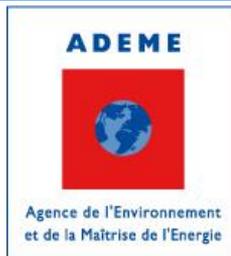


Journées techniques  
28 et 29 mai 2013

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 <sup>2</sup> )	168
Volume (m <sup>3</sup> )	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**

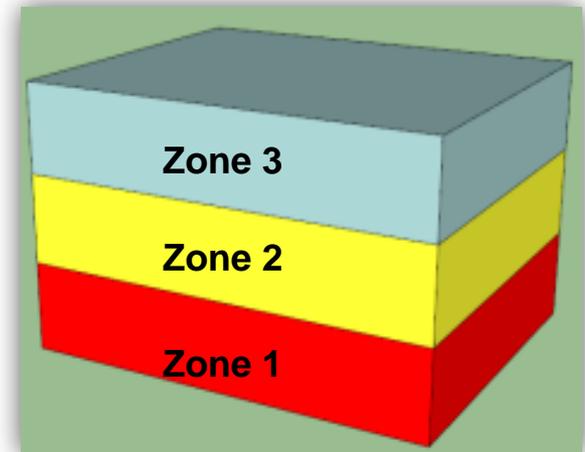
### > Température de chauffage

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**

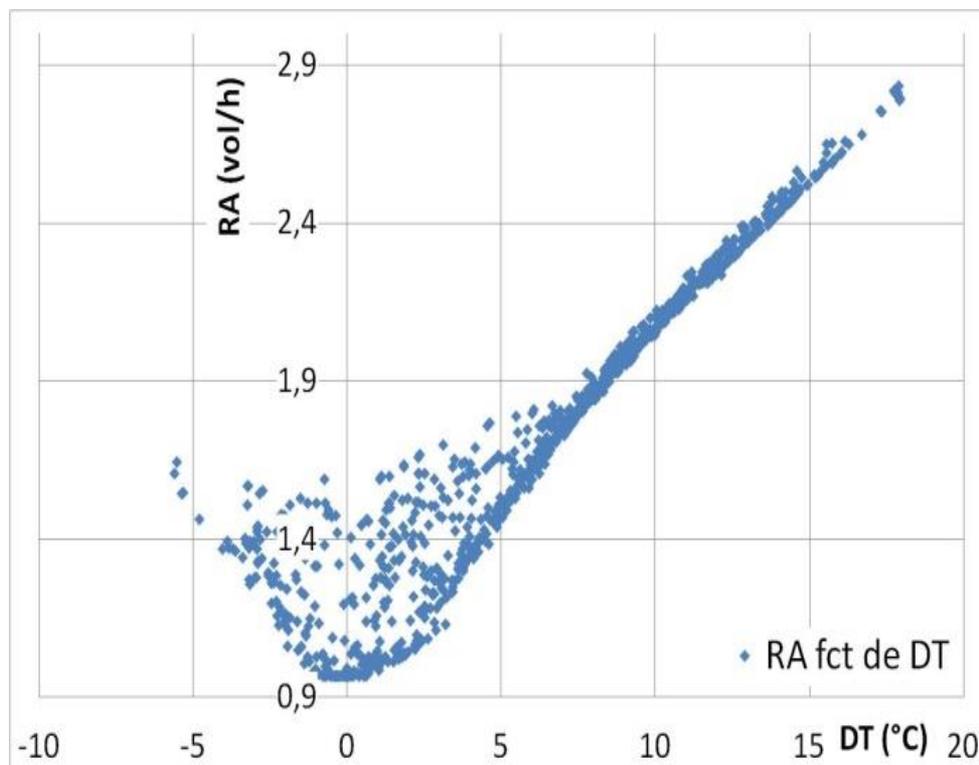
### > Données météorologiques

→ **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

