



A decorative graphic in the top left corner consisting of three overlapping triangles in shades of green and blue.

**Contamination de l'air  
intérieur par des solvants  
chlorés: évaluation des  
risques sanitaires sur 2 sites  
de pollution des eaux  
souterraines en France**

- Lucie ROBIN VIGNERON -  
HPC Envirotec  
Atmos'fair - Paris, 25 sept. 2013



# Etapes de l'évaluation des risques



## Phase 1

Définition des polluants

## Phase 2

Définition des scénarios d'exposition:

- Usages
- Paramètres d'exposition

## Phase 3

Quantification de l'exposition

## Phase 4

Quantification des risques

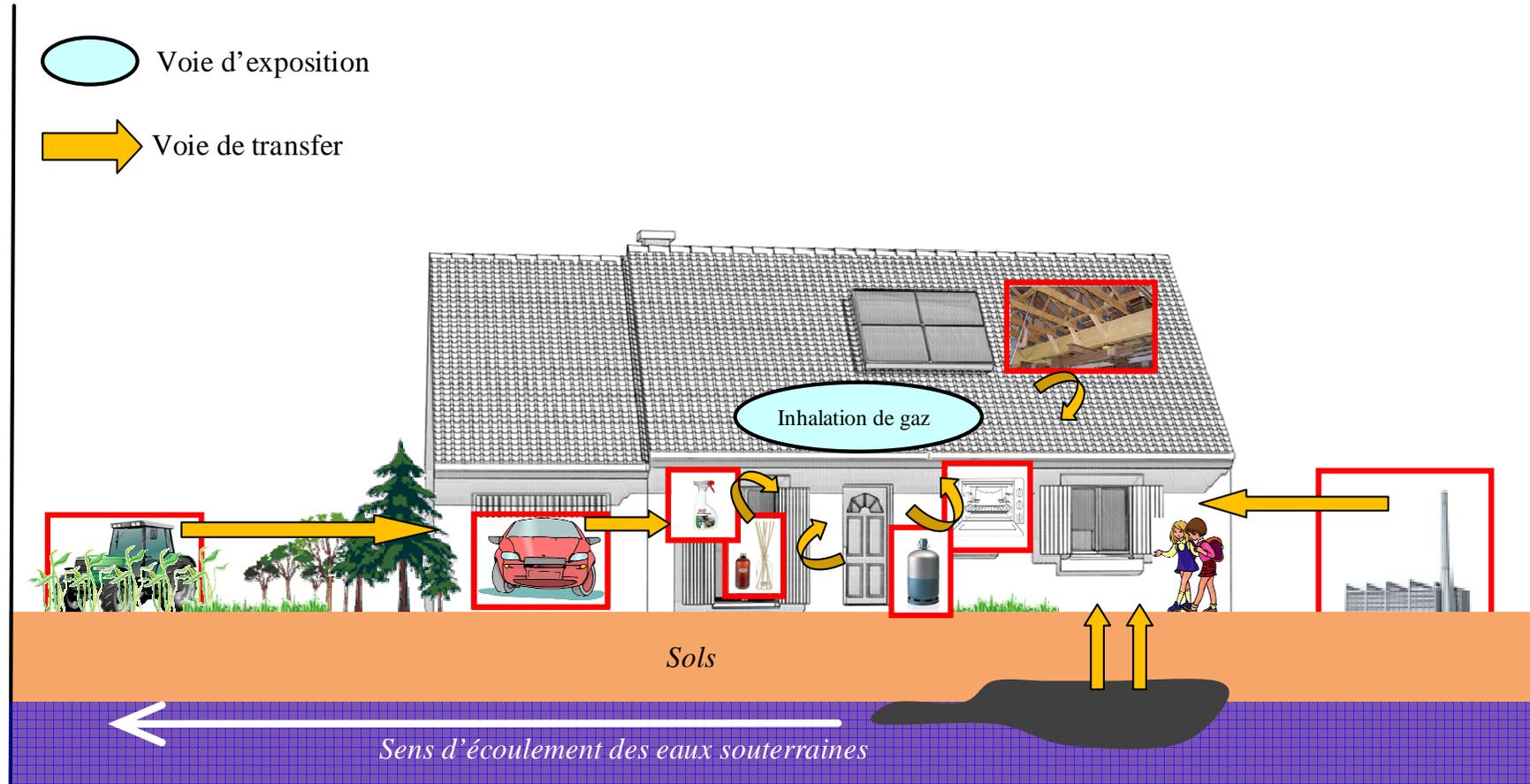
- Définition de la toxicité des substances
- Quantification des risques / incertitudes

## Phase 5

Interprétation des résultats (Acceptabilité des risques)

