



**HAL**  
open science

## Variabilité spatiale de la fraction d'eau immobile dans les sols à l'échelle d'une parcelle cultivée

Yves Coquet, Guillaume Millot, Lionel Alletto, Christophe Labat, Pierre Vachier

► **To cite this version:**

Yves Coquet, Guillaume Millot, Lionel Alletto, Christophe Labat, Pierre Vachier. Variabilité spatiale de la fraction d'eau immobile dans les sols à l'échelle d'une parcelle cultivée. 29ème journées du Groupe Francophone d'Humidimétrie et des TraNsferTs en Milieux Poreux, Nov 2004, Grenoble, France. hal-03933986

**HAL Id: hal-03933986**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03933986>**

Submitted on 11 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Variabilité spatiale de la fraction d'eau immobile dans les sols à l'échelle d'une parcelle cultivée

**Yves Coquet, Guillaume Millot, Lionel Alletto,  
Christophe Labat, Pierre Vachier**

**UMR INRA/INAPG Environnement et Grandes Cultures, Grignon**

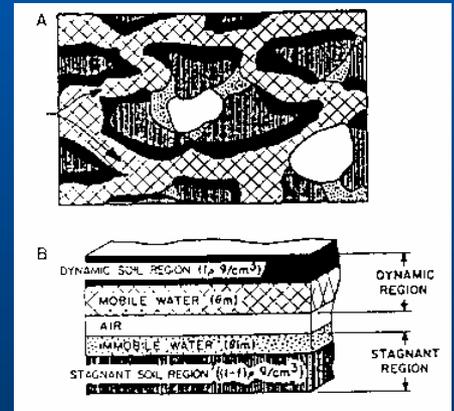
# Un mode de transport préférentiel

## Le modèle conceptuel

### « eau mobile / eau immobile » MIM

(Coats & Smith, 1964 ; van Genuchten & Wierenga, 1976, 1977)

$$\theta_m \frac{\partial c_m}{\partial t} + \theta_{im} \frac{\partial c_{im}}{\partial t} = \theta_m D \frac{\partial^2 c_m}{\partial z^2} - q \frac{\partial c_m}{\partial z}$$
$$\theta_{im} \frac{\partial c_{im}}{\partial t} = \alpha (c_m - c_{im})$$



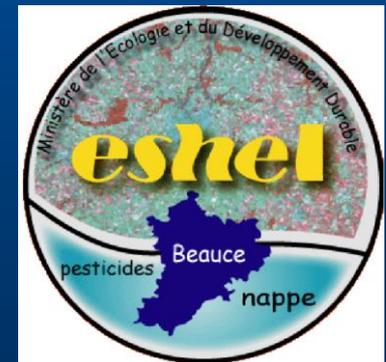
## Validation sur des modèles de milieux poreux à géométrie contrôlée (Rao et al., 1980)

