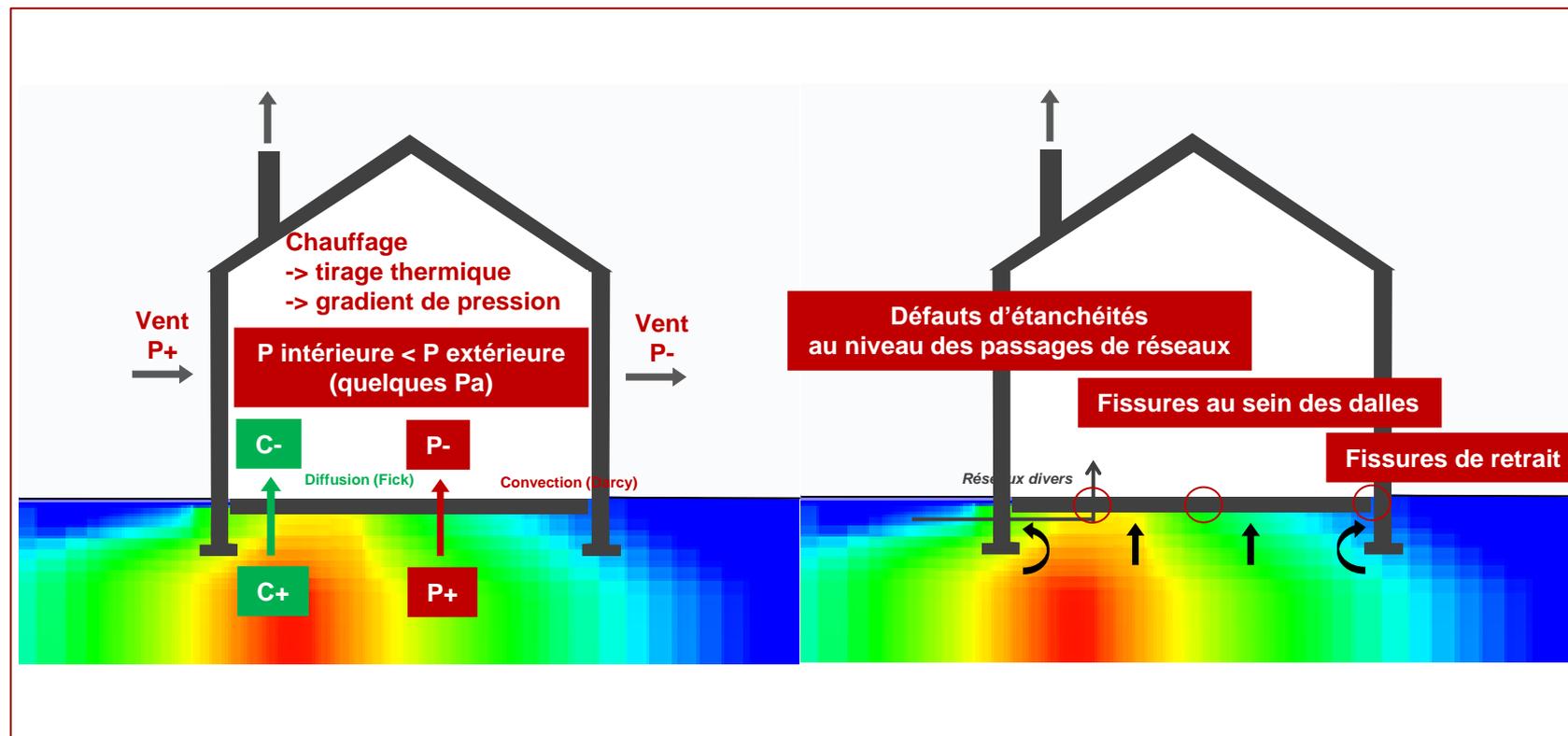


## Variabilité temporelle des concentrations en tétrachloroéthylène dans l'air intérieur pour une pollution provenant du sol

# Problématique

- Existence de pollutions volatiles dans les sols de terrain construits ou à construire
- Transferts vers l'air et impact sur la Qualité de l'air intérieur