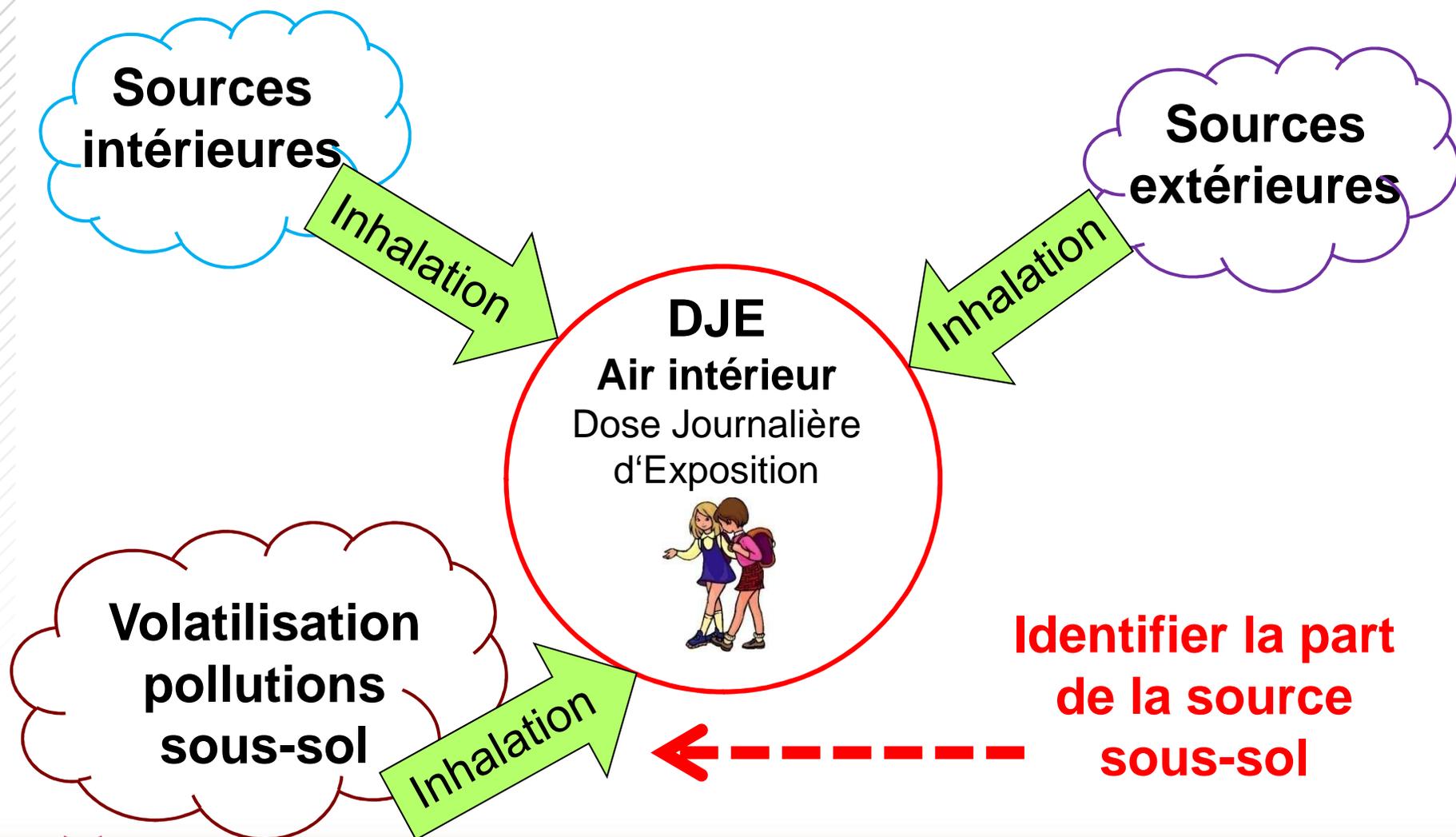


# Schéma conceptuel





# Mesure de l'exposition / air intérieur

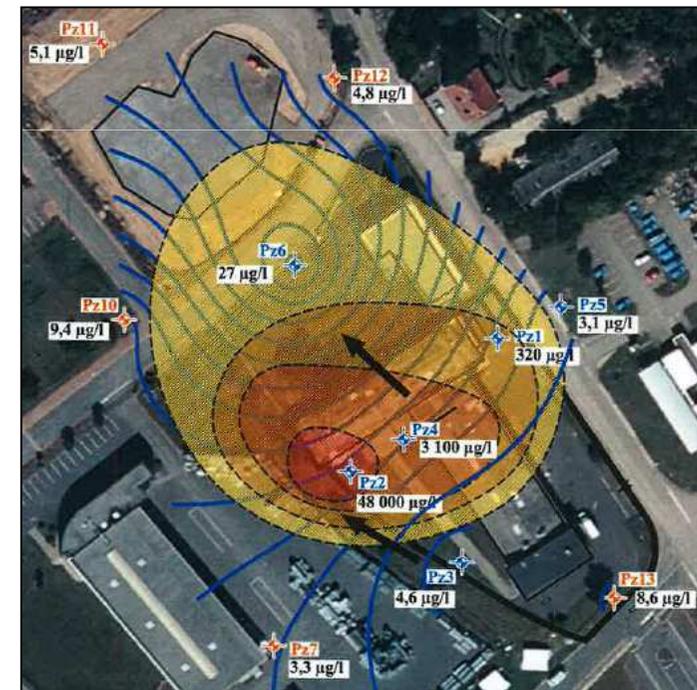
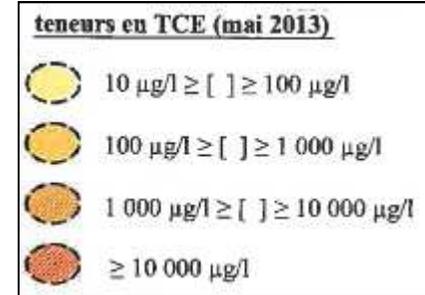
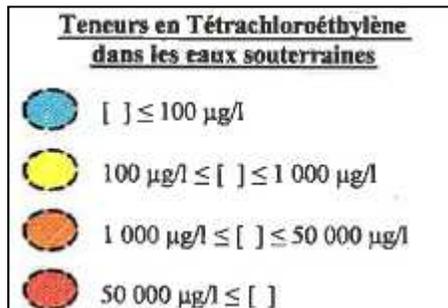


