



De la Wallonie  
d'hier, nous  
créons celle  
de demain

---

# GRER version 3 (2017) : pourquoi les valeurs limites pour la santé humaine ( $VS_H$ ) ont-elles changé ?

Marie JAILLER  
Service d'études des risques

Formation DGO3 - 1<sup>er</sup> et 7 décembre 2017

# Plan de la formation

Impact sur  $VS_H$



- Passage GRER version 2 → GRER version 3 : calcul des  $VS_H$
- Ce qui n'a pas (beaucoup) changé
- Impact des modifications de VTR sur les  $VS_H$
- Impact du module de transfert de vapeurs sol → air
- Impact des modifications des paramètres d'exposition
- Impact des modifications des paramètres physico-chimiques

# Calcul des $VS_H$ (GRER - v2 $\rightarrow$ v3)

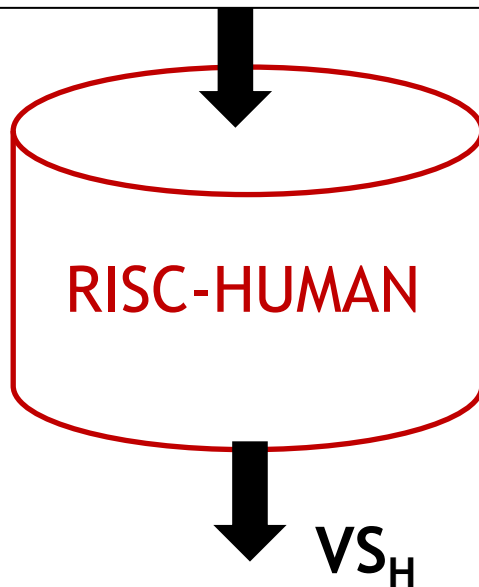
GRER v2

GRER v3

1. Paramètres chimiques (M, S, Vp, H) = SPAQuE 2007
2. Paramètres d'exposition = RISC-HUMAN
3. VTR = SPAQuE 2007
4. Caractéristiques du sol wallon = AARDEWERK 1988

5. Modèle de transfert sol / air = CSOIL

6. Modèle de transfert sol/plante = Briggs

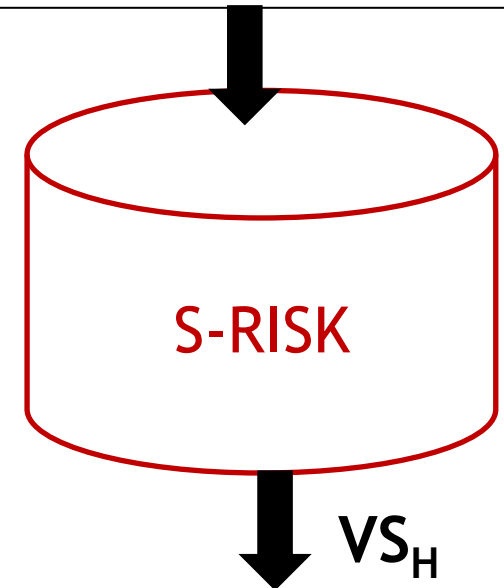


SPAQuE

1. Paramètres chimiques (M, S, Vp, H) = VITO
2. Paramètres d'exposition = VITO
3. VTR = AWAC + INERIS + Experts
4. Caractéristiques du sol wallon = AARDEWERK mise à jour + ULg

