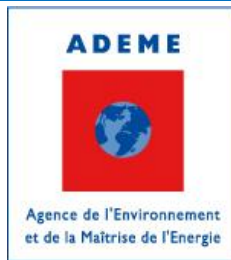


Journées techniques
28 et 29 mai 2013

Gestion des sites et sols
pollués



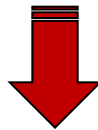
Les substances volatiles : caractérisation, modélisation des transferts, surveillance

Retour d'expérience des projets CITYCHLOR, FLUXOBAT et ATTENA

Evaluation de l'influence de la météorologie et du tirage thermique sur les conditions d'ambiance du site atelier:
mesures et interprétation des concentrations dans l'air intérieur

Objectifs généraux des mesures de concentrations dans l'air intérieur

- > Mettre en évidence un impact sur l'air intérieur suite à l'identification d'une source de pollution
- > Déterminer les concentrations d'exposition pour les usagers (IEM/PG – évaluation des risques sanitaires)
- > Dimensionner les mesures de gestion et vérifier leur efficacité
- > Concevoir et suivre un programme de surveillance



Mesures dans l'air intérieur :

- > quand ? où ? pendant combien de temps ? combien de mesures ?
 - > quels sont les paramètres influant les concentrations de polluant à l'échelle d'un atelier ?

Plan de la présentation

- > Caractérisation du comportement aéraulique du site atelier en fonction des conditions météorologiques et du tirage thermique (CSTB)
- > Mesures et interprétation des concentrations de polluant dans l'air intérieur (INERIS)

Contexte / Objectif de l'étude

Bâtiment : Site atelier



Dimension du bâtiment

| | |
|----------------------------------|-----|
| Longueur (m) | 14 |
| Largeur (m) | 12 |
| Hauteur moyenne (m) | 5 |
| Surface au sol (m ²) | 168 |
| Volume (m ³) | 840 |

Système de chauffage

Puissance 48 KW

4 convecteurs

- > Caractériser le comportement aéraulique du site atelier en fonction des conditions météorologiques et du tirage thermique

Déroulement de l'étude du renouvellement d'air

1

- Installation d'une extraction mécanique contrôlée



**Extraction continue
d'1 vol/h**

2

- Mesure de perméabilité à l'air du site atelier



$I_4 \sim 20 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$

**Bâtiment très
perméable à l'air**

3

- Simulations thermo-aérauliques, couplage SIREN et TRNSYS

**SIREN
(Simulation du RENouvellement d'air)
TRNSYS
(TRaNsient SYStem Program)**

Simulations thermo-aérauliques

Hypothèses et données d'entrée

> Dimensions et zonage

Volume divisé en 3 zones superposées

→ **Prise en compte simplifiée de la stratification thermique**

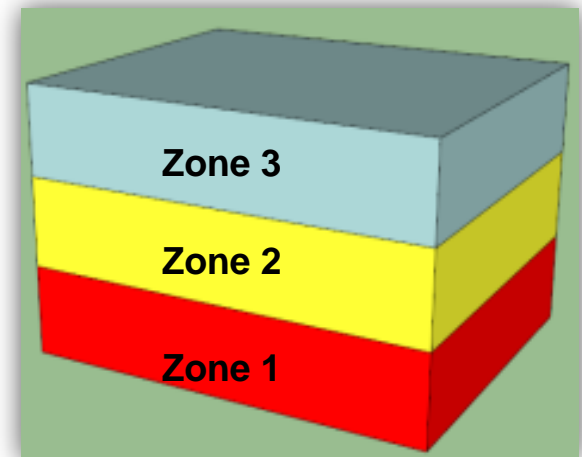
> Température de chauffage

Système de chauffage affecté à la zone 1

→ **2 consignes de températures étudiées :
15°C et 18°C**

> Système de ventilation

Extraction mécanique continue affectée à la zone 3



Simulations thermo-aérauliques

Hypothèses et données d'entrée

> Perméabilité à l'air du bâtiment

Façades Est et Ouest protégées du vent (considérées imperméables)

