

# Intercomparaison des flux de trichloréthylène gazeux mesurés avec différents dispositifs à l'interface sol-atmosphère et dans l'air atmosphérique proche surface

- S. COTEL, G. SCHAFFER, S. TRAVERSE -



# Intérêt de la mesure des flux de polluant

- Impact d'une pollution sur l'air induit par l'existence d'un flux de polluant
- Apporte des informations complémentaires à celles données par les mesures de concentrations :
  - localisation et caractérisation des zones émissives
    - dimensionnement de diagnostics gaz du sol ou atmosphère
    - dimensionnement de mesures de gestion, vérification de leur mise en œuvre et surveillance de l'évolution des transferts
  - aide à l'évaluation de futures expositions
  - compréhension des teneurs mesurées dans l'air et des transferts

## Plan de la présentation

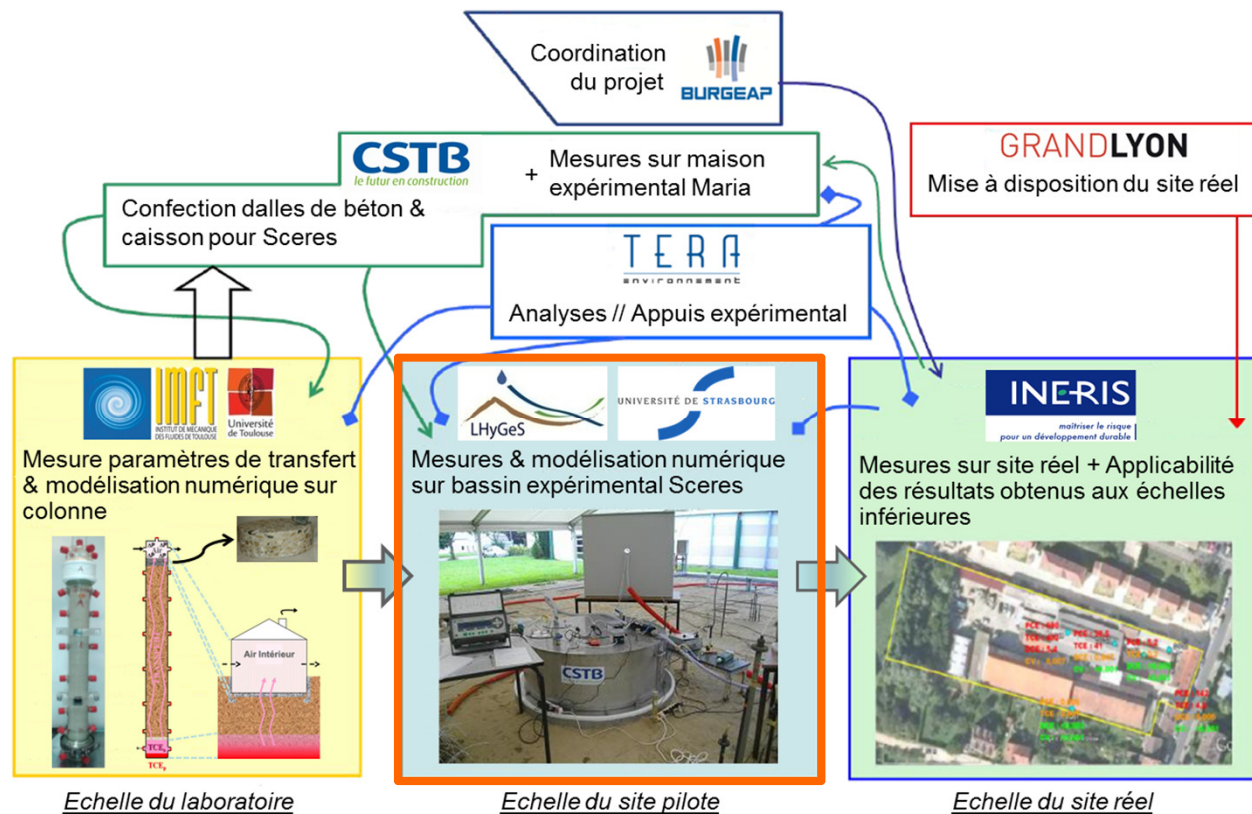
- Contexte de l'étude menée à l'échelle d'une plateforme expérimentale
- Approches expérimentales mises en œuvre
- Résultats
- Conclusions

