adulte (17-60 ans) en g/j sont issues des données CIBLEX pour le département 13,

Les données sont rappelées dans le tableau suivant :

	Enfant [2 ; 7 ans]	Enfant [7 ; 12 ans]	Adulte
Légumes feuilles	21,85	23,82	45,43
Légumes fruit	35,38	40,02	55,67
Légumes racines + pomme de terre	63,83	83,44	83,47
Fruits	82,56	93,39	129,89

Tableau : Consommation de légume en g/j par tranche d'âge

Les calculs d'ingestion de végétaux ne seront réalisés que pour 2 types de végétaux : les légumes feuilles et les légumes racinaires. Pour les autres types de végétaux, les facteurs de biotransfert ont été peu étudiés et sont mal connus.

La fraction de polluant réellement ingéré a été prise égale à 100%.

Le poids corporel de la cible est pris égal à 60 kg pour l'adulte, 15 kg pour l'enfant entre 2 et 7 ans et 30 kg pour l'enfant entre 7 et 12 ans.

La durée d'exposition (T) sera prise égale :

- à 7 ans pour le petit enfant (d'âge = 7 ans),
- à 11 ans pour l'enfant (d'âge compris entre 7 et 18 ans),
- à 30 ans pour une vie adulte, durée correspondant au 90^{ème} percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF,
- à 30 ans sur une vie entière dont 7 ans d'exposition vie petit enfant, 11 ans d'exposition vie enfant et 12 ans d'exposition vie adulte.

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (Tm) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérogènes quelle que soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques non cancérogènes quelle que soit la cible considérée.

La fréquence d'exposition est de 365 j/an, seul le scénario habitation étant pris en compte.

Concentration dans le sol

Dans le cadre d'une étude de risque sanitaire, la concentration dans les sols est déterminée à partir des dépôts surfaciques obtenus par modélisation atmosphérique.

Le calcul de la concentration dans un sol racinaire (30 cm) a été réalisé avec l'équation générique suivante issue du modèle intégré CALTOX :

$$C_{\text{sol_racinaire}} = \left(\frac{\text{dépôt} \times T_{\text{vég}}}{d_{\text{sol}} \times p_{\text{dépôt_vég}}} \right)$$

Avec :

$C_{\text{vgt},i}$: concentration moyenne du contaminant / dans le sol racinaire (mg/kg)

Dépôt : dépôts totaux en moyenne annuelle issus de la modélisation de la dispersion atmosphérique (mg/m²/s)

$T_{\text{vég}}$: Durée d'accumulation dans les sols – Valeur généralement utilisée : 30 ans

d_{sol} : densité moyenne du sol (kg/m³) – Valeur utilisée : 1700 kg/m³

$p_{\text{dépôt}}$: profondeur du dépôt (m) - Valeur utilisée pour les végétaux : 30 cm

Les paramètres suivants ont été considérés :

La profondeur du dépôt dans le sol « racinaire » est prise égale à 30 cm en référence aux recommandations de l'INERIS (INERIS DRC-04-45959-ERSA-RBn-n° 097/caltox3) : " Par défaut, la valeur définie dans CALTOX

est de 0,887 m. Elle correspond à la moyenne californienne des profondeurs d'affleurement de la roche-mère ou du sol aggloméré moins l'épaisseur du sol superficiel. Dans la mesure où les différents compartiments environnementaux sont caractérisés sous CALTOX par une concentration uniforme, plus le volume d'un compartiment sera grand, plus le flux de polluant entrant dans ce compartiment se trouvera dilué et la concentration résultante sera faible. Par conséquent, il semble préférable pour des substances persistantes se déposant sur le sol après émission atmosphérique de définir une hauteur plus faible que celle définie par défaut. **Une hauteur de l'ordre de 30 cm, prise conventionnellement, pour représenter l'emprise des racines des cultures potagères, semble ainsi plus adaptée et plus protectrice.** "

Concentration dans les végétaux

Les mécanismes de transfert sont complexes et les facteurs de bioconcentration (BCF) traduisant l'accumulation d'un composé dans une plante varient d'une plante à une autre en fonction des mécanismes de transferts (racines, feuilles, ...) et sont spécifiques de chaque composé.

Les BCF (en poids sec) peuvent être estimés à partir de mesures sur le site, de données de la littérature, ou en l'absence de mesures, calculés par des modèles plus ou moins simples. Généralement, en dehors des métaux et métalloïdes, ces BCF ne sont que peu disponibles dans la littérature.

