



# Influence des conditions hydrométéorologiques sur l'impact dans l'air des pollutions volatiles présentes dans les sols

*Résultats du projet EFEMAIR*

*Juliette CHASTANET et Sylvie TRAVERSE*



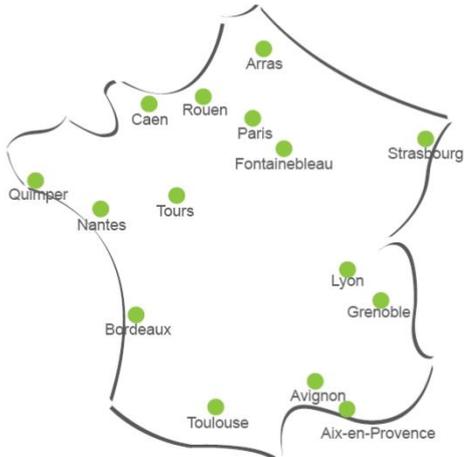
### R&D INNOVATION



Une équipe dédiée d'une dizaine d'ingénieurs/docteurs

### 4 THÉMATIQUES

- sites et sols pollués
- gestion des ressources en eau
- qualité de l'air
- énergie-climat & aménagement du territoire



 Eau, Energie, Ville et Territoire

 Environnement Industriel

 Santé Publique

 Nucléaire et Déconstruction

20 PROJETS EN COURS  
PLUS DE 80 PARTENAIRES

+ 150  
ARTICLES,  
PUBLICATIONS,  
PARTICIPATIONS AUX  
COLLOQUES

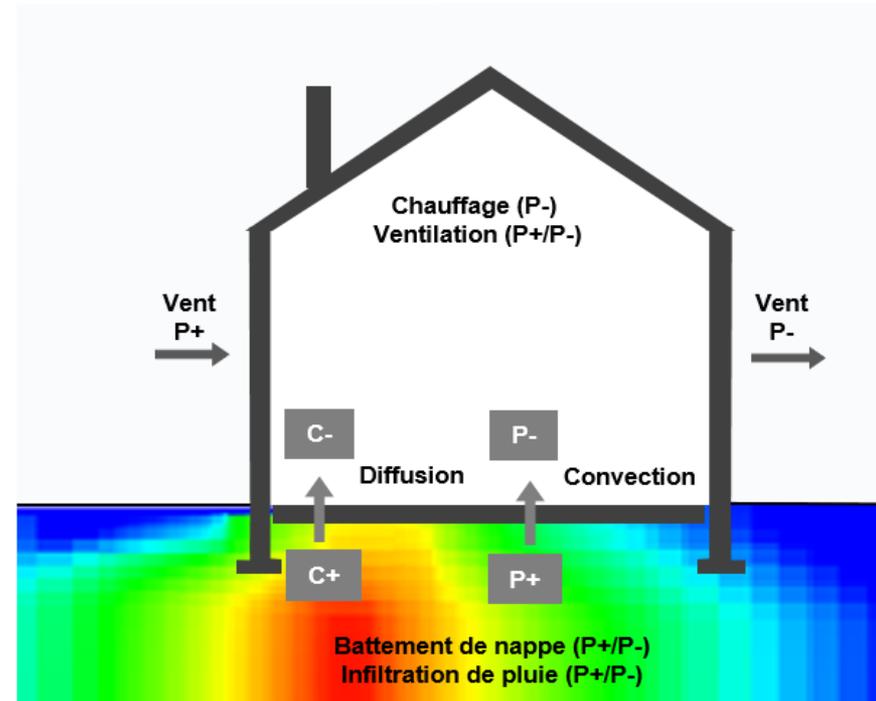
## Problématique

- La pollution volatile du sol : source potentielle de dégradation de la qualité de l'air intérieur
- Transferts de pollutions anthropiques vers l'air intérieur avec des dynamiques complexes
- Besoin de confiance dans :
  - ✓ L'évaluation prospective des impacts
  - ✓ La représentativité des diagnostics