**Identifier la part de la source sous-sol**

# Deux études de cas / pollution solvants chlorés

## Sarreguemines

### Ivry sur Seine





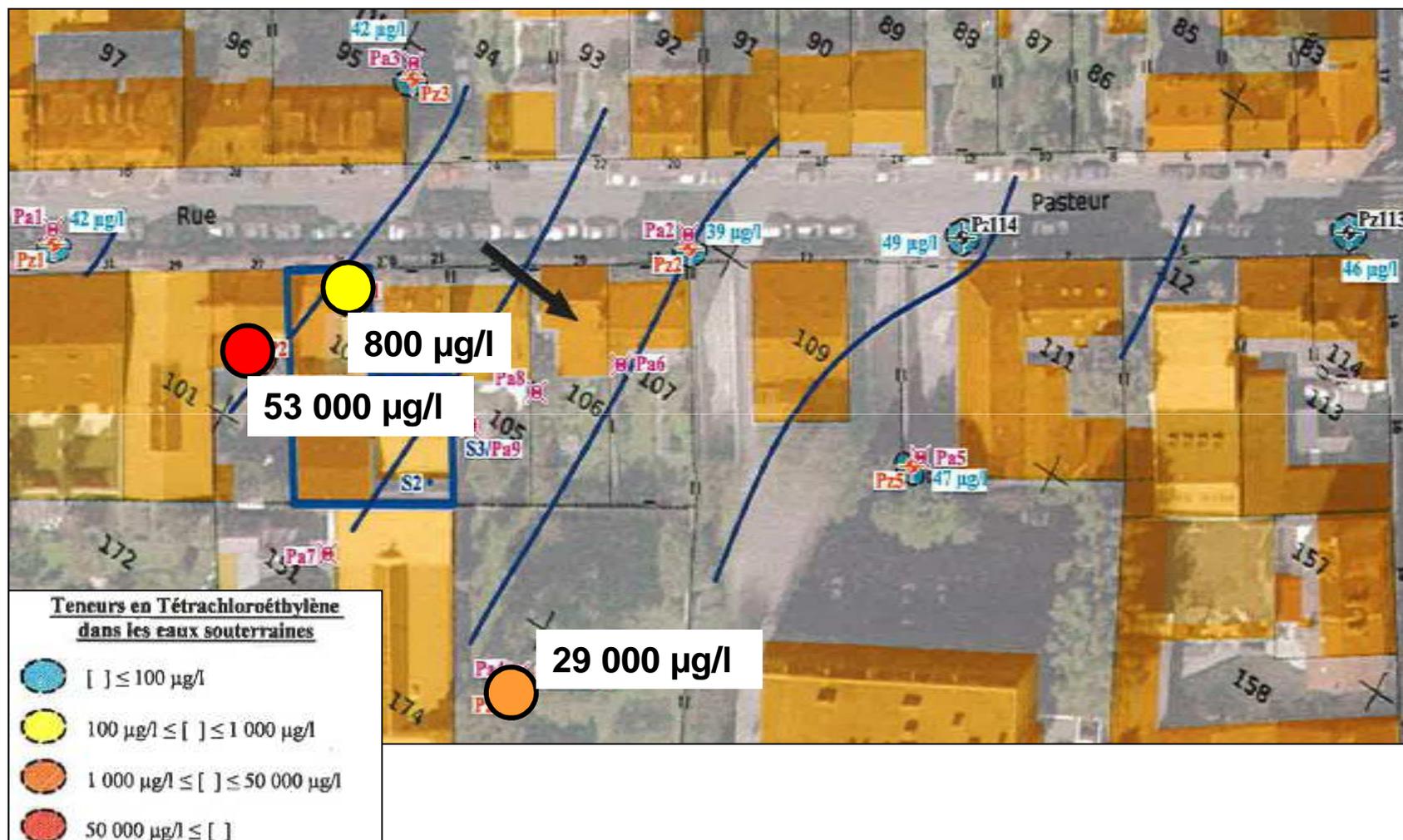
## Présentation du modèle de transfert



- équations de **Jonhson et Ettinger** pour la diffusion des polluants vers **l'air ambiant intérieur** à partir d'une **source air du sol** – source infinie
- équations de **Risc Workbench** pour la diffusion des polluants vers **l'air ambiant** à partir d'une **source eau souterraine** – source infinie



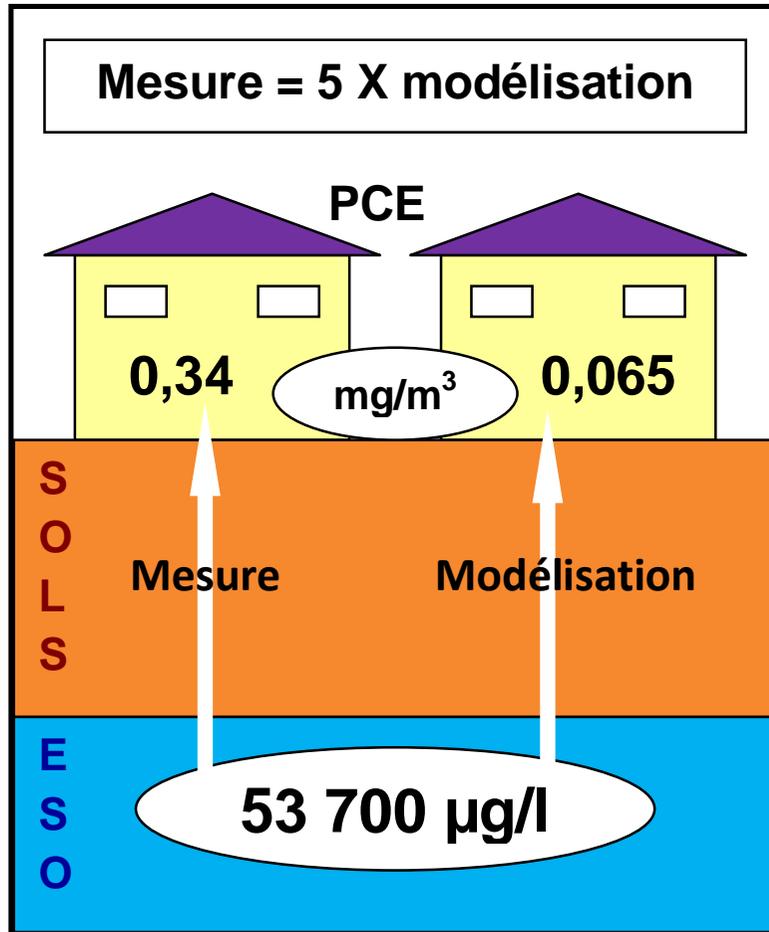
# 1<sup>er</sup> exemple: Ivry sur Seine