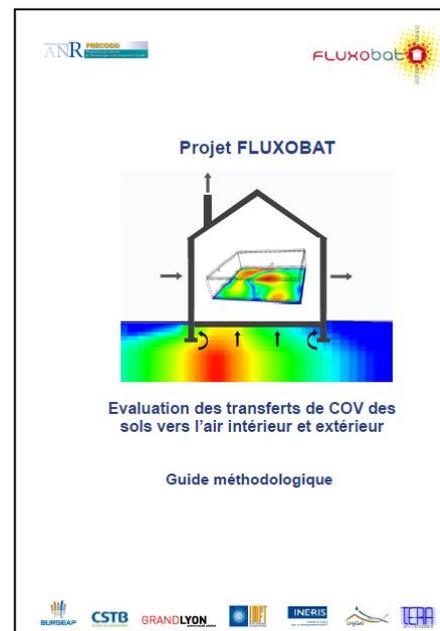


# Cadre des travaux présentés

## Fiche d'identité

FLUXOBAT	
Coordination	BURGEAP
Partenaires	CSTB
	Grand Lyon
	LHYGES
	IMFT
	INERIS
	TERA environnement
Doctorants	3
Durée	4 ans (2009-2013)
Budget total	1,8 M€
Budget cofinancé	0,9 M€
Cofinancement	ANR PRECODD

## Guide méthodologique



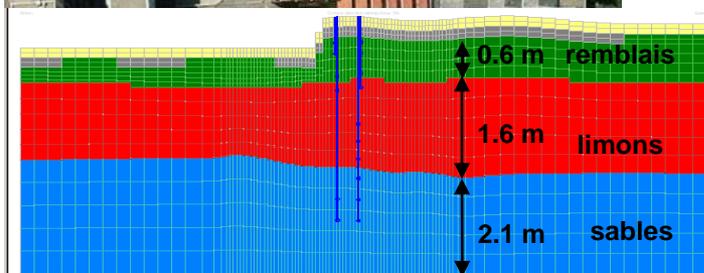
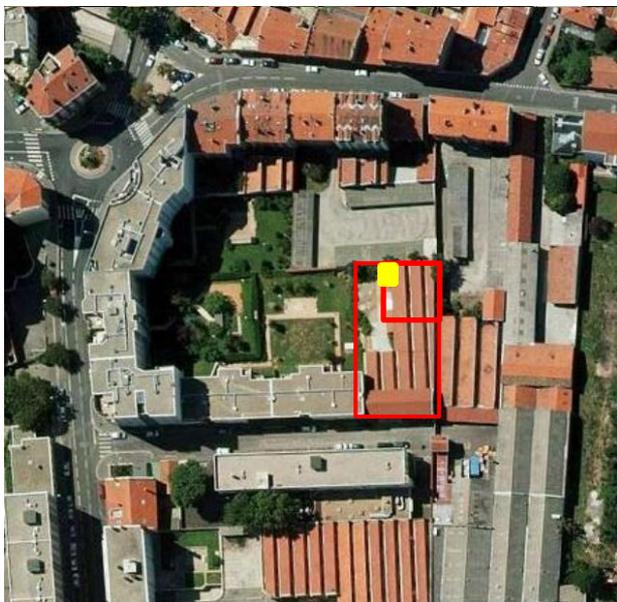
## Plan de présentation

- Présentation du site atelier (bâtiment et pollution)
- Mesures ponctuelles dans l'air intérieur
- Compréhension à l'aide de la modélisation nodale
- Enseignements des mesures en continu en hiver et au printemps
- Conclusions et perspectives

# Présentation du site atelier (1/3)

## Site et environnement

- Ancien atelier de traitement de surface (167 m<sup>2</sup>, 840 m<sup>3</sup>)
- Utilisation du PCE jusqu'en 1997
- Milieu urbain avec habitations et garages