## Projet EFEMAIR



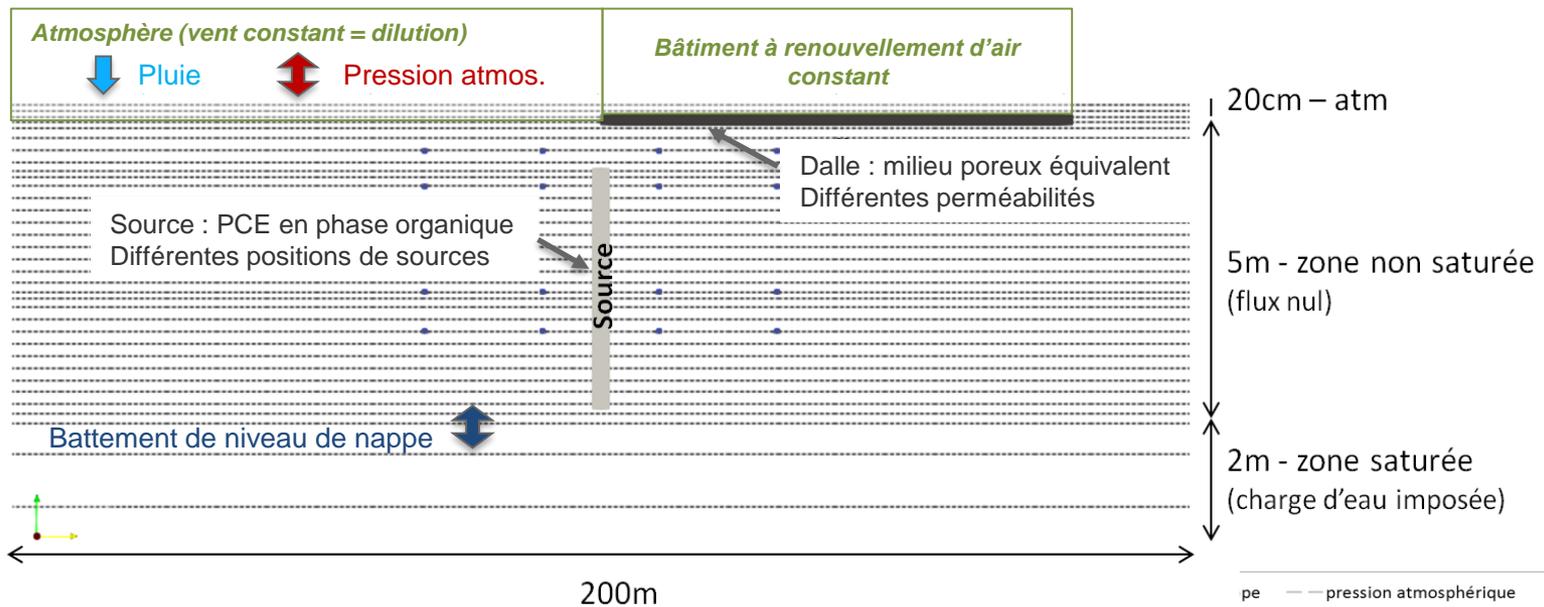
- Modélisation instationnaire des concentrations dans les sols et transferts vers l'air pour différentes situations
- Outil de modélisation numérique SIMUSCOPP
- Chroniques sur 14 mois de pluie, battement de nappe et pression atmosphérique



*P+ : surpression P- : dépression*

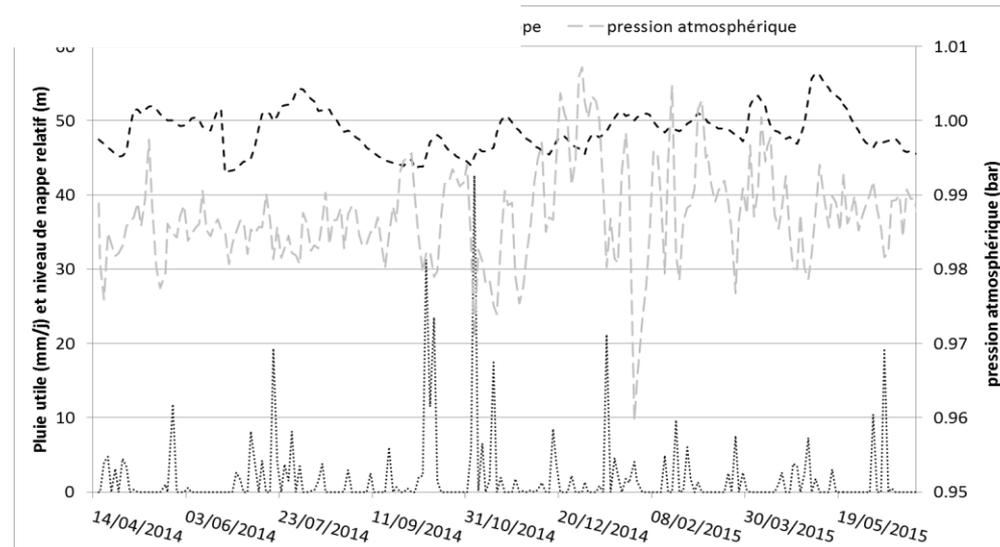
*C+ : concentration élevée C- : concentration faible*