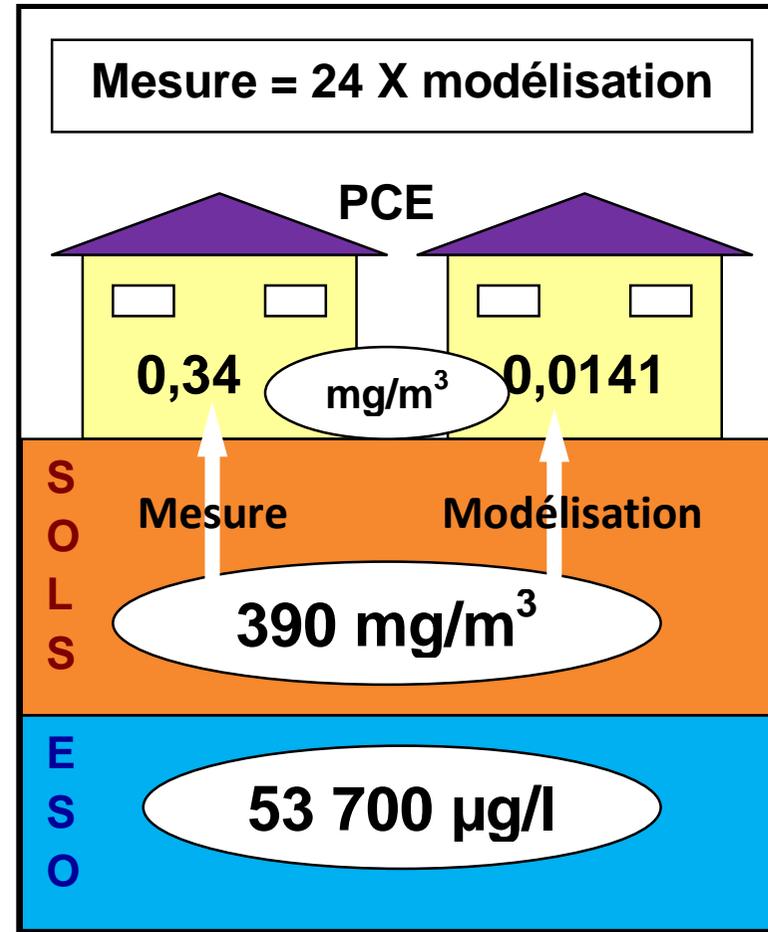
# Ivry sur Seine



## Risc Workbench



## Jonhson&Ettinger





## Ivry sur Seine / Remarques

- la modélisation directement à **partir du milieu contaminé (ESO)** donne une concentration dans l'air ambiant **plus proche de la valeur mesurée**
- la modélisation à partir de l'air du sol donne un résultat beaucoup plus faible, potentiellement lié à la mesure dans l'air du sol qui est fluctue selon les conditions (T, P, H)



# Quantification des Doses Journalières d'Exposition



$$DJE_{inh} = (C_{ia} \cdot T_{exp}) \cdot AF_{inh} \cdot F_{exp} \cdot \frac{R_{ia}}{W}$$

- DJE<sub>inh</sub>: Dose Journalière d'Exposition par inhalation [mg/kg/d]  
C<sub>ia</sub>: Concentration en contaminant dans l'air intérieur [mg/m<sup>3</sup>]  
R<sub>ia</sub>(C): Taux de respiration pour les enfants [7.5 m<sup>3</sup>/j]  
R<sub>ia</sub>(A): Taux de respiration pour les adultes [17.5 m<sup>3</sup>/j]  
AF<sub>inh</sub>: Facteur d'absorption par inhalation (= 1 càd 100 %)  
W(C): Poids corporel des enfants (14,6 kg)  
W(A): Poids corporel des adultes (69,5 kg)  
T<sub>exp</sub>(C): Durée d'exposition à l'intérieur pour les enfants (16,2 hr/j)  
T<sub>exp</sub>(A): Durée d'exposition à l'intérieur pour les Adultes (17,5 hr/j)  
F<sub>exp</sub>: Fréquence d'exposition (330 j/an)



## Quantification des Risques

$$\Rightarrow \text{ERI} = \text{DJE (mg/kg/j)} * \text{ERU (mg/kg/j)}^{-1} \leq 10^{-5} \text{ (1)}$$

$$\Rightarrow \text{QD} = \text{DJE (mg/kg/j)} / \text{DJT (mg/kg/j)} \leq 1 \text{ (1)}$$

ERI : Excès de Risques Individuel

DJE : Dose Journalière d'Exposition

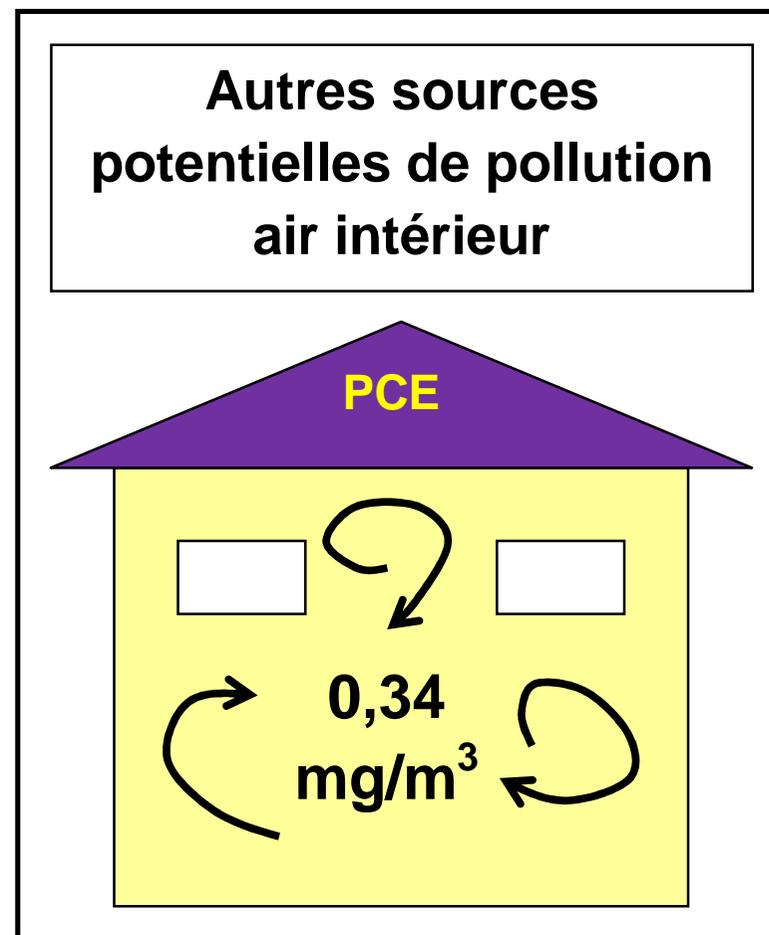
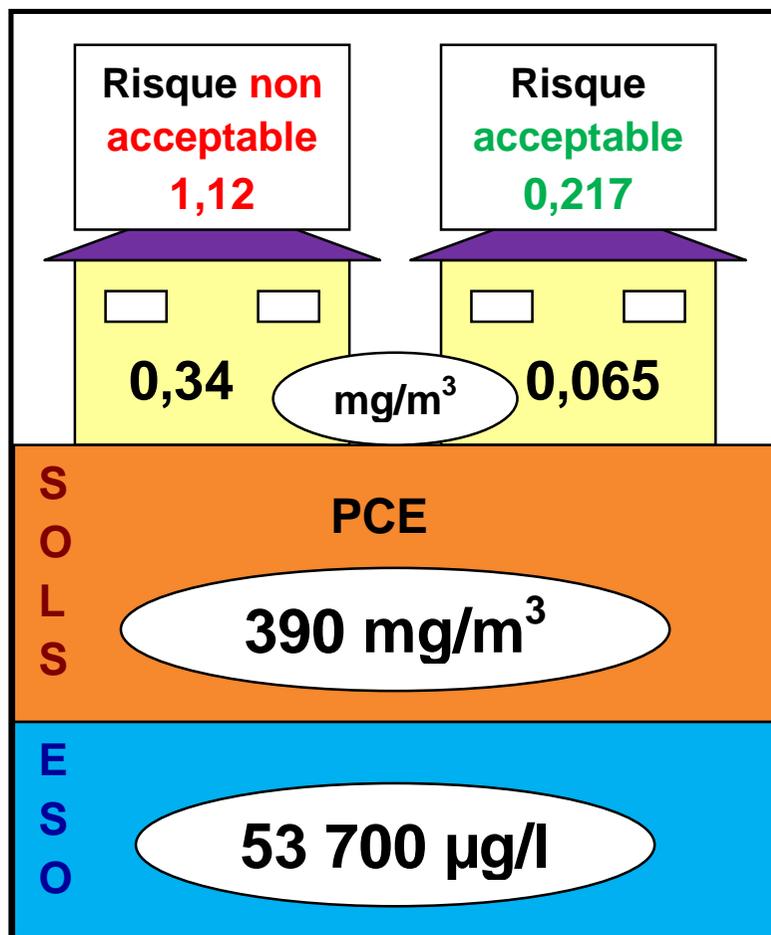
ERU : Excès de Risques Unitaire

