

**EPORA**

2, avenue Grüner

CS 32902

42029 SAINT ETIENNE cedex1

A l'attention de M. MOURAKOPOULOS

Analyse des enjeux sanitaires**Opération R007****Site DUCHESNE****Parcelles n° 255, 256 et 257**

Démarche de gestion des sites et sols (potentiellement) pollués -
circulaire ministérielle et outils du 8 février 2007
Prestation élémentaire A320 selon NFX31-620-2 - juin 2011

N° de mission : A532045663 / BC8

Date : vendredi 16 mars 2018

**APAVE SUD EUROPE SAS**

DIVISION CONSEIL - SERVICE ENVIRONNEMENT

SITES & SOLS POLLUES

4 chemin du ruisseau – Bât. B

69 130 ECULLY

04.72.32.52.52- 04.72.18.07.50

APAVE SUDEUROPE SAS

DIVISION CONSEIL - SERVICE ENVIRONNEMENT
SITES & SOLS POLLUES
4 chemin du ruisseau – Bât. B
69 130 ECULLY
04.72.32.52.52- 04.72.18.07.50

ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

(Démarche d'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) - Analyse des Risques Résiduels (ARR)
- prestation élémentaire A320 selon NFX31-620-2 - juin 2011))



EPORA

**Opération R007 – Site DUCHESNE
Parcelles n° 255, 256 et 257**

N° de mission : A532045663 / BC8

Adresse(s) d'expédition :

Exemplaire(s) 2, avenue Grüner
CS 32902
42029 SAINT ETIENNE cedex1
A l'attention de : M. MOURAKOPOULOS

Version	Date	Chef de Projet	Superviseur
		Emilie VINAU	Erwan MICHARD
1	16/03/18		

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESTATION - CONTEXTE DE GESTION	6
2.	PERIMETRE	7
3.	REGLEMENTATION, REFERENTIELS ET GUIDES METHODOLOGIQUES.....	7
4.	RAPPEL DES ETUDES PREALABLES	9
5.	ORIENTATIONS GLOBALES DE L'AMENAGEMENT RETENU DANS LA CADRE DE L'ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES	12
6.	SCHEMA CONCEPTUEL BASE DE L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	12
6.1.	Contaminations identifiées.....	12
6.2.	Identification des vecteurs de transfert	13
6.3.	Identification des cibles et/ou enjeux à protéger	13
6.4.	Scénarios d'exposition retenus	13
7.	ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	15
7.1.	Réglementation et guides méthodologiques	15
7.2.	Démarche méthodologique	15
7.3.	Codes de calculs utilisés.....	16
7.4.	Généralités sur les mécanismes de transfert des polluants	17
7.5.	Identification des dangers	18
7.5.1.	Identification et caractéristiques des sources.....	18
7.5.2.	Scénarii d'exposition retenus	20
7.6.	Relation dose / effets pour les substances.....	20
7.6.1.	Caractéristiques physico-chimiques des éléments traceurs du risque retenus	20
7.6.2.	Définition des Valeurs Toxicologiques de Références	20
7.7.	Évaluation des expositions	23
7.7.1.	Modèles de transfert / exposition utilisés et choix des données d'entrée	23
7.7.2.	Détermination des doses d'expositions.....	25
7.8.	Evaluation et caractérisation des risques.....	25
7.8.1.	Résultats des calculs de risques	26
8.	INCERTITUDES	28
8.1.	Etude qualitative des incertitudes	28
8.1.1.	Incertitudes portant sur la définition des cibles et des usages	28
8.1.2.	Incertitudes portant sur les données de consommation	28
8.1.3.	Concentrations retenues	28
8.1.4.	Caractéristiques physico-chimiques des polluants et valeurs toxicologiques de référence.....	28
8.2.	Évaluation quantitative des incertitudes.....	28
9.	CONCLUSION ET PRECONISATIONS	30

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DU PERIMETRE D'ETUDE	8
FIGURE 2 : LOCALISATION DES INVESTIGATIONS – ETUDES ANTERIEURES	11
FIGURE 3 : SCHEMA CONCEPTUEL BASE DE L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRE	14


LISTE DES TABLEAUX

TABEAU 1 : CONCENTRATIONS MAXIMALES OBSERVEES	12
TABEAU 2 : SYNTHESE DES SCENARII D'EXPOSITION PERTINENTS RETENUS	13
TABEAU 3 : COMPOSES RETENUS	19
TABEAU 4 : CARACTERISTIQUES DU SCENARIO D'EXPOSITION RETENU	20
TABEAU 5 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE (VTR) RETENUES POUR L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES	22
TABEAU 6 : VALEURS DES PARAMETRES UTILISES POUR LE TRANSFERT VERS LES VEGETAUX.....	24
TABEAU 7 : QD ET ERI / INGESTION DE VEGETAUX AUTOPRODUITS	27
TABEAU 8 : RESULTATS DE L'ETUDE DE SENSIBILITE DU MODELE DE CALCUL DES RISQUES LIES A L'INGESTION DE VEGETAUX AUTOPRODUITS	29

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 :	REPONSES AU QUESTIONNAIRE « ETUDE DES FACTEURS DETERMINANTS DE L'EXPOSITION PAR CONSOMMATION DE VEGETAUX AUTOPRODUITS A PROXIMITE DU SITE DUCHESNE
ANNEXE 2 :	CARACTERISTIQUES DES SUBSTANCES / TRACEURS DE RISQUES
ANNEXE 3 :	RAPPORT DE CALCUL MODUL'ERS

SYNTHESE NON TECHNIQUE

OBJET	OBSERVATIONS ESSENTIELLES
Donneur d'Ordre	 <p>EPORA 2, avenue Grüner CS 32902 42029 Saint-Etienne</p>
Localisation du site	Parcelles BH 255, 256 et 257 6, 10, 12, rue Marc Antoine Julien de la Drôme à Romans-sur-Isère (26)
Contexte de la prestation	Requalification du site DUCHESNE
Objectif(s) de la prestation	Quantifier les risques pour les usagers des parcelles limitrophes au site DUCHESNE face à l'ingestion de végétaux autoproduits, sur la base des données de consommation des riverains et sous validation des services de l'ARS.
Etudes préalables Codifications selon NFX31-620-2	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des risques résiduels (A320) : APAVE pour EPORA – Réf : 31221805/5 Version n°1 du 14/06/13. - Diagnostic de pollution (A200, A230) et analyse des risques résiduels complémentaires (A320) : Réf : 31221805/6 Version n°2 du 26/02/14.
Schéma conceptuel Sources Vecteurs Cibles	<p>Source = Contaminations en hydrocarbures totaux, HAP, solvants chlorés, métaux lourds, dioxines et furanes</p> <p>Vecteurs de transfert = Ingestion de végétaux autoproduits</p> <p>Cibles : Résidents au droit des parcelles BH 255, 256 et 257</p>
Polluants considérés	<p>Hydrocarbures C21-C35 (aromatiques et aliphatiques), HAP : phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène Métaux lourds : baryum, cuivre, mercure, plomb et zinc Trichloroéthylène, Dioxines et furanes : 1234678_Heptachlorodibenzodioxine, Octachlorodibenzodioxine, 2378 TCDF</p>
Résultats des calculs de risques	Risques acceptable -> les pollutions identifiées au droit du site sont compatibles avec l'ingestion de végétaux produits au droit des parcelles BH 255, 256 et 257
Mesure de gestion (Premières propositions)	Sur la base des données disponibles : non concerné.
Servitudes / restrictions d'usages et d'exploitation	Servitudes potentielles à définir par le Plan de Gestion du site DUCHESNE -> Fonction du scénario de réhabilitation retenu.
Archivage - communication	Le présent rapport pourra être annexé aux documents fonciers et aux documents porteurs des servitudes du site DUCHESNE.
Limites /incertitudes	<p>L'évaluation quantifiée des risques sanitaires a été menée en considérant des hypothèses de travail et données d'entrée visant à respecter le principe de précaution.</p> <p>Néanmoins :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour toute autre affectation des terrains, il sera nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires, - les concentrations de contaminant sont issues des diagnostics disponibles au droit du site pouvant être soumis à incertitudes. - les hypothèses retenues sont issues pour partie des réponses transmises par les résidents au questionnaire « Etude des facteurs déterminants de l'exposition par consommation de végétaux autoproduits à proximité du site Duchesne ». Dans le cas où ces données seraient amenées à évoluer, il sera nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESTATION - CONTEXTE DE GESTION

L'EPORA réalise des opérations de gestion, de requalification et d'aménagements urbains avec pour objectifs la production d'habitat et le développement cohérent et économique des territoires.

Dans le cadre d'une convention cadre signée en Mars 2011 avec la Communauté d'Agglomération du Pays de Romans et la commune de Romans-sur-Isère, l'EPORA est missionné pour leur accompagnement dans le traitement des problématiques économiques et d'habitat.

Les missions confiées à l'EPORA intègrent :

- La veille foncière sur le périmètre avec la réalisation d'études complémentaires (Etudes opérationnelles et études de marché),
- Le passage à l'opérationnel (Consultation des opérateurs, choix des opérateurs, acquisitions et travaux préalables).

L'intervention inscrite au présent marché se centre sur l'îlot Duchesne de la commune de Roman-sur-Isère (26).

Le projet de requalification de l'îlot Duchesne comprend la création d'un espace public et un parc de stationnement de report au bénéfice du centre-ville (Projet Urbain Partenarial). Les trois quart de l'assiette foncière après démolition consistent en un programme de construction de logements collectifs, sociaux, en accession et des locaux d'activités tertiaires en rez-de-chaussée.

C'est dans ce cadre que l'EPORA souhaite étudier les possibilités de réhabilitation du site en accord avec les orientations du PUP et les objectifs de développement de la commune de Romans-sur-Isère et de la Communauté d'Agglomération du Pays de Romans.

L'objectif de notre intervention sur le secteur opérationnel en tant qu'Assistant à la Maîtrise d'Ouvrage est d'accompagner l'EPORA dans :

- La **définition d'une stratégie de réhabilitation**, par la réalisation des études préalables en Sites et Sols Pollués permettant la caractérisation du contexte environnemental du site et de ses possibilités de réhabilitation en accord avec les contraintes économiques / environnementales et les objectifs de développement du secteur,
- Plus qu'un diagnostic environnemental, il est attendu un **travail d'expertise et d'accompagnement complet** de l'EPORA intégrant la **coordination et le relationnel** nécessaire à l'aboutissement du projet, avec la ville, les futurs opérateurs et les services de l'Etat.

Par notification en date du 13 décembre 2011, APAVE a été retenu comme l'un des Bureaux de Conseil référents pour assister l'EPORA dans ses missions de requalification (Contrat cadre « Assistance à maîtrise d'ouvrage d'un diagnostic environnemental et la définition d'une stratégie de dépollution des sites et sols pollués sur l'ensemble du périmètre d'action d'EPORA » - n° réf. : RB-SB 2011-526).

Le Marché subséquent a été attribué à APAVE SUD EUROPE par notification en date du 1^{er} Août 2012.

Les études environnementales réalisées au droit des parcelles cadastrales n°239 / 241 mettent en évidence la présence d'anomalies au niveau des matrices sols (HCT, BTEX, HAP, COHV, cyanures, phénol, dioxine et métaux) et gaz du sol (BTEX, HAP, COHV), susceptibles d'avoir un impact hors site.

La présence d'usages sensibles (habitations avec jardins) est répertoriée de façon limitrophe aux zones identifiées comme impactées, notamment au droit des parcelles cadastrales n°255 / 256 / 257 de la section BH de la commune de Romans-sur-Isère.

Dans ce cadre, l'EPORA a sollicité APAVE SUDEUROPE afin de réaliser une mission d'analyses des risques résiduels centrées sur les parcelles n°255 / 256 / 257.

Cette étude fait suite aux différentes phases de diagnostics réalisées ainsi qu'aux réponses du questionnaire transmis aux habitants des parcelles mitoyennes concernant l'étude des facteurs déterminants de leur exposition par consommation de végétaux autoproduits.

L'objectif de cette prestation est alors de quantifier l'exposition et les risques à long terme pour les usagers du site face à l'ingestion de végétaux produits au droit de la zone d'étude vis-à-vis des contaminations identifiées (notamment les dioxines) ; l'objectif final étant de définir les éventuelles mesures correctives ou mesures de gestion de la contamination à mettre en œuvre dans le cadre de la requalification du tènement.

La prestation élémentaire réalisée dans le cadre de cette évaluation selon la norme NFX31-620-2 d'août 2016 est A320.

Le présent rapport Apave rend compte des moyens mis en œuvre et des résultats obtenus.

2. PERIMETRE

Les informations permettant de localiser le site d'étude sont les suivantes :

Désignation	DUCHESNE		
Adresse/lieu-dit	6, 10, 12 rue Marc Antoine Julien de la Drôme		
Commune	Romans-sur-Isère		
Département	26		
Surface globale en m²	1 760 m²		
Parcelle cadastrale	BH 255, 256 et 257		
Coordonnées géographiques (Lambert 2 étendu centre du site)	<u>255 BH :</u>	<u>256 BH :</u>	<u>257 BH :</u>
	X = 813 437,96 m	X = 813 414,69 m	X = 813 393,30 m
	Y = 2 008 666,38 m	Y = 2 008 662,73 m	Y = 2 008 662,73 m




Le site est localisé et délimité sur la figure de la page suivante.

3. REGLEMENTATION, REFERENTIELS ET GUIDES METHODOLOGIQUES

Cette prestation a été réalisée conformément :

- à la réglementation en vigueur et notamment le Code de l'Environnement
- à la méthodologie nationale définie par les circulaires du 8 février 2007 (et sa mise à jour par la Note ministérielle du 19 avril 2017), concernant les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués
- aux guides méthodologiques nationaux
- à la norme NFX31-620-2 d'août 2016 et aux référentiels d'application associés

Légende :

-  Limite de l'Ilot Duchesne
-  Limite d'intervention de l'EPORA - BH239 et BH241
-  Parcelles limitrophes à l'étude
BH255 / 256 / 257



4. RAPPEL DES ETUDES PREALABLES

Le présent rapport fait suite à la réalisation des études suivantes :

- APAVE pour EPORA – « ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS (ARR) – PROJET DUCHESNE (R007) – Parcelles n°255 / 256 / 257 section BH limitrophes au projet DUCHESNE (R007 – Parcelles n°239 / 241 section BH) – ROMANS-SUR-ISERE (26) – Réf : 31221805/5 Version n°1 du 14/06/13.
- APAVE pour EPORA – « DIAGNOSTIC DE POLLUTION (EVAL 3 – A200 / A230 / A320) – PROJET DUCHESNE (R007) – Parcelles n°255 / 256 / 257 section BH limitrophes au projet DUCHESNE (R007 – Parcelles n°239 / 241 section BH) – ROMANS-SUR-ISERE (26) – Réf : 31221805/6 Version n°2 du 26/02/14.

Analyse des risques résiduels

L'évaluation des risques sanitaires du site d'étude est fondée sur :

- Les usages fixés, à savoir « Résidentiel avec jardins potagers » avec présence d'adultes et enfants,
- la connaissance de la pollution des sols fondée sur les investigations effectuées en septembre et décembre 2013 par APAVE sur les parcelles limitrophes n°239 et 241 section BH,
- les modes et scénarios d'exposition considérés,
- les hypothèses retenues sur les VTR.

Les niveaux de risques sanitaires estimés pour les voies d'exposition considérées sont supérieurs aux valeurs de seuils d'acceptabilité (QD = 1 et ERI = 1E-05) :

- Inhalation de vapeurs de polluants volatils dans l'air ambiant intérieur (QDmax : 10 300 ; ERImax : 3,61E-02),
- inhalation de poussières de polluants dans l'air extérieur (QDmax : 6,68 ; ERImax : 4,52E-05),
- Ingestion de poussières de polluants dans l'air extérieur (QDmax : 6,62 ; ERImax : 3,67E-05),
- Ingestion de végétaux auto-produits (QDmax : 852 ; ERImax : 1,12E-02).

Les niveaux de risques sanitaires sont évalués comme non acceptables considérant les polluants et les scénarios retenus.

Les paramètres prépondérants dans l'apparition du risque sanitaire sont les suivants : As, Cr, Hg, Ni, Pb, hydrocarbures aromatiques, benzène, HAP, trichloroéthylène, tétrachloroéthylène, dioxines.

L'évaluation des risques conclut à un risque sanitaire non acceptable en extérieur pour les expositions par inhalation aux polluants traceurs répertoriés dans les sols.

En l'état, les pollutions identifiées sur les parcelles n°239 et 241 section BH, limitrophes au site d'étude (n°255, 256 et 257 de la section BH), ne sont donc pas compatibles avec l'usage résidentiel du site d'étude.

Diagnostic de pollution des milieux sol et gaz du sol / ARR complémentaire

Les études réalisées au droit des parcelles 255, 256 et 257 de la section BH ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

→ BH255 :

- Investigations sols et gaz du sol :
 - o Présence de teneurs en **arsenic**, **HAP** et **COHV** (trichloroéthylène) supérieures aux seuils de risque de l'ARR pour la voie d'exposition "ingestion de végétaux autoproduits".
 - o Présence de traces de **mercure** et de **COHV** qui dépassent les valeurs seuils pour une exposition à l'intérieure de la maison. A noter que les mesures dans les gaz du sol ont mis en évidence l'absence de volatilisation du mercure.
 - o Présence de traces de **dioxines** à des teneurs compatibles avec l'usage.
 - o La présence d'anomalies dans les gaz du sol non corrélables avec des contaminations significatives dans les sols. Les composés identifiés dans les gaz du sol sont des traces de CAV et de COHV (tétrachloroéthylène et trichloroéthylène principalement).

- Analyse des risques résiduels complémentaire :

Une analyse des risques résiduels complémentaire a été réalisée sur la base des concentrations maximales en polluants traceurs détectés dans les gaz du sol au droit des parcelles BH255 à 257. Les résultats obtenus ont mis en évidence **l'absence de risque pour les résidents exposés aux vapeurs d'éléments chimiques volatils à l'intérieur de l'habitation.**

→ **BH256 :**

- Investigations sols et gaz du sol :

- Présence de teneurs en **arsenic** et **HAP** supérieures aux seuils de risque de l'ARR pour la voie d'exposition "ingestion de végétaux autoproduits".
- Présence de traces de **mercure** supérieures aux valeurs seuils pour une exposition par inhalation à l'intérieure de la maison, liée à au potentiel de volatilité de ce métalloïde.
- Présence de traces de **dioxines** à des teneurs compatibles avec l'usage.
- Les principales anomalies sont identifiées en surface au sein des remblais.

- Analyse des risques résiduels complémentaire :

Une analyse des risques résiduels complémentaire a été réalisée sur la base des concentrations maximales en polluants traceurs détectés dans les gaz du sol au droit des parcelles BH255 à 257. Les résultats obtenus ont mis en évidence **l'absence de risque pour les résidents exposés aux vapeurs d'éléments chimiques volatils à l'intérieur de l'habitation.**

→ **BH257 :**

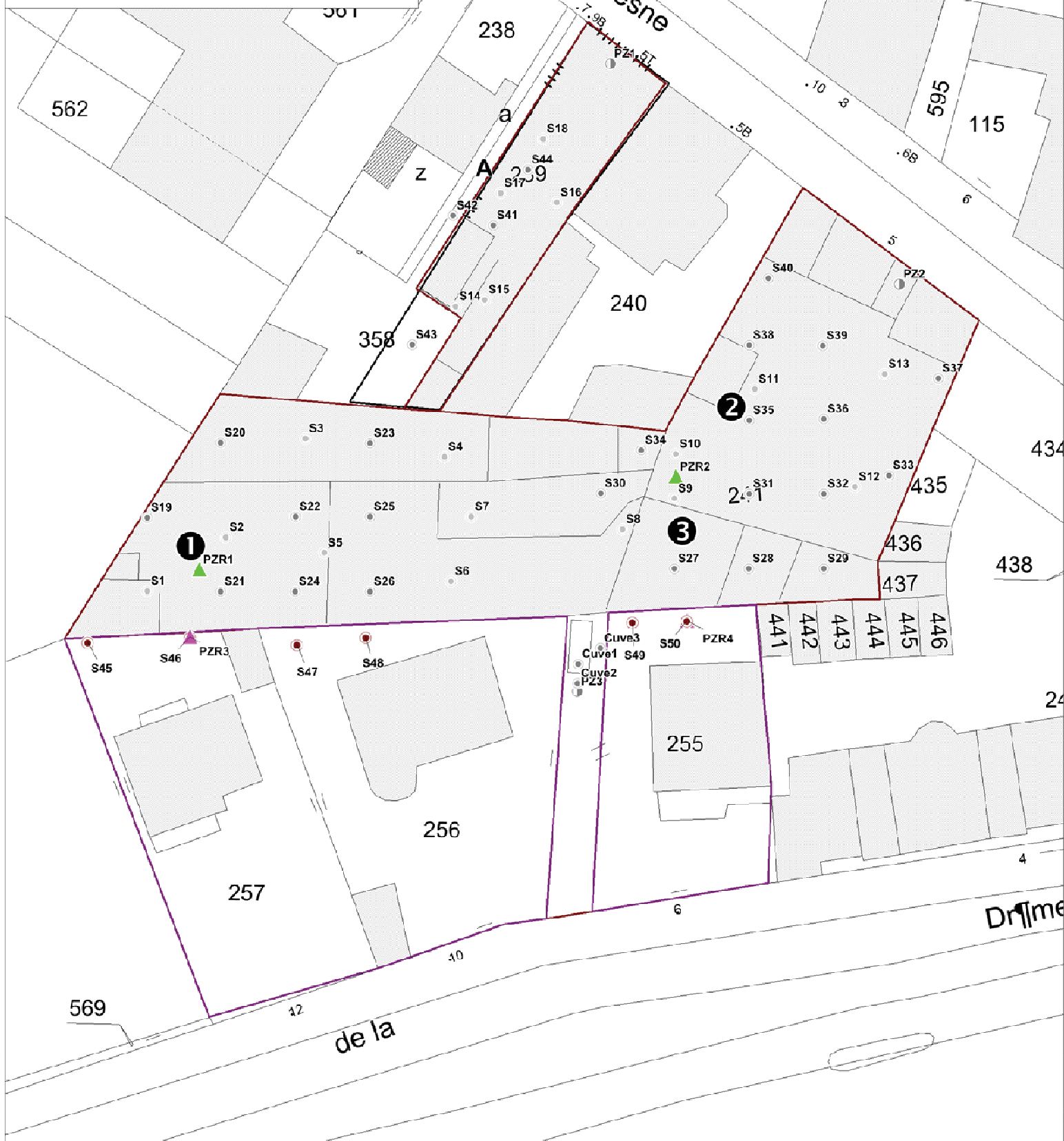
- Investigations sols et gaz du sol :

- Présence de teneurs en **arsenic** et **HAP** supérieures aux seuils de risque de l'ARR pour la voie d'exposition "ingestion de végétaux autoproduits".
- Présence de traces de **mercure** supérieures aux valeurs seuils pour une exposition par inhalation à l'intérieure de la maison, liée au potentiel de volatilité de ce métalloïde. A noter que les mesures dans les gaz du sol ont mis en évidence l'absence de volatilisation du mercure.
- Présence de teneurs en **dioxines** qui ne sont pas compatibles avec l'ingestion de végétaux autoproduits (Concentration de 0,74 ng/kg pour un seuil sanitaire établi à 0,1 ng/kg).
- Les principales anomalies sont identifiées en surface au sein des remblais.
- La présence d'anomalies dans les gaz du sol non corrélables avec des contaminations significatives dans les sols. Les composés identifiés dans les gaz du sol sont des traces de CAV, COHV (tétrachloréthylène et trichloroéthylène principalement) et d'hydrocarbures aromatiques légers.

- Analyse des risques résiduels complémentaire :

Une analyse des risques résiduels complémentaire a été réalisée sur la base des concentrations maximales en polluants traceurs détectés dans les gaz du sol au droit des parcelles BH255 à 257. Les résultats obtenus ont mis en évidence **l'absence de risque pour les résidents exposés aux vapeurs d'éléments chimiques volatils à l'intérieur de l'habitation.**

La figure de la page suivante présente la localisation des investigations réalisées dans le cadre des études antérieures.



5. ORIENTATIONS GLOBALES DE L'AMENAGEMENT RETENU DANS LA CADRE DE L'ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES

Dans le cadre de la présente analyse des risques résiduels, l'aménagement retenu au droit des parcelles BH 255, 256 et 257 correspond à l'aménagement existant, à savoir des maisons individuelles avec jardins et jardins potagers.

Les calculs de risques réalisés dans le cadre de cette étude se centrent sur la voie de transfert ingestion de végétaux produits au droit du site.

Dans ce cadre, les paramètres principaux retenus sont uniquement liés aux usages des résidents en termes de consommation de végétaux autoproduits.

Les données retenues sont issues du retour fait par les résidents sur le questionnaire transmis concernant l'étude des facteurs déterminants de l'exposition par consommation de végétaux autoproduits.

Ces éléments sont repris en **annexe 1**.

6. SCHEMA CONCEPTUEL BASE DE L'ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

6.1. Contaminations identifiées

Les **contaminations identifiées** concernent le milieu sol. Les concentrations maximales observées au droit des parcelles BH 255, 256 et 257 sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Composés	Concentrations maximales observées mg/kg	Polluant retenu comme une contamination exogène
HCT C21-C35	15,00	OUI
Acénaphthylène	0,05	OUI
Phénanthrène	0,19	OUI
Anthracène	0,04	OUI
Fluoranthène	0,45	OUI
Pyrène	0,35	OUI
Benzo(a)anthracène	0,25	OUI
Chrysène	0,25	OUI
Benzo(b)fluoranthène	0,34	OUI
Benzo(k)fluoranthène	0,13	OUI
Benzo(a)pyrène	0,27	OUI
Benzo(ghi)pérylène	0,16	OUI
Chrome (Cr)	34,00	NON <i>Gamme de concentrations des anomalies ordinaires</i>
Nickel (Ni)	34,00	NON <i>Gamme de concentrations des anomalies ordinaire</i>
Cuivre (Cu)	77,00	OUI <i>Gamme de concentrations des anomalies naturelles fortes</i>
Zinc (Zn)	250,00	OUI <i>Gamme de concentrations des anomalies naturelles modérées à fortes</i>
Arsenic (As)	15,00	NON <i>Gamme de concentrations des anomalies ordinaire</i>
Baryum (Ba)	97,00	OUI
Mercure (Hg)	0,40	OUI <i>Gamme de concentrations des anomalies naturelles modérées</i>
Plomb (Pb)	60,00	OUI <i>Gamme de concentrations des anomalies naturelles modérées</i>
Trichloroéthylène	0,12	OUI
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,43E-05	OUI
Octa CDD	9,82E-05	OUI
2,3,7,8 TCDF	2,08E-06	OUI

* Pour les polluants organiques, tout dépassement de la limite de quantification (LQ analyse laboratoire accrédité) est considéré en première approche comme un indice d'anomalie.

Tableau 1 : Concentrations maximales observées

6.2. Identification des vecteurs de transfert

Les vecteurs possibles/potentiels de migration des substances dans les différents milieux considérés sont :

- Transfert et dégazage de composés volatils depuis les sols.
- La migration des composés dans les sols (lessivage et/ou percolation)
- La bioaccumulation dans les végétaux produits sur site.

La présente analyse des risques a pour objectif de quantifier le risque pour les usagers des parcelles mitoyennes au site DUCHESNE vis-à-vis de la consommation de végétaux autoproduits et sur la base de leurs données de consommation.

Sur cette base, la seule voie de transfert retenue dans le cadre de la présente étude est l'ingestion de végétaux produits au niveau des jardins potagers des parcelles BH 255, 256 et 257.

6.3. Identification des cibles et/ou enjeux à protéger

Les récepteurs sont les usagers exposés aux anomalies reconnues dans les sols. Sur la base des données transmises par EPORA, les cibles retenues sont les résidents au droit des parcelles BH 255, 256 et 257.