## Modélisation numérique CFD en coupe 2D



## Conditions hydrométéorologiques

- Variables étudiées : pluie, battement de nappe, pression atmosphérique
- Non considérés : la température et le vent qui peuvent être majeurs (*Fluxobat, 2013 et Tempair, 2017*)



## 2- Schématisation du modèle

### Situations types étudiées

#### Positions de la source en ZNS

#### Lithologies

- Hétérogène (remblais/limons/sable)
- Sables
- Limons

#### Nature des sols

Ki (m <sup>2</sup> )	Nature des sols
2,E-11	Remblais sablo-limoneux
2,E-13	Limons
2,E-10	Sables grossiers

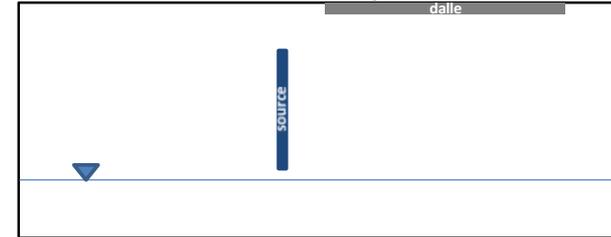
#### Qualité de la dalle (milieu poreux équivalent)

- Milieu poreux équivalent
- Diffusion constante ( $\tau = 700$ , porosité totale = 16%)
- Perméabilité variable

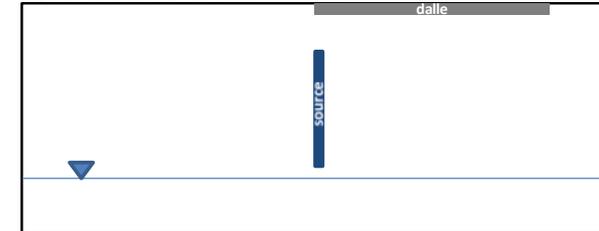
#### Dalle

Ki (m <sup>2</sup> )	Qualité de dalle selon Waitz et al. (1996)
2,E-11	qualité moyenne
2,E-13	bonne qualité
2,E-15	très bonne qualité