5. Modèle de transfert sol / air = VOLASOIL

6. Modèle de transfert sol/plante = Trapp



# GRER v3 - volet santé humaine

## Ce qui n'a pas (beaucoup) changé

- Seuils d'acceptabilité : IR = 1 et ERI = 10<sup>-5</sup>
- Scénarios standards

S-RISK gère 12 voies d'exposition  
Dont l'intervention dépend de scénarios

	Type II Agricole AGR	Type III Résidentiel RES-veg	Type I Naturel RES	RES-ng	Type IV Récréatif et commercial REC-dayout	REC-dayin	Type V Industriel IND-I	IND-h
<b>Exposition par ingestion</b>								
Ingestion of soil	X	X	X	X	X		X	X
Ingestion of indoor settled dust	X	X	X	X		X	X	X
Intake of vegetables	X	X						
Intake of meat and milk	X							
Intake of eggs								
Intake of water (drinking-water or groundwater)	X	X	X	X			X	X
<b>Exposition dermale</b>								
Absorption from soil	X	X	X	X	X		X	X
absorption from indoor settled dust	X	X	X	X		X	X	X
Absorption from water during showering and bathing	X	X	X	X				
<b>Exposition par inhalation</b>								
Inhalation of outdoor air (gas-phase + particles)	X	X	X	X	X		X	X
Inhalation of indoor air (gas-phase + particles)	X	X	X	X		X	X	X
Inhalation during showering (gas-phase)	X	X	X	X				



# GRER v3 - volet santé humaine

## S-RISK - FLA = S-RISK - WAL

**Tableau 3.** Type d'usages repris dans le décret sols et correspondance avec les scénarios standards proposés par le logiciel S-Risk<sup>®</sup>

Type d'usages décret sols	Scénarios standards S-Risk <sup>®</sup> version wallonne
Type I - Naturel	<b>Récréatif sport extérieur</b> (REC-dayout)
Type II - Agricole	<b>Agricole</b> (AGR)
Type III - Résidentiel	<b>Résidentiel avec jardin potager</b> (RES-veg) <i>Variantes possibles :</i> <i>Résidentiel avec jardin (d'agrément - RES)<sup>7</sup></i> <i>Résidentiel sans jardin<sup>8</sup> (RES-ng)</i>
Type IV – Récréatif et commercial	<b>Récréatif sport intérieur</b> (REC-dayin) + <b>Industriel léger</b> (IND-l) <i>Variantes possibles :</i> <i>Récréatif sport extérieur (REC-dayout)</i>
Type V - Industriel	<b>Industriel léger</b> (IND-l) <i>Variante possible :</i> <i>Industriel lourd (avec activités extérieures, IND-h)</i>

# GRER v3 - volet santé humaine

## Ce qui a changé...(RISC-HUMAN → S-RISK)

Module de transfert de vapeurs du sol vers l'air intérieur :  
VOLASOIL (2009)

Module de transfert sol → plante : Trapp

Valeurs toxicologiques de référence : mise à jour

Plusieurs horizons de sol

Calcul des doses pour différentes tranches d'âge (et non plus enfant/adulte)

Quantité de terre et de poussières ingérées /2

Quantité de légumes consommés : données belges récentes (2006)

Taux d'autoconsommation de légumes : 30 à 40 % (questionnaire flamand) (*rappel : 20 % dans le GRER version 2*)

Prise en compte des concentrations de fond

# Annexe B2 : actualisation VTR (en 2016 → GRER v3)

- VTR version 2 du GRER partie B et S-Risk FL anciennes et non révisées

→ ACTUALISATION NECESSAIRE

- Collaborations:

Air  Climat  
agence wallonne de l'air & du climat

  
ISSeP  
Institut scientifique  
de service public  
Métrologie environnementale  
Recherche - Analyses  
Essais - Expertises

  
DGO 3

SPAQuE

  
DGO 5

  
INERIS

- VTR disponibles à l'Annexe B2 du GRER  
(source des données et organisme qui a proposé la  
valeur) et dans les fiches polluants

(<https://www.s-risk.be/documents>)

# GRER v3 - volet santé humaine

## Evolution des VTR sélectionnées v2/v3

Comparaison des VTR correspondant à la voie d'exposition prépondérante (métaux et HAP = voie orale, BTEX et VOCl = voie respiratoire)