6.4. Scénarios d'exposition retenus

Les scénarios d'exposition retenus dans le cadre de présente étude, sur la base des objectifs visés par EPORA et des informations transmises par les résidents des parcelles mitoyennes au site DUCHESNE, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Milieu/substances potentiellement polluantes identifiées	Modalités d'exposition	Cibles/usagers	Voie (scénario) d'exposition potentielle retenue	Observations stade préliminaire
Sol Substances : Solvants / Hydrocarbures	Ingestion de sols par portage main bouche	Résidents au droit du site	NON	Mesure de gestion d'ores et déjà étudiée
	Inhalation de sols par mise en suspension poussières (envol)		NON	
	Ingestion de légumes/fruits produits sur site		OUI	Présence de jardins potagers. A étudier sur la base des informations transmises par les résidents du site
Air Substances : Solvants / Hydrocarbures	Inhalation à l'intérieur des bâtiments de composés volatils provenant des sols (air intérieur via l'air du sol)		NON	Mesure de gestion d'ores et déjà étudiée
	Inhalation à l'extérieur de composés volatils provenant des sols (air ambiant via l'air du sol)		NON	
Eaux souterraines Substances : Solvants / Hydrocarbures	Contact direct d'eaux souterraines (cutané)		NON	Exposition non retenue : Absence d'impact sur les eaux souterraines
	Ingestion d'eau souterraine à partir de puits sur site		NON	
Sol/air/eaux Substances : Solvants / Hydrocarbures	Transfert par les conduites enterrées (perméation et contamination eau potable) et inhalation lors de la douche, ingestion eau et absorption cutanée (via l'air du sol - sol - eaux)		NON	Absence de réseau AEP au droit des zones impactées (A vérifier)

Tableau 2 : Synthèse des scénarii d'exposition pertinents retenus

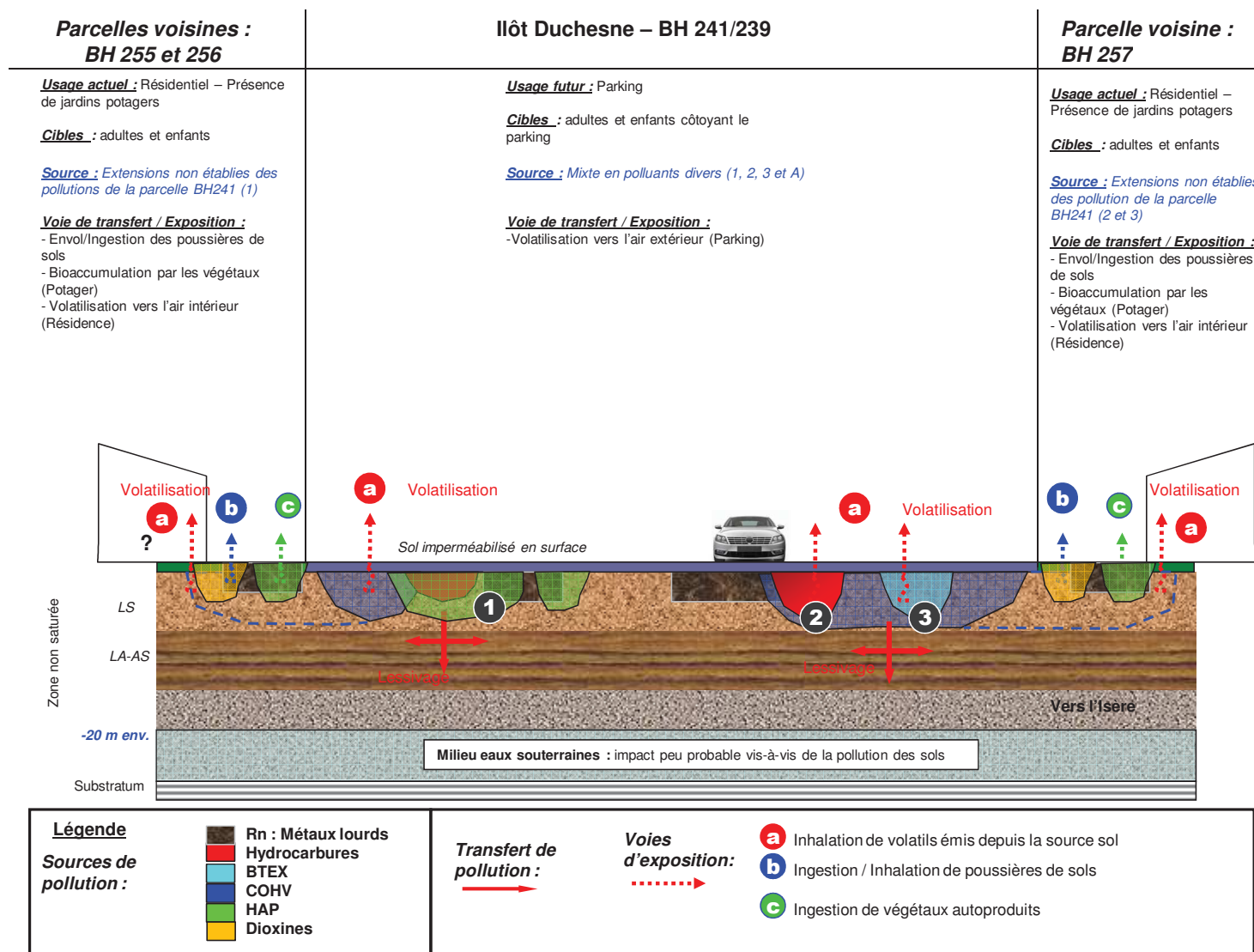


Figure 3 : Schéma conceptuel base de l'analyse des enjeux sanitaire

7. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES

7.1. Réglementation et guides méthodologiques

La présente étude se base, au moment de sa réalisation, sur la réglementation et les guides méthodologiques existants applicables. Les références sont précisées dans la **bibliographie** du présent rapport.

7.2. Démarche méthodologique

L'évaluation porte sur les risques sanitaires liés à l'exposition chronique des populations (sensibles) aux substances à impact potentiel décelées lors des diagnostics environnementaux.

La méthodologie respecte les principes inscrits ou inspirés par les différents textes implicitement contenus dans le Code de l'Environnement :

- Le principe de prudence scientifique ; ce principe revient notamment à adopter en cas d'absence de données reconnues des hypothèses raisonnablement majorantes.
- Le principe de proportionnalité ; la présente étude se base sur les données disponibles liées aux moyens mis en œuvre par les différents acteurs sur le site.
- Le principe de spécificité ; la présente étude est pertinente par rapport aux usages futurs du site et de son environnement.

L'évaluation des risques est menée dans le but de conclure sur un éventuel effet sur la santé (risque sanitaire) du site vis-à-vis de l'Homme (population sensible), lié à son exposition chronique⁽¹⁾ aux effets potentiels de ce site.

⁽¹⁾ Note sur la notion de chronique et subchronique.

Chez l'homme et chez l'animal la toxicité subchronique et chronique sont distinguées :

- La toxicité subchronique correspond aux effets d'une administration répétée à court terme.
- La toxicité chronique correspond aux effets d'une administration répétée à long terme et à faibles doses (exposition durable à un polluant).

En toxicité chronique on distingue les effets systémiques (substance à effet à seuil) des effets cancérogènes (sans seuils). De même une distinction doit être faite entre les valeurs d'exposition en milieu professionnel et les valeurs d'exposition hors milieu professionnel.

Quatre étapes constituent la démarche d'évaluation des risques pour la santé (EQRS) :

1. L'identification du potentiel dangereux ou identification des dangers qui consiste à identifier des effets indésirables que les substances sont intrinsèquement capables de provoquer chez l'Homme ;
2. L'évaluation de la relation dose-réponse : l'estimation de la relation entre la dose, ou le niveau d'exposition aux substances, et l'incidence et la gravité de ces effets ;
3. L'évaluation de l'exposition consiste à déterminer les voies de passage du polluant de la source vers la cible, ainsi qu'à estimer la fréquence, la durée et l'importance de l'exposition ;
4. La caractérisation des risques correspond à la synthèse des informations issues de l'évaluation de l'exposition et de l'évaluation de la toxicité sous la forme d'une expression qualitative et si possible quantitative du risque.

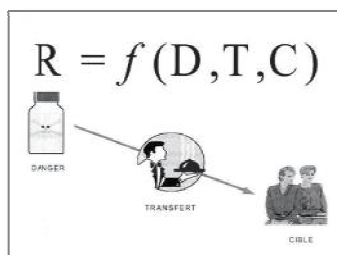
Pour un scénario donné, le risque sanitaire par substance est obtenu en procédant au calcul d'un Quotient de Danger (QD⁽²⁾) et de l'Excès de Risque Individuel (ERI⁽³⁾) et en comparant les résultats obtenus aux critères sanitaires en vigueur.

⁽²⁾ QD ou IR (Indice de Risque) : est calculé en faisant le rapport entre la Dose Journalière d'Exposition (D.J.E) ou la Concentration Moyenne dans l'Air (CMA ou CI) et la Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.) pour la voie considérée.

⁽³⁾ ERI : est calculé en multipliant la DJE ou la CMA par la valeur toxicologique (Excès de Risque Unitaire (ERU)).

Les modèles d'évaluation des risques pour la santé humaine reposent sur le concept « sources-vecteurs-cibles » :

1. Source de substances à impact potentiel,
2. Transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition,
3. Exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.



Les informations sur les « sources » sont extraites des résultats des investigations de terrain.

Dans les modèles utilisés, l'hypothèse d'une source infinie (transport de masse permanent) est faite, ce qui est sécuritaire.

7.3. Codes de calculs utilisés

Les calculs ont été réalisés à partir du **logiciel MODUL'ERS de l'INERIS Version 2.0.1**.

MODUL'ERS a été produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE).





MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations prospectives des risques sanitaires effectuées dans le cadre de l'analyse des effets sur la santé des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels (ARR) des sites et sols pollués. Il permet d'estimer les concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et les niveaux de risque en fonction du temps.

Il consiste en une plateforme de modélisation et de simulation et en une bibliothèque de modules, basée sur le manuel référencé DRC-08—94882-16675B et intitulé « Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle ».

MODUL'ERS permet de :

- construire des modèles multimédia adaptés, en agencant les modules prédéfinis de la bibliothèque, selon le schéma conceptuel du site étudié ;
- mener des simulations déterministes, probabilistes et des analyses de sensibilité sur les résultats.

Plus précisément pour cette étude, le schéma de modélisation suivant a été appliqué :

Constantes Reglages	Constantes Reglages to Legumes feuilles	Constantes Reglages to Legumes fruits	Constantes Reglages to Legumes racines	
A				Legumes feuilles to Niveaux Exposition Risque
	B			Legumes fruits to Niveaux Exposition Risque
		C		Legumes racines to Niveaux Exposition Risque
			D	

Avec comme modules de modélisation :

- **A : Legumes_feuilles** : Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion et/ou au prélèvement direct à partir du sol. Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-feuilles".
- **B : Legumes_fruits** : Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion et/ou au prélèvement direct à partir du sol. Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-fruits".
- **C : Legumes_racines** : Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion et/ou au prélèvement direct à partir du sol. Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-racines".
- **D : Niveaux_Exposition_Risque** : Ce module permet de calculer, d'une part les niveaux d'exposition chroniques (en moyenne annuelle) pour les différentes classes d'âge définies par l'utilisateur et pour le profil d'individus (défini par l'âge en début d'exposition et la date au début de l'exposition), et d'autre part les niveaux de risques chroniques pour des effets cancérigènes et non cancérigènes

7.4. Généralités sur les mécanismes de transfert des polluants

Dans le sol non saturé en place, un polluant organique se trouve sous trois formes (bilan de masse triphasique) :

- Une fraction est fixée sur la matière solide du sol,
- Une autre se trouve en solution dans l'eau des pores de ce sol,
- Enfin, une partie est sous forme de vapeur dans l'air de ces pores.

La théorie montre que :

- Les fractions dissoutes et fixées sur le solide sont dans un rapport fonction de la teneur en carbone organique du sol (foc) et d'un coefficient de partage entre l'eau et ce carbone organique, dénommé Koc, caractéristique de la substance,
- Les fractions vapeurs et dissoutes sont dans un rapport appelé constante de Henry de la substance considérée.

Mécanisme de transport - transfert diffusif

Phénomène de diffusion moléculaire : lorsque deux volumes d'air ayant des concentrations différentes en substances sont en présence, les substances se déplacent de façon à tendre vers une concentration homogène des deux volumes d'air (déplacement du à l'agitation brownienne).

Mécanisme de transport - transfert convectif

Phénomène induit par une différence de pression : le moteur de la convection est la différence de pression entre le sol et l'intérieur de l'habitation, entraînant un mouvement d'air depuis le sol vers le bâtiment. Les origines du gradient de pression sont :

- Les différences de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment,
- La surpression du vent sur les façades du bâtiment,
- La présence d'appareils de ventilation mécanique.

L'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (E.Q.R.S.) se base sur ces notions pour notamment les calculs d'exposition par inhalation de vapeurs émises.

Il est à retenir également que les concentrations dans l'air du sol et dans le sol sont limitées par les valeurs correspondant à la limite de solubilité de la substance considérée dans l'eau (à l'équilibre). Cela signifie qu'au delà d'un certain niveau de pollution dans les sols ou les eaux souterraines, la concentration des vapeurs émises dans l'air du sol atteint un maximum et constitue donc une limite physique au scénario inhalation.

7.5. Identification des dangers

7.5.1. Identification et caractéristiques des sources

Les substances retenues pour l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires dénommées également éléments traceurs du risque sont issues des résultats des investigations réalisées lors du diagnostic de 2014.

Les composés sont retenus sur la base de :

- Leur présence en tant qu'anomalie anthropique dans les sols,
- Leur toxicité, et la disponibilité de « Valeurs Toxicologique de Référence » (VTR) pour la voie d'exposition considérée et de facteurs de bioconcentration.

En première approche, les hypothèses majorantes mais sécuritaires suivantes ont été retenues :

- Les concentrations maximales observées au droit de l'ensemble du site ont été retenues quelque soit la localisation des échantillons associés.
- En l'absence d'analyse TPH pour les hydrocarbures totaux, il a été retenu la présence de 100 % de fractions aliphatiques et 100 % de fractions aromatiques.

Le tableau de la page suivante reprend pour chacun des composés observé au droit du site les critères énoncés ci-dessus et si ce dernier est retenu ou non dans le cadre de la présente analyse de risques.

Les caractéristiques des substances sont présentées en **annexe 2**.

Paramètres	Présence dans le sol	VTR Ingestion à seuil Disponible	VTR Ingestion sans seuil Disponible	Facteur de bioconcentration	Polluant retenu (ingestion de végétaux contenant des éléments chimiques)	Concentrations retenues mg/kg
Métaux lourds sur brut						
Baryum (Ba)		Oui	Non	Oui	Oui	9,70E+01
Cuivre (Cu)		Oui	Non	Oui	Oui	7,70E+01
Mercure (Hg)		Oui	Non	Oui	Oui	4,00E-01
Plomb (Pb)		Oui	Oui	Oui	Oui	6,00E+01
Zinc (Zn)		Oui	Non	Oui	Oui	2,50E+02
Hydrocarbures totaux						
>C21-C40 / Aliphatique		Oui	Non	Oui	Oui	1,50E+01
>C21-C40 / Aromatique		Oui	Non	Oui	Oui	1,50E+01
HAP						
Acénaphthylène		Non	Non		Non	
Phénanthrène		Oui	Oui	Oui	Oui	1,90E-01
Anthracène		Oui	Non	Oui	Oui	4,00E-02
Fluoranthène		Oui	Oui	Oui	Oui	4,50E-01
Pyrène		Oui	Oui	Oui	Oui	3,50E-01
Benzo(a)anthracène		Non	Oui	Oui	Oui	2,50E-01
Chrysène		Non	Oui	Oui	Oui	2,50E-01
Benzo(b) fluoranthène		Non	Oui	Oui	Oui	3,40E-01
Benzo(k) fluoranthène		Non	Oui	Oui	Oui	1,30E-01
Benzo(a)pyrène		Oui	Oui	Oui	Oui	2,70E-01
Equivalent Benzo(a)pyrène		Oui	Oui	Oui	Oui	3,46E-01
COHV						
Trichloroéthylène		Oui	Oui	Oui	Oui	1,18E-01
DIOXINES ET FURANES						
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD		Oui	Oui	Oui	Oui	1,43E-05
Octa CDD		Oui	Oui	Oui	Oui	9,82E-05
2,3,7,8 TCDF		Oui	Non	Oui	Oui	2,08E-06

Tableau 3 : Composés retenus

7.5.2. Scénarii d'exposition retenus

Sur la base des objectifs visés par EPORA dans le cadre de cette étude et des informations transmises par les résidents des parcelles mitoyennes au site DUCHESNE, le scénario retenu concerne l'exposition des résidents des parcelles BH 255, 256 et 257 vis-à-vis de l'ingestion de végétaux produits au droit du site.

Les caractéristiques de ce scénario sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

Ces données sont issues d'une enquête de consommation établie dans le cadre spécifique de cette étude auprès des habitants concernés par les parcelles BH 255, 256 et 257. A noter que seuls les résidents des parcelles BH 256 et 257 ont retourné le questionnaire rempli. Les retours de l'enquête sont présentés en **annexe 1**.

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

	Classe d'âge (année)	Date du début d'exposition (année)	Durée d'exposition (année)	Quantité de végétaux ingérée issue de la production du site (kg/j)		
				Feuilles	Fruits	Racines
Valeur retenue	> 18	18	67	0,024	0,110	0,012
Justification	Absence d'enfants sur les réponses au questionnaire		Une personne réside sur la zone d'étude depuis 40 ans. Il a alors été pris en compte une exposition sur une durée de vie entière à partir de l'âge adulte (18)	Données INERIS Données du questionnaire non représentatives (valeurs pour une parcelle sur les 3 sondées)		

Tableau 4 : Caractéristiques du scénario d'exposition retenu

7.6. Relation dose / effets pour les substances

7.6.1. Caractéristiques physico-chimiques des éléments traceurs du risque retenus

Les évaluations de risque font intervenir un nombre important de paramètres, et notamment des paramètres relatifs aux caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances. Les caractéristiques physico-chimiques des substances sont présentées en **annexe 2**.

7.6.2. Définition des Valeurs Toxicologiques de Références

Cette étape concerne d'une part la description des symptômes pouvant être observés suite à une exposition à long terme, d'autre part le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (V.T.R.).

On distingue conventionnellement deux grands types d'effets chroniques :

- Les effets non cancérogènes procédant par des mécanismes non génotoxiques (et non mutagènes) : ces effets dits systémiques sont considérés comme ne survenant que si une certaine dose d'exposition est atteinte et dépasse les capacités de détoxification de l'organisme. Il existe un seuil d'exposition en dessous duquel le danger ne peut pas se manifester.
- Les effets cancérogènes génotoxiques (et mutagènes) : ils ne sont pas considérés comme régis par un phénomène de seuil et peuvent apparaître quelle que soit la dose d'exposition. Dans ce cas, il existe une probabilité, infime mais non nulle, que l'effet se développe si une seule molécule pénètre dans le corps humain.

La relation dose-réponse est représentée par un indice, la Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.) dont la nature diffère selon l'effet :

- **Effet cancérogène ou sans seuil** pour lequel on définit un Excès de Risque Unitaire (ERU) : augmentation de la probabilité de l'effet sanitaire par unité d'augmentation de l'exposition. Pour le risque cancer, cet excès est conventionnellement calculé sur une vie entière (70 ans) ; pour d'autres effets, la durée est à préciser au cas par cas.
- **Effet systémique** pour lequel sont définies des doses ou concentrations de référence jugées sans danger, compte tenu des connaissances scientifiques du moment ; il s'agit de valeurs limites d'exposition (MRL en anglais - Minimum Risk Levels), de Doses Hebdomadaires Tolérables (DHT), de Doses Journalières Admissibles (DJA) ou

de Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA). Ces indices sont déterminés selon différentes procédures de calcul, à partir des Doses Sans Effet Nocif Observé (DSENO) ou des Doses Minimum avec Effet Nocif Observé (DMENO) constatées généralement chez l'animal.

Des organisations nationales ou internationales éditent des monographies qui présentent l'intérêt de faire une synthèse des connaissances acquises sur les produits chimiques et leur toxicité. On peut citer parmi les plus connues, l'US-EPA, l'ATSDR, l'OMS et ses agences spécialisées (CIRC et IPCS). Au niveau européen, on dispose des listes élaborées par l'Union Européenne et, au niveau national, ou par la Commission de Toxicovigilance et le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France. Des bases de données existent sur support informatique, accessibles en ligne (via le réseau Internet) ou sur CD-ROM.

La sélection des substances à prendre en compte dans l'évaluation quantitative du risque sanitaire est réalisée :

- Selon la démarche de l'INERIS (rapport n° INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01a),
- **Et conformément à la note d'information de la direction générale de la santé n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux « modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ».**

« L'objet de la sélection des traceurs du risque est d'évaluer les substances toxiques principalement émises qui sont des déterminants essentiels du risque potentiel lié au site. Les critères de sélection pour l'évaluation quantitative du risque pour la santé (EQRS) sont liés :

- *A la toxicité des substances (bonne description, connaissances des mécanismes, littérature, base de données) ;*
- *A l'occurrence des effets associés aux substances en présence ;*
- *A la connaissance de la relation dose-effet attribuable à la substance, et le degré de confiance qui lui est associé ;*
- *A l'observation constatée de la substance dans l'environnement de l'installation, sa quantité émise ;*
- *A la spécificité de la substance par rapport à la source étudiée ;*
- *Au comportement de la substance dans l'environnement... »*

La méthodologie de choix de la Valeur Toxicologique de Référence (V.T.R.) est la suivante :

- Si une VTR existe dans la base de données ANSES, choix de la VTR associée à la substance considérée.
- En l'absence de VTR dans la base de données ANSES, choix d'une VTR issue d'une expertise collective nationale. Dans ce cas, le choix de la VTR pourra notamment porter sur les choix réalisés par l'INERIS (Choix inclus aux fiches toxicologiques de référence ou au rapport d'étude du 17/03/2009). Cette option sera alors retenue uniquement dans le cas où le choix de l'organisme a été réalisé après la parution de la dernière VTR disponible.
- En l'absence de choix possible d'une VTR sur la base des données disponibles pour les organismes mentionnés ci-dessus, le choix de la VTR sera réalisé de la manière suivante :
 - o Si une VTR existe dans les bases de données US EPA, ATSDR ou OMS, la VTR parue la plus récemment est retenue,
 - o Le cas échéant, choix de la VTR la plus récente dans les bases de données Santé Canada, RIVM, OEHA et EFSA.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence disponibles et retenues dans le cadre de la présente évaluation quantitative des risques sanitaires sont présentées dans le tableau de la page suivante.

		Avec Seuil	Sans Seuil
Substances	N° CAS	Ingestion	Ingestion
		mg/kg	(mg/kg)-1
Métaux lourds			
Baryum (Ba)	7440-39-3	2,00E-01 ATSDR - 2007	
Cuivre (Cu)	7440-50-8	1,40E-01 RIVM - 2001	
Mercure (Hg)	7439-97-6	2,00E-03 ATSDR - 2001	
Plomb (Pb)	7439-92-1	6,30E-04 ANSES - 2013	8,50E-03 OEHHA - 2011
Zinc (Zn)	7440-66-6	3,00E-01 ATSDR - 1994	
Hydrocarbures totaux			
C21 - C40 / Aliphatique	TPHCGW	2,00E+00 TPHCGW - 1997	
C21 - C40 / Aromatique	TPHCGW	3,00E-02 TPHCGW - 1997	
HAP			
Acénaphthylène	208-96-8		
Phénanthrène	85-01-8	4,00E-02 RIVM - 2001	2,00E-04 INERIS - 2003
Anthracène	120-12-7	3,00E-01 USEPA - 1993	
Fluoranthène	206-44-0	4,00E-02 USEPA - 1993	5,00E-02 RIVM - 2001
Pyrène	129-00-0	3,00E-02 USEPA - 1993	5,00E-01 RIVM - 2001
Benzo(a)anthracène	56-55-3		1,20E+00 OEHHA - 2005
Chrysène	218-01-9		2,00E-03 INERIS - 2003
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2		1,20E+00 OEHHA - 2002
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9		1,20E+00 OEHHA - 2002
Benzo(a)pyrène	50-32-8	3,00E-04 USEPA - 2017	7,30E+00 USEPA - 1994
COHV			
Trichloroéthylène	79-01-6	5,00E-04 ATSDR - 2013	8,11E-04 Sté Canada - 2010
DIOXINES ET FURANES			
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	35822-46-9	7,00E-10 USEPA - 2012	1,30E+03 OEHHA - 2003
Octa CDD	3268-87-9	7,00E-10 USEPA - 2012	1,30E+02 OEHHA - 2003
2,3,7,8 TCDF	1746-01-6	7,00E-10 USEPA - 2012	

Tableau 5 : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues pour l'analyse des enjeux sanitaires

7.7. Évaluation des expositions

7.7.1. Modèles de transfert / exposition utilisés et choix des données d'entrée

Le modèle de transfert et d'exposition utilisé concerne l'évaluation du transfert des composés du milieu sol vers les végétaux produits au droit du site.

Les mécanismes de transfert entre les sols et les végétaux sont complexes. Les facteurs de bioconcentration (Br) issus d'études spécifiques permettent d'appréhender ces transferts. Ils constituent une traduction de l'accumulation d'un composé spécifique dans un type de plante, en fonction des mécanismes de transferts et de bioaccumulation, allouées à une partie de la plante (feuilles, racines, tiges,...).

Les BCF sont exprimés en poids sec. Ils peuvent être estimés à partir de mesures sur le site, de données de la littérature ou calculés par des modèles. Concernant les problématiques métalliques, les BCF sont disponibles et très étudiées dans la littérature.

Le transfert du polluant du sol vers la plante peut ainsi être évalué à partir de l'équation suivante, en distinguant la partie racinaire des parties aériennes (feuilles et tiges). Il est intégré à cette équation le calcul de passage d'un poids sec à un poids frais en appliquant les taux d'humidités moyens intégrés dans les modèle HESP et VOLASOIL.

$$C_{veg} = Br \times C_{sol} \times Tms$$

- *Cveg* : concentration du polluant dans les végétaux (mg/kg de poids frais)
- *BCF* : Facteur de Bioconcentration
- *Csol* : Concentration dans le sol (en mg/kg de MS)
- *Tms* : Taux de matière sèche de la plante

Les données d'entrée utilisées dans le modèle de transfert des sols vers les végétaux sont synthétisées dans le tableau de la page suivante.

Composés	n° CAS	Br (racine) mg/kg	Source	Br (feuille) mg/kg	Source	Br (fruit) mg/kg	Source
Teneur en matière sèche de la plante		0,1		0,07		0,07	
HCT aromatique C21-C35	TPHCGW	2,44E+00	Hydrocarbures (C16-C35 / Pyrène)	4,98E-02	Hydrocarbures (C16-C35 / Pyrène)	4,98E-02	Hydrocarbures (C16-C35 / Pyrène)
HCT aliphatique C21-C35	TPHCGW	2,44E+00	Hydrocarbures (C16-C35 / Pyrène)	4,98E-02	Hydrocarbures (C16-C35 / Pyrène)	4,98E-02	Hydrocarbures (C16-C35 / Pyrène)
Phénanthrène	85-01-8	1,49E+00	HHRAP	9,08E-02	HHRAP	9,08E-02	HHRAP
Anthracène	120-12-7	2,76E+00	HHRAP	1,01E-01	HHRAP	1,01E-01	HHRAP
Fluoranthène	206-44-0	3,90E+00	HHRAP	4,46E-02	HHRAP	4,46E-02	HHRAP
Pyrène	129-00-0	2,44E+00	HHRAP	4,98E-02	HHRAP	4,98E-02	HHRAP
Benzo(a)anthracène	56-55-3	2,11E+00	HHRAP	2,02E-02	HHRAP	2,02E-02	HHRAP
Chrysène	218-01-9	2,05E+00	HHRAP	1,87E-02	HHRAP	1,87E-02	HHRAP
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	1,66E+00	HHRAP	1,01E-02	HHRAP	1,01E-02	HHRAP
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	1,66E+00	HHRAP	1,01E-02	HHRAP	1,01E-02	HHRAP
Benzo_a_pyrène	50-32-8	1,26E+00	HHRAP	1,11E-02	HHRAP	1,11E-02	HHRAP
Cuivre (Cu)	7440-50-8	6,10E-01	INERIS	8,00E-02	INERIS	3,70E-01	INERIS
Zinc (Zn)	7440-66-6	4,40E-02	HHRAP	2,50E-01	HHRAP	9,70E-02	HHRAP
Baryum (Ba)	7440-39-3	1,50E-02	HHRAP	1,50E-01	HHRAP	3,22E-02	HHRAP
Mercure (Hg)	7439-97-6	1,60E-01	INERIS	9,00E-01	INERIS	4,80E-01	INERIS
Plomb (Pb)	7439-92-1	9,00E-03	HHRAP	4,50E-02	HHRAP	1,36E-02	HHRAP
Trichloroéthylène	79-01-6	2,12E+01	HHRAP	1,52E+00	HHRAP	1,52E+00	HHRAP
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	35822-46-9	7,20E-04	INERIS (2004)	7,05E-04	HHRAP	7,05E-04	HHRAP
Octa CDD	3268-87-9	5,70E-04	INERIS (2004)	1,59E-03	HHRAP	1,59E-03	HHRAP
2,3,7,8 TCDF	1746-01-6	4,20E-03	INERIS (2004)	5,62E-03	HHRAP	5,62E-03	HHRAP

Tableau 6 : Valeurs des paramètres utilisés pour le transfert vers les végétaux

7.7.2. Détermination des doses d'expositions

A l'aide des concentrations d'exposition (environnement) et des facteurs d'expositions (facteurs humains), on détermine la quantité de polluant administrée (part de l'absorption). Cela correspond en fait à déterminer la quantité de polluant mise au contact des surfaces d'échanges (paroi alvéolaire, paroi intestinale, peau) de la population. D'une manière générale, les quantités de polluants administrées s'expriment sous la forme d'une Dose Journalière d'Exposition (DJE) pouvant se définir de la façon suivante :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i \times Q_{ij} \times F \times T}{P \times T_m}$$

Avec :

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

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (eaux, sol, aliment,...) exprimée en mg/kg, mg/m³ ou mg/l

Q_j : quantité de milieu i, c'est à dire de sol, d'eau, de végétaux... administrée par la voie j par jour, exprimé en kg/jour pour les milieux solides et en m³/jour ou l/j pour les milieux gazeux ou liquides

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 unité)

P : poids corporel de la cible (kg)

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

T : durée d'exposition (années)

Si, pour la voie d'exposition j, plusieurs milieux sont concernés, il faut alors calculer une DJE totale :

$$DJE_{ij} = \sum_i DJE_{ij}$$

Pour les effets à seuil des polluants, les quantités administrées seront moyennées sur la durée de l'exposition (T_m = T).