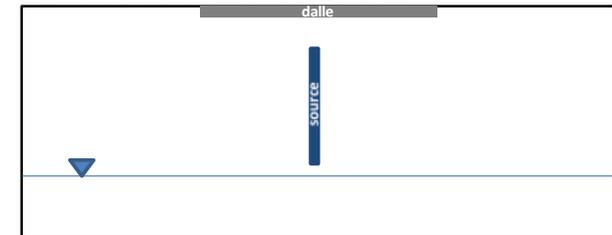
Source en dehors de l'emprise d'un bâti



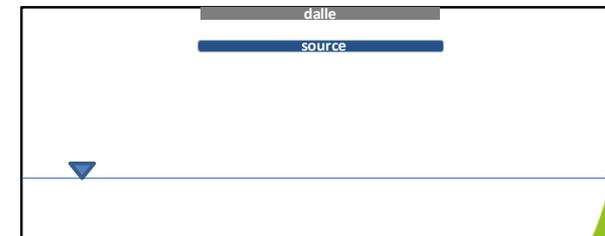
Source en limite du bâti



Source verticale sous le bâti



Source horizontale sous le bâti



# 3- Variabilité des transferts

Illustration de l'influence de la pluie sur les pressions motrices

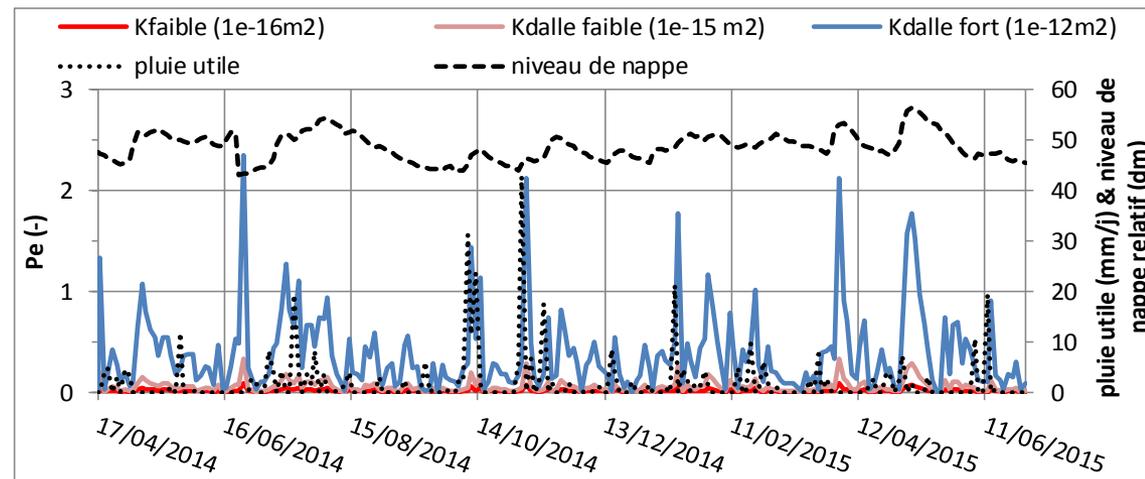
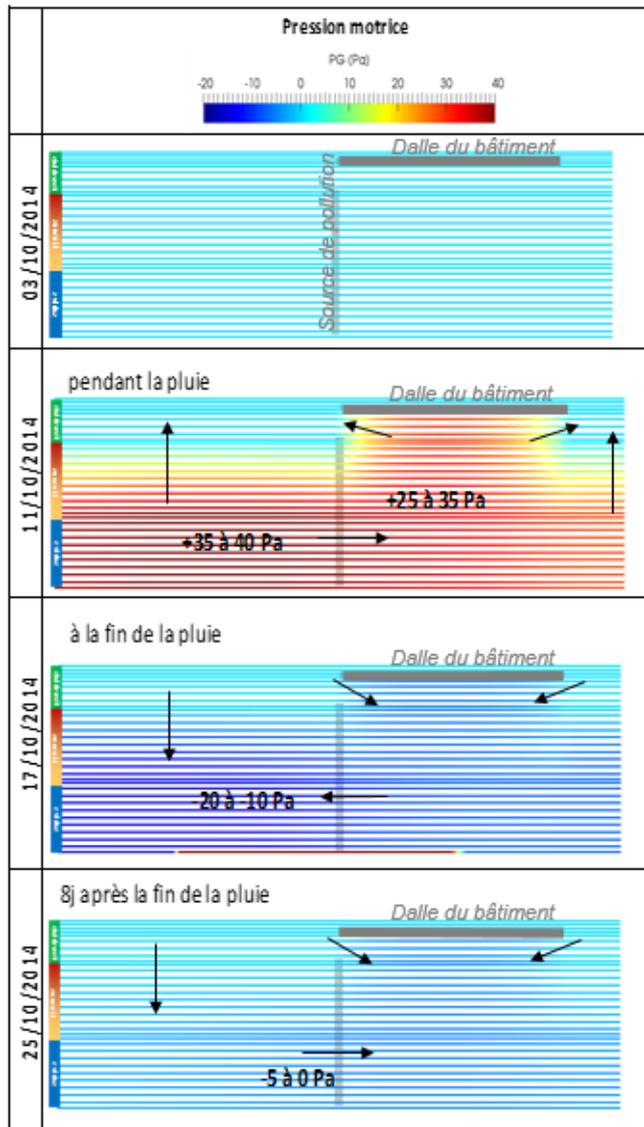
Mais les transferts à travers la dalle demeurent majoritairement diffusifs  $\nabla$  sa perméabilité