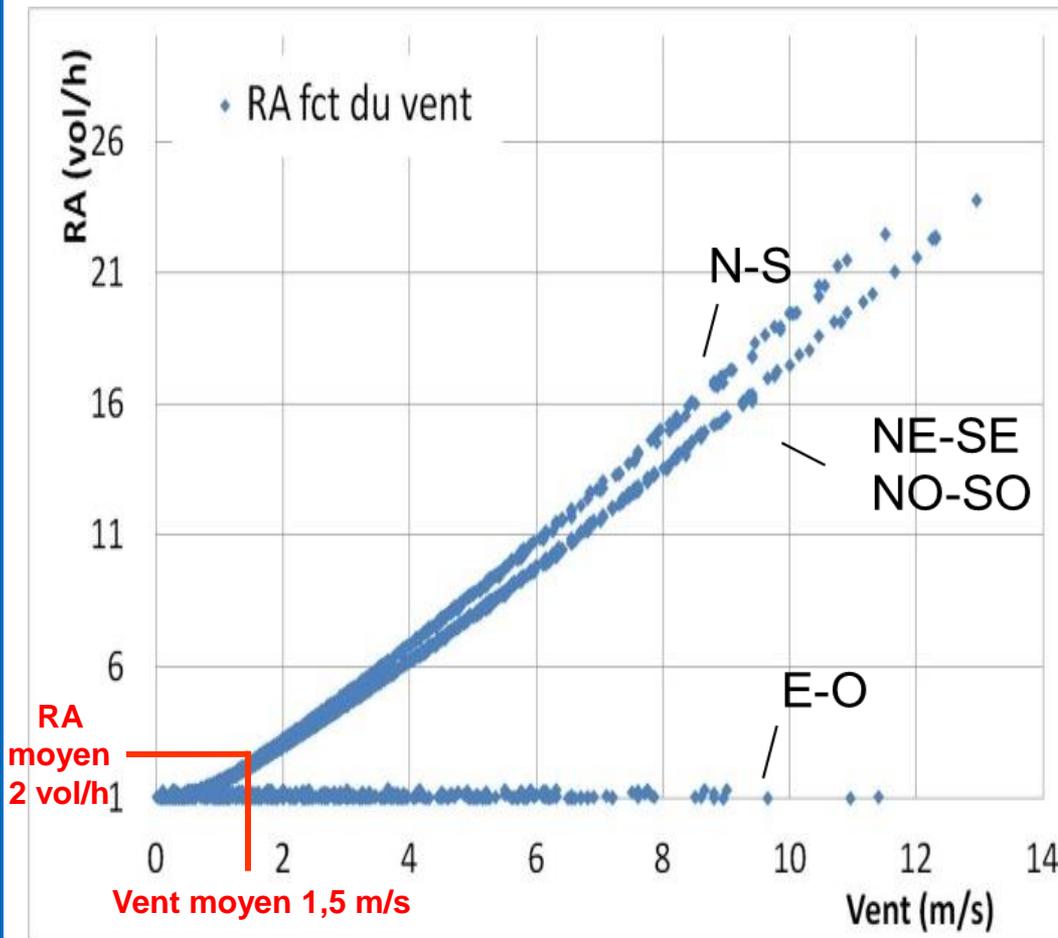
$\Delta T$  entre 0°C et 18°C

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

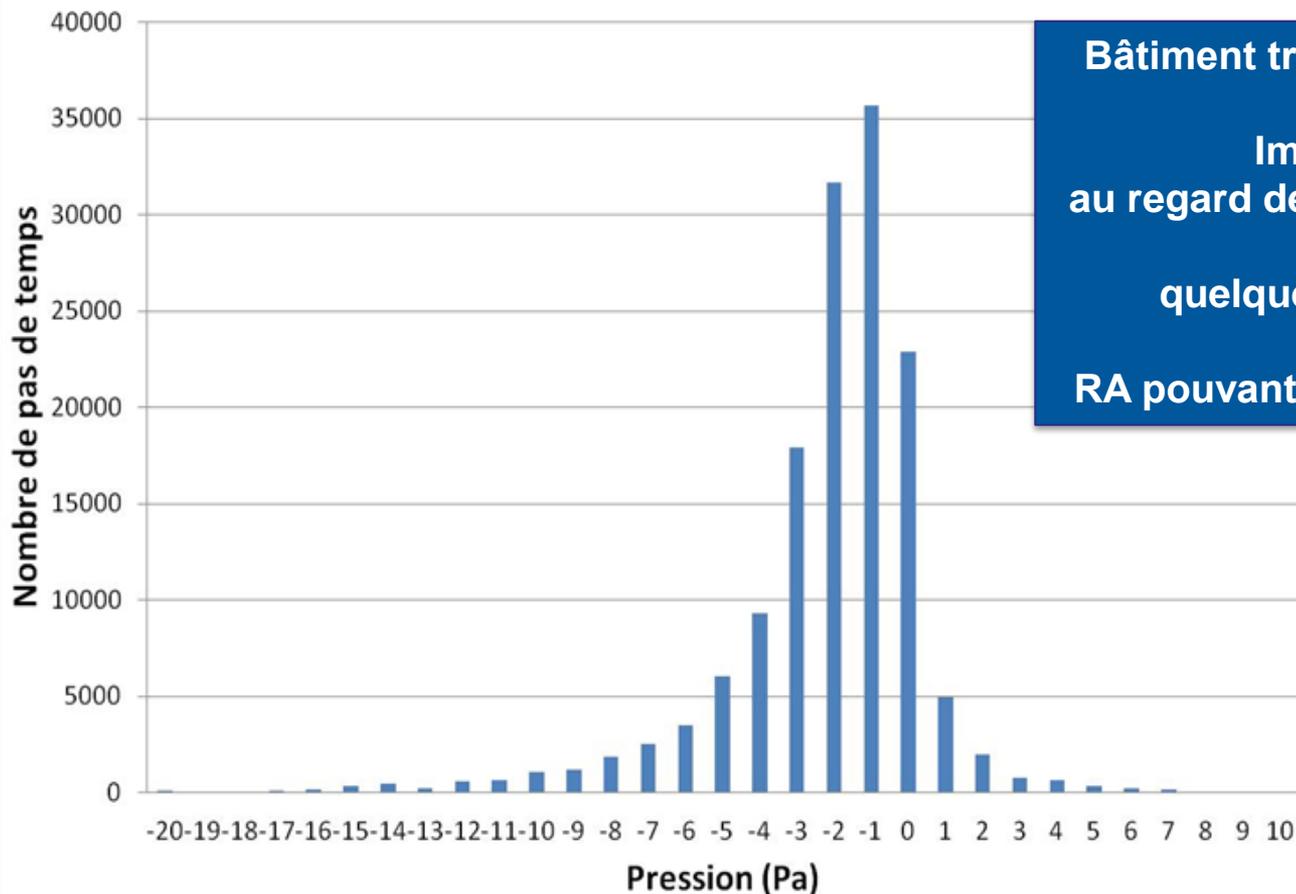
Vents du Nord et du Sud entraînent des RA + importants

