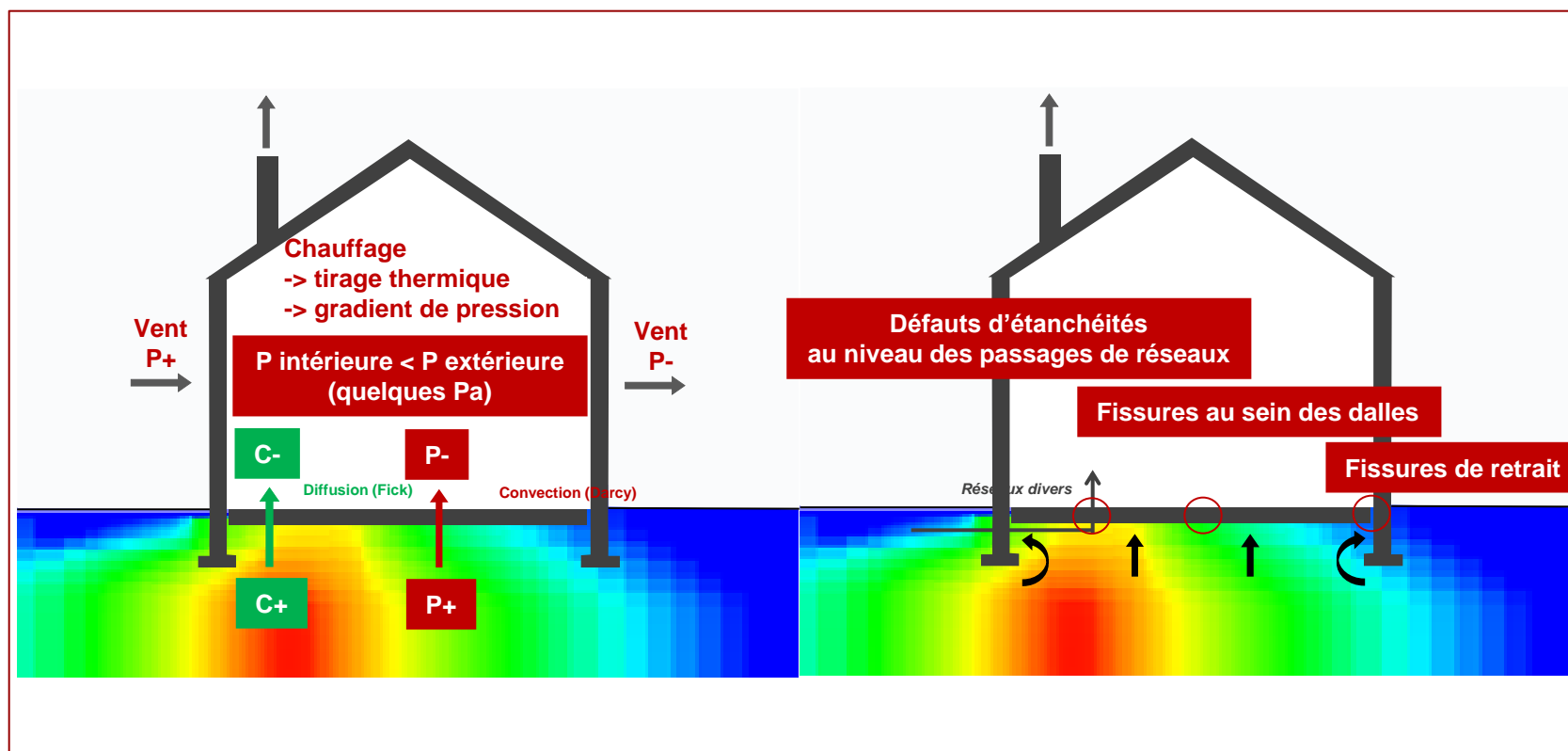


Variabilité temporelle des concentrations en tétrachloroéthylène dans l'air intérieur pour une pollution provenant du sol