# Connaissances sur la variabilité spatiale des paramètres MIM

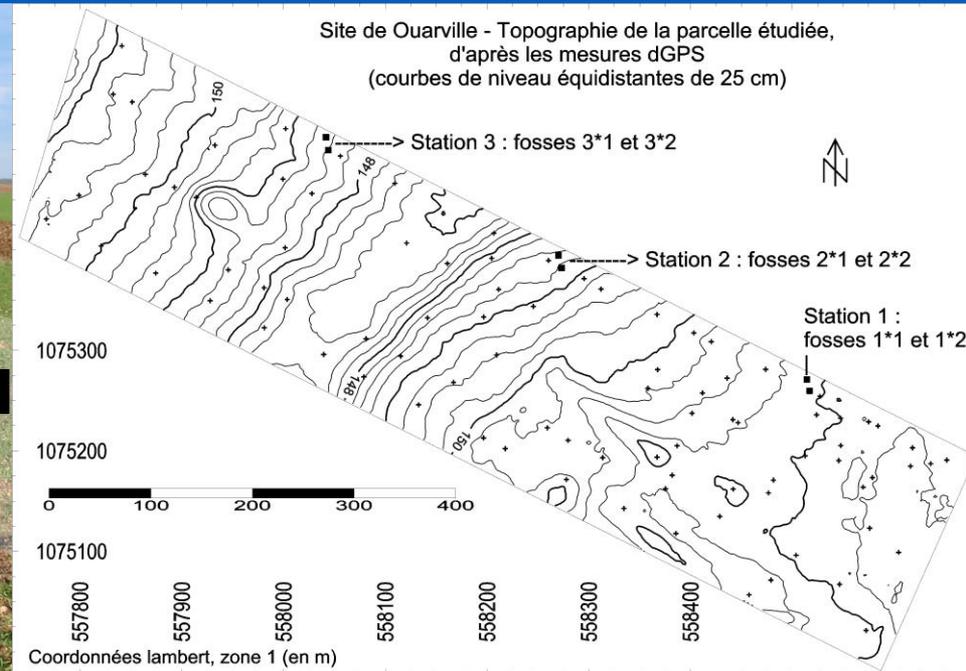
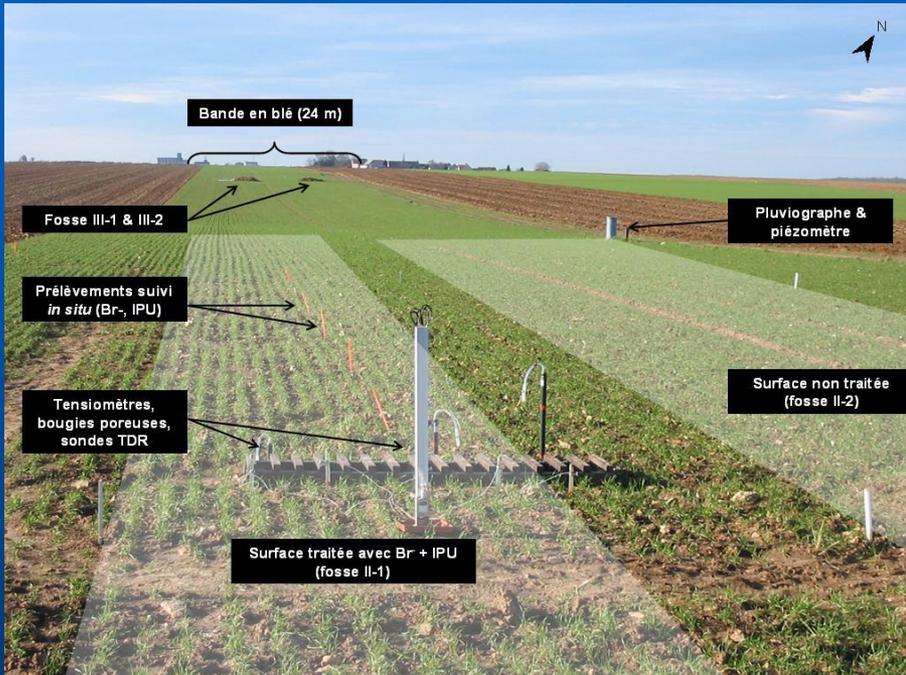
- Casey et al., 1997 :  
47 mesures/transect 58 m ; maïs (rang) ; SL  
→ pas de corrélations spatiales ;  $\rho(\theta, \theta_{im})=0,37$
- Al-Jabri et al., 2002 :  
50 mesures/grille 7x15 m ; id.  
→ pas de corrélations spatiales

# La Beauce : une ressource en eau souterraine contaminée par les pesticides

- **Tester l'existence d'un transport préférentiel de type MIM**
- **Etudier la variabilité spatiale des paramètres du transport**



