



Journée technique d'information et de retour d'expérience de la gestion des sols pollués du 2 avril 2008

Bornes de concentrations dans les sols associées à l'IEM pour l'ingestion accidentelle de sol par un enfant



Contexte (1/2)

Calcul de concentrations dans les sols associés aux risques sanitaires des bornes définies dans la démarche IEM pour le scénario d'exposition d'un enfant ingérant accidentellement du sol ou des poussières domestiques, comme des particules adhérents aux mains et objets portés à la bouche, lors d'activités récréatives

- A la demande du MEDAD
- Pour l'Administration (DRIRE), afin de faciliter la vérification des résultats des calculs pour la voie ingestion accidentelle de sol par un enfant dans le cadre de la démarche IEM
- L'INERIS décline toute responsabilité en cas d'utilisation de ces valeurs pré-calculées en dehors de ce contexte, comme par exemple pour des seuils de dépollution

Contexte (2/2)

- Nécessité de replacer la place de la voie ingestion accidentelle de sol dans les scénarios d'exposition parmi les voies d'exposition prépondérantes que sont **l'inhalation d'air, l'ingestion de denrées alimentaires, d'eau...**
- Proposition de concentrations dans les sols associés aux risques sanitaires des bornes définies dans la démarche IEM pour le scénario d'exposition d'un enfant ingérant accidentellement du sol lors d'activités récréatives en extérieur
 - avec une démarche de calcul transparente (rapport INERIS 2008)
- Rappel des intervalles de gestion données pour l'IEM

Quotient de Danger < 0,2 Excès de Risque Individuel < 10^{-6}	$0,2 < QD < 5$ $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$	$QD > 5$ $ERI > 10^{-4}$
--	---	-----------------------------

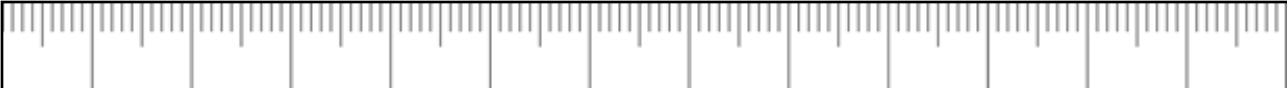
Hypothèses de travail : scénario et paramètres d'exposition de l'enfant (1/2)

- Rappel du calcul de la Dose Journalière d'Exposition liée à la voie d'exposition par ingestion (en mg/kg.j)

$$DJE_{ij} = \frac{C_i \times Q_j \times F}{P} \times \frac{T}{T_m} \times (10^{-6})$$

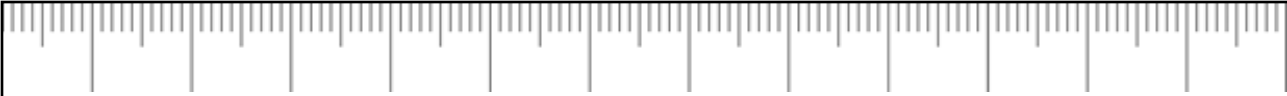
Facteur de conversion d'unité en raison de termes exprimés en mg ou en kg

- Ci Concentration d'exposition relative au milieu sol (mg/kg)
- Qj Quantité de sol ingérée par jour (kg/j)
- T Durée d'exposition (an)
- F Fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition / 365 jours
- P Poids corporel de la cible (kg)
- Tm Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (an) avec durée de moyennation
 - substance à effet à seuil : $T_m = T$
 - substance à effet sans seuil : $T_m = 70$ ans (vie entière)



Hypothèses de travail : scénario et paramètres d'exposition de l'enfant (2/2)

- Scénario d'exposition des enfants (naissance à 6 ans) à l'ingestion accidentelle de terre lors d'activités récréatives (fréquentation d'un jardin, ...)
- Poids corporel moyen de 15 kg
- Durée d'exposition de 6 ans et par convention durée de vie entière de 70 ans
- Fréquence d'exposition pendant cette durée de 6 ans, de 365 jours par an
- Quantité de sol ingérée par jour
 - quantité de sols et poussières ingérée par un enfant, un élément largement débattu en matière d'évaluation quantitative des risques liés aux sites et sols pollués, ne fait pas encore l'objet d'un consensus (séminaire INVS INERIS en cours)
 - choix de deux valeurs :
 - ◆ dans le percentile élevé : 150 mg par jour, une évaluation raisonnablement majorante mais non aberrante au vu des connaissances actuelles
 - ◆ dans la tendance centrale : 50 mg par jour



Hypothèses de travail : valeurs toxicologiques de référence

- Circulaire de la DGS/SD.7B n°2006-234 de 2006, relative entre autres, aux modalités de sélection des VTR
 - Consultation des bases des 6 organismes et agences reconnues (ATSDR, OMS, US EPA et OEHHA, RIVM, Santé Canada)
 - Prise en compte de choix de VTR ou de facteurs d'équivalence toxique (cas de HAP) effectués par l'INERIS dans le cadre de ses études, dont également des VTR construites par l'INERIS (comme rapports INERIS-2007,...)
- ⇒ **concentrations dans les sols proposées correspondant à un état de l'art sur les VTR en date de leur calcul (fin 2007)**
- ⇒ **recommandation à tout utilisateur de vérifier l'absence de mise à jour de VTR, la disponibilité de nouveaux choix d'experts,...**