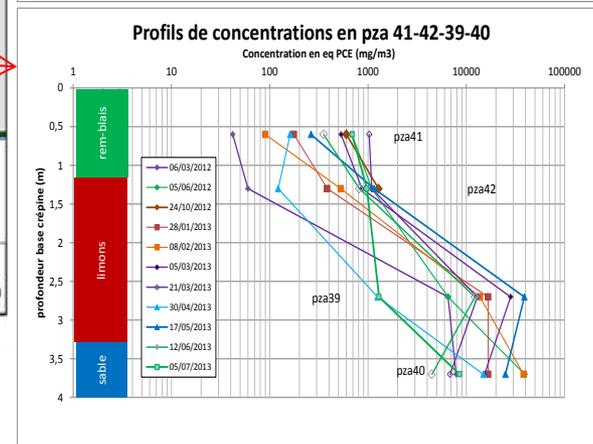
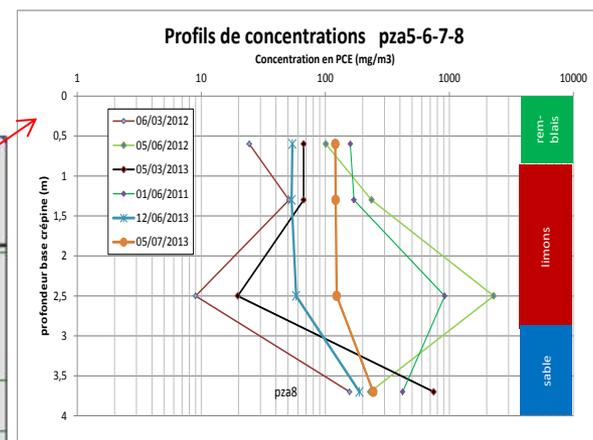
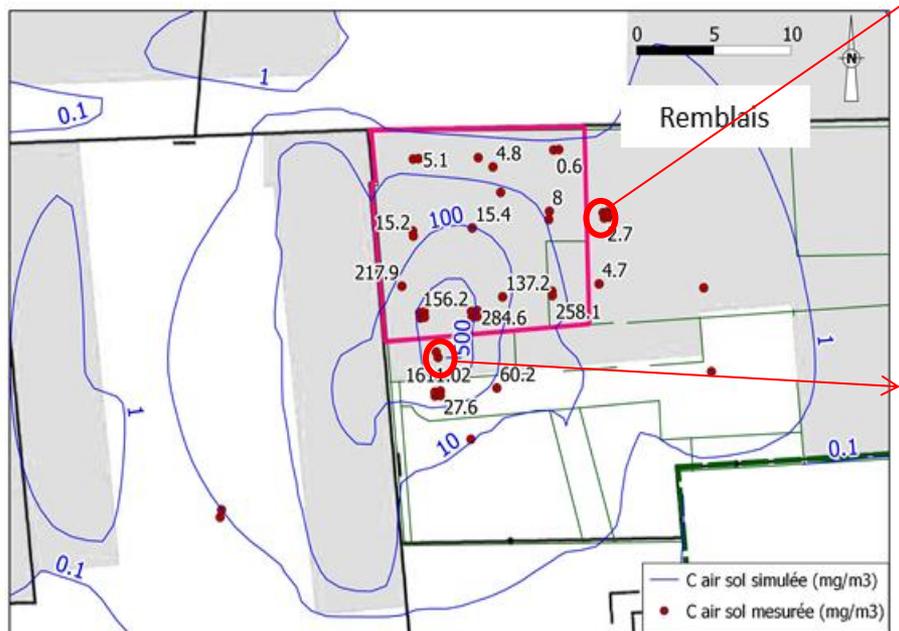


# Présentation du site atelier (2/3)

## Concentrations en tétrachloroéthylène dans les gaz du sol

### Matériel :

- piézairs crépinés à différentes profondeurs,
- mesures au PID et par adsorption sur charbons actifs



➔ Concentration (PCE) de 0,1 mg/m<sup>3</sup> à plus de 10000 mg/m<sup>3</sup> dans les gaz du sol sous l'atelier

➔ Variabilité temporelle forte associée aux conditions de température, de pluviométrie ...

### Référence :

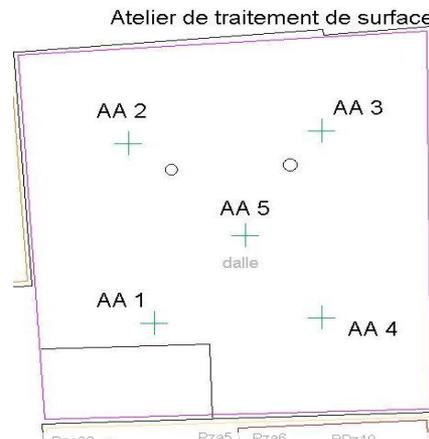
Pression de vapeur saturante (PCE) = 167 000 mg/m<sup>3</sup>

# Présentation du site atelier (3/3)

## Perméabilité du bâtiment et renouvellement d'air

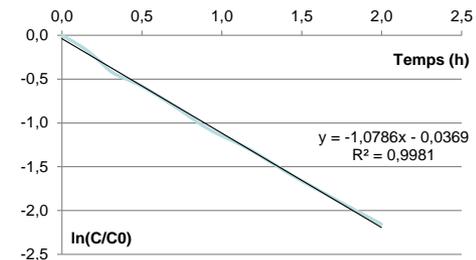
### Matériel :

- Mesure de perméabilité suivant norme NF EN 13829 (fausse porte)
- Mesure de renouvellement d'air par gaz traceur (SF6)



**Référence RT 2012**  $Q_{4PaSurf}$  ( $m^3/h/m^2$ ):  
Bâtiments résidentiels : 0,7 à 1  
Bâtiments tertiaires par défaut : 1,7