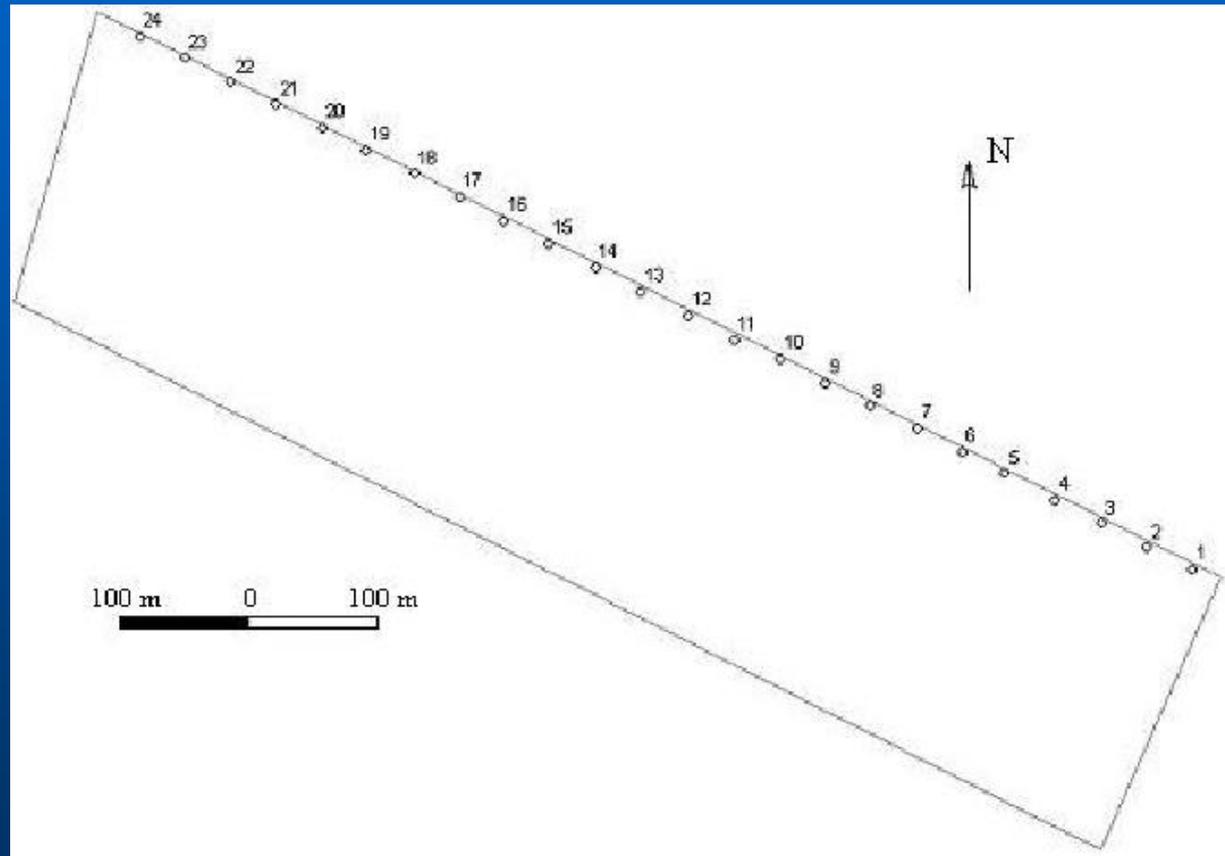
# Le site d'étude : une parcelle agricole hétérogène à Ouarville (28)



Néoluvisols, Calcisols, Calcosols

Transect 1 : 24 mesures espacées de 40 m

Transect 2 : 21 mesures espacées de 2 m entre les sites 10 et 11



# Méthode expérimentale

- **Clothier et al., 1992**  
**hypothèses :**

- Flux d'infiltration en régime permanent
- $c_m = c_0$  (plus d'effet de la dispersion hydrodynamique)  
et  $c_{im} = 0$  (pas d'échange MIM)