$$\text{Nombre de Péclet } Pe(-) = \frac{\text{Convection}}{\text{Diffusion}}$$

$Pe > 1$  : convection majoritaire

$Pe < 1$  : diffusion majoritaire

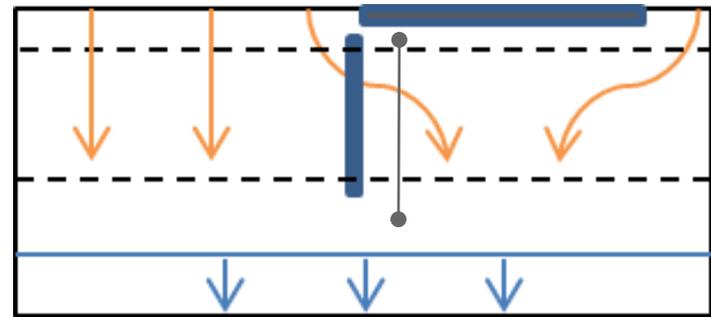
Influence de la pluie sur les pressions



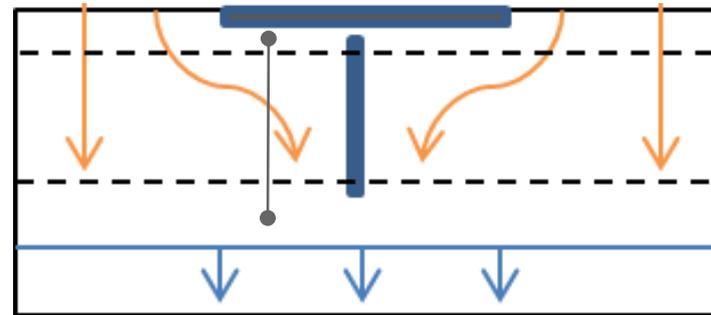
Ici pour une lithologie de 1 m de remblais ( $k_i=2.10^{-11} \text{ m}^2$ ) sur 2 m. de limons ( $k_i=2.10^{-13} \text{ m}^2$ ) sur 4 m. de sables ( $k_i= 2.10^{-10} \text{ m}^2$ )

# 4- Variabilité des concentrations dans les gaz du sol

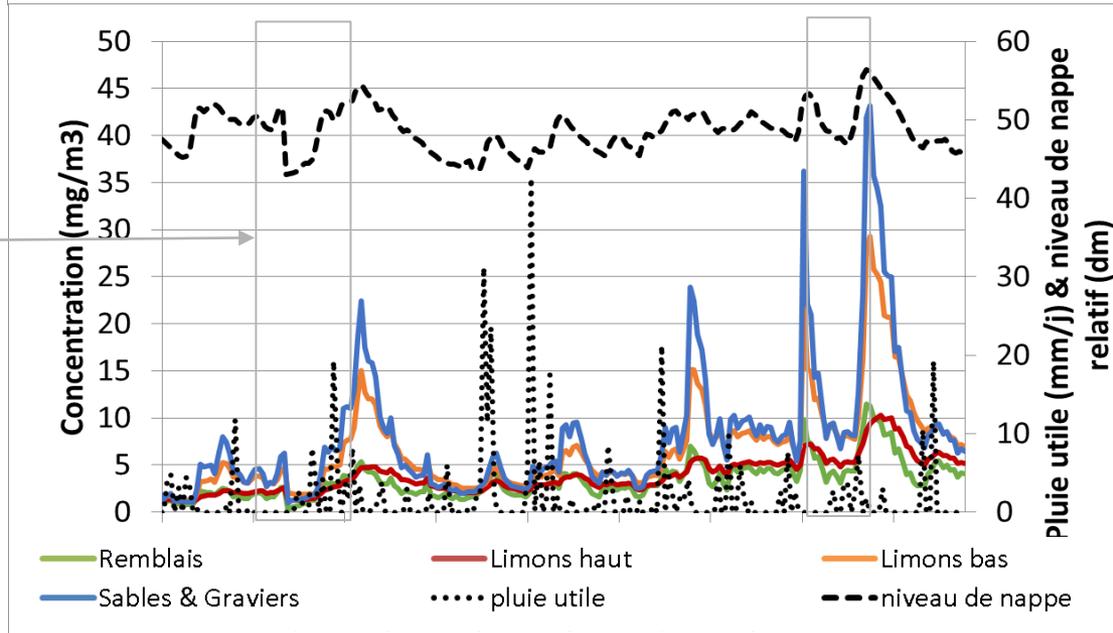
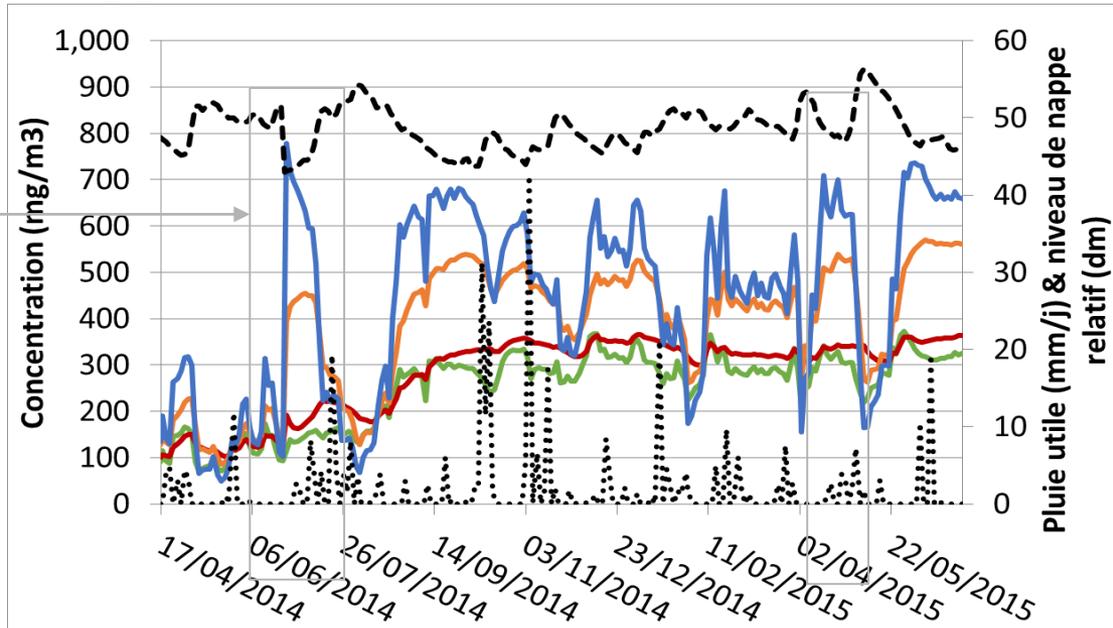
## Effet de la baisse du niveau de nappe