Nous avons évalué le transfert du polluant du sol vers les plantes à partir des équations suivantes (réécrites par nos soins dans excel), en distinguant la partie racinaire, la partie aérienne (tige et feuille) de la plante, pour les sols, les équations de transfert sont:

$$C_{aerien,i}(\text{poids sec}) = BCF_{sol-aerien}(\text{poids sec}) \times C_{sol}$$

$$C_{racine,i}(\text{poids sec}) = BCF_{sol-racine}(\text{poids sec}) \times C_{sol}$$

où C_{sol} : concentration dans le sol, en mg/kg MS.
 $C_{aerien,i}$: concentration de la substance i dans partie aérienne du végétal (tige et feuille) mg/kg de poids sec
 $C_{racine,i}$: concentration de la substance i dans la racine du végétal mg/kg de poids sec

Rapport poids frais / poids sec

Pour passer de la concentration en poids sec à la concentration en poids frais dans le végétal, le taux d'humidité du végétal doit être considéré. Ce taux varie en fonction des végétaux entre 0.95 pour la salade et 0.74 pour les petits pois). Les valeurs proposées par les modèles intégrés HESP et VOLASOIL sont retenues.

Pour les parties racinaires du végétal (taux d'humidité de 0.798) :

$$C_{racine,i}(\text{poids - humide}) = C_{racine,i}(\text{poids - sec}) \times 0,202$$

pour les parties aériennes du végétal (taux d'humidité de 0.883) :

$$C_{aerien,i}(\text{poids - humide}) = C_{aerien,i}(\text{poids - sec}) \times 0,117$$

FACTEURS de BIOCONCENTRATION

La synthèse des facteurs de bioconcentration considérés est fournie dans le tableau suivant. Ces facteurs sont les mêmes que ceux utilisés et validés pour l'étude globale sur la ZI de Lacq.

RAV1880/A.17689/CAV061299.	
NFL – OL – CLD	
Annexe	Page : 7 / 15

substance	BCF feuilles (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	BCF racines (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	Source BCF feuilles	Source BCF racines
As	0,00633	0,008	HHRAP	HHRAP
Cd	0,125	0,064	HHRAP	HHRAP
Co	0,0003	0,0028	INERIS	INERIS
Cr	0,00488	0,0045	HHRAP	HHRAP
Hg	0,0145	0,036	HHRAP	HHRAP
Mn	0,68	0,68	RAIS	RAIS
Ni	0,00931	0,008	HHRAP	HHRAP
Pb	0,0136	0,009	HHRAP	HHRAP
Sb	0,0319	0,03	HHRAP	HHRAP
benzo(a)pyrene	0,0132	0,0605	HHRAP	HHRAP
dioxines	0,00455	1,03	HHRAP	HHRAP
naphtalene	0,479	0,269	HHRAP	HHRAP

Tableau : Synthèse des BCF

4 Auto-consommation de produits d'animaux élevés localement

Dans le cadre d'une exposition aux polluants organiques persistants lipophiles (Dioxines), les quantités de polluant administrées par la consommation d'œufs ou de viande de mouton, exprimées en dose journalière d'exposition, sont définies par l'équation générique suivante (guide EDR MEDD/BRGM/INERIS, 2000) :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i * Q_j * T * F}{P * T_m}$$

avec :

DJE_{ij} : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/j)

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)

Q_j : taux d'ingestion par la voie j (l/j)

T : durée d'exposition (années)

F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)

P : poids corporel de la cible (kg)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

Les paramètres suivants ont été considérés.

Autoconsommation d'œuf et de viande de mouton :

Deux scénarios d'autoconsommation ont été pris en compte :

- un scénario majorant utilisant les taux d'autoconsommation d'une famille d'agriculteurs vivant en zone rurale – Données CIBLEX
- un scénario moyen avec les taux d'autoconsommation moyens de la population des Bouches du Rhône pour des communes entre 2 000 et 20 000 habitants.

	agriculteur milieu rural	habitant ville 2 000 à 20 000 hab
Œufs	59,71%	9,20%
Viande de mouton	42,84%	2,79%

Tableau : Pourcentages d'autoconsommation pour les deux scénarios

La consommation de d'œuf et de viande de mouton pour l'enfant (2-7 ans), l'enfant (7-12 ans) et l'adulte (17-60 ans) en g/j sont issues des données CIBLEX pour le département 13,

Les données sont rappelées dans le tableau suivant :

	Enfant [2 ; 7 ans]	Enfant [7 ; 12 ans]	Adulte
Œufs	15,81	22,69	26,26
Viande de mouton	14,22	22,9	30,01

Tableau : Consommation en g/j par tranche d'âge

Le poids corporel de la cible est pris à 60 kg pour l'adulte, 15 kg pour l'enfant entre 2 et 7 ans et 30 kg pour l'enfant entre 7 et 12 ans.

