



Actualité des sites et sols pollués et thématiques émergentes

Journée technique organisée par le Brgm en concertation avec le MEDDE

Gérer avec ou sans valeurs seuils – retour d'expérience et perspectives de mise en place dans la méthodologie française

MEDDE : D. Gilbert

Brgm : S. Colombano, M. Laurent, D. Hubé, G. Boissard, H. Davarzani, L. Rouvreau



- 1. Introduction**
- 2. Présentation de quelques seuils génériques : possibilités et limites de leurs usages**
- 3. Examen de la méthodologie de gestion des sites pollués dans 3 pays**
- 4. Délimitation des sources de pollution et des sources de pollution maîtrisables : rappel de la journée technique 2012**
- 5. Définition de seuils associés à la présence de produit pur**
- 6. Conclusion**

1. Introduction

- 2. Présentation de quelques seuils génériques : possibilités et limites de leurs usages**
- 3. Examen de la méthodologie de gestion des sites pollués dans 3 pays**
- 4. Délimitation des sources de pollution et des sources de pollution maîtrisables : rappel de la journée technique 2012**
- 5. Définition de seuils associés à la présence de produit pur**
- 6. Conclusion**

Depuis 2007, en France, il n'y a plus aucun repère pour gérer contrairement aux autres pays ?

- > Cette question ne se posait pas jusqu'en 1999 : de 1993 à 1999, recensement des sites pollués à l'aide des VCI/VDSS, classement dans « l'espoir » d'un traitement systématique de tout ce qui posait problème
- > En décembre 1999 : mise en place de la gestion des risques suivant l'usage
- > En février 2007 : la gestion des risques suivant l'usage est pérennisée, mais assortie de modalités de mise en œuvre
- > En juin 2011 : la gestion des sites pollués est normalisée : tous les contextes de gestion sont répertoriés

Cette évolution conduit certains à dire qu'il n'existe plus de repère pour gérer en France

Depuis 2007, en France, il n'y a plus aucun repère pour gérer contrairement aux autres pays ?

> Avant 2007

1 - La gestion des risques suivant l'usage introduite par la circulaire de 1999 :

Source - transfert – cible + EQRS...

2 - Le recensement des sites pollués : les VCI, VDSS

Depuis 2007, en France, il n'y a plus aucun repère pour gérer contrairement aux autres pays ?

1. La gestion des risques suivant l'usage ne constitue plus « un droit à polluer » : « *pas de contact, pas de problème alors je laisse tout en place* » est désormais une époque révolue...
2. Mise en cohérence de la gestion des sols pollués avec la réglementation sur les ICPE, avec les autres législations
3. Les techniques de dépollution et leurs coûts sont désormais au cœur de la gestion
4. Les mesures constructives, les obligations réglementaires liées à la construction doivent être prises en compte,
5. Les valeurs de gestion réglementaires (de l'OMS, au niveau européen et français) en vigueur sur l'eau, l'air, les aliments sont devenues les références premières
6. La prise en compte de l'état des sols et des eaux souterraines au voisinage de site est incontournable

Depuis 2007, en France, il n'y a plus aucun repère pour gérer contrairement aux autres pays ?

7. Un mode d'emploi de l'EQRS est en place
8. Les enjeux de la modélisation et de la mesure in situ ont été clarifiés
9. Pour que les responsables puissent choisir, au moins deux options de gestion doivent leur être proposées : bilan coûts-avantages
10. Chaque option de gestion doit être acceptable sur le plan sanitaire
11. Les choix de gestion doivent se baser sur un bilan environnemental global.

Depuis 2007 :

- **Le Haut Conseil de Santé Publique fixe des valeurs repères**
- **L'OQAI a produit des états des lieux utilisables pour la gestion des sols pollués**
- **Les données du RNQS**



Depuis 2007, en France, il n'y a plus aucun repère pour gérer contrairement aux autres pays ?

Le ministère a donc demandé au BRGM de :

- > Définir des valeurs de gestion sur les sols**
- > Faire un point sur les valeurs en vigueur dans les autres pays**
- > Définir des valeurs qui permettent d'identifier les « sources sols »**

1. Introduction

2. Présentation de quelques seuils génériques : possibilités et limites de leurs usages

3. Examen de la méthodologie de gestion des sites pollués dans 3 pays

4. Délimitation des sources de pollution et des sources de pollution maîtrisables : rappel de la journée technique 2012

5. Définition de seuils associés à la présence de produit pur

6. Conclusion

Exemple 1 : variations de mesures constructives

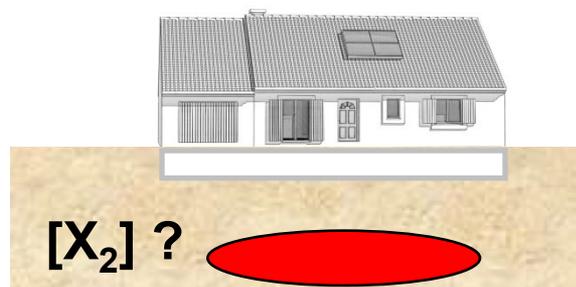
Objectif : [TCE] = 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dans les lieux de vie - HCSP)

→ Quelles concentrations dans les gaz des sols ?

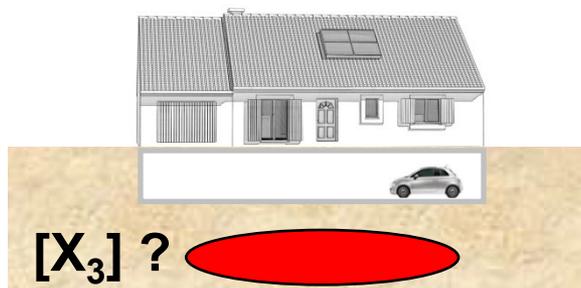
1 : Habitation individuelle -
Plain-pied



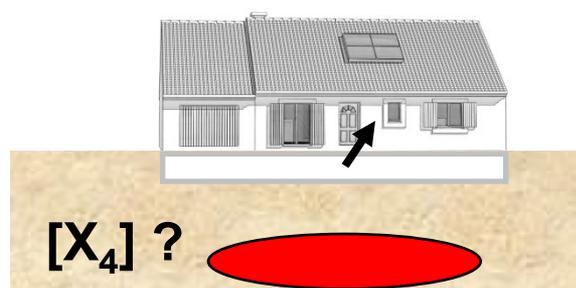
2 : Habitation individuelle -
Vide sanitaire ventilé



3 : Habitation individuelle -
Garage en R-1



4 : Habitation individuelle -
Vide sanitaire ventilé (dalle fissurée)

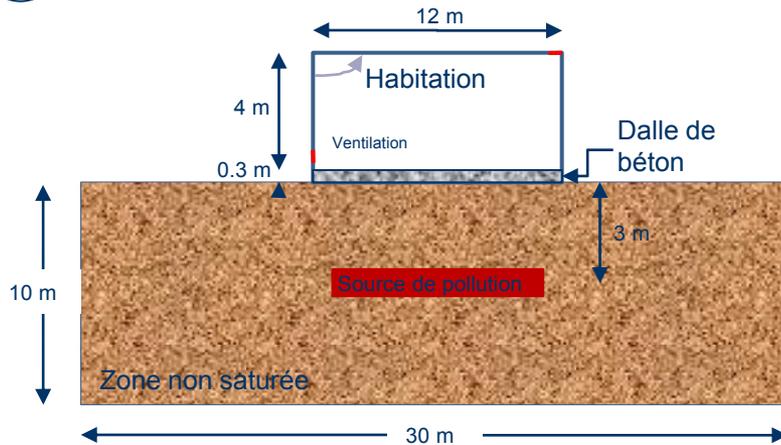


Hypothèses

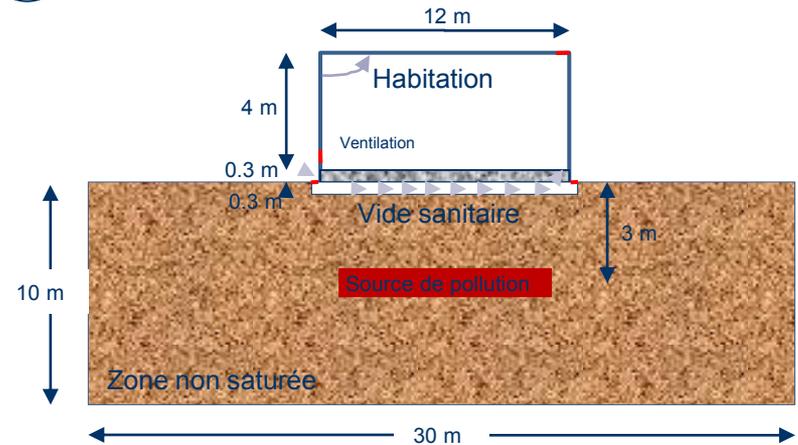
- > Logiciel COMSOL
- > Source de pollution infinie : TCE
- > Zone non-saturée homogène
- > Teneur en matière organique : 0 mg/kg
- > Teneur en eau : 0 %
- > Concentration de pollution en équilibre avec l'air du sol (concentration de vapeur saturante)
- > Conditions normales de température et de pression
- > Perméabilité de la dalle de béton = $3 \times 10^{-18} \text{ m}^2$
- > Perméabilité du sol = 10^{-12} m^2

Géométrie simplifiée

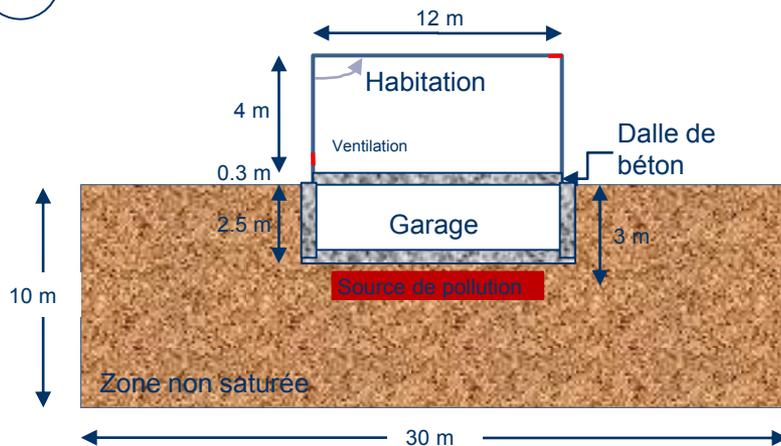
1 Habitation individuelle - Plain-pied



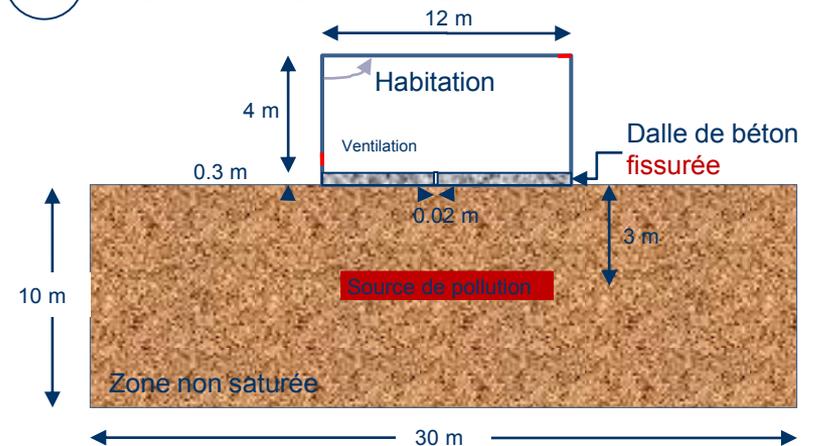
2 Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé



3 Habitation individuelle - Garage en R-1



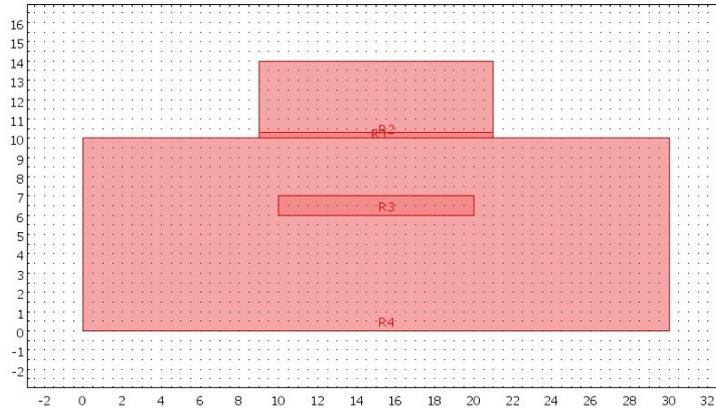
4 Habitation individuelle - Plain-pied avec fissure de la dalle de béton



Introduction de la géométrie dans COMSOL

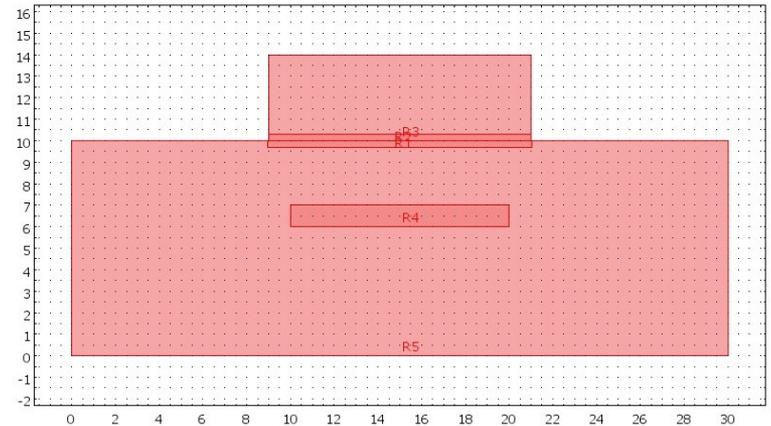
1

Habitation individuelle - Plain-pied



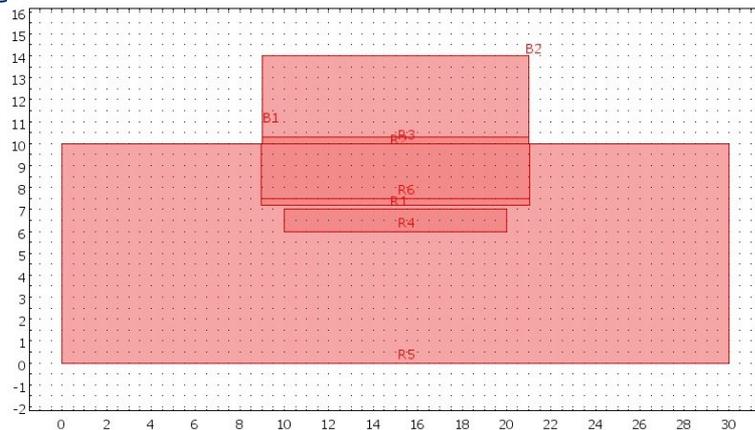
2

Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé



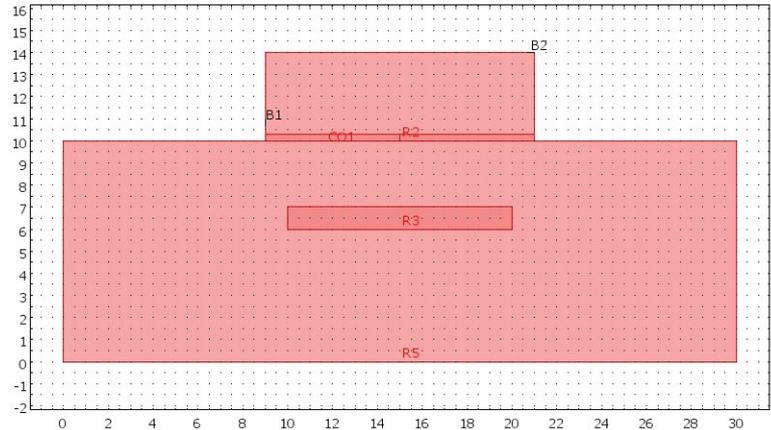
3

Habitation individuelle - Garage en R-1



4

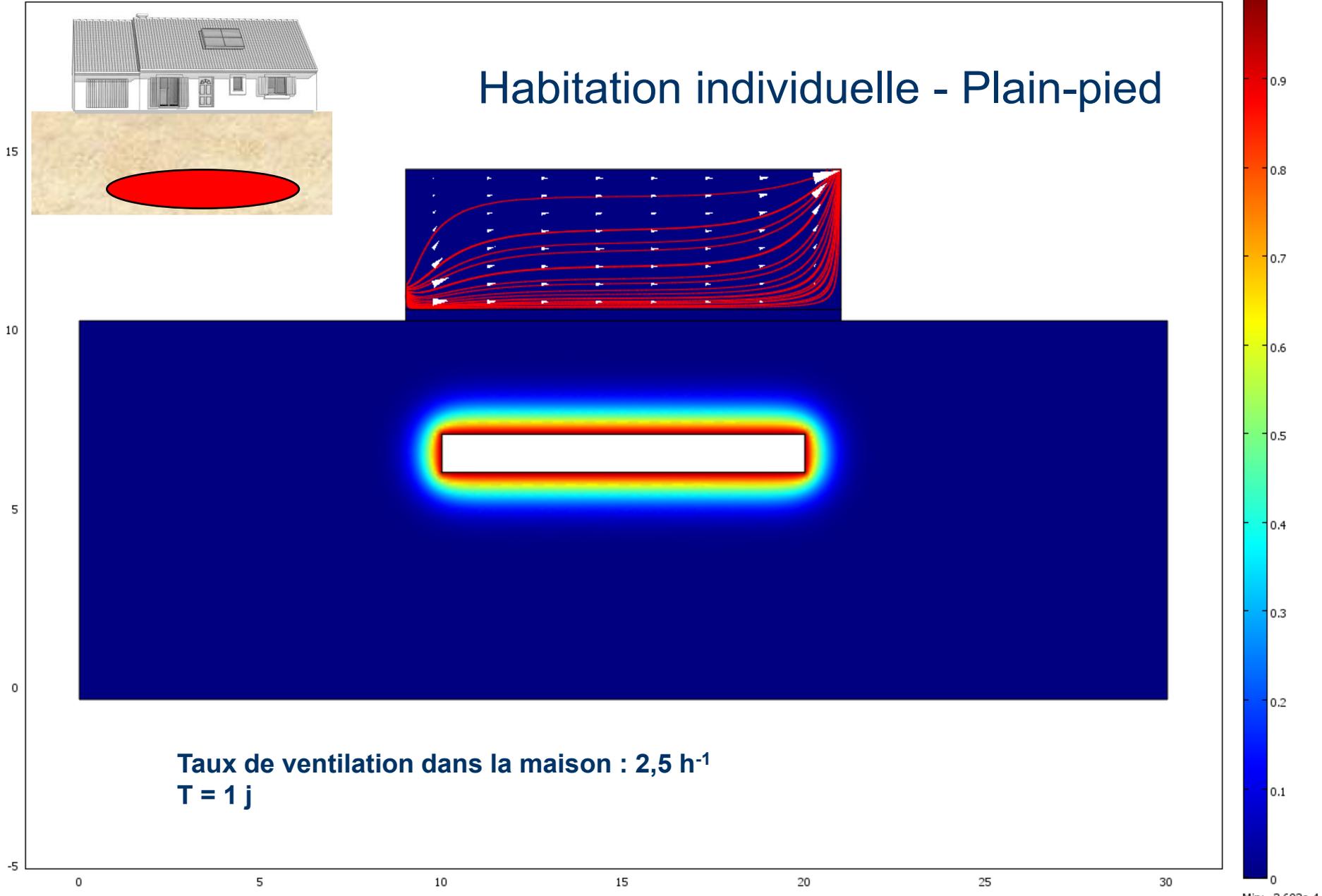
Habitation individuelle - Plain-pied avec fissure de la dalle de béton