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

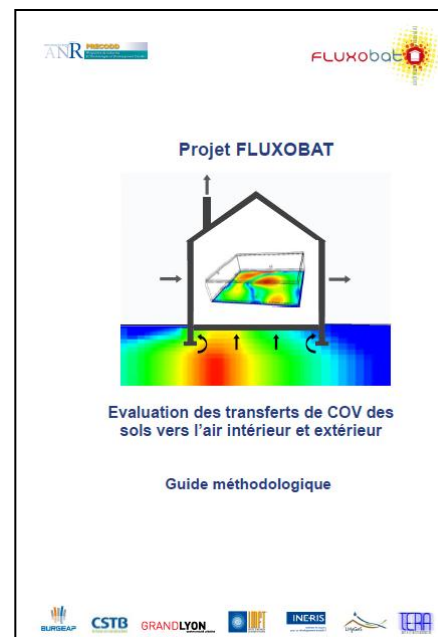


Cadre des travaux présentés

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

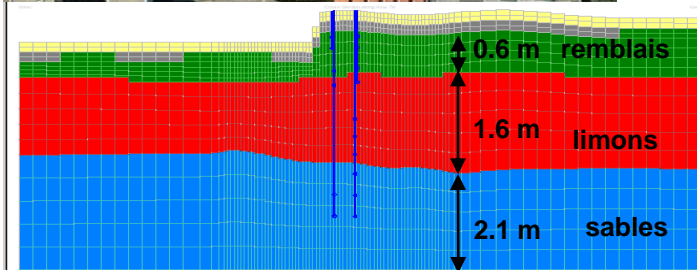
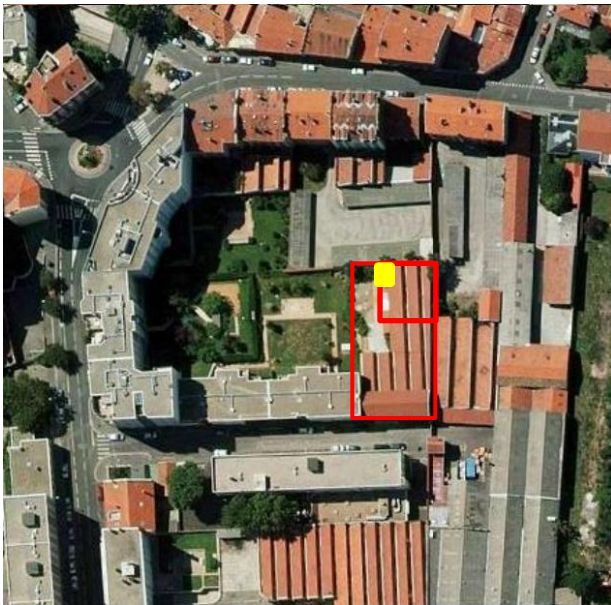
- Présentation du site atelier (bâtiment et pollution)
- Mesures ponctuelles dans l'air intérieur
- Compréhension à l'aide de la modélisation nodale
- Enseignements des mesures en continu en hiver et au printemps
- Conclusions et perspectives

Présentation du site atelier (1/3)



Site et environnement

- Ancien atelier de traitement de surface (167 m², 840 m³)
- Utilisation du PCE jusqu'en 1997
- Milieu urbain avec habitations et garages