La durée d'exposition (T) sera prise égale :

- à 7 ans pour le petit enfant (d'âge = 7 ans),
- à 11 ans pour l'enfant (d'âge compris entre 7 et 18 ans),
- à 30 ans pour une vie adulte, durée correspondant au 90^{ème} percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF,
- à 30 ans sur une vie entière dont 7 ans d'exposition vie petit enfant, 11 ans d'exposition vie enfant et 12 ans d'exposition vie adulte.

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (Tm) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets sans seuil quelle que soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quelle que soit la cible considérée.

La fréquence d'exposition est de 365 j/an, seul le scénario habitation étant pris en compte.

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)

Le transfert dans la chaîne alimentaire est modélisé à partir des valeurs de polluant mesurées dans le sol lors de la campagne de prélèvement ou estimées à partir de modélisation.

Les différentes catégories d'aliments prises en compte peuvent être contaminées à partir de la pollution de surface et de la pollution « racinaire ». La pollution de surface intervient par contamination des sols superficiels par retombées de particules et par éclaboussures des végétaux consommés par les animaux. La pollution « racinaire » intervient par contamination des sols profonds et passages dans les végétaux via les racines.

La concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg) est déterminée à partir des équations suivantes (source : CALTOX) :

$$C_i = C_{i_surf} + C_{i_prof}$$

avec : C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)

C_{i_surf} : concentration d'exposition relative au milieu i contaminés via le sol supérieur (mg/kg.j),

C_{i_prof} : concentration d'exposition relative au milieu i contaminés via le sol profond (mg/kg.j),

$$C_{i_surf} = (I_h \times E + I_s) \times B_e \times C_{polluant_sol\ sup}$$

et

$$C_{i_prof} = (I_h \times BCF) \times B_e \times C_{polluant_sol\ prof}$$

Remarque : les facteurs de transfert entre l'animal et sa viande et les quantités d'ingestion quotidienne d'herbe et de sol par l'animal n'étant pas disponibles dans les bases de données consultées pour le mouton, les paramètres pris en compte sont ceux du bœuf.

Avec :

- I_h : Ingestion quotidienne d'herbe par les poules/les moutons (kg/j),
- E : Eclaboussure pluie « rainsplash » (kg sol/kg/plante),
- I_s : Ingestion quotidienne de sol par les poules /les moutons (kg/j),
- B_e : Facteur de biotransfert entre les poules et les œufs ((mg/kg frais)/(mg/j)),
ou Facteur de biotransfert entre le mouton et leur viande ((mg/kg frais)/(mg/j)),
- BCF : Coefficient de partition plantes / sol (kg sol / kg plantes),
- $C_{\text{polluant_sol sup}}$: Teneur en polluant mesurée dans le compartiment « sol supérieur » (mg/kg)
- $C_{\text{polluant_sol prof}}$: Teneur en polluant mesurée dans le compartiment « sol racinaire » (mg/kg)

Les paramètres suivants ont été considérés :

L'ingestion quotidienne de sol par les poules (kg/j) est prise égale à 0,022 (source : HHRAP)

L'ingestion quotidienne de sol par les moutons (kg/j) est prise égale 0,4 (source : CALTOX)

L'ingestion quotidienne d'herbe par les poules (kg/j) est prise égale à 0,12 (source : Caltox)

L'ingestion quotidienne d'herbe par les moutons (kg/j) est prise égale à 12 (source : HHRAP)

La valeur pour les éclaboussures par la pluie « rainsplash » (kg sol/kg/plante) est prise égale à 0,0034 (source : Caltox)

Les facteurs de transfert sont relatifs à chaque substance. Pour les dioxines, ils sont recensés dans le tableau suivant :

Paramètres (Dioxines)	unité	valeur	source
Facteur de biotransfert entre les poules et les œufs	(mg/kg frais)/(mg/j)	24.6	INERIS
Facteur de biotransfert entre les moutons et la viande	(mg/kg frais)/(mg/j)	0,24*	Caltox
Coefficient de partition plantes / sol	kg sol / kg plantes	0,00455**	HHRAP

*Compte tenu du manque de données spécifiques pour cette matrice, l'INERIS propose pour la viande bovine, mais également pour les viandes ovines et porcines de prendre en compte les mêmes coefficients de transfert que ceux définis pour la matière grasse du lait. Nous prendrons par manque de données sur les moutons, ce même facteur. Pour définir la concentration de dioxines dans ces différents aliments, il est alors nécessaire d'utiliser les taux de matière grasse propre à chaque type de viande. Nous préférons donc conserver la valeur présente dans la base de données Caltox.