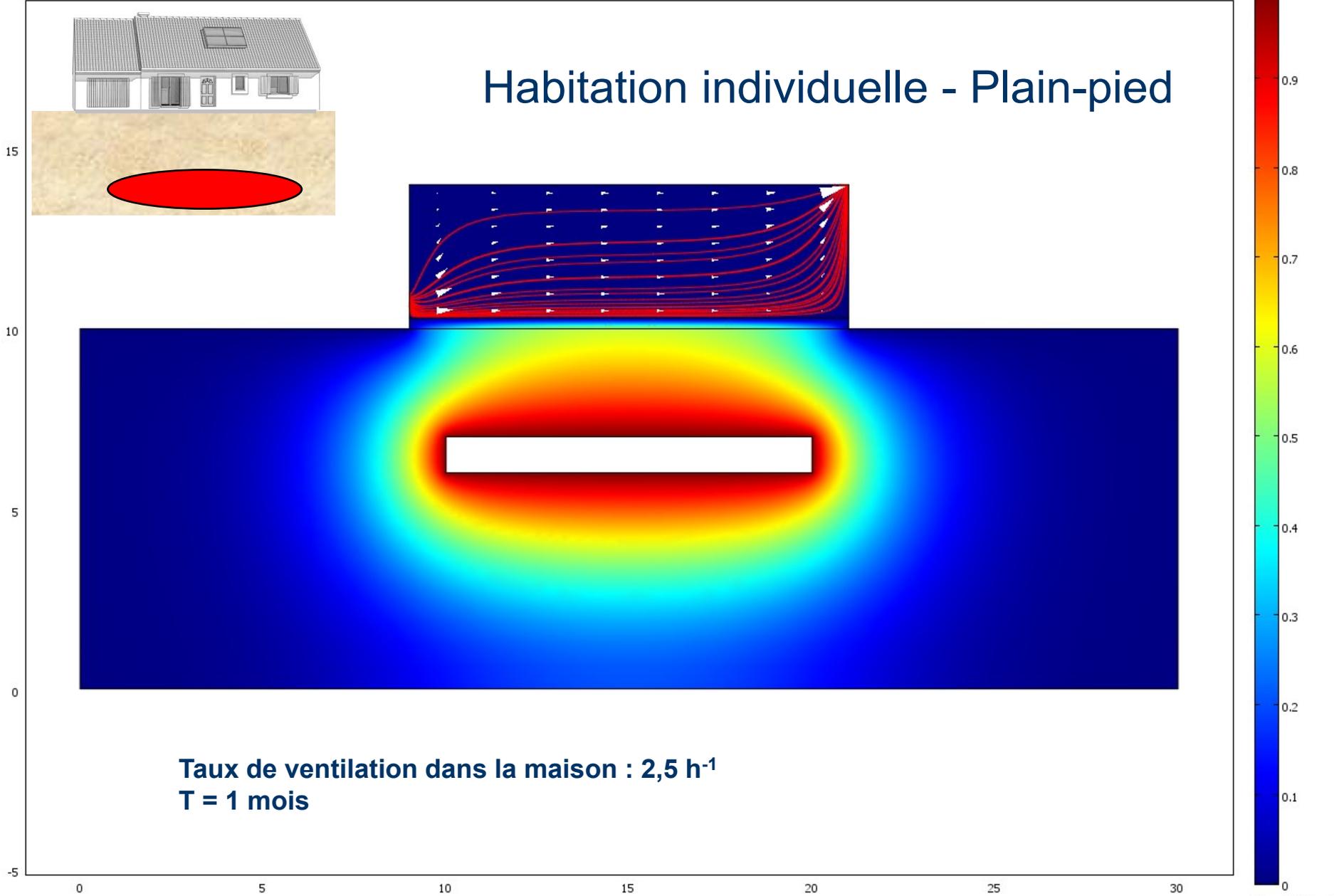
Direction D3E / Unité 3SP

vendredi 22 novembre 2013

Habitation individuelle - Plain-pied



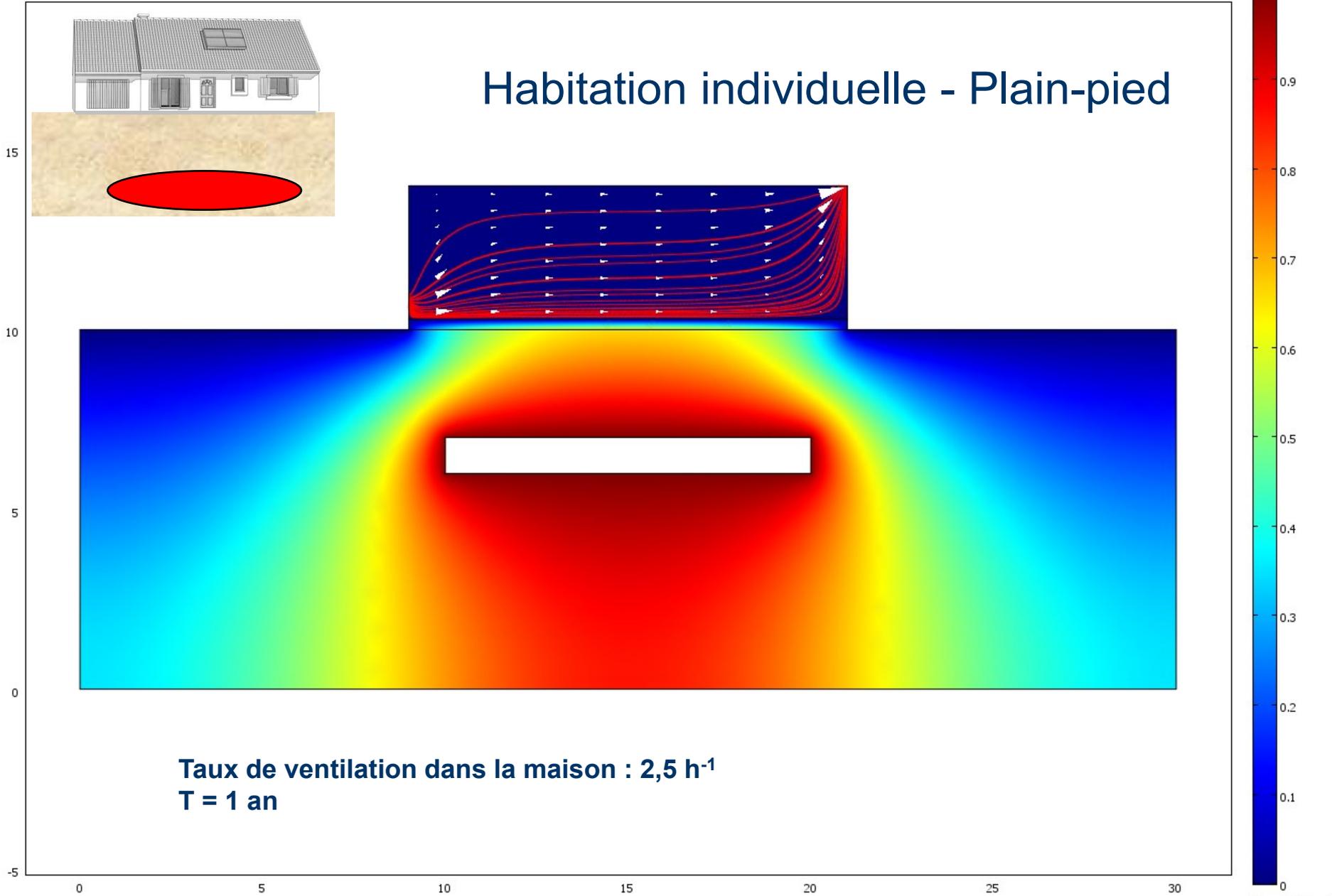
Habitation individuelle - Plain-pied



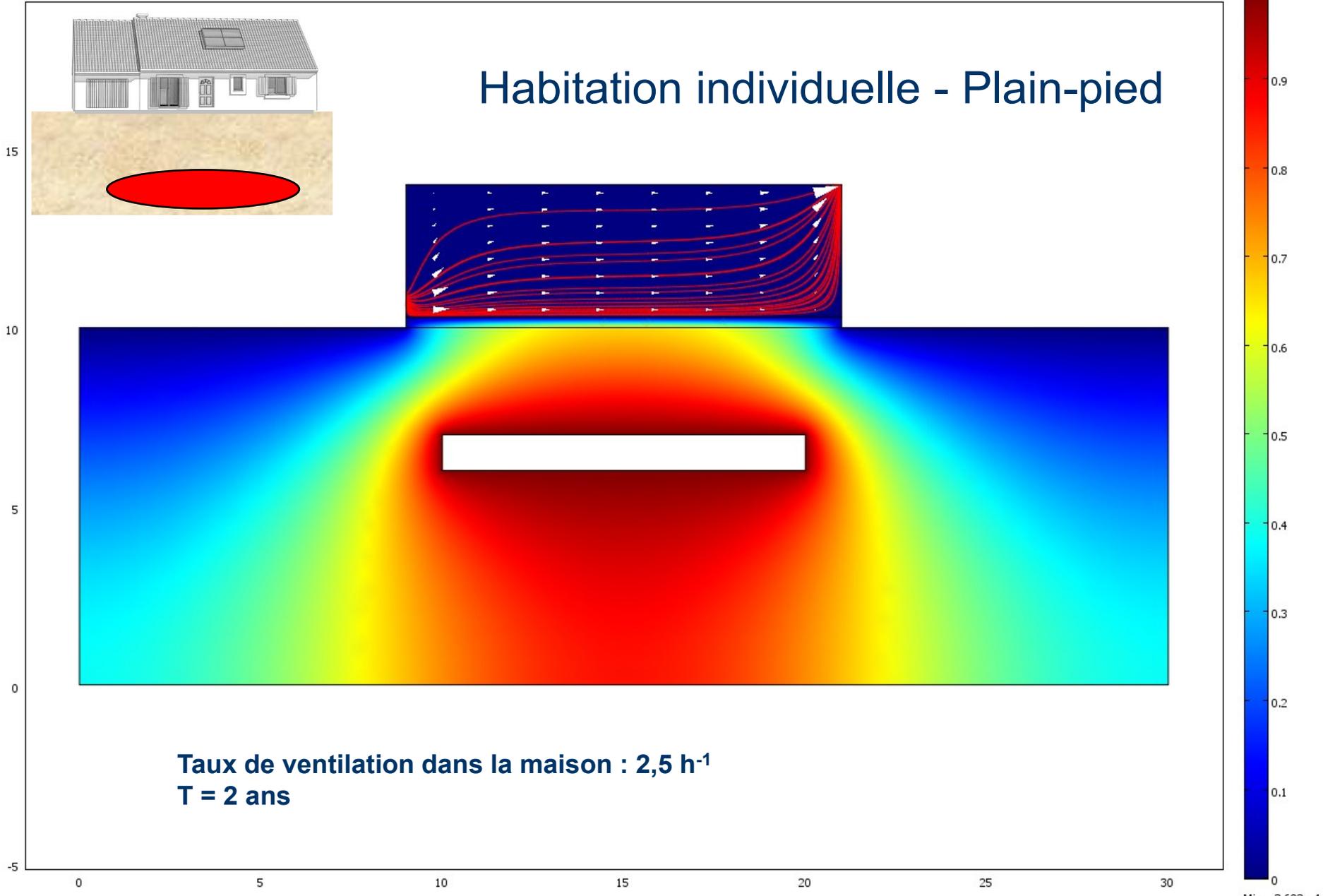
Taux de ventilation dans la maison : $2,5 \text{ h}^{-1}$
T = 1 mois

Time=3.1536e7
Surface: c/c0 [mol/m³] Arrow: Velocity field Streamline: [U, V]

Habitation individuelle - Plain-pied

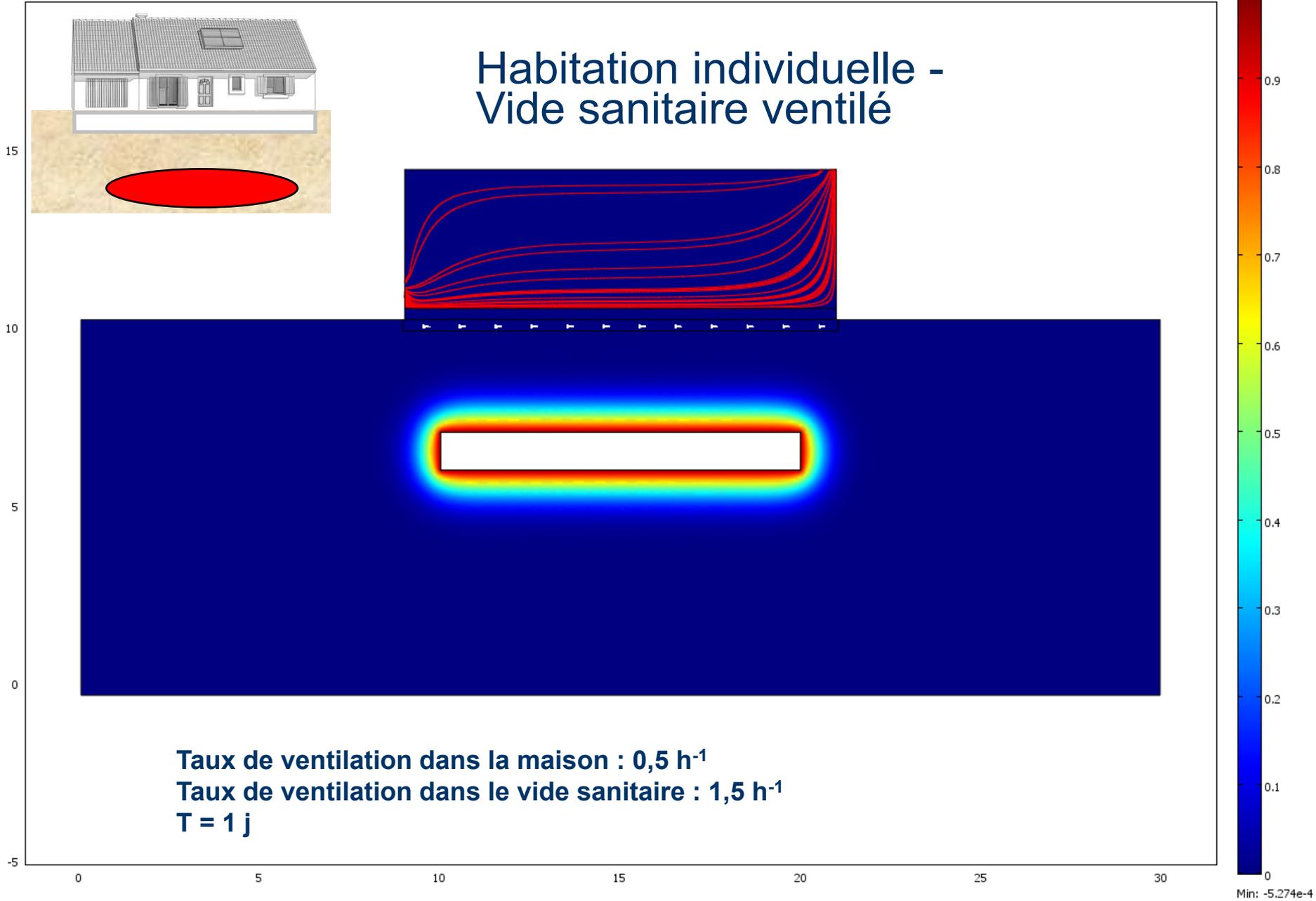


Habitation individuelle - Plain-pied



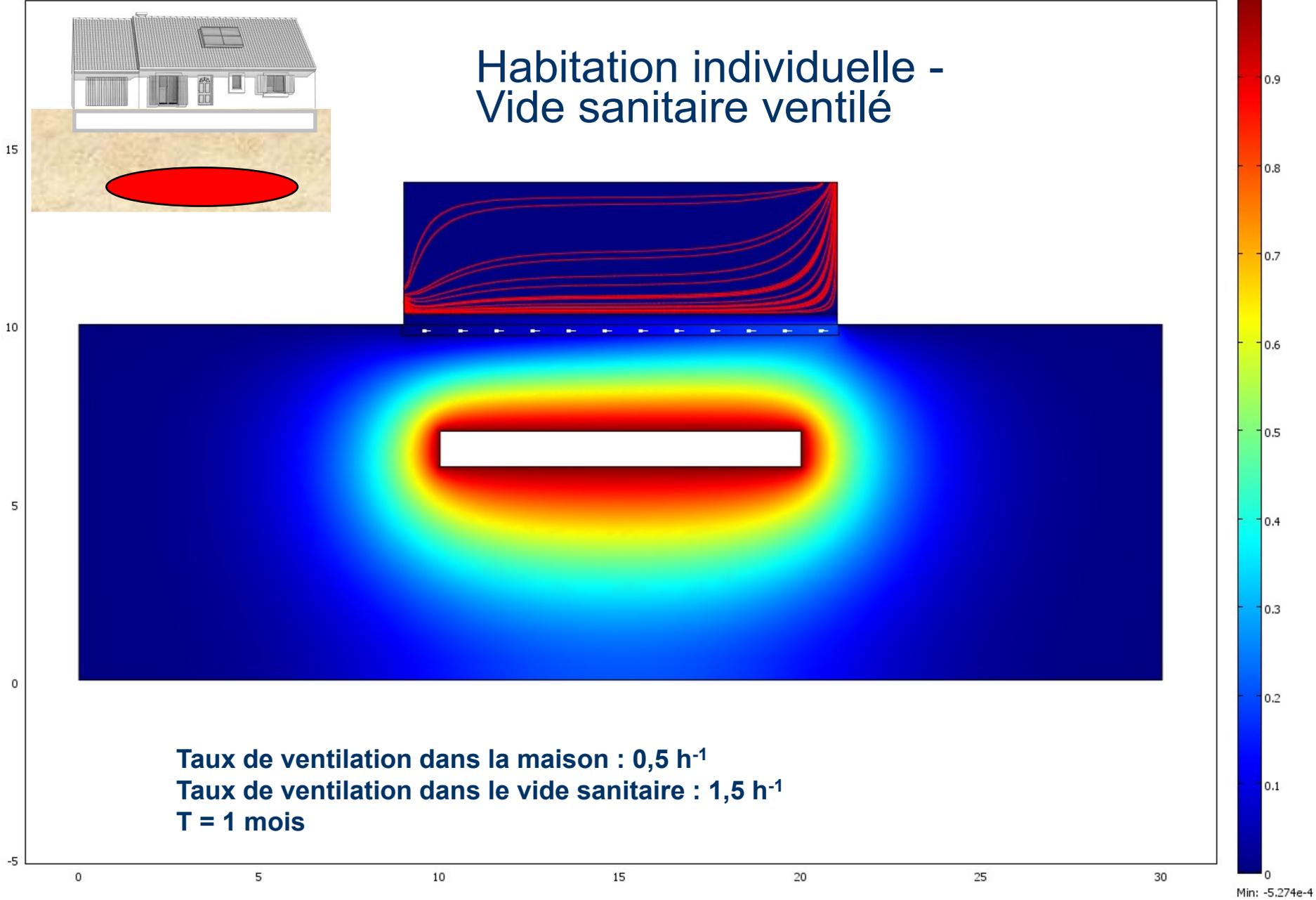
Time=86400
Surface: c/c0 [mol/m³] Arrow: [Us, Vs] Streamline: [U, V]

Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé



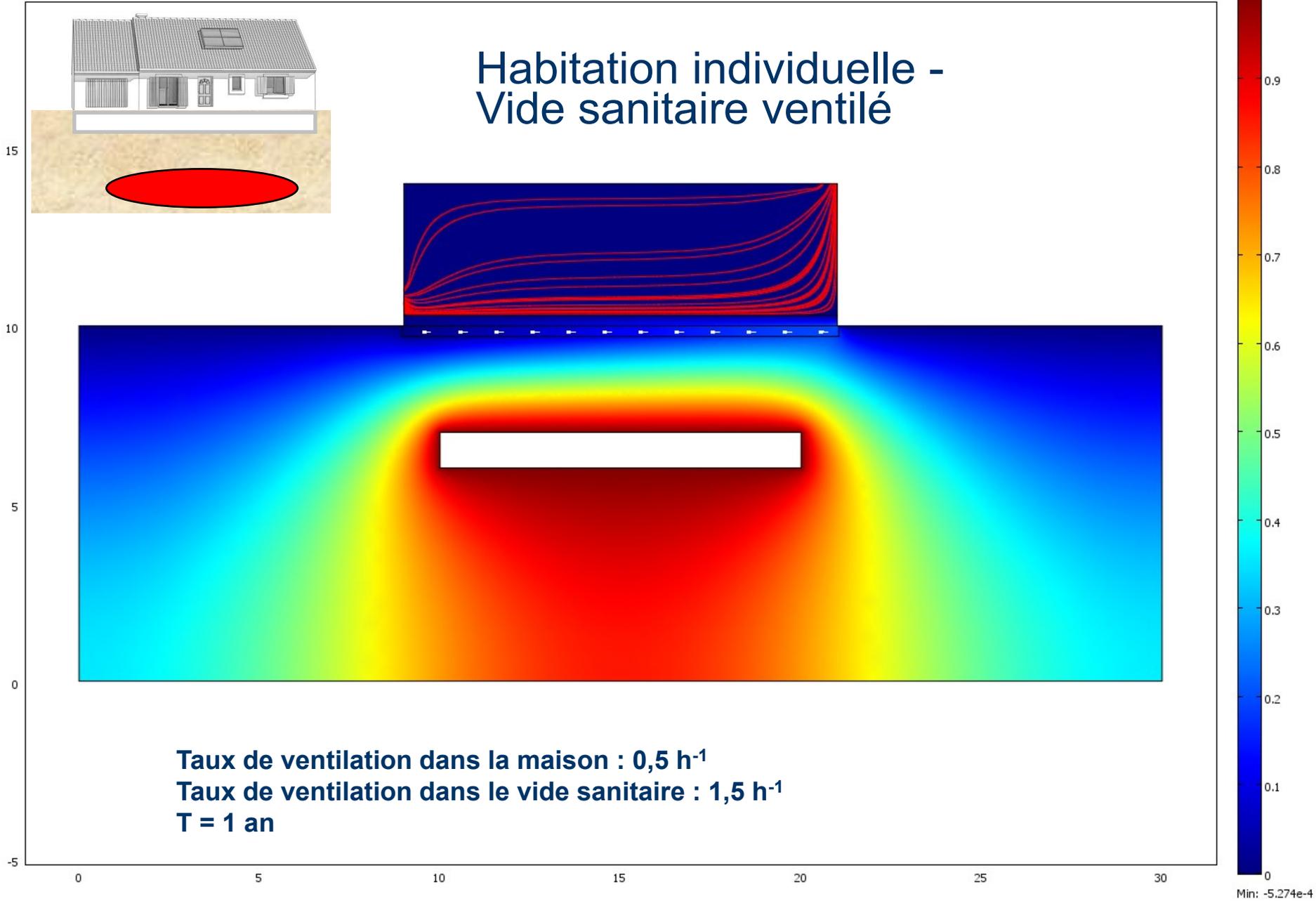
Time=2.592e6
Surface: c/c0 [mol/m³] Arrow: [Us, Vs] Streamline: [U, V]

Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé



Time=3.1536e7
Surface: c/c0 [mol/m³] Arrow: [Us, Vs] Streamline: [U, V]

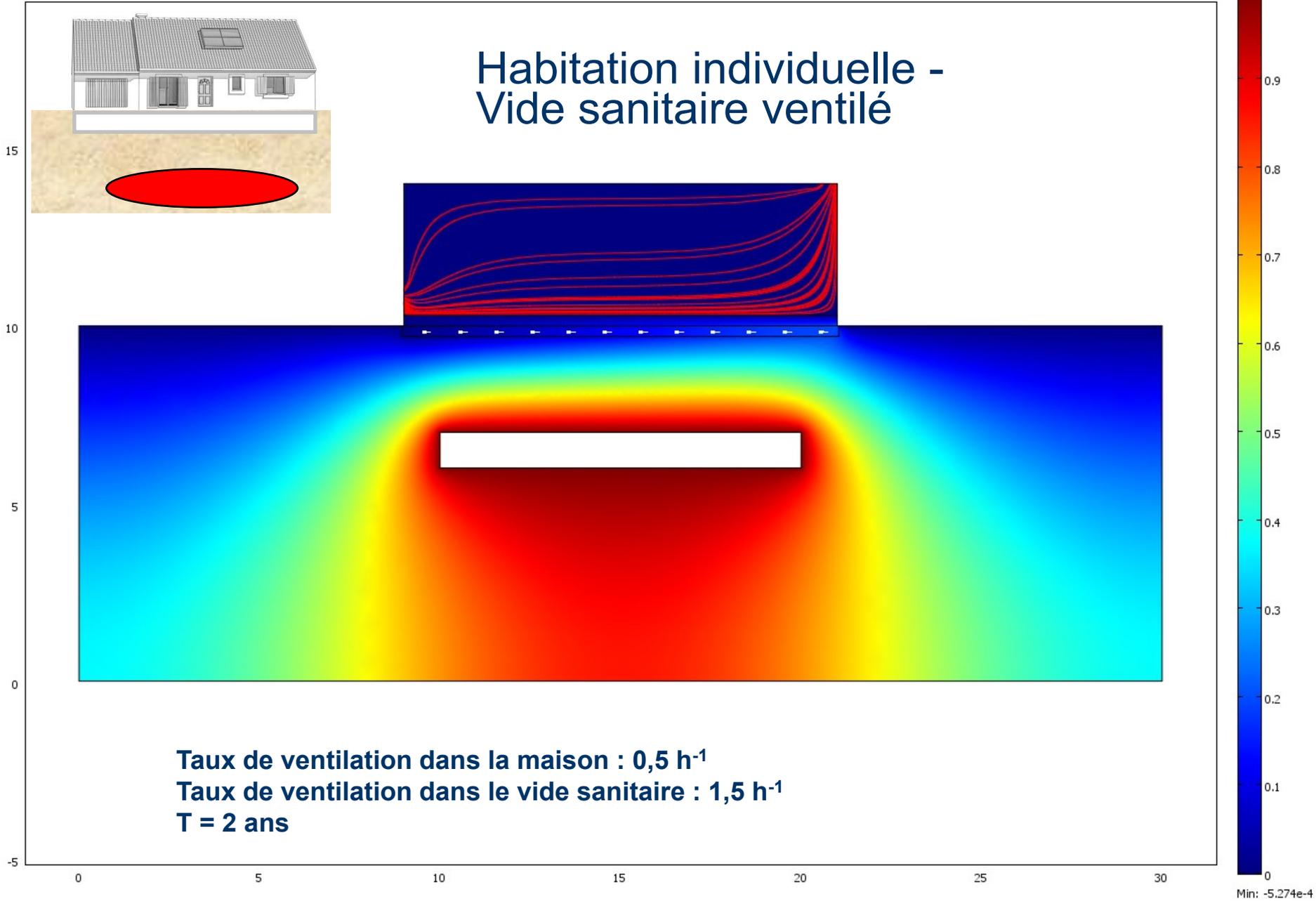
Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé



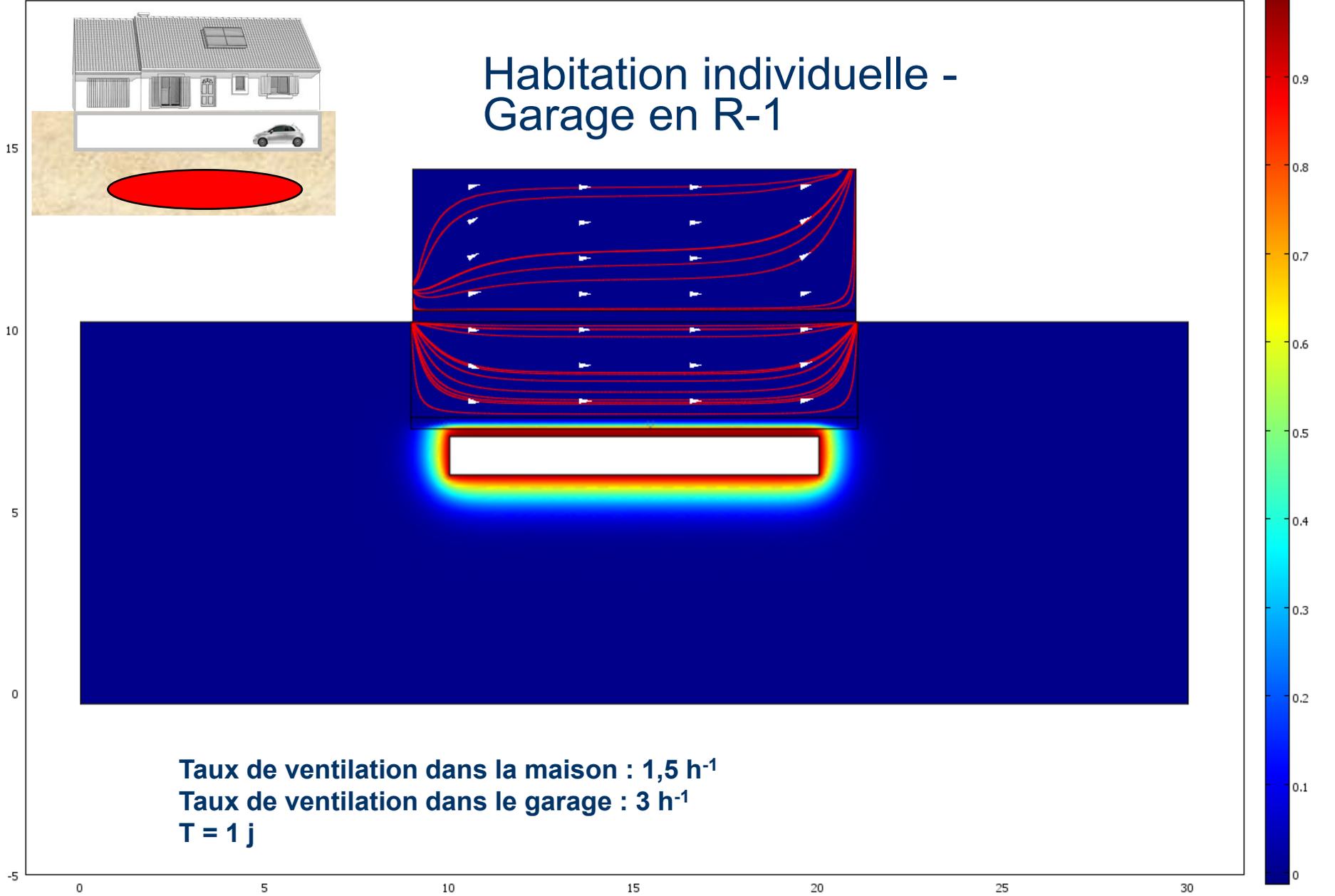
Time=6.3072e7

Surface: c/c0 [mol/m³] Arrow: [Us, Vs] Streamline: [U, V]

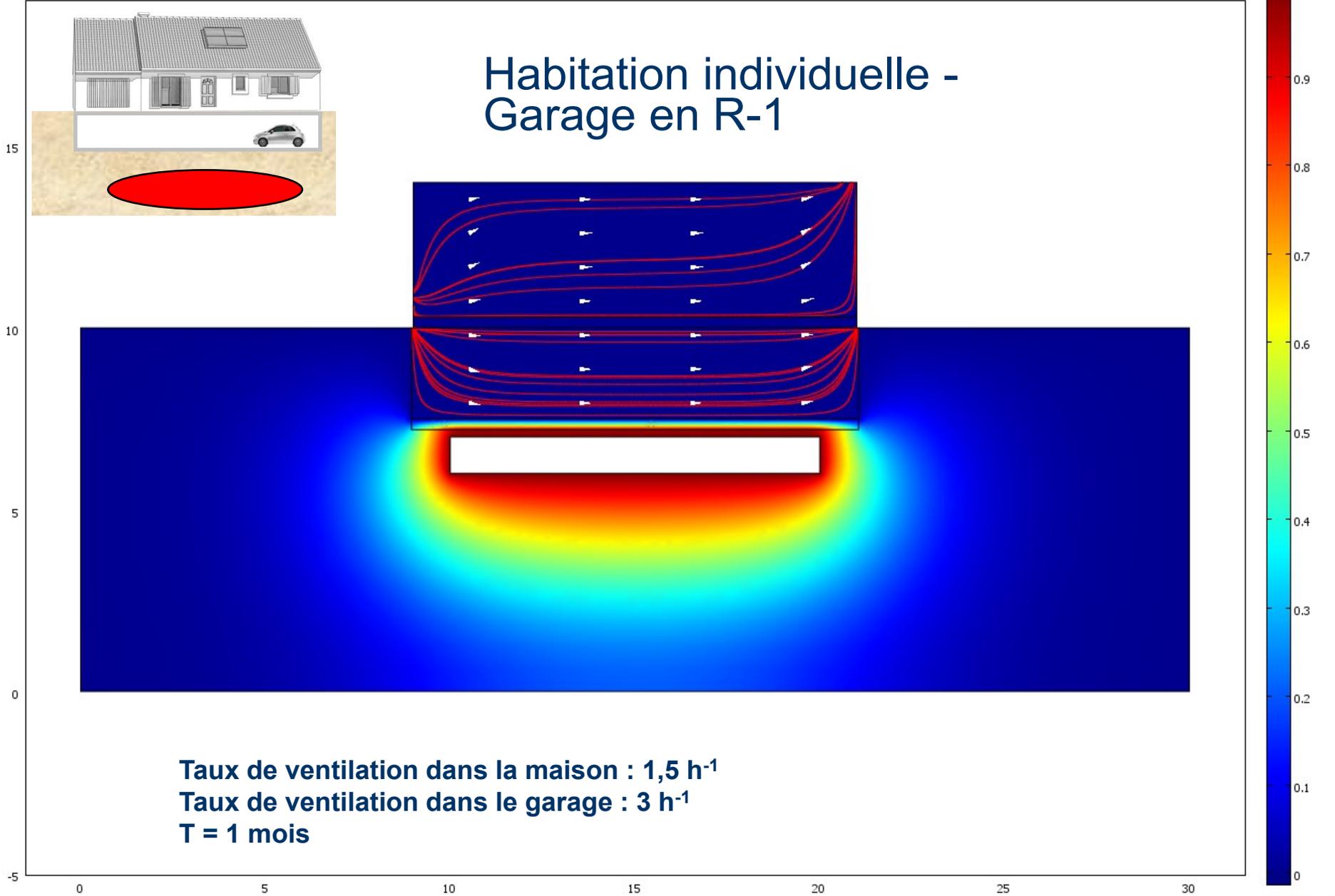
Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé



Habitation individuelle - Garage en R-1

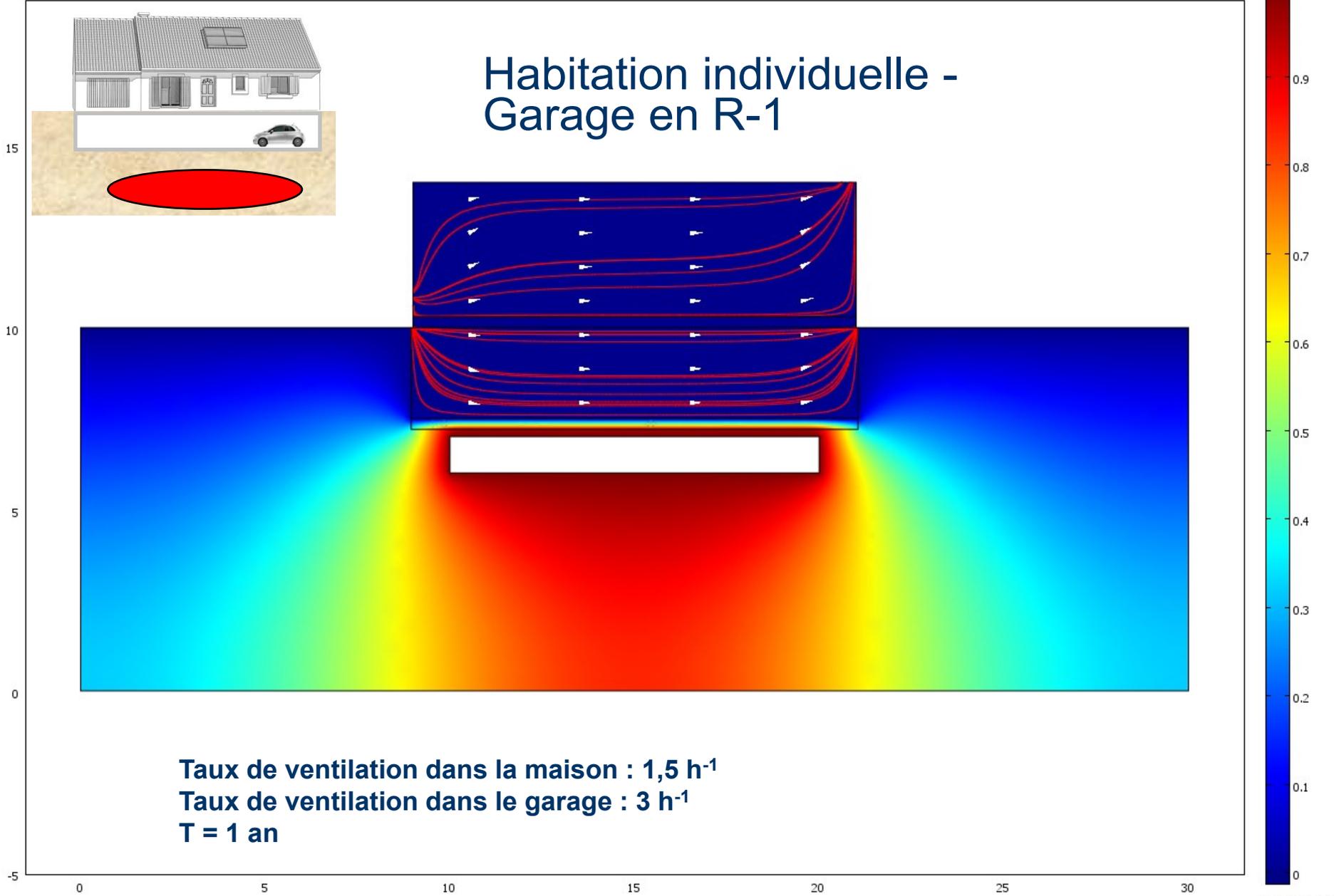


Habitation individuelle - Garage en R-1

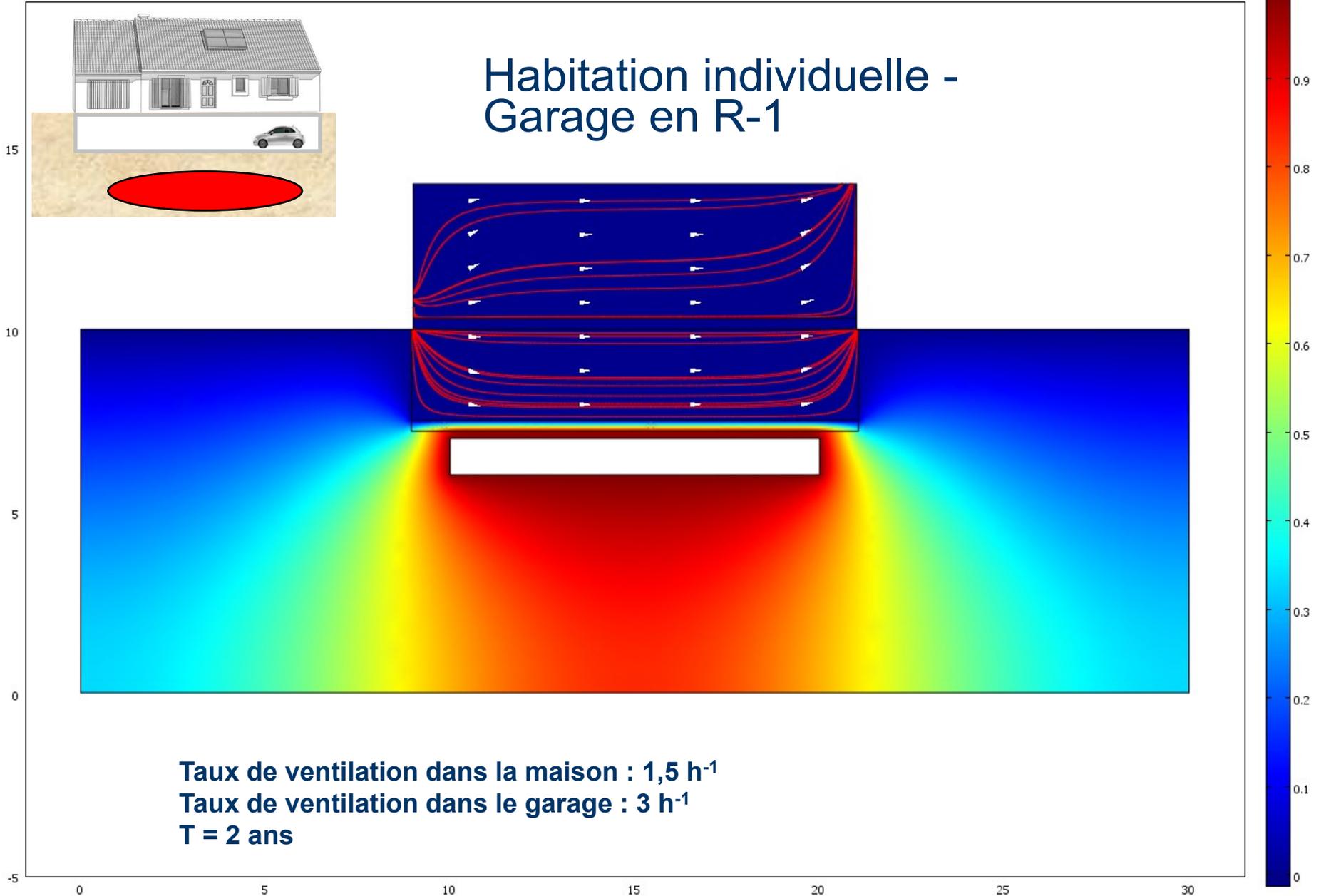


Taux de ventilation dans la maison : 1,5 h⁻¹
Taux de ventilation dans le garage : 3 h⁻¹
T = 1 mois

Habitation individuelle - Garage en R-1



Habitation individuelle - Garage en R-1



Taux de ventilation dans la maison : 1,5 h⁻¹
Taux de ventilation dans le garage : 3 h⁻¹
T = 2 ans

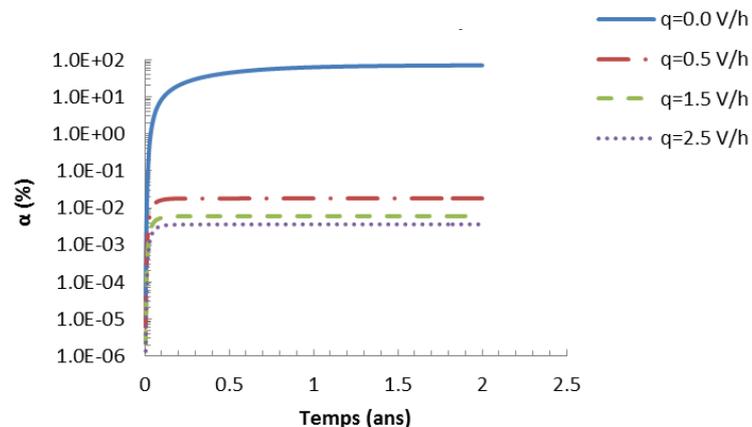
Résultats

$$\alpha = (C/Co) * 100$$

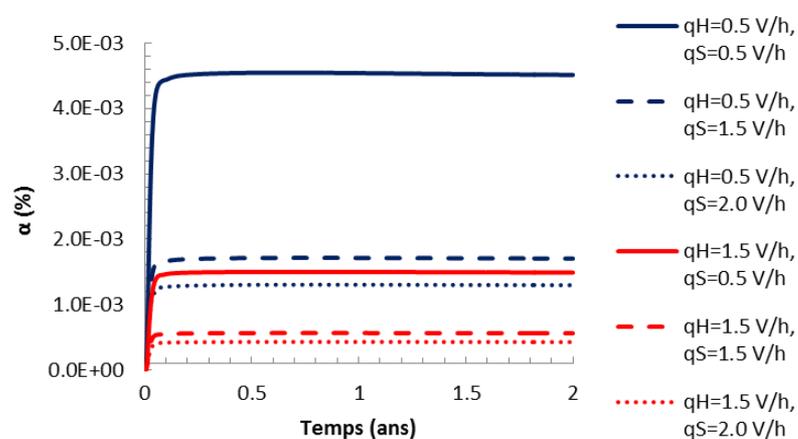
C : concentration dans l'habitation à 1,7 m de hauteur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Co = concentration initiale à la source ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

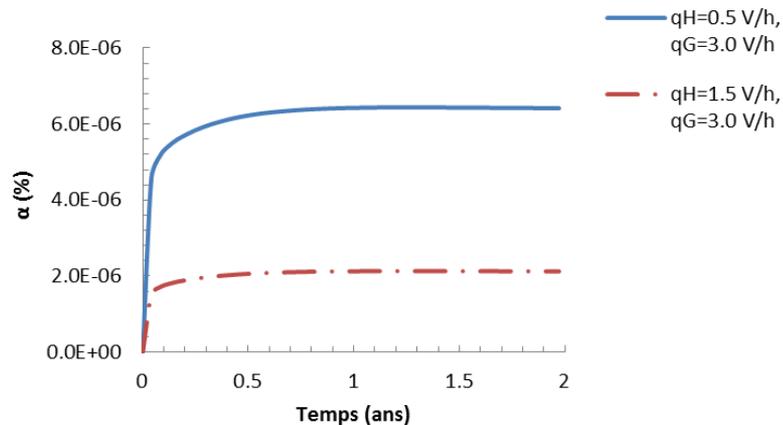
1 Habitation individuelle - Plain-pied



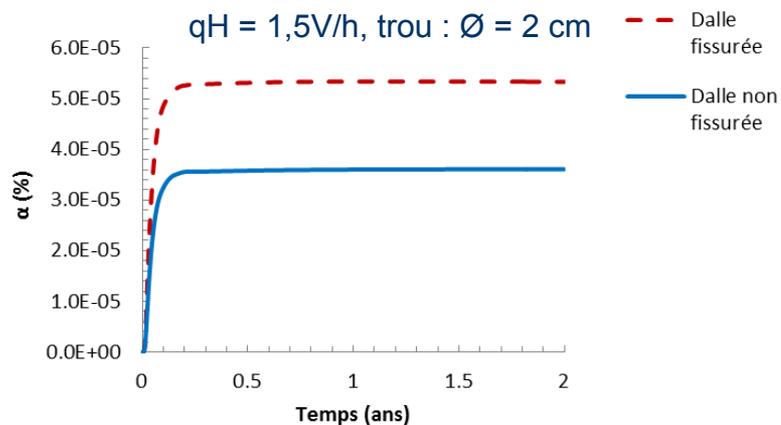
2 Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé



3 Habitation individuelle - Garage en R-1

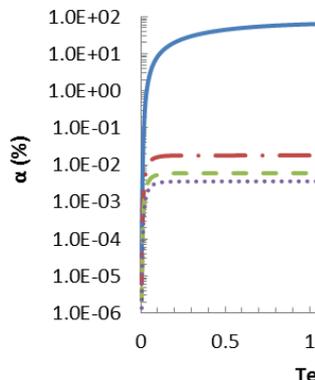


4 Habitation individuelle - Plain-pied avec fissure de la dalle de béton

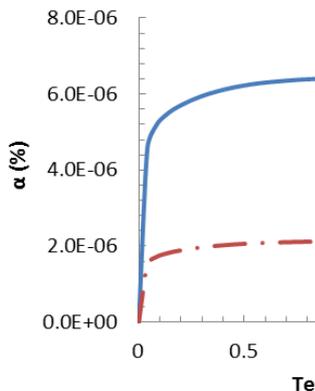


Résultats

1 Habitation individuelle - Plain-pied



3 Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé

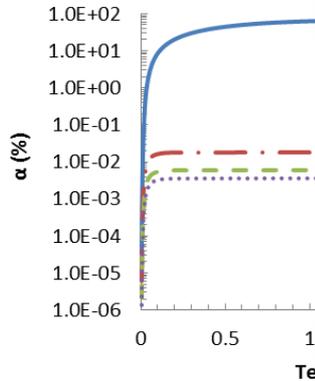


Habitation individuelle - Plain-pied				
	Taux de ventilation			
	q=0.0 V/h	q=0.5 V/h	q=1.5 V/h	q=2.5 V/h
C/Co	70,9	0,0182	0,0060	0,0036
C (µg/m ³)	2,8	11 012,4	33 216,9	55 421,0
Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé				
	Taux de ventilation			
	qH=0.5 V/h qS=2.0 V/h	qH=1.5 V/h qS=0.5 V/h	qH=1.5 V/h qS=1.5 V/h	qH=1.5 V/h qS=2.0 V/h
C/Co	0,0013	0,0015	0,0006	0,0004
C (µg/m ³)	154 082,4	134 147,2	355 195,5	466 483,4
Habitation individuelle - Garage en R-1				
	Taux de ventilation			
	qH=0.5 V/h qG=3.0 V/h	qH=1.5 V/h qG=3.0 V/h		
C/Co	6,41797E-06	2,12349E-06		
C (µg/m ³)	31 162 480,2	94 184 449,3		
Habitation individuelle - Plain-pied avec fissure de la dalle de béton				
	Taux de ventilation			
	qH=0.5 V/h qS=1.5 V/h	Pas de de fissure	qH=0.5 V/h qS=1.5 V/h	Fissure
C/Co	3,04E-04	1,70E-03		
C (µg/m ³)	656 834,5	117 335,2		

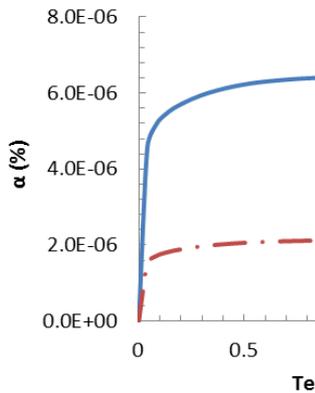
n³)
 Utilisé
 v/h,
 V/h
 v/h,
 V/h
 v/h,
 V/h
 v/h,
 V/h
 v/h,
 V/h
 e
 on
 e
 > 27

Résultats

1 Habitation indiv



3 Habitation indiv



Habitation individuelle - Plain-pied

	Taux de ventilation			
	q=0.0 V/h	q=0.5 V/h	q=1.5 V/h	q=2.5 V/h
C/Co	70,9	0,0182	0,0060	0,0036
C (µg/m ³)	2,8	11 012,4	33 216,9	55 421,0

Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé

	Taux de ventilation			
	qH=0.5 V/h qS=2.0 V/h	qH=1.5 V/h qS=0.5 V/h	qH=1.5 V/h qS=1.5 V/h	qH=1.5 V/h qS=2.0 V/h
C/Co	0,0013	0,0015	0,0006	0,0004
C (µg/m ³)	154 082,4	134 147,2	355 195,5	466 483,4

Habitation individuelle - Garage en R-1

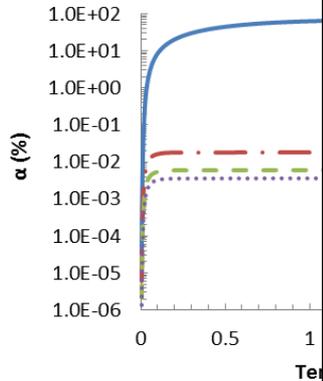
	Taux de ventilation	
	qH=0.5 V/h qG=3.0 V/h	qH=1.5 V/h qG=3.0 V/h
C/Co	6,41797E-06	2,12349E-06
C (µg/m ³)	31 162 480,2	94 184 449,3

Habitation individuelle - Plain-pied avec fissure de la dalle de béton

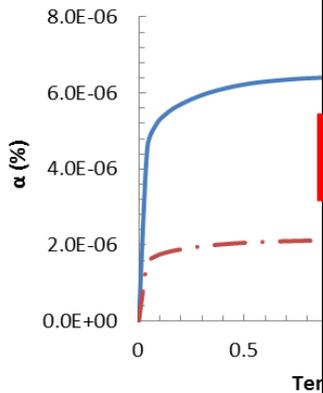
	Taux de ventilation			
	qH=0.5 V/h	Pas de de fissure	qH=0.5 V/h	Fissure
	qS=1.5 V/h		qS=1.5 V/h	
C/Co	3,04E-04		1,70E-03	
C (µg/m ³)	656 834,5		117 335,2	

Résultats

1 Habitation indiv



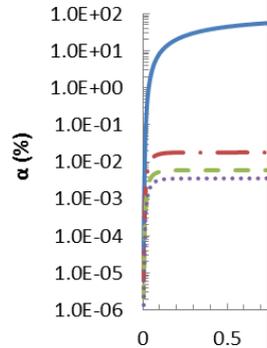
3 Habitation indiv



Habitation individuelle - Plain-pied				
	Taux de ventilation			
	q=0.0 V/h	q=0.5 V/h	q=1.5 V/h	q=2.5 V/h
C/Co	70,9	0,0182	0,0060	0,0036
C (µg/m ³)	2,8	11 012,4	33 216,9	55 421,0
Habitation individuelle - Vide sanitaire ventilé				
	Taux de ventilation			
	qH=0.5 V/h qS=2.0 V/h	qH=1.5 V/h qS=0.5 V/h	qH=1.5 V/h qS=1.5 V/h	qH=1.5 V/h qS=2.0 V/h
C/Co	0,0013	0,0015	0,0006	0,0004
C (µg/m ³)	154 082,4	134 147,2	355 195,5	466 483,4
Habitation individuelle - Garage en R-1				
	Taux de ventilation		Taux de ventilation	
	qH=0.5 V/h qG=3.0 V/h	qH=1.5 V/h qG=3.0 V/h	qH=1.5 V/h qG=3.0 V/h	qH=1.5 V/h qG=3.0 V/h
C/Co	6,41797E-06	2,12349E-06	2,12349E-06	2,12349E-06
C (µg/m ³)	31 162 480,2	94 184 449,3	94 184 449,3	94 184 449,3
Habitation individuelle - Plain-pied avec fissure de la dalle de béton				
	Taux de ventilation			
	qH=0.5 V/h qS=1.5 V/h	Pas de de fissure	qH=0.5 V/h qS=1.5 V/h	Fissure
C/Co	3,04E-04		1,70E-03	
C (µg/m ³)	656 834,5		117 335,2	

Résultats

1 Habitation individuelle

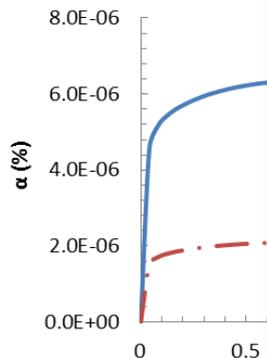


> Hypothèses de départ identiques :

- concentrations
- contexte (hydro)géologique

> Changements uniquement des hypothèses des mesures constructives

3 Habitation individuelle



Quelles valeurs dans les gaz des sols ?