# Contexte de l'étude



# Spécificités des travaux menés au Lhyges

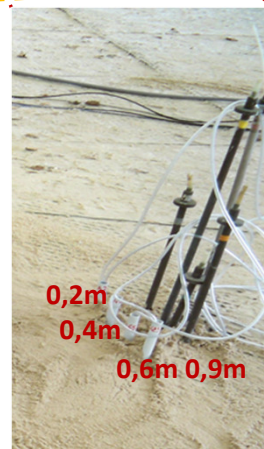
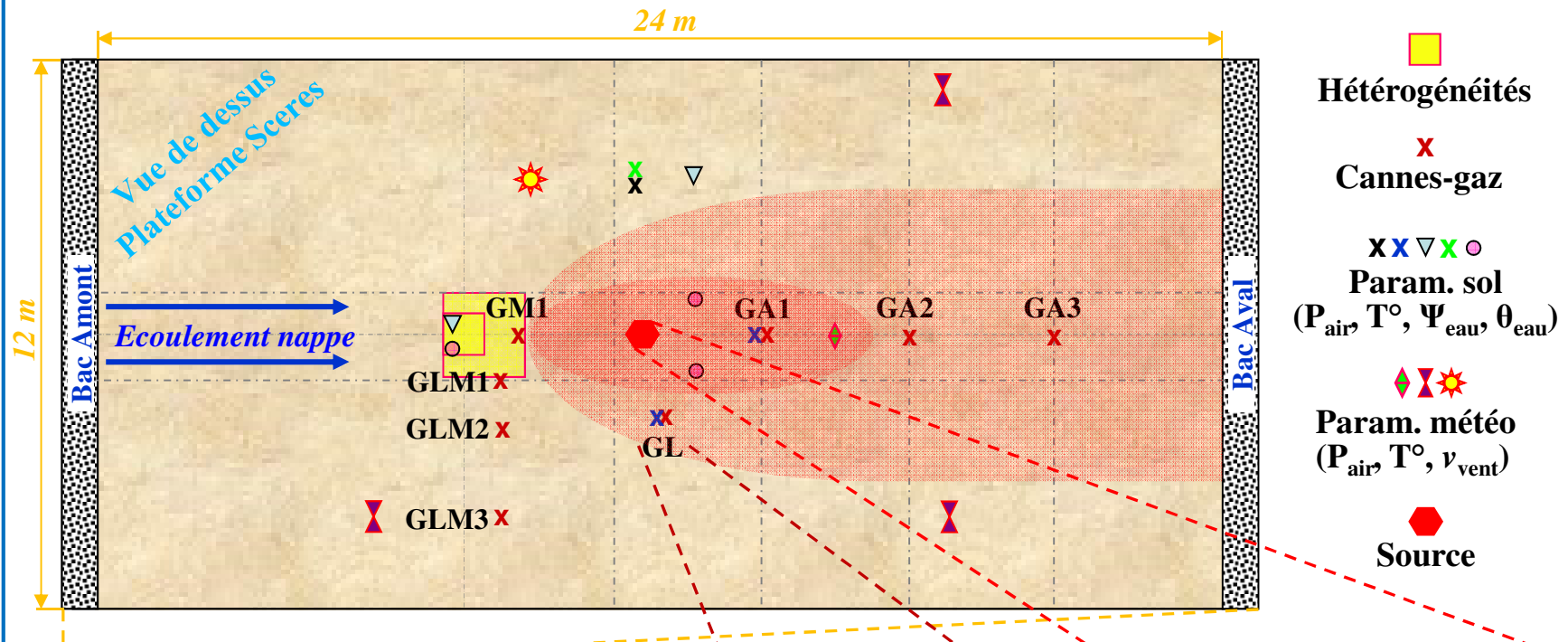
Fluxobal  
(PRECODD 2008) "Développement d'outils pour l'évaluation des transferts de COV depuis une source dans le sol vers l'air atmosphérique & l'air intérieur des bâtiments"