Toiture semble plus perméable que le reste du bâtiment

→ **2 répartitions de la perméabilité étudiées : équilibrée et déséquilibrée**

- Répartition homogène
- Perméabilité niveau haut plus forte que niveau bas

> Période de simulation

Saison de chauffage

→ **du 1er septembre de l'année N au 31 mai de l'année N+1**

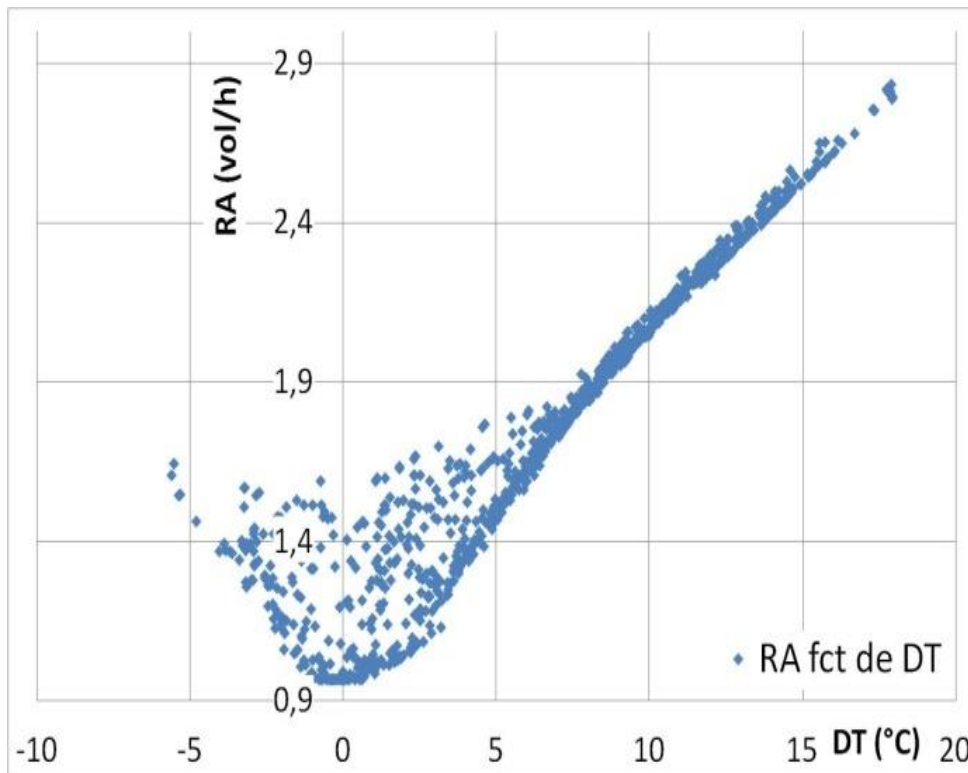
> Données météorologiques

→ **température extérieure, vitesse et direction du vent**

Résultats et Analyse

Effet du tirage thermique

> Vitesse du vent <1m/s



| Simulations | Consigne 18°C | Consigne 15°C |
|----------------------------|---------------|---------------|
| Perméabilité équilibrée | Simulation 1 | Simulation 2 |
| Perméabilité déséquilibrée | Simulation 3 | Simulation 4 |