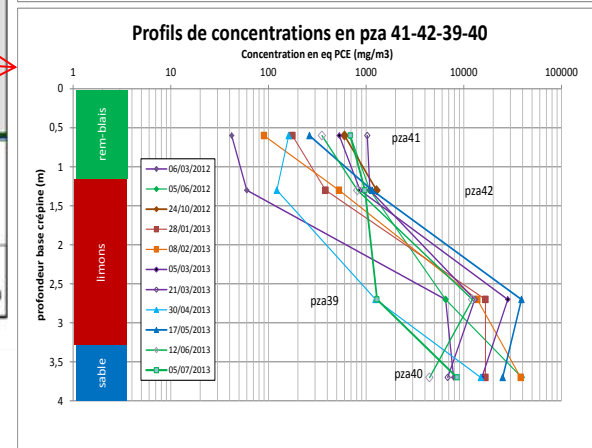
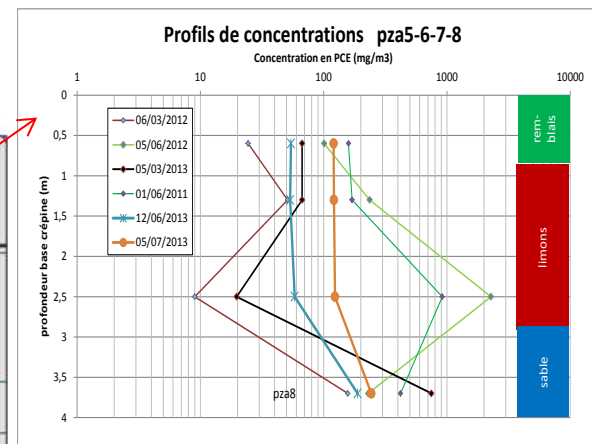
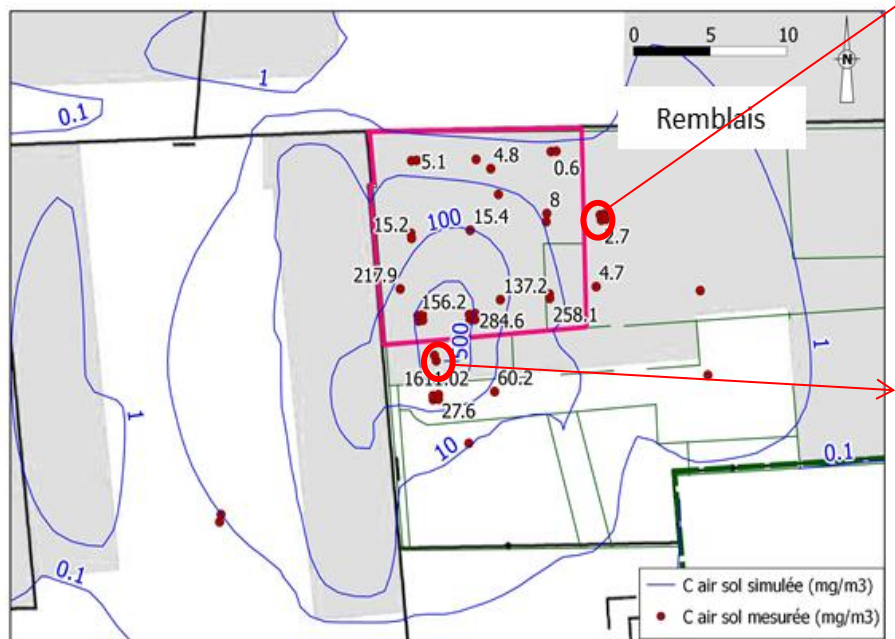
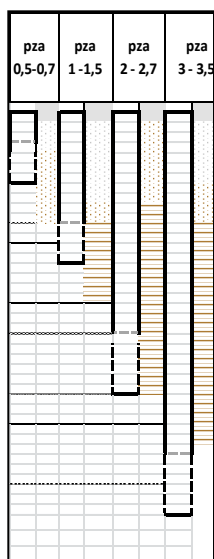
Présentation du site atelier (2/3)



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/m³ à plus de 10000 mg/m³ dans les gaz du sol sous l'atelier

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

Référence :