Une étude à une échelle intermédiaire entre laboratoire et site réel  
➡ situation quasi-réelle avec contrôle des conditions expérimentales



# Plateforme expérimentale Sceres



# Approches expérimentales d'évaluation des flux mises en œuvre



# Approches expérimentales pour déterminer les flux de polluant vers l'air extérieur Ch. à flux

## 1 • Mesures directes à l'interface sol/air

➔ 5 chambres à flux

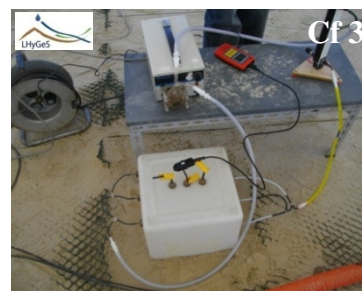
✓ 3 méthodes : sans accumul. avec recirc. (CA)  $Flux_{diff}(0) = \frac{m_{chambre} + m_{adsorbée}}{S_{chambre} \times t_{pompage}}$   
avec accumul. avec et sans recirc.



Cf 1



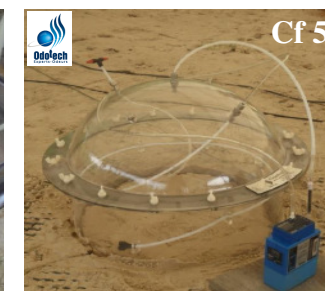
Cf 2



Cf 3



Cf 4



Cf 5

	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
Cf 1	0,066	0,0032
Cf 2	0,073	0,019
Cf 3	0,088	0,021
Cf 4	0,25	0,028
Cf 5	0,20	0,064

+ : mesure directe

— : uniquement flux diffusif



# Approches expérimentales pour déterminer les flux de polluant vers l'air extérieur

Multi- niv.

Veine

## 1 • Mesures directes à l'interface sol/air

→ 5 chambres à flux

## 2 • Evaluation sur la base de mesures dans l'air proche S.

→ préleveur multi-niveaux (écoulement libre)

✓ méthode aérodynamique

(Parmele et al., 1972 ... Sandy et al., 2013)

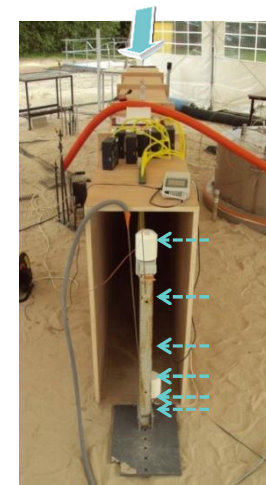
$$Flux_{tot}(z_m) = - \frac{k^2 \cdot [C_2 - C_1] \cdot [u_2 - u_1]}{\phi_m \cdot \phi_p \left( \ln \left( \frac{z_2}{z_1} \right) \right)^2} \quad \phi_p = \phi_m^2 = (1 - 16 Ri)^{-0.5} \quad Ri \equiv \frac{g \cdot [T_2 - T_1] \cdot (z_2 - z_1)}{T_m \cdot (u_2 - u_1)^2}$$

(Conditions instables)

+ : flux total, ne perturbe pas système étudié

— : source de pollution étendue, profil de vent non perturbé

→ veine expérimentale (écoulement contrôlé, 5 modules)





# Approches expérimentales pour déterminer les flux de polluant vers l'air extérieur

Piézair

## 1 • Mesures directes à l'interface sol/air

→ 5 chambres à flux

## 2 • Evaluation sur la base de mesures dans l'air proche S.

→ préleveur multi-niveaux

→ veine expérimentale

## 3 • Evaluation sur la base de mesures dans l'air des sols

→ piézair (avec possibilité mesure pression de l'air du sol)

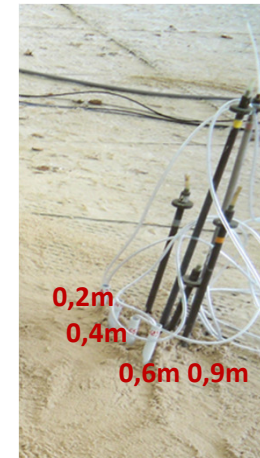
✓ expression semi-analytique du flux total

$$Flux_{tot}(z_m) = \underbrace{-\theta_a \tau_a D_a^0 \frac{dC_a}{dz}}_{\text{Part diffusive (Fick)}} + C_a \underbrace{\left( -\frac{k_{ra} k^*}{\mu_a} \left[ \frac{dP_{ma}}{dz} + g(\rho_a - \rho_{air}) \right] \right)}_{\text{Part convective}}$$

