

Facteurs influençant les variations de concentrations en tétrachloroéthylène dans les gaz du sol d'un site atelier



Présentation du projet TEMPAIR



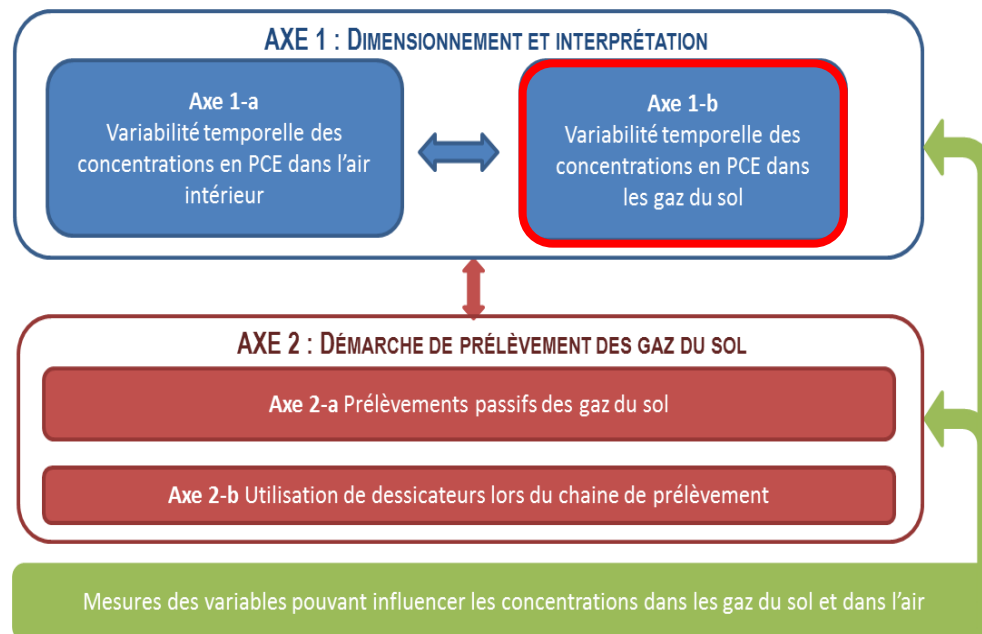
Co-financement

Partenaires



Livrable public en juin 2016

Axes techniques



Les facteurs d'influence étudiés sur un site atelier pour le PCE

1. Les variables météorologiques