Renouvellement d'Air
(RA) entre 1 et 2,8 vol/h

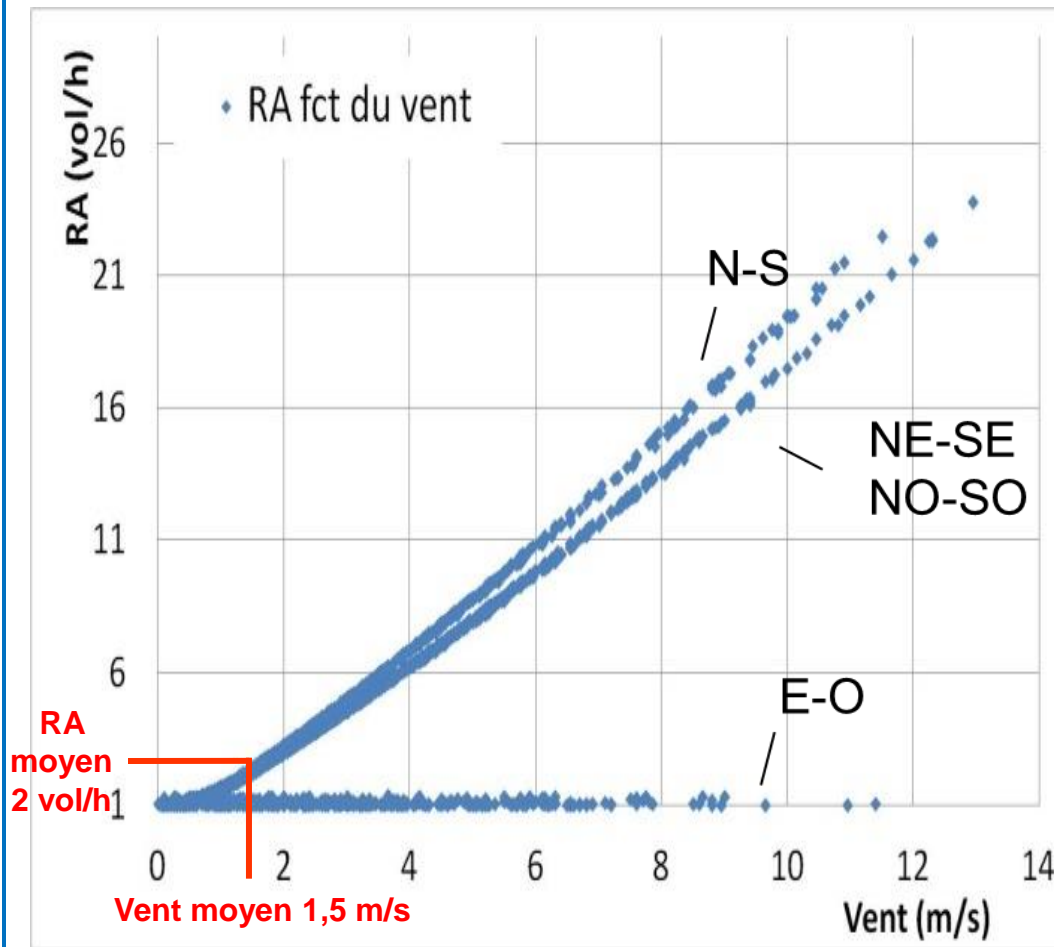
ΔT entre 0°C et 18°C

Renouvellement d'Air du bâtiment en fonction de la différence de température (intérieure-extérieure)