*Part diffusive (Fick)*

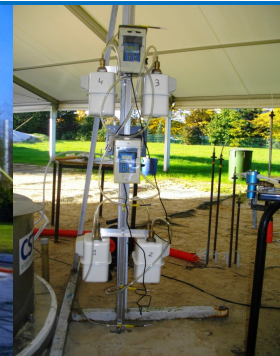
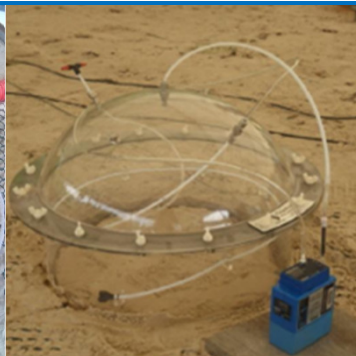
*Part convective*

+ : flux total    - : coût, invasif, choix profondeur mesures



# Résultats expérimentaux

- 1 ➔ Intercomparaison flux mesurés à l'interface sol/air par  $\neq$  chambres à flux
- 2 ➔ Comparaison flux atmosphériques / flux interface sol/air



# Comparaison des flux mesurés à l'interface sol/air par différentes chambres à flux

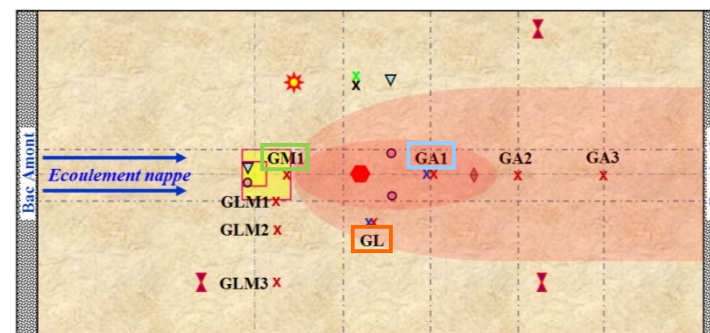
Ch. à flux

Piézair

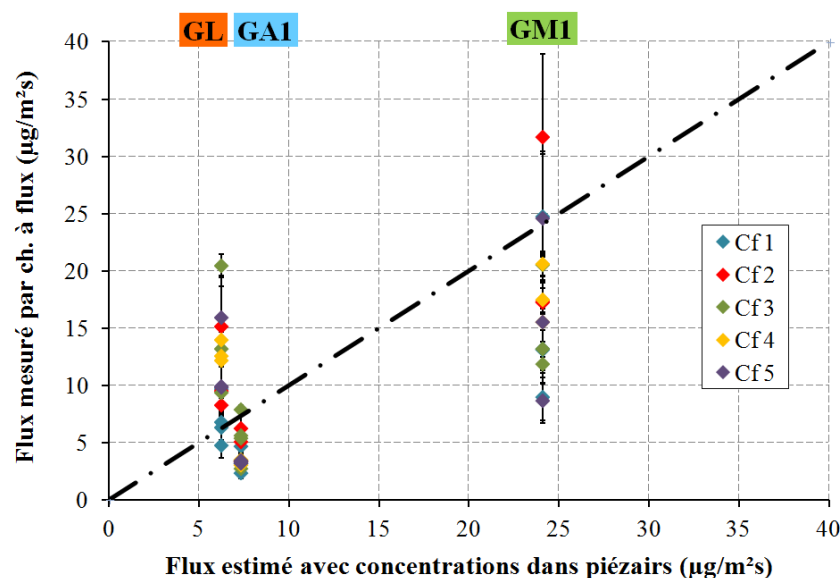
- Expériences de confrontation :

- 5 chambres à flux - 3 méthodes
- 3 emplacements
- mesures successives

➔ 45 (+3) mesures de flux sur Sceres



- Résultats impact de la géométrie de la chambre :