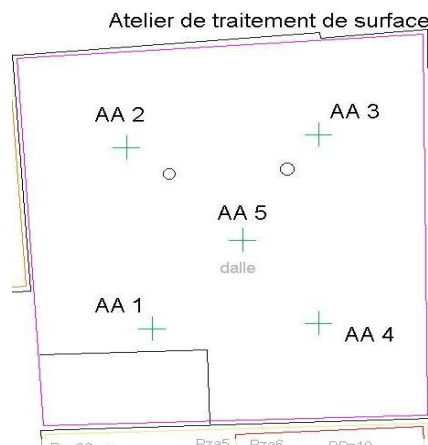
Pression de vapeur saturante (PCE) = 167 000 mg/m³

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)

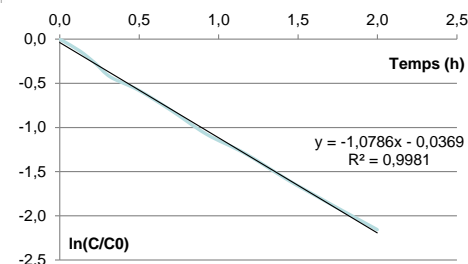


Référence RT 2012 $Q_{4PaSurf}$ ($m^3/h/m^2$):

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



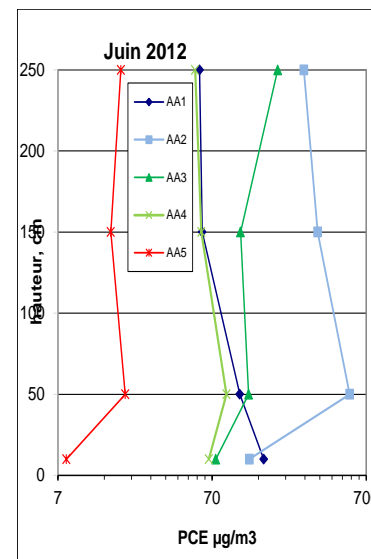
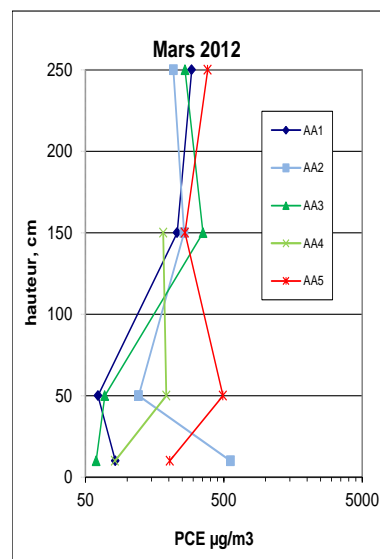
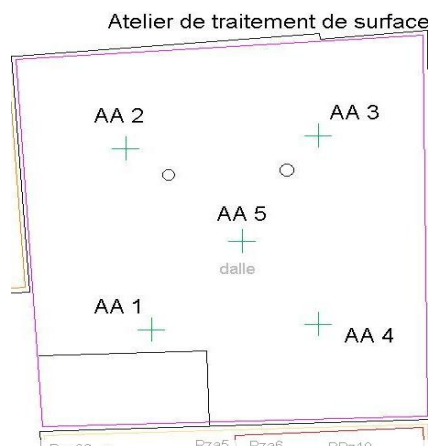
➡ Deux campagnes avec des renouvellements d'air variables ($1,7$ à $2,5 h^{-1}$) mais relativement homogène ($< \text{facteur } 2$)

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) : $P95 = 7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