- Substances ++ toxiques (x 100 à x 1000) : 1,2-dichloroéthane (x 1000), arsenic, chloroforme, éthylbenzène, PCE, dichlorométhane (x 140)  
→ Chute des  $VS_H$  variable d'un facteur 4 à 150 en usage V
- Substances - toxiques (/2) : B(a)P et ainsi les 14 autres HAP liés au B(a)P
- Fractions d'huiles minérales : VTR inchangées
- Autres substances : = toxiques, + toxiques (plomb)
- Substances « devenues » cancérigènes : E, S, arsenic (orale), 6 VOCl



# Evaluation / gestion des risques

## Cas de l'arsenic

Arsenic : classé dans le groupe 1 par l'IARC

GRER v2 : effets avec seuil (voie orale) pris en compte :

VTR = 2,1  $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{j}$  ->

$VS_H = 109 \text{ mg}/\text{kg}$  en usage résidentiel



GRER v3 : effets sans seuil (voie orale) pris en compte :

VTR orale = 2,8  $(\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{j})^{-1}$  -> 3,6  $\text{ng}/\text{kg}\cdot\text{j}$

$VS_H = 0,16 \text{ mg}/\text{kg}$  en usage résidentiel

Demande d'avis à un Comité de toxicologues en octobre 2011 :  
choix de 2 VTR sans seuil = 3,3  $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$  et 2,8  $(\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{j})^{-1}$

# Evaluation / gestion des risques

## Cas du plomb

GRER V02 (2015) : évaluation des risques et  $VS_H$  basées sur une VTR (PTWI) orale de  $25 \mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{semaine}$  établie par l'OMS en 1991 (soit  $3,6 \mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{j}$ ), correspondant à un seuil de plombémie de  $100 \mu\text{g}/\text{L}$  dans le sang

->  $VS_H$  (usage résidentiel) =  $196 \text{ mg}/\text{kg}$



Mais ... Réévaluation du JECFA (OMS) en 2011 : PTWI retirée car plus appropriée pour garantir la protection de la santé humaine

Avis de l'EFSA (European Food Safety Authority) en 2010 « Scientific opinion on lead in food » →

BMDL (effets cardiovasculaires - adultes) =  $1,5 \mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{j}$

BMDL (néphrotoxicité - adultes) =  $0,63 \mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{j}$

BMDL (neurotoxicité développementale - enfants) =  $0,5 \mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{j}$



GRER V03 (2017) ->  $VS_H$  (usage résidentiel) =  $1,41 \text{ mg}/\text{kg}$

# Evaluation / gestion des risques

## Cas de l'arsenic et du plomb



En mg/kg	ARSENIC	PLOMB
VS <sub>H</sub> GRERv2 - usage III	109	196
VS <sub>H</sub> GRER v3 - usage III	0,16	1,41
VS actuelle (DS 5.12.08)	40	200
Bruit de fond naturel (POLLUSOL 1)	12	25
Bruit de fond en zone péri-industrielle (POLLUSOL 2)	13 à 36 sauf Aubange (103)	280 à 875

Conclusions pragmatiques pour ces 2 composés :