> Nécessité :

- De bien connaître les caractéristiques des bâtiments
- D'être sécuritaire

Exemple 2 : prise en compte du contexte local (gaz)

Objectif : [Benzène] = 2 µg/m³ (dans les lieux de vie - HCSP)

→ Quelles concentrations dans les gaz des sols ?

- > Johnson and Ettinger
- > Source de pollution : Benzène
- > Distance source de pollution-habitation : 3 m
- > Taux de ventilation : 12 j⁻¹

Building Parameters

Cross-sect. area of basement (m ²).	1.50E+02
Volume of building (m ³).	4.00E+02
Number of air changes per day.	12.
Foundation thickness (m)	0.15
Length of foundation perimeter (m)	50.
Depth of foundation (m).	2.0
Pressure difference (g/cm-s ²).	10.
Fraction of cracks (cm ³ /cm ³)	1.00E-03
Porosity in cracks (-)	0.25
Water content in cracks (-).	0.0
Permeability of soil to vapors (cm ²)	1.00E-09
Viscosity of air is assumed to be [g/cm-2]	1.80E-04

***Volumetric flow rate of soil gas into building
***will be estimated from above input parameters.

Calculated crack width (cm).	0.30
Flow rate of soil gas into building (cm ³ /s)	0.24

CHEMICAL DATA FOR: Benzene

Diffusion coefficient in air (cm ² /s)	8.80E-02
Diffusion coefficient in water (cm ² /s)	9.80E-06
Solubility (mg/l)	1.75E+03
Vapor pressure (mmHg)	95.
KOC (L/kg).	59.
Henry's Law coefficient (-).	0.23
Molecular weight (g/mol).	78.

Parameters	Gravel	Sand	Silty Loam	Clay
Soil Gaz Source concentrations (mg/m ³)	80	80	80	80
Total Porosity (cm ³ /cm ³)	0,3	0,3	0,35	0,45
Water Content	0,1	0,12	0,22	0,4
Concentrations in buildings (mg/m ³)	2,01E-03	1,99E-03	1,58E-03	1,97E-04

Direction D3E / Unité 3SP

vendredi 22 novembre 2013

→ Quelles concentrations dans les sols ?

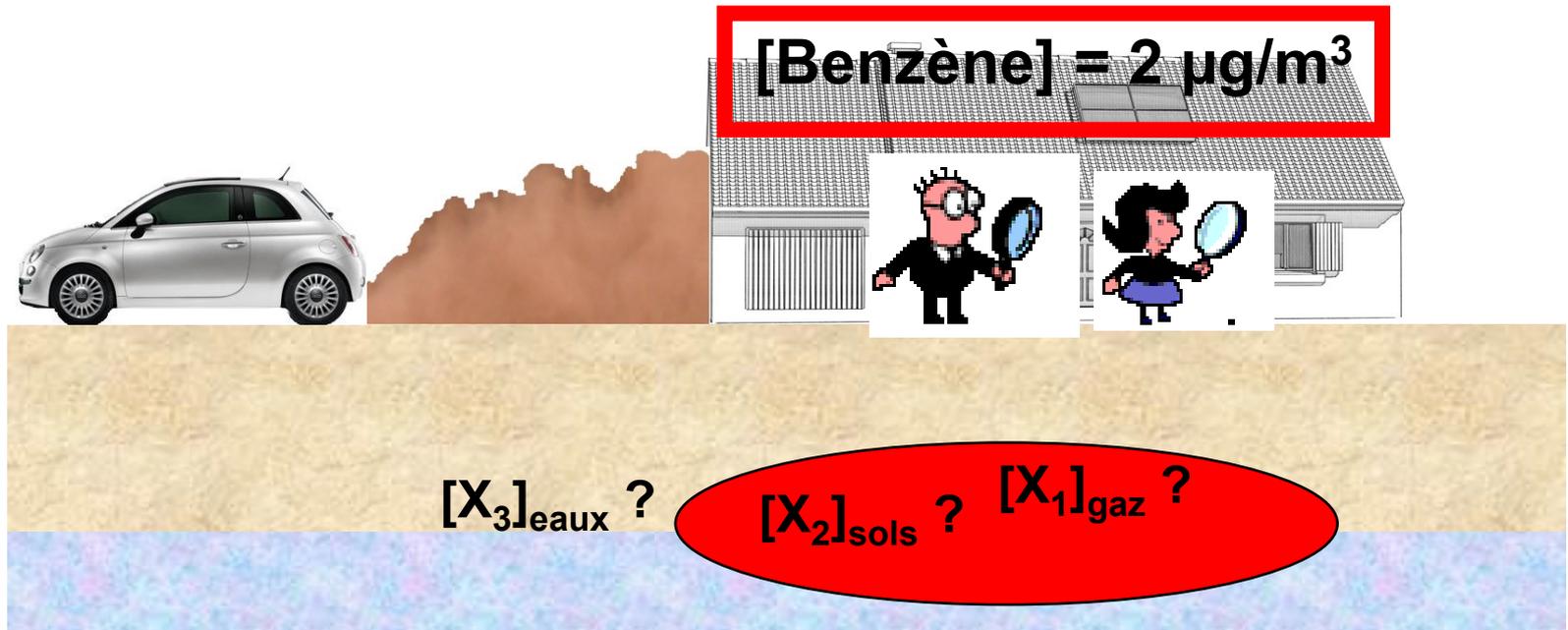
Parameters	Gravel	Sand	Silty Loam	Clay
Soil Source concentrations (mg/kg)	0,075	0,075	0,075	0,075
Total Porosity (cm ³ /cm ³)	0,3	0,3	0,35	0,45
Water Content	0,1	0,12	0,22	0,4
Fraction Organic carbon in source (g oc/g soil)	0,002	0,002	0,008	0,002
Soil Bulk Density (g/cm ³)	1,7	1,7	1,7	1,7
Concentrations in buildings (mg/m ³)	2,11E-03	2,00E-03	5,46E-04	2,96E-05

→ Quelles concentrations dans les eaux souterraines ?

Parameters	Gravel	Sand	Silty Loam	Clay
Soil Source concentrations (mg/l)	0,79	0,79	0,79	0,79
Total Porosity (cm ³ /cm ³)	0,3	0,3	0,35	0,45
Water Content	0,1	0,12	0,22	0,4
Thickness of the capillary Fringe (cm)	5	10	50	152
Air content in the capillary fringe (cm ³ /cm ³)	0,03	0,01	0,005	0,005
Concentrations in buildings (mg/m ³)	3,21E-03	2,00E-03	7,68E-04	2,92E-04

> **Quelle valeur prendre si on tient compte aussi de l'environnement local ?**

Exemple : impact de la circulation routière



- > **Quelles valeurs dans les gaz des sols ?**
- > **Quelles valeurs dans les sols ?**
- > **Quelles valeurs dans les eaux souterraines ?**
- > **Nécessité :**
 - De bien connaître les caractéristiques du site
 - D'être sécuritaire

Exemple 3 : changements de VTR

> Changements de VTR de l'Ethylbenzène

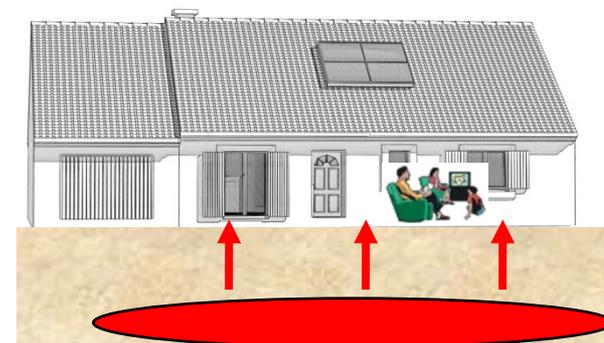
- VTR actuelles :
 - A seuil :
Selon circulaire 2006 : 1 mg/m³ (US EPA, 1991)
Plus pertinente et plus conservatoire (utilisée pour ETS) :
0,3 mg/m³ (ATSDR, 2010)
 - Sans seuil : 2,5.10⁻³ (mg/m³)⁻¹ (OEHHA, 2007)
- VTR avant 2007 :
 - A seuil :
Selon circulaire 2006 : 1 mg/m³ (US EPA, 1991)
 - Sans seuil : aucune

> Impact sur les seuils de dépollution ?

OQA I : Ethylbenzène :

- 90^{ème} percentile : 7,7 µg/m³
- 95^{ème} percentile : 15 µg/m³

- > **Source de pollution : Ethylbenzène**
- > **Johnson and Ettinger**
- > **Distance source de pollution-habitation : 3 m**
- > **Conditions identiques à l'exemple 1**
 - **Sable**
 - **Taux de ventilation : 12 j⁻¹**



Avant 2007							
Concentrations moyennes dans les gaz des sols (mg/m ³)	Concentrations moyennes inhalées (habitations) (µg/m ³)	VTR avant 2007		QD (enfants)	ERI (enfants)	QD (adultes)	ERI (adultes)
		à seuil (mg/m ³)	sans seuil ((µg/m ³) ⁻¹)				
62500	1340,00	1,00E+00	-	9,99E-01	-	7,40E-01	-
Après 2007							
Concentrations moyennes dans les gaz des sols (mg/m ³)	Concentrations moyennes inhalées (habitations) (µg/m ³)	VTR actuelles		QD (enfants)	ERI (enfants)	QD (adultes)	ERI (adultes)
		à seuil (mg/m ³)	sans seuil ((µg/m ³) ⁻¹)				
580	12,50	3,00E-01	2,50E-06	3,11E-02	9,98E-06	2,30E-02	7,39E-06

> **Quelles valeurs dans les gaz des sols ?**

> **Nécessité :**

- De mettre les VTR à jour
- D'être sécuritaire

Exemple 4 : prise en compte du contexte local (sols)

> Arsenic :

- VTR chronique voie orale pour les effets à seuil : 0,00045 mg/kg.j
- VTR chronique voie orale pour les effets sans seuil : 1,5 (mg/kg.j)⁻¹

> Scénario résidentiel – ingestion jardin avec enfants

– ARR : [CMA] = 11,5 mg/kg

> Scénario tertiaire - ingestion

– ARR : [CMA] = 25 mg/kg

> Scénario promenade – ingestion

– ARR : [CMA] = 185 mg/kg

> Dans le détail

- Scénario Etablissement scolaire (crèches et maternelles)
- Quid du fond géochimique ?

Budget espace-temps et caractéristiques physiologiques retenus pour les habitants – usage résidentiel

Paramètres	Valeurs retenues	Justifications
Durée d'exposition (ED – ans)	Adultes : 70 ans Enfants : 6 ans	Vie entière Bonnard <i>et al.</i> (2001)
Fréquence d'exposition (EF – jours/an)	365 jours/an	Bonnard <i>et al.</i> (2001)
Temps d'exposition (ET – sans unité)	Adultes : Temps passé dans le jardin (3h soit ET = 0,125) et dans la maison (20h soit ET = 0,833) Enfants : Temps passé dans le jardin (3h soit ET = 0,125) et dans la maison (19h soit ET = 0,792)	ADEME, IRSN (2003)
Temps moyenné (AT - jours)	Effets à seuil - adultes : AT = 30 ans * 365 jours/an = 10 950 jours Effets à seuil - enfants : AT = 60 ans * 365 jours/an = 2 190 jours Effets sans seuil : AT = vie entière (70 ans) * 365 jours/an = 25 550 jours	US EPA (1997)
Poids corporel	Adultes : 62,5 kg	ADEME, IRSN (2003)
	Enfants : 13 kg	INERIS (2008)
Quantité de terre ingérée quotidiennement ¹	résidents adultes : 50 mg/j	US-EPA (1997) ; Calabrese (2003) 75ème percentile
	résidents enfants : 91 mg/j	Dor <i>et al.</i> (2009) 95ème percentile



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Scénario	Valeur choisie	Unité	Borne basse	Borne intermédiaire	Borne haute	Données INRA en France			Données européennes - Geochemical Atlas of Europe - 2005			Données européennes - Geochemical Atlas of Europe - 2005			
						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	sol de surface (<0,25 m)			sol - sous-sol(0,50 à 2 m)			
						mg As / kg MS	mg As / kg MS	mg As / kg MS	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	
Enfant fréquentant la crèche de 4 mois à 3 ans															
Poids corporel enfant 4 mois à 3 ans	11	kg													
Quantité de sol ingéré	91	mg/j													
Durée d'exposition T	32	mois													
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée pour une substance à effet sans seuil Tm	840	mois	3,5 (ERI 10-6)	35 (ERI 10-5)	350 (ERI 10-4)										
Nombre jours exposition annuelle	220	j/an													
Enfant fréquentant la maternelle de 2 à 6 ans															
Poids corporel enfant 2 ans à 6 ans	14,7	kg													
Quantité de sol ingéré	91	mg/j													
Durée d'exposition T	4	ans													
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée pour une substance à effet sans seuil Tm	70	ans	5 (ERI 10-6)	50 (ERI 10-5)	500 (ERI 10-4)	1 à 25	30 à 60	60 à 284	11.6	0.32	282	10.9	0.22	593	
Nombre jours exposition annuelle	144	j/an													
Enfant d'un employé de l'établissement résidant sur place															
Poids corporel enfant 0 à 6 ans	13	kg													
Quantité de sol ingéré	91	mg/j													
Durée d'exposition T (an)	6	ans													
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée pour une substance à effet sans seuil Tm (an)	70	ans	1,15 (ERI 10-6)	11,5 (ERI 10-5)	115 (ERI 10-4)										
Nombre jours exposition annuelle	365	j/an													

Scénario	Valeur choisie	Unité	Borne basse	Borne intermédiaire	Borne haute	Données INRA en France			Données européennes - Geochemical Atlas of Europe - 2005			Données européennes - Geochemical Atlas of Europe - 2005			
						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	sol de surface (<0,25 m)			sol - sous-sol(0,50 à 2 m)			
									Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	
Enfant fréquentant la crèche de 4 mois à 3 ans															
Poids corporel enfant 4 mois à 3 ans	11	kg													
Quantité de sol ingéré	91	mg/j													
Durée d'exposition T	32	mois													
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée pour une substance à effet sans seuil Tm	840	mois	3,5 (ERI 10-6)	35 (ERI 10-5)	350 (ERI 10-4)										
Nombre jours exposition annuelle	220	j/an													
Enfant fréquentant la maternelle de 2 à 6 ans															
Poids corporel enfant 2 ans à 6 ans	14,7	kg													
Quantité de sol ingéré	91	mg/j													
Durée d'exposition T	4	ans													
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée pour une substance à effet sans seuil Tm	70	ans	5 (ERI 10-6)	50 (ERI 10-5)	500 (ERI 10-4)										
Nombre jours exposition annuelle	144	j/an													
Enfant d'un employé de l'établissement résidant sur place															
Poids corporel enfant 0 à 6 ans	13	kg													
Quantité de sol ingéré	91	mg/j													
Durée d'exposition T (an)	6	ans													
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée pour une substance à effet sans seuil Tm (an)	70	ans	1,15 (ERI 10-6)	11,5 (ERI 10-5)	115 (ERI 10-4)										
Nombre jours exposition annuelle	365	j/an													

1 à 25

11,5 (ERI 10-5)



- > Quelles valeurs dans les sols ?
- > Nécessité de bien connaître l'environnement **local** témoin + éléments d'expertise sur la typologie des sols et des éventuelles pollutions constatées **spécifiques** au site

- 1. Introduction**
- 2. Présentation de quelques seuils génériques : possibilités et limites de leurs usages**
- 3. Examen de la méthodologie de gestion des sites pollués dans 3 pays**
- 4. Délimitation des sources de pollution et des sources de pollution maîtrisables : rappel de la journée technique 2012**
- 5. Définition de seuils associés à la présence de produit pur**
- 6. Conclusion**

Exemple des Pays-Bas



Assise réglementaire et introduction des valeurs



- > **Circulaire décontamination du sol du 1er juillet 2013**

- > **Deux jeux de valeurs :**
 - **Valeurs cibles** de la nappe phréatique
 - ➔ Objectif de qualité environnementale à long terme, en prenant pour point de départ les risques négligeables pour l'écosystème

 - **Valeurs d'intervention de la décontamination du sol**
 - ➔ Valeurs au-delà desquelles les caractéristiques fonctionnelles du sol pour l'homme, la faune et la flore sont amoindries ou menacent de l'être

 - ➔ Valeurs représentatives du niveau de pollution au-dessus duquel la pollution est considérée comme étant grave

- > **Gestion des sites pollués basée sur trois étapes graduées et successives :**
 - Étape 1 : Détermination du cas de pollution grave
 - Étape 2 : Evaluation des risques standard
 - Étape 3 : Évaluation des risques spécifique au site

Étape 1 : Détermination d'un cas de pollution grave



- > **Première étape : déterminer si, sur la base de diagnostics poussés, il est question d'un cas de contamination sévère (ou grave) - *Vaststellen geval van ernstige verontreiniging***
 - ➔ Contamination sévère (ou grave) : si pour au moins un polluant, les concentrations moyennes mesurées sont supérieures aux valeurs d'intervention et si :
 - *Concentrations moyennes mesurées > valeurs d'intervention pour au moins 25 m³ de sols*
 - *Concentrations moyennes mesurées > valeurs d'intervention pour au moins 100 m³ d'eaux souterraines*

- > ***Dans certaines situations spécifiques, il peut également être question de contamination sévère (ou grave), même lorsque les concentrations sont inférieures aux valeurs d'intervention***
 - ➔ *Ceci est vrai pour les situations dites sensibles :*
 - Situations où, lorsque les concentrations sont inférieures aux valeurs d'intervention, le critère d'appréciation de risques humains inacceptables est toutefois dépassé (cf. calcul de risques)

 - ➔ *Situations sensibles connues possibles :*
 - Jardin potager/jardin familial
 - Composés volatils présents dans la nappe phréatique, sous des constructions, en combinaison avec de hauts niveaux de toit de nappe phréatique
 - Composés volatils présents dans la zone non saturée sous des constructions
 - Lieu de consommation de cultures pollué par des PCB...