pluie, pression atmosphérique, vent, température

2. Les conditions environnementales

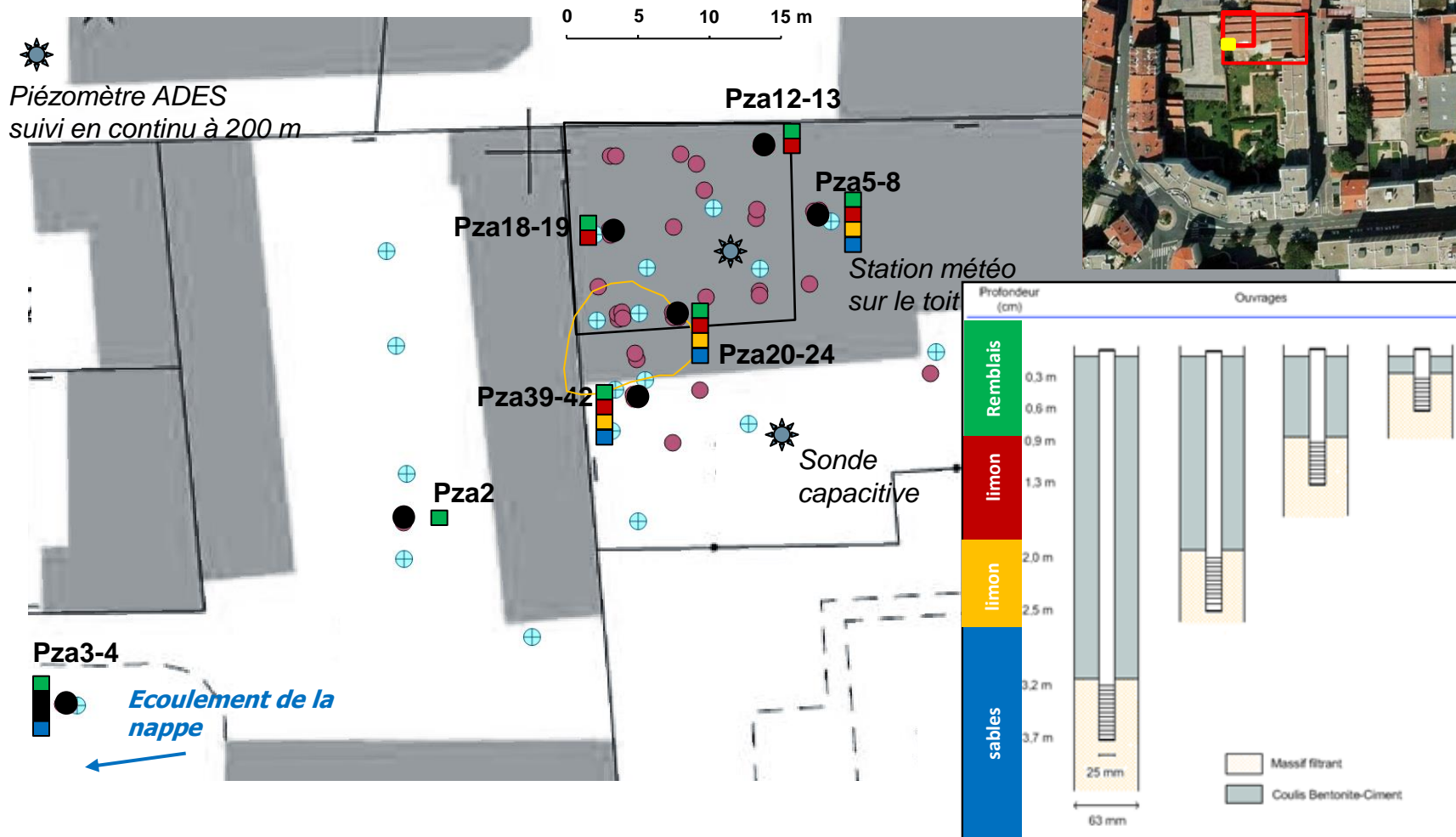
Perméabilité de l'interface sol/atmosphère

Matériel et méthode (1/3)

Le site, les ouvrages et équipements



- 19 piezairs suivis (prof. 0,3 à 2,7 m)

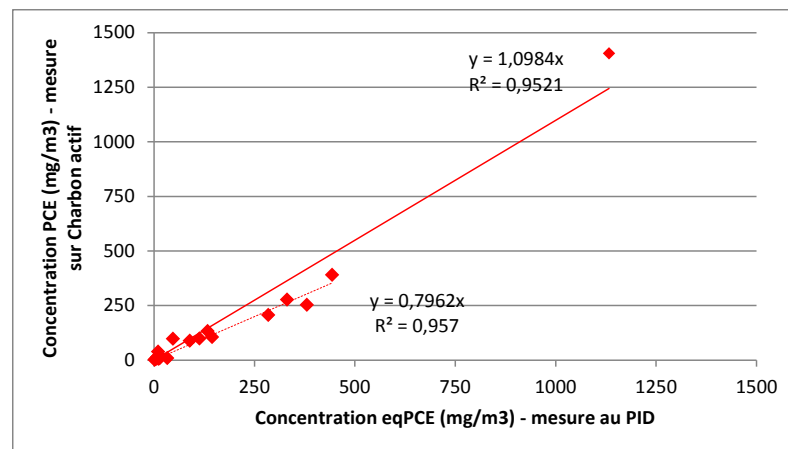


Matériel et méthode (2/3)