➔ Atelier :  $Q_{4PaSurf} = 21$  à  $25 m^3/h/m^2$   
Perméabilité élevée conduisant à un impact significatif des conditions météorologiques



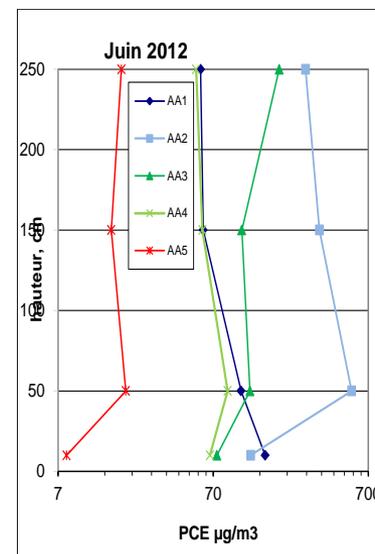
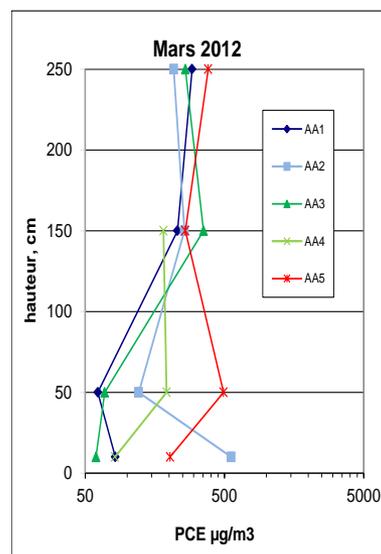
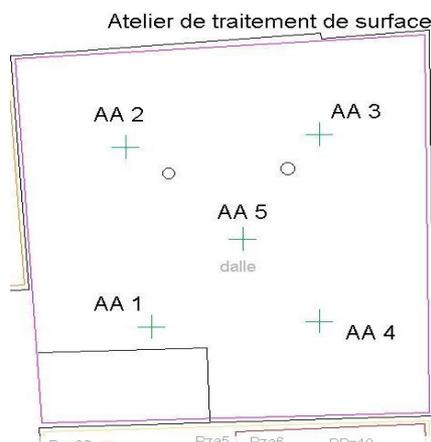
➔ Deux campagnes avec des renouvellements d'air variables ( $1,7$  à  $2,5 h^{-1}$ ) mais relativement homogène (< facteur 2)

# Concentrations dans l'air intérieur

## Mesures ponctuelles dans le temps

### Matériel :

- Prélèvements sur adsorbant (tenax) pendant 2 heures
- Deux campagnes : hivernale avec chauffage (convecteur soufflant) et estivale
- Mesure de l'ensemble des paramètres météorologiques



➔ Variabilité spatiale forte (en particulier sans le chauffage):  
1 à 2 ordres de grandeur à 10 et 50 cm au dessus de la dalle

➔ Concentrations plus élevées en hiver (effet de la dépression du bâtiment):  
En moyenne dans l'atelier :  $C_{(PCE)} = 124$  (été) à  $230$  (hiver)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
A 10 cm au dessus de la dalle :  $C_{(PCE)} = 84$  (été) à  $197$  (hiver)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### Référence

- VGAI (ANSES, 2010) =  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Bruit de fond logement (OQAI, 2006) :  $P95 = 7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

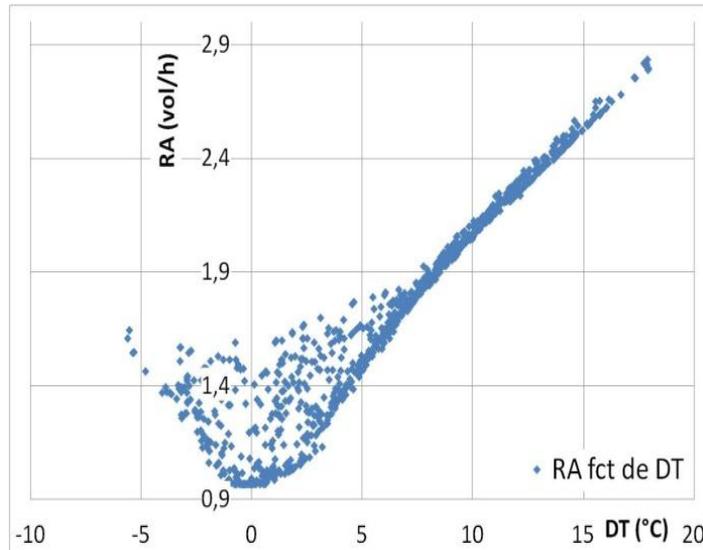
# Modélisation nodale (1/2)