➤ des flux mesurés sensiblement différents mais du même ordre de grandeur

➤ pas de lien entre géométrie et flux mesuré

# Comparaison des flux mesurés à l'interface sol/air par différentes chambres à flux

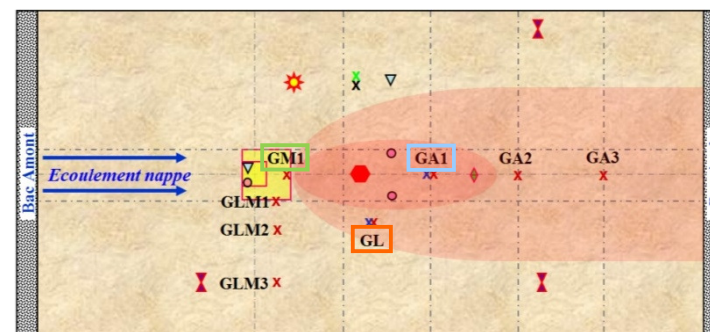
Ch. à flux

Piézair

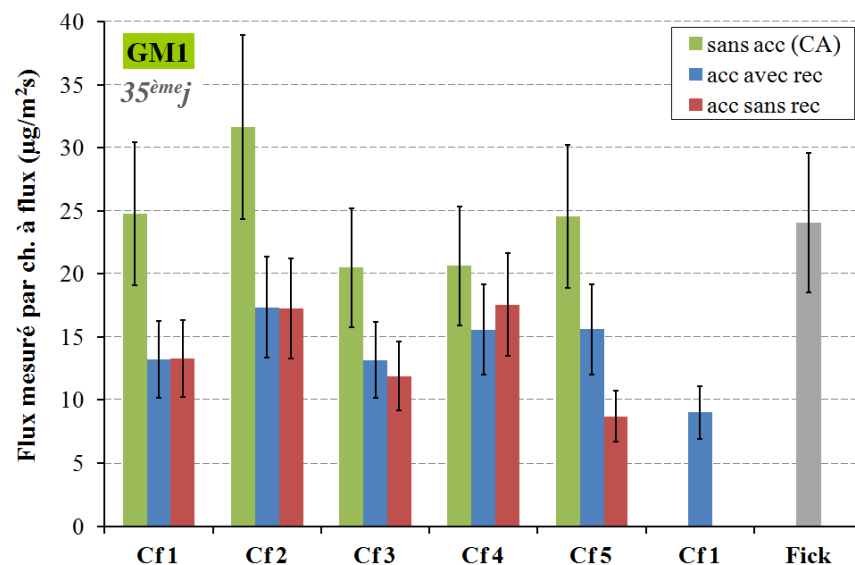
## Expériences de confrontation :

- 5 chambres à flux - 3 méthodes
- 3 emplacements
- mesures successives

➔ 45 (+3) mesures de flux sur Sceres



## Résultats impact de la méthode de mesure :



➤ si accumulation pas d'impact de la recirculation sur flux mes. +16%

➤ sans accumulation flux mes. plus importants +72%

➤ importance du control de  $\Delta P$

GM1 :  $-0,37\text{Pa} < \Delta P < 0,48\text{Pa}$

GL :  $-0,67\text{Pa} < \Delta P < 2,23\text{Pa}$



# Evaluation des flux atmosphériques et comparaison avec les flux à l'interface sol/air

Multi-niv.

Ch. à flux

## • Expériences réalisées :

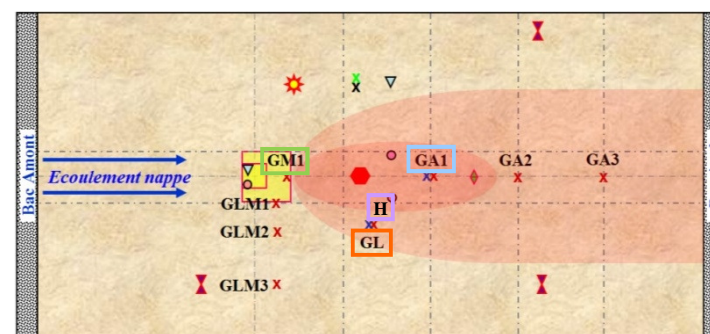
- préleveur multi-niv. - 4 emplacements
- comparaison chambre à flux Cf 3