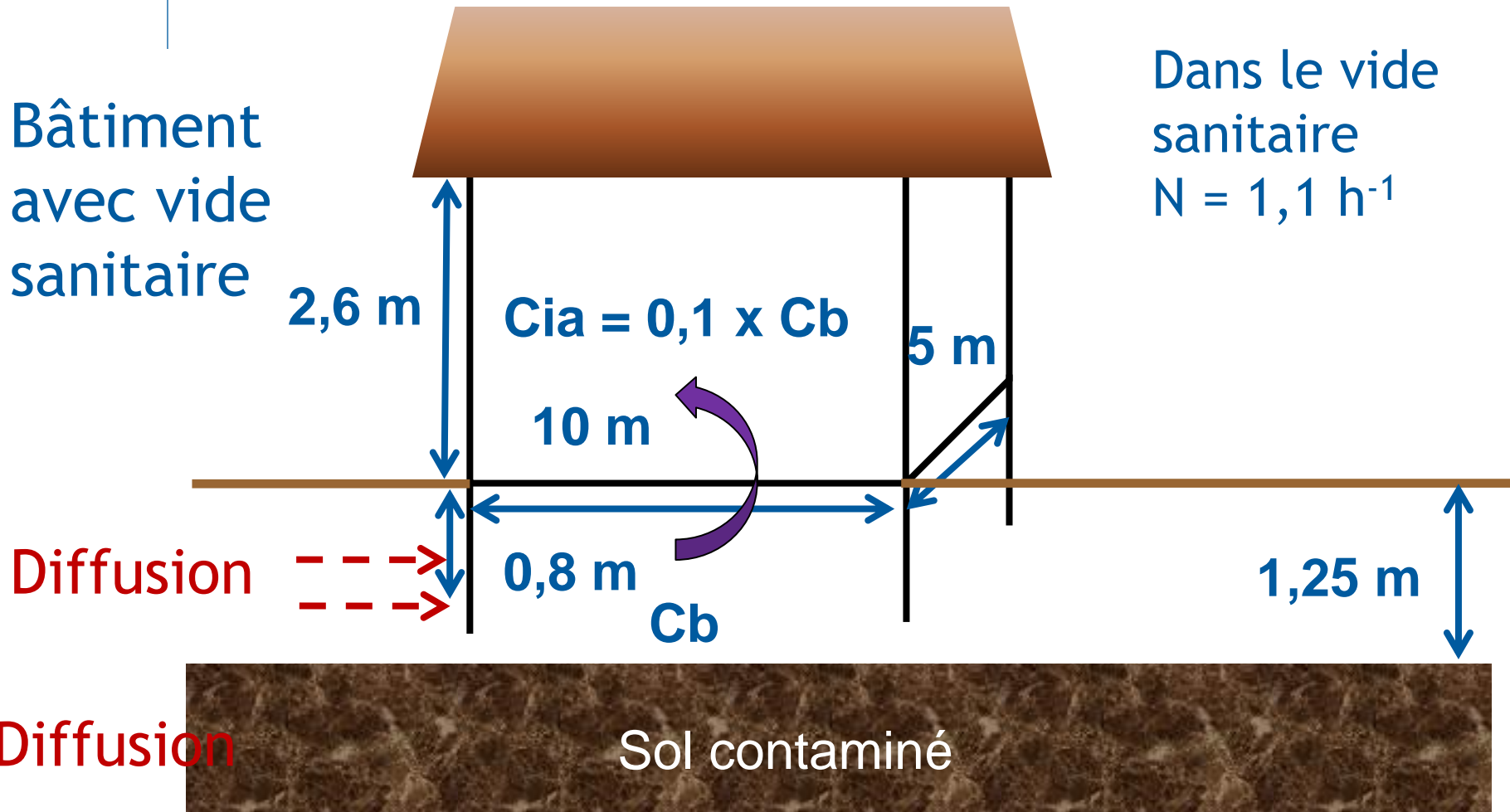


- 1) Inutile de pratiquer une EDR dans S-RISK
- 2) Etre attentif aux teneurs en plomb dans les sols du fait de la toxicité plus élevée avérée