Représentativité des mesures au PID

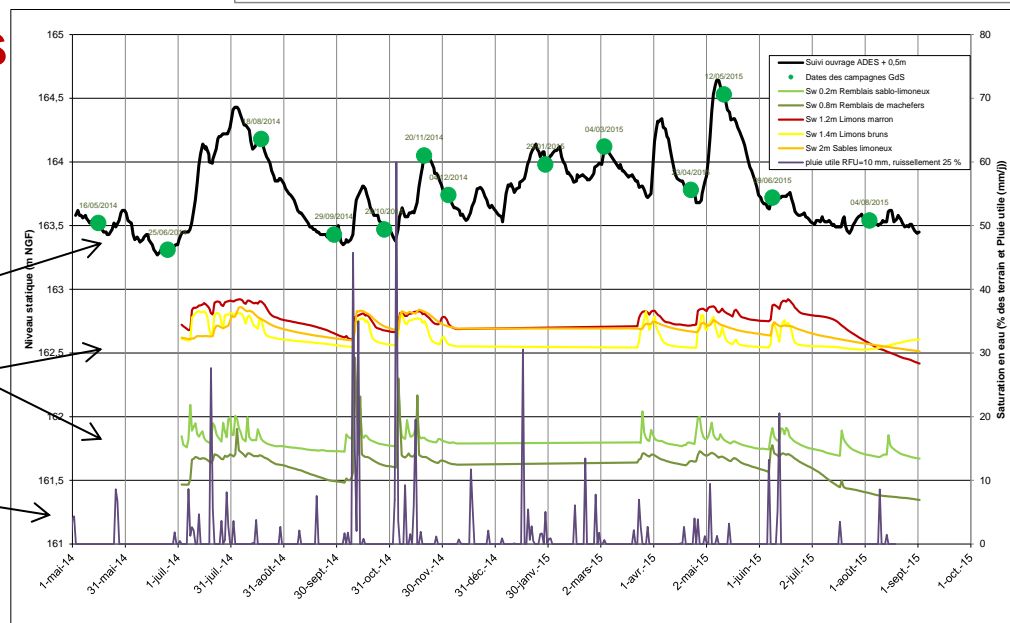
21 mesures sur 13 piezairs
PID et accumulation sur CA (100 mg)

- Bonne corrélation $r^2 > 0,95$
- Majoritairement sur-estimation au PID en moyenne de 20%
- A concentration élevée ($> 1000 \text{ mg/m}^3$) possible sous-estimation (24%)



Suivi des variables liées au milieu souterrain

- 13 campagnes conduites de juin 2014-août 2015
- Niveau statique
- Saturation en eau des sols (de 0,2 à 2 m)
- Pluie journalière

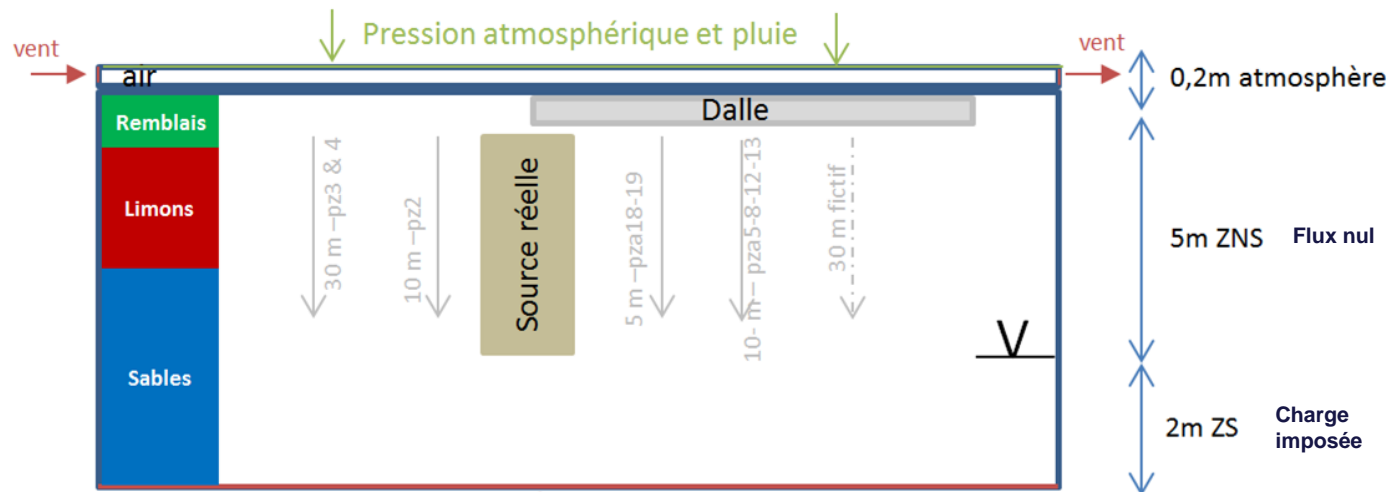


Matériel et méthode (3/3)

Modélisation instationnaire

- Modèle numérique coupe 2D vertical instationnaire (SIMUSCOPP)
- Une année de modélisation transitoire (juin 14 - juin 15)