QD : Quotient de Danger

DJT : Dose Journalière Tolérable

(1) : Ministère chargé de l'Environnement. Circulaire « Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites.

# Ivry sur Seine

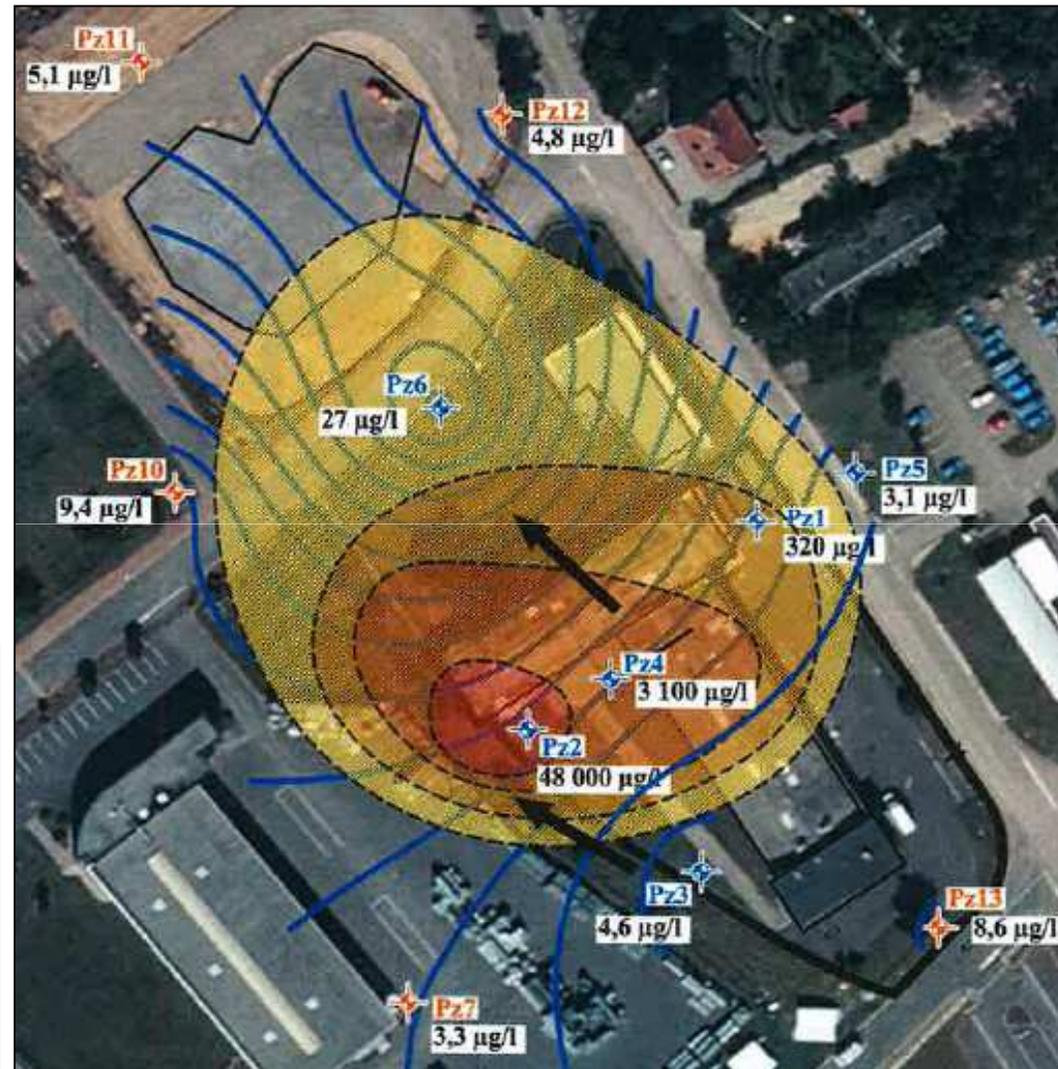




## Ivry sur Seine / Conclusions

- **La mesure directe dans l'air ambiant** conduit à des **risques non acceptables** alors que la modélisation à partir des ESO se situe en dessous
- Ce résultat met en évidence la **présence d'autres sources potentielles de pollution** de l'air intérieur
- Le bon calibrage entre la modélisation à partir des ESO et l'air ambiant induit qu'**une action sur la pollution des ESO aura un effet positif** sur la diminution des concentrations dans l'air intérieur et donc sur les risques