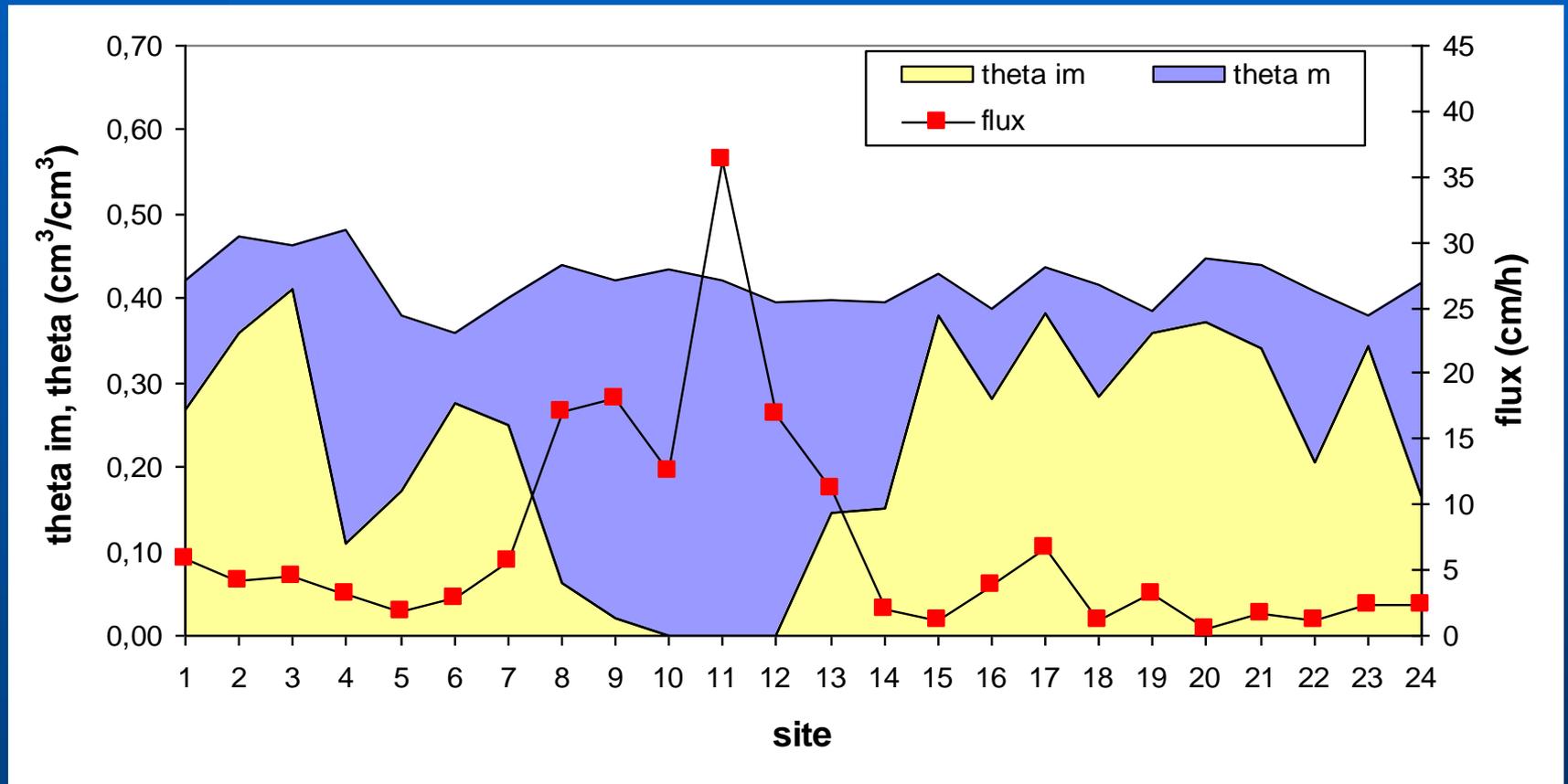
$$\text{d'où } \theta c = \theta_m c_m + \theta_{im} c_{im}$$

$$\text{donne } \theta_{im} / \theta = (1 - c / c_0)$$

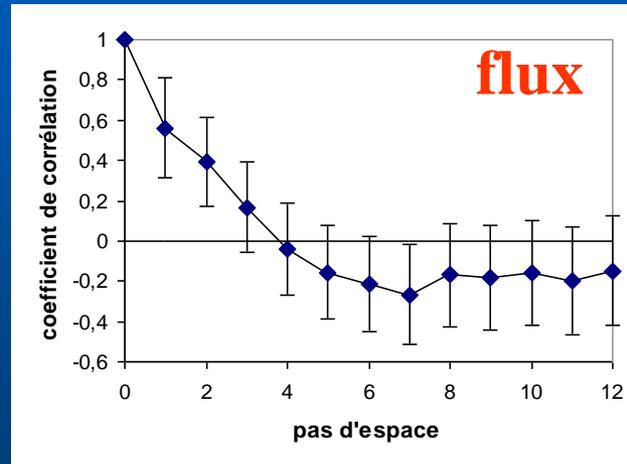
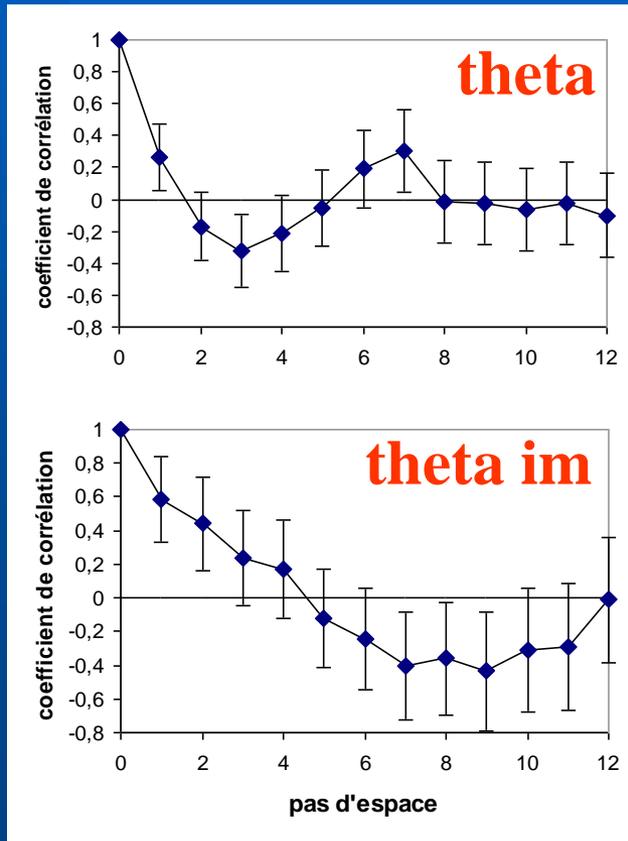
# Protocole expérimental