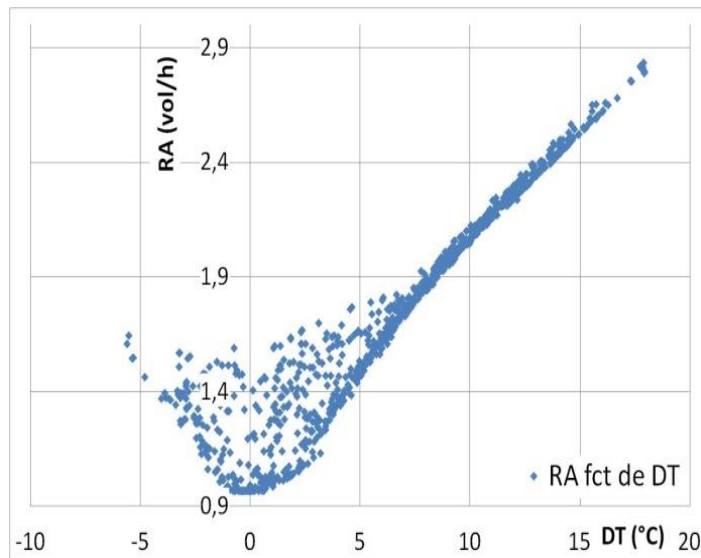
Modélisation nodale (1/2)



Modélisations du renouvellement d'air et de la dépression

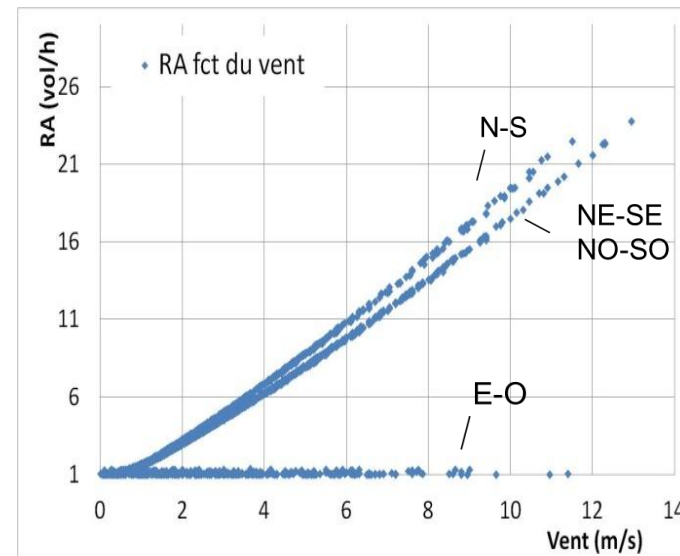
- Matériel :**
- Modèle numérique nodal (SIREN) pour simulation instationnaire du renouvellement d'air et dépressions générées par les conditions météorologiques
 - Données météorologiques sur une année
 - Traitement de résultats horaires

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⁻¹

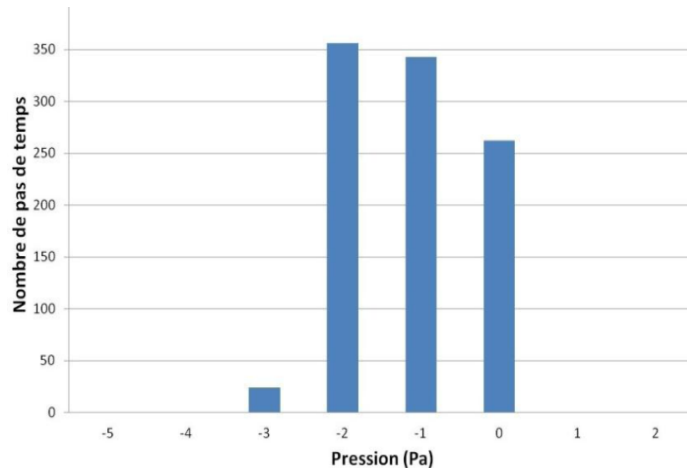
Renouvellement d'air du bâtiment en fonction du vent pour un tirage thermique faible ($< 3^{\circ}\text{C}$)