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**

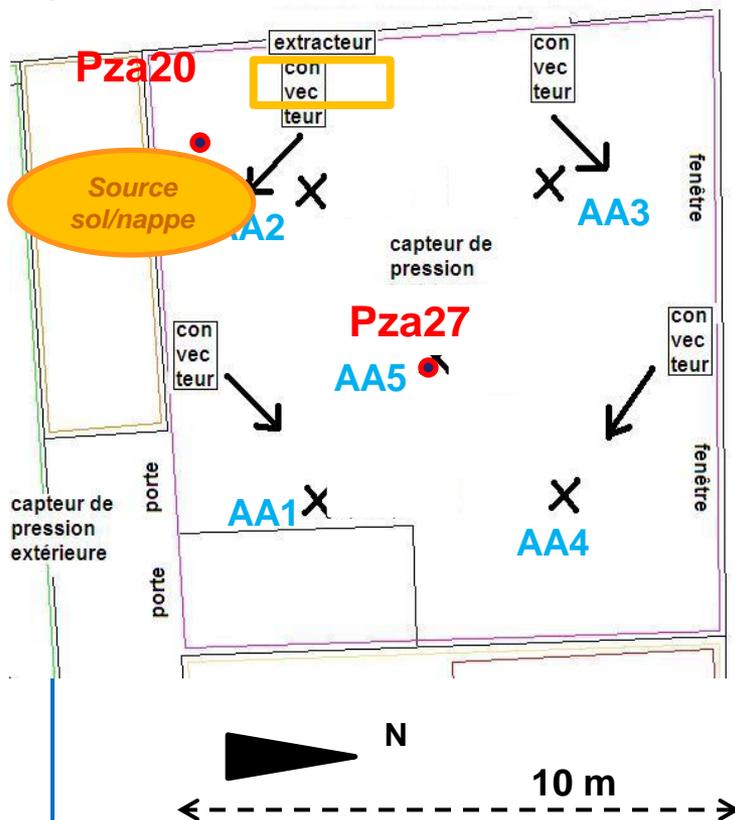
Graphique 10 : Histogramme des pressions au sol pour tous les pas de temps de la simulation 1

# 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

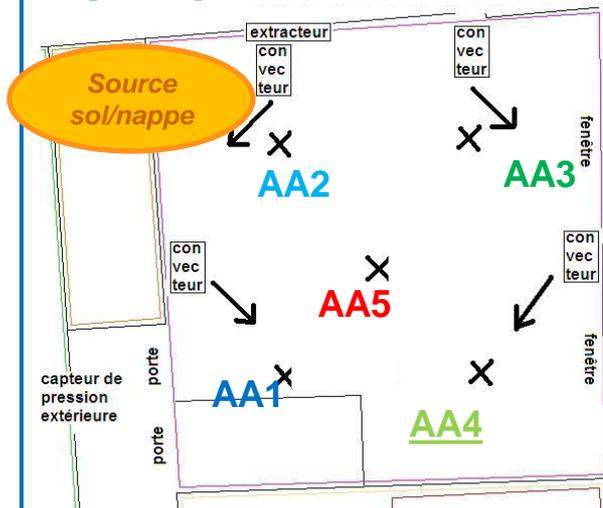


- 1 extracteur air (1 vol/h) placé à 3,8m de haut
- 4 convecteurs pour le chauffage (en fonctionnement uniquement en mars) à 1 m de haut
- 5 mâts de mesure dans l'atelier (AA1 à AA5)  
Hauteurs de mesure : 10, 50, 150, 250 cm