# GRER v2 : modèle RISC-HUMAN (CSOIL)

Bâtiment  
avec vide  
sanitaire

Dans le vide  
sanitaire  
 $N = 1,1 \text{ h}^{-1}$



# GRER v3 : modèle S-RISK (VOLASOIL)

Dilution dans  $V_i + V_b$

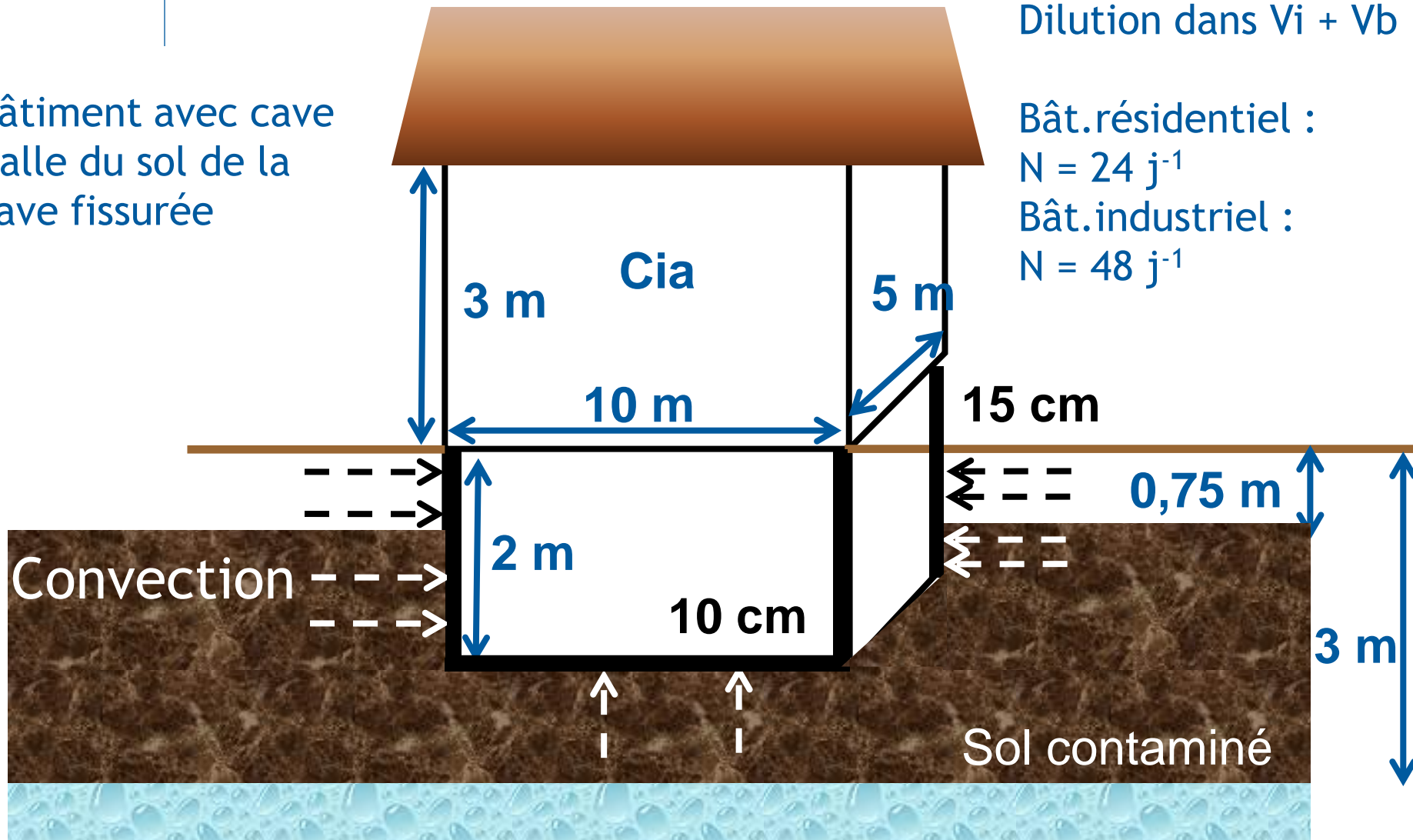
Bât. résidentiel :

$N = 24 \text{ j}^{-1}$

Bât. industriel :