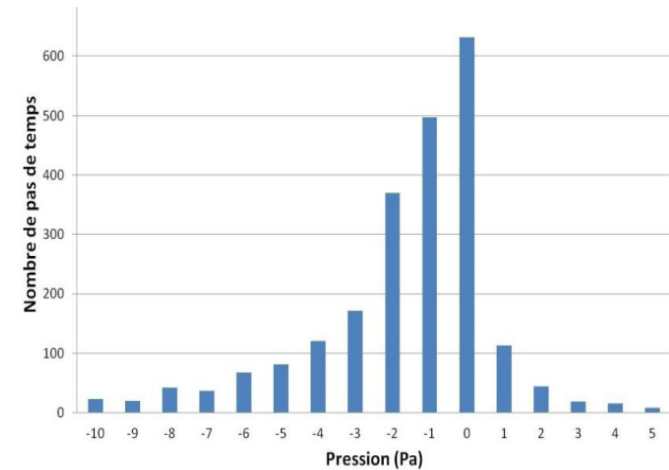
➡ Hors tirage thermique le renouvellement d'air est fortement lié au vent sur les façades

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



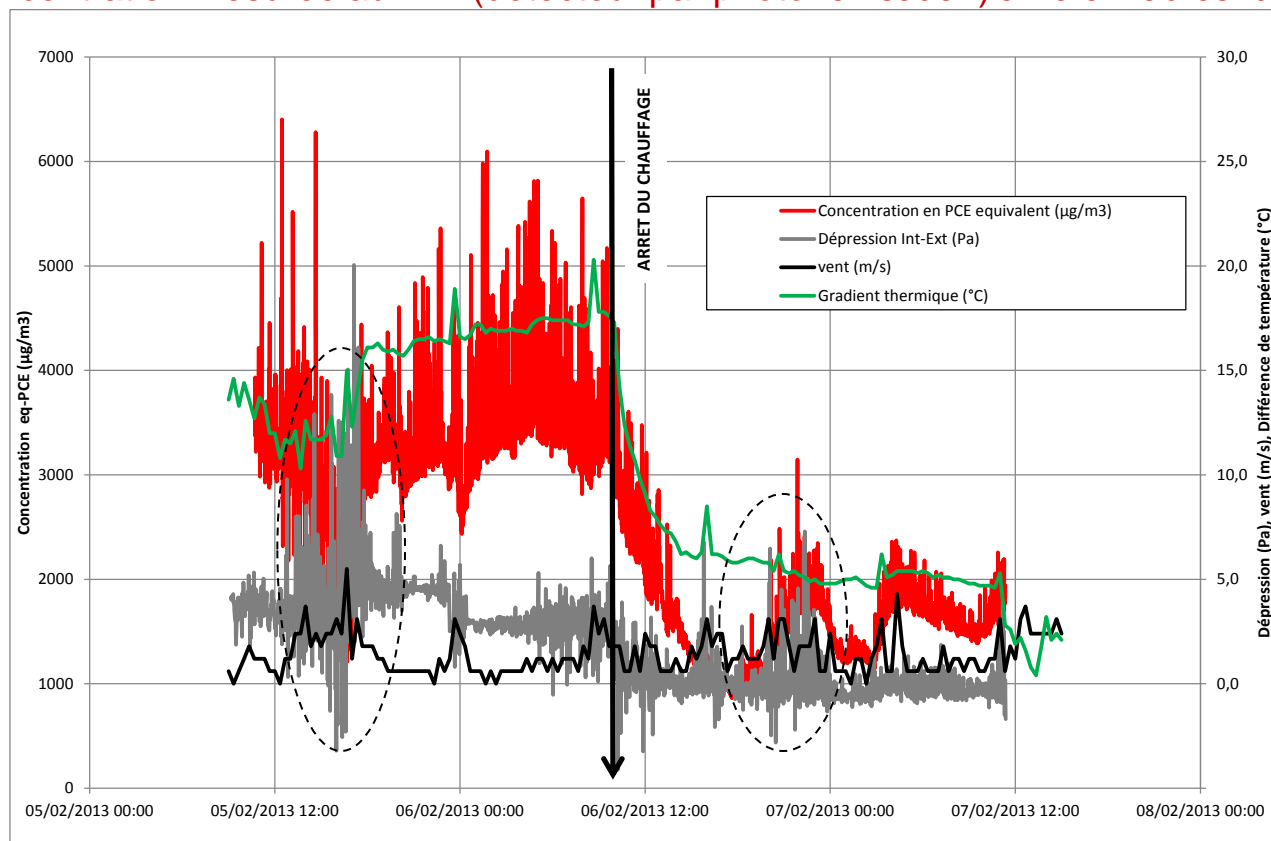
Intérêt de la modélisation nodale pour l'analyse du comportement du bâtiment