**Bien que les premiers résultats expérimentaux aient donné lieu à des controverses, il est maintenant généralement admis que les plantes ne peuvent pas transporter les dioxines de leurs racines vers leur feuillage ou leurs fruits. Cependant dans une approche majorante et par soucis de cohérence avec les choix de facteurs de bioconcentration réalisés pour les métaux, nous retiendrons les valeurs issues de la base de données HHRAP.

5 Autoconsommation de poissons et coquillages

Les quantités de polluant administrées par la consommation de poisson et de coquillage, exprimées en dose journalière d'exposition, sont définies par l'équation générique suivante (guide EDR MEDD/BRGM/INERIS, 2000) :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i * Q_j * T * F}{P * T_m}$$

avec :

DJE_{ij} : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/j)

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (ici les poissons ou les coquillages)

Q_j : taux d'ingestion par la voie j (l/j)

T : durée d'exposition (années)

F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)

P : poids corporel de la cible (kg)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

Les paramètres suivants ont été considérés.

Autoconsommation de poissons et coquillage

Pour le scénario ingestion de poisson, il n'y a pas lieu de prendre en compte le scénario majorant avec le pourcentage d'autoconsommation d'un agriculteur rural. Seul le scénario moyen sera donc retenu avec un pourcentage d'autoconsommation correspondant à un habitant des Bouches du Rhône d'une ville de 2 000 à 20 000 habitants. Il est de 6,87% (données CIBLEX).

Taux d'ingestion de poissons et coquillages

Nous prendrons les valeurs issues de la base de données CIBLEX, pour le département des Bouches du Rhône qui sont les suivantes :

- adultes (17-60 ans) : taux de consommation de 37,04 g/jour,
- enfants de 2 à 7 ans : taux de consommation de 25,82 g/jour,
- enfants de 7 à 12 ans : taux de consommation de 31,02 g/jour.

La base de données CIBLEX ne donne pas de valeurs distinctes pour la consommation de poisson et la consommation de coquillage. La valeur indiquée prend en compte l'ingestion des deux types de crustacés.

Pour distinguer ces deux types d'ingestion, nous prendrons dans une première approche, la répartition arbitraire (validée par la DRIRE) d'une quantité ingérée de poisson à hauteur de 85% du taux de consommation et une quantité ingérée de coquillage à hauteur de 15%.

RAv1880/A.17689/CAv061299.	
NFL – OL - CLD	
Annexe	Page : 12 / 15

On notera que les taux de consommations sont supérieures aux moyennes de l'enquête réalisée par l'AFSSA¹ en 1999 qui donne des quantités de poisson (de toutes origines) consommées par les adultes et les enfants, celles-ci sont respectivement de 30 et 21 g/jour. Pour les enfants, les quantités ingérées pour les différentes catégories d'âges entre 6 et 14 ans sont sensiblement les mêmes. Elles sont également supérieures à celles proposées par les bases de données des logiciels intégrés (RBCA et HESP) qui considèrent que des taux d'ingestion journaliers variant de 2 à 25 g/jour et que celles issues des Etats-Unis (moyenne inter-population et inter-age de l'ordre de 14 g/jour).

Nous prendrons les valeurs issues de la base de donnée CIBLEX (ADEME, 2003), soit 37 g/jour pour les adultes, 26 g/jour pour les enfants de 2 à 7 ans et 31 g/jour pour les enfants de 7 à 12 ans.

Le poids corporel de la cible est pris à 60 kg pour l'adulte, 15 kg pour l'enfant entre 2 et 7 ans et 30 kg pour l'enfant entre 7 et 12 ans.

La durée d'exposition (T) sera prise égale :

- à 7 ans pour le petit enfant (d'âge = 7 ans),
- à 11 ans pour l'enfant (d'âge compris entre 7 et 18 ans),
- à 30 ans pour une vie adulte, durée correspondant au 90^{ème} percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF,
- à 30 ans sur une vie entière dont 7 ans d'exposition vie petit enfant, 11 ans d'exposition vie enfant et 12 ans d'exposition vie adulte.