Résultats et Analyse

Effet du vent

> $\Delta T < 3^\circ\text{C}$



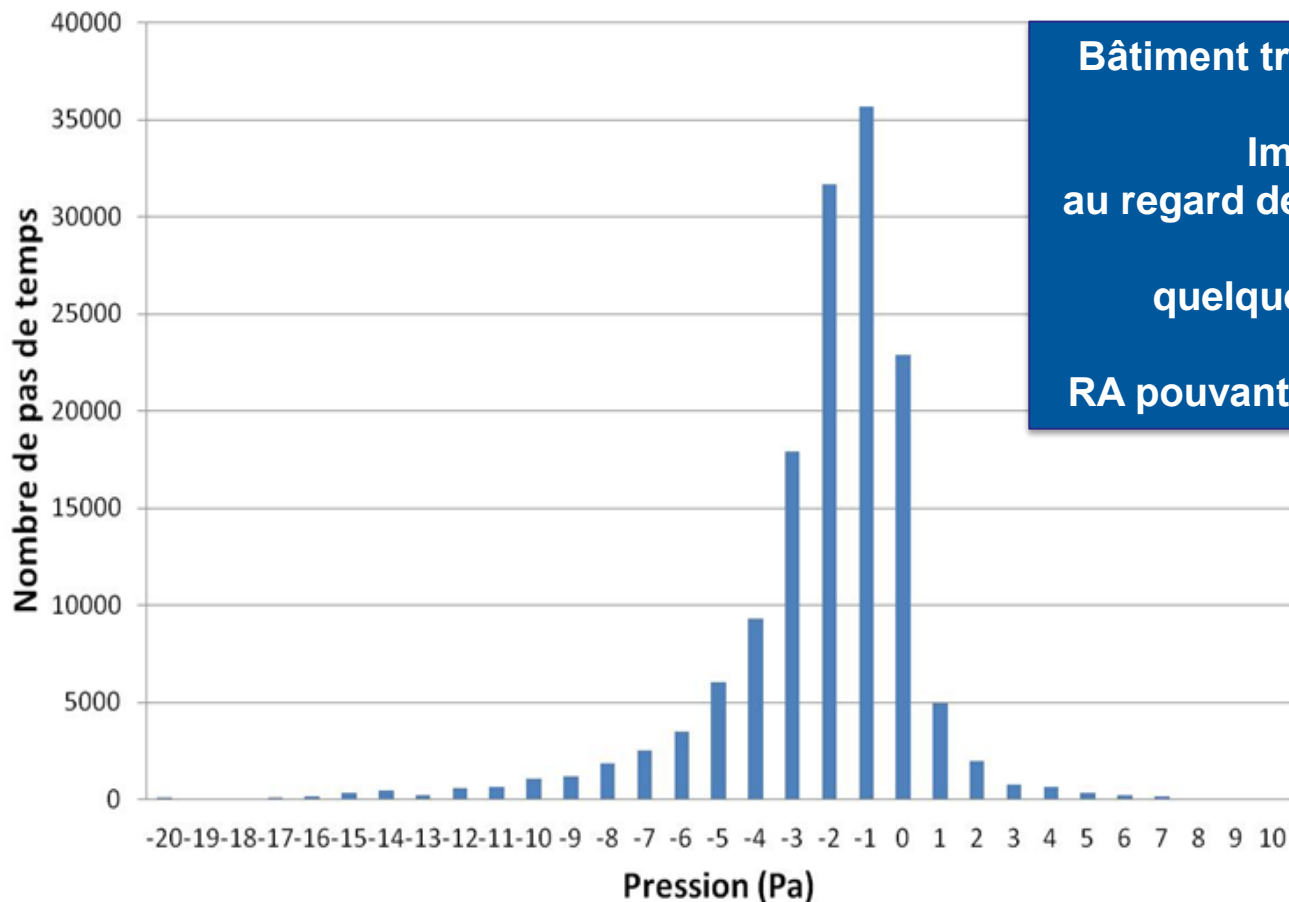
| Simulations | Consigne 18°C | Consigne 15°C |
|----------------------------|---------------|---------------|
| Perméabilité équilibrée | Simulation 1 | Simulation 2 |
| Perméabilité déséquilibrée | Simulation 3 | Simulation 4 |