## 2<sup>e</sup> exemple: Sarreguemines



### teneurs en TCE (mai 2013)

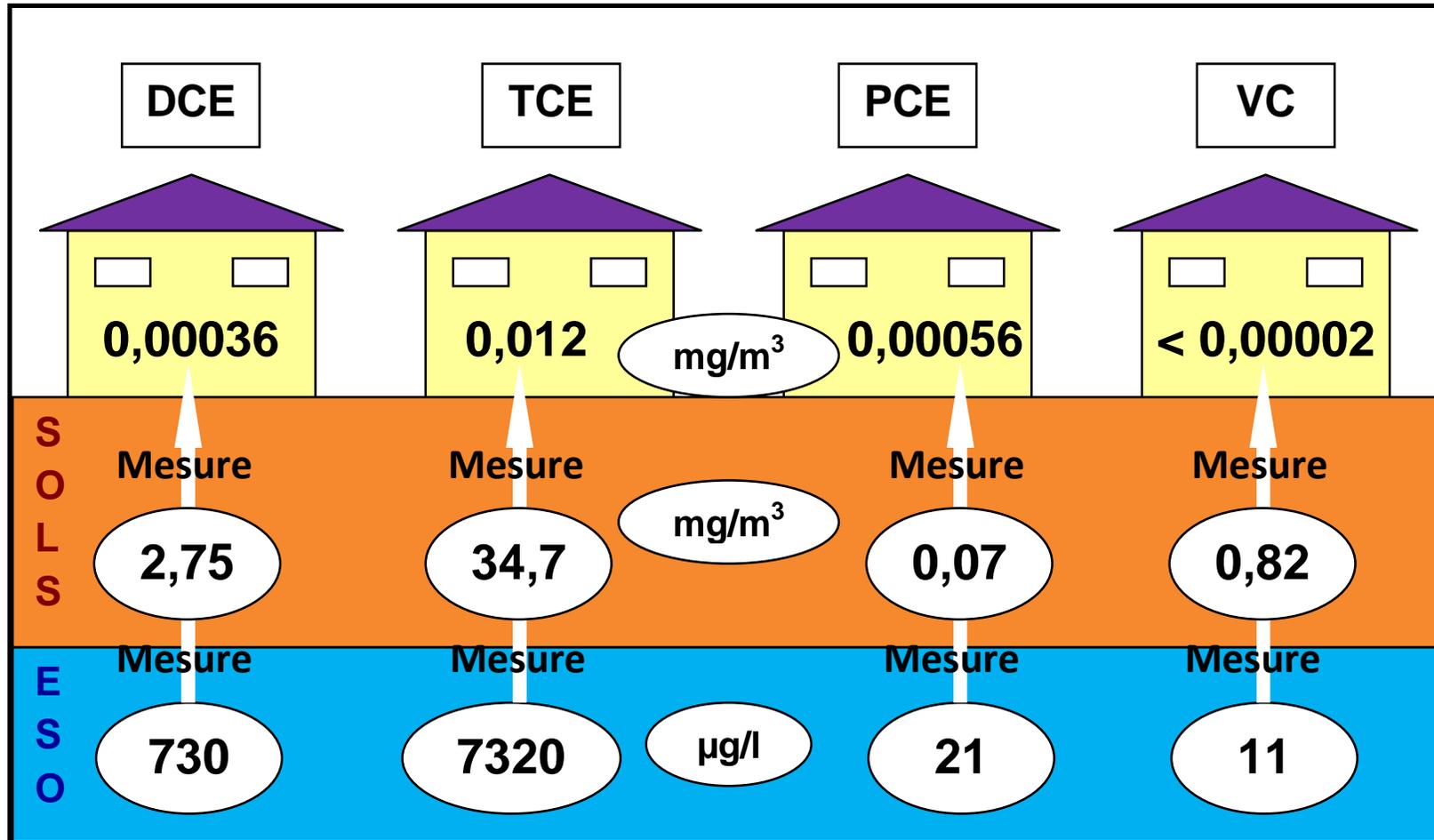
-  10 µg/l ≥ [ ] ≥ 100 µg/l
-  100 µg/l ≥ [ ] ≥ 1 000 µg/l
-  1 000 µg/l ≥ [ ] ≥ 10 000 µg/l
-  ≥ 10 000 µg/l