Hypothèses de travail : valeurs toxicologiques de référence retenues pour la voie ingestion (exposition chronique) pour les substances présentées

substance	VTR à seuil	mg/kg/j	VTR sans seuil	(mg/kg/j)-1
antimoine	0.0004	US EPA		
arsenic	0.0003	US EPA ; OEHHA	1.50E+00	OMS
cadmium	0.0005	US EPA ; OEHHA ; RIVM		
chrome VI	0.003	US EPA	4.20E-01	OEHHA
chrome III	1.5	US EPA		
cuivre	0.14	RIVM		
manganèse	0.14	US EPA		
nickel	0.02	US EPA		
plomb	0.0035	OMS ; RIVM		
benzo(a)pyrène			2.00E-01	RIVM
benzo(b)fluoranthène			2.00E-02	VTR du benzo(a)pyrène (RIVM) et Facteur d'Equivalence Toxique de Nisbet



Autres hypothèses principales de travail

- Calcul de concentrations dans les sols uniquement pour des substances non volatiles (ex. du cas des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : HAP avec des effets sans seuil retenus hors volatils comme naphthalène)
- Actuellement absence de calcul et de proposition de valeurs de concentrations pour les dioxines (débat d'experts sur les VTR à retenir), et les polychlorobiphényles
- En présence d'une substance à effets à seuil et sans seuil, choix de la concentration dans les sols associée la plus contraignante
- Chiffres des concentrations calculées arrondis à l'unité supérieure, hormis pour les concentrations dans les sols inférieures à 3 mg/kg MS
- Absence de prise en compte de la bioaccessibilité et/ ou biodisponibilité relatives (recherches en cours)

Quelques exemples de concentrations dans les sols (mg/kg MS)

Cas avec 150 mg de sol ingéré par jour

substance \ QD et ERI	QD = 0,2	ERI = 10-5	QD = 1	ERI = 10-5	QD = 5	ERI = 10-4
antimoine	8		40		200	
arsenic	(6)	0.8	(30)	8	(150)	80
cadmium	10		50		250	
chrome VI	(60)	2.8	(300)	28	(1500)	280
chrome III	30000		150000		750000	
cuivre	2800		14000		70000	
manganèse	2800		14000		70000	
nickel	400		2000		10000	
plomb	70		350		1750	
benzo(a)pyrène		5.9		59		590
benzo(b)fluoranthène		59		590		5900

	gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries	gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
As	1,0 à 25,0	30 à 60 ⁽¹⁾	60 à 284 ⁽¹⁾
Cd	0,05 à 0,45	0,70 à 2,0 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	2,0 à 46,3 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾
Cr	10 à 90	90 à 150 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	150 à 3180 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾
Co	2 à 23	23 à 90 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁸⁾	105 à 148 ⁽¹⁾
Cu	2 à 20	20 à 62 ⁽¹⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾	65 à 160 ⁽⁸⁾
Hg	0,02 à 0,10	0,15 à 2,3	
Ni	2 à 60	60 à 130 ⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾	130 à 2076 ⁽¹⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾
Pb	9 à 50	60 à 90 ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	100 à 10180 ⁽¹⁾⁽³⁾
Se	0,10 à 0,70	0,8 à 2,0 ⁽⁶⁾	2,0 à 4,5 ⁽⁷⁾
Tl	0,10 à 1,7	2,5 à 4,4 ⁽¹⁾	7,0 à 55,0 ⁽¹⁾
Zn	10 à 100	100 à 250 ⁽¹⁾⁽²⁾	250 à 11426 ⁽¹⁾⁽³⁾

Pour mémoire, quelques valeurs de concentrations dans les sols naturels français (programme ASPITET de l'INRA)

- (1) zones de "métallotectes" à fortes minéralisations (à plomb, zinc, barytine, fluor, pyrite, antimoine) au contact entre bassins sédimentaires et massifs cristallins. Notamment roches liasiques et sols associés de la bordure nord et nord-est du Morvan (Yonne, Côte d'Or).
- (2) sols argileux développés sur certains calcaires durs du Jurassique moyen et supérieur (Bourgogne, Jura).
- (3) paléosols ferrallitiques du Poitou ("terres rouges").
- (4) sols développés dans des "argiles à chailles" (Nièvre, Yonne, Indre).
- (5) sols limono-sableux du Pays de Gex (Ain) et du Plateau Suisse.
- (6) "bornais" de la région de Poitiers (horizons profonds argileux).
- (7) sols tropicaux de Guadeloupe.
- (8) sols d'altération d'amphibolites (région de La Châtre - Indre).
- (9) matériaux d'altération d'amphibolites (région de La Châtre - Indre)

Quelques exemples de concentrations dans les sols (mg/kg MS) Cas avec 50 mg de sol ingéré par jour

substance \ QD et ERI	QD = 0,2	ERI = 10-6	QD = 1	ERI = 10-5	QD = 5	ERI = 10-4
antimoine	24		120		600	
arsenic	(18)	2.4	(90)	24	(450)	240
cadmium	30		150		750	
chrome VI	(180)	9	(900)	84	(4500)	840
chrome III	90000		450000		2250000	
cuivre	8400		42000		210000	
manganèse	8400		42000		210000	
nickel	1200		6000		30000	
plomb	210		1050		5250	
benzo(a)pyrène		17.5		175		1750
benzo(b)fluoranthène		175		1750		17500