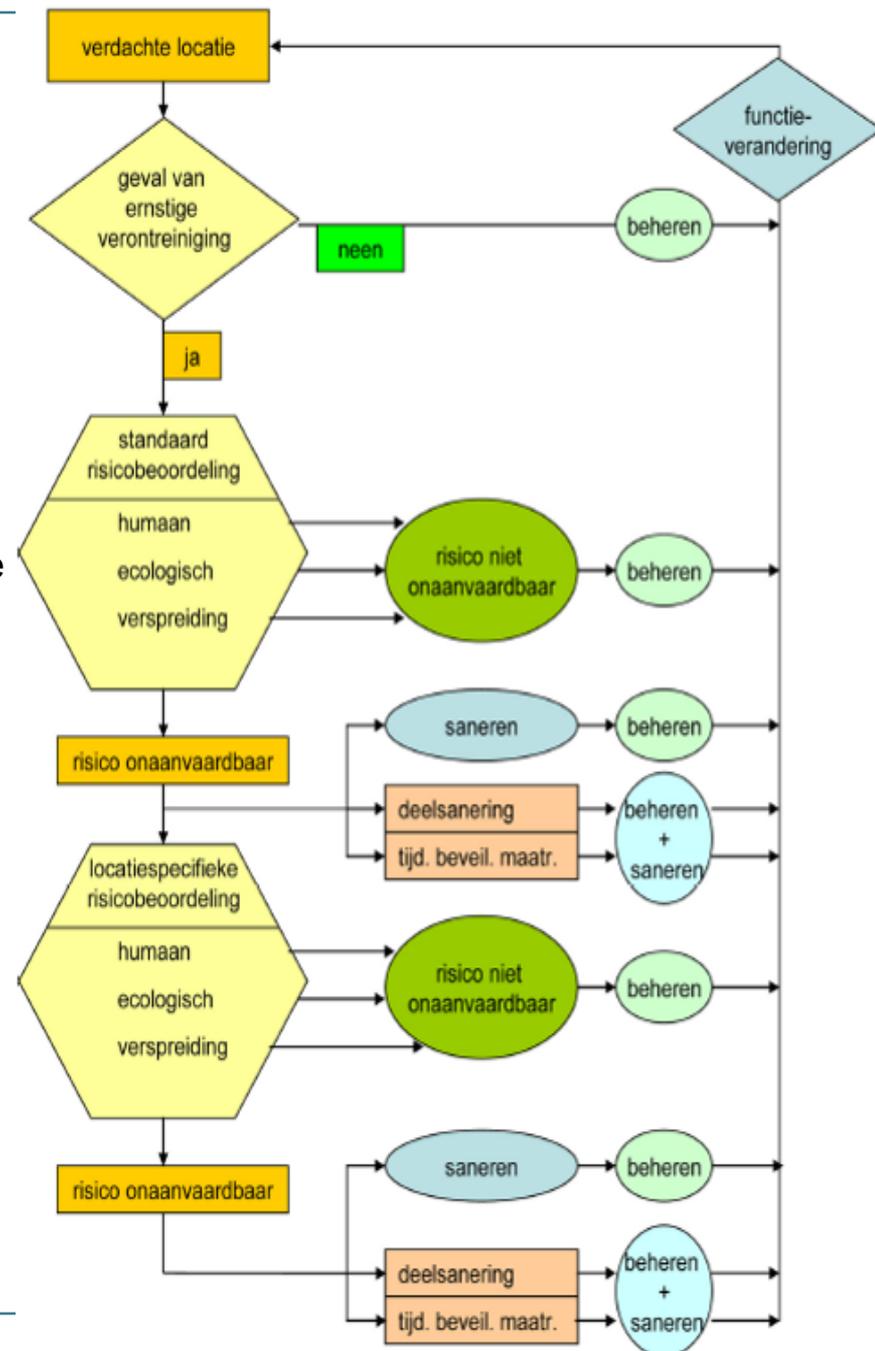
Étapes 2 et 3

> Étape 2 : Évaluation des risques standard - *Standaard risicobeoordeling*

- Modélisation générique avec CSOIL-Sanscrit.
- Modélisation réalisée, sur la base des résultats de diagnostics plus approfondis
- Distinction faite en ce qui concerne les risques pour l'homme, l'écosystème, et la dispersion de la contamination.
- Paramètres du modèle choisis de manière sécuritaire (modélisations génériques)

> Étape 3 : Évaluation des risques spécifique au site - *Locatiespecifieke risicobeoordeling*

- Mesures complémentaires
- Modélisations complémentaires
- Possibilité d'activer ou de désactiver des voies spécifiques d'exposition
- Troisième étape → plus spécifique au site





- > **En ce qui concerne les pollutions graves, le but de la dépollution est :**
- De rendre les milieux (sols/eaux/gaz) compatible avec les usages futurs à minima (risque pour l'homme, la faune ou la flore)
 - De réduire autant que possible les risques sanitaires et écologiques
 - De réduire autant que possible le risque de propagation des polluants
- **Objectifs de décontamination non seulement basés sur les valeurs guides, les risques mais aussi sur les BATNEEC**
 - **Notions d'économiquement acceptable mises en avant (« rapport équilibré entre les charges et les profits de la décontamination »)**
 - **Notions de restrictions d'usage également prises en compte dans certains cas**
 - **Deux cas distincts sont pris en compte pour la gestion des sols pollués**
 - Pollutions immobiles : l'accent est mis sur la décontamination orientée sur les usages des sols
 - Pollutions mobiles : l'efficacité économique de la décontamination joue un rôle central

Exemple des Etats-Unis



Assise Réglementaire



> Deux lois fédérales majeures (complétées chacune par deux amendements) :

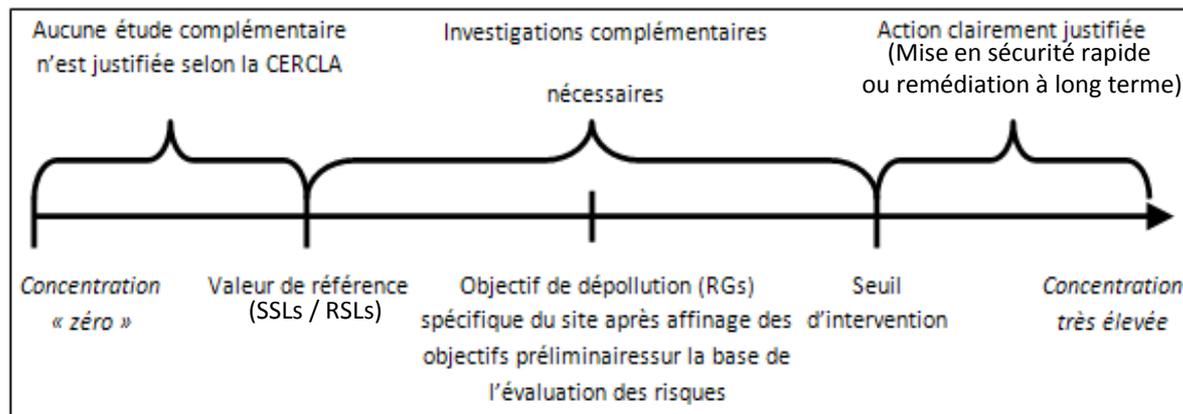
- Resource Conservation and Recovery Act (RCRA), 1976
- Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA), 1980

> Etats-Unis = Etat fédéral :

- Pas de politique unique de gestion des sites
- Plusieurs Etats : développement de leurs propres programmes de réhabilitation
- Plusieurs programmes fédéraux (CERCLA, RCRA, Brownfields, Underground Storage Tanks, Oil Spills, federal facilities – FIFRA)

> Guides US EPA pour la gestion des sites pollués

> Valeurs guides : Etapes de gestion des sols du Superfund Programm



Valeurs Guides



	Valeur Guide	But	Statut Réglementaire
Sanitaire	SSLs Soil Screening Level - <i>Valeur de criblage pour les sols</i> (Generic SSLs et Calculated SSLs)	Ces valeurs interviennent dans le processus d'identification : Définir les zones, les substances chimiques et les voies d'exposition qui justifient une étude complémentaire	Ce ne sont pas des normes de réhabilitation nationales. A elles seules, elles ne permettent pas le déclenchement d'actions.
	RSLs Regional Screening Levels <i>- Valeurs de criblage régionale</i>	En complément des valeurs guides PRGs, ces valeurs génériques sont prévus pour déterminer la nécessité de réaliser des études complémentaires.	RSLs générique prévus pour déterminer si des études complémentaires sont nécessaires
	PRGs Preliminary Remediations Goals - <i>Objectifs initiaux de remédiation (destiné à évoluer)</i>	Objectif de dépollution de base pour une substance prise individuellement en fonction d'un milieu et d'un usage donnés. Ces valeurs permettent de conclure sur l'utilité d'engager une évaluation des risques potentiels liés à la présence d'un polluant sur site.	Ce ne sont pas des normes de réhabilitation ayant valeur légales mais seulement des recommandations de l'agence pour aider évaluation des risques et la recherche de critères de réhabilitation. Attention au bruit de fond
	RGs ou RLs Remediation Action Objectives or Final Remediation Goals - Objectif de dépollution final	Elles sont utilisées pour concevoir les actions de remédiation et faire le choix des techniques de traitement.	Objectif de dépollution à atteindre
Écologique	Eco-SSLs Ecological Soil Screening Levels	Déterminer les polluants préoccupants	Valeurs conservatives qui doivent s'appliquer au cours de l'évaluation des risques pour les écosystèmes
	PRGs Preliminary remediation Goals based on ecological risk	Objectifs initiaux de remédiation basés sur les risques écologiques	Niveau minimum et acceptable d'effets sur les écosystèmes.

Valeurs Guides



Les RGs tiennent compte des éléments suivants :

- milieu, polluant, usage futur du site, voies d'exposition et récepteurs, informations sur la toxicité, niveau de risque acceptable,
- coûts, faisabilité technique, délais
- acceptation des riverains...

Sanitaire	SSLs			
	RSLs			
	PRGs			
Ecologique		evoluier)	risques potentiels liés à la présence d'un polluant sur site.	Attention au bruit de fond
	RGs ou RLs	Remediation Action Objectives or Final Remediation Goals - Objectif de dépollution final	Elles sont utilisées pour concevoir les actions de remédiation et faire le choix des techniques de traitement.	Objectif de dépollution à atteindre
	Eco-SSLs	Ecological Soil Screening Levels	Déterminer les polluants préoccupants	Valeurs conservatives qui doivent s'appliquer au cours de l'évaluation des risques pour les écosystèmes
	PRGs	Preliminary remediation Goals based on ecological risk	Objectifs initiaux de remédiation basés sur les risques écologiques	Niveau minimum et acceptable d'effets sur les écosystèmes.

Valeurs Guides



	Valeur Guide	But	Statut Réglementaire
SSLs	Soil Screening Level - Valeur de criblage pour les sols	Ces valeurs interviennent dans le processus d'identification : Définir les	Ce ne sont pas des normes de réhabilitation nationales.
RSLs			
PRGs			
RGs et RLs			
Eco-S			
PRGs	Preliminary remediation Goals based on ecological risk	Objectifs initiaux de remédiation basés sur les risques écologiques	Niveau minimum et acceptable d'effets sur les écosystèmes.

➤ L'US-EPA préconise une approche au cas par cas pour la définition des objectifs de remédiation (cleanup objectives), mais utilise des standards nationaux comme repères dans leur processus de réhabilitation

➤ Ce ne sont que des propositions, sur lesquelles les décideurs peuvent s'appuyer pour décider rapidement

➤ Des guides techniques fédéraux précisent les conditions et outils pour les dériver pour la santé humaine et pour les écosystèmes

Exemple de la République Fédérale Allemande



Un contexte géologique et environnemental

L'Allemagne possède des similarités avec la France en ce qui concerne le cadre environnemental, géographique, industriel et géologique avec la France

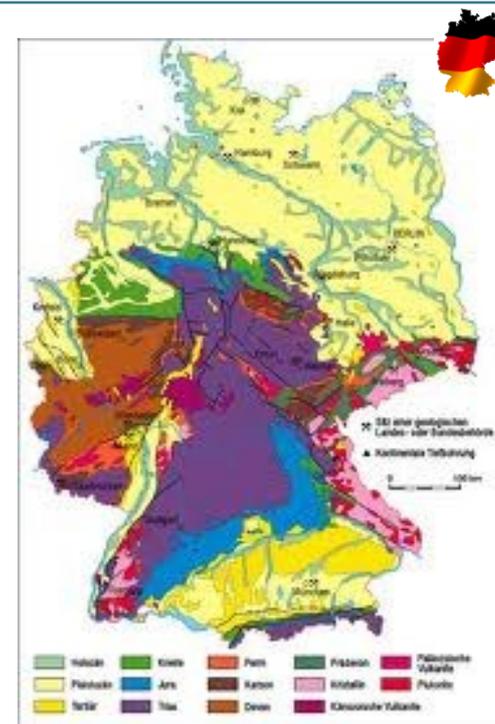
→ Une histoire industrielle débutée vers la fin du 18^{ème} siècle et basée sur l'industrie lourde du fer, du charbon et du sel

→ Une géographie marquée par l'alternance de centres de forte urbanisation et industrialisation et de zones rurales et agricoles,

→ Une géologie complexe et variée marquée par des socles anciens, des zones volcaniques quaternaires, des bassins sédimentaires du Secondaire et Tertiaire, des plaines alluviales, etc.

→ Des enjeux en termes de sites et sols pollués liés à la pression foncière, à la préservation de la ressource en eau dans des zones industrialisées / urbanisées consommatrices etc.,

→ Mais un état fédéral (16 Länder).



Cadre fédéral de la gestion des sites et sols pollués (1)



La gestion des sites et sol pollués est encadrée par la **loi fédérale sur la protection des sols** : *Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)* de 1999 complétée par son décret d'application *Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)*.

<http://www.gesetze-im-internet.de/bbodschv/index.html>

Elle concerne les sols, l'eau et les gaz du sol,

Cette loi formalise et officialise les concept et définitions et fixe un cadre aux méthodes, moyens et pratiques. La loi se base sur des Guides directeurs et normes préparés par le Syndicat Professionnel des Ingénieurs (VDI) et des groupes de travail (LAGA, LAGO). Ex:

- *Plan d'échantillonnage des gaz du sol: VDI-Richtlinie 3865, Blatt 1 und 2.*
- *Echantillonnage des gaz du sol : VDI-Richtlinie 3865, Blatt 2.*
- *Echantillonnage de sol et sol excavés: DIN 52101: 03.88 ou DIN EN 932-1: 11.96*

Le processus de gestion au cas par cas est jalonné par un jeu de nombreuses valeurs ayant des périmètres d'application et de valeur réglementaires et juridiques différents.

Le processus de construction de ces valeurs est transparent et documenté afin de permettre à chaque Länder de transposer l'approche à la spécificité géographique, socio politique, environnementale et géologique locale.

Cadre fédéral de la gestion des sites et sols pollués (2)



Il existe 11 type de valeurs

Hintergrund- und Referenzwerte → valeurs du bruit de fond. L'Allemagne dispose au niveau de son territoire, selon la typologie des sols et des roches mères à l'origine de ces sols, des valeurs de bruit de fond pour les métaux et métalloïdes et les HAP. Fond géochimique détaillé par Land.



Geringfügigkeitsschwellenwerte → cette valeurs d'impact non significatif sur l'eau ("*insignificant threshold*") permet de faire la distinction sur des critères très conservatoires et sécuritaire, entre un impact non significatif et une valeur indiquant la probable survenue d'un impact nécessitant des études orientées, au cas par cas.