# Sarreguemines



## Mesures dans les 3 milieux

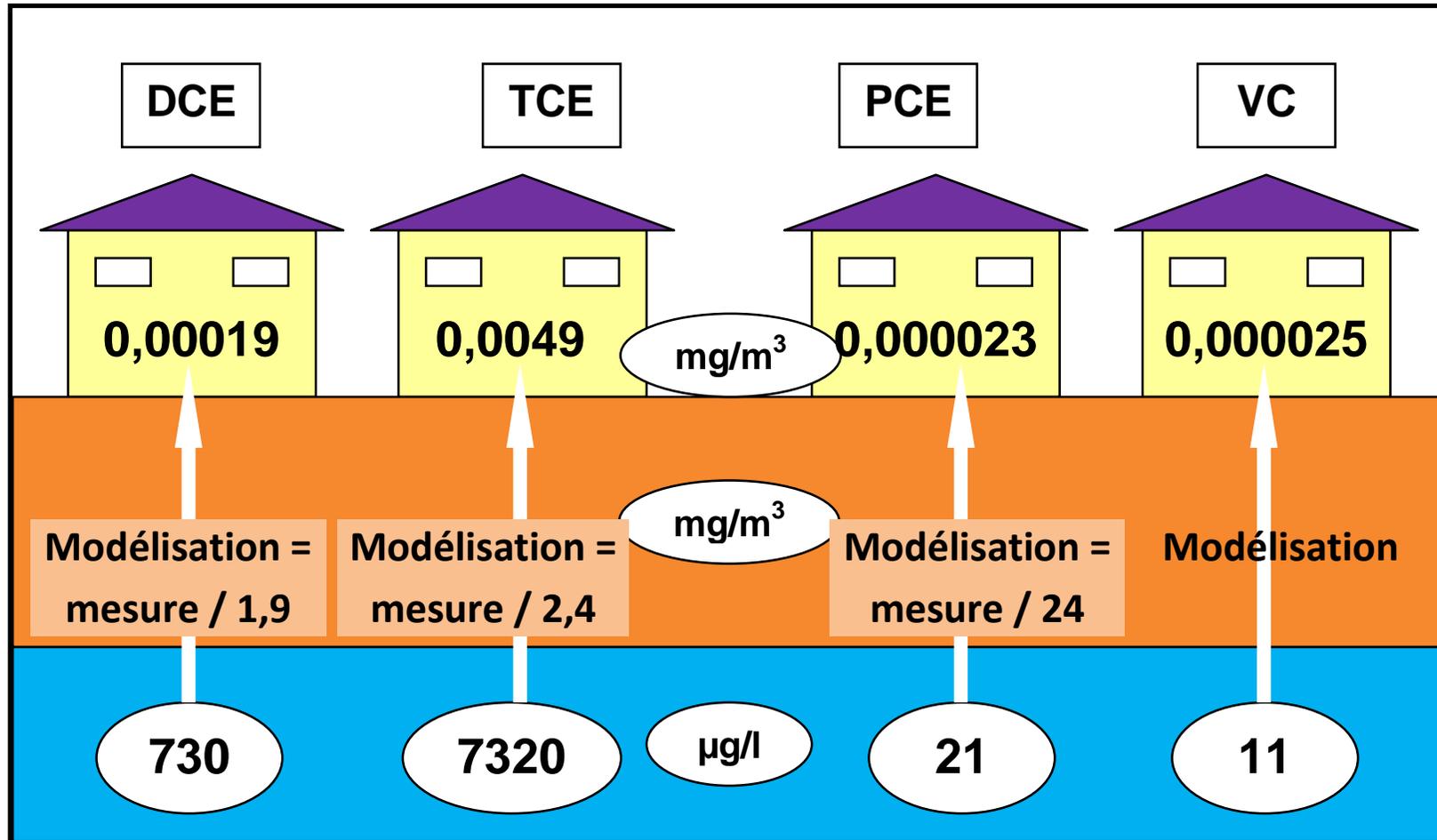




# Sarreguemines

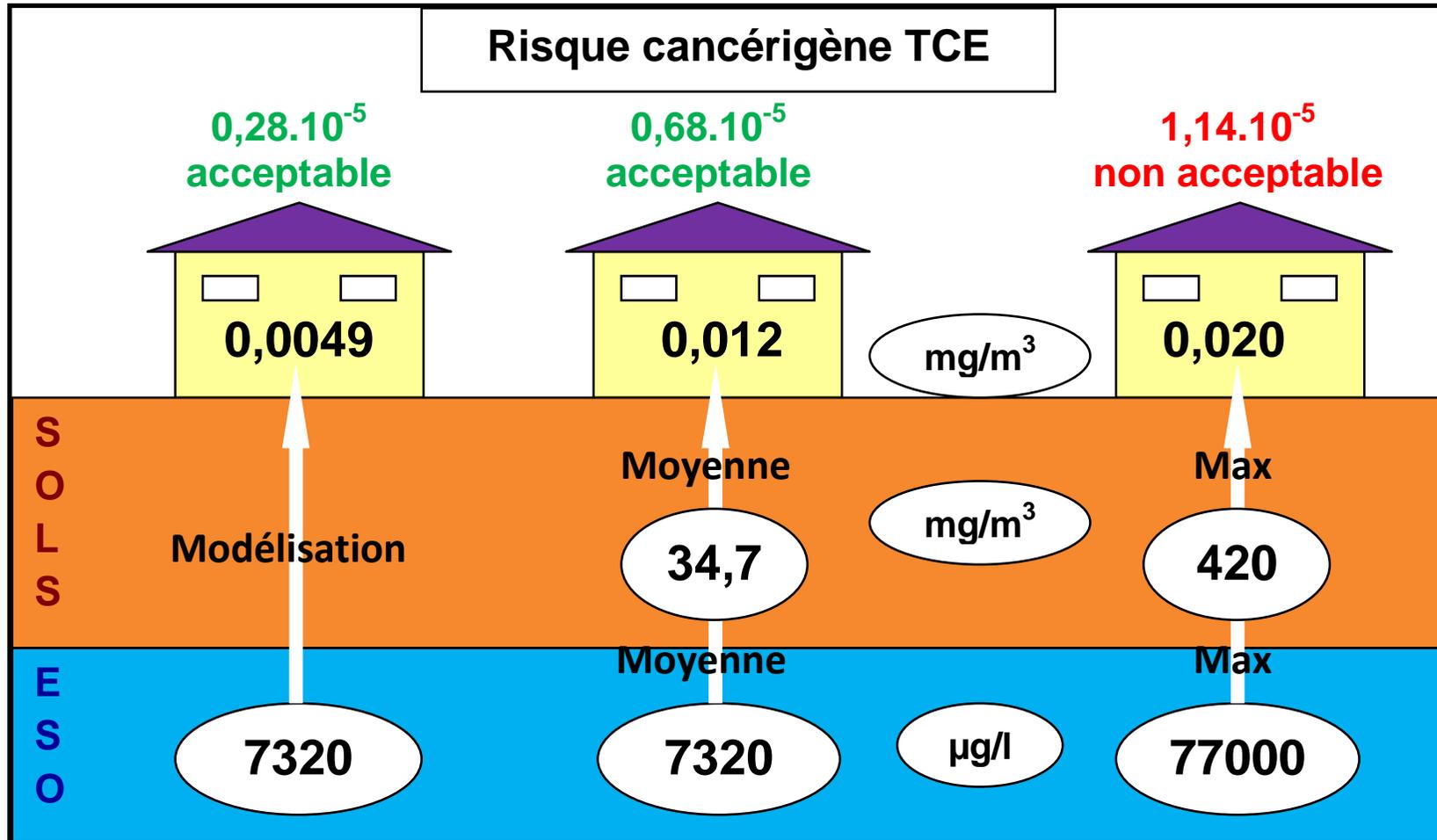


## Modélisation dans l'air intérieur à partir des ESO





# Sarreguemines





## Sarreguemines / Calcul des CMA



*Description des substances sélectionnées et des scénarios d'exposition*



### **Limite acceptable des risques sanitaires**

*Risques non cancérigènes ou systémiques*       $QD \leq 1$   
*Risques cancérigènes*       $ERI \leq 10^{-5}$