Source en limite de dalle  
Pour ce point d'observation  
sous dalle à 10 mètres →  
augmentation des concentrations

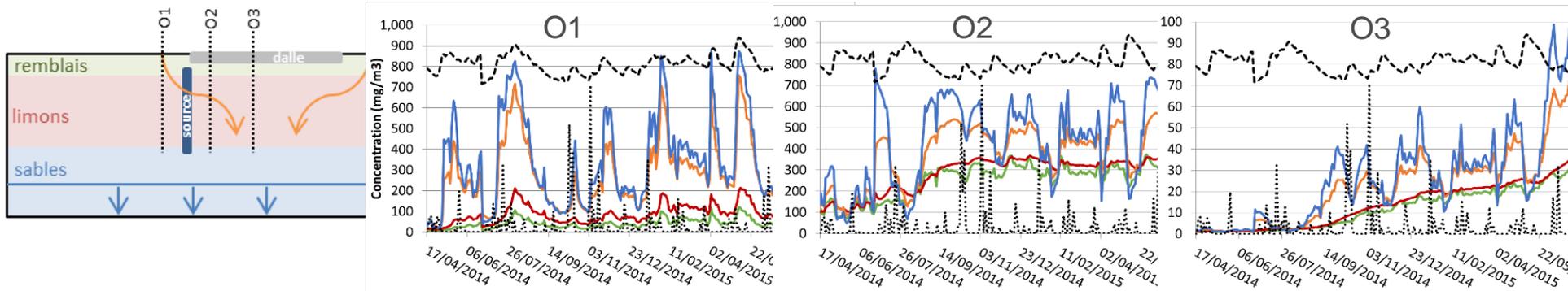


Source en centre dalle  
Pour ce point d'observation  
sous dalle à 10 mètres →  
Diminution des concentrations