Vents du Nord et du Sud entraînent des RA + importants

2 vol/h pour un vent de 1,5 m/s

Résultats et Analyse Dépression du bâtiment

> Effet combiné du tirage thermique et du vent



Bâtiment très perméable à l'air

**Impact faible
au regard des volumes extraits :**

**quelques Pa maximum
pour
RA pouvant aller jusqu'à 5 vol/h**

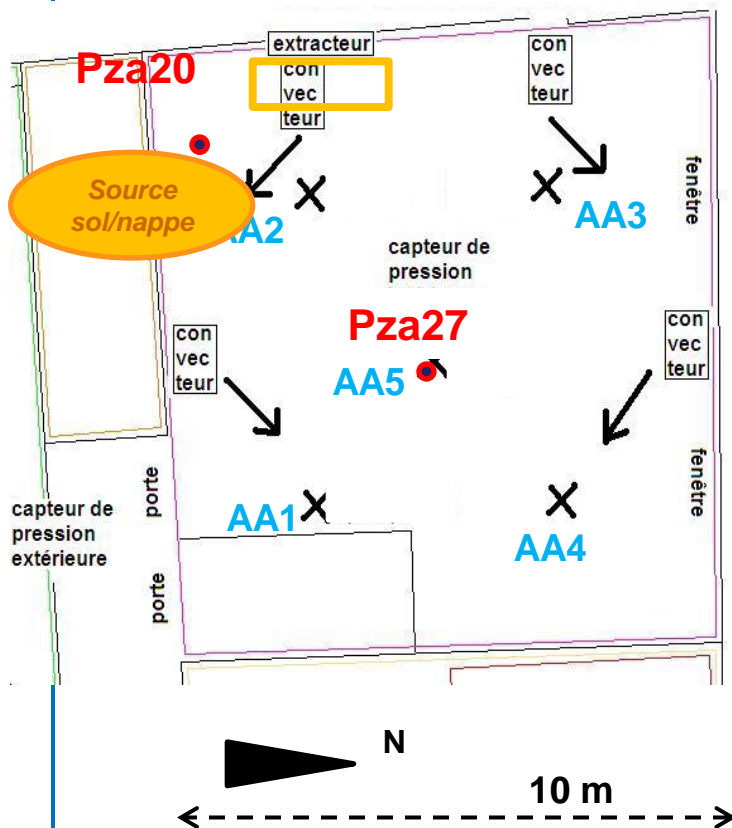
Graphique 10 : Histogramme des pressions au sol pour tous les pas de temps de la simulation 1

Plan de la présentation

- > Caractérisation du comportement aéraulique du site atelier en fonction des conditions météorologiques et du tirage thermique (CSTB)
- > Mesures et interprétation des concentrations de polluant dans l'air intérieur (INERIS)

Site atelier – dispositif expérimental

> Campagnes mars et juin 2012

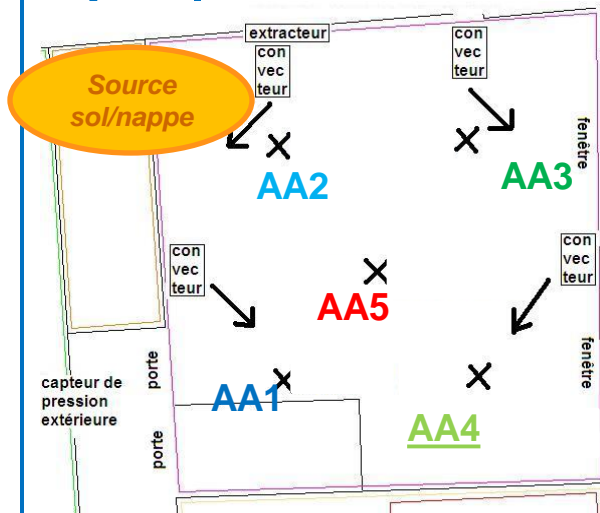


- 1 extracteur air (1 vol/h) placé à 3,8m de haut
- 4 convecteurs pour le chauffage (en fonctionnement uniquement en mars) à 1 m de haut
- 5 mâts de mesure dans l'atelier (AA1 à AA5)
Hauteurs de mesure : 10, 50, 150, 250 cm