Schématisation et conditions aux limites



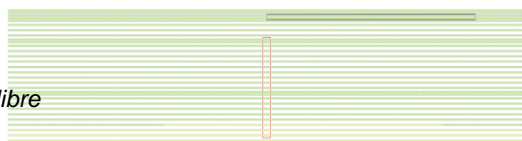
- Vent constant, pression atmosphérique & pluie variable
- Deux hypothèses de dalle testées
 $K_{dalle} : 2.0^{-12} \text{ m}^2 \text{ et } 2.10^{-16} \text{ m}^2$
 Soit des dalles « normale » et « très bonne » selon Bakker et al. (2008)

Effet de la pluie (1/3)

Pression motrice et vitesse ($K_{dalle} : 2 \cdot 10^{-16} \text{ m}^2$)

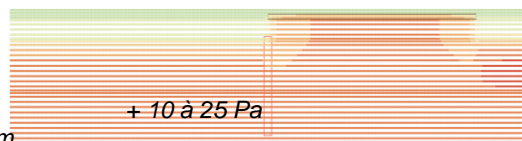
pressions

J0:
Equilibre



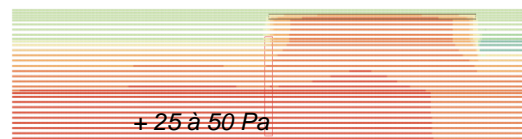
J 5,5:
Pluie
80 mm

+ 10 à 25 Pa



J 6,5

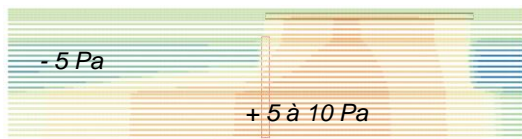
+ 25 à 50 Pa



J 7,5

- 5 Pa

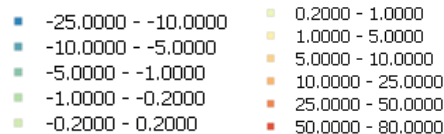
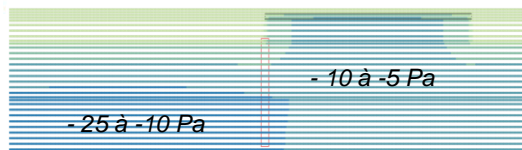
+ 5 à 10 Pa



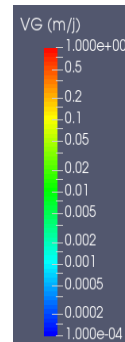
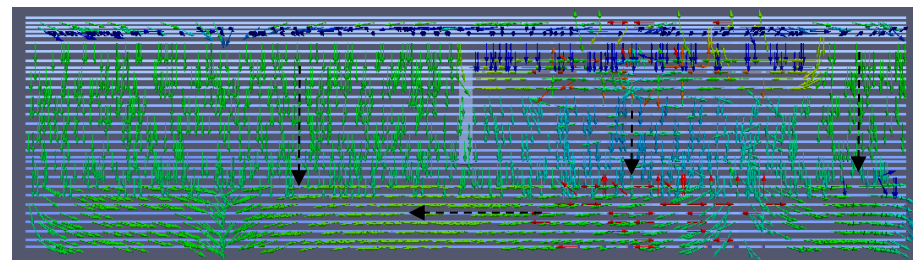
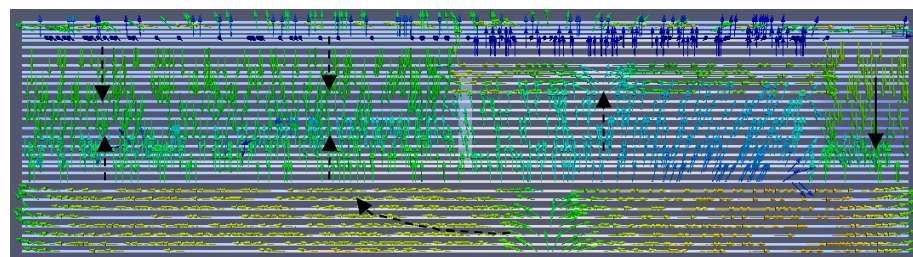
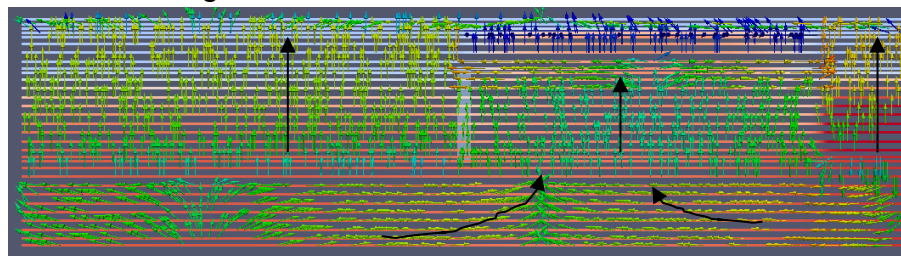
J 10