Pour les effets sans seuil des polluants, T_m sera assimilé à la durée de vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans).

Cette distinction repose sur l'hypothèse d'un mécanisme d'action différent dans chacun des deux cas. Pour les effets à seuil, le risque est associé au dépassement d'une dose donnée pendant la période d'exposition. Pour les effets sans seuil, on considère que l'effet de chaque dose reçue isolément s'ajoute sans aucune perte et que la survenue de la réponse cancéreuse est fonction de la somme totale des doses reçues ; une forte dose sur une courte période produit le même effet qu'une plus faible dose reçue sur une période plus longue. Dans ce cas, le risque s'exprime sous la forme d'une probabilité d'occurrence qui augmente avec la dose reçue tout au long de la vie.

7.8. **Evaluation et caractérisation des risques**

Le danger est une propriété intrinsèque d'une substance. Le risque est une probabilité d'expression d'un danger qui dépend du potentiel dangereux et de l'exposition.

Estimation du risque pour les effets à seuil

Pour les effets à seuil, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible ne s'exprime pas par le calcul d'une probabilité. Cette probabilité de survenue est représentée par un quotient de danger QD.

$$QD = DJE / R_{fd}$$

Lorsque cet indice est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

Estimation du risque pour les effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, un excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant la dose journalière d'exposition (DJE) par l'excès de risque unitaire par voie orale (ERU_o) ou la concentration inhalée (CI) par l'excès de risque unitaire par inhalation (ERU_i).

$$ERI = DJE \times ERU_o \text{ ou } ERI = CI \times ERU_i$$

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERU_o et l'ERU_i sont donc des constantes.

L'ERI représente la probabilité qu'un individu a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

7.8.1. Résultats des calculs de risques

Les quotients de danger (QD) et les excès de risque individuels (ERI) calculés pour chaque substance et pour chaque scénario sont présentés dans la suite.

Le cumul des effets entre voies et substances se traduit, en toute rigueur, par la sommation des quotients de danger ou des excès de risque individuel, selon les règles suivantes :

- Pour les effets à seuil : à l'addition des quotients de danger, uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible,
- Pour les effets sans seuil : à l'addition de tous les excès de risque individuel.

Source : Circulaire du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable du 8 février 2007.

En première approche maximisante, toutes les substances ont été cumulées en fonction de leur caractère toxique (sans distinction des organes cibles) ou cancérigène.

Les critères d'acceptabilité des risques calculés sont ceux qui sont usuellement retenus au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé. Ces critères doivent donc impérativement être les suivants :

- Pour les effets à seuils, le quotient de danger théorique doit être inférieur à 1 ; l'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue lorsque la valeur du quotient de danger est supérieure à 1 ;
- Pour les effets sans seuils, l'excès de risque individuel théorique doit être inférieur à 1.10^{-5} (probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées).

Les résultats associés aux niveaux de risques sont présentés dans le tableau de la page suivante.

Sur la base des sources, modes et scénario d'expositions considérés, des hypothèses retenues sur les VTR et des concentrations maximales identifiées lors du diagnostic sur site, les résultats indiquent :

- Des quotients de danger **acceptables** ($QD < 1$) pour les résidents des parcelles BH255, 256 et 257 vis-à-vis de l'ingestion de végétaux autoproduits.
- Un excès de risque **inacceptable** ($ERI > 10^{-5}$) pour les résidents des parcelles BH255, 256 et 257 vis-à-vis de l'ingestion de végétaux autoproduits au niveau de sols contaminés en arsenic.

Sur la base de ce constat, il apparaît qu'en l'état, les pollutions identifiées au droit du site ne sont pas compatibles avec l'ingestion de végétaux produits au droit des parcelles BH 255, 256 et 257.

Polluants traceurs	QD	ERI
Hydrocarbures totaux		
HCT aromatique C21-C35	6,13E-03	
HCT aliphatique C21-C35	9,20E-05	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques		
Phénanthrène	4,53E-05	
Anthracène	2,05E-06	
Fluoranthène	2,07E-04	
Pyrène	1,43E-04	
Benzo(a)anthracène		
Chrysène		
Benzo(b)fluoranthène		
Benzo(k)fluoranthène		
Benzo(a)pyrène	5,25E-03	
Eq_Benzo(a)pyrène		1,15E-06
Métaux lourds		
Baryum	9,02E-04	
Cuivre	7,43E-03	
Mercure	3,90E-03	
Plomb	6,56E-02	3,99E-07
Zinc	3,67E-03	
COHV		
Trichloroéthylène	3,39E-02	5,96E-09
Dioxines et furanes		
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	5,54E-04	5,37E-10
Octachlorodibenzodioxine	7,94E-03	8,32E-10
2378 TCDF	6,22E-04	
SOMME	1,36E-01	1,56E-06

Tableau 7 : QD et ERI / Ingestion de végétaux autoproduits

Dans le cadre de la présente étude, la somme des quotients de danger (QD) étant inférieure à 1, l'identification des organes cibles n'a pas été établie.

8. INCERTITUDES

8.1. Etude qualitative des incertitudes

8.1.1. Incertainitudes portant sur la définition des cibles et des usages

L'évaluation quantifiée des risques sanitaires a été menée en considérant les caractéristiques de l'aménagement connu au droit des parcelles BH 255, 256 et 257, à la date du présent rapport.

Pour toute autre affectation des terrains, il est nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires. Si d'autres scénarii devaient être envisagés, de nouveaux calculs sont nécessaires.

8.1.2. Incertainitudes portant sur les données de consommation

Les données de consommation de végétaux issues des questionnaires étant peu représentatives (1 valeur sur les 3 parcelles sondées), les données de l'INERIS ont été retenues dans le cadre de la présente étude.

Pour toute modification de ces consommations, il sera nécessaire de reprendre les calculs de risques sanitaires.

8.1.3. Concentrations retenues

Pour chaque scénario, les concentrations retenues dans les sols pour les calculs de risques ont été les valeurs maximales mesurées lors des investigations de terrain du diagnostic environnemental réalisé au droit des parcelles BH 255, 256 et 257.

Il s'agit ainsi d'une approche majorante mais sécuritaire car centrée sur les terrains situés en mitoyenneté du site DUCHESNE.

Les substances non détectées dans les sols (concentration inférieure à la limite de quantification ou inférieures aux valeurs de référence de définition d'une contamination exogène) n'ont pas été prises en compte à ce niveau de l'analyse des enjeux sanitaires.

A noter que les prélèvements réalisés sont des prélèvements réalisés à un instant t. Ils présentent donc une incertitude quant à leur représentativité. Les investigations et analyses ont été réalisées selon une approche proportionnée aux enjeux, au projet, délais et coûts de réalisation.

8.1.4. Caractéristiques physico-chimiques des polluants et valeurs toxicologiques de référence

En ce qui concerne les valeurs physico-chimiques et toxicologiques, la valeur la plus pénalisante a été retenue à chaque fois que nous disposions de plusieurs sources de données, dans la limite où cette valeur a été validée par un organisme international.

Les relations dose-réponse utilisées dans la présente étude sont celles disponibles en l'état actuel des connaissances.

Dans une approche sécuritaire, toutes les substances ont été cumulées en fonction de leur caractère toxique (sans distinction des organes cibles) ou cancérigène.

8.2. Évaluation quantitative des incertitudes

Pour affiner l'évaluation des incertitudes, une étude de sensibilité des principaux paramètres intervenant dans le calcul de risque a été réalisée.

Ces paramètres concernent les concentrations et les données d'exposition retenues.

Compte-tenu des calculs associés au modèle d'évaluation de transfert des composés du milieu sol vers les végétaux, la variation de l'ensemble de ces paramètres fera varier de manière proportionnelle les valeurs de risques.

A noter que la répartition de la quantité de fruits, feuilles et racines consommée peut quand à elle influencer les variations de valeurs de risques. Cela est liée à :

- La part que représente une catégorie de végétal sur la quantité totale consommée,
- Les facteurs de biocentration associés à chaque type de végétal.

En choisissant comme substance le plomb (concentration retenue dans les sols de 60 mg/kg / Valeur initiale QD : 1,28), les variations des valeurs de risques en fonction des variations des paramètres associés à la consommation de végétaux sont présentées dans le tableau de la page suivante.

Pour chaque paramètre nous avons augmenté et diminué la valeur initialement retenue. Notons que la première ligne de ce tableau précise les résultats obtenus avec les valeurs initialement retenues.

Pour faciliter la lecture des résultats, une colonne précise l'écart, en pourcentage, entre le quotient de danger calculé avec la nouvelle valeur de paramètre et celui calculé avec la valeur initiale du paramètre.

Les valeurs négatives correspondent aux risques inférieurs à celui calculé initialement.

Paramètres		Valeur initiale retenue	Valeurs testées	Variation par rapport à la valeur initiale	QD Plomb	Ecart avec paramètres initiaux % QD Plomb	ERI Plomb	Ecart avec paramètres initiaux % ERI Plomb
Résultat initial					6,56E-02		3,99E-07	
Fraction de la quantité consommée et exposée aux contaminations du site	-	0,25	0,125	-50,00%	3,28E-02	-50,00%	1,97E-07	-50,63%
			0,375	50,00%	9,83E-02	49,85%	5,90E-07	47,87%
Quantité de végétaux consommée par jour (tout végétal confondu)	kg/j	0,146	0,073	-50,00%	3,23E-02	-50,76%	1,97E-07	-50,63%
			0,219	50,00%	9,70E-02	47,87%	5,90E-07	47,87%
Quantité de fruits consommée par jour	kg/j	0,11	0,055	-50,00%	4,69E-02	-28,51%	2,79E-07	-30,08%
			0,165	50,00%	8,23E-02	25,46%	5,08E-07	27,32%
Quantité de feuilles consommée par jour	kg/j	0,024	0,012	-50,00%	5,19E-02	-20,88%	3,11E-07	-22,06%
			0,036	50,00%	7,75E-02	18,14%	4,75E-07	19,05%
Quantité de racines consommée par jour	kg/j	0,012	0,006	-50,00%	6,82E-02	3,96%	3,93E-07	-1,50%
			0,018	50,00%	6,65E-02	1,37%	3,93E-07	-1,50%

Tableau 8 : Résultats de l'étude de sensibilité du modèle de calcul des risques liés à l'ingestion de végétaux autoproduits

Compte-tenu de cette étude de sensibilité, il apparaît que :

- Les paramètres sont proportionnellement reliés aux valeurs de risque.
- Dans le cas de la présente étude, la quantité de végétal consommée engendrant la plus forte variation du quotient de danger est la quantité de fruits consommée.
- L'apparition d'un risque serait conditionnée par l'augmentation de 700 % des paramètres « Quantité de végétaux consommée par jour (tout végétal confondu) » et « Fraction de la quantité consommée et exposée aux contaminations du site ».

9. CONCLUSION ET PRECONISATIONS

La présente étude d'évaluation des risques sanitaires a été réalisée, à la demande de l'EPORA, suite à la mise en évidence de contaminations au niveau des sols des parcelles mitoyennes (BH 255, 256 et 257) au site DUCHESNE à Romans-sur-Isère (26).

Les objectifs de la présente mission sont :

- La sélection des polluants traceurs adaptés au contexte toxicologique et à la détermination du risque,
- La vérification de la compatibilité ou non de l'état des milieux avec l'usage actuel du site,
- Le cas échéant, la détermination d'objectifs sanitaires de dépollution pour l'atteinte de niveaux de risques acceptables.

Les données d'exposition des usagers vis-à-vis de l'ingestion de végétaux autoproduits sont issues des réponses aux questionnaires (« *Etude des facteurs déterminants de l'exposition par consommation de végétaux autoproduits à proximité du site DUCHESNE* ») transmises par les résidents des parcelles BH 255, 256 et 257.

Les cibles retenues sont les résidents au droit de ces parcelles.

La voie d'exposition retenue est l'ingestion de végétaux autoproduits.

Les composés traceurs ont été retenus sur la base de :

- Leur présence en tant qu'anomalie dans les sols,
- Leur toxicité, et la disponibilité de « Valeurs Toxicologique de Référence » (VTR) pour la voie d'exposition considérée et de facteurs de bioconcentration

Sur cette base, les polluants traceurs suivants ont été retenus : les hydrocarbures C21-C35 (aliphatique et aromatique), les métaux lourds (baryum, cuivre, mercure, plomb et zinc), les HAP (phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène), le trichloroéthylène, les dioxines et furanes (1234678_Heptachlorodibenzodioxine, Octachlorodibenzodioxine, 2378 TCDF).

L'étude de risque réalisée au droit des parcelles BH 255, 256 et 257 a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Des quotients de danger **acceptables** (QD>1) pour les résidents des parcelles BH255, 256 et 257 vis-à-vis de l'ingestion de végétaux autoproduits.
- Des excès de risque **acceptables** (ERI>10⁻⁵) pour les résidents des parcelles BH255, 256 et 257 vis-à-vis de l'ingestion de végétaux autoproduits.

Sur la base de ces constats, il apparaît qu'en l'état, les pollutions identifiées au droit du site sont compatibles vis-à-vis de l'ingestion de végétaux produits au droit des parcelles BH 255, 256 et 257.

BIBLIOGRAPHIE

Réglementation

Code de l'Environnement

Circulaire du **8 février 2007** relative aux sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués

Circulaire du **8 février 2007** relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissements accueillant des populations sensibles.

Circulaire DGS/SD. 7B n° 2006-234 du **30 mai 2006** relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

Guides et rapports (liste non exhaustive - cf. portail Internet site et sols pollués Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable)

Ministère de l'Ecologie et de Développement Durable - guide relatif aux « Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués » - **8 février 2007**

INERIS - rapport d'étude n° INERIS-DRC-05-41113-ETSC/R01a - pratique INERIS de choix des valeurs toxicologiques de référence dans les évaluations de risque sanitaire - **21/03/06**

INERIS - rapport d'étude DRC-05-57278-DESP/R03a - **15/04/2005** - étude des modèles d'évaluation de l'exposition et des risques liés aux sols pollués - modélisation du transfert de vapeurs du sous-sol ou du vide sanitaire vers l'air intérieur

INERIS - DRC-05-65654/DESP - Formation RC06 « EDR Santé liés aux sites et sols pollués » - Session **2005A** (mars -avril) - divers supports de formations

User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings - EPA Contract Number 68-W-02-33 - revised February 22, **2004** (version 3.1 Johnson and Ettinger (1991) model)

RISC₄ - User's Manual - Lynn R. Spence Spence Engineering Pleasanton, California - Terry Walden BP Oil International Sunbury, UK - **October 2001** - BP

INERIS - Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols - MATE - **novembre 2001**

Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes - applications dans un contexte d'Evaluation Détaillée des Risques pour les ressources en eau - document du BRGM 300 - **2001**

Guide « Gestion des sites pollués - Diagnostic approfondi et Evaluations Détaillées des Risques » (Version 0 de **juin 2000**).

Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols - document général - version 1 - GT sols pollués - santé publique - **22/04/99**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 5 - Human Health Risk-Based Evaluation of Petroleum Release Sites : Implementing the Working Group Approach - **June 1999**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 4 - Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) - **1997**

Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group - volume 3 - Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considérations - **july 1997**

National Institute of Public Health and the environment Bilthoven, The Netherlands - report n°715810014 - the VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatile compounds - MFW Waitz, JI Freijer, P Kreule, FA Swartjes - **may 1996**

ASTM E 1739-95 - Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites.

Heuristic Model for Predicting the Intrusion Rate of Contaminant Vapors into Buildings - Paul C. Johnson and Robert A. Ettinger - Shelle Development, Westhollow Research Center, Houston, Texas 77251 - Environ. Sci. technol. **1991**, vol. 25, n°8, 1445-1452 - American Chemical Society

Conditions d'utilisation du rapport

Le présent rapport (dans son intégralité) :

- *est réalisé pour le donneur d'ordre selon le contrat passé avec Apave SUDEUROPE*
- *est la propriété exclusive du donneur d'ordre*
- *est basé sur les limites et incertitudes à la date de sa rédaction des :*
 - *connaissances techniques, réglementaires, normatives et scientifiques disponibles et applicables...*
 - *informations transmises à Apave SUDEUROPE*
- *est limité à une emprise spatiale précise à la date de son élaboration*

Le présent rapport est un tout indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation, ou décisions prises à l'issue de son élaboration et/ou en dehors de ses limites de validité ne saurait engager la responsabilité d'Apave SUDEUROPE.

PRESTATION(S) REALISEE(S) SELON LA NORME NFX 31-620-2

Le tableau suivant précise les prestations élémentaires et globales « Sites et Sols Pollués » réalisées, objet du présent rapport, selon la norme NFX31-620-2.

CODE PRESTATION ELEMENTAIRE

Offre Apave	Code	Désignation	Objectifs
Diagnostic de l'état des milieux			
	A100	Visite de site	Procéder à un état des lieux
	A110	Etudes historiques, documentaire et mémorielles	Reconstituer, à travers l'histoire des pratiques industrielles et environnementales du site, d'une part les zones potentiellement polluées et d'autre part les types de polluants potentiellement présents au droit du site concerné.
	A120	Etude de vulnérabilité des milieux	Identifier les possibilités de transfert des pollutions et les usages réels des milieux concernés.
	A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses en fonction des milieux concernés.
	A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	
	A220	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments	
	A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	
	A240	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques	
	A250	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires	
	A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées	
Evaluation des impacts sur les enjeux à protéger			
	A300	Analyse des enjeux sur les ressources en eaux	Évaluer l'état actuel d'une ressource en eau ou prévoir son évolution. Définir les actions pour prévenir et améliorer la qualité de la ressource en eau.
	A310	Analyse des enjeux sur les ressources environnementales	Identifier les espèces ou habitats naturels susceptibles d'être affectés par une pollution et définir les mesures de prévention appropriées.
Analyse des enjeux sanitaires (démarche d'évaluation des risques sanitaires)			
X	A320	Analyse des enjeux sanitaires	Évaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion.
Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un Bilan Coûts Avantages (BCA)			
	A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un Bilan Coûts Avantages (BCA)	Proposer les options de gestion présentant le bilan coûts/avantages le plus adapté.
Dossier de restriction d'usage ou de servitudes			
	A400	Dossiers de restriction d'usages ou de servitudes	Élaborer un dossier de restriction d'usage ou de servitudes

CODE PRESTATION GLOBALE

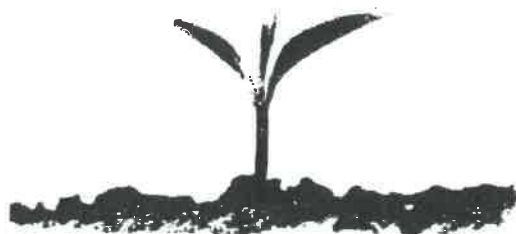
Offre Apave	Code	Désignation	Objectifs
	AMO	Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO)	Assister et conseiller le Donneur d'Ordre pendant tout ou partie de la durée du projet.
	LEVE	Levée de doute pour savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale des sites pollués	Identifier les sites qui n'ont pas été pollués par des activités industrielles et/ou de service (sites industriels, zones de stockage, décharges, etc.), ou par des activités d'épandage des effluents ou de déchets.
	EVAL	Evaluation (ou audit) environnementale des sols et des eaux souterraines lors d'une vente /acquisition d'un site (EVAL phase 1 - EVAL phase 2 - EVAL phase 3)	Identifier, quantifier et hiérarchiser les impacts environnementaux sur les sols et les eaux souterraines traduisant un passif résultant d'activités passées ou présentes sur le site. Déterminer les conséquences techniques et financières liées aux éventuels impacts sur les milieux et constats effectués dans le cadre de cette prestation
	CPIS	Conception de programme ou de surveillance - réalisation du programme - interprétation des résultats - élaboration de schémas conceptuels, de modèles de fonctionnement et de bilans quadriennaux	<ol style="list-style-type: none"> 1) Définir un programme d'investigations ou de surveillance. 2) Mettre en œuvre le programme de prélèvements. 3) Interpréter les résultats. 4) Fournir des données d'entrée pour les offres globales IEM et PG 5) Élaborer un bilan de la surveillance périodique et proposer en cas de besoin une modification des paramètres de la surveillance.
	PG	Plan de Gestion (PG) dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site	Définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué. Supprimer ou, à défaut, maîtriser les sources de pollution et leurs impacts.
	IEM	Interprétation de l'Etat d'un Milieu (IEM)	<p>Distinguer les milieux avec des usages déjà fixés qui :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ne nécessitent aucune action particulière ; • peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés ; • nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion.
	CONT	<p>Contrôles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de la mise en œuvre du programme d'investigation ou de surveillance • de la mise en œuvre des mesures de gestion 	Vérifier la conformité des travaux d'exécution des ouvrages d'investigations ou de surveillance. Contrôler, au fur et à mesure de leur avancement, que les mesures de gestion (opérations de dépollution, réalisation des aménagements, etc.) sont réalisées conformément aux dispositions prévues.
	XPER	Expertise dans le domaine des sites et sols pollués	Réaliser une revue critique de l'intégralité du dossier ou répondre à des questions spécifiques.

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Réponses au questionnaire « Etude des facteurs déterminants de l'exposition par consommation de végétaux autoproduits à proximité du site DUCHESNE**
- Annexe 2 : Caractéristiques des substances / traceurs de risques**
- Annexe 3 : Rapport de calcul MODUL'ERS**

ANNEXE 1

→ A l'attention de M^r Erwan MICHARD



QUESTIONNAIRE

**ETUDE DES FACTEURS DETERMINANTS
DE L'EXPOSITION PAR CONSOMMATION
DE VEGETAUX AUTOPRODUITS A
PROXIMITE DU SITE DUCHESNE**

- ROMANS SUR ISERE (26) -



Date	31/01/17
Adresse du Foyer	M ^{me} RAUNER 10 Rue SULLIEN 26100 ROMANS SUR ISERE
Contact	04 75 05 39 75
Observations ou remarques sur le Questionnaire	

Questionnaire à retourner par @mail, FAX ou courrier :



Erwan MICHARD
APAVE
42G, avenue des langories
26000 VALENCE
erwan.michard@apave.com
FAX : 04.75.42.81.60

pour :

Établissement
public foncier
de l'Ouest
Rhône-Alpes

En partenariat avec :



M.VSSP0010.089-V3



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 1/30

VOLET FOYER

INFORMATION GENERALE SUR LE FOYER



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 1/30

1. CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT

1.1. Quel est le type de votre habitat ?

- ☒ Maison individuelle
☐ Appartement, précisez l'étage :
☐ Autre, si autre détaillez :

1.2. Avez-vous un jardin ?

- ☒ Oui, un jardin individuel attenant au logement
☐ Oui, un jardin individuel séparé du logement, si oui préciser son adresse :
.....
☐ Non pas de jardin individuel

1.3. Dans votre jardin, avez-vous ?

- ☒ un potager, si oui : Quelle est sa superficie en m² :
☒ des arbres fruitiers
☒ des fleurs, une pelouse
☒ des terres nues

1.4. Possédez-vous un forage ?

- ☐ Oui
☒ Non

1.5. Si oui (forage), quel usage faites-vous de l'eau du puits ou de forage ?

- ☐ Arrosage pelouse, fleurs,
☐ Arrosage du potager
☐ Boisson, préparation des aliments
☐ Remplissage de piscine
☐ Utilisation pour les équipements (Machine à laver, wc)
☐ Utilisation pour la douche ou le bain
☐ Rien de tout cela



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 2/30

2. CARACTERISTIQUES DU FOYER

2.1. De combien de personnes est composé votre foyer ?

- ☐ De plus de 18 ans : 2
- ☐ Des moins de 18 ans :

⇒ Remplir autant de volet individuel que de personnes présentes dans le foyer



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 3/30

VOLET INDIVIDUEL N°1

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproducts)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 1/30

1. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

1.1. Sexe :

- ☒ Masculin
☐ Féminin

1.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☒ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

1.3. Mesures corporelle :

- ☐ Poids (en kg) : 85 kg
☐ Taille (en cm) : 1,81 cm

1.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☒ Oui
☐ Non :
o Combien de jour par mois dans ce foyer : jours/mois

1.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

2003

1.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

13



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE - ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 2/30

2. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

2.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pou bêcher... ?

- ☐ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine

☒ 1 fois par semaine ou plus :

- o Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)

..... 30 min

- o Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)

..... 3h

2.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

☒ Oui

- o Depuis combien d'année ? 13 ans

☐ Non

2.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☒ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 3/30

2.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	200 gr
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1000 gr
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	400 gr
Radis	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100 gr
Chou, brocolis	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	600 gr
Haricots verts ou blancs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	750 gr
Pomme de terre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	30 gr
Autres (précisez lesquels) :				
Chubabe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	400 gr
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 4/30

VOLET INDIVIDUEL N°2

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 1/30

3. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

3.1. Sexe :

- ☐ Masculin
☒ Féminin

3.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☒ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

3.3. Mesures corporelle :

- ☐ Poids (en kg) : 69 kg
☐ Taille (en cm) : 1,60 cm

3.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☒ Oui
☐ Non :
○ Combien de jour par mois dans ce foyer :jours/mois

3.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

2003

3.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

13



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 2/30

4. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

4.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pou bêcher... ?

- ☒ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine
- ☐ 1 fois par semaine ou plus :
- o Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)
.....
 - o Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)
.....

4.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

- ☒ Oui
- o Depuis combien d'année ? 13 ans.....
- ☐ Non

4.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☒ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité



EPORA
QUESTIONNAIRE (Consommation Végétaux autoproduits)
Site DUCHESNE – ROMANS SUR ISERE (26)

N° de mission : A531148701
Date : 04/01/16
Page : 3/30

4.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3 00 gr
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	300 gr
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	200 gr
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1000 gr
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	500 gr
Radis	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100 gr
Chou, brocolis	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	800 gr
Haricots verts ou blancs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	800 gr
Pomme de terre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100 gr
Autres (précisez lesquels) :				
Rhubarbe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	400 gr
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

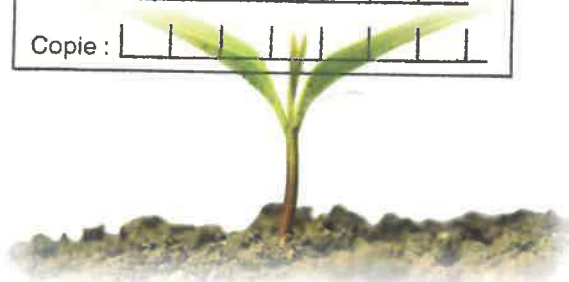
apave Agence de Valence

Dest : EN

Arrivé le 02 MARS 2017 Vu CA :

Vu Dest :

Copie :



QUESTIONNAIRE

**ETUDE DES FACTEURS DETERMINANTS
DE L'EXPOSITION PAR CONSOMMATION
DE VEGETAUX AUTOPRODUITS A
PROXIMITE DU SITE DUCHESNE**

- ROMANS SUR ISERE (26) -



Date	24 / 02 / 2017
Adresse Foyer	du 12 Rue Julien de le dière 26100 Romans
Contact	Emmoli Monique
Observations ou remarques sur le Questionnaire	

Questionnaire à retourner par @mail, FAX ou courrier :



Erwan MICHARD
APAVE
42G, avenue des langories
26000 VALENCE
erwan.michard@apave.com
FAX : 04.75.42.81.60

pour :

Établissement
public foncier
de l'Ouest
Rhône-Alpes

EPORA

En partenariat avec :



M.VSSP0010.089-V3

VOLET FOYER

INFORMATION GENERALE SUR LE FOYER

1. CARACTERISTIQUES DE L'HABITAT

1.1. Quel est le type de votre habitat ?

- ☒ Maison individuelle
- ☐ Appartement, précisez l'étage
- ☐ Autre, si autre détaillez :

1.2. Avez-vous un jardin ?

- ☒ Oui, un jardin individuel attenant au logement
- ☐ Oui, un jardin individuel séparé du logement, si oui préciser son adresse :
.....
- ☐ Non pas de jardin individuel

1.3. Dans votre jardin, avez-vous ?

- ☒ un potager, si oui : Quelle est sa superficie en m² :
- ☒ des arbres fruitiers
- ☒ des fleurs, une pelouse
- ☐ des terres nues

1.4. Possédez-vous un forage ?

- ☐ Oui
- ☒ Non

1.5. Si oui (forage), quel usage faites-vous de l'eau du puits ou de forage ?

- ☐ Arrosage pelouse, fleurs,
- ☐ Arrosage du potager
- ☐ Boisson, préparation des aliments
- ☐ Remplissage de piscine
- ☐ Utilisation pour les équipements (Machine à laver, wc)
- ☐ Utilisation pour la douche ou le bain
- ☐ Rien de tout cela

2. CARACTERISTIQUES DU FOYER

2.1. De combien de personnes est composé votre foyer ?

- ☒ De plus de 18 ans : 1
- ☐ Des moins de 18 ans :

⇒ Remplir autant de volet individuel que de personnes présentes dans le foyer

VOLET INDIVIDUEL N°1

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER

1. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

1.1. Sexe :

- ☐ Masculin
☒ Féminin

1.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☒ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

1.3. Mesures corporelle :

- ☒ Poids (en kg) : 60 kg
☐ Taille (en cm) : 175 cm

1.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☒ Oui
☐ Non :
○ Combien de jour par mois dans ce foyer : jours/mois

1.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

..... 1944

1.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

..... 40 ans.

2. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

2.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pou bêcher... ?

- ☐ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine
- ☒ 1 fois par semaine ou plus :

○ Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)

..... 8h

○ Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)

..... 14h

2.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

☒ Oui

○ Depuis combien d'année ? 40ans

☐ Non

2.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☒ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité

2.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Radis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Chou, brocolis	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Haricots verts ou blancs	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomme de terre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Autres (précisez lesquels) :				
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

VOLET INDIVIDUEL N°2

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER

3. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

3.1. Sexe :

- ☐ Masculin
☐ Féminin

3.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☐ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

3.3. Mesures corporelle :

- ☐ Poids (en kg) : kg
☐ Taille (en cm) : cm

3.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☐ Oui
☐ Non :
○ Combien de jour par mois dans ce foyer :jours/mois

3.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

.....

3.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

.....

4. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

4.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pou bêcher... ?

- ☐ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine
- ☐ 1 fois par semaine ou plus :
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)
.....
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)
.....

4.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

- ☐ Oui
 - Depuis combien d'année ?
- ☐ Non

4.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☐ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité

4.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Radis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chou, brocolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Haricots verts ou blancs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomme de terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Autres (précisez lesquels) :				
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

VOLET INDIVIDUEL N°3

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER

5. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

5.1. Sexe :

- ☐ Masculin
☐ Féminin

5.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☐ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

5.3. Mesures corporelle :

- ☐ Poids (en kg) : kg
☐ Taille (en cm) : cm

5.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☐ Oui
☐ Non :
 o Combien de jour par mois dans ce foyer :jours/mois

5.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

.....

5.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

.....

6. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

6.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pou bêcher... ?

- ☐ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine
- ☐ 1 fois par semaine ou plus :
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)
.....
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)
.....

6.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

- ☐ Oui
 - Depuis combien d'année ?
- ☐ Non

6.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☐ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité

6.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Radis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chou, brocolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Haricots verts ou blancs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomme de terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<i>Autres (précisez lesquels) :</i>				
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

VOLET INDIVIDUEL N°4

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER

7. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

7.1. Sexe :

- ☐ Masculin
☐ Féminin

7.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☐ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

7.3. Mesures corporelle :

- ☐ Poids (en kg) : kg
☐ Taille (en cm) : cm

7.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☐ Oui
☐ Non :
○ Combien de jour par mois dans ce foyer :jours/mois

7.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

.....

7.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

.....

8. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

8.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pou bêcher... ?

- ☐ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine
- ☐ 1 fois par semaine ou plus :
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)
.....
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)
.....

8.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

- ☐ Oui
 - Depuis combien d'année ?
- ☐ Non

8.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☐ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité

8.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Radis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chou, brocolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Haricots verts ou blancs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomme de terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<i>Autres (précisez lesquels) :</i>				
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

VOLET INDIVIDUEL N°5

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER

9. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

9.1. Sexe :

- ☐ Masculin
☐ Féminin

9.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☐ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

9.3. Mesures corporelle :

- ☐ Poids (en kg) : kg
☐ Taille (en cm) : cm

9.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☐ Oui
☐ Non :
○ Combien de jour par mois dans ce foyer :jours/mois

9.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

.....

9.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

.....

10. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

10.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pou bêcher... ?

- ☐ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine
- ☐ 1 fois par semaine ou plus :
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)
.....
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)
.....

10.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

- ☐ Oui
 - Depuis combien d'année ?
- ☐ Non

10.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☐ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité

10.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Radis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chou, brocolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Haricots verts ou blancs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomme de terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Autres (précisez lesquels) :				
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

VOLET INDIVIDUEL N°6

INFORMATION GENERALE SUR UNE PERSONNE DU FOYER

11. DONNEES GENERALES INDIVIDUELLES

11.1. Sexe :

- ☐ Masculin
☐ Féminin

11.2. Vous êtes :

- ☐ Un enfant âgé de moins de 15 ans
☐ Un enfant âgé entre 15 et 18 ans
☐ Un adulte de plus de 18 ans (parent, enfant majeur, grand parent, autre parent, autre personne,...) vivant dans ce foyer

11.3. Mesures corporelle :

- ☐ Poids (en kg) : kg
☐ Taille (en cm) : cm

11.4. Résidez-vous de façon permanente dans ce foyer ?

- ☐ Oui
☐ Non :
 ○ Combien de jour par mois dans ce foyer :jours/mois

11.5. En quelle année vous êtes-vous installé dans le logement ?

.....

11.6. Combien d'année avez-vous habité sur la zone d'étude ?

.....

12. DONNEES CONCERNANT L'EXPOSITION (Alimentation générale / Végétaux autoproduits)

12.1. A quelle fréquence travaillez-vous dans votre jardin pour planter des légumes, des fleurs, des massifs, pour bêcher... ?

- ☐ Jamais
- ☐ Quelques fois par an
- ☐ 1 fois par mois au moins
- ☐ Plus d'1 fois par mois mais moins d'1 fois par semaine
- ☐ 1 fois par semaine ou plus :
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en hiver (Octobre à mars)
.....
 - Combien d'heure par semaine consacrez-vous à cette activité en été (Avril à septembre)
.....

12.2. Consommez-vous des fruits ou des légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager, ou qu'un voisin direct produit ?

- ☐ Oui
 - Depuis combien d'année ?
- ☐ Non

12.3. Par rapport à la totalité des fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous consommez, diriez-vous que la part de fruits et légumes cultivés chez vous représente :

- ☐ Rien
- ☐ Moins d'un quart
- ☐ Environ la moitié
- ☐ La majorité

12.4. Quels fruits et légumes (frais, en bocaux, congelés ou en confiture) que vous produisez dans votre jardin ou potager ou qu'un voisin direct produit, consommez-vous ?

	N'en consomme pas	En consomme moins de 2 fois par semaine pendant la saison	En consomme 2 fois par semaine ou plus pendant la saison	Quantité estimative par semaine si possible? (en g)
Fruits d'été d'arbre fruitiers (abricots, pêches, prunes, cerises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fruits d'été du potager et de buissons (Fraises, framboises...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pommes, poires, du raisin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tomates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Salades, endives, épinards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Radis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chou, brocolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Artichauts, poireaux, asperges, céleris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carottes, navets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Courgettes, concombres, aubergines, potirons, poivrons, piments	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Haricots verts ou blancs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pomme de terre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Oignon, ail, échalotes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aromates : Persil, fines herbes, ciboulettes, basilic...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Autres (précisez lesquels) :				
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ANNEXE 1


**PARAMETRES DU LOGICIELS MODUL'ERS DE L'INERIS RECHERCHES AU TRAVERS DE CE
QUESTIONNAIRE**

Paramètre de modélisation	Nom Complet	Données à obtenir suite à Questionnaire
Age_individu_debut_expo	Age de l'individu au début de l'exposition	Oui
Age_min_classes	Age minimal de chaque classe d'âge	Oui
Bf_E	Bf_E (Facteur de bioconcentration air-plante)	Non
Br_E	Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)	Non
Texp_veg	Date de début de la période d'exposition des végétaux aux dépôts	Oui
Trecolte	Date de récolte annuelle des végétaux	Oui
Date_debut_expo_individu	Date du début d'exposition de l'individu	Oui
Tdat_prel	Date du début du prélèvement sol	Non
Duree_expo_individu	Durée d'exposition de l'individu	Oui
Imax	Facteur d'interception maximale par les parties consommables des plantes	Non
f_veg_dec	Facteur de décontamination du produit d'origine végétale avant consommation	Non
lambda_w	Facteur de perte par action du vent et de la pluie (voire photodégradation)	Non
f_annuelle_hors_site	Fraction annuelle de temps passé hors site	Non
f_veg_exp	Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal	Oui
Fh	Fraction du dépôt particulaire humide qui adhère sur les plantes	Non
Bw	Masse corporelle de la cible	Non
Qveg	Masse de ce type de produit d'origine végétale ingérée par jour par la cible humaine	Oui
Pvap_Ta	Pression de vapeur à température ambiante	Non
Pr	Productivité végétale à la récolte	Oui
ST	Surface moyenne des particules d'aérosols par volume d'air	Non
Tm	Température de fusion	Non
tsp	Teneur en matière sèche des végétaux	Non
VTR_seuil_orale	VTR à seuil par voie orale	Non
VTR_seuil_inh	VTR à seuil par voie respiratoire	Non
VTR_ss_seuil_orale	VTR sans seuil par voie orale	Non
VTR_ss_seuil_inh	VTR sans seuil par voie respiratoire	Non
Ce_irrig	Concentration dans l'eau d'irrigation	Non
Cs_racinaire	Concentration dans le sol de culture (couche racinaire)	Non
Cag_e	Concentration de polluant dans l'air sous forme gazeuse	Non
Cair	Concentration de polluant dans l'air sous forme particulaire et gazeuse	Non
Cinh_hors_site	Concentration inhalée hors site	Non
Irrigation	Irrigation	Oui
Ta	Température ambiante	Non

ANNEXE 2

LE TRICHLOROETHYLENE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
<p>Trichloroéthylène</p> <p>C_2HCl_3</p> <p>$CCl_2 = CHCl$</p> 	79-01-6	201-167-4	<p>R45 : Peut causer le cancer.</p> <p>R36/38 : Irritant pour les yeux et la peau.</p> <p>R67 : L'inhalation de vapeur peut provoquer somnolence et vertiges.</p> <p>R52/53 : Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique</p>
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le trichloroéthylène est principalement utilisé dans l'industrie comme solvant et pour ses propriétés dégraissantes. Il entre également dans la fabrication de produits pharmaceutiques, de retardateurs chimiques d'inflammation et d'insecticides.</p> <p>Le trichloroéthylène dans l'environnement est uniquement d'origine anthropique.</p> <p>Les rejets de trichloroéthylène sur les sols ou sur les surfaces aquatiques se volatilisent en grande partie dans l'atmosphère.</p> <p>La grande mobilité dans les sols se traduit par la présence de trichloroéthylène dans les eaux souterraines.</p> <p>Il est soluble dans l'eau.</p> <p>Il est mobile dans le sol et peut être transféré vers les eaux souterraines.</p> <p>Le trichloroéthylène se volatilise rapidement à partir de l'eau ou du sol.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
La pénétration du trichloroéthylène dans l'organisme peut se faire par inhalation (31-79%) , ingestion (80-98%) ou contact cutané (5-8 $\mu g \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$) . La voie respiratoire est la voie d'absorption principale du trichloroéthylène.			
Toxicologie Aiguë			
La cible privilégiée du TCE est le système nerveux central que ce soit en intoxication aiguë ou chronique. Des études ont cependant apportées des conclusions mettant en avant les organes cibles secondaires : Le rein, le foie, le système respiratoire, le système cardiaque, le système immunitaire, l'épiderme été réalisé afin de caractériser les effets du TCE sur d'autre organes cibles			
Toxicologie Chronique			
Pour une exposition chronique par voie respiratoire, des symptômes ont alors été mis en évidence : céphalées, léthargie, somnolence, anesthésie, vertiges, nausées et vomissements, sécheresse de la gorge et une irritation oculaire (Stewart <i>et al.</i> , 1970), intolérance à l'alcool, caractérisée par une rougeur transitoire affectant le visage et le cou (Szulc-Kuberska, 1972).			
Cancérogenèse			
<ul style="list-style-type: none"> - L'Union Européenne Catégorie 2 : le trichloroéthylène doit être assimilé à une substance cancérogène pour l'homme (JOCE, 2001). - CIRC – IARC Groupe 2A : le trichloroéthylène est probablement cancérogène pour l'homme (IARC, 1995). - US EPA (IRIS) Classe B2/C : intermédiaire entre un cancérogène probable et possible pour l'homme (US EPA(IRIS), 1988). Actuellement en cours de révision. <p>Les différentes études épidémiologiques réalisées n'ont pu établir clairement un lien entre exposition par inhalation au trichloroéthylène et cancer. Cependant, chez l'animal, le lien entre l'exposition par inhalation ou ingestion au trichloroéthylène et la survenue de cancers variés est bien établi.</p>			

SYNTHESE						
Trichloroéthylène		Voie d'exposition			Organe cible	
		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>
		Inhalation			Système Nerveux Central	Rein, Foie, Cœur, Système immunitaire
			Ingestion			
			Cutanée			

LE PYRENE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
Pyrène $C_{16}H_{10}$ 	129-00-0	204-927-2	-
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le goudron de charbon contient en moyenne 2 % de pyrène. Celui-ci est extrait d'une fraction se cristallisant au-dessus de 110 °C obtenue par redistillation d'huile d'anthracène à haut point d'ébullition, ou à partir d'un distillat de brai.</p> <p>Outre ses applications en recherche, le pyrène est utilisé pour la fabrication de teintures, dans la synthèse de substances utilisées en optique pour leur brillance, et comme additif dans les huiles d'isolation électrique.</p> <p>Le pyrène est présent dans les combustibles fossiles. Il est libéré dans l'atmosphère lors de la combustion incomplète de charbon et de produits pétroliers : huile, essence, fioul.</p> <p>Le pyrène est également présent dans le goudron, dans l'essence, dans le fioul, dans des huiles brutes, dans des huiles moteur usagées et dans de la créosote provenant de goudron de charbon. La production d'aluminium, de fer et d'acier, les fonderies, la combustion de déchets et la fumée de tabac constituent également des sources d'exposition au pyrène.</p> <p>Le pyrène se volatilise à partir de l'eau. La mobilité du pyrène est négligeable dans le sol. Le pyrène est sous forme vapeur et particulaire dans l'atmosphère.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p>Chez l'homme les principales voies de pénétration des hydrocarbures aromatiques polycycliques sont l'inhalation, la voie orale et la voie dermique.</p> <p>Une application cutanée répétée de goudron de houille montre que le pyrène passe la barrière cutanée. Une étude montre la présence d'1-hydroxypyrene dans les urines chez un patient traité avec un shampoing aux goudrons et une solution de 500 µg de pyrène en solution dans du toluène.</p> <p>Il n'existe pas de données chez l'homme relatives à la distribution des hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'organisme.</p> <p>Le caractère lipophile des HAP leur confère une grande facilité à franchir les membranes cellulaires et leur permet d'être stockés dans les différents tissus. Les HAP sont métabolisés en composés plus hydro-solubles ce qui facilite leur élimination. Ce métabolisme est observé dans les différents tissus, il utilise de nombreux systèmes enzymatiques. Les analogies structurales entre les différents hydrocarbures aromatiques polycycliques sont à l'origine d'analogies de métabolisme.</p> <p>La plupart des hydrocarbures aromatiques polycycliques sont excrétés dans les fèces et les urines.</p> <p>L'administration de pyrène par voie orale a été réalisée chez le rat. Un pic sanguin de concentrations en pyrène est mesuré 1 à 2 heures après l'administration.</p> <p>Chez le rat Wistar exposé à une solution de 14C-pyrène dans l'acétone l'absorption cutanée est relativement rapide. Les concentrations sont élevées dans le foie, les reins, et les graisses. La présence de concentrations élevées en métabolites du pyrène est observée dans les poumons.</p> <p>Environ 50 % de la dose appliquée à raison de 2, 6 ou 15 mg/kg de poids corporel sont excrétés dans les urines et les fèces au cours des 6 premiers jours suivant l'application cutanée.</p> <p>Le 1-hydroxy, 1,6-, 1,8-dihydroxy et le 4,5-dihydrodiol sont des métabolites du pyrène identifiés chez le rat ou le lapin. De plus, deux dérivés trihydroxy ont pu être isolés après incubation de pyrène dans des préparations de foie de rat.</p>			
Toxicologie Aiguë			
<p>A notre connaissance, il n'existe pas de donnée disponible pour l'homme.</p> <p>Pour l'animal, 6 cobayes ont été exposés à 5 µmol-5 mmol de pyrène en solution dans l'éthanol. Une réaction phototoxique importante est observée 20 heures après une exposition aux UV-A à 320-440 nm.</p>			
Toxicologie Chronique			
<p>Chez l'homme : a notre connaissance, il n'existe pas de donnée disponible.</p> <p>Chez l'animal, une seule étude rapporte les effets d'une action systémique rénale du pyrène chez l'animal.</p> <p>20 souris mâles et 20 femelles ont été exposées par gavage au pyrène dans de l'huile de maïs à des doses de 0, 75, 125 ou 250 mg/kg/j pendant 13 semaines. Des néphropathies caractérisées par la présence de régénérations tubulaires rénales multifocales souvent accompagnées par une infiltration lymphocytaire interstitielle et/ou une fibrose interstitielle localisée sont rapportées chez 4 rats mâles. Ces effets sont observés chez un animal pour chacune des doses faible, moyenne et forte. Des lésions analogues sont également rapportées chez 2 des témoins femelles, 3 exposées à la plus faible dose (75 mg/kg/j), 7 à la dose moyenne (125 mg/kg/j) et 10 à la plus forte dose (250 mg/kg/j). Les lésions rénales dans chacun des groupes sont considérées comme peu importantes à modérément importantes. Les poids relatifs et absolus des reins sont diminués chez les souris exposées aux 2 plus fortes doses (125 et 250 mg/kg/j). De cette étude un LOAEL de 125 mg/kg/j et un NOAEL de 75 mg/kg/j sont déterminés (US EPA, 1989).</p>			

Cancérogenèse

L'Union Européenne :

non déterminé : la substance n'a pas été examinée.

CIRC – IARC :

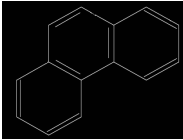
Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (IARC, 1987).

US EPA (IRIS) :

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (US EPA (IRIS), 1991).

SYNTHESE

		Voie d'exposition			Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
		Inhalation			ND	-
Pyrène	→	Ingestion		→	Rein	-
		Cutanée		→	ND	-

LE PHENANTHRENE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
Phénanthrène $C_{14}H_{10}$ 	85-01-8	201-581-5	-
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le phénanthrène est présent dans l'huile d'anthracène obtenue par distillation du goudron de houille. Il est recueilli dans le filtrat de résidus d'anthracène cristallisé ou dans la fraction légère de distillation de l'anthracène brut.</p> <p>Le phénanthrène est utilisé dans les industries des matières colorantes, explosifs, produits pharmaceutiques. Il sert de base pour la production d'autres substances chimiques (9,10-phénanthrènequinone, acide 2,2 diphénique), et entre dans la composition de substances conductrices d'électricité utilisées dans les batteries et les cellules solaires.</p> <p>La présence de phénanthrène dans l'environnement provient le plus souvent de la combustion incomplète de certains composés organiques tels que le bois et les combustibles fossiles. Il est détecté dans la fumée de cigarette, les échappements de moteur diesel ou essence, dans les viandes grillées au charbon de bois, dans les huiles moteur usagées, etc...</p> <p>Le phénanthrène est très peu soluble dans l'eau. Il est peu mobile dans le sol, son adsorption est relativement importante, il migre peu vers les eaux souterraines. La volatilisation du phénanthrène est peu importante.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p>Chez l'homme peu de données concernant l'absorption et le devenir du phénanthrène dans l'organisme humain sont disponibles. Il semblerait que comme tous les HAP, le phénanthrène pénètre dans l'organisme par voie pulmonaire, orale ou cutanée (Seule, l'absorption cutanée du phénanthrène a été étudiée chez l'homme). La similitude de structure entre le phénanthrène et les autres composés aromatiques tels que le naphthalène, laisse penser que leurs dégradations dans l'organisme sont similaires, et par conséquent induisent la formation de quinones, de phénols et peuvent se conjuguer au glutathion. Une étude a montré une corrélation entre le taux des différents HAP absorbés et le taux de leurs principaux métabolites excrétés dans les urines.</p> <p>Chez les animaux, une étude a montré que le phénanthrène injecté dans le duodenum est absorbé puis excrété dans la bile et les urines. Des études ont montré que le phénanthrène est absorbé par la peau.</p> <p>Des études indiquent que la clairance des HAP hautement lipophiles tels que le benzo[a]pyrène est limitée par la diffusion des HAP à travers les septas alvéolaires, alors que la clairance des HAP modérément lipophiles tels que le phénanthrène est limitée principalement par le flux sanguin.</p> <p>Une analyse <i>in vitro</i> réalisée sur des cellules de peau de cobayes du métabolisme du phénanthrène a permis de mettre en évidence que la dégradation du phénanthrène forme du 9,10-dihydrodiol phénanthrène, du 3,4-dihydrodiolphénanthrène, du 1,2-dihydrodiol phénanthrène et des traces d'hydroxy phénanthrène.</p>			
Toxicologie Aiguë			
<p>Aucune donnée concernant l'effet induit par une exposition aiguë au phénanthrène n'est disponible chez l'homme.</p> <p>Chez l'animal, les seules études existantes ont montré que le phénanthrène, après une exposition aiguë n'était pas un composé très toxique. Toutefois, par voie orale, des DL50 de 700 mg/kg et de 1 000 mg/kg ont été calculées chez la souris et les DL50 par voie intra-péritonéale et par voie intraveineuse sont de 700 mg/kg et de 56 mg/kg. Chez le rat, une injection intra-péritonéale provoque une congestion du foie, une augmentation du taux de l'aspartate aminotransférase et du taux de l'alanine aminotransférase ainsi qu'une diminution du taux de la γ-glutamyl transpeptidase. La même étude a également montré que les dérivés nitrés du phénanthrène étaient plus toxiques que le phénanthrène lui-même.</p> <p>L'exposition par voie orale de rats, au phénanthrène entraîne une augmentation de l'activité de la carboxylestérase de la muqueuse intestinale, mais n'altère pas l'activité de la carboxylestérase hépatique et rénale. Cette augmentation, en absence d'autres signes de toxicité gastro-intestinale, n'est pas considérée comme néfaste, mais peut précéder des effets plus sérieux.</p> <p>Une légère élévation (inférieure à celle due aux principaux HAP) du taux d'aldéhyde déshydrogénase cytosolique a été constatée après administration, à des rats, de phénanthrène.</p> <p>Par voie cutanée, aucune sensibilisation de contact des animaux au phénanthrène n'a été observée.</p>			
Toxicologie Chronique			
Aucune donnée n'est disponible concernant les effets systémiques du phénanthrène chez l'homme ou chez l'animal.			

Cancérogenèse

L'Union Européenne :

Le phénanthrène n'a pas été classé par l'Union Européenne.

CIRC – IARC :

Groupe 3 : l'agent ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (IARC, 1987).

US EPA (IRIS) :

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (US EPA, 1993).

SYNTHESE

		Voie d'exposition			Organe cible	
		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>
		Inhalation			ND	ND
Phénanthrène	→	Ingestion		→	ND	ND
		Cutanée		→	ND	ND

LE FLUORANTHENE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
<p>Fluoranthène</p> <p>C₁₆ H₁₀</p> 	206-44-0	205-912-4	-
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le fluoranthène fait partie des principaux constituants des goudrons lourds issus du charbon. Il est obtenu par distillation à haute température (353 à 385 °C) d'huile d'anthracène ou de brai. Il est également formé par combustion incomplète du bois et du fioul. Le fluoranthène est utilisé en revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable. Il est utilisé comme intermédiaire dans la fabrication de teintures, notamment fluorescentes. Il est également employé dans la fabrication des huiles diélectriques et comme stabilisant pour les colles époxy. En pharmacie, il sert à synthétiser des agents antiviraux.</p> <p>Les principales sources naturelles de HAP dans l'environnement sont les feux de forêts et les éruptions volcaniques. Les sources anthropiques sont les émissions des cheminées et des fours à bois domestiques, des incinérateurs d'ordures ménagères, des unités de production de goudron et d'asphalte, des unités de craquage du pétrole, les sources mobiles sont constituées par les échappements des véhicules essence et Diesel. Les rejets dans l'environnement sont principalement atmosphériques. Les HAP sont généralement associés à des particules, surtout les plus fines, mais peuvent également être présents dans la phase gazeuse.</p> <p>La présence de HAP dans les eaux de surface provient du dépôt de particules en suspension dans l'atmosphère, des rejets de lixiviation des aires de stockage de charbon, des effluents des usines de traitement du bois et autres industries, de l'utilisation de composts et de fertilisants.</p> <p>Il est peu soluble dans l'eau mais peut s'adsorber aux sédiments et sa mobilité dans les sols est négligeable.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p>Très peu de données sur le devenir dans l'organisme du fluoranthène sont disponibles chez l'homme. En ce qui concerne l'absorption, seule l'absorption cutanée a été étudiée. Après application de 2% de goudron sur la peau, la présence de phénanthrène, d'anthracène, de pyrène et de fluoranthène a été détectée dans le sang des sujets étudiés.</p> <p>Une seule étude traite de l'absorption par voie orale du fluoranthène chez les animaux. Dans les échantillons de sang analysés, le pic de concentration de fluoranthène est atteint 1 à 2 heures après l'administration.</p>			
Toxicologie Aiguë			
<p>Quelle que soit la voie d'exposition, aucune étude ne traite de l'effet du fluoranthène après une exposition aiguë chez l'homme. Chez l'animal, peu d'études concernant l'effet d'une exposition aiguë au fluoranthène sont disponibles et ceci quelle que soit la voie d'exposition.</p> <p>Pour la voie orale, une DL50 de 2 000 mg/kg/poids corporel a été calculée chez le rat et une DL50 de 100 mg/kg chez la souris. Pour la voie cutanée, une DL 50 de 3 180 mg/kg/poids corporel a été déterminée chez les lapins. Une étude réalisée chez les souris a montré que l'administration intra péritonéale de 500 mg/kg/poids corporel tous les jours pendant 7 jours n'induisait pas la mort.</p> <p>Des rats ont été exposés par gavage au fluoranthène (exposition unique). L'activité locomotrice nocturne de ces animaux a été observée. Une diminution significative de l'activité horizontale et verticale a été constatée. Une série de tests comportementaux a été également réalisée chez les rats quelques heures après, ils présentaient une modification significative du comportement incluant une ataxie et une diminution de la réponse à un stimulant sensoriel.</p> <p>Une seule injection intrapéritonéale de 30 mg de fluoranthène n'a pas d'effet sur le poids corporel des rats.</p>			
Toxicologie Chronique			
<p>Aucune étude spécifique au fluoranthène n'est disponible chez l'homme.</p> <p>Chez l'animal, aucune étude portant sur les effets induits par exposition chronique par inhalation n'est disponible.</p> <p>Lors de l'exposition par voie orale de souris au fluoranthène pendant 13 semaines. Il a été montré que le fluoranthène n'induisait pas de détresses respiratoires ou cardiaques, ni de dommages (micro ou macroscopiques) ni de nécroses pulmonaires ou cardiaques ni d'atteinte musculo squelettique. Toutes les souris exposées présentent une augmentation de la salivation, une néphropathie et une augmentation dose dépendante du taux des enzymes hépatiques. Un NOAEL de 125 mg/kg/j et un LOAEL de 250 mg/kg/j ont été calculés pour une augmentation du taux de la GGT et une augmentation du poids relatif et absolu du foie.</p> <p>Aucune étude n'a mis en évidence le caractère immunotoxique du fluoranthène.</p>			
Cancérogénèse			
<ul style="list-style-type: none"> - L'Union Européenne : Non déterminé. - CIRC – IARC : 			

<p>Groupe 3 : L'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme (IARC, 1987).</p> <p>- US EPA (IRIS) :</p> <p>Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (US EPA (IRIS), 1990).</p>

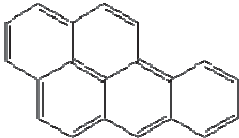
SYNTHESE						
		Voie d'exposition			Organe cible	
		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>
			Inhalation		Reins	-
		Ingestion			Foie, reins	-
Fluoranthène			Cutanée		ND	-

LE CHRYSÈNE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
<p>Chrysène</p> <p>C₁₈ H₁₂</p> 	218-01-9	205-923-4	-
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le chrysène n'est pas produit à des fins commerciales. Il est formé lors de la distillation du charbon et de la distillation ou de la pyrolyse de graisses et d'huiles.</p> <p>Il n'a pas d'utilisations connues.</p> <p>Le chrysène est présent à des concentrations plus élevées que la plupart des autres HAP dans les combustibles fossiles tels que l'huile brute et la lignite. Il fait partie des HAP prédominants dans les émissions particulières des incinérateurs d'ordures ménagères, des appareils ménagers à gaz naturel et des dispositifs de chauffage domestique, en particulier ceux utilisant la combustion du bois.</p> <p>Dans le milieu aquatique, le chrysène est associé à la phase particulaire de la colonne d'eau ou du sédiment. Sa volatilisation à partir des eaux superficielles est faible.</p> <p>La mobilité du chrysène est très modérée dans les sols.</p> <p>La volatilisation à partir de sols humides ou secs n'est pas un processus significatif. Dans l'air, le chrysène est principalement présent dans la phase particulaire.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p>Chez l'homme, très peu de données sont disponibles concernant le devenir dans l'organisme du chrysène. Des preuves indirectes de l'absorption du chrysène après inhalation ou contact cutané ont été fournies par la détection de HAP, dont le chrysène et ses métabolites, dans les urines de fumeurs, les urines d'ouvriers dont l'environnement atmosphérique est contaminé par de fortes concentrations de HAP ou encore dans les urines de personnes utilisant des crèmes au goudron de houille.</p> <p>Une étude menée chez 24 femmes a recherché la présence de chrysène, benzo[a]pyrène et dibenz[a,c]anthracène dans des échantillons de placenta, de lait, de sang maternel et de cordon ombilical. Les concentrations les plus élevées de chrysène ont été détectées dans le lait et le sang de cordon ombilical.</p> <p>Les études chez les animaux montrent que l'absorption du chrysène peut exister après exposition par voie orale, cutanée ou par inhalation. Par voie orale chez les rats, 64 à 87 % de la dose a été éliminée dans les fèces. Le chrysène absorbé dans ce cas est généralement rapidement et largement distribué, des pics de concentration sont mesurés dans le sang et le foie, dans le tissu adipeux, suivie par le tissu mammaire, le cerveau, le foie et le sang. Des études in vitro réalisées sur des préparations de foie de rats, de peau humaine ou de peau de souris ont montré que la transformation métabolique du chrysène donnait naissance aux 1,2-, 3,4- et 5,6-dihydrodiol ainsi qu'aux dérivés 1-, 3-, et 4-phénol. Des transformations métaboliques supplémentaires entraînent la formation du dérivé 1,2-dihydrodiol-3,4-époxyde ainsi que du 9-hydroxychrysène 1,2-dihydrodiol-3,4-oxide qui sont des agents alkylants. Le métabolite 1,2-dihydrodiol possède des propriétés mutagènes in vitro sur des systèmes bactériens ou cellulaires.</p>			
Toxicologie Aiguë			
<p>Chez l'homme, aucune donnée concernant l'effet induit par une exposition aiguë au chrysène n'est disponible.</p> <p>Chez l'animal une injection intrapéritonéale unique de chrysène à de jeunes rats n'a pas entraîné une réduction de leur croissance. L'administration par voie orale de chrysène à des rats a entraîné une induction de l'activité aldéhyde déshydrogénase. Chez des rats partiellement hépatectomisés, l'administration de chrysène a provoqué une augmentation significative du poids du foie dans un essai sur deux.</p>			
Toxicologie Chronique			
<p>La seule étude épidémiologique disponible chez l'homme a été effectuée chez des salariés travaillant dans une fonderie de fer. Les salariés ont été exposés pendant une durée moyenne de 15 ans à un mélange de HAP comprenant entre autres du chrysène. 2 groupes de salariés ont été étudiés, ceux travaillant devant les fours à coke et ceux travaillant sur les machines. Les premiers ont été exposés à de plus fortes concentrations du mélange que les autres. Les salariés travaillant devant les fours à coke ont présenté, par rapport aux autres, une diminution marquée du taux d'immunoglobulines sériques et une augmentation des immunoglobulines. Aucune conclusion concernant l'effet spécifique du chrysène n'a pu être établie.</p> <p>Chez l'animal, des études ont été réalisées sur des souris exposées par voie respiratoire à des allergènes. Cela met en évidence que la réponse immunotoxique est surtout due à l'effet induit par les HAP à 4 cycles ou plus, dont le chrysène.</p>			
Cancérogenèse			
<ul style="list-style-type: none"> - L'Union Européenne : Catégorie 2 : Substances pouvant être assimilée à une substance cancérigène pour l'homme (JOCE,2004). - CIRC – IARC : Groupe 3 : Substance ne pouvant être classée pour sa cancérigénicité pour l'homme (IARC, 1987), 			

- US EPA (IRIS) :
Classe B2 : Substance probablement cancérigène pour l'homme (US EPA IRIS, 1994).