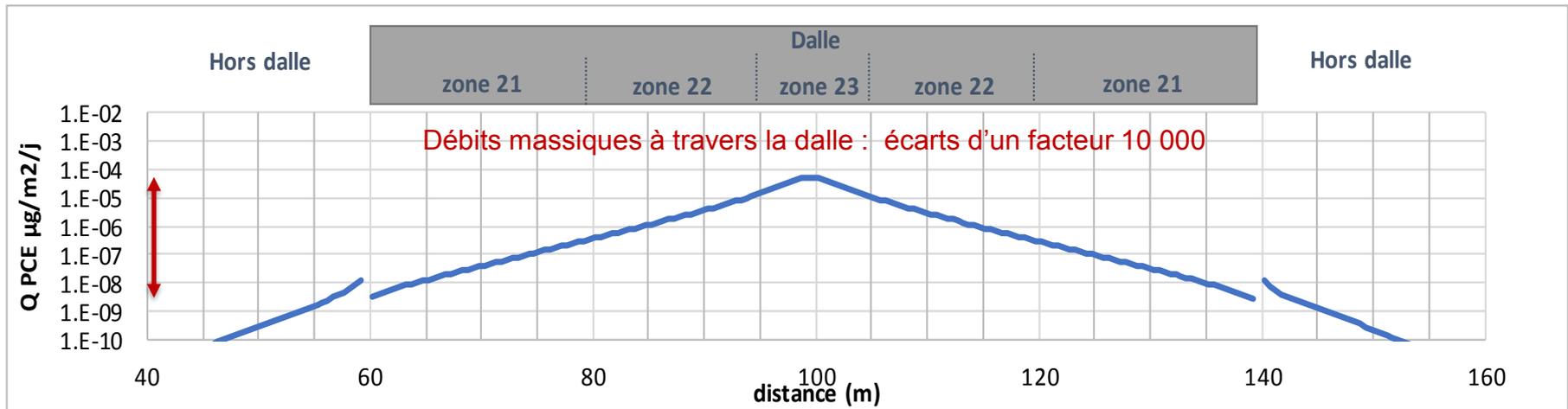
# 5- Variabilité spatiale des transferts vers AI

## Variabilité spatiale des concentrations dans les gaz du sol sous dalle



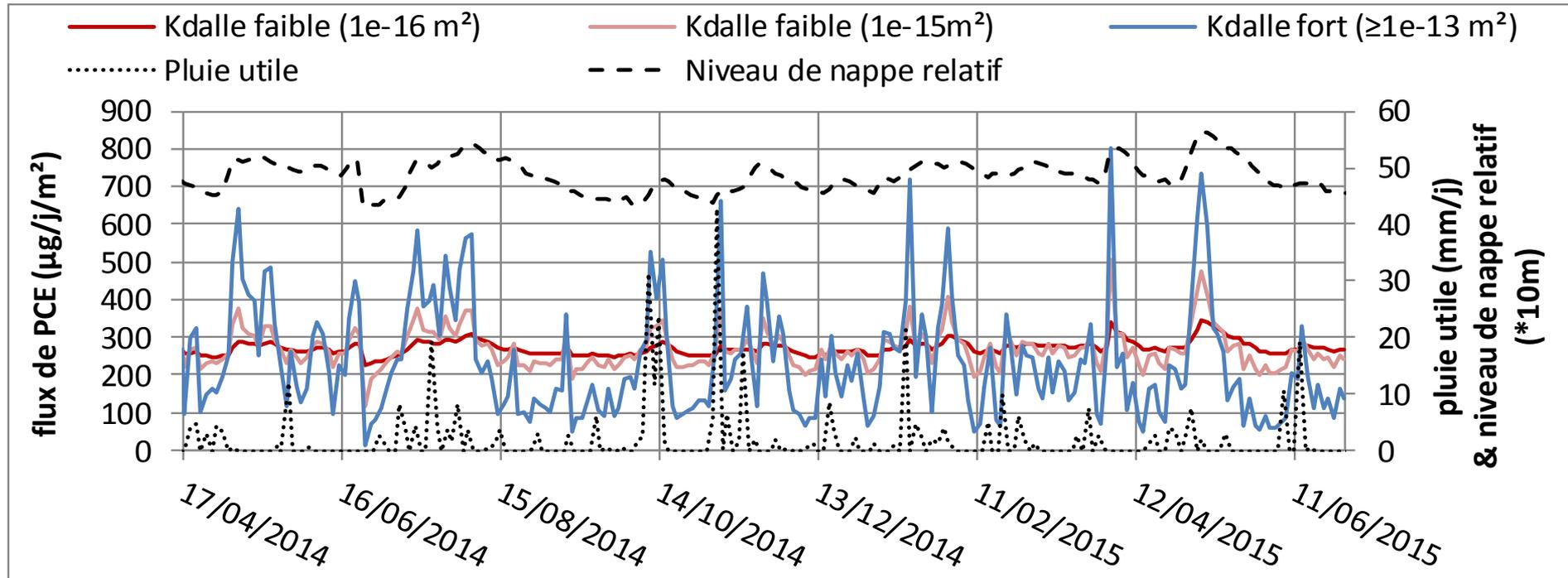
### → Variabilité spatiale des transferts vers l'air intérieur