- 25 à -10 Pa

- 10 à -5 Pa



Vitesses du gaz



Effet de la pluie (2/3)

Chroniques de concentrations modélisées

1. Les jours suivants la pluie d'oct.

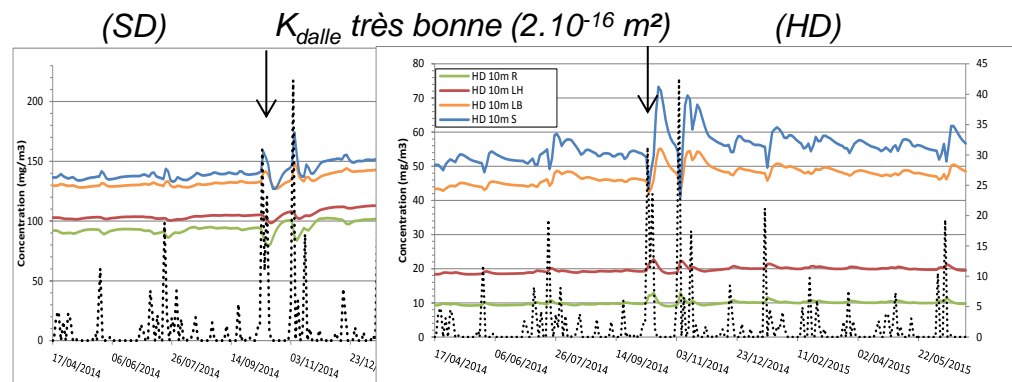
Sous le bâtiment (SD-10m)

$K_{dalle} 2.10^{-12} m^2$:

- CPCE (R,LH) : ↓ (<15%)
- CPCE (LB,S) : ↑ (<15%)

$K_{dalle} 2.10^{-16} m^2$:

- CPCE (R,LH) : ↑ (<5%)
- CPCE (LB, S) ↑ rapide : 30 à 50%

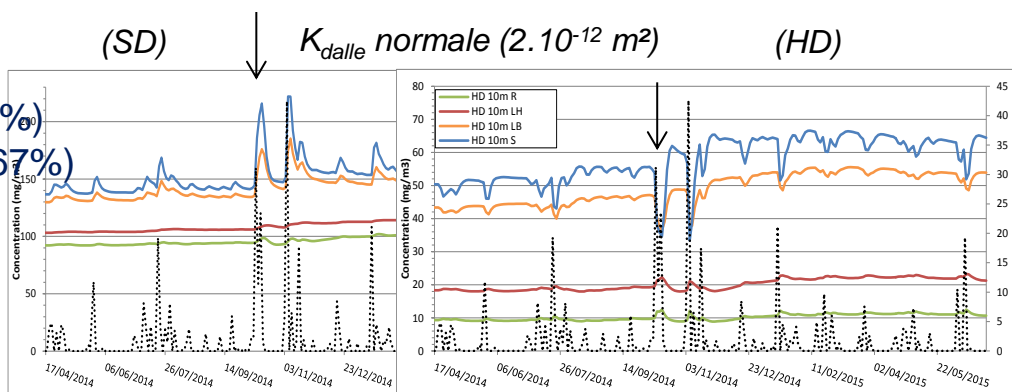


Hors bâtiment (HD-10m)

CPCE (R,LH) : ↑ (25 %) ∇ K_{dalle}

CPCE (LB,S) :

- $K_{dalle} 2.10^{-12} m^2$: ↓ (-16%) puis ↑ (+70%)
- $K_{dalle} 2.10^{-16} m^2$: ↓ (-36%) puis ↑ (+67%)



2. A l'échelle de l'année :

Faible ↑ de CPCE ∇ K_{dalle}

(Hors bâti +15-30%)