La *BBodSchG* considère cette valeur dans la mesure où l'Allemagne gère ses eaux souterraines à l'immision (point d'entrée des polluants dans la nappe) et non à l'émission (à l'impact)

Ausgangsgestein: **Fluss- und Schotterablagerungen¹**

KW-Gehalte ²		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
		mg/kg						
Acker Oberboden								
n		60	68	68	25	70	67	67
Typ III	50.P.	0,20	15	14	0,07	15	29	50
	90.P.	0,69	33	31	0,22	29	47	75
Wald Oberboden								
n		51	79	83	28	85	79	84
Typ III	50.P.	0,10	10	8,0	0,12	9,0	38	35
	90.P.	0,48	28	28	0,22	23	130	69
Unterboden – ohne Nutzungsdifferenzierung³								
n		44	87	98		97	98	98
- / +		16/23	32/36	36/39	-	35/39		36/39
50. P.		≤0,05	27	11		24	15	42
	- / +		- / -	26/32	8,5/16		17/31	34/48
90. P.		(0,14)	38	21		40	22	64
	- / +		- /0,17	37/49	17/23		29/49	49/69
Untergrund – ohne Nutzungsdifferenzierung								
n		43	67	75		74	75	75
50. P.		(0,07)	16	7,6		15	10	23
	90. P.		0,23	31	15		31	17

¹Werte in Klammern: a) 50. Perzentil: Bestimmungsgrenze ≤25. Perzentil
b) 90. Perzentil: Bestimmungsgrenze ≤50. Perzentil

²Z.T. berechnet

³- : Tiefenbereich mit Stoffverarmung (Ae-, Al-, Sw-Horizonte)

+ : Tiefenbereich mit Stoffanreicherung (Bh-, Bs-, Bt-, Sd-Horizonte)



Prüfwerte → valeur guide, qui dès lors qu'elle est dépassée, initie une évaluation spécifique et au cas par cas. **Cette valeur ne préjuge ni de l'état des milieux, ni des risques ni des nécessité de dépollution.** L'évaluation des risques au cas par cas dépend de l'usage et des spécificités des sols, milieux et polluants. (BBodSchG (Bodenschutzgesetz), bulletin officiel du Parlement (Bundestag) du 13/6701 du 14.01.1997)

Sols de surface (0-5 cm)

Aire de jeu
Enfant

résidence

Parc et zones
récréatives

Industrie

Prüfwerte (mg/kg trocken Masse) ¹⁾				
Stoff	Kinderspielflächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen	Industrie und Gewerbe
Arsen	25	50	125	140
Blei	200	400	1.000	2.000
Cadmium	10 ²⁾	20 ²⁾	50	60
Cyanide	50	50	50	100
Chrom	200	400	1.000	1.000
Nickel	70	140	350	900
Quecksilber	10	20	50	80
Aldrin	2	4	10	-
Benzo(a)pyren	2	4	10	12
DDT	40	80	200	-
Hexachlorbenzol	4	8	20	200
Hexachlorcyclohexan (HCH-Gemisch oder β-HCH)	5	10	25	400
Pentachlorphenol	50	100	250	250
Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆) ¹⁾	0,4	0,8	2	40

Sols de

surface (0-30 cm) → sol, ingestion de végétaux

Ackerbauflächen und Nutzgärten (Pflanzenqualität) Prüf- und Maßnahmenwerte (mg/kg trocken Masse)*			
Stoff	Methode ¹⁾	Prüfwert	Maßnahmenwert
Arsen	KW	200 ²⁾	-
Blei	AN	0,1	-
Cadmium	AN	-	0,04/0,1 ³⁾
Quecksilber	KW	5	-
Thallium	AN	0,1	-
Benzo(a)pyren	-	1	-

Maßnahmenwerte(4) → valeurs d'intervention qui signale dès lors qu'elles sont dépassée la possibilité d'un risque. Les textes précisent que ces valeurs s'appliquent au cas général et ne doivent en aucun cas ignorer les spécificités locales d'une situation. **Il ne s'agit pas de valeurs seuil mais de valeurs guide d'orientation** (d'après BBodSchG).



Géosciences pour une Terre durable

brgm



Werte für Bodenluft → l'Allemagne ne considère pas de valeurs pour évaluer les gaz du sol du fait des particularités de ce milieu (s. VDI-Richtlinie 3865, Blatt 2).

Orientierungswerte → Sont des valeurs aidant à l'évaluation de l'extension et du degré de pollution d'un site et de ses émissions / impacts hors site. **Il s'agit d'ordres de grandeur aidant à l'évaluation des impacts.** Elles concernent les sols et les eaux souterraines.

Grenzwerte → sont des valeurs limites, de protection de la population générale . Elles valent pour l'eau potable (Trinkwasserverordnung (TrinkwV)).

Sanierungszielwerte → valeurs d'objectifs de dépollution sont des valeurs établies par les Administrations compétentes en termes de concentrations et/ou flux d'un polluant dans les sols et/ou les eaux au regard des usages, expositions, fond géochimique . Cette valeur doit permettre le succès des mesures de gestion, assurer la pérennité des états résiduels, et garantir que ces états restent mesurables et/ou calculables. La Valeur est évaluée au cas par cas, notamment si des circonstances et/ou conditions spécifiques au site imposent de relever ces seuils,

Vorsorgewerte → valeur de protection des fonctionnalités écosystémique des sols





Exemple de valeur d'orientation permettant d'aider à l'évaluation de l'état d'un sol pour un usage donné. Exemple des composés pyrotechniques . LABO, 2004

	Stoff/Stoffgruppe	Chemical Abstracts Services-Nr.	behelfsmäßige Bodenorientierungswerte [mg/kg TM]			
			Kinderspiel- flächen	Wohn- gebiete	Park- u. Freizeit- anlagen	Industrie- u. Gewerbe- grundstücke
37.	4-Amino-2,6-dinitrotoluol	19406-51-0	20	40	100	200
38.	2-Amino-4,6-dinitrotoluol	35572-78-2	20	40	100	200
39.	Dinitrodiphenylamin; 2,4-	961-68-2	keine Daten			
40.	Dinitrobenzol; 1,3-	99-65-0	15	30	75	150
41.	Nitrodiphenylamin; 2-	119-75-5	keine Daten			
42.	Nitrodiphenylamin; 4-	836-30-6	unpraktikabel hoch			
43.	Nitrotoluol; 2-	88-72-2	0,2	0,4	1	5
44.	Nitrotoluol; 3-	99-08-1	-	1000 ¹⁾	unpraktikabel hoch	
45.	Nitrotoluol; 4-	99-99-0	-	250 ¹⁾	-	3000 ¹⁾
46.	N-Methyl-N,2,4,6-tetra- nitroanilin (Tetryl)	479-45-8	200	400	1000	2000
47.	Trinitrophenol; 2,4,6- (Pikrinsäure)	88-89-1	8	15	40	80

Les protocoles d'échantillonnage, de conservation et d'analyse sont normalisés et précisés par des textes réglementaires et guides supports → **l'usage de valeurs nécessite une harmonisation des pratiques et protocoles pour rendre les résultats comparables aux valeurs et entre eux.**



Schlussfolgerung

Les valeurs utilisées en Allemagne ne font jamais office de valeurs seuils, mais constituent des recommandations, guides et jalons d'aide à la décision.

Ces valeurs sont déclinées par usage, pour les sols, et les eaux souterraines.

Elles sont déclinées différemment d'un Land à l'autre afin de tenir compte les spécificités géologiques (fond géochimique), hydrogéologiques, voire industrielles locales.

Pour les eaux souterraines, certains Länder délaissent la gestion des pollutions basée sur la seule évaluation des concentrations (acceptables ou inacceptables) au profit d'une approche guidée par l'évaluation des flux polluants véhiculés en nappe. Cette approche est priorisée dans les secteurs fortement industrialisés où la gestion « mégasites / multisites » se justifie pleinement.

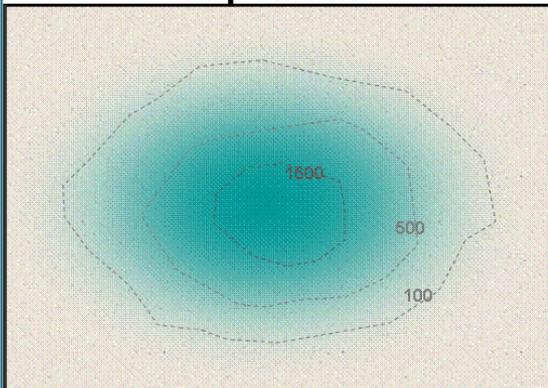
Les valeurs allemandes sont donc en définitive des outils d'aide à la décision qui guident et cadrent une approche qui se veut spécifique et par usage, dans le contexte réglementaire, administratif, socio politique et (hydro)géologique allemand.

Elles sont associés à de nombreux outils normatifs ou non expliquant leur genèse et permettant d'harmoniser les bonnes pratiques et protocoles

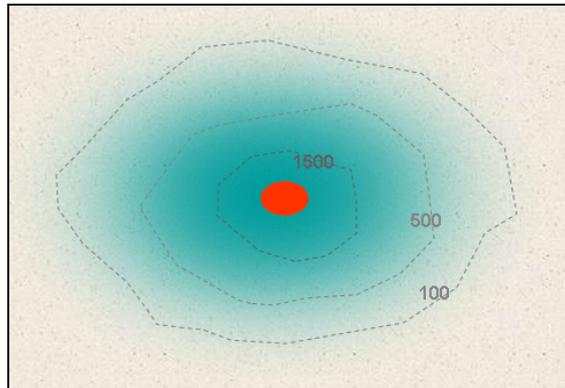
- 1. Introduction**
- 2. Présentation de quelques seuils génériques : possibilités et limites de leurs usages**
- 3. Examen de la méthodologie de gestion des sites pollués dans 3 pays**
- 4. Délimitation des sources de pollution et des sources de pollution maîtrisables : rappel de la journée technique 2012**
- 5. Définition de seuils associés à la présence de produit pur**
- 6. Conclusion**

La délimitation de la source peut se baser sur :

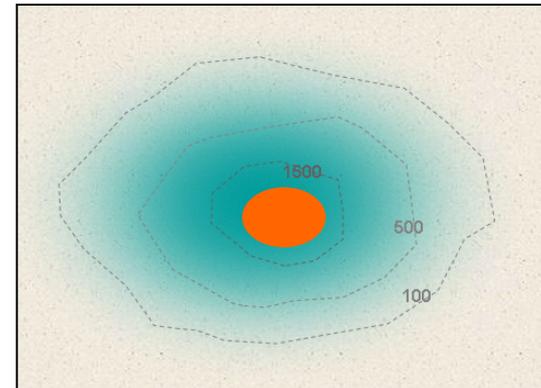
Courbes d'iso-concentrations de polluants



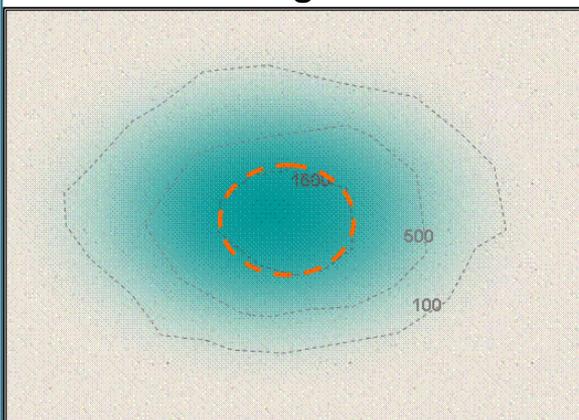
Constats de terrain



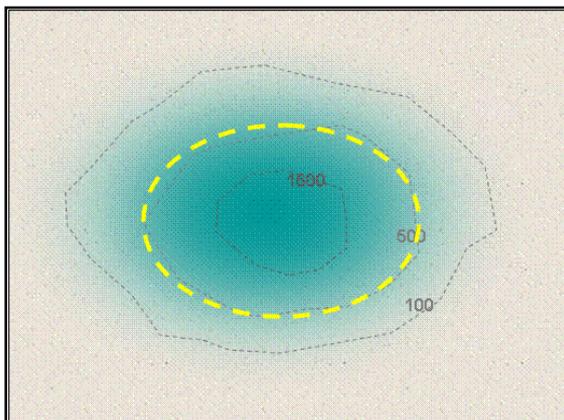
Bilan de matières



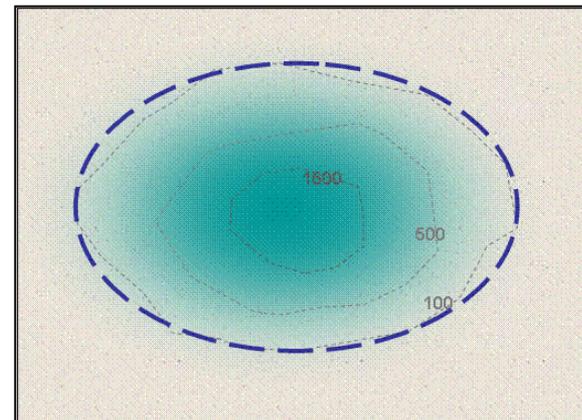
Flux et acceptabilité de l'impact en fonction des usages



Performances des techniques disponibles à un coût acceptable



Fond géochimique ou anthropique

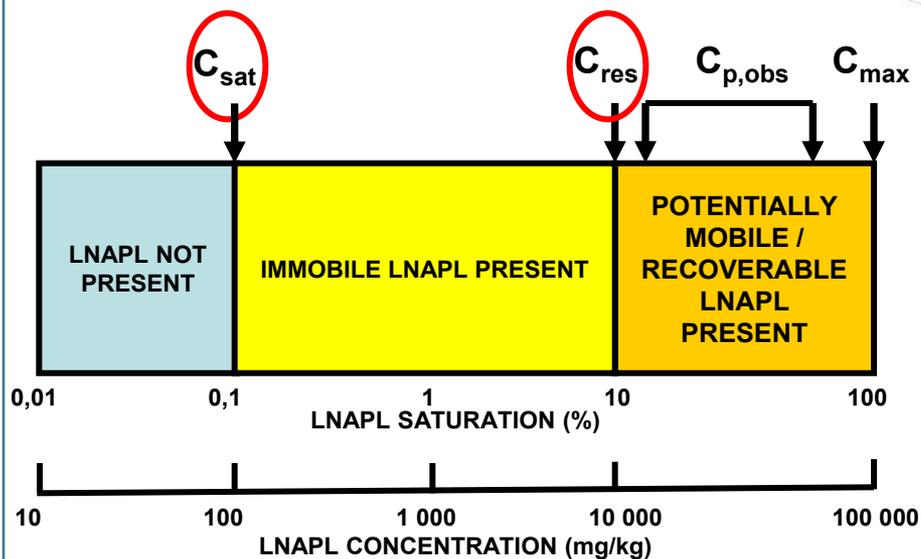
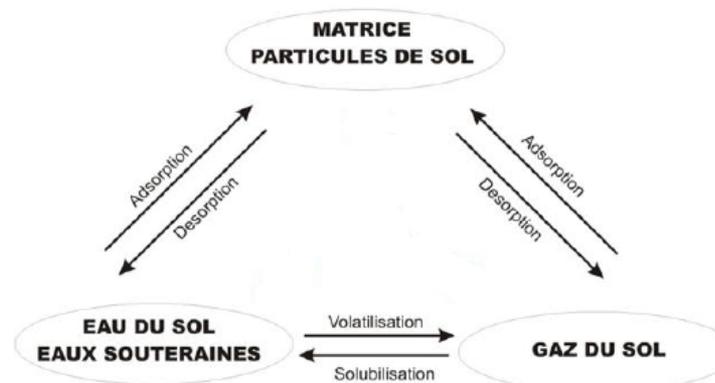


- 1. Introduction**
- 2. Présentation de quelques seuils génériques : possibilités et limites de leurs usages**
- 3. Examen de la méthodologie de gestion des sites pollués dans 3 pays**
- 4. Délimitation des sources de pollution et des sources de pollution maîtrisables : rappel de la journée technique 2012**
- 5. Définition de seuils associés à la présence de produit pur**
- 6. Conclusion**

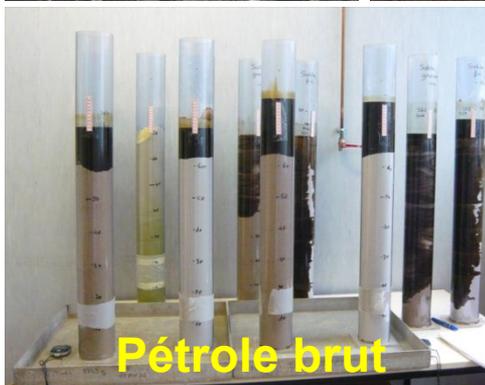
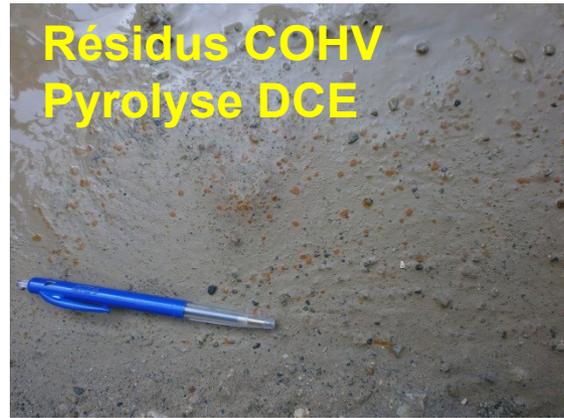
Rendu de la commande du Ministère

> Fractionnement des polluants selon différentes phases:

- Phase adsorbée
- Phase aqueuse
- Phase gazeuse (ZNS)
- Phase pure « huile »



- Y a-t-il présence de phase pure ?
- Y a-t-il une phase pure mobile ?



Détermination des concentrations limites

> Concentration à saturation (C_{sat}) :

- Calcul à l'aide de de l'outil NAPLANAL (Mariner et al., 1997)

$$C_w^i = \frac{C_t^i \rho_t}{\phi_w + K_H^i (\phi - \phi_w) + f_{oc} K_{oc}^i \rho_s (1 - \phi)}$$

- Détermination d'une **valeur haute** et d'une **valeur basse**, correspondant respectivement à la plus petite et à la plus grande valeur calculée lors de l'étude de sensibilité (porosité entre 0,36 et 0,46, fraction en carbone organique entre 0,1% et 1% et teneur en eau entre 10% et 30%)

> Concentration résiduelle (C_{res}) :

- Détermination à partir d'une revue bibliographique. Les **valeurs hautes et basses** sont déterminées respectivement à partir des valeurs minimales et maximales trouvées dans la littérature.