## Modélisations du renouvellement d'air et de la dépression

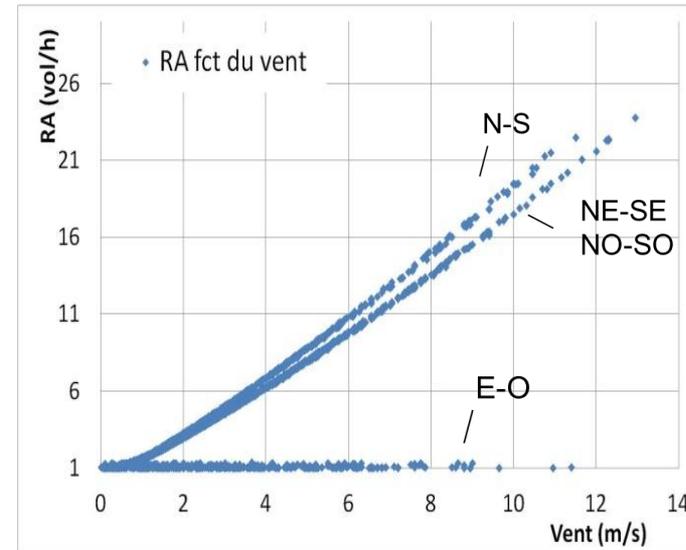
- Matériel :**
- Modèle numérique nodal (SIREN) pour simulation instationnaire du renouvellement d'air et dépressions générées par les conditions météorologiques
  - Données météorologiques sur une année
  - Traitement de résultats horaires

Renouvellement d'air du bâtiment en fonction de la différence de température (intérieure-extérieure) pour des vents faibles ( $< 1$  m/s)



➔ Hors effet du vent, pour un tirage thermique entre 0 et 15 °C, le RA varie de 1 à 2,5 h<sup>-1</sup>

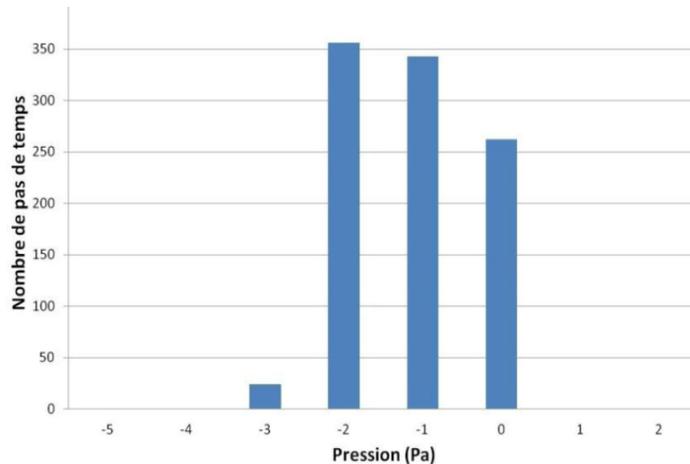
Renouvellement d'air du bâtiment en fonction du vent pour un tirage thermique faible ( $< 3^{\circ}\text{C}$ )



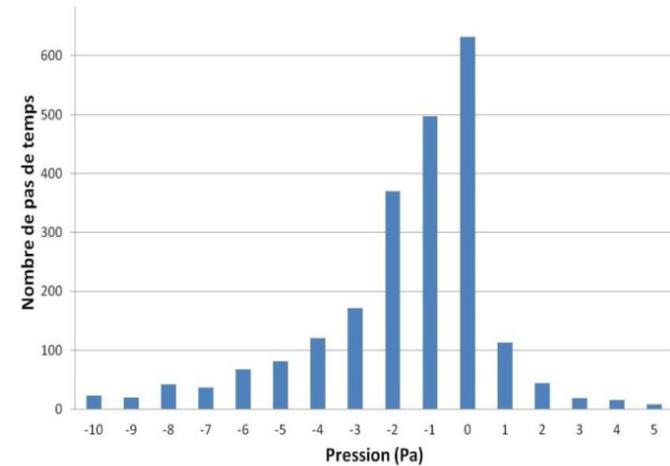
➔ Hors tirage thermique le renouvellement d'air est fortement lié au vent sur les façades

# Modélisation nodale (2/2)

Dépression au sol (Pa) pour des vents faibles ( $< 1$  m/s)