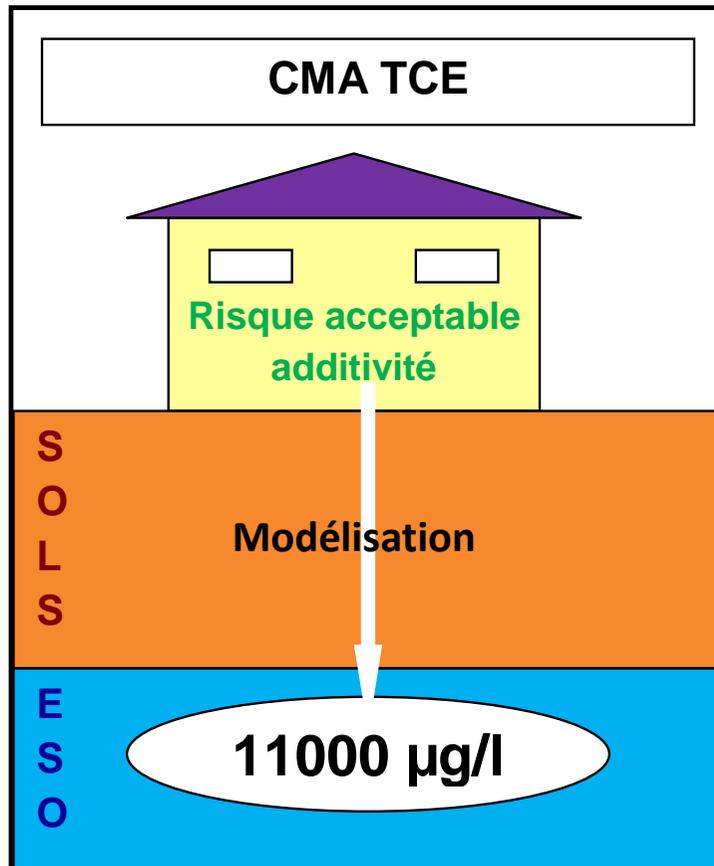
*Calcul itératif utilisant le modèle des EQRS*



**CMA**

*Concentrations Maximales Admissibles*

# Sarreguemines / Calcul des CMA



Facteur de division  
relatif à l'additivité des  
substances : 2,4

Calibrage de la  
modélisation par rapport  
à la mesure (TCE) : 2,4

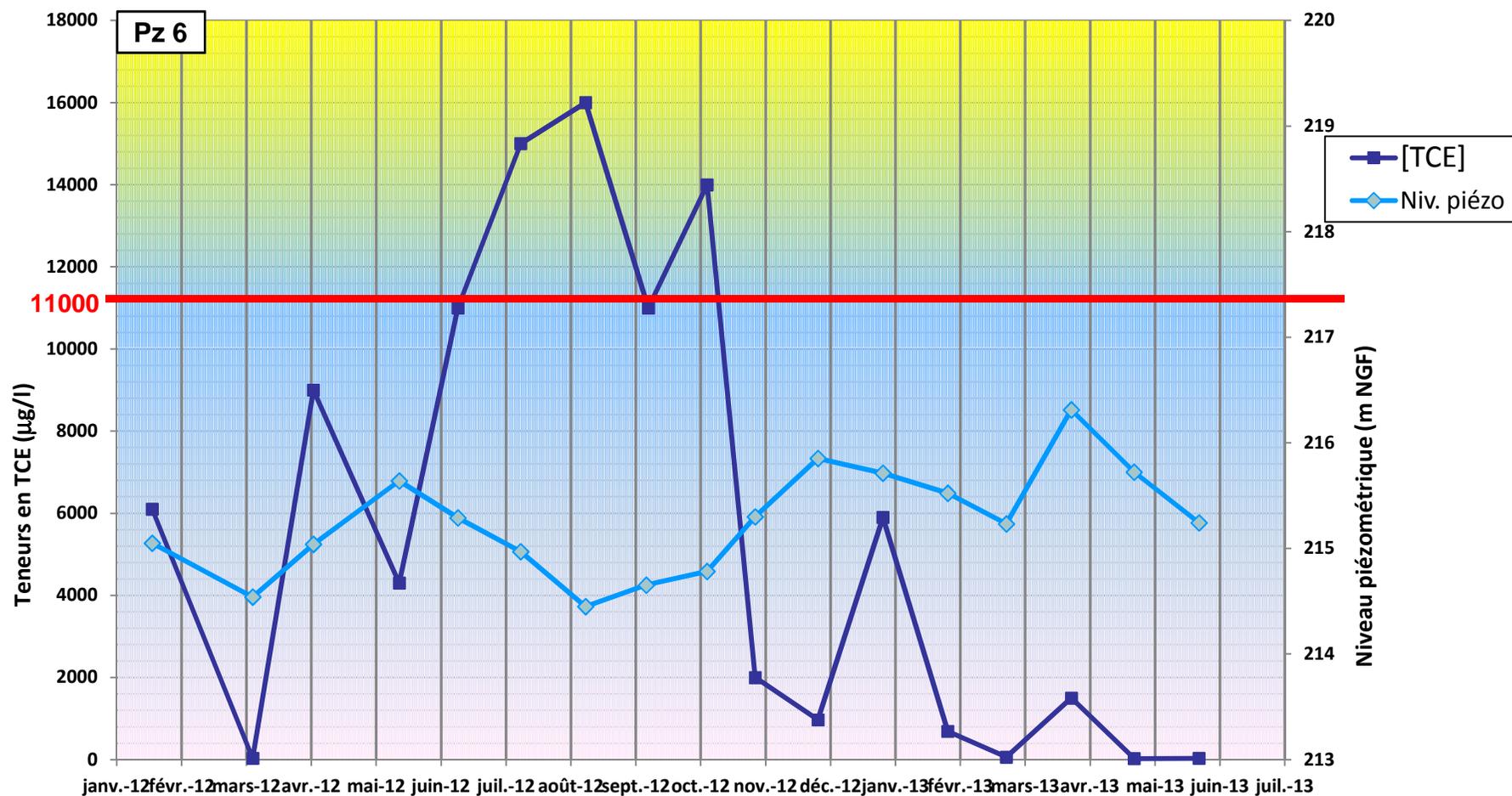
CMA bien ajustée



# Sarreguemines / Monitoring / TCE



Ancien site industriel à SARREGUEMINES (57)  
Traitement des COHV dans les eaux souterraines





## Sarreguemines / Utilisation des CMA / Traitement ESO



- CMA ajustée utilisée pour la dépollution comme valeur limite au-delà de laquelle des investigations dans l'air ambiant intérieur sont nécessaires (en particulier au niveau d'une crèche)
- Des dépassements répétés de ces concentrations limites ont conduit à la mise en œuvre d'opérations de traitement des eaux souterraines



## Discussion



- La modélisation à partir des ESO peut être utilisée comme outil de calibrage pour justifier la nécessité de mesures directes de polluants dans l'air ambiant intérieur
- Une source de pollution provenant des ESO peut être plus précisément dépistée
- La réhabilitation des eaux souterraines peut être ajustée, par la définition de concentrations limites qui garantissent l'absence de risques sanitaires inacceptables



Merci de votre  
attention