$N = 48 \text{ j}^{-1}$

Bâtiment avec cave  
Dalle du sol de la  
cave fissurée



# SRISK - modèle VOLASOIL (2009)

## Illustration des flux selon la localisation de la pollution

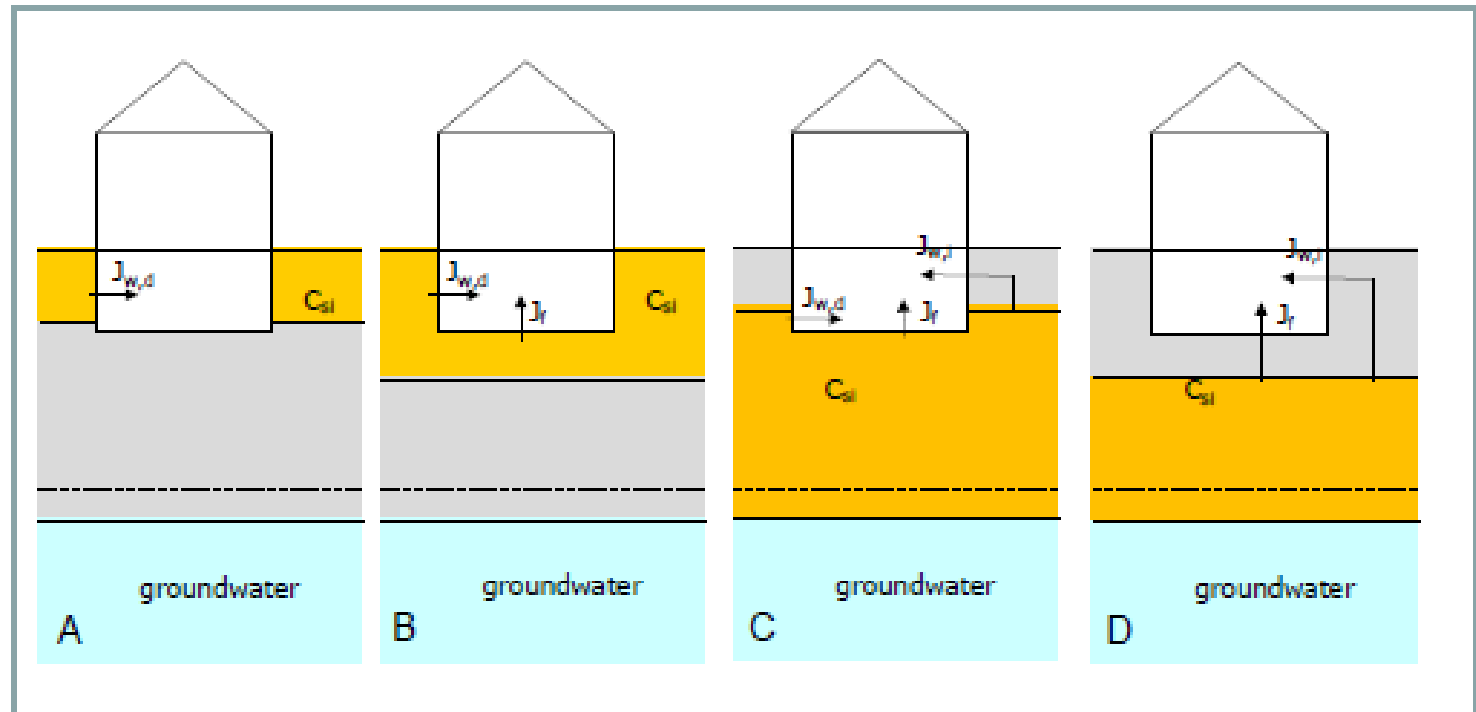


Figure 4: Illustration of indoor contaminant fluxes for typical situations in case of a basement ( $J_{w,d}$ : direct wall flux;  $J_{w,i}$ : indirect wall flux;  $J_f$ : floor flux)



# Est-ce que VOLASOIL conduit à une volatilisation plus élevée que CSOIL ?



Simulation	N°1	N°2	N°3	N°4
Logiciel	RISC-HUMAN	<b>S-RISK</b>	S-RISK	S-RISK
Application	/	Application II Buffer space = 0,75 m	Application II Buffer space = 0,75 m	Application II Buffer space = 0,75 m
[PCE] en mg/kg	26,9	26,9	26,9	26,9
usage	Industriel intérieur	Light industry	Light industry	Light industry
Paramètres Y-X et sols	GRER v2	GRER v2	GRER v2	<b>GRER v3</b>
Bâtiment	Vide sanitaire standard	cave standard	<b>vide sanitaire standard</b>	Cave standard
C <sub>air_int</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	1,17	0,39	0,06	0,16