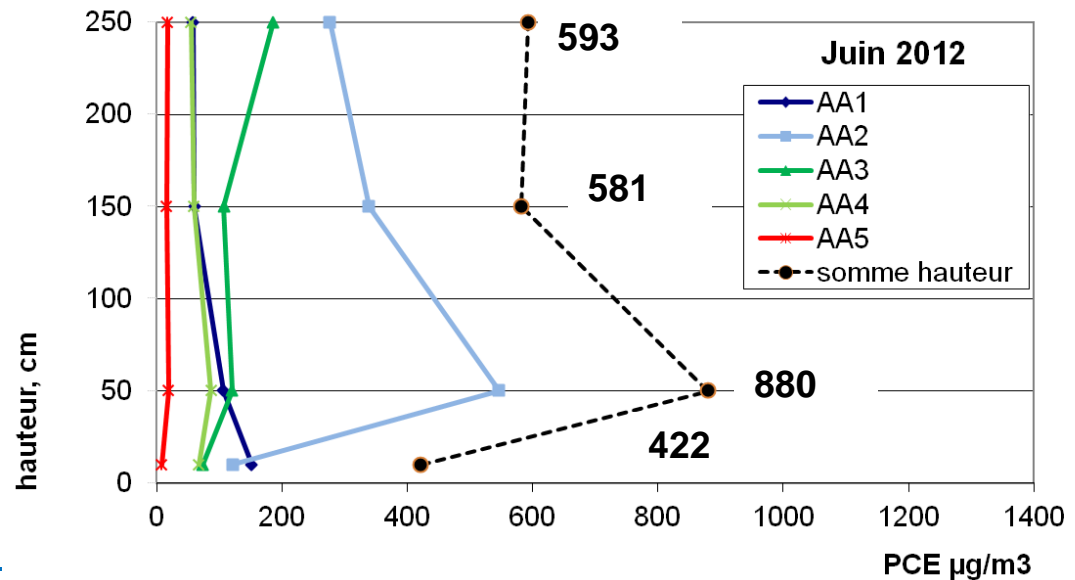
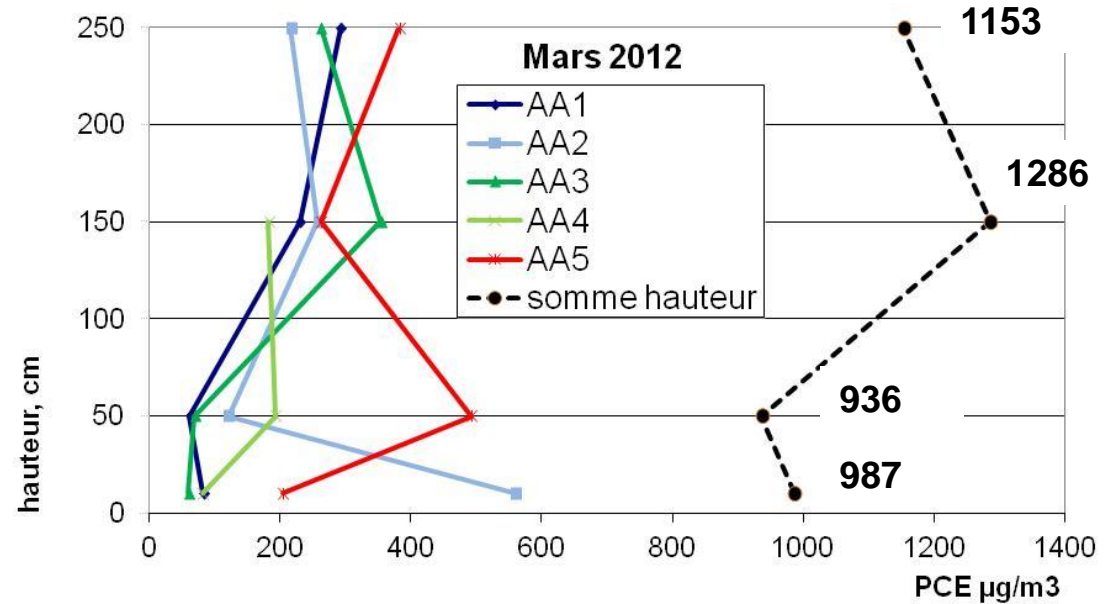
- ➔ Taux de renouvellement d'air (vol/h)
- ➔ Concentration en PCE dans air ambiant intérieur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- ➔ ΔP au droit des piézairs (Pa)