Valeurs dans la zone non saturée

Substance / Produit		Csat (mg/kg)		Cres (mg/kg)		nombre de références associées
		valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur haute	
gasoline	Fresh gasoline	32	305	946	132 750	10 ⁽¹⁾
	Weathered gasoline	30 ^(a)	295			
	JP_4 fuel	7 ^(b)	69	4 865	51 429	5 ⁽²⁾
diesel	Fresh diesel	2	19	2 162	22 857	5 ⁽³⁾
	Weathered diesel	2 ^(c)	18			
	Mineral oil	2 ^(d)	12	10 800	163 800	11 ⁽⁴⁾
	Al. C5-C6	53	440	ND	ND	ND
	Al. C6-C8	22	210	ND	ND	ND
	Al. C8-C10	10	105	ND	ND	ND
	Al. C10-C12	6	65	ND	ND	ND
	Al. C12-C16	3	30	ND	ND	ND
	Al. C16-C35	<1	10	ND	ND	ND
	Ar. C8-C10	100	975	ND	ND	ND
	Ar. C10-C12	60	590	ND	ND	ND
	Ar. C12-C16	30	275	ND	ND	ND
	Ar. C16-C21	7	80	ND	ND	ND
	Ar. C21-C35	<1	10	ND	ND	ND
	PCE	115	865	830	413 000	3 ⁽⁵⁾
	TCE	375 ^(e)	1 850	12 775	401 208	7 ⁽⁶⁾
	DCE	1 600	6 335	ND	ND	ND
	CV	320	805	ND	ND	ND
	benzene	401 ^(f)	1 535	53 000	ND	1 ⁽⁷⁾
	T	195	1 290	ND	ND	ND
	E	170	1 585	ND	ND	ND
	o-xylene	155 ^(g)	1 380	1 936	ND	1 ⁽⁸⁾
	p-xylene	180	1 640	ND	ND	ND
	N	40	390	ND	ND	ND

ND: non déterminé

(a): 9 valeurs comprises entre 57 et 387 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Gasoline"

(b): 5 valeurs comprises entre 2 et 18 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Fuel oil"

(c): 5 valeurs comprises entre 2 et 18 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Middle distillates"

(d): 9 valeurs de 3 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Mineral oil"

(e): 2 valeurs comprises entre 1 045 et 1 067 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000

(f): une valeur de 444 mg/kg est renseignée dans Brost et al., 2000

(g): une valeur de 143 mg/kg est renseignée dans Brost et al., 2000

(1): Fussell et al. (1981), Zytner et al. (1993) et Hoag and Marley (1986) cités dans Brost et al., 2000; Schwile, 1970 cité dans Alaska WG pour un composé de type "Gasoline"

(2): Fussell et al. (1981), cités dans Brost et al., 2000; Schwile, 1970 cité dans Alaska WG pour un composé de type "Fuel oils"

(3): Fussell et al. (1981), cités dans Brost et al., 2000; Schwile, 1970 cité dans Alaska WG pour un composé de type "Middle distillates"

(4): Pfannkuch (1984) cités dans Brost et al., 2000; Pfannkuch (1986) cité dans Alaska WG pour un composé de type "Mineral oil"

(5): guide caractérisation MACAOH; Poulsen and Kueper (1992) et Zytner et al. (1993) cités dans Brost et al. (2000)

(6): guide caractérisation MACAOH; Lin et al. (1982), Cary et al. (1989) et Zytner et al. (1993) cités dans Brost et al. (2000)

(7): Lenham and Parker (1987) cité dans Brost et al. (2000)

(8): Boley and Overcamp (1998) cité dans Brost et al. (2000)

Direction D3E / Unité 3SP

vendredi 22 novembre 2013

Valeurs dans la zone non saturée

Substance / Produit		Csat (mg/kg)		Cres (mg/kg)		nombre de références associées
		valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur haute	
gasoline	Fresh gasoline	32	305	946	132 750	10 ⁽¹⁾
	Weathered gasoline	30 ^(a)	295			

Fresh gasoline		PCE	
Csat (mg/kg)		Csat (mg/kg)	
Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute
32	305	115	865
Cres (mg/kg)		Cres (mg/kg)	
Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute
946	132 750	830	413 000

ND: non déterminé

(a): 9 valeurs comprises entre 57 et 387 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Gasoline"

(b): 5 valeurs comprises entre 2 et 18 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Fuel oil"

(c): 5 valeurs comprises entre 2 et 18 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Middle distillates"

(d): 9 valeurs de 3 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000 pour un composé de type "Mineral oil"

(e): 2 valeurs comprises entre 1 045 et 1 067 mg/kg sont renseignées dans Brost et al., 2000

(f): une valeur de 444 mg/kg est renseignée dans Brost et al., 2000

(g): une valeur de 143 mg/kg est renseignée dans Brost et al., 2000

(1): Fussell et al. (1981), Zytner et al. (1993) et Hoag and Marley (1986) cités dans Brost et al., 2000; Schwile, 1970 cité dans Alaska WG pour un composé de type "Gasoline"

(2): Fussell et al. (1981), cités dans Brost et al., 2000; Schwile, 1970 cité dans Alaska WG pour un composé de type "Fuel oils"

(3): Fussell et al. (1981), cités dans Brost et al., 2000; Schwile, 1970 cité dans Alaska WG pour un composé de type "Middle distillates"

(4): Pfannkuch (1984) cités dans Brost et al., 2000; Pfannkuch (1986) cité dans Alaska WG pour un composé de type "Mineral oil"

(5): guide caractérisation MACAOH; Poulsen and Kueper (1992) et Zytner et al. (1993) cités dans Brost et al. (2000)

(6): guide caractérisation MACAOH; Lin et al. (1982), Cary et al. (1989) et Zytner et al. (1993) cités dans Brost et al. (2000)

(7): Lenham and Parker (1987) cité dans Brost et al. (2000)

(8): Boley and Overcamp (1998) cité dans Brost et al. (2000)

Direction D3E / Unité 3SP

vendredi 22 novembre 2013

Valeurs dans la zone saturée

Substance / Produit		Csat (mg/kg)		Cres (mg/kg)		nombre de références associées
		valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur haute	
gasoline	Fresh gasoline	23	192	46 804	53 738	1*
	Weathered gasoline	23	198			
	JP_4 fuel	7	54	45 566	50 271	1**
diesel	Fresh diesel	2	16	ND	ND	ND
	Weathered diesel	2	14	ND	ND	ND
	Mineral oil	2	10	ND	ND	ND
	Al. C5-C6	25	180	ND	ND	ND
	Al. C6-C8	15	130	ND	ND	ND
	Al. C8-C10	9	80	ND	ND	ND
	Al. C10-C12	6	50	ND	ND	ND
	Al. C12-C16	3	25	ND	ND	ND
	Al. C16-C35	<1	8	ND	ND	ND
	Ar. C8-C10	100	795	ND	ND	ND
	Ar. C10-C12	60	485	ND	ND	ND
	Ar. C12-C16	25	225	ND	ND	ND
	Ar. C16-C21	7	65	ND	ND	ND
	Ar. C21-C35	<1	7.0	ND	ND	ND
	PCE	115	715	39 004	95 882	3***
	TCE	390	1 660	ND	ND	ND
	DCE	1 725	6 255	ND	ND	ND
	CV	305	615	ND	ND	ND
	benzene	430	1 505	41 604	ND	1****
	T	200	1 115	ND	ND	ND
	E	165	1 305	ND	ND	ND
	o-xylene	155	1 145	32 936	ND	1****
	p-xylene	180	1 355	34 670	46 804	1*****
	N	40	320	ND	ND	ND

ND: non déterminé

*: Wilson et al. (1990) dans Alaska WG pour un composé de type "Gasoline"

** : Wilson et al. (1990) dans Alaska WG pour un composé de type "Kerosene"

***: guide caractérisation MACAOH, Anderson (1988) cité dans le guide caractérisation MACAOH et Alaska WG; Wilson et al. (1990) cité dans Alaska WG

****: Lenhard and Parker dans Alaska WG

*****: Wilson et al. (1990) dans Alaska WG



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Valeurs dans la zone saturée

Substance / Produit	C _{sat} (mg/kg)		C _{res} (mg/kg)		nombre de références associées
	valeur basse	valeur haute	valeur basse	valeur haute	
Fresh gasoline	23	192			
Fresh gasoline			TCE		
C_{sat} (mg/kg)			C_{sat} (mg/kg)		
Valeur basse	Valeur haute		Valeur basse	Valeur haute	
23	192		115	715	
C_{res} (mg/kg)			C_{res} (mg/kg)		
Valeur basse	Valeur haute		Valeur basse	Valeur haute	
46 804	53 738		39 004	95 882	

ND: non déterminé

*: Wilson et al. (1990) dans Alaska WG pour un composé de type "Gasoline"

** : Wilson et al. (1990) dans Alaska WG pour un composé de type "Kerosene"

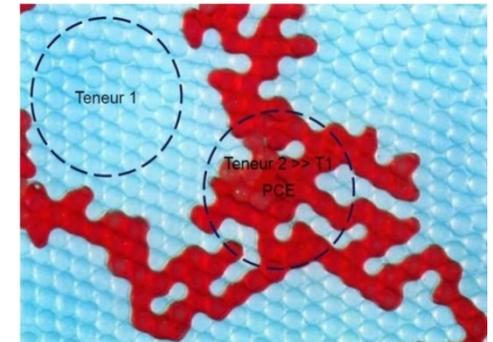
***: guide caractérisation MACAOH, Anderson (1988) cité dans le guide caractérisation MACAOH et Alaska WG; Wilson et al. (1990) cité dans Alaska WG

****: Lenhard and Parker dans Alaska WG

*****: Wilson et al. (1990) dans Alaska WG

Valeurs de C_{sat}

- > **Valeurs très faibles sur la borne basse** (proches des limites de quantification) pour certaines substances/produits
- > **Écarts importants entre valeurs de borne basse et borne haute**
- > **Influence des paramètres caractéristique du sol** (porosité, teneur en eau, fraction de carbone organique) et des **caractéristiques du produit** (solubilité, K_{oc} , H)
- > **Utilisation de C_{sat} permet d'attester de la présence d'une phase pure (si $C > C_{sat}$) mais pas de son absence**
 - cas d'un non équilibre local présence possible de phase pure même si $C < C_{sat}$
- > **C_{sat} dépend de la composition du mélange de substances** (diesel, gasoline, ...)
 - si composition de la source de pollution non connue
 - nécessité de faire un calcul de C_{sat} à partir de la répartition en substances analysées



Valeurs de Cres

- > **Gamme de valeurs très large entre bornes basses et hautes**
- > **Peu de références bibliographiques** (en particulier, très peu de références pour les produits non pétroliers)
- > **Influence des paramètres du sol** (porosité, teneur en eau, fraction de carbone organique) et des caractéristiques du produit (viscosité, densité)
- > **Permet d'attester de la mobilité du produit** (si $C > C_{res}$) mais ne représente pas la limite à partir de laquelle le produit est récupérable (plus la saturation en produit est proche de la saturation résiduelle, plus la récupération du produit est difficile)



Limites de l'utilisation de telles valeurs (1/2)

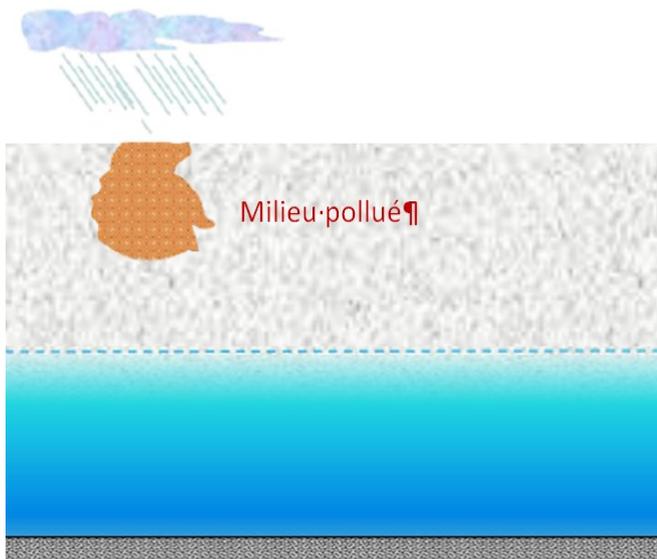
> 2 sites présentant des anomalies en benzène seulement:

Concentration en benzène dans les sols = 1 300 mg/kg

Site 1 : Argile limoneuse

foc=0,1%

teneur en eau=30%

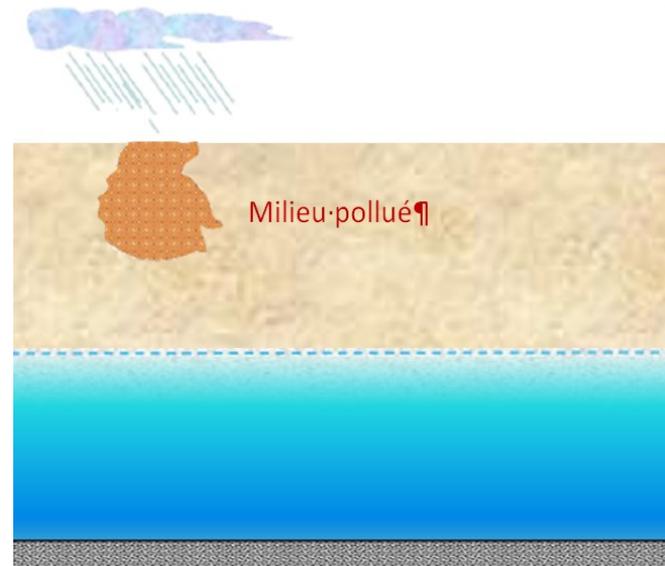


➔ Présence de phase pure

Site 2 : Limon

foc=1%

teneur en eau =10%



➔ Absence de phase pure

Limites de l'utilisation de telles valeurs (2/2)

- > Les mêmes 2 sites présentant des anomalies en benzène et en PCE (répartition massique 65%-35%):

Concentration en benzène dans les sols = 1 300 mg/kg

Concentration en PCE dans les sols = 700 mg/kg

Site 1



➔ Présence de phase pure

Site 2



➔ **Présence de phase pure**

- > Le diagnostic de la (non)présence d'une phase pure dans un milieu poreux par échantillonnage (ponctuel) des matrices solides est **influencé par**:
 - **les paramètres du sol**
 - **la composition des mélanges** (pas toujours mesurables)
 - **la distribution hétérogène de la phase dans le milieu** (effets d'échelle)

- > Le diagnostic de la (non)présence de phase pur par échantillonnage des matrices solides doit idéalement être conforté par :
 - > la **caractérisation de milieux intégrateurs** (eaux souterraines et/ou gaz du sol) -> *teneurs sols affectés par les effets d'échelle qui ne concerne pas l'eau, l'air (notions de solubilité et de pression vapeur saturantes)*
 - > la **réalisation de certains tests** : PITT, test à pression croissante

- > Proposer des valeurs de sols fortement pollués (considérées comme des sources de pollution) basées sur des Csat et Cres génériques et sécuritaires (*i.e.* valables pour n'importe quel cas de figure) conduirait à définir des seuils bas

- 1. Introduction**
- 2. Présentation de quelques seuils génériques : possibilités et limites de leurs usages**
- 3. Examen de la méthodologie de gestion des sites pollués dans 3 pays**
- 4. Délimitation des sources de pollution et des sources de pollution maîtrisables : rappel de la journée technique 2012**
- 5. Définition de seuils associés à la présence de produit pur**
- 6. Conclusion**

Analyse

> Valeurs guides basses :

- Basées sur des calculs de risques génériques et sécuritaires et ne présentant pas de risques sanitaires et écologiques
- Déconnectées du fond géochimique

> Valeurs guides hautes :

- Sols fortement pollués (considérés comme des sources de pollution)
- Basées sur des Csat et Cres génériques et sécuritaires

> Points communs entre les méthodologies de gestion des sites et sols pollués des trois pays :

- Valeurs guides de screening basses,
 - Gestion en « site specific » (études spécifiques) dès que l'on dépasse ces valeurs guides
 - Liste de valeurs non exhaustive
 - Objectifs de dépollution finaux adaptés au cas par cas

> Points communs entre les méthodologies de gestion des sites et sols pollués des trois pays :

- Objectifs de dépollution finaux basés sur :
 - Les fonds géochimiques
 - les calculs de risques sanitaires (voir écologiques) et la qualité de milieux
 - Les BATNEEC (MTD à un coût économiquement acceptable)
 - Les restrictions d'usage



> Bilan :

- Ces valeurs, souvent basses à très basses conduisent
 - A dépolluer des sols ne présentant pas de phase pure
 - Ou à procéder à des études spécifiques dans la plupart des cas
- Quid de la gestion des changements de VTR ?
- Quid de l'additivité des risques ?

Depuis 2007, en France, il n'y a plus aucun repère pour gérer ?

- 1 - La gestion des risques suivant l'usage ne constitue plus « un droit à polluer » : « *pas de contact, pas de problème alors je laisse tout en place* » est désormais une époque révolue...
- 2 – Mise en cohérence de la gestion des sols pollués avec la réglementation sur les ICPE, les autres législations
- 3 - Les techniques de dépollution et leur coût sont désormais au cœur de la gestion
- 4 - Les mesures constructives, les obligations réglementaires liés à la construction doivent être prises en compte
- 5 - Les valeurs de gestion réglementaires (de l'OMS, au niveau européen et françaises) en vigueur sur l'eau, l'air, les aliments sont devenues les références premières
- 6 - La prise en compte de l'état des sols et des eaux souterraines au voisinage de site est incontournable
- 7 - Un mode d'emploi de l'EQRS est en place
- 8 - Les enjeux de la modélisation et de la mesure in situ ont été clarifiés
- 9 - Pour que les responsables puissent choisir : au moins deux options de gestion doivent leur être proposées
- 10 - Chaque option de gestion doit être acceptable sur le plan sanitaire
- 11 - Les choix de gestion doivent se baser sur un bilan environnemental global
- 12 - Les valeurs repères du Haut Conseil de Santé Publique de l'OQAI, du RNQS

En réalité: depuis 2007/2011, des repères adaptés à chaque contexte de gestion sont fixés, des règles sont en place

Depuis 2007, des repères adaptés à chaque contexte de gestion sont fixés, des règles sont en place

- > « La liberté » permise par les textes antérieurs était au final assez confortable...
- > Les modes d'emplois, les règles, l'ensemble de repères ont contrarié les applications bien personnelles...
- > Les valeurs numériques en place à l'étranger ne peuvent être déconnectées de la législation, des moyens financiers, de l'organisation des administrations et des modes d'emploi

Et au final, en prenant connaissance des modes d'emploi accompagnant les valeurs numériques, la gestion opérationnelle est similaire à celle qui est proposée en France

Ne serait-il pas temps de respecter les règles en place en France ?