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



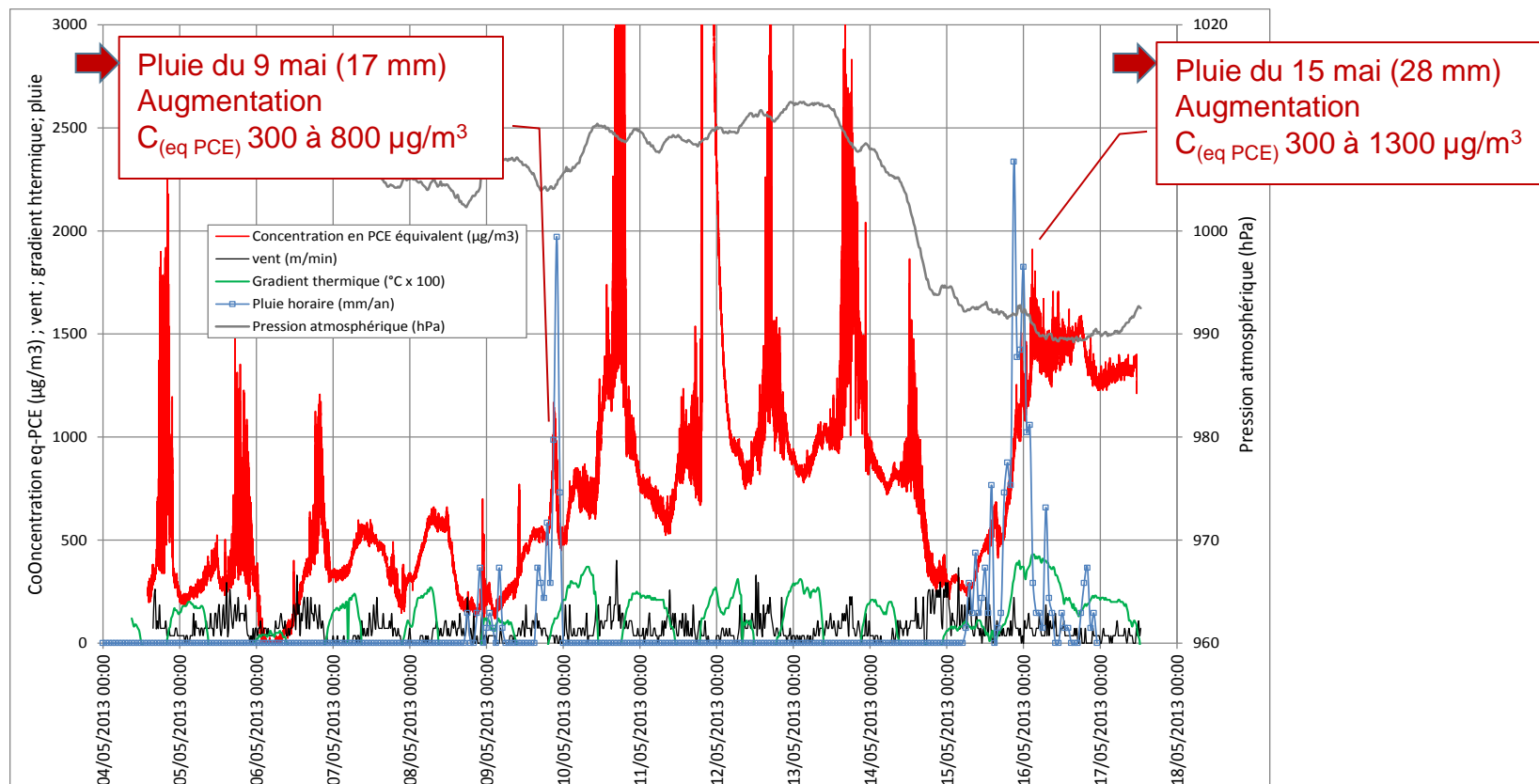
- ➡ Gradient thermique de 15 °C - dépression (intérieur-extérieur) de 4 Pa
Augmentation de la concentration d'un facteur 2 : $C_{(eq\ PCE\ moyen)} = 3200\ \mu g/m^3$ versus $1600\ \mu g/m^3$
- ➡ Effet du vent sur les dépressions et *in fine* les transferts