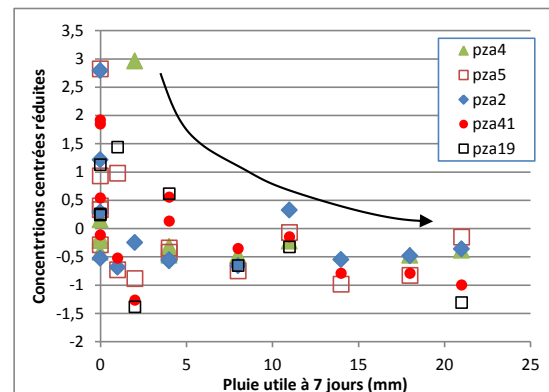
Effet de la pluie (3/3)

Mesures discrètes

Comparaison des $C(PCE_{eq})$ aux pluies utiles cumulées sur 2, 7, 15, 22 et 30 jours

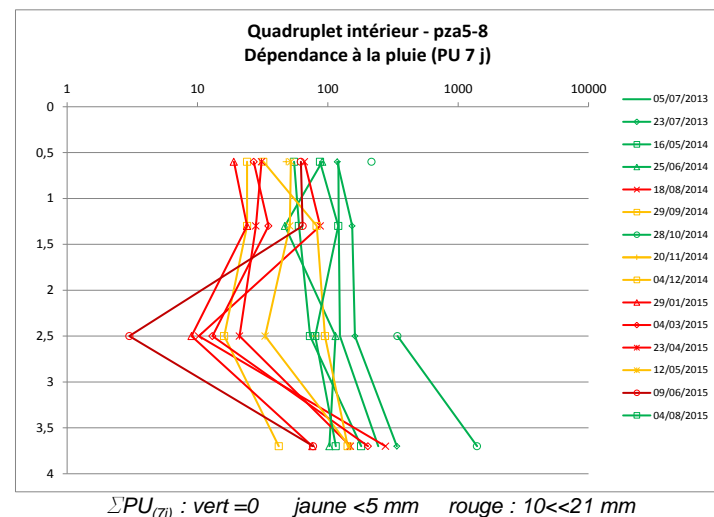
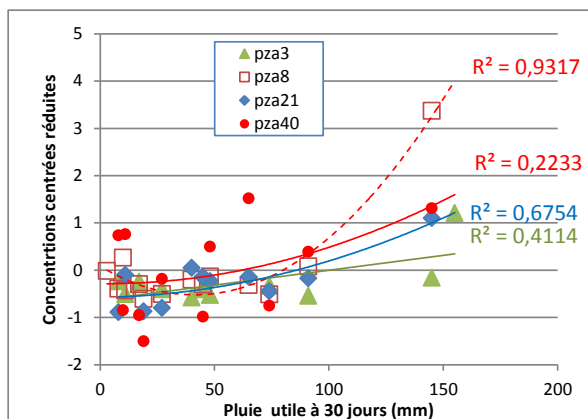
- Dans les remblais et limons :

- Absence de corrélation significative avec les $\Sigma PU > 7j$ ou $< 2j$
- il semble que les concentrations soient plus faibles pour des $\Sigma PU_{(7j)}$ élevées, tous les $r^2 < 0$ mais faibles liés à une forte disparité des mesures pour $\Sigma PU_{(7j)} < 2$ mm



- Dans les sables :

- corrélation positive avec la pluie pour les $\Sigma PU_{(30j)}$
- r^2 significatif sous la dalle du bâti



Effet du vent et de la Pression atmosphérique

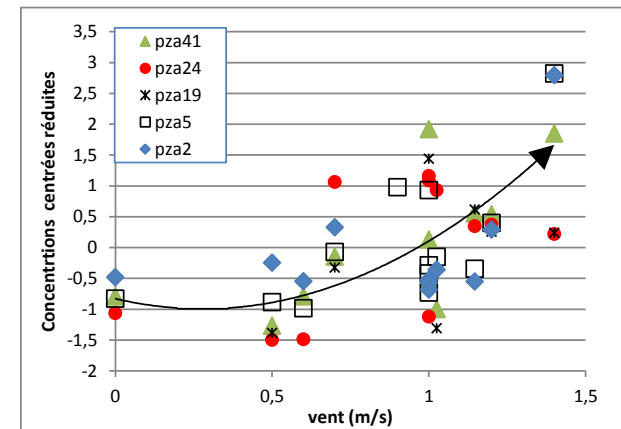
Effet du vent sur les concentrations

Comparaison des $C(PCE_{eq})$ au vent moyen du jour

- Dans les sables : absence de corrélation
- Dans les remblais et limons haut
 - Corrélation semble positive mais forte dispersion
 - r^2 variables et pas toujours significatifs