Dépression au sol (Pa) pour des gradients thermiques faibles ( $< 3^{\circ}\text{C}$ )



➔ Les dépressions demeurent faibles que ce soit du fait du vent ou des gradients thermiques



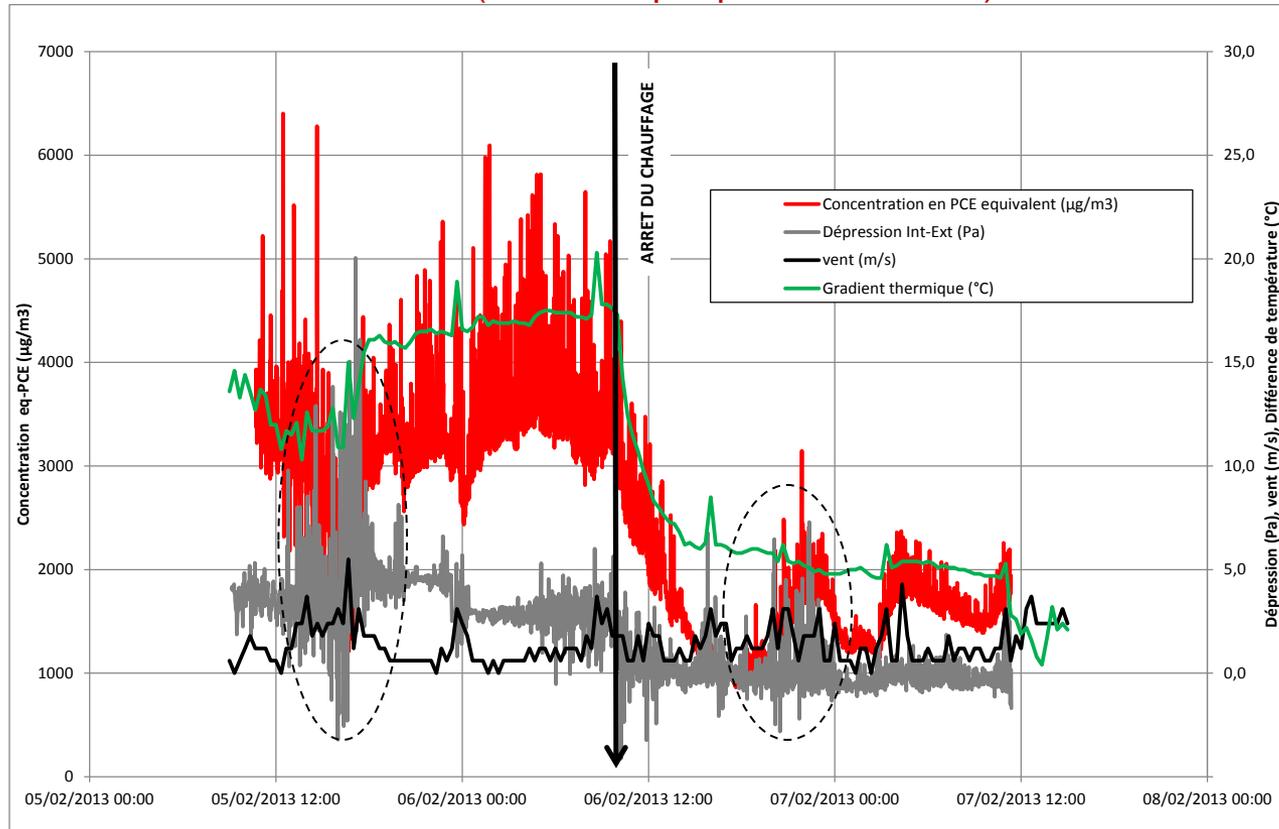
**Intérêt de la modélisation nodale pour l'analyse du comportement du bâtiment**

# Concentrations dans l'air intérieur

## Effet du chauffage en hiver 2013

### Matériel :

- Concentration mesurée au PID (détecteur par photo-ionisation) à 10 cm au centre de l'atelier