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**

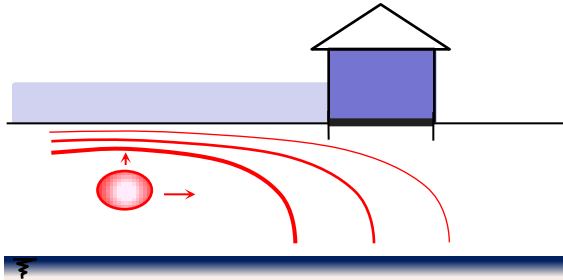
Conclusion - Diagnostic adapté à l'objectif



Approche progressive

1

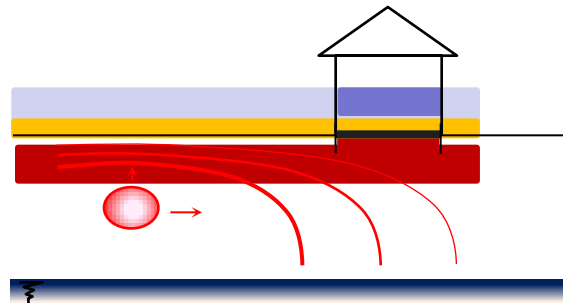
Diagnostic de la qualité de l'air et risques sanitaires induits



- 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

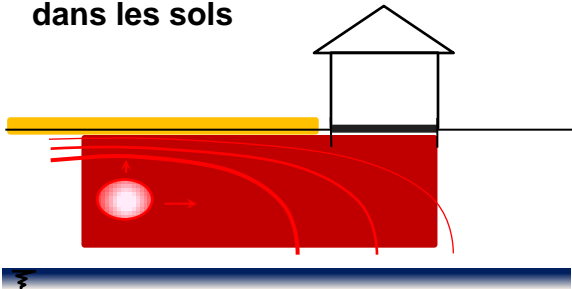
Origine des COV dans les sols (lien de causalité) et compréhension des transferts vers le bâtiment



- 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

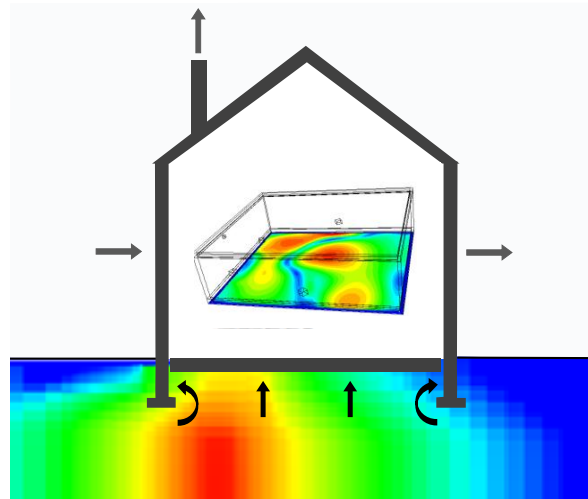
Cadre normatif sur la mesure de la qualité de l'air intérieur

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