



# Simulation de la dissipation des pesticides dans les sols sur le long terme: application au bassin versant de l'Orgeval

W. Queyrel , Florence Habets, Hélène Blanchoud, Céline Schott, Laurine Nicola

44<sup>ème</sup> Colloque du GFP, 25-29 mai 2014, Fort de France



# Modélisation du transfert de pesticides

Vers l'approche bassin versant

Wilfried Queyrel, Hélène Blanchoud,, Florence Habets, Céline Schott, Marie Launay



# Une modélisation toujours délicate...

- Intrants mal connus, diversité des molécules employées
- Propriétés physico-chimiques très différentes (volatilité, adsorption, dégradation)
- Processus de transfert complexes (relation MO des sols, humidité...)
- Données de contamination trop fragmentaires
  
- Modèles existants à la parcelle : MACRO, PRZM... mais approche bassin versant encore peu développée : SWAT, BASINS, Pearl, Footways.

# Pourquoi un modèle agronomique ?

- Usages de pesticides (et de nitrates) liés au cycle cultural
- Rotations de cultures négligées dans les modèles
- Cultures influent sur le cycle de l'eau (évapotranspiration)

Le choix de STICS repose :

- sur l'antériorité des études du PIREN (Gomez, 2002) et un développement parallèle pour les nitrates
- Intégration des nouvelles paramétrisations du modèle apportées par l'INRA : couplage de cette nouvelle version pour la simulation du transfert des nitrates

# Le choix du modèle agronomique: STICS

- Modèle STICS, robuste et reconnu dans la communauté internationale (AGMIP)
- Modèle générique: un grand nombre de cultures simulées

# Le choix du modèle agronomique: STICS

- Modèle STICS, robuste et reconnu dans la communauté internationale (AGMIP)
- Modèle générique: un grand nombre de cultures simulées
- L'expertise des référents de STICS (PIREN Seine)
- Un long retour d'expérience sur l'application du modèle à l'échelle du bassin de la Seine (PIREN Seine)

# Le fonctionnement du modèle agronomique



Climat



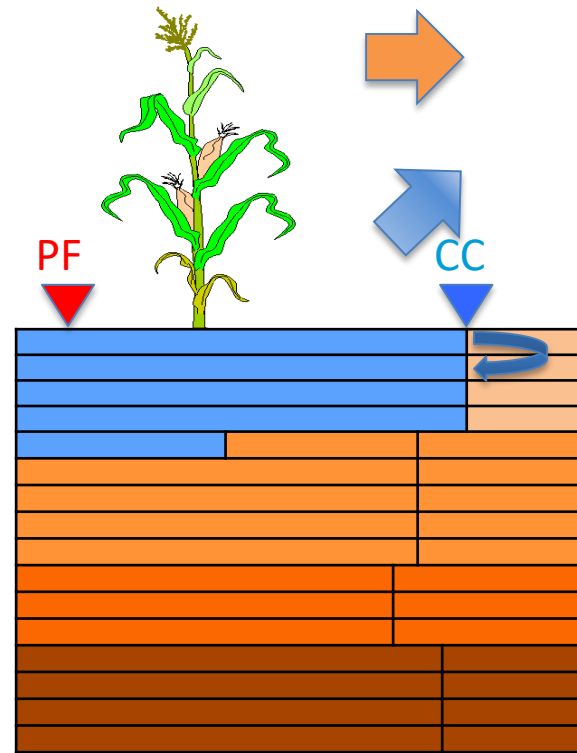
Pratiques agricoles



Plante



Sol



Transpiration

Evaporation du sol

Rendement,  
croissance

Minéralisation de  
la matière  
organique

Transfert hydrique  
et de solutés

# Le module de transfert de pesticide de STICS: PeStics



Climat



Pratiques agricoles



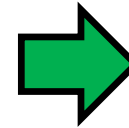
Plante



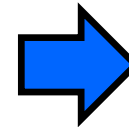
Sol



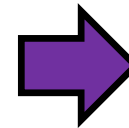
Pesticide



Rendement et développement de la plante



Transfert hydrique et de solutés



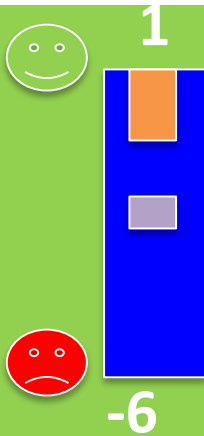
Devenir des pesticides et lixiviation



# Comparaison avec les autres modèles

## Bentazone (Vredepeel)

Sortie du modèle :  
**Profils de teneur en  
Bentazone**



(Tiktak et al. 2000)