- Infiltromètre à disque ( $\varnothing = 8$  cm) ; potentiel : -0.1 kPa
- Infiltration jusqu'au régime permanent
- ~ 28 mm de KBr 500 mg/L
- Prélèvement d'1 cm,  $\varnothing$  2,5 cm
- Séchage 105°C, extraction sol/eau 1/2, quantification HPLC

# Résultats - 1

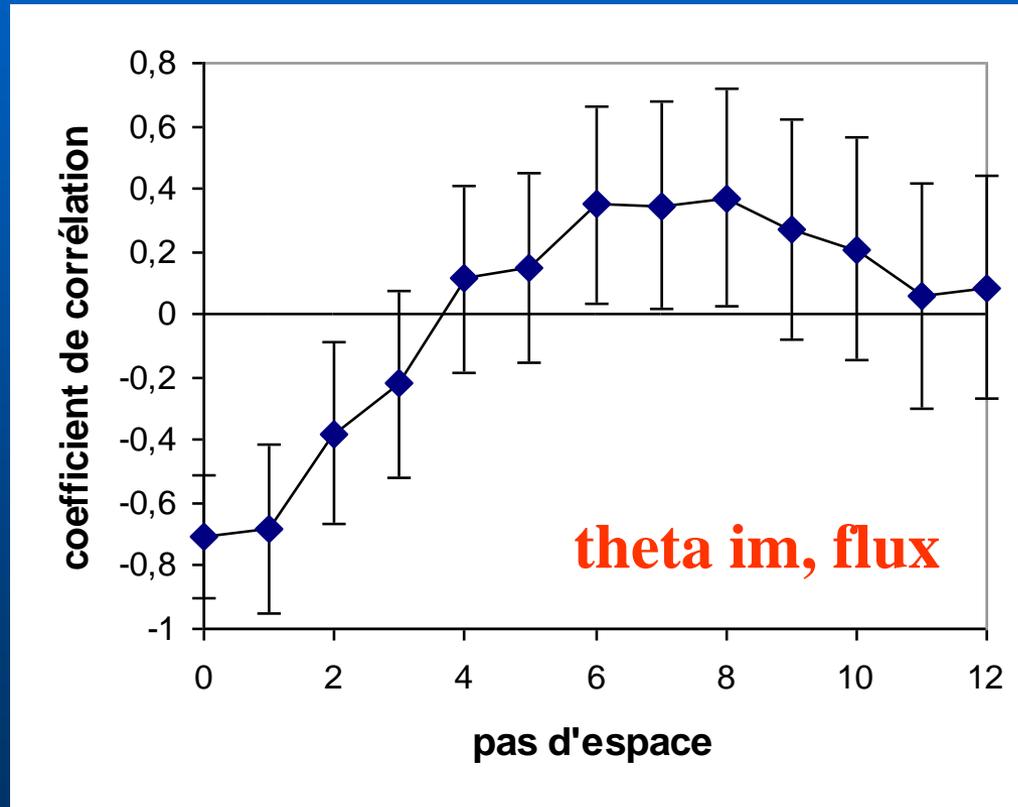


# Résultats – 2 : autocorrélogrammes

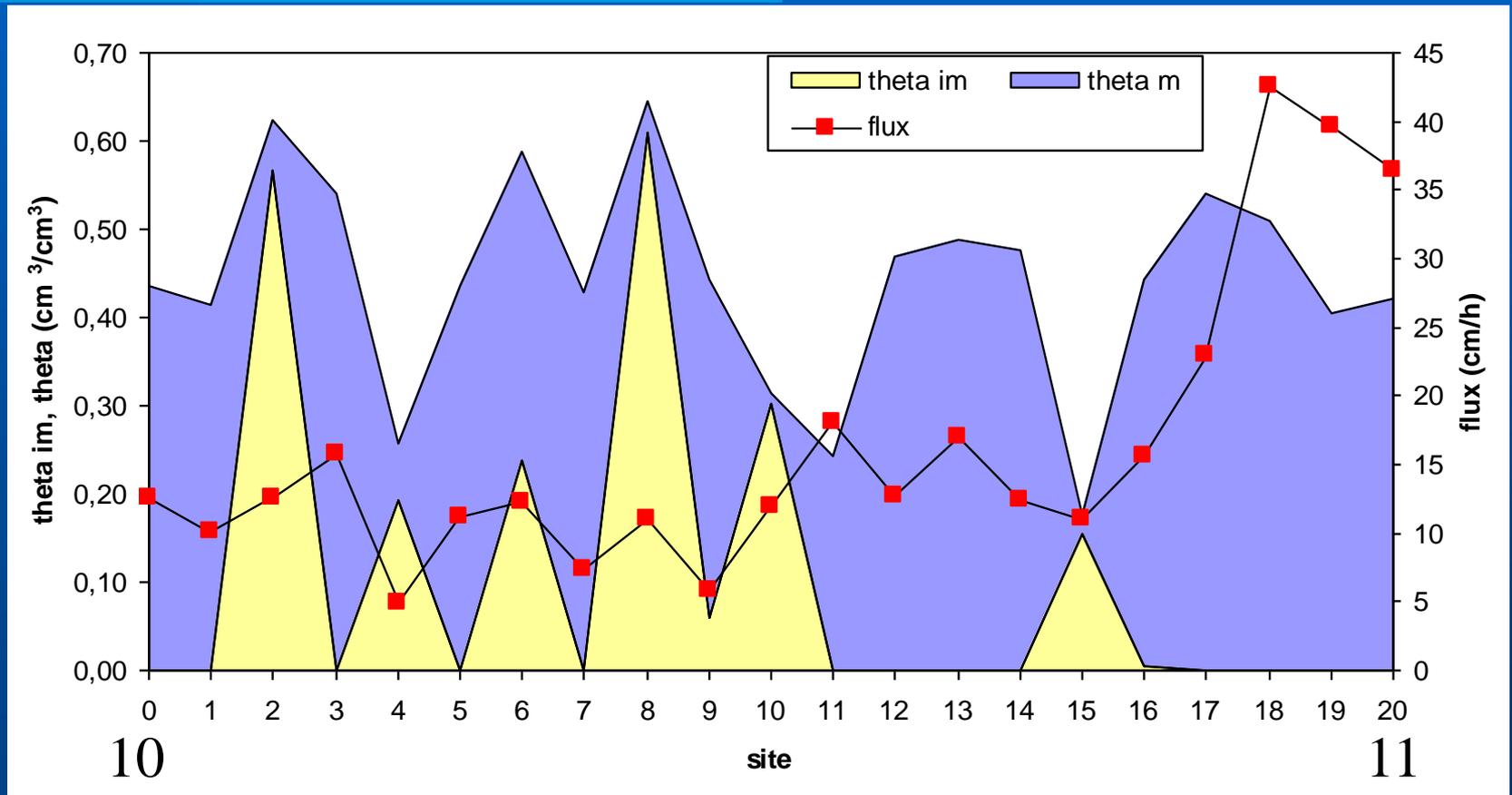


# Résultats – 3 : Corrélogramme croisé

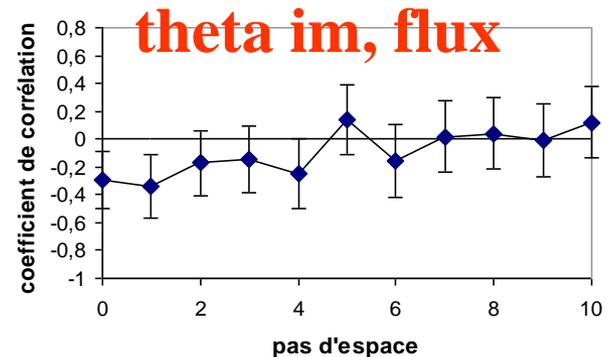
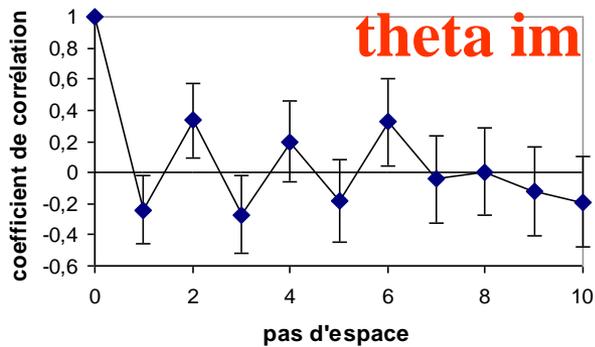
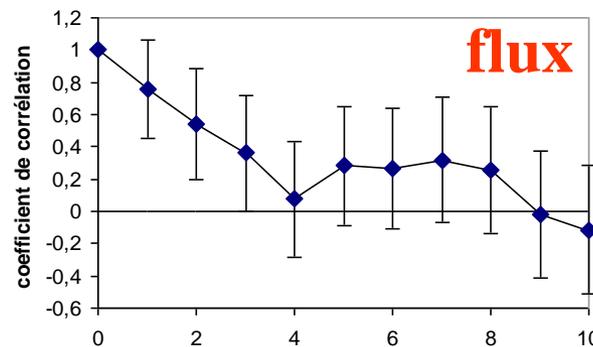
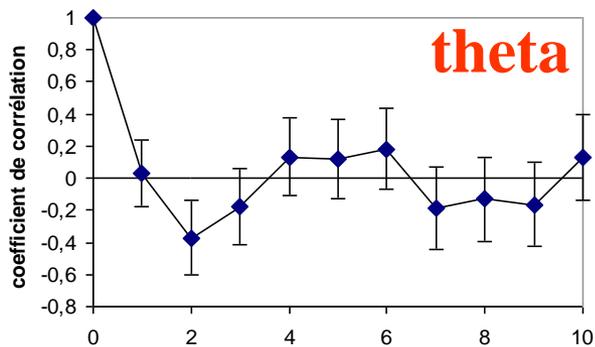
$\lambda \sim 106 \text{ m}$



# Deuxième transect - 1



# Deuxième transect - 2



# Comparaison des deux séries de données

		Min	Max	Moy	Méd	ET	CV
$\theta$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	<b>T1</b> *	0,36	0,48	0,42	0,42	0,03	7
	<b>T2</b> **	0,18	0,64	0,44	0,44	0,12	27
$\theta_{im}/\theta$	<b>T1</b>	<b>0</b>	<b>0,93</b>	0,53	0,63	0,32	<b>60</b>
	<b>T2</b>	<b>0</b>	<b>0,96</b>	0,24	0	0,39	<b>160</b>
<b>flux</b> (cm/h)	<b>T1</b>	0,55	36,4	6,95	3,6	8,3	120
	<b>T2</b>	4,9	42,5	16,4	12,6	10,5	125

\* Transect 1 / \*\* Transect 2

# Conclusions

- **Caractère très erratique de la fraction d'eau immobile**
- **Corrélation spatiale, en particulier entre la teneur en eau immobile et le flux, pour le grand transect, mais beaucoup moins marquée pour le petit transect**
- **Existence d'une zone particulière autour du point 11**