SYNTHESE

Chrysène		Voie d'exposition			Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
		Inhalation		→	Système immunitaire	-
	→	Ingestion		→	Tissu adipeux, tissu mammaire, cerveau, foie.	-
			Cutanée	→	ND	-

LE BENZO(a)PYRENE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
<p>Benzo[a]pyrène C₂₀H₁₂</p> 	50-32-8	200-028-5	<p>R45 Peut causer le cancer</p> <p>R46 Peut causer des altérations génétiques héréditaires</p> <p>R60 Peut altérer la fertilité</p> <p>R61 Risque pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant</p>
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le benzo[a]pyrène entre dans la fabrication de produits étalons. Il est utilisé en très faibles quantités dans certains laboratoires d'analyse ou de toxicologie (INRS, 1997).</p> <p>Les sources naturelles d'émission de benzo[a]pyrène sont les éruptions volcaniques et les feux de forêts. Le benzo[a]pyrène est également synthétisé par des plantes, des bactéries et des algues.</p> <p>Le benzo[a]pyrène est présent dans les combustibles fossiles. Il est également formé lors de combustions incomplètes puis rejeté dans l'atmosphère où il est présent majoritairement dans la phase particulaire du fait de sa tension de vapeur extrêmement faible.</p> <p>Sa présence dans l'environnement est d'autre part d'origine anthropique : raffinage du pétrole, du schiste, utilisation du goudron, du charbon, du coke, du kérosène, sources d'énergie et de chaleur, revêtements routiers, fumée de cigarette, échappement des machines à moteur thermique, huiles moteur, carburants, aliments fumés ou grillés au charbon de bois, huiles, graisses, margarines, etc...</p> <p>Il est peu mobile dans les sols (adsorption importante).</p> <p>Il est peu mobile dans les sols (adsorption importante).</p> <p>La volatilisation du benzo[a]pyrène depuis les sols ou les surfaces aquatiques est très peu importante.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p>Par voie digestive, le benzo[a]pyrène est absorbé rapidement. Chez le rat, moins de 20 % de la dose administrée par voie orale sont retrouvés dans la lymphe. Ce faible taux mesuré dans la lymphe pourrait être lié soit à une absorption incomplète, soit à un temps de passage court dans la circulation porte (IARC, 1983).</p> <p>Par inhalation, l'absorption est rapide, mais dépend de la forme sous laquelle le benzo[a]pyrène est administré et plus spécifiquement de la taille des particules sur lesquelles il est adsorbé.</p> <p>Par voie cutanée, le taux d'absorption est estimé à 3 % après 24 heures sur un modèle in vitro de peau d'origine humaine (Kao et al., 1985).</p> <p>Le benzo[a]pyrène est rapidement distribué dans les différents organes internes en quelques minutes à quelques heures.</p>			
Toxicologie Aiguë			
Il n'existe pas de données chez l'homme.			
Toxicologie Chronique			
<p>Des effets locaux cutanés induits par contact avec du benzo[a]pyrène sont mentionnés. Des lésions pouvant faire illusion avec des verrues ont été observées lors d'applications de benzo[a]pyrène. Des auteurs ont rapporté des effets cutanés, à type d'exacerbations de lésions préexistantes, lors de l'application d'un de benzo[a]pyrène chez des patients porteurs de pemphigus ou de xeroderma pigmentosum. De telles observations n'ont pas été décrites chez des personnes présentant une peau saine.</p> <p>Le benzo[a]pyrène altère l'immunité humorale et cellulaire, les cellules B sont plus sensibles que les cellules T.</p> <p>Des rats exposés par voie orale au benzo[a]pyrène présentent une diminution de l'activité carboxylestérase de la muqueuse intestinale.</p>			

Cancérogenèse

Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérogène du benzo[a]pyrène à lui seul chez l'homme.

Chez l'animal, le B[a]P est cancérogène local et systémique pour de nombreuses espèces animales par voie orale, cutanée et intratrachéale, par injection et par exposition transplacentaire.

L'Union Européenne

Catégorie 2 : le benzo[a]pyrène doit être assimilé à des substances cancérogènes pour l'homme (JOCE, 2004).

CIRC – IARC

Groupe 2A : le benzo[a]pyrène est probablement cancérogène pour l'homme (1987).

US EPA (IRIS)

Classe B2 : le benzo[a]pyrène est probablement cancérogène pour l'homme (1994).

Effet sur la reproduction et le développement

Le B[a]P traverse la barrière placentaire du rat et de la souris et provoque embryo- et foetolétalité.

Il est létal pour tous les foetus du rat à une dose de 5 mg/j. Chez la souris l'inductibilité du gène (Ah) codant pour l'aryl hydrocarbène hydroxylase joue un rôle particulièrement important dans la foetotoxicité.

L'administration de 100-150 mg/kg ip pendant la gestation moyenne ou tardive chez la souris C3H/Anf induit une suppression marquée et persistante du système immunitaire des petits.

Génotoxicité

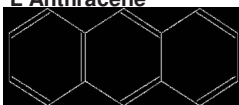
In vivo, il se fixe à l'ADN et augmente le taux des échanges entre chromatides sœurs (moelle osseuse du hamster chinois et foie du hamster syrien [TUCKER J.D. et coll.]), des aberrations chromosomiques dans la moelle osseuse du rat et des anomalies spermatiques [IARC]. Il entraîne des réponses positives dans le test du dominant létal et le spot test chez la souris et négatives dans le test du locus spécifique, ce qui pourrait indiquer une induction de fractures chromosomiques dans les cellules méiotiques et post-méiotiques mais pas de mutation des cellules souches (spermatogonies).

SYNTHESE

		Voie d'exposition			Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
B(a)P	→	Inhalation		→	-	-
		Ingestion		→	Estomac, Foie, Reins, Moelle osseuse	-
		Cutanée		→	Peau	-

L'ANTHRACENE

IDENTIFICATION

Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
L'Anthracène $C_{14}H_{10}$ 	120-12-7	204-371-1	-

ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

La distillation des goudrons de charbon permet de recueillir de l'huile d'anthracène, riche en anthracène. De l'anthracène très pur peut être préparé à partir d'anthraquinone de synthèse. L'anthracène est utilisé comme intermédiaire chimique pour la préparation de matières colorantes et pour la formation de polyradicaux destinés à la fabrication de résines. Il est principalement employé pour la fabrication de l'anthraquinone (intermédiaire pour la fabrication de teintures). Il est utilisé comme diluant des produits de protection du bois, comme insecticide et comme fongicide. Il est d'autre part employé pour synthétiser l'agent chimiothérapeutique "Amsacrine®". Il fait partie des photoconducteurs organiques cristallisés utilisés en électrophotographie. Dans sa forme la plus pure, l'anthracène est fréquemment employé en physique nucléaire comme substance scintillante pour la détection des radiations de haute énergie. L'anthracène est naturellement présent dans les combustibles fossiles. Il est présent dans le fioul et dans l'essence. Les principales sources anthropiques d'exposition sont les échappements des moteurs d'automobiles, la cokéfaction et la gazéification du charbon, le raffinage du pétrole, l'utilisation des huiles d'imprégnation pour le traitement du bois, la préparation de l'asphalte, la fumée de charbon de bois, la combustion de déchets de pneumatiques. D'une manière générale, l'anthracène est présent dans les fumées émises lors de combustions incomplètes.

Il s'adsorbe facilement sur la matière en suspension, mais il peut aussi se volatiliser. Ces deux phénomènes sont concurrents. L'anthracène est peu à pas mobile dans les sols. L'anthracène peut facilement se volatiliser à partir des sols humides, son adsorption importante sur la matière organique peut cependant atténuer ce phénomène. Par contre, il ne se volatilise que très peu à partir des sols secs. L'anthracène se présente dans l'atmosphère sous vapeur ou adsorbée sur la matière particulaire.

TOXICOLOGIE

Généralités

Son taux d'adsorption chez l'animal est de 53% à 74 % quelque soit sa voie d'administration. L'anthracène passe la barrière cutanée. Il n'existe pas de données sur son assimilation par l'organisme, mais on le retrouve dans le foie et les graisses). Les rats éliminent par les fécès en 2 à 3 jours 43 à 84% de l'anthracène absorbé par ingestion. Par voie cutanée, seuls 1,3 % de la dose d'anthracène marqué au carbone 14 (9,3 µg/cm²) sont détectés dans les tissus, essentiellement le foie et les reins, chez le rat, 6 jours après l'administration. Suite à une instillation intra-trachéale unique d'anthracène marqué au carbone 14, 99,7 % de la radioactivité est éliminée des poumons très rapidement et 0,3 % lentement. L'injection sous-cutanée d'anthracène chez la souris gestante montre un passage transplacentaire. Le 1,2-dihydrodiol a été identifié comme étant le principal métabolite de l'anthracène lors d'une incubation de préparation de foie de rat en présence d'anthracène. *In vivo*, le 1,2-dihydrodiol, le 9,10-anthraquinone, 9,10-dihydrodiol et le 2,9,10-trihydroxyanthracène ont été identifiés comme étant de métabolites de l'anthracène présents dans les urines de rats exposés.

Toxicologie Aiguë

Chez l'homme les effets photo-sensibilisants de l'anthracène sont rapportés lors de son utilisation dans le traitement du psoriasis (en solution dans un mélange de N-méthyl-2 pyrrolidone, d'éthanol et de propylène glycol).

Chez la souris une dose unique de 1,47 ou 2,44 g/kg d'anthracène commercial ou de 17 g/kg d'anthracène pur n'est pas létale. Chez le rat, l'administration par voie orale induit une augmentation de l'activité carboxylestérase de la muqueuse intestinale et une faible augmentation de l'activité de l'adéhyde déshydrogénase hépatique. Il n'est pas observé de stimulation de la régénération hépatique chez des rats hépatectomisés partiels. Une administration par voie orale de 50 mg d'anthracène dans l'huile de maïs suivie d'une exposition entraîne une kératite de la peau exposée. L'anthracène est un irritant de la peau, des yeux, des muqueuses et du tractus respiratoire. L'exposition à la concentration de 4,7 mg/m³ induit une irritation cutanée moyenne chez 50 % des souris. L'anthracène est un photosensibilisant ; toutefois ce n'est pas un agent sensibilisant.

Toxicologie Chronique

A notre connaissance, il n'existe pas de donnée disponible pour l'homme.

Chez les souris mâles et femelles exposées par gavage à l'anthracène aux doses de 0, 250, 500 et 1 000 mg/kg/j pendant au moins 90 jours les paramètres analysés sont la mortalité, les signes cliniques, le poids corporel, la consommation de nourriture, les effets ophtalmiques et hématologiques, les poids de différents organes, et l'histo-pathologie. Dans cette étude, aucun effet n'est observé. Un NOEL de 1 000 mg/kg/j est défini. Dans une autre étude pratiquée chez le rat, l'exposition à l'anthracène a été réalisée par ajout dans la nourriture à la dose quotidienne de 5 à 15 mg par animal pendant environ 450 jours (dose cumulée de 4,5 g). L'observation est réalisée jusqu'à la mort de l'animal ; le temps moyen de survie est de 700 jours. Certains animaux survivent au délai de 450 jours après la fin de l'exposition. Aucun effet lié à l'exposition n'a été observé, mais aucune analyse hématologique n'a été effectuée. Enfin, une injection sous cutanée hebdomadaire de 0,25 mg d'anthracène pratiquée chez la souris pendant 40 semaines induit un dépôt de fer dans les ganglions lymphatiques et une diminution du nombre de cellules lymphoïdes. L'injection intra-péritonéale d'anthracène n'entraîne pas la mort des animaux. L'injection de 160 mol/kg d'anthracène pendant 14 jours n'entraîne pas de modifications immunitaires chez la souris.

Cancérogenèse

L'Union Européenne :

Non déterminé : l'anthracène n'a pas fait l'objet d'un examen par l'Union Européenne.

CIRC – IARC :

Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité. Pour l'homme (1983).

US EPA (IRIS) :

Classe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (1991).

SYNTHESE

		Voie d'exposition			Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
Anthracène	→	Inhalation		→	Pas d'organes cibles	-
		Ingestion		→		-
		Cutanée		→		-

LE PLOMB			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
Plomb et ses dérivés Pb	7439-92-1	231-100-4	R61 : risque pendant la grossesse d'effet néfaste pour l'enfant. R62 : <i>risque possible d'altération de la fertilité.</i> R20/22 : <i>nocif par inhalation et par ingestion</i> R33 : <i>danger d'effet cumulatif</i>
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le plomb est présent à l'état naturel dans différents minéraux dont la galène, la cérusite, etc. ; il s'agit d'un élément traditionnellement employé dans l'industrie.</p> <p>La plupart des composés inorganiques du plomb (II) sont peu solubles dans l'eau, les composés halogénés et les acétates de plomb l'étant davantage (Bodek et al, 1988).</p> <p>Dans le milieu aquatique, le plomb a tendance à être éliminé de la colonne d'eau en migrant vers les sédiments par adsorption sur la matière organique et les minéraux d'argile, précipitation comme sel insoluble (carbonate, sulfate ou sulfure) et réaction avec les ions hydriques et les oxydes de manganèse, mais la quantité de plomb restant en solution sera fonction du pH (HSDB, 2000).</p> <p>La mobilité du plomb dans les sols est très faible, il a tendance à s'accumuler dans les horizons de surface (particulièrement dans les sols ayant au moins 5% de matière organique et un pH supérieur à 5).</p> <p>Les composés inorganiques du plomb ne sont pas volatils. Le plomb existe sous les états d'oxydation 0, +II et IV. Dans l'environnement, il est principalement sous la forme II.</p> <p>Dans les sols, le plomb sous forme de sulfure, est lentement oxydé et peut former des carbonates et incorporer des minéraux argileux, des oxydes de fer et la matière organique. Pour des pH élevés, il peut précipiter sous forme d'hydroxyde, de phosphate ou de carbonate ou former des complexes Pb-organiques qui sont assez stables. (Kabata-pendias et al, 1992).</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p>Sur le plan toxicologique, le plomb pénètre dans l'organisme essentiellement par voie digestive et par voie pulmonaire.</p> <p>Par voie orale, les études s'accordent à donner des taux d'absorption chez l'adulte entre 5 et 10 % pour une consommation journalière de 0,1 à 0,4 mg et de 20 % à 50 % respectivement pour les enfants de plus de 10 ans ou de moins de 2 ans (Hursh et al, 1968 ; Demichele, 1984).</p> <p>Les résultats de l'étude de Thompson (1971) ont montré que 20 à 30% du plomb inhalé étaient absorbés.</p> <p>En ce qui concerne le plomb organique, environ 60 à 80 % seraient absorbés par les poumons.</p> <p>L'absorption cutanée est négligeable, sauf pour le plomb organique qui est très liposoluble.</p>			
Toxicologie Aiguë			
<p>L'intoxication aiguë ne se rencontre plus que très rarement aussi bien dans l'industrie qu'en milieu non professionnel, mais elle peut néanmoins se produire par inhalation ou par absorption dans des situations accidentelles. L'essentiel des données rapportées dans la littérature concerne l'absorption de plomb ou ses dérivés par voie orale.</p> <p>Les effets d'une intoxication aiguë sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Troubles digestifs (effet le plus précoce) ; - Atteintes rénale : oligurie, albuminurie, glycosurie, hyperphosphaturie ; - Atteinte du système nerveux centrale : encéphalopathie convulsive et coma, séquelles neurologiques ou psychomotrices graves ; - Atteinte hépatique : réduction de la métabolisation de certains médicaments. 			
Toxicologie Chronique			
<p>Les effets d'une intoxication chronique sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - anémie, - anomalie du développement neuro-comportemental, - néphropathie tubulaire, - hypertension artérielle, - troubles digestifs, - oligospermie et foetotoxicité. 			

Cancérogenèse

La cancérogenèse du plomb sur l'homme n'est pas établie. Les études épidémiologiques ne montrent pas d'augmentation significative du risque cancérogène lié à l'exposition à divers dérivés du plomb (INRS 2000).

Le plomb et ses composés sont classés dans le groupe 2B (probablement cancérogène pour l'homme) par le CIRC et dans le groupe B2 (produit cancérogène probable pour l'homme) par L'US-EPA.

SYNTHESE

<i>Plomb inorganique et ses composés</i>		Voie d'exposition		Organe cible	
		Principale	Secondaire	Principale	Secondaire
		Ingestion		Système nerveux	Tissus en général
				Système circulatoire	Os
				Reins	Système cardiovasculaire
		Inhalation		Appareil digestif	
				Os	

LE MERCURE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
Mercure et ses dérivés Hg	7439-97-6	231-106-7	R23 : <i>nocif par inhalation.</i> R33 : <i>danger d'effet cumulatif</i>
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>L'importante volatilité du mercure fait que sa principale source dans l'environnement reste le dégazage de l'écorce terrestre, qui en rejette annuellement plusieurs milliers de tonnes.</p> <p>L'activité volcanique constitue aussi une source naturelle de mercure importante. Les rejets anthropogéniques sont principalement dus à l'exploitation des minerais (mines de plomb et de zinc), à la combustion des produits fossiles (charbon - fioul), aux rejets industriels (industrie du chlore et de la soude...) et à l'incinération de déchets.</p> <p>Dans l'eau, le mercure élémentaire est quasiment insoluble. La solubilité des composés organiques est variable, tous sont plus ou moins solubles. La solubilité des composés du mercure inorganique est très variable : des composés comme le chlorure mercurique sont solubles, le sulfure mercurique est complètement insoluble.</p> <p>Le mercure est faiblement mobile dans le sol. Le mercure mis en contact avec le sol est rapidement immobilisé (par les oxydes de fer, d'aluminium et le manganèse et surtout par la matière organique), il a tendance à rester dans les horizons de surface.</p> <p>Le mercure élémentaire et les composés organiques du mercure sont volatils. Les composés inorganiques le sont très peu.</p> <p>Les diverses formes du mercure sont susceptibles d'évoluer dans l'environnement. L'une des principales particularités du mercure est de subir, dans les sols, sédiments et poissons, des réactions de méthylation / déméthylation.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p><u>Mercure élémentaire :</u></p> <p>Chez l'homme, le mercure élémentaire sous forme de vapeur est essentiellement absorbé par voie pulmonaire. Le taux d'absorption pulmonaire est compris entre 75 et 85 %.</p> <p>Peu d'études traitent de l'absorption par voie orale du mercure élémentaire et du mercure inorganique. Toutefois, l'absorption par voie orale de ces deux types de mercure semble faible (Ingestion : 15% ; Contact : 2,6 %).</p> <p><u>Mercure organique :</u></p> <p>Aucune donnée concernant l'absorption du mercure organique par inhalation n'est disponible. Cependant, des preuves indirectes indiquent que ce mercure peut être absorbé à travers les poumons.</p> <p>Par voie orale, l'absorption du mercure organique est plus importante que celle du mercure inorganique ou du mercure élémentaire. Environ 95 % d'une dose de nitrate de méthylmercure (dose non indiquée) sont absorbés par voie orale.</p> <p>Chez l'homme, la distribution du mercure organique absorbé par voie pulmonaire ou cutanée n'a pas fait l'objet d'étude.</p> <p><u>Mercure inorganique :</u></p> <p>Aucune donnée concernant l'absorption du mercure inorganique n'est disponible.</p>			
Toxicologie Aiguë			
<p><u>Mercure élémentaire</u></p> <p>Des expositions aiguës à de fortes concentrations de vapeurs de mercure élémentaire peuvent entraîner la mort chez l'homme. Dans tous les cas, la mort est attribuée à une asphyxie. L'organe cible des vapeurs de mercure est le système nerveux central. Les principaux symptômes consécutifs à une exposition par inhalation au mercure élémentaire sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des convulsions, - une diminution de l'activité motrice et des réflexes musculaires, - des maux de tête, - un électroencéphalogramme anormal, - des troubles de la fonction respiratoire, - des pneumonies mercurielles aiguës suivies de trachéo-bronchites, - de pneumonies diffuses, - d'un pneumothorax bilatéral et d'un arrêt respiratoire. <p>Aucune donnée concernant l'effet aigu du mercure élémentaire par voie cutanée n'est disponible.</p> <p><u>Mercure inorganique</u></p> <p>Chez l'homme, aucune donnée concernant l'effet du mercure inorganique par voie pulmonaire n'est disponible.</p> <p>La mort survenant après une exposition orale au mercure inorganique est la plupart du temps provoquée par un choc hémodynamique, une défaillance cardiovasculaire, une insuffisance rénale ou par des dommages gastro-intestinaux sévères.</p>			

Peu d'études traitent de l'effet toxique induit par une exposition cutanée au mercure inorganique.

Mercure organique

Des cas de décès ont été rapportés chez des salariés ayant inhalé des vapeurs d'alkylmercure à la suite d'accident de travail. La cause des décès n'a pas été identifiée mais dans tous les cas, la mort est survenue avant le développement de troubles neurotoxiques profonds.

Chez l'homme, aucune étude ne traite des effets induits par une exposition aiguë par voie cutanée au mercure organique.

Toxicologie Chronique

Mercure élémentaire :

Chez l'homme exposé au mercure élémentaire, les organes cibles sont le système nerveux central et le rein.

Une exposition à long terme au mercure élémentaire provoque des effets de même nature qu'une exposition à court terme.

L'exposition par voie respiratoire au mercure élémentaire induit également chez les enfants la maladie rose "Pink disease". Cette maladie est caractérisée par une tuméfaction froide, humide et cyanotique des mains et des pieds accompagnée de prurit et de crises sudorales, parfois de troubles nerveux ou de troubles cardiaques et un syndrome des ganglions lymphatiques muco-cutanés.

L'exposition par voie orale au mercure élémentaire induit des troubles cardiovasculaires, gastro-intestinaux mais surtout neurologiques et rénaux.

Par voie cutanée, il a été montré que certaines personnes sensibles au mercure pouvaient développer des stomatites (inflammation buccale, des muqueuses et des gencives) aux endroits ayant été en contact avec les amalgames dentaires.

Mercure inorganique :

Chez l'homme aucune donnée concernant l'effet chronique du mercure inorganique après une exposition par voie pulmonaire n'est disponible.

Chez l'homme, le rein est l'organe cible après une exposition chronique par voie orale au mercure inorganique et le taux d'absorption digestive est de 7-15 %. Plusieurs études ont mis en évidence l'effet neurotoxique du mercure inorganique par voie orale.

L'exposition par voie cutanée au mercure inorganique pendant de longues durées induit des troubles cardiovasculaires, gastrointestinaux, rénaux, neurologiques et immunologiques.

Mercure organique :

L'exposition chronique par voie pulmonaire au mercure organique entraîne des troubles respiratoires, gastrointestinaux, musculaires, hépatiques et neurologiques.

La voie orale est la voie d'absorption principale du mercure organique et le taux d'absorption de ce mercure est de 95 %. L'exposition chronique par voie orale au mercure organique peut entraîner la mort des individus. Le décès survient, le plus souvent, après une consommation importante de nourriture contaminée par du méthylmercure.

Par voie orale, le cerveau est le principal organe cible du mercure organique et les fonctions sensorielles telles que la vue et l'ouïe ainsi que les zones du cerveau impliquées dans la coordination motrice sont généralement affectées. Les premiers symptômes induits par l'exposition par voie orale au mercure organique, tels que la paresthésie (troubles de la sensibilité), un malaise général, une vision brouillée sont non spécifiques. Ces premiers symptômes sont suivis d'une restriction des champs visuels, d'une surdité, d'un défaut d'élocution et de troubles de la coordination musculaire.

Très peu de données concernant l'effet d'une exposition à long terme par voie cutanée au mercure organique sont disponibles.

Cancérogenèse

L'Union Européenne

Mercure élémentaire : non classé (JOCE, 1998).

Dichlorure de mercure ou chlorure mercurique : non classé (JOCE, 1998).

Chlorure mercurieux : non classé (JOCE, 1998).

L'oxyde de mercure, le sulfure de mercure, le méthyl mercure, le chlorure de méthylmercure, le méthylmercure dicyandiamide n'ont pas fait l'objet d'un examen par l'Union Européenne.

CIRC – IARC

Mercure et composés inorganiques : groupe 3 « l'agent (ou le mélange) ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme » (IARC, 1993).

Méthylmercure : groupe 2B « l'agent ou le mélange pourrait être cancérogène pour l'homme » (IARC, 1993).

US EPA (IRIS)

Mercure élémentaire : « inadéquat » (US EPA, 1995)

Chlorure mercurique : classe C – cancérogène possible pour l'homme (US EPA, 1995).

Méthylmercure : classe C – « cancérogène possible pour l'homme » (US EPA, 1995).