# Passage de l'application I à l'application II → attention au « buffer space »



Simulation	N° 4	N° 5
Logiciel	S-RISK	S-RISK
Application	Application II Buffer space = 0,75 m (idem application I)	Application II Buffer space = 0,10 m par défaut
[PCE] en mg/kg	26,9	26,9
usage	Light industry	Light industry
Paramètres Y-X	GRER v3	GRER v3
Bâtiment	Avec cave (standard)	Avec cave (standard)
C <sub>air_int</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0,16	0,25





# RISC-HUMAN $\leftrightarrow$ S-RISK

## Différences significatives



	GRER v2	GRER v3
Logiciel	RISC-HUMAN	S-RISK
Paramètres Y-X	Calcule H à partir de Vp et S	Calcule par défaut avec H
Usage standard	Même taux de renouvellement d'air N	Residential : N = 24 j-1 Light industry : N = 48 j-1
Type de bâtiment	Avec vide ventilé et transfert de 10 % dans l'air du RdC	Avec cave et transfert dans l'air du RdC par convection et dilution dans le volume cave + RdC
Paramètres d'exposition : quantité de sol et poussières ingérées	Adulte = 100 mg/j Enfant = 200 mg/j tous usages	Scénario résidentiel : Adulte = 77 mg/j Enfant = 120-150 mg/j  Scénario industriel : Adulte = 26 mg/j

# GRER v3 - volet santé humaine

## Evolution des paramètres Y-X v2/v3

Comparaison des valeurs de M, S, Vp, H, log Kow, log Koc sélectionnées dans GRER v2 et v3

Peu d'écarts constatés à l'exception de :

- 1,1,1-TCA
- cis-1,2-DCE
- chlorure de vinyle

Puis dans une moindre mesure →

- Benzène
- PCE
- TCE

# Evaluation / gestion des risques

## Impact des nouvelles données toxicologiques sur les

VS<sub>H</sub>

Usage résidentiel (mg/kg)	VS (2008)	VSH GRER 02 (2015)	VSH GRER 03 (2017)	Sites concernés?
Arsenic	40	109	2,6	Tous
Cadmium	3	3,1	32,5	Tous
Plomb	200	196	1,41	Tous
Naphtalène	1,7	4,1	3,18	Cokeries, usines à gaz
Benzène	0,2	0,14	0,06	
Tétrachloroéthylène	0,7	0,96	0,15	Nettoyage à sec
Trichlorométhane	0,5	1,5	0,006	Traitement des métaux
Tétrachlorométhane	0,1	0,02	0,04	
Usage industriel (mg/kg)	VS (2008)	VSH GRER 02 (2015)	VSH GRER 03 (2017)	Sites concernés?
Naphtalène	2,5	53	25,2	Cokeries, usines à gaz

# Points à élucider



- Arsenic : définir des valeurs de gestion (actuellement fixées à VS) car teneurs naturelles dans les sols dépassant les VTR, situation similaire dans certains autres pays d'Europe
- Plomb : définir des valeurs de gestion (actuellement fixées à VS) car teneurs naturelles dans les sols dépassant les VTR, situation similaire dans certains autres pays d'Europe, attention à la toxicité avérée plus élevée découverte à partir d'études récentes (effets sur le QI)
- Phénol, cadmium : augmentation de la  $VS_H$  inexpiquée à ce jour
- Mesure de sécurité : si un bâtiment différent du modèle standard a été pris en compte, important de préciser le type de bâtiment. Etude pour approfondir le type de construction conduisant à une plus faible volatilisation, comparaison modélisation/étude FLUXOBAT