➔ 53 profils de concentrations mesurés

## • Résultats :

Point	Nbre de j. ap inj.	Flux ( $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )	
		Atm	Sol/air
GM1	6 <sup>ème</sup>	5,2	5,2
	33 <sup>ème</sup>	2,8	27,7
	60 <sup>ème</sup>	0,33	-
GL	19 <sup>ème</sup>	0,33	-
	20/21 <sup>ème</sup>	0,22	1,1
	31/32 <sup>ème</sup>	4,9	2,5
	33 <sup>ème</sup>	1,3	6,8
GA1	16 <sup>ème</sup>	0,64	0,97
	20/19 <sup>ème</sup>	0,18	1,6
	60/62 <sup>ème</sup>	2,6	5,1

+ 3 profils H

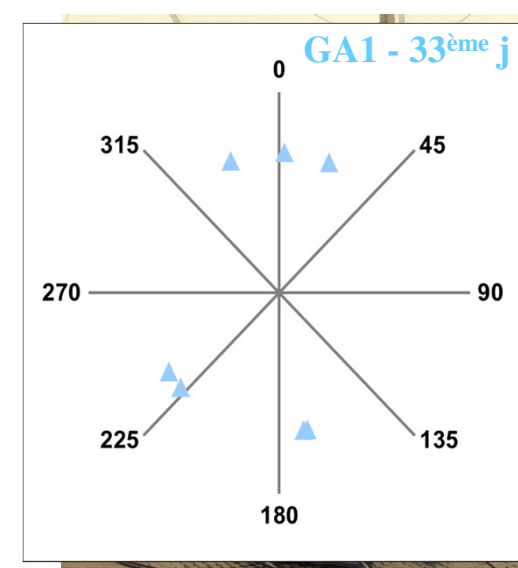


• nombreux profils mesurés mais peu d'exploitable

➔ écoulement de l'air fortement perturbé

• configuration de la pollution peu adaptée

• conditions atmsp. changeantes



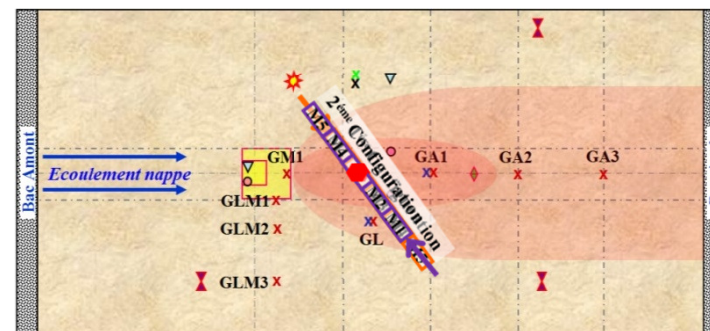
# Evaluation des flux atmosphériques

Veine

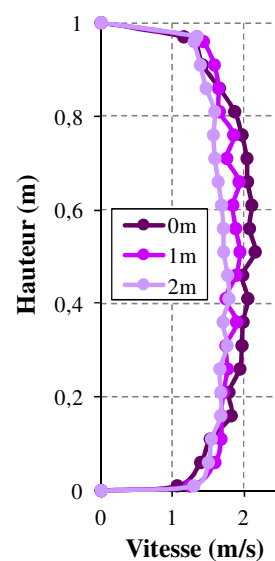
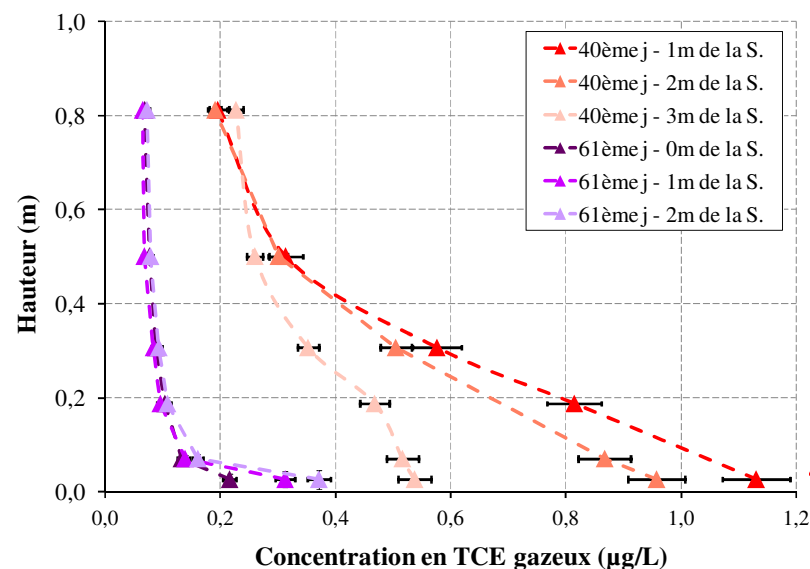
## • Expériences réalisées :