SYNTHESE						
<i>Mercure élémentaire</i>	→	Voie d'exposition		→	Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
		Inhalation			Système nerveux central / Rein	Fœtus
		Ingestion			Système nerveux central / Rein	Cœur, intestin
			Cutanée	→	/	Bouche
<i>Mercure inorganique</i>	→	Voie d'exposition		→	Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
		Ingestion			/	SNC, cœur, système immunitaire, fœtus
		Inhalation			Système nerveux central	/
			Cutanée	→	Cœur, rein, SNC	Intestin, système immunitaire
<i>Mercure organique</i>	→	Voie d'exposition		→	Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
			Inhalation		Système nerveux central, rein	Fœtus
		Ingestion			Système nerveux central	/
			Cutanée	→	/	/

LE CUIVRE			
IDENTIFICATION			
Substance Chimique	N°CAS	N°CEE	Code Risque
Cuivre et ses dérivés Cu	7440-50-8	231-159-6	R20 : <i>nocif par inhalation.</i> R21 : <i>nocif par contact avec la peau</i> R22 : <i>nocif par ingestion</i>
ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT			
<p>Le cuivre existe à l'état natif et se rencontre sous différentes formes : sulfures, oxydes, etc. Il s'agit de l'un des métaux les plus employés à cause de ses propriétés physiques. Il est présent dans l'environnement de manière ubiquitaire à des teneurs dans les variant de 10 à 40 mg/kg (INRA-ademe, 1995).</p> <p>La contamination des sols en cuivre d'origine anthropique est due généralement aux scories d'extraction minière, aux boues et divers déchets de l'industrie métallurgique.</p> <p>Le comportement du cuivre dans les sols dépend de nombreux facteurs : pH, potentiel rédox, présence d'oxyde, taux de matières organiques, proportion d'argiles, etc.</p> <p>Le cuivre migre peu en profondeur dans les sols, sauf dans des conditions particulières de drainage ou en milieu très acide (ATSDR, 1990).</p> <p>L'oxyde cuivreux, Cu₂O, est insoluble dans l'eau. Les formes CuSO₄, Cu(OH)₂ et CuCl₂ sont solubles dans l'eau.</p> <p>L'ion Cu⁺ est instable dans l'eau sauf en présence d'un ligand stabilisateur comme les sulfures, les cyanures ou les fluorures. L'ion Cu²⁺ forme de nombreux complexes stables avec des ligands minéraux.</p> <p>Dans les milieux aqueux, le comportement du cuivre est influencé par de nombreux processus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - complexation avec des ligands organiques (surtout sur les groupes -NH₂ et -SH, et dans une moindre mesure sur le groupe -OH) ou minéraux, - adsorption sur des oxydes métalliques, des argiles ou des matières organiques particulières, - bioaccumulation, - présence de cations compétiteurs (Ca²⁺, Fe²⁺, Mg²⁺ ...), - présence de sels (OH⁻, S²⁻, PO₄³⁻, CO₃²⁻...), - échange entre les sédiments et l'eau (ATSDR, 1990 ; Dameron et Howe, 1998). <p>La majorité du cuivre rejeté dans l'eau est sous forme particulaire et tend à se déposer, à précipiter ou à s'adsorber. Dans l'eau, le cuivre particulaire représenterait de 40 à 90 % du cuivre.</p>			
TOXICOLOGIE			
Généralités			
<p>L'absorption de cuivre est possible par toutes les voies mais elle s'effectue néanmoins de manière prépondérante par voie orale et par absorption gastro-intestinale.</p> <p>Le taux d'absorption par voie orale est très variable, de 15 à 97 %.</p> <p>Il peut être toxique par inhalation, ingestion et contact cutané. Les principales formes toxiques chez l'homme sont les sels solubles de Cuivre II.</p> <p>Aucune donnée relative à des intoxications par inhalation ou par contact cutané n'est disponible à ce jour (ATSDR, 1990 ; OMS 1998).</p>			
Toxicologie Aiguë			
<p>Les cas d'intoxications aiguës orales sont rares et généralement dus à des ingestions accidentelles importantes.</p> <p>Les effets toxiques observés sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des vomissements, - une léthargie, - une anémie hémolytique aiguë, - une neurotoxicité, - atteintes hépatiques et rénales, - (fièvres, céphalée, sécheresse buccale, sueurs froides et douleurs musculaires). 			

Toxicologie Chronique

Les effets systémiques du Cuivre ont été étudiés uniquement pour l'ingestion, et ont comme organes cibles le foie (cible principale), le système nerveux central, le cœur, les os et les reins (cibles secondaires).

Par voie cutanée, le cuivre et ses sels induisent une dermatite de contact allergique.

Cancérogenèse

Les classifications des organismes spécialisés placent le cuivre comme :

- CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) : Groupe 3 : ne peut être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme.
- USEPA (Agence nationale de protection de l'environnement. Etats-Unis) : Groupe D : substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme.

SYNTHESE

		Voie d'exposition			Organe cible	
		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>		<u>Principale</u>	<u>Secondaire</u>
		Ingestion			Foie	Cœur, os, reins Système Nerveux central
<i>Cuivre et ses composés</i>			Cutanée	→	Peau	
			Inhalation	→	Foie	

Baryum et composés (*)

Note établie par les services techniques et médicaux de l'INRS
(N. Bonnard, M. T. Brondeau, D. Jargot, D. Lafon, J.C. Protois, O. Schneider, P. Serre)

Numéros CE (EINECS)

N° 208-167-3 (carbonate de baryum)
N° 233-788-1 (chlorure de baryum)
N° 244-214-4 (sulfure de baryum)
N° 256-814-3 (polysulfures de baryum)
N° 236-760-7 (chlorate de baryum)
N° 236-710-4 (perchlorate de baryum)
N° 215-128-4 (peroxyde de baryum)
N° 248-849-0 (acétate de baryum)

Numéros INDEX

N° 056-003-00-2 (carbonate de baryum)
N° 056-004-00-8 (chlorure de baryum)
N° 016-002-00-X (sulfure de baryum)
N° 016-003-00-5 (polysulfures de baryum)
N° 017-003-00-8 (chlorate de baryum)
N° 017-007-00-X (perchlorate de baryum)
N° 056-001-00-1 (peroxyde de baryum)
N° 056-002-00-7 (sels de baryum à l'exception du sulfate de baryum, des sels de l'acide 1-azo-2-hydroxynaphtalénylarylsulfonique et de ceux cités ci-dessus) : par exemple acétate de baryum



O - Comburant



Xn - Nocif

PERCHLORATE DE BARYUM

R9 - Peut exploser en mélange avec des matières combustibles.
R20/22 - Nocif par inhalation et par ingestion.
S27 - Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé.

236-710-4 - Etiquetage CE.



T - Toxique

CHLORURE DE BARYUM

R25 - Toxique en cas d'ingestion.
R20 - Nocif par inhalation.
S45 - En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

233-788-1 - Etiquetage CE.



Xn - Nocif

ACÉTATE DE BARYUM

R20/22 - Nocif par inhalation et par ingestion.
S28 - Après contact avec la peau, se laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.

208-849-0 - Etiquetage CE.

Caractéristiques

Utilisations

Baryum métal

- Industrie électrique (gaz de piégeage des traces d'impuretés dans les tubes à vide et les tubes cathodiques des écrans de télévision).

Composés minéraux

- Papeterie et papeterie photographique (sulfate, chlorure, carbonate, hydroxyde).
- Additifs pour plastifiants et huiles lubrifiantes (carbonate, hydroxyde, oxyde, acétate).
- Industrie du verre (sulfate, carbonate).
- Industries de la briqueterie, de la céramique, des émaux et de la porcelaine (chlorure, nitrate, sulfate, carbonate).
- Épuration des eaux industrielles (hydroxyde).
- Séchage des gaz et solvants (oxyde).
- Pyrotechnie (nitrate).
- Composant des bains de sel fondu lors du traitement thermique des métaux (chlorure).
- Diagnostic médical et agent de contraste en radiologie (sulfate).
- Boues de forages pétroliers (sulfate, carbonate).
- Industries des peintures, matières plastiques et caoutchouc (sulfate, carbonate).
- Composant des électrodes fourrées en soudage (carbonate).
- Mordants d'impression dans l'industrie textile (acétate, chlorure).

(*) Cette fiche traite essentiellement, pour les composés du baryum, des principaux composés commerciaux à usage industriel : acétate, carbonate, chlorure, hydroxyde, nitrate, oxyde et sulfate de baryum.

Nom	n° CAS	Mmol (g)	Solubilités	Tfusion (°C)	Téb à la pres. atm (°C)	D ₄ ²⁰	P vapeur
Ba	7440-39-3	137,4	Soluble dans l'éthanol	725	1 640	3,5 à 3,8	0,133 kPa (à 860 °C) 1,33 kPa (à 1 050 °C) 13,3 kPa (à 1 300 °C)
Acétate Ba C₄H₆O₄	543-80-6	255,4	Soluble dans l'eau, très soluble dans l'éthanol			2,2 à 2,5	
Chlorure Ba Cl₂	10361-37-2	208,3	Soluble dans l'eau, insoluble dans l'éthanol	962	1 560	3,86	
Carbonate Ba CO₃	513-77-9	197,35	Pratiquement insoluble dans l'eau, soluble dans les acides dilués, insoluble dans l'éthanol		Décomposition à 1 300 °C	4,2 à 4,4	
Hydroxyde (anhydre) Ba (OH)₂	17194-00-2	171,3	Moyennement soluble dans l'eau, soluble dans les acides dilués	407			
Oxyde BaO	1304-28-5	153,3	Soluble dans l'eau (3,48 g/100 ml à 20 °C), très soluble dans l'éthanol	1 913 à 1 923	2 000	5,7	
Nitrate Ba(NO₃)₂	10022-31-8	261,4	Soluble dans l'eau (8,7g/100 ml à 20 °C), insoluble dans l'éthanol		Décomposition à 592 °C	3,2	
Sulfate Ba SO₄	7727-43-7	233,4	Insoluble dans l'eau et l'éthanol, pratiquement insoluble dans les acides et les solvants organiques, dissolution possible dans l'acide sulfurique concentré chaud		Décomposition à 1 580-1 600 °C	4,25 à 4,5	

Mmol : masse molaire; Tfusion : température de fusion;

Téb. à la pres. atm. : température d'ébullition à la pression atmosphérique;

D₄²⁰ : densité; Pvapeur : tension de vapeur.

Propriétés physiques [1 à 15]

Le baryum est un métal blanc argenté, tendre, très malléable. Brillant lorsqu'il vient d'être coupé, il se ternit rapidement au contact de l'air puis devient brun-jaunâtre et finalement gris.

Il est soluble dans l'éthanol mais se décompose au contact de l'eau (avec dégagement d'hydrogène).

L'acétate de baryum, le carbonate de baryum, le chlorure de baryum, l'oxyde de baryum, le nitrate de baryum et le sulfate de baryum se présentent sous la forme de cristaux (ou de poudre) inodore(s), blanchâtre(s) ou incolore(s).

Les caractéristiques physiques du baryum et de ses principaux composés sont indiquées dans le tableau ci-dessus.

Propriétés chimiques [1, 3, 4, 8, 9, 13, 15]

Le baryum est un produit extrêmement réactif. Sous forme divisée, il peut s'enflammer sous l'effet d'une élévation de température au contact de l'air ou de tout autre gaz oxydant ; il doit être conservé sous hélium ou sous argon sec.

L'eau réagit vigoureusement avec le baryum, à température ordinaire, avec dégagement d'hydrogène. Les réactions avec les solvants halogénés, les produits oxydants et les acides sont violentes et explosives.

Les nitrate, carbonate et sulfate de baryum se décomposent à haute température.

Le sulfate de baryum, chauffé en présence d'aluminium ou de phosphore, peut donner lieu à une explosion, tout comme l'oxyde de baryum au contact de l'humidité, de gaz carbonique ou de sulfure d'hydrogène.

Les nitrate, chlorate et perchlorate de baryum peuvent également être à l'origine d'un feu ou d'une explosion quand ils réagissent avec des matières organiques ou des matériaux combustibles.

Le carbonate de baryum, en présence d'acides ou de trifluorure de bore, libère du gaz carbonique.

Réceptacles de stockage

Le baryum métal est généralement stocké dans des sacs en matière plastique remplis à l'argon, eux-mêmes placés à l'intérieur de réceptacles en acier remplis d'argon.

Les composés du baryum sont stockés dans des fûts métalliques.

Méthodes de détection et de détermination dans l'air [24 à 26]

Prélèvement par pompage de l'atmosphère sur filtre en cassette. Traitement du filtre adapté à la solubilité des composés du baryum présents (eau ou mélange d'acides).

Dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique de flamme, spectrophotométrie d'absorption avec four graphite, spectrométrie à plasma.

Risques

Risques d'incendie [1, 3 à 5, 11]

Sous forme d'une poudre finement divisée, le baryum est un produit pyrophorique, inflammable et explosif lorsqu'il est exposé à l'oxygène ou à l'humidité de l'air et à la chaleur.

Les composés du baryum sont ininflammables. Cependant, certains d'entre eux (notamment les chlorate, perchlorate, peroxyde et nitrate de baryum) peuvent donner lieu à des explosions sous l'action de la chaleur, d'un choc ou par contact avec d'autres substances (H₂S, CO₂, eau pour l'oxyde de baryum, agents réducteurs, matières organiques et combustibles).

En cas d'incendie, les agents d'extinction recommandés sont : le sable sec, les produits à base de graphite et les poudres spéciales pour feux de métaux. Dans le cas du chlorure en bain de sel fondu, éviter tout contact des jets de sable avec le bain. Pour les feux de baryum, l'emploi de l'eau et du gaz carbonique est à proscrire.

En raison de la toxicité des fumées qui peuvent être émises en cas d'incendie, les intervenants, qualifiés et prévenus du danger d'explosion dû à la chaleur, seront équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection spéciales.

Pathologie-Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme [16, 17]

Les composés solubles des sels de baryum sont rapidement absorbés dans le tractus gastro-intestinal et les poumons. Le baryum absorbé se dépose dans les muscles, les poumons et surtout dans les os.

Chez l'animal, l'absorption gastro-intestinale varie de 0,7 % à 85 % selon l'espèce (chlorure de baryum, environ 50 % chez le chien et 30 % chez le rat et la souris), l'âge (absorption plus importante chez les animaux jeunes) et la nourriture (absorption diminuée en présence de nourriture dans le tractus gastro-intestinal). Chez le rat, après exposition orale à de faibles

concentrations, l'absorption des sels de baryum est fonction de la solubilité de ces composés dans le milieu acide du tractus gastro-intestinal supérieur (chlorure \geq sulfate $>$ carbonate); à fortes concentrations, l'absorption diminue car la conversion des sels de baryum en chlorure de baryum dans l'estomac est limitée.

Dans le tractus respiratoire, les composés du baryum sont bien absorbés, y compris ceux qui sont peu solubles dans l'eau. L'absorption nasale et alvéolaire de chlorure de baryum est estimée, chez le rat, à 60-80 % de la dose, 4 h après l'exposition [18].

La demi-vie du sulfate de baryum dans le tractus respiratoire inférieur est de 8j chez le chien (1,1 $\mu\text{g/l}$, 30-90 min. d'exposition). Chez le rat, 24 h après instillation intratrachéale de sulfate de baryum marqué (2 μg), 15,3 % de la radioactivité a disparu des poumons, soit par un mécanisme de clairance mucociliaire (7,9 %), soit par passage sanguin (7,4 %). Le baryum absorbé dans le sang disparaît en 24h; il se dépose dans les muscles, les poumons, et surtout dans les os (78 % de la charge corporelle, 24h après exposition et 95 % après 11j), préférentiellement dans les zones de croissance et sur la surface [18]. Dans les muscles, la concentration de baryum diminue lentement à partir de 30h après l'exposition; dans les os, la demi-vie d'élimination moyenne est d'environ 50j (66j dans le crâne et 88j dans la région caudale). De fortes concentrations sont parfois mesurées dans les yeux, principalement dans les structures pigmentées. De faibles quantités sont décelées dans l'aorte, les reins, le foie, la rate, le cerveau, le cœur et le pancréas et disparaissent en quelques jours. Le baryum peut traverser la barrière placentaire et atteindre le fœtus.

Chez l'homme et le rat, le baryum est excrété essentiellement dans les fecès (95-98 %) et faiblement dans l'urine (2-5 %). Chez l'homme, environ 75 % de la dose est éliminé en 3 jours et 10 à 20 % pendant les 42 jours suivants; l'excrétion totale suit un modèle à 3 compartiments avec des demi-vies biologiques de 3,6, 34,2 et 1033 jours. Chez le rat, l'excrétion fécale représente 20 % de la dose en 24h, contrairement au calcium qui est excrété essentiellement par l'urine.

Mode d'action

Le baryum se fixe aux protéines (54% de la dose), active la sécrétion de catécholamines par les surrénales et stimule les muscles. Ses effets toxiques sont essentiellement dus à une action sur les flux de potassium à travers les membranes des cellules excitables (nerfs, muscle, cœur). L'exposition de telles cellules au baryum provoque une diminution rapide de la perméabilité au potassium et de son efflux; ceci entraîne une baisse du potentiel de repos membranaire avec une hyper-irritabilité et une augmentation d'activité. Puisque le baryum augmente le transport actif du potassium du milieu extracellulaire vers la cellule et diminue son excrétion passive, il en découle une hypokaliémie [18].

Toxicité expérimentale

Aiguë [16, 17, 19]

Composés du baryum	DL50 par voie orale valeur en mg/kg		
	Rat	Souris	Lapin
Acétate	921		
Carbonate	630-750	200	170-300
Chlorure	118-500	398	170
Hydroxyde	308	308	
Nitrate	355	16-38	
Sulfure	375-640		

Le système cardiovasculaire et le système nerveux sont les organes cibles des composés du baryum.

Après ingestion aiguë ou administration parentérale de fortes doses, le baryum induit une hypersalivation, une dyspnée, des vomissements, des diarrhées, une hypokaliémie, des effets cardiovasculaires (hypertension et arythmies), des effets musculaires (faiblesse, tremblements et paralysie), des convulsions et la mort par arrêt cardiaque et respiratoire. Les effets cardiaques et musculaires sont liés à une perte importante de potassium, du milieu extracellulaire vers la cellule, et sont réversibles après administration de potassium. L'action hypertensive du baryum n'est pas réversible après injection de potassium; elle serait due à une stimulation directe des muscles lisses artériels.

Des rats et des lapins ayant reçu une dose intratrachéale de carbonate de baryum (50 mg) présentent une sclérose pulmonaire, visible 9 mois après l'exposition, qui progresse vers une pneumonie fibreuse avec nécrose des membranes muqueuses des bronches. Le lapin (0,6ml/kg d'une suspension contenant 85% de sulfate de baryum, intratrachéal) ne présente pas de modification de la ventilation pulmonaire, du taux des gaz sanguins ou du poids des poumons; cependant, bronchopneumonie, bronchite ou bronchiolite réversibles sont observées pendant la première semaine.

Le chlorure de baryum dihydraté est irritant pour la peau, les yeux (irritis réversibles) et le tractus respiratoire [18].

Subchronique et chronique [16, 17, 20]

Aucun signe clinique n'est détecté chez des rats (2000 ppm, 15j) ou des souris (346 ppm, 15j) exposés au chlorure de baryum dans l'eau de boisson. Les souris exposées à 692 ppm (15j) présentent une augmentation de poids du foie.

A la dose de 1000 ppm de chlorure de baryum pendant 90j, des modifications ultra-structurelles apparaissent dans les glomérules rénaux du rat unilatéralement néphrectomisé; à 4000 ppm, on observe une baisse de poids, une diminution de consommation hydrique, une dilatation des tubules rénaux et

une augmentation de la létalité. Des symptômes identiques sont observés chez la souris (4000 ppm, 13 sem.) avec une baisse de poids du foie et une néphropathie, multifocale à diffuse, caractérisée par une dilatation tubaire, une régénérescence et une atrophie.

Des rates exposées pendant 16 mois à 1, 10 ou 100 ppm (0,051- 0,51- 5,1 mg Ba/kg/j) dans l'eau de boisson, présentent, à la forte dose surtout, une augmentation de la pression artérielle moyenne; la nourriture contenant un apport limité en calcium et potassium, pourrait contribuer à cet effet.

Une exposition au chlorure de baryum pendant 2 ans à des doses allant de 500 à 2500 ppm, dans l'eau de boisson, induit, chez le rat, une baisse de poids corporel et une augmentation de la concentration de baryum sérique et osseux. Chez la souris, des doses semblables augmentent la létalité, la concentration de baryum sérique et le taux de néphropathies.

Le NOAEL (dose sans effet toxique observé), par voie orale chez la souris, est de 200 mg Ba/kg/j en exposition subchronique, 75 mg Ba/kg/j (mâles) ou 90 mg Ba/kg/j (femelles) en exposition chronique; chez le rat, le NOAEL subchronique est de 65 mg Ba/kg/j et le NOAEL chronique 60 mg Ba/kg/j (mâles) ou 45 mg Ba/kg/j (femelles).

Des rats mâles, exposés, par inhalation, à de la poussière de carbonate de baryum (5,2 mg/m³, 4h/j, 6 mois), présentent une pression artérielle élevée, une baisse de la prise de poids, une diminution du taux sanguin d'hémoglobine, de glucose, de protéines, de choline-estérase et de thrombocytes, une augmentation du taux sanguin de leucocytes, de phosphore et de phosphatase alcaline et du taux urinaire de calcium. A l'autopsie, on observe une sclérose pulmonaire périvasculaire et péri-bronchique. Le NOEL (dose sans effet observé) est 0,8 mg Ba/m³, 4h/j, pendant 6 mois.

Génotoxicité

In vitro, le nitrate de baryum et le chlorure de baryum dihydraté ne sont pas mutagènes dans le test d'A mes sur *S. typhimurium* TA 97, TA 98, TA 100, TA 1535, TA 1537, avec ou sans activation métabolique. Le chlorure de baryum est mutagène pour les cellules de lymphome de souris en culture en présence d'activateur métabolique mais n'induit pas, avec ou sans activation métabolique, d'aberration chromosomique ou d'échanges entre chromatides sœurs dans les cellules ovariennes de hamster chinois [20].

Cancérogénèse

Aucune augmentation de l'incidence tumorale n'est observée après exposition, dans l'eau de boisson, de rats ou de souris des deux sexes à 5 mg Ba/l (sous forme d'acétate de baryum), pendant toute la durée de leur vie [16] ou à 2500 ppm de chlorure de baryum dihydraté pendant 2 ans [20].

Après exposition au chlorure de baryum dihydraté on observe une diminution par rapport aux témoins, en relation avec la dose, du taux de phéochromocytomes de la médullosurrénale et de leucémies à cellules mononucléées chez le rat mâle (500-2500ppm, 2 ans) et d'adénomes hépatocellulaires chez la souris mâle (2500ppm, 2 ans) [20].

Effets sur la reproduction [16, 17]

Par voie orale, aucune modification cytologique testiculaire ou vaginale n'est observée après exposition au chlorure de baryum chez le rat (1000, 2000 ou 4000 ppm) ou la souris (500, 1000 ou 2000 ppm) dans l'eau de boisson pendant 60 jours pour les mâles ou 30 jours pour les femelles. Après accouplement, il n'y a pas de modification du taux ou de la durée de gestation, de la survie des petits ou du taux d'anomalies externes. Chez le rat, à la plus forte dose, on observe une légère réduction du nombre d'implants par mère et de la taille des portées à la naissance ainsi qu'une diminution significative, réversible en 5 jours, du poids des petits. Chez la souris, la taille des portées est diminuée pour la dose de 1000 ppm uniquement.

Une exposition, par inhalation, du rat mâle au carbonate de baryum (5,2 mg/m³, 4h/j, 6j/sem, 4 mois) diminue la mobilité spermatozoïdes et provoque la desquamation de l'épithélium des canaux spermatiques; chez les femelles (13,4 mg/m³, 4h/j, 6j/sem, 4 mois), on observe un raccourcissement de la durée du cycle ovarien et une atrophie folliculaire. Une augmentation de la létalité fœtale est notée après accouplement de rats mâles, exposés à 5,2 mg/m³, avec des femelles non exposées ou de femelles exposées (13,4 mg/m³) avec des mâles exposés ou pas; dans ce cas, les nouveau-nés présentent un déficit de développement. Le NOAEL (dose sans effet toxique observé) est de 1,15 mg/m³.

Toxicité sur l'homme

Aiguë [7, 15, 21 à 23]

Les intoxications aiguës résultent principalement d'ingestions volontaires ou de contaminations alimentaires. Elles sont particulièrement graves pour les composés solubles, ainsi que pour le carbonate de baryum, insoluble dans l'eau mais soluble en milieu acide.

Les effets toxiques sont liés à une stimulation des muscles lisses, striés et du muscle cardiaque, une hypokaliémie ainsi qu'à une irritation du tractus gastro-intestinal.

Le tableau clinique débute par des troubles digestifs à type de douleurs abdominales parfois violentes, de diarrhées pouvant être sanglantes, d'une hypersialorrhée, de nausées, de vomissements accompagnés d'une asthénie.

Rapidement surviennent des crampes, des contractures musculaires, puis une paralysie flasque, progressive des quatre membres, du

diaphragme, des voies aériennes supérieures. Un cas de rhabdomyolyse a été décrit pour le BaCO₃.

Des troubles cardio-vasculaires sont également présents à type de brady- ou tachycardie, d'extrasystoles ou de fibrillations ventriculaires et d'hypertension. Quelques rares cas de comas, non expliqués par les perturbations métaboliques ainsi que des convulsions, ont été rapportés lors d'intoxication liée au passage accidentel de sulfate de baryum dans le sang lors d'opacifications digestives.

Physiologiquement on observe une hypokaliémie accompagnée d'une acidose.

La mort peut survenir par insuffisance respiratoire ou fibrillation ventriculaire.

Les intoxications décrites par voie pulmonaire sont très rares. Un cas mortel très ancien est cité avec de l'oxyde de baryum. Un cas est décrit par inhalation de carbonate de baryum ayant entraîné des symptômes identiques à ceux décrits par ingestion. Pour les composés solubles, l'éventualité de ce risque est à prendre en compte.

Un cas d'intoxication aiguë a été décrit lors d'une brûlure, par du chlorure de baryum, de 20 % de la surface corporelle, dont 5 % au troisième degré.

Chronique

Les études sur des populations professionnellement exposées de manière chronique sont relativement rares ou anciennes.

Parmi les populations exposées aux composés insolubles par inhalation, principalement les mineurs, de nombreux cas de barytoses ont été décrits. Il s'agit d'une pneumoconiose de type non collagénueuse, avec une réaction stromale minimale, une absence de fibrose et de destruction de l'alvéole pulmonaire et un caractère réversible des lésions.

Cliniquement, on n'observe aucun symptôme, la fonction pulmonaire n'est pas modifiée. Seule la radiographie pulmonaire montre des micronodules, très nombreux et diffus sur l'ensemble du poumon. Leur nombre peut les faire apparaître confluent. Ils traduisent essentiellement la présence de sulfate de baryum, du fait de sa radio-opacité. Après cessation de l'exposition, ces images disparaissent progressivement.

Quelques études rapportent la présence d'hypertension, de bronchite chronique, de troubles cardiaques mal définis parmi les populations exposées professionnellement ou par contamination environnementale (eau chargée en baryum principalement). Elles sont cependant toutes partielles ou critiquables sur le plan méthodologique. Ces effets ne sont donc pas démontrés.

Sur la peau et les muqueuses, l'oxyde et l'hydroxyde de baryum peuvent exercer une action caustique.

Des dépôts osseux avec ostéonécrose, visibles en radiographies, en particulier au niveau du maxillaire et du fémur, ont été décrits.

Valeurs limites d'exposition professionnelles

En France, le **ministère du Travail** a fixé à **0,5mg/m³ (exprimé en Ba)** la **valeur limite de moyenne d'exposition (VME)** indicative qui peut être admise pour les **composés solubles du baryum dans l'air des locaux de travail**.

Cette même valeur (0,5mg/m³ exprimé en Ba) a été fixée comme **valeur limite de moyenne d'exposition admise pour les composés solubles du baryum dans l'air des locaux de travail** aux États-Unis et en Allemagne, respectivement par l'**ACGIH** et la **Commission MAK**.

Pour le **sulfate de baryum**, l'**ACGIH** et la **Commission MAK** ont fixé les **valeurs limites de moyenne d'exposition indicatives** suivantes :

- **10 mg/m³ (ACGIH);**
- **4 mg/m³ (poussières inhalables) (MAK);**
- **1,5 mg/m³ (poussières respirables) (MAK).**

Réglementation

Hygiène et sécurité du travail

1° Règles générales de prévention des risques chimiques

Articles R. 231-54 à R. 231-54-8 du Code du travail.

2° Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 du Code du travail.

- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au J.O.).

- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (J.O. du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (J.O. du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

3° Prévention des incendies

- Articles R. 232-12 à R. 232-12-22 du Code du travail.

- Décret du 14 novembre 1988 (J.O. du 24 novembre 1988), section V, articles 43 et 44 (installations électriques) et arrêtés d'application.