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (T_m) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets sans seuil quelle que soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quelle que soit la cible considérée.

La fréquence d'exposition est de 365 j/an, seul le scénario habitation étant pris en compte.

Concentration dans les coquillages

Les données des suivis environnementaux effectuées par les cabinets Ramade/Creoclean pour les industriels de la ZI permettent de déterminer l'exposition des populations locales via la consommation de coquillage et plus particulièrement, la consommation de moules.

Les rapports consultés concernent les industriels : Arcelor, Lyondell, Arkema, Evere, Esso et GDF Cycofos.

La teneur en métaux lourds dans les coquillages retenue pour la suite de l'étude, correspond au percentile 90 de l'ensemble des mesures effectuées par les cabinets RAMADE et CREOCLEAN.

Ces valeurs sont présentées dans le tableau suivant :

Teneurs en métaux lourds dans les coquillages (mg/kg sec)					
As	Cd	Pb	Hg	Ni	Cr
14,5	0,68	1,84	0,33	2,65	2,2

¹ Enquête réalisée par l'Agence Française de la sécurité sanitaire des aliments portant sur 3 003 individus de 3 ans et plus représentatifs de la population française.

Le rapport poids sec / poids frais pris en compte pour les calculs correspond à la valeur moyenne mesurée sur les moules lors des études effectuées par les cabinets RAMADE et CREOCLEAN.

Le rapport poids sec / poids frais pris en compte est de 0,176.

Concentration dans les poissons

Comme pour les coquillages, les données des suivis environnementaux effectuées par les cabinets Ramade/Creoclean pour les industriels de la ZI permettent de déterminer l'exposition des populations locales via la consommation de poisson et plus particulièrement la consommation de raies, soles ou turbos.

Pour ne pas démultiplier les calculs des risques selon les différentes espèces pêchées, nous nous placerons pour cette étude dans le cas majorant d'une concentration d'exposition maximum, quelque soit l'espèce ingérée. Les valeurs retenues pour la suite de l'étude sont indiquées dans le tableau suivant :

Teneurs en métaux lourds dans les poissons (mg/kg frais)					
As	Cd	Pb	Hg	Ni	Cr
19,1	0,005	0,021	0,092	0,044	0,038

6 Consommation de lait maternel

Dans le cadre d'une exposition aux polluants organiques persistants lipophiles (Dioxines), les quantités de polluant administrées par la consommation de lait maternel, exprimées en dose journalière d'exposition, sont définies par l'équation générique suivante (guide EDR MEDD/BRGM/INERIS, 2000) :

La DJE sera calculée de la façon suivante :

$$DJE_{ij} = \frac{C_{lm} * Q_j * T * F}{P * T_m}$$

Avec : DJE_{ij} : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en mg/kg/j)
C_{lm} : concentration d'exposition dans le lait maternel (en mg/L)
Q_j : taux d'ingestion par la voie j (l/j)
T : durée d'exposition (années)
F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)
P : poids corporel de la cible (kg)
T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

La consommation de lait maternel pour un enfant de 0 à 6 mois est prise égale à 700 mL/jour (données INERIS),

Le poids corporel de la cible est pris égal à 6 kg pour un enfant entre 0 et 6 mois.

La durée d'exposition (T) sera prise égale à 6 mois

La période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (T_m) est prise égale à T.

La fréquence d'exposition est de 1.

Concentration dans le lait maternel

$$C_{lm} = DJE_{fa} \times P_{fa} \times B_{lm} \times t_{MGlm}$$

Avec : C_{lm} : concentration en 2,3,7,8-TCDD dans le lait maternel (en µg/L)
DJE_{fa} : Dose Journalière d'Exposition de la femme allaitante (mg 2,3,7,8-TCDD/kg/j), calculée pour le scénario adulte
P_{fa} : poids de la femme allaitante (65 kg)
t_{MGlm} : taux de lipides dans le lait maternel (3,01%)
B_{lm} : facteur de biotransfert dans les lipides du lait maternel (j/kg taux de matière grasse dans le lait maternel). Il est égal à 0,25 j/g MG_{lm}¹. Une étude INVS réalisées en 1998 et 1999 sur plusieurs mères primipares, estime le coefficient de transfert entre 0,19 et 0,25 j/g de graisse. Nous retenons la valeur la plus élevée.

Pour ne pas démultiplier les calculs de risque concernant l'ingestion de lait maternel, nous retiendrons la DJE femme allaitante au récepteur le plus exposé.

¹ Taux de matière grasse dans le lait maternel