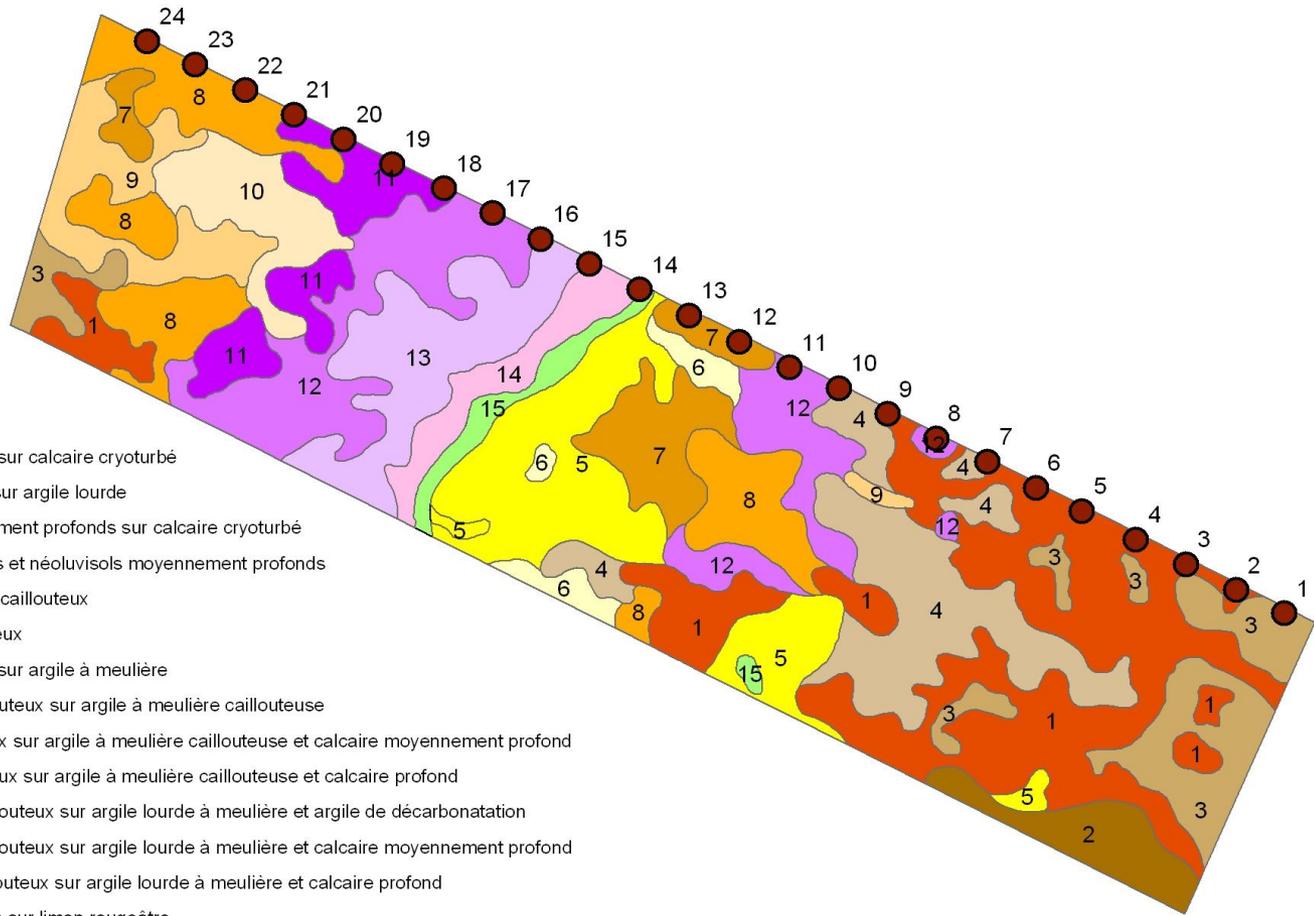
# Perspectives

- **Vers une stratégie de spatialisation du transport préférentiel : utilisation des mesures de flux (co-krigeage)**
- **Recherche d'un lien entre existence d'un transport préférentiel de type MIM et organisation de l'espace poral du sol**
- **Analyse de la zone particulière**

## Légende

### TYPESOL\_CL

- 1 : néoluvisols profonds sur calcaire cryoturbé
- 2 : néoluvisols profonds sur argile lourde
- 3 : néoluvisols moyennement profonds sur calcaire cryoturbé
- 4 : complexe de calcisols et néoluvisols moyennement profonds
- 5 : calcosols et calcisols caillouteux
- 6 : calcisols peu caillouteux
- 7 : Brunisols caillouteux sur argile à meulière
- 8 : néoluvisols peu caillouteux sur argile à meulière caillouteuse
- 9 : néoluvisols caillouteux sur argile à meulière caillouteuse et calcaire moyennement profond
- 10 : néoluvisols caillouteux sur argile à meulière caillouteuse et calcaire profond
- 11 : néoluvisols peu caillouteux sur argile lourde à meulière et argile de décarbonatation
- 12 : néoluvisols peu caillouteux sur argile lourde à meulière et calcaire moyennement profond
- 13 : néoluvisols peu caillouteux sur argile lourde à meulière et calcaire profond
- 14 : néoluvisols profonds sur limon rougeâtre
- 15 : colluviosols



0 150 300 600 Mètres

# Perspective

---

- **Incidence de l'existence d'une fraction d'eau immobile sur la dissipation des pesticides (modélisation)**