- veine (M3, M4 & M5)
- 2 configurations veine - 2 réplicats
- comparaison chambre à flux Cf 3

➔ 12 profils de concentrations mesurés



## • Résultats :



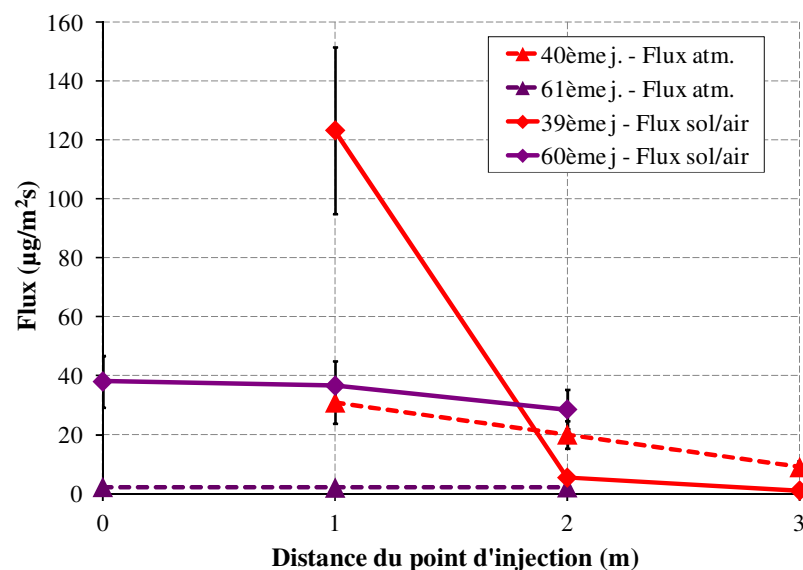
- profils de concentration correctement décrits
- profils très différents
- profils de vitesse de vent établi
- $F_{\text{atm}}(61^{\text{ème}}) < F_{\text{atm}}(40^{\text{ème}})$

# Comparaison entre les flux atmosphériques et les flux à l'interface sol/air

Veine

Ch. à flux

## ● Résultats :



✓ flux suivant la même tendance mais répartition spatiale lissée

✓ 39/40<sup>ème</sup> : flux du même ordre de grandeur

✓ 60/61<sup>ème</sup> : un ordre de grandeur d'écart

## ● Conclusions :

- évaluation des flux raisonnables par la méthode aérodynamique au regard des conditions d'application relativement mal respectées

# Conclusions





# Conclusions

- Sur les techniques expérimentales permettant d'accéder aux flux :

- chambre à flux, outil très pertinent pour discriminer zones émissives

- 1- pas de lien entre géométrie de la chambre et flux mesurés

- 2- si accumulation du polluant, pas d'impact conditions de circulation air

- 3- sans accumulation du polluant, flux mesurés plus importants

- air extérieur, mesures chambres à flux particulièrement intéressantes

- air intérieur, mesures chambres à flux un peu plus délicates à utiliser

---

- évaluation des flux via profil de concentration dans l'air moins précise que mesure directe via chambre à flux mais technique prometteuse en cas de grandes surfaces émissives

- Recommandations lors des mesures de flux via des chambres à flux :

- $\Delta P$  ➤ quantité de mesures (hétérogénéités...) ➤ saturation en eau

- évolution niveau piézométrique (pompage, marée...)