Les concentrations à faibles profondeurs augmenteraient avec le vent

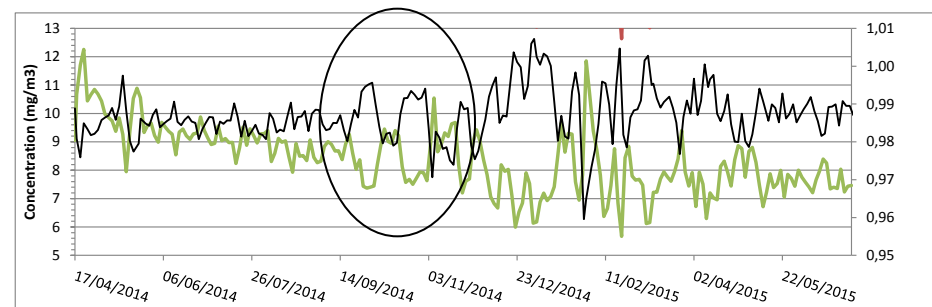
Remblais



Effet de la pression atmosphérique

- Absence -à ce stade- de corrélation sur les mesures réalisées
- La modélisation montre un impact des variations journalières dans les remblais et les limons
- $C_{PCE} \downarrow$ de - 19% pour \uparrow de P_{atmo} de 15 hPa

Modélisation dans les remblais hors bâti



Effet de la température (1/2)

Variations de la température mesurée

Lors de l'année de suivi T_{gaz} varie de

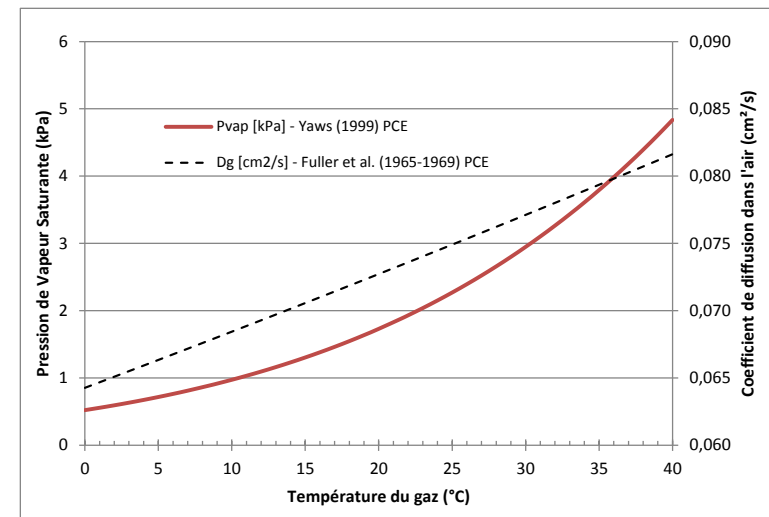
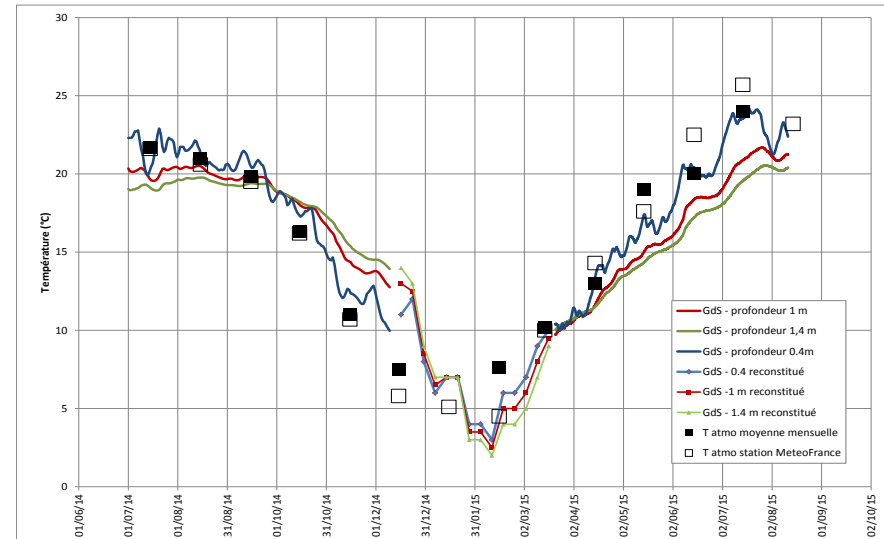
- 3 à 23°C dans les remblais (0,4 m)
- 2 à 20°C dans les limons (1,4m)