\* Varleach, Gleams, Przm,  
Pelmo, Leachm, Pestla,  
Pestras, Macro, Wave

■ Modèles  
calibrés

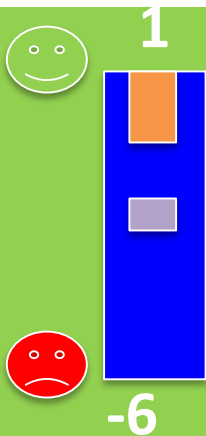
■ Modèles non-calibrés

■ STICS

# Comparaison avec les autres modèles

## Bentazone (Vredepeel)

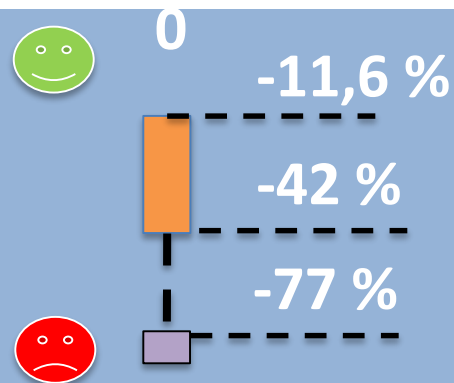
Sortie du modèle :  
**Profils de teneur en  
Bentazone**



(Tiktak et al. 2000)

## Isoproturon (Kerlavic)

Sortie du modèle: **Cumul  
de la quantité  
d'Isoproturon lixiviée**



(Guimont et al. 2005)

\* Varleach, Gleams, Przm,  
Pelmo, Leachm, Pestla,  
Pestras, Macro, Wave

\*\* Agriflux

■ Modèles  
calibrés

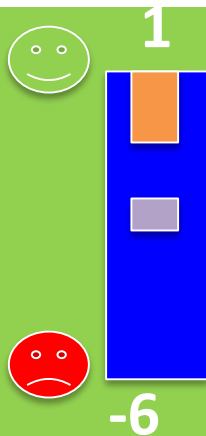
■ Modèles non-calibrés

■ STICS

# Comparaison avec les autres modèles

## Bentazone (Vredepeel)

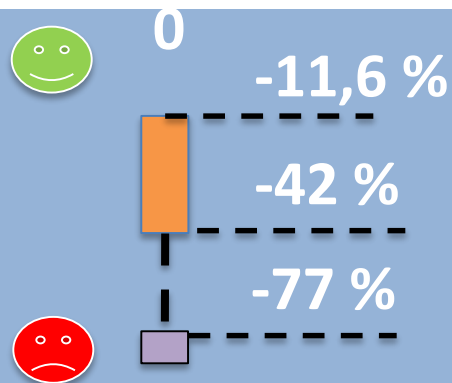
Sortie du modèle :  
**Profils de teneur en Bentazone**



(Tiktak et al. 2000)

## Isoproturon (Kerlavic)

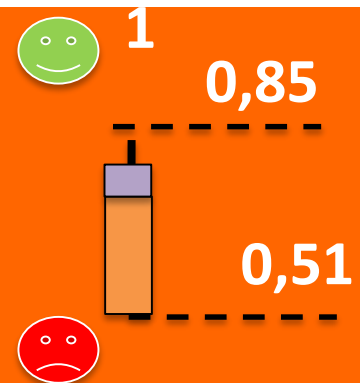
Sortie du modèle: **Cumul de la quantité d'Isoproturon lixiviée**



(Guimont et al. 2005)

## Atrazine (Grignon)

Sortie du modèle: **Stock d'atrazine dans les 10 premiers cm de sol**



(Baer et al. 1997)

\* Varleach, Gleams, Przm, Pelmo, Leachm, Pestla, Pestras, Macro, Wave

\*\* Agriflux