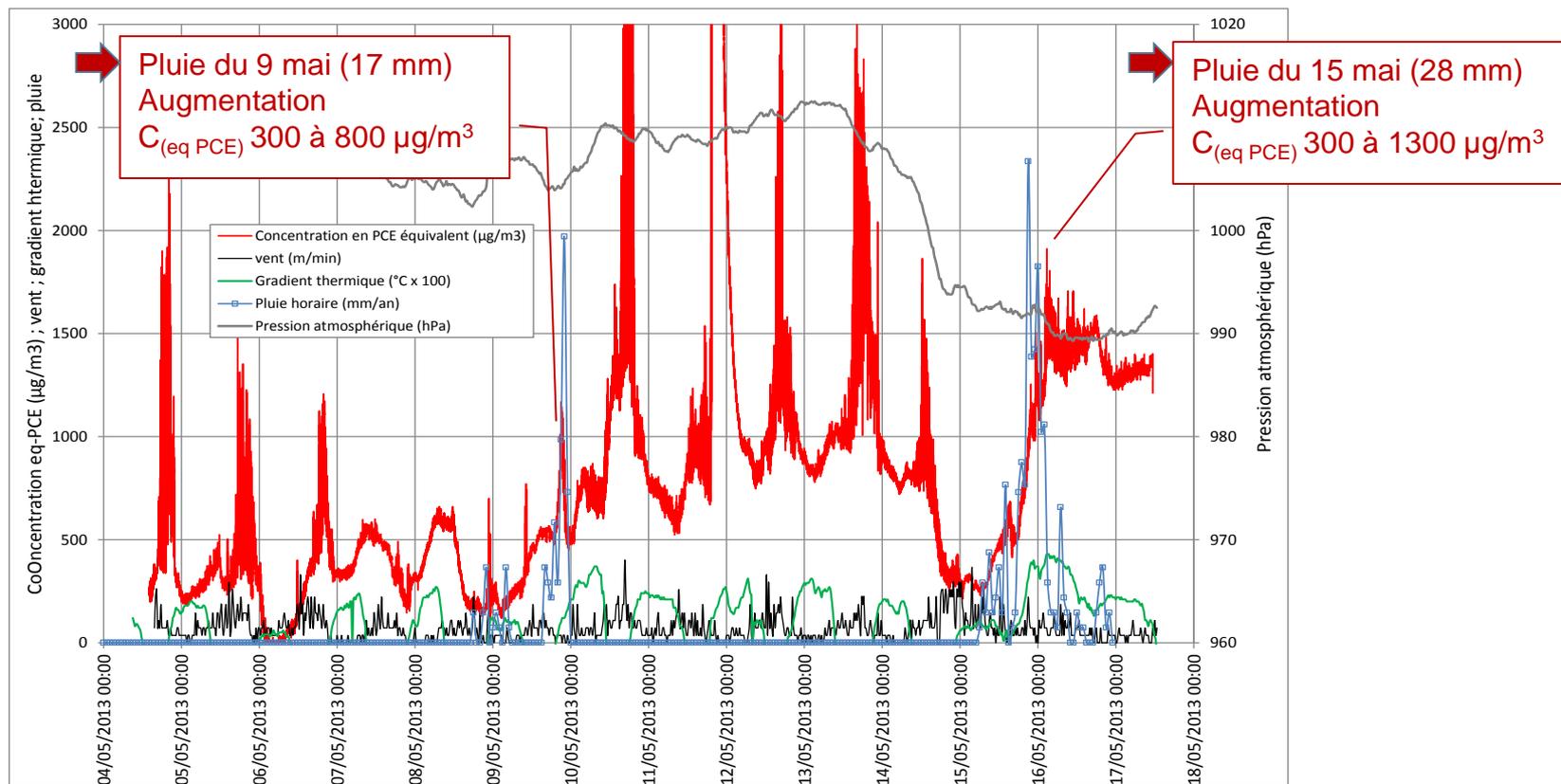


- ➔ Gradient thermique de  $15^{\circ}\text{C}$  - dépression (intérieur-extérieur) de 4 Pa  
Augmentation de la concentration d'un facteur 2 :  $C_{(\text{eq PCE moyen})} = 3200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  versus  $1600 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- ➔ Effet du vent sur les dépressions et *in fine* les transferts

# Concentrations dans l'air intérieur

## Variations journalières au printemps 2013

**Matériel :** Concentration mesurée au PID (détecteur par photo ionisation) à 10 cm au centre de l'atelier



**→** Forte variabilité temporelle associée aux effets conjugués du vent, du gradient thermique (int-ext) et des conditions de stabilité atmosphérique :

Moyenne sur 14 jours :  $C_{(eq\ PCE)} = 890 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Moyenne sur 24 heures :  $C_{(eq\ PCE)} = 300 \text{ à } 1900 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Moyenne sur 1 heure :  $C_{(eq\ PCE)} = 1 \text{ à } 8000 \mu\text{g}/\text{m}^3$

# Conclusions



**La suspicion d'une source de pollution dans le sol nécessite un diagnostic et des mesures spécifiques dans l'air intérieur**