Absence de mesures dans les sables

Influence sur la pression de vapeur et la diffusion

Pression de vapeur saturante et coefficient de diffusion du PCE modifiés

- $CPCE_{sat}$ varie de 43 à 144 g/m³
Augmentation entre hiver et été de +230%
- $DPCE_G$ varie de 0,065 à 0,074 cm²/s
Augmentation entre hiver et été de +14 %

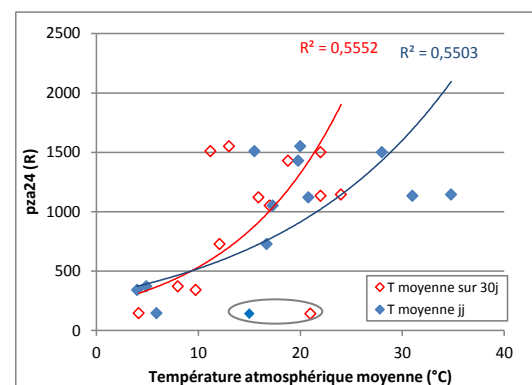
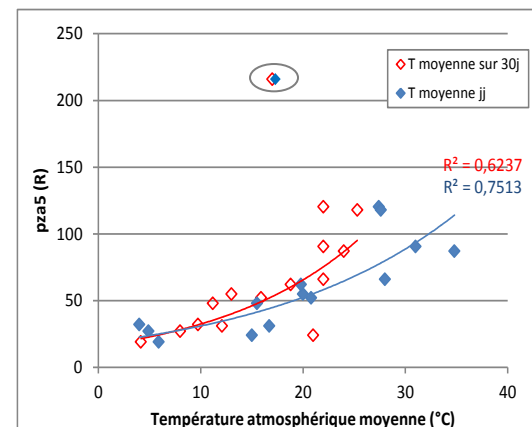
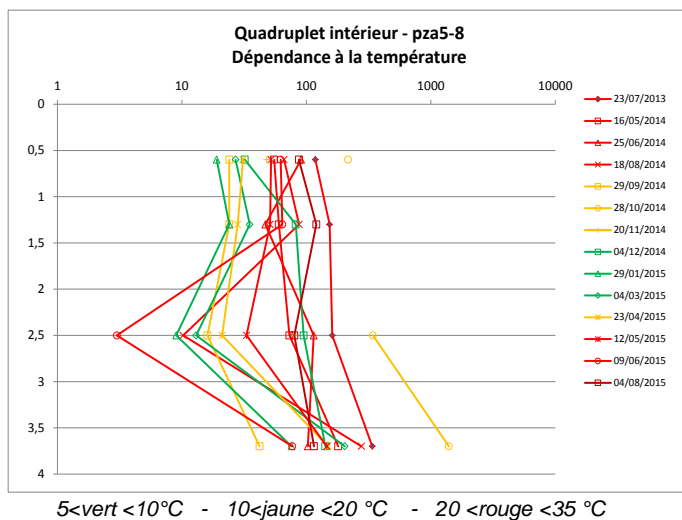


Effet de la température (2/2)

Interprétation des mesures discrètes

Comparaison des $C(PCE_{eq})$ aux températures moyennes du jours et du mois

- Pour l'ensemble des ouvrages dans les remblais et limons hauts , $r^2 > 0$
- r^2 significatif sur la majorité des points



Conclusion et perspectives

Conclusion

Variations des concentrations en PCE dans les gaz du sol entre 0,3 et 2,7 m sur un site atelier présente une **forte variabilité temporelle d'1 à 2 ordres de grandeur**

Difficultés à discriminer l'influence des différents facteurs dans les mesures liées à une grande disparité. Cependant, il ressort :

- ✓ **Influence positive corrélée de la pluie dans les différents horizons**
- ✓ **Influence positive corrélée de la température dans les remblais et limons**
- ✓ **Influence positive du vent**

Confirmation par la modélisation de **la corrélation avec la pluie** et mise en évidence de **l'influence de la pression atmosphérique**

Perspectives

- **Modélisation de l'effet du battement de nappe**
- **Analyse des séries temporelles de suivis en continu des GdS**
- **Production du projet TEMPAIR -> livrable public en juin 2016**