- *Temps d'échantillonnage air intérieur: 2 à 3h*
- *Mesure du taux de renouvellement: 2h*

Atelier - résultat du PCE dans air ambiant intérieur



Conc. Max PCE = 560 µg/m³



| Concentrations moyennes (µg PCE/m ³) | MARS | JUIN |
|--|--------------|--------------|
| 250 cm | 288,3 | 118,6 |
| 150 cm | 257,1 | 116,4 |
| 50 cm | 187,3 | 176,0 |
| 10 cm | 197,3 | 84,5 |
| Moyenne | 229,6 | 123,9 |

X 1,9

Atelier – résultat des autres paramètres

| Valeurs moyennes | Mars 2012 | | Juin 2012 | |
|---|---------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|
| ΔT (°C) – air int./ext. atelier | 13,3 | | 0,2 | |
| ΔP (Pa) Pint atelier-Pgaz du sol | Remblais | Limons sup | Remblais | Limons sup |
| •Piézair double-crépine Pza20 | - 3,6 | - 3,1 | - 0,5 | - 0,4 |
| •Piézair double-crépine Pza27 | - 3,2 | - 1,8 | - 0,4 | - 0,2 |
| Taux de renouvellement air RA (vol/h-1) | 2,54 (distribution homogène) | | 1,67 (distribution hétérogène) | |



- > Différence de température ext. et int. à l'atelier en mars implique ΔP mars \gg ΔP juin (reflet du **tirage thermique**)
- > Taux RA supérieur au débit d'extraction -> influence du tirage thermique (mars) et des rafales de vent (juin)

Site atelier - résultats et interprétation

- > Répartition du PCE dans l'air ambiant de l'atelier dépend:
 - ✓ **Source de pollution**
concentration élevée au dessus de la source

 - ✓ **Météorologie (saisons) et tirage thermique**
 - flux d'entrée de polluant (ΔP) et renouvellement d'air RA
saison hivernale >> saison estivale
 - concentration moyenne en PCE air intérieur mars >> juin (facteur 2)
 - influence sur la concentration moy. mais pas sur la concentration max.

 - ✓ **Circulation de l'air**
brassage des convecteurs → profils en forme d'entonnoir

 - ✓ **Stabilité des conditions météorologiques (rafales de vent)**
Impact sur ΔP et RA, surtout si bâtiment très perméable à l'air

Recommandations générales

> Intérêt caractérisation comportement aéraulique du bâtiment

- Dimensionnement campagne de mesures, gammes attendues
- Aide à l'interprétation des mesures

> Quand prélever ? Combien de campagnes ?

- Pendant périodes représentatives des usages, fonction des saisons
Eviter périodes avec variations brusques des conditions (rafales de vent) – suivi de ces paramètres par une station météorologique sur place
- *A minima 2 campagnes/an, et plus si résultats peu cohérents*

> Durée de prélèvement ?

- Objectifs / Usages (industriel/tertiaire/résidentiel)
- Fonction des VTR/valeur de gestion... en lien avec support analytique

> Nombre et hauteur des points de mesure ?

- Fonction de la position du bâti par rapport à la source, de la superficie, de la circulation de l'air (ventilation) et des passages préférentiels (état de la dalle ; vide sanitaire, canalisations)
- Fonction des usages (pratiques/enfants, adultes, position couchée ou debout)

**Merci pour votre
attention**