Illustration pour une source au centre dalle



# 5- Variabilité temporelle des transferts vers AI

## Variabilité temporelle du débit moyen de PCE vers l'air intérieur pour différentes perméabilités de dalle

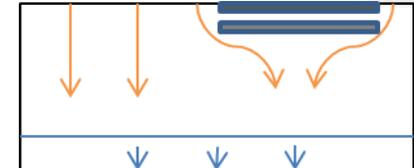
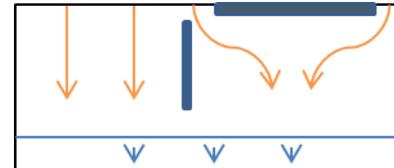
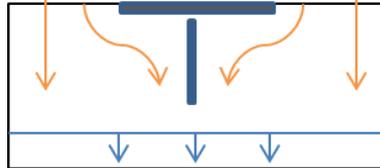
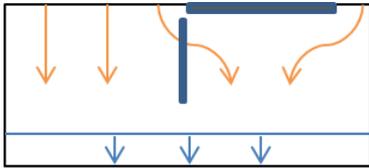


Ici pour une lithologie de 1 m de remblais ( $k_i=2.10^{-11} \text{ m}^2$ ) sur 2 m. de limons ( $k_i=2.10^{-13} \text{ m}^2$ ) sur 4 m. de sables ( $k_i=2.10^{-10} \text{ m}^2$ )  
Et une source centrée sous dalle

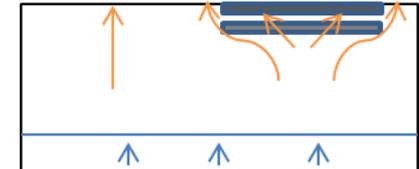
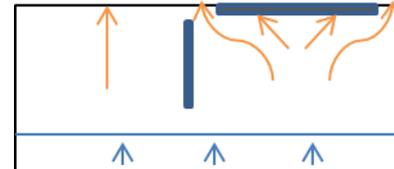
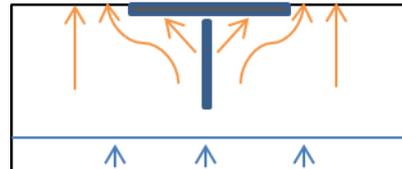
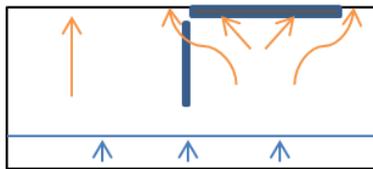
→ Variabilité plus importante quand la dalle est dégradée  
(sans considération de vecteurs privilégiés!)

## 6- Etablissement d'un schéma de fonctionnement

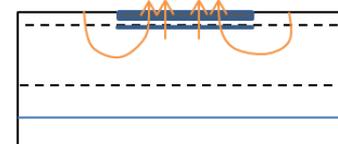
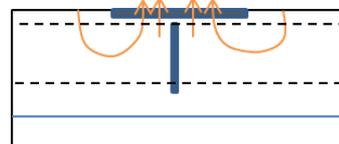
Evaluer la représentativité de campagnes de mesures nécessite la connaissance du fonctionnement du système



Baisse du niveau de nappe ou hausse de Patmo



Hausse de niveau de nappe, Pluie ou baisse de Patmo



Mise en dépression

Impact des conditions hydrométéorologiques dépendantes de la lithologie, du positionnement de la source



## Conclusion & recommandations sur les transferts vers l'air

- Interprétation de la variabilité temporelle
  - ✓ Compréhension à travers un **schéma de fonctionnement du site** → pas de généralisation possible
  - ✓ **Connaissance nécessaire des variables étudiées**, le battement de nappe a une influence majeure
- Variations spatiales importantes
  - ✓ **Densité de mesure dans les gaz du sol** suffisante
  - ✓ Importance de la connaissance **des points singuliers** de transfert (fissures, réseaux...)

## Concentrations dans l'air intérieur

- Ne peut être déconnecté de la connaissance des pollutions des terrains (→ idem supra)
- En sus, nécessite d'apprécier les variations spatiales et temporelles induites par la ventilation contrôlée ou non des espaces diagnostiqués
  - & mesures sur de longues périodes à privilégier



The background features a light gray grid with several circles of varying sizes. Some circles are solid, some are dashed, and some have a quarter-section filled with diagonal hatching. A prominent blue vertical bar runs down the center of the page.

Merci de votre  
attention

Vos questions

 **GINGER**  
BURGEAP

*[s.traverse@groupeginger.com](mailto:s.traverse@groupeginger.com)*