**La variabilité temporelle des transferts nécessite de :**

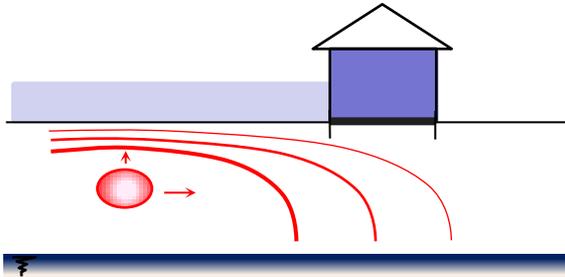
- prélever sur des périodes longues, a minima aux périodes favorables aux transferts**
- étudier la représentativité des mesures réalisées**

# Conclusion - Diagnostic adapté à l'objectif



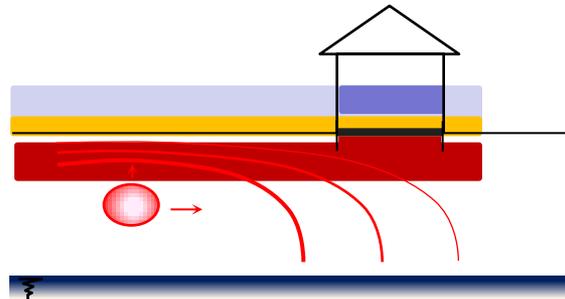
Approche progressive

## 1 Diagnostic de la qualité de l'air et risques sanitaires induits



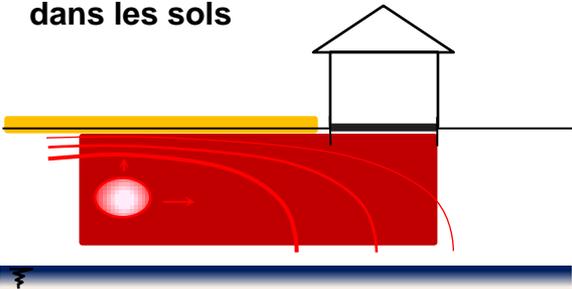
- Visite et questionnaire d'enquête spécifique
- Mesures dans les zones d'exposition
- Mesures de concentration dans les lieux de vie sur des périodes longues : a minima 2 en hiver et 1 en été

## 2 Origine des COV dans les sols (lien de causalité) et compréhension des transferts vers le bâtiment



- Visite et questionnaire d'enquête spécifique
- Mesures de concentrations dans les zones de transfert et zones d'accumulation sur de longues périodes durant les périodes propices aux transferts
- Mesures dans les gaz des sols sous dalle

## 3 Localisation de la source & compréhension des transferts dans les sols



- Diagnostics spécifiques du milieu souterrain

Gaz des sols   Flux vers l'air   Air intérieur   Air extérieur

### Références

*Domaine des sites et sols pollués : cadre méthodologique des circulaires de février 2007, norme NF X 31620 de 2011*

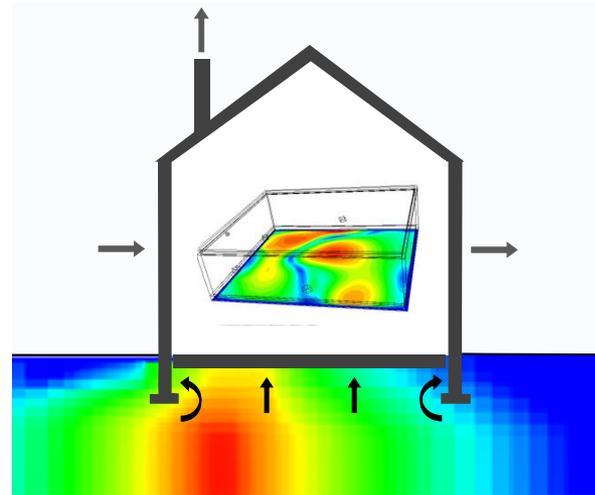
*Cadre normatif sur la mesure de la qualité de l'air intérieur*

*Cadre de la surveillance (ERP, pressing)*

*Parallèle méthodologique avec la problématique radon*

...

-  **Projet TEMPAIR en cours** pour approfondir l'interprétation de la variabilité des concentrations dans l'air intérieur (financement ADEME, BURGEAP-INERIS)
-  **Mise à jour du guide INERIS** sur les diagnostics de la qualité de l'air intérieur en lien avec la pollution des sols
-  **Mesures constructives** (guide CSTB -2008 et récemment BRGM-2014)  
Nécessité de développer le retour d'expérience sur les pollutions anthropiques



**Merci de votre attention**



*[www.fluxobat.fr](http://www.fluxobat.fr)*