- Décret du 17 juillet 1978 modifié et arrêtés d'application relatifs au matériel électrique utilisable dans les atmosphères explosives

4° Valeur limite d'exposition

- Circulaire du 7 juillet 1992 (non parue au *J.O.*) modifiant et complétant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (non parue au *J.O.*)

5° Maladies de caractère professionnel

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 (et son annexe) du Code de la Sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

6° Classification et étiquetage

a) des composés du baryum purs :
- arrêté du 27 juin 2000 (*J.O.* du 25 juillet 2000) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994 (*J.O.* du 8 mai 1994), qui prévoit notamment la classification suivante :

- Carbonate de baryum :
Nocif, R22
- Peroxyde de baryum :
Comburent, R8
Nocif, R20/22
- Chlorate et Perchlorate de baryum :
Comburent, R9
Nocif, R20/22
- Polysulfures de baryum :
R31
Irritant, R36/37/38
- Sulfure de baryum :
R31
Nocif, R20/22
- Chlorure de baryum :
Toxique, R25
Nocif, R20
- Sels de baryum, à l'exclusion du sulfate de baryum, des sels de l'acide 1-azo-2-hydroxy-naphthalénylarylsulfonique, et des sels nommément désignés dans l'annexe 1 de l'arrêté précité :
Nocif, R20/22

- La 28^e adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CEE prévoit notamment pour le Sulfure de baryum et les Polysulfures de baryum la classification suivante :
Dangereux pour l'environnement, R50.

b) des **préparations** contenant du baryum ou des composés du baryum :
arrêté du 21 février 1990 modifié (*J.O.* du 24 mars 1990) ; des limites de concentration peuvent être fixées à l'annexe I de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié.

7° Entreprises extérieures

Arrêté du 19 mars 1993 (*J.O.* du 27 mars 1993) fixant en application de l'article R. 237-8 du Code du travail la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention (concerne notamment le dioxyde, le chlorate, le perchlorate, le carbonate, le sulfure de baryum).

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, Imprimerie des Journaux Officiels, brochure n° 1001 :

- n° 1176 : fabrication industrielle (composés du baryum).

- n° 1130 et 1131 : fabrication industrielle, emploi ou stockage (chlorure de baryum).

- n° 1200 : fabrication, emploi ou stockage (chlorate, perchlorate et dioxyde de baryum).

- n° 1171 et 1172 et 1173 : fabrication, emploi ou stockage (polysulfures de baryum, sulfure de baryum).

Protection de la population

Décret du 29 décembre 1988 relatif aux substances et préparations vénéneuses (articles R. 5149 à R. 5170 du Code de la Santé publique), décret du 29 décembre 1988 relatif à certaines substances et préparations dangereuses (*J.O.* du 31 décembre 1988) et circulaire du 2 septembre 1990 (*J.O.* du 13 octobre 1990) :

- détention dans des conditions déterminées ;
- étiquetage (cf 6°) ;
- cession réglementée (concerne le chlorure de baryum).

Transport

Se reporter éventuellement aux règlements suivants :

1° Transport terrestre national et international (route, chemin de fer, voie de navigation intérieure)

- RID, ADR, ADNOR : Baryum

- Classe : 6.1
- Chiffre/lettre : 11b)
- Etiquette : 4.3
- Numéro d'identification du danger : 423
- Numéro d'identification de la matière : 1400

- RID, ADR, ADNOR : Chlorate de baryum

- Classe : 5.1
- Chiffre/lettre : 29b)
- Etiquette : 5.1+ 6.1
- Numéro d'identification du danger : 56
- Numéro d'identification de la matière : 1445

- RID, ADR, ADNOR : Perchlorate de baryum

- Classe : 5.1
- Chiffre/lettre : 29b)
- Etiquette : 5.1+ 6.1
- Numéro d'identification du danger : 56
- Numéro d'identification de la matière : 1447

- RID, ADR, ADNOR : Peroxyde de baryum

- Classe : 5.1
- Chiffre/lettre : 29b)
- Etiquette : 5.1+ 6.1
- Numéro d'identification du danger : 56
- Numéro d'identification de la matière : 1449

2° Transport par air

- IATA.

3° Transport par mer

- IMDG.

Recommandations

En raison de la toxicité et des propriétés explosives du baryum et de ses composés, des mesures sévères de prévention et de protection s'imposent lors de leur stockage et de leur manipulation.

I - Au point de vue technique

Stockage

• Stocker le baryum et ses composés dans des locaux frais et bien ventilés, à l'abri de l'humidité et de toute source de chaleur ou d'ignition (rayons solaires, flammes, étincelles...), à l'écart des produits incompatibles.

• Fermer soigneusement les récipients et les étiqueter correctement. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

• Prendre toutes dispositions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.

• Le sol des locaux sera incombustible et conçu pour permettre un nettoyage aisé en cas de déversement de produit.

• Les murs de ces locaux seront résistants au feu et le toit, en matériaux légers, pourra laisser passer, sans obstacle, une onde explosive.

• La zone de stockage des sels pour bains de traitement thermique sera balisée par une signalisation rappelant la nature du produit stocké et les risques qu'il présente. Seul le personnel autorisé et informé pourra y pénétrer pour effectuer la distribution de bains de sel. Il conviendra de limiter autant que possible les quantités stockées.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux zones de stockage sont applicables aux ateliers où sont utilisés le baryum et ses composés. En outre :

• Instruire le personnel des risques présentés par les produits, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident.

• Éviter l'inhalation de vapeurs ou de brouillards. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir une aspiration du produit à sa source d'émission, une ventilation générale des locaux ainsi que des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée, à caractère exceptionnel ou pour des interventions d'urgence.

• Procéder à des contrôles d'atmosphère.

• Éviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des masques, des gants et des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après chaque usage. Le personnel chargé du nettoyage sera averti des risques présentés par les produits.

• Prévoir l'installation de douches et de fontaines oculaires.

• Ne pas fumer, boire et manger dans les ateliers.

• Observer une hygiène corporelle et vestimentaire très stricte : passage à la douche et changement de vêtements après le travail, lavage des mains et du visage avant les repas, séparation stricte des vêtements de travail et des effets personnels.

• Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du baryum ou ses composés sans prendre les précautions d'usage [27].

• En cas de déversement accidentel de baryum ou d'un de ses composés solides, récupérer immédiatement les déchets - en évitant de géné-

rer des poussières - dans des récipients prévus à cet effet, propres et secs, résistants et étanches, mis sous atmosphère inerte (pour le baryum). Lorsqu'il s'agit d'un composé soluble du baryum, laver à grande eau la surface souillée.

• En cas de déversement accidentel de liquide contenant des composés solubles, récupérer le produit après l'avoir recouvert de matériau absorbant inerte et non combustible (sable, vermiculite). Laver ensuite à grande eau la surface souillée.

• Ne pas rejeter à l'égout les eaux polluées par des composés du baryum.

• A défaut de recyclage possible, éliminer les déchets dans les conditions autorisées par la réglementation.

II - Au point de vue médical

Pour les composés solubles du baryum :

• On se montrera prudent avant d'affecter des sujets atteints de cardiopathies à des postes comportant un risque d'exposition à ces composés.

• La surveillance médicale comportera éventuellement une surveillance électrocardiographique. La nécessité d'une radiographie pulmonaire est laissée à l'appréciation du médecin du travail. On recherchera particulièrement des symptômes digestifs ou pulmonaires, des crampes ou faiblesses musculaires, une hypertension. Le dosage du potassium plasmatique peut être envisagé

en cas d'exposition notable. L'importance de cette surveillance sera ajustée en fonction des résultats de l'évaluation des risques.

• En cas de projection sur la peau ou les muqueuses, laver immédiatement à l'eau tiède pendant 15 minutes. S'il existe une brûlure étendue une hospitalisation en urgence est nécessaire.

• En cas d'ingestion accidentelle, si le sujet est conscient, tenter de le faire vomir ; alerter le médecin et organiser un transfert vers un milieu hospitalier.

• En cas d'inhalation accidentelle, une hospitalisation pour traitement éventuel et surveillance est nécessaire.

Pour les composés insolubles du baryum :

• L'affectation de sujets atteints de pathologies pulmonaires sera discutée en fonction de leur état et du niveau d'exposition prévisible.

• Une radiographie pulmonaire à l'embauche est nécessaire, sa réalisation périodique par la suite est laissée à l'appréciation du médecin du travail.

Le baryum peut être dosé dans le plasma ou dans les urines, dans tous les cas en fin de poste. Il existe cependant de larges variations individuelles. Chez des sujets non professionnellement exposés, on retrouve 0,2 µg/100ml dans le sang total (écarts : 0,047 à 0,24), 2,7 µg/l dans l'urine (0,25 à 5,7). Il est nécessaire d'éviter toute contamination du tube de prélèvement.

BIBLIOGRAPHIE

1. KIRK-OTHMER - Encyclopedia of Chemical technology, 4^e ed, vol. 3, New-York, Wiley - Interscience Publications, 1992, pp. 902-931.
2. The Merck Index - 12^e ed, Merck & Co, 1996, pp. 1000-1028.
3. CLAYTON G.D., CLAYTON F.E. - Patty's industrial hygiene and toxicology, 4^e ed, vol. IIC, New-York, John Wiley and sons, 1994, pp. 1925-1930.
4. BARYUM - International chemical safety cards. ICSS 1052. UNEP/ILO/WHO. Programme international sur la sécurité des substances chimiques. Bruxelles, Commission européenne, 1993.
5. Baryum nitrate, baryum chloride, baryum carbonate, baryum sulfate - In : Base de données CHEMINFO. Hamilton, Centre canadien d'hygiène et de sécurité, 2000.
6. OSTERMANN J.N. - Fours à bains de sels. Prévenir et limiter les risques. CETIM informations, n°165, 1999, pp. 47-49.
7. HAGUENOER J.M., FURON D. - Bayum. Toxicologie et hygiène industrielles. Tome 1. Les dérivés minéraux. Paris, Technique et documentation, 1981, pp. 155-166.
8. Barium: Health and safety guide (46). OMS (WHO), Genève, 1991, 28 p.
9. LEWIS R.J. - SAX's Dangerous properties of industrial materials, 10^e ed. New-York, Van Nostrand Reinhold, 2000 pp. 343-349.
10. Occupational safety and health guideline for soluble barium compounds (as barium). Washington (DC), NIOSH/DHHS/OSHA, 1978.
11. Occupational safety and health guideline for barium sulfate. Washington (DC), NIOSH/DHHS/OSHA, 1992.
12. Barium in welding fume. Annals of occupational hygiene, 1984, 28, 4, pp. 445-448.
13. Chemical safety data sheets. Vol. 2: main group metals and their compounds. The royal society of chemistry, Cambridge, 1990, pp. 63-87.
14. LUNDBERG P. - Consensus report for barium and barium compounds. Scientific basis for Swedish occupational standards 15. Solna (Suède), Arbetslivsinstitutet, 1994, pp. 27-32.
15. Barium. Environmental health criteria 107. OMS (WHO), Genève, 1990, pp. 13-37.
16. Toxicity Summary for Barium. Risk Assessment Information System. Toxicity profile, 1997, 14p. accessible sur le site: <http://risk.lsd.ornl.gov/>
17. Toxicological Review of Barium and Compounds (CAS n° 7440-39-3) Washington, US Environmental Protection Agency, 1999, 52p. Accessible sur le site: <http://www.epa.gov/>
18. Barium Chloride et Barium sulphate - In : Base de données HSDB. Hamilton, Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité, 2000.
19. Barium - In Base de données IUCLID. Commission de la Communauté Européenne, 2000.
20. Toxicology and Carcinogenesis Studies of Barium Chloride Dihydrate (CAS n° 10326-27-9) in F344/N rats and B6C3F1 mice (drinking water studies). National Toxicology Program. TR-432, 1994, NTIS# PB94-214178.
21. STEWART D. W., HUMMEL R. P. - Acute poisoning by a barium chloride burn. The Journal of Trauma, 1984, 24, 8, pp. 768-770.
22. SAVRY C., BOUCHE O., LEFRANT J.Y., SAISSY G., ALLAIN P. - Intoxication par sulfate de baryum ? Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation, 1999, 17, pp. 454-457.
23. SHANKLE R., KEANE J. R. - Acute paralysis from inhaled barium carbonate. Archives of Neurology, 1988, 45, pp. 579-580.
24. NF X 43-275 - Dosage des éléments présents dans l'air des lieux de travail par spectrométrie atomique. Paris - La Défense, AFNOR, juillet 1992 (révision 2001).
25. NIOSH manual of analytical methods, 4^e éd. Cincinnati, Ohio, 1994, méthode 7056.
26. Métrologie des polluants. Fiche 003. Paris, INRS, CD-ROM, mise à jour septembre 2000.
27. Cuves et réservoirs. Recommandation CNAM R276 - INRS.

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ - 30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris cedex 14

Tiré à part de Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail, 4^e trimestre 2001, n° 185 - FT 125 - 1600 ex.

N° CPPAP 804/AD/PC/DC du 14-03-85. Directeur de la publication : J.-L. MARIÉ. ISSN 0007-9952 - ISBN 2-7389-1058-0

Imprimerie de Montligeon - 61400 La Chapelle Montligeon

HCT aliphatiques

IDENTIFICATION

Substances Chimiques	N°CAS	N°CEE	Code Risque
Hydrocarbures aliphatiques C6 – C40	<i>Plusieurs CAS sont définis dans ce contexte car ils concernent plusieurs substances</i>	<i>Plusieurs CEE sont définis dans ce contexte car ils concernent plusieurs substances</i>	R11 : <i>Facilement inflammable.</i> R38 : <i>Irritant pour la peau.</i> R48/20 : <i>Nocif : risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation.</i> R62 : <i>Risque possible d'altération de la fertilité.</i> R65 : <i>Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion.</i> R67 : <i>L'inhalation de vapeurs peut provoquer somnolence et vertiges.</i> R51/53 : <i>Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme.</i>

ORIGINE ET COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

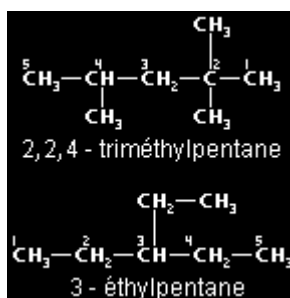
On différencie les composés saturés, ne contenant que des liaisons simples, des composés insaturés, qui contiennent au moins une double liaison carbone-carbone, notée C=C, ou une triple liaison C≡C.

Hydrocarbures aliphatiques saturés - La formule générale d'un alcane est C_nH_{2n+2} , n étant le nombre d'atomes de carbone dans la molécule. Pour désigner les alcanes, on utilise des préfixes grecs indiquant le nombre d'atomes de carbone, suivis de -ane : méthane (CH_4), éthane (C_2H_6), propane (C_3H_8), butane (C_4H_{10}), etc. Une molécule est dite linéaire lorsque sa chaîne est droite ; elle est ramifiée lorsqu'elle contient des chaînes latérales, ou ramifications.

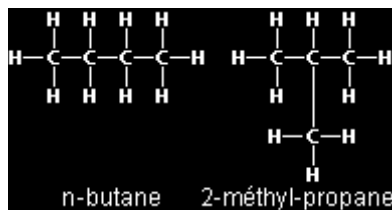
Dans le système de nomenclature IUPAC (Union internationale de chimie pure et appliquée), le nom d'une molécule est donné par la chaîne carbonée la plus longue, ou chaîne principale. La présence de ramifications est indiquée par un nombre, correspondant à la position de ce groupe sur le squelette de base. Dans le cas où la molécule possède une seule ramification, on numérote la chaîne principale à partir d'une extrémité, de façon à attribuer la plus petite valeur à l'indice correspondant à la position de la ramification ; dans le cas de plusieurs chaînes latérales, la numérotation s'effectue de sorte que la somme de tous les indices soit la plus petite possible.

On nomme le groupement substituant (chaîne latérale), ou radical alkyle, en général noté R (C_pH_{2p+1} , avec p entier), en remplaçant la terminaison « ane » par « yl » : méthyl, éthyl, propyl, etc. C'est avant le nom du radical que l'on précise sa position dans la chaîne principale. Dans le cas où la molécule possède plusieurs ramifications identiques, on emploie les préfixes *di-*, *tri-*, etc. (diméthyl, triéthyl, etc.) ; on indique successivement la position de ces groupements identiques avant le nom du substituant en les séparant par une virgule. Un tiret sépare également le dernier indice du nom qui le suit. Enfin, les ramifications d'une molécule sont nommées dans l'ordre alphabétique, sans tenir compte des préfixes indiquant leur multiplicité.

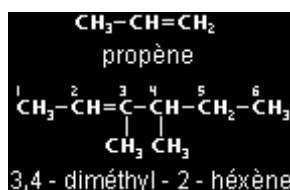
Par exemple, les trois ramifications de la figure ci-dessous sont numérotées 2, 2 et 4. Si la chaîne était numérotée en sens inverse, les chaînes latérales auraient les numéros 2, 4 et 4. Comme la plus petite somme correspond à la première numérotation ($2 + 2 + 4 = 8$, alors que $2 + 4 + 4 = 10$), le nom correct du composé est le 2,2,4-triméthylpentane :



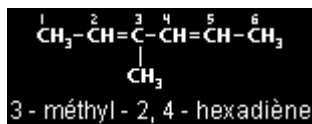
Le butane, de formule brute C_4H_{10} , a deux isomères courants, le butane normal (*n*-butane) et le 2-méthyl-propane (jadis isobutane), dont les formules développées sont les suivantes :



Les Hydrocarbures aliphatiques insaturés - Les alcènes, composés issus principalement du craquage du pétrole, ont pour formule générale C_nH_{2n} . Ces molécules contiennent une seule double liaison C-C. L'alcène le plus simple, de formule brute C_2H_4 , est l'éthylène. La nomenclature appliquée est la même que celle qui concerne les alcanes ; on remplace le suffixe « ane » par « ène », et on indique la position de la ou des doubles liaisons avant le nom de la chaîne principale :



Un composé contenant deux doubles liaisons C=C est un diène (formule générale C_nH_{2n-2}), comme par exemple le 3-méthyl-2,4-hexadiène :



Les alcynes constituent la troisième grande famille d'hydrocarbures aliphatiques. Ils ont pour formule générale C_nH_{2n-2} ; une molécule d'alcyne contient une triple liaison C : C. Pour les nommer, on utilise le suffixe « yne ». L'acétylène, de formule HC-CH, est l'alcyne le plus commun. D'après la nomenclature IUPAC, on le nomme éthyne.

TOXICOLOGIE

Généralités

Sur le plan toxicologique, les hydrocarbures aliphatiques sont très volatils. La voie d'absorption principale est l'inhalation. Elle peut être faite par voie orale mais dans une moindre mesure. Le contact cutané est négligeable dans ce contexte.

Selon les travaux du TPHCWG (Total Petroleum Hydrocarbon Critical Working Group) :

- les hydrocarbures peuvent être divisés en classe de fractions carbonées sur la base de caractéristiques physicochimiques similaires et donc de propagation dans les milieux similaires liées au nombre d'atomes de carbones des substances ;
- des caractéristiques physicochimiques ont été définies pour les différentes fractions carbonées établies par le TPHCWG ;
- les composés aromatiques sont plus solubles dans l'eau et moins volatils que les alcanes ayant le même nombre d'atomes de carbone, ainsi les hydrocarbures aromatiques seront les principaux contaminants des eaux alors que les hydrocarbures aliphatiques seront les principaux contaminants présents dans l'air ;
- les composés qui comportent plus de 20 atomes de carbones ne sont pas volatils ;

Ainsi les fractions carbonées qui sont susceptibles de se volatiliser et de se propager par diffusion de l'air du sol, en plus des hydrocarbures monoaromatiques tels que le benzène sont : $C_{3-5}-C_8$, C_{8-16} et C_{16-21} .

Exposition par inhalation - La fraction $C_{3-5} - C_8$, s'adsorbe à raison de 20 – 25 % sur les poumons. La fraction $C_{8-16} - C_{16}$ a une assimilation pulmonaire principale qui se fait aussi par les tissus gras. $C_{16-18} - C_{18}$, quant à lui s'adsorbe préférentiellement sur le foie et les tissus gras.

Toxicologie Aiguë

L'intoxication aiguë ne se rencontre plus que très rarement aussi bien dans l'industrie qu'en milieu non professionnel, mais elle peut néanmoins se produire par inhalation ou par absorption dans des situations accidentelles. L'essentiel des données rapportées dans la littérature concerne l'absorption d'hydrocarbures aliphatiques par inhalation.

Les effets d'une intoxication aiguë sont répartis :

- Troubles neurologiques et hépatiques ;
- Atteintes rénales.

Toxicologie Chronique

L'intoxication chronique se fait principalement par voie pulmonaire et le foie suivant la fraction rencontrée et le type d'exposition.

Les effets d'une intoxication chronique sont les même que celles de l'aiguë.

Cancérogenèse

La cancérogenèse des hydrocarbures aliphatiques sur l'homme n'est pas établie.

Les hydrocarbures aliphatiques ne sont pas considérés comme cancérigènes par L'US-EPA.

SYNTHESE

<i>Hydrocarbures Aliphatiques</i>		Voie d'exposition			Organe cible	
		Principale	Secondaire		Principale	Secondaire
		Inhalation		→	Pulmonaire	Tissus en général
			Ingestion		Foie	Tissus adipeux en particuliers (C _{>8} – C ₁₆)
					-	-

Cas des dioxines et furannes

Substance	Voie d'exposition	Effets des substances chimiques sur la santé					Comportement dans l'environnement		
		Effets systémiques pour une exposition chronique	Effets cancérogènes	Effets génotoxiques et mutagènes	Effets sur la reproduction et le développement	Source	Bio-dégradation	Bio-accumulation	Source
Dioxines et furannes	Inhalation	La toxicité de la 2,3,7,8-TCDD chez l'homme n'est actuellement avérée que pour les effets dermatologiques et l'augmentation transitoire des enzymes hépatiques mais on a de plus en plus d'indications en faveur d'une association entre l'exposition aux dioxines et les maladies cardiovasculaires	Faible excès de risque (de l'ordre de 40 %) pour tous cancers confondus à très fortes doses en milieu industriel (risques les plus élevés chez les travailleurs les plus exposés) ; pas de type de cancer prédominant	La 2,3,7,8-TCDD n'est pas mutagène et n'induit pas directement de lésions sur l'ADN, contrairement à la capacité commune des agents génotoxiques	Les différentes études épidémiologiques dont on dispose tendent à conclure à une diminution de la fertilité. Chez l'homme, les dioxines et autres dérivés ont des effets inducteurs de malformations au stade tardif de l'embryogenèse	[1]	Demi-vie de la 2,3,7,8-TCDD dans le sol : de 10 min (photodégradation à la surface d'un sol) à 10 à 12 ans (sol contaminé autour d'une base aérienne militaire en Californie, essentiellement par photolyse)	Les résultats de plusieurs études suggèrent que la biodisponibilité des dioxines pour les plantes est une fonction de la nature et de la quantité de matière organique dans le sol. Celle-ci aurait tendance à fixer les dioxines dans le sol	[1]
	Ingestion								

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Fiche de données toxicologiques des dioxines - INERIS Version 2-1 – avril 2005

ANNEXE 3

DUCHESNE_150318



Report generated: Fri Mar 16 01:50:08 CET 2018

Table of contents

- 1 Project properties**
- 2 Materials/Species**
- 3. Model description**
 - 3.1. Constantes_Reglages**
 - 3.2. Legumes_feuilles**
 - 3.3. Legumes_fruits**
 - 3.4. Legumes_racines**
 - 3.5. Niveaux_Exposition_Risque**
- 4 Simulation settings**

1. Project properties

Project name	DUCHESNE_150318
Author	X
Description	Modele_base : version 2.0.1

CHAMP D'UTILISATION

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations de risque prospectives effectuées dans le cadre de l'analyse des effets pour la santé des installations classées et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels des sites et sols pollués.

Il est donc avant tout orienté vers l'estimation des expositions et des risques chroniques pour une source de contamination locale.

Toutefois, les concentrations dans les milieux et les niveaux d'exposition sont également données en fonction du temps. La représentativité de ces données de sortie dépend de celles des données d'entrée et des hypothèses sur lesquelles reposent les modèles utilisés (calcul dynamique ou à l'état stationnaire, temps nécessaire pour satisfaire une hypothèse d'équilibre,...). Le détail de ces hypothèses est présenté dans le document "Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle" (référence INERIS DRC-08-94882-16675B).

MODUL'ERS peut être utilisé pour des substances organiques et inorganiques. Toutefois, dans sa version actuelle, MODUL'ERS ne prend pas en compte le pH des milieux et ne calcule pas la fraction ionisée des substances organiques partiellement ionisables. Pour étudier les substances organiques partiellement ionisables, il peut être nécessaire d'ajuster les paramètres relatifs aux substances en fonction de la répartition entre la forme neutre et la forme ionisée dans le milieu. Pour le mercure, MODUL'ERS donne des valeurs de paramètres pour les formes inorganique et organique, mais n'estime pas la répartition des deux formes dans les différents milieux.

2. Materials/Species

Materials


Name	Enabled
1234678 Heptachlorodibenzodioxine	Yes
2378 TCDF	Yes
Anthracene	Yes
Baryum	Yes
Benzo(a)pyrène	Yes
Benzo a anthracene	Yes
Benzo b fluoranthene	Yes
Benzo k fluoranthene	Yes
Chrysene	Yes
Cuivre	Yes
Eq benzo a pyrene	Yes
Fluoranthène	Yes
HCT al C21-C35	Yes
HCT ar C21-C35	Yes
Mercure	Yes
Octachlorodibenzodioxine	Yes
Phenanthrene	Yes
Pb	Yes
Pyrene	Yes
Trichloroéthylène	Yes
Zinc	Yes

3. Model description

Interaction Matrix

Constantes Reglages	Constantes Reglages to Legumes feuilles	Constantes Reglages to Legumes fruits	Constantes Reglages to Legumes racines		1
	Legumes feuilles			Legumes feuilles to Niveaux Exposition Risque	2
		Legumes fruits		Legumes fruits to Niveaux Exposition Risque	3
			Legumes racines	Legumes racines to Niveaux Exposition Risque	4
				Niveaux Exposition Risque	5
1	2	3	4	5	

3.1. Constantes Reglages

Constantes Reglages		Sub-system
Id	Constantes_Reglages	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Constantes Reglages	
Object	Output	Sub-system
type Polluant	type Polluant type Polluant type Polluant	Legumes feuilles Legumes fruits Legumes racines
organique	organique organique organique	Legumes feuilles Legumes fruits Legumes racines
inorganique	inorganique inorganique inorganique	Legumes feuilles Legumes fruits Legumes racines

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
type_Polluant	type Polluant	
Description		
Indiquer s'il s'agit d'un polluant organique ou inorganique		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	organique	
2378 TCDF	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Anthracene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Baryum	inorganique	Constantes_Reglages.non_defini
Benzo(a)pyrène	organique	
Benzo_a_anthracene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Benzo_b_fluoranthene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Benzo_k_fluoranthene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Chrysene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Cuivre	inorganique	Constantes_Reglages.non_defini
Eq_benzo_a_pyrene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Fluoranthène	organique	
HCT_al_C21-C35	organique	Constantes_Reglages.non_defini
HCT_ar_C21-C35	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Mercure	inorganique	
Octachlorodibenzodioxine	organique	
Phenanthrene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Plomb	inorganique	
Pyrene	organique	Constantes_Reglages.non_defini
Trichloroéthylène	organique	
Zinc	inorganique	Constantes_Reglages.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters


Full Name				Symbol	Unit
Age de l'individu au début de l'exposition				Age individu,debut,expo	year
Description					
sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérigènes)					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
18.0	0.0			unid(0,18)	

Full Name	Symbol	Unit
Durée d'exposition de l'individu	Duree expo,individu	year
Description		

sert au calcul de la dose d'exposition de l'individu en fonction de son âge (effets cancérogènes).Durée d'exposition de l'individu à ou aux source(s) de contamination du site.

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
85.0	30.0				

3.2. Legumes feuilles

Legumes feuilles		Sub-system	
Id	Legumes_feuilles		
Enabled flag	Yes		
Symbol	Legumes feuilles		
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-feuilles".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>		
Object	Input		Sub-system
inorganique	inorganique	Constantes Reglages	
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages	
organique	organique	Constantes Reglages	
Object	Output	Sub-system	
Dose _{veg,individu}	Dose _{veg,individu}	Niveaux Exposition Risque	
Dose _{veg,classe,age}	Dose _{veg,classe,age}	Niveaux Exposition Risque	

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
absorption_gazeuse	absorption gazeuse	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte ce mécanisme de transfert pour cette catégorie de plante. Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou autres parties supérieures des plantes en dehors du grain (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de autres_parties_superieures ou si type_plante est différent de fourrage.		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.oui
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_feuilles.oui
Baryum	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo(a)pyrène	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.oui
Chrysene	non	Legumes_feuilles.oui
Cuivre	non	Legumes_feuilles.oui
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_feuilles.oui
Fluoranthène	non	Legumes_feuilles.oui
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_feuilles.oui
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_feuilles.oui
Mercure	non	Legumes_feuilles.oui
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.oui
Phenanthrene	non	Legumes_feuilles.oui
Plomb	non	Legumes_feuilles.oui
Pyrene	non	Legumes_feuilles.oui
Trichloroéthylène	non	Legumes_feuilles.oui
Zinc	non	Legumes_feuilles.oui

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
2378 TCDF	valeur_calculée	
Anthracene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Baryum	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Benzo(a)pyrène	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Benzo_a_anthracene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree

Benzo_b_fluoranthene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Benzo_k_fluoranthene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Chrysene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Cuivre	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Eq_benzo_a_pyrene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Fluoranthène	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
HCT_al_C21-C35	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
HCT_ar_C21-C35	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Mercure	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Octachlorodibenzodioxine	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Phenanthrene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Plomb	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Pyrene	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Trichloroéthylène	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree
Zinc	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
depot_irrigation	depot irrigation	

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt sur les végétaux lié à l'irrigation par aspersion pour cette catégorie de plante. Ce dépôt n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".

Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.oui
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_feuilles.oui
Baryum	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo(a)pyrène	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.oui
Chrysene	non	Legumes_feuilles.oui
Cuivre	non	Legumes_feuilles.oui
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_feuilles.oui
Fluoranthène	non	Legumes_feuilles.oui
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_feuilles.oui
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_feuilles.oui
Mercure	non	Legumes_feuilles.oui
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.oui
Phenanthrene	non	Legumes_feuilles.oui
Plomb	non	Legumes_feuilles.oui
Pyrene	non	Legumes_feuilles.oui
Trichloroéthylène	non	Legumes_feuilles.oui
Zinc	non	Legumes_feuilles.oui

Full Name	Symbol	Unit
depots_indirects_sol	depots indirects sol	
Description		
<p>A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt de particules issues du sol pour cette catégorie de plante et si oui, si vous souhaitez estimer la concentration résultante dans la plante à partir de la fraction de particules adhérent à la plante (option_f_part_veg) ou à partir de la vitesse de dépôt des particules (option_vit_depot_part).</p> <p>Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour des produits végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes non protégées par une enveloppe (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".</p>		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.non_defini
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Baryum	non	Legumes_feuilles.non_defini
Benzo(a)pyrène	non	Legumes_feuilles.non_defini
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Chrysene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Cuivre	non	Legumes_feuilles.non_defini
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Fluoranthène	non	Legumes_feuilles.non_defini
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_feuilles.non_defini
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_feuilles.non_defini
Mercure	non	Legumes_feuilles.non_defini
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.non_defini
Phenanthrene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Plomb	non	Legumes_feuilles.non_defini
Pyrene	non	Legumes_feuilles.non_defini
Trichloroéthylène	non	Legumes_feuilles.non_defini
Zinc	non	Legumes_feuilles.non_defini

Full Name	Symbol	Unit
depots_particulaires_atm	depots particuliers atm	
Description		
<p>A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt de particules atmosphériques direct pour cette catégorie de plante. Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes non protégées par une enveloppe (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".</p>		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.oui
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_feuilles.oui
Baryum	non	Legumes_feuilles.oui

Benzo(a)pyrène	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.oui
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_feuilles.oui
Chrysene	non	Legumes_feuilles.oui
Cuivre	non	Legumes_feuilles.oui
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_feuilles.oui
Fluoranthène	non	Legumes_feuilles.oui
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_feuilles.oui
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_feuilles.oui
Mercure	non	Legumes_feuilles.oui
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_feuilles.oui
Phenanthrene	non	Legumes_feuilles.oui
Plomb	non	Legumes_feuilles.oui
Pyrene	non	Legumes_feuilles.oui
Trichloroéthylène	non	Legumes_feuilles.oui
Zinc	non	Legumes_feuilles.oui

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name				Symbol	Unit
Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal				$f_{veg,exp}$	unitless
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.25	0.5	0.25	0.65		
Comment					
Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole					

Vector parameters

Full Name				Symbol	Unit
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)				Br_E	$mg\ kg_{vegsec}^{-1} (mg\ kg^{-1})^{-1}$
Description					
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=oui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante : valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.					
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	7.05E-4	0.0			
2378 TCDF	0.00562	-1.0			

Anthracene	0.101	-1.0			
Baryum	0.15	-1.0			
Benzo(a)pyrène	0.0111	-1.0	0.0060	0.04	
Benzo_a_anthracene	0.0202	-1.0			
Benzo_b_fluoranthene	0.01007	-1.0			
Benzo_k_fluoranthene	0.01007	-1.0			
Chrysene	0.01866	-1.0			
Cuivre	0.08	-1.0			
Eq_benzo_a_pyrene	0.0111	-1.0			
Fluoranthène	0.0446	-1.0			
HCT_al_C21-C35	0.0498	-1.0			
HCT_ar_C21-C35	0.0498	-1.0			
Mercure	0.9	-1.0	0.0061	0.9	logn(0.118,0.148)
Octachlorodibenzodioxine	0.00159	0.0			
Phenanthrene	0.0908	-1.0			
Plomb	0.045	-1.0	3.3E-4	1.2	logn(0.072,0.25)
Pyrene	0.0498	-1.0			
Trichloroéthylène	1.52	-1.0			
Zinc	0.25	-1.0			

Materials	Comment
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	Validé
2378 TCDF	
Anthracene	
Baryum	
Benzo(a)pyrène	Vérifié. Moy. géo des valeurs mesurées : 0,02
Benzo_a_anthracene	
Benzo_b_fluoranthene	
Benzo_k_fluoranthene	
Chrysene	
Cuivre	
Eq_benzo_a_pyrene	
Fluoranthène	
HCT_al_C21-C35	
HCT_ar_C21-C35	
Mercure	Validé. Moy.géo. =0,074
Octachlorodibenzodioxine	Validé
Phenanthrene	
Plomb	Validé. Moy.géo. =0,02
Pyrene	
Trichloroéthylène	
Zinc	

Full Name	Symbol	Unit
Masse corporelle de la cible	B _w	kg

Description						
A définir pour le calcul des doses d'exposition. Définir autant de données que de classes d'âge nécessaires.						
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	7.6		4.9	8.2		
classe_10	0.0					
classe_2	12.4		9.1	14.4		
classe_3	17.8		12.7	20.5		
classe_4	28.7		19.4	34.2		
classe_5	47.2		31.7	57.4		
classe_6	60.0		43.1	71.0		
classe_7	70.4	70.4	51.2	97.0		
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Full Name					Symbol	Unit
Masse de ce type de produit d'origine végétale ingérée par jour par la cible humaine					Q _{veg}	kg _{veg} frais d ⁻¹
Description						
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal. Quelle qu'en soit l'origine.						
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.0066					
classe_10	0.0					
classe_2	0.022					
classe_3	0.00759					
classe_4	0.00995					
classe_5	0.0119					
classe_6	0.0123					
classe_7	0.024	0.0239				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Lookup table changes

Vector lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Concentration dans le sol de culture (couche racinaire)	$Cs_{racinaire}$	$mg \text{ kg}^{-1}$
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si prelevement_direct_sol=oui ou bien si definition_Cp=valeur_calculée et Cs_part_susp=Cs_racinaire avec depots_indirects_sol=option_vit_depot_part ou depots_indirects_sol=option_f_part_veg. Peut être connectée à la concentration dans le sol calculée par le module Sol : Cs_attrib (Concentration dans le sol attribuable à ou aux source(s) de contamination étudiée(s)) ou Cs_tot (Concentration totale dans le sol)		
Cyclic option		


Yes

Interpolation

Interpolation-Extrapolation

Time	1234678_Heptachlorodibenzodioxine	Time	2378 TCDF	Time	Anthracene	Time	Baryum
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	1.43E-5	0.0	2.08E-6	0.0	0.04	0.0	97.0
Time	Benzo(a)pyrène	Time	Benzo_a_anthracene	Time	Benzo_b_fluoranthene		
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0		
0.0	0.27	0.0	0.25	0.0	0.34		
Time	Benzo_k_fluoranthene	Time	Chrysene	Time	Cuivre	Time	Eq_benzo_a_pyrene
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	0.13	0.0	0.25	0.0	77.0	0.0	0.346
Time	Fluoranthène	Time	HCT_al_C21-C35	Time	HCT_ar_C21-C35	Time	Mercure
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	0.45	0.0	15.0	0.0	15.0	0.0	0.4
Time	Octachlorodibenzodioxine	Time	Phenanthrene	Time	Plomb	Time	Pyrene
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	9.82E-5	0.0	0.19	0.0	60.0	0.0	0.35
Time	Trichloroéthylène	Time	Zinc				
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0				
0.0	0.118	0.0	250.0				

3.3. Legumes fruits

Legumes fruits		Sub-system	
Id	Legumes_fruits		
Enabled flag	Yes		
Symbol	Legumes fruits		
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-fruits".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>		
Object	Input		Sub-system
inorganique	inorganique	Constantes Reglages	
organique	organique	Constantes Reglages	
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages	
Object	Output	Sub-system	
Dose _{veg,individu}	Dose _{veg,individu}	Niveaux Exposition Risque	
Dose _{veg,classe,age}	Dose _{veg,classe,age}	Niveaux Exposition Risque	

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
absorption_gazeuse	absorption gazeuse	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte ce mécanisme de transfert pour cette catégorie de plante. Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou autres parties supérieures des plantes en dehors du grain (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de autres_parties_superieures ou si type_plante est différent de fourrage.		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.oui
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_fruits.oui
Baryum	non	Legumes_fruits.oui
Benzo(a)pyrène	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_fruits.oui
Chrysene	non	Legumes_fruits.oui
Cuivre	non	Legumes_fruits.oui
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_fruits.oui
Fluoranthène	non	Legumes_fruits.oui
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_fruits.oui
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_fruits.oui
Mercure	non	Legumes_fruits.oui
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.oui
Phenanthrene	non	Legumes_fruits.oui
Plomb	non	Legumes_fruits.oui
Pyrene	non	Legumes_fruits.oui
Trichloroéthylène	non	Legumes_fruits.oui
Zinc	non	Legumes_fruits.oui

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
2378 TCDF	valeur_calculée	
Anthracene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Baryum	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Benzo(a)pyrène	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Benzo_a_anthracene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree

Benzo_b_fluoranthene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Benzo_k_fluoranthene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Chrysene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Cuivre	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Eq_benzo_a_pyrene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Fluoranthène	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
HCT_al_C21-C35	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
HCT_ar_C21-C35	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Mercure	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Octachlorodibenzodioxine	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Phenanthrene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Plomb	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Pyrene	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Trichloroéthylène	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree
Zinc	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
depot_irrigation	depot irrigation	
Description		

A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt sur les végétaux lié à l'irrigation par aspersion pour cette catégorie de plante. Ce dépôt n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".

Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.oui
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_fruits.oui
Baryum	non	Legumes_fruits.oui
Benzo(a)pyrène	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_fruits.oui
Chrysene	non	Legumes_fruits.oui
Cuivre	non	Legumes_fruits.oui
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_fruits.oui
Fluoranthène	non	Legumes_fruits.oui
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_fruits.oui
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_fruits.oui
Mercure	non	Legumes_fruits.oui
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.oui
Phenanthrene	non	Legumes_fruits.oui
Plomb	non	Legumes_fruits.oui
Pyrene	non	Legumes_fruits.oui
Trichloroéthylène	non	Legumes_fruits.oui
Zinc	non	Legumes_fruits.oui

Full Name	Symbol	Unit
depots_indirects_sol	depots indirects sol	
Description		
<p>A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt de particules issues du sol pour cette catégorie de plante et si oui, si vous souhaitez estimer la concentration résultante dans la plante à partir de la fraction de particules adhérent à la plante (option_f_part_veg) ou à partir de la vitesse de dépôt des particules (option_vit_depot_part).</p> <p>Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour des produits végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes non protégées par une enveloppe (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".</p>		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.non_defini
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_fruits.non_defini
Baryum	non	Legumes_fruits.non_defini
Benzo(a)pyrène	non	Legumes_fruits.non_defini
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_fruits.non_defini
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_fruits.non_defini
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_fruits.non_defini
Chrysene	non	Legumes_fruits.non_defini
Cuivre	non	Legumes_fruits.non_defini
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_fruits.non_defini
Fluoranthène	non	Legumes_fruits.non_defini
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_fruits.non_defini
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_fruits.non_defini
Mercure	non	Legumes_fruits.non_defini
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.non_defini
Phenanthrene	non	Legumes_fruits.non_defini
Plomb	non	Legumes_fruits.non_defini
Pyrene	non	Legumes_fruits.non_defini
Trichloroéthylène	non	Legumes_fruits.non_defini
Zinc	non	Legumes_fruits.non_defini

Full Name	Symbol	Unit
depots_particulaires_atm	depots particulaires atm	
Description		
<p>A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt de particules atmosphériques direct pour cette catégorie de plante. Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes non protégées par une enveloppe (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".</p>		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.oui
2378 TCDF	non	
Anthracene	non	Legumes_fruits.oui
Baryum	non	Legumes_fruits.oui

Benzo(a)pyrène	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_a_anthracene	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_b_fluoranthene	non	Legumes_fruits.oui
Benzo_k_fluoranthene	non	Legumes_fruits.oui
Chrysene	non	Legumes_fruits.oui
Cuivre	non	Legumes_fruits.oui
Eq_benzo_a_pyrene	non	Legumes_fruits.oui
Fluoranthène	non	Legumes_fruits.oui
HCT_al_C21-C35	non	Legumes_fruits.oui
HCT_ar_C21-C35	non	Legumes_fruits.oui
Mercure	non	Legumes_fruits.oui
Octachlorodibenzodioxine	non	Legumes_fruits.oui
Phenanthrene	non	Legumes_fruits.oui
Plomb	non	Legumes_fruits.oui
Pyrene	non	Legumes_fruits.oui
Trichloroéthylène	non	Legumes_fruits.oui
Zinc	non	Legumes_fruits.oui

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name				Symbol	Unit
Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal				$f_{veg,exp}$	unitless
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.25	0.55	0.25	0.65		
Comment					
Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole					

Vector parameters

Full Name				Symbol	Unit
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)				Br_E	$mg\ kg_{vegsec}^{-1} (mg\ kg^{-1})^{-1}$
Description					
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=oui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante : valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.					
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	7.05E-4	0.0			
2378 TCDF	0.00562	-1.0			

Anthracene	0.101	-1.0			
Baryum	0.0322	-1.0			
Benzo(a)pyrène	0.0111	0.0020			
Benzo_a_anthracene	0.0202	-1.0			
Benzo_b_fluoranthene	0.01007	-1.0			
Benzo_k_fluoranthene	0.01007	-1.0			
Chrysene	0.01866	-1.0			
Cuivre	0.37	-1.0			
Eq_benzo_a_pyrene	0.0111	-1.0			
Fluoranthène	0.0446	-1.0			
HCT_al_C21-C35	0.0498	-1.0			
HCT_ar_C21-C35	0.0498	-1.0			
Mercure	0.48	-1.0	8.6E-4	0.48	logn(0.043,0.081)
Octachlorodibenzodioxine	0.00159	0.0			
Phenanthrene	0.0908	-1.0			
Plomb	0.0136	-1.0	1.5E-4	0.98	logn(0.052,0.22)
Pyrene	0.0498	-1.0			
Trichloroéthylène	1.52	-1.0			
Zinc	0.097	-1.0			

Materials	Comment
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	Validé. Attention pour les cucurbitacées, un transfert sol-plante a été observé et la valeur par défaut n'est pas valide
2378 TCDF	
Anthracene	
Baryum	
Benzo(a)pyrène	Vérifié
Benzo_a_anthracene	
Benzo_b_fluoranthene	
Benzo_k_fluoranthene	
Chrysene	
Cuivre	
Eq_benzo_a_pyrene	
Fluoranthène	
HCT_al_C21-C35	
HCT_ar_C21-C35	
Mercure	Validé. Médiane =0,020
Octachlorodibenzodioxine	Validé. Attention pour les cucurbitacées, un transfert sol-plante a été observé et la valeur par défaut n'est pas valide
Phenanthrene	
Plomb	Validé. médiane =0,012
Pyrene	
Trichloroéthylène	
Zinc	

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Masse corporelle de la cible B_w

kg

Description

A définir pour le calcul des doses d'exposition. Définir autant de données que de classes d'âge nécessaires.

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	7.6		4.9	8.2		
classe_10	0.0					
classe_2	12.4		9.1	14.4		
classe_3	17.8		12.7	20.5		
classe_4	28.7		19.4	34.2		
classe_5	47.2		31.7	57.4		
classe_6	60.0		43.1	71.0		
classe_7	70.4	70.4	51.2	97.0		
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Full Name**Symbol****Unit**

Masse de ce type de produit d'origine végétale ingérée par jour par la cible humaine

 Q_{veg} kg_{veg} frais d⁻¹**Description**

A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal.
Quelle qu'en soit l'origine.

Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.0106					
classe_10	0.0					
classe_2	0.0405					
classe_3	0.0665					
classe_4	0.0642					
classe_5	0.07					
classe_6	0.0724					
classe_7	0.11	0.113				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Lookup table changes**Vector lookup tables****Full Name****Symbol****Unit**


Concentration dans le sol de culture (couche racinaire)

 $Cs_{racinaire}$ mg kg⁻¹**Description**

A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si prelevement_direct_sol=oui ou bien si definition_Cp=valeur_calculée et Cs_part_susp=Cs_racinaire avec depots_indirects_sol=option_vit_depot_part ou depots_indirects_sol=option_f_part_veg.
Peut être connectée à la concentration dans le sol calculée par le module Sol : Cs_attrib (Concentration dans le sol attribuable à ou aux source(s) de contamination étudiée(s)) ou Cs_tot (Concentration totale dans le sol)

Cyclic option							
Yes							
Interpolation							
Interpolation-Extrapolation							
Time	1234678_Heptachlorodibenzodioxine	Time	2378 TCDF	Time	Anthracene	Time	Baryum
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	1.43E-5	0.0	2.08E-6	0.0	0.04	0.0	97.0
Time	Benzo(a)pyrène	Time	Benzo_a_anthracene	Time	Benzo_b_fluoranthene		
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0		
0.0	0.27	0.0	0.25	0.0	0.34		
Time	Benzo_k_fluoranthene	Time	Chrysene	Time	Cuivre	Time	Eq_benzo_a_pyrene
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	0.13	0.0	0.25	0.0	77.0	0.0	0.346
Time	Fluoranthène	Time	HCT_al_C21-C35	Time	HCT_ar_C21-C35	Time	Mercure
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	0.45	0.0	15.0	0.0	15.0	0.0	0.4
Time	Octachlorodibenzodioxine	Time	Phenanthrene	Time	Plomb	Time	Pyrene
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	9.82E-5	0.0	0.19	0.0	60.0	0.0	0.35
Time	Trichloroéthylène	Time	Zinc				
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0				
0.0	0.118	0.0	250.0				

3.4. Legumes racines

Legumes racines		Sub-system	
Id	Legumes_racines		
Enabled flag	Yes		
Symbol	Legumes racines		
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommées liés aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-racines".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>		
Object	Input		Sub-system
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages	
organique	organique	Constantes Reglages	
inorganique	inorganique	Constantes Reglages	
Object	Output	Sub-system	
Dose _{veg,classe,age}	Dose _{veg,classe,age}	Niveaux Exposition Risque	
Dose _{veg,individu}	Dose _{ingeau,individu}	Niveaux Exposition Risque	

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
2378 TCDF	valeur_calculée	
Anthracene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Baryum	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Benzo(a)pyrène	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Benzo_a_anthracene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Benzo_b_fluoranthene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Benzo_k_fluoranthene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Chrysene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Cuivre	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Eq_benzo_a_pyrene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Fluoranthène	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
HCT_al_C21-C35	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
HCT_ar_C21-C35	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Mercure	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Octachlorodibenzodioxine	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Phenanthrene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Plomb	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Pyrene	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Trichloroéthylène	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree
Zinc	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name				Symbol	Unit
Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal				f _{veg,exp}	unitless
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.25	0.45	0.25	0.65		
Comment					
Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit				
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)	Br_E	mg kg _{vegsec} ⁻¹ (mg kg ⁻¹) ⁻¹				
Description						
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=oui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante : valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	7.2E-4					
2378 TCDF	0.0042	-1.0				
Anthracene	2.76	-1.0				
Baryum	0.015	-1.0				
Benzo(a)pyrène	1.26	0.0060	0.0030	0.01		
Benzo_a_anthracene	2.11	-1.0				
Benzo_b_fluoranthene	1.66	-1.0				
Benzo_k_fluoranthene	1.66	-1.0				
Chrysene	2.05	-1.0				
Cuivre	0.61	-1.0				
Eq_benzo_a_pyrene	1.26	-1.0				
Fluoranthène	3.9	-1.0				
HCT_al_C21-C35	2.44	-1.0				
HCT_ar_C21-C35	2.44	-1.0				
Mercure	0.16	-1.0	0.011	0.16	logn(0.049,0.028)	
Octachlorodibenzodioxine	5.7E-4					
Phenanthrene	1.49	-1.0				
Plomb	0.0090	-1.0	2.9E-4	6.0	logn(0.27,1.7)	
Pyrene	2.44	-1.0				
Trichloroéthylène	21.2	-1.0				
Zinc	0.044	-1.0				
Materials	Comment					
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	Validé					
2378 TCDF						
Anthracene						
Baryum						
Benzo(a)pyrène	Vérifié					
Benzo_a_anthracene						
Benzo_b_fluoranthene						
Benzo_k_fluoranthene						
Chrysene						
Cuivre						
Eq_benzo_a_pyrene						
Fluoranthène						

HCT_al_C21-C35	
HCT_ar_C21-C35	
Mercure	Validé. médiane =0,043
Octachlorodibenzodioxine	Validé
Phenanthrene	
Plomb	Validé. médiane =0,041
Pyrene	
Trichloroéthylène	
Zinc	

Full Name	Symbol	Unit				
Masse corporelle de la cible	B _w	kg				
Description						
A définir pour le calcul des doses d'exposition. Définir autant de données que de classes d'âge nécessaires.						
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	7.6		4.9	8.2		
classe_10	0.0					
classe_2	12.4		9.1	14.4		
classe_3	17.8		12.7	20.5		
classe_4	28.7		19.4	34.2		
classe_5	47.2		31.7	57.4		
classe_6	60.0		43.1	71.0		
classe_7	70.4	70.4	51.2	97.0		
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					


Full Name	Symbol	Unit				
Masse de ce type de produit d'origine végétale ingérée par jour par la cible humaine	Q _{veg}	kg _{veg} frais d ⁻¹				
Description						
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal. Quelle qu'en soit l'origine.						
Classes_d'age	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
classe_1	0.0154					
classe_10	0.0					
classe_2	0.0265					
classe_3	0.00705					
classe_4	0.00697					
classe_5	0.00855					
classe_6	0.00885					
classe_7	0.012	0.0122				
classe_8	0.0					
classe_9	0.0					

Lookup table changes

Vector lookup tables

Full Name	Symbol	Unit					
Concentration dans le sol de culture (couche racinaire)	Cs _{racinaire}	mg kg ⁻¹					
Description							
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si prelevement_direct_sol=oui ou bien si definition_Cp=valeur_calculée et Cs_part_susp=Cs_racinaire avec depots_indirects_sol=option_vit_depot_part ou depots_indirects_sol=option_f_part_veg. Peut être connectée à la concentration dans le sol calculée par le module Sol : Cs_attrib (Concentration dans le sol attribuable à ou aux source(s) de contamination étudiée(s)) ou Cs_tot (Concentration taotale dans le sol)							
Cyclic option							
Yes							
Interpolation							
Interpolation-Extrapolation							
Time	1234678_Heptachlorodibenzodioxine	Time	2378 TCDF	Time	Anthracene	Time	Baryum
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	1.43E-5	0.0	2.08E-6	0.0	0.04	0.0	97.0
Time	Benzo(a)pyrène	Time	Benzo_a_anthracene	Time	Benzo_b_fluoranthene		
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0		
0.0	0.27	0.0	0.25	0.0	0.34		
Time	Benzo_k_fluoranthene	Time	Chrysene	Time	Cuivre	Time	Eq_benzo_a_pyrene
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	0.13	0.0	0.25	0.0	77.0	0.0	0.346
Time	Fluoranthène	Time	HCT_al_C21-C35	Time	HCT_ar_C21-C35	Time	Mercure
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	0.45	0.0	15.0	0.0	15.0	0.0	0.4
Time	Octachlorodibenzodioxine	Time	Phenanthrene	Time	Plomb	Time	Pyrene
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0
0.0	9.82E-5	0.0	0.19	0.0	60.0	0.0	0.35
Time	Trichloroéthylène	Time	Zinc				
Predefined	0.0:0.0	Predefined	0.0:0.0				
0.0	0.118	0.0	250.0				

3.5. Niveaux Exposition Risque

Niveaux Exposition Risque		Sub-system
Id	Niveaux_Exposition_Risque	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Niveaux Exposition Risque	
Description	<p>Ce module permet de calculer, d'une part les niveaux d'exposition chroniques (en moyenne annuelle) pour les différentes classes d'âge définies par l'utilisateur et pour le profil d'individus (défini par l'âge en début d'exposition et la date au début de l'exposition : cf. module Constantes_Reglages), et d'autre part les niveaux de risques chroniques pour des effets cancérogènes et non cancérogènes.</p> <p>Les niveaux de risques sont définis par substance individuelle et pour toutes les substances et peuvent aussi être définis par organe cible, en précisant les organes cibles de chaque substance par voies orale et respiratoire.</p> <p>La classe d'âge ayant les niveaux de risque non cancérogènes les plus élevés est mise en évidence (Max_Age_QD_).</p> <p>Pour la voie orale, l'utilisateur peut définir en données d'entrée les doses d'exposition en fonction du temps pour les différentes classes d'âge et le profil d'individus définis ou bien connecter ces données à partir des modules adhoc (modules "Sol", "Vegetaux", "Animaux_aquatiques"...).</p> <p>Pour l'inhalation, les concentrations inhalées en moyenne annuelle, pondérées par la fréquence d'exposition pour les différentes classes d'âge (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) seront définies par l'utilisateur ou connectées aux données des modules adhoc pour le calcul des risques non cancérogènes. Pour le calcul du risque cancérogène par inhalation, la concentration inhalée moyennée sur la durée d'exposition et pondérée par la fréquence d'exposition (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques) et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p>	
Object	Input	Sub-system
Dose_ingeau,individu	Dose_veg,individu	Legumes racines
Dose_veg,classe,age	Dose_veg,classe,age Dose_veg,classe,age Dose_veg,classe,age	Legumes feuilles Legumes fruits Legumes racines
Dose_veg,individu	Dose_veg,individu Dose_veg,individu	Legumes feuilles Legumes fruits

Parameter changes

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
VTR à seuil par voie orale	VTR_seuil,orale	mg kg ⁻¹ d ⁻¹
Description		
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets à seuil par voie orale, laisser la mention "NaN"		

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	7.0E-10	NaN				
2378 TCDF	7.0E-10	NaN				
Anthracene	0.3	NaN				
Baryum	0.2	NaN				
Benzo(a)pyrène	3.0E-4	NaN				
Benzo_a_anthracene	NaN					
Benzo_b_fluoranthene	NaN					
Benzo_k_fluoranthene	NaN					
Chrysene	NaN					
Cuivre	0.14	NaN				
Eq_benzo_a_pyrene	3.0E-4	NaN				
Fluoranthène	0.04	NaN				
HCT_al_C21-C35	2.0	NaN				
HCT_ar_C21-C35	0.03	NaN				
Mercure	0.0020	NaN				
Octachlorodibenzodioxine	7.0E-10	NaN				
Phenanthrene	0.04	NaN				
Plomb	6.3E-4	NaN				
Pyrene	0.03	NaN				
Trichloroéthylène	5.0E-4	NaN				
Zinc	0.3	NaN				

Full Name	Symbol	Unit
VTR sans seuil par voie orale	VTR _{o,ss}	mg ⁻¹ kg d

Description

Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets sans seuil par voie orale, laisser la mention "NaN"

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
1234678_Heptachlorodibenzodioxine	1300.0	NaN				
2378 TCDF	NaN					
Anthracene	NaN					
Baryum	NaN					
Benzo(a)pyrène	7.3	NaN				
Benzo_a_anthracene	1.2	NaN				
Benzo_b_fluoranthene	1.2	NaN				
Benzo_k_fluoranthene	1.2	NaN				
Chrysene	0.0020	NaN				
Cuivre	NaN					
Eq_benzo_a_pyrene	7.3	NaN				
Fluoranthène	0.05	NaN				
HCT_al_C21-C35	NaN					
HCT_ar_C21-C35	NaN					
Mercure	NaN					
Octachlorodibenzodioxine	130.0	NaN				

Phenanthrene	2.0E-4	NaN
Plomb	0.0085	NaN
Pyrene	0.5	NaN
Trichloroéthylène	8.11E-4	NaN
Zinc	NaN	

4. Simulation settings

Simulation type	Deterministic
Start time	0.0 Years
End time	85.0 Years
Output option	Produce specified output only
Time series	Linear Increment(start,end,1.0)
Solver	NDF
Absolute tolerance	Auto
Relative tolerance	0.0010
Initial step size	1.0E-5
Maximum step size	0.5
Minimum step size	Auto
Refine output	1
Limit number of data points to last	1000
Control error relative to norm of solution	No
Allowed number of step size violations	1
Enable saturation	Yes
Maximum order	5
LU decomposition matrix format	Dense