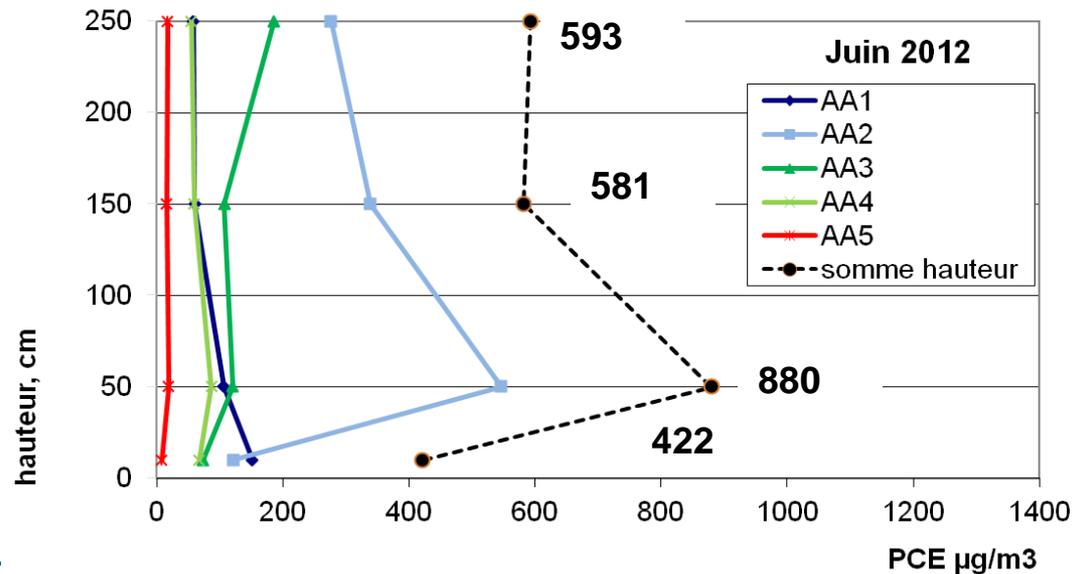
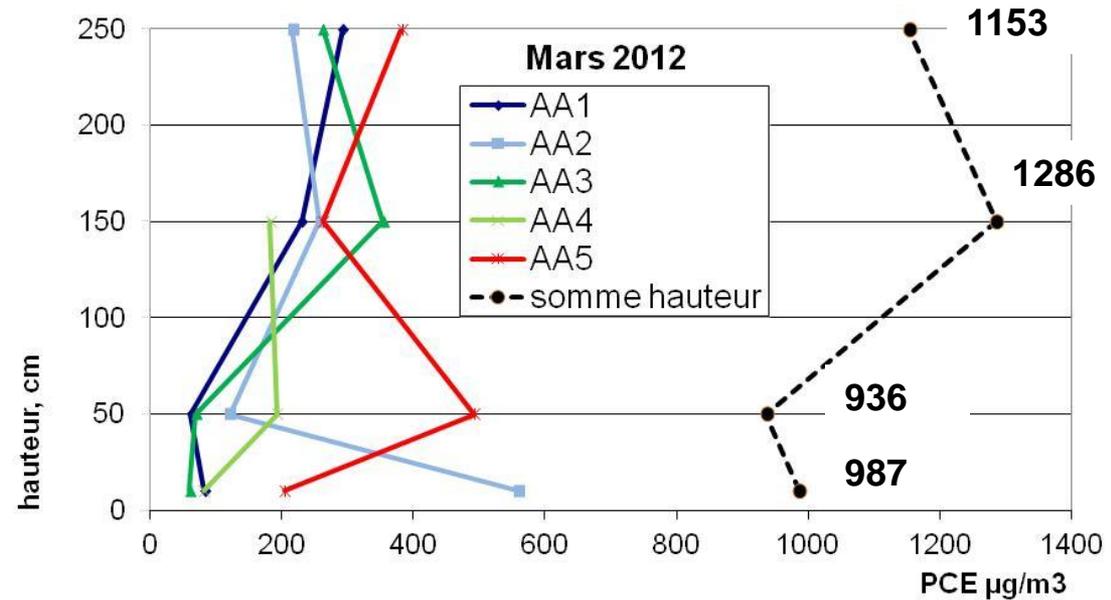
- ➔ Taux de renouvellement d'air (vol/h)
- ➔ Concentration en PCE dans air ambiant intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- ➔  $\Delta P$  au droit des piézairs (Pa)

- *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/m<sup>3</sup>**



Concentrations moyennes (µg PCE/m <sup>3</sup> )	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
<b>Moyenne</b>	<b>229,6</b>	<b>123,9</b>

**X 1,9**

# Atelier – résultat des autres paramètres

Valeurs moyennes	Mars 2012		Juin 2012	
$\Delta T$ (°C) – air int./ext. atelier	13,3		0,2	
$\Delta P$ (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)	

Chauffage atelier

← Débit extraction : 1 vol/h →

- > Différence de température ext. et int. à l'atelier en mars implique  $\Delta P$  mars  $\gg$   $\Delta P$  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 ( $\Delta P$ ) 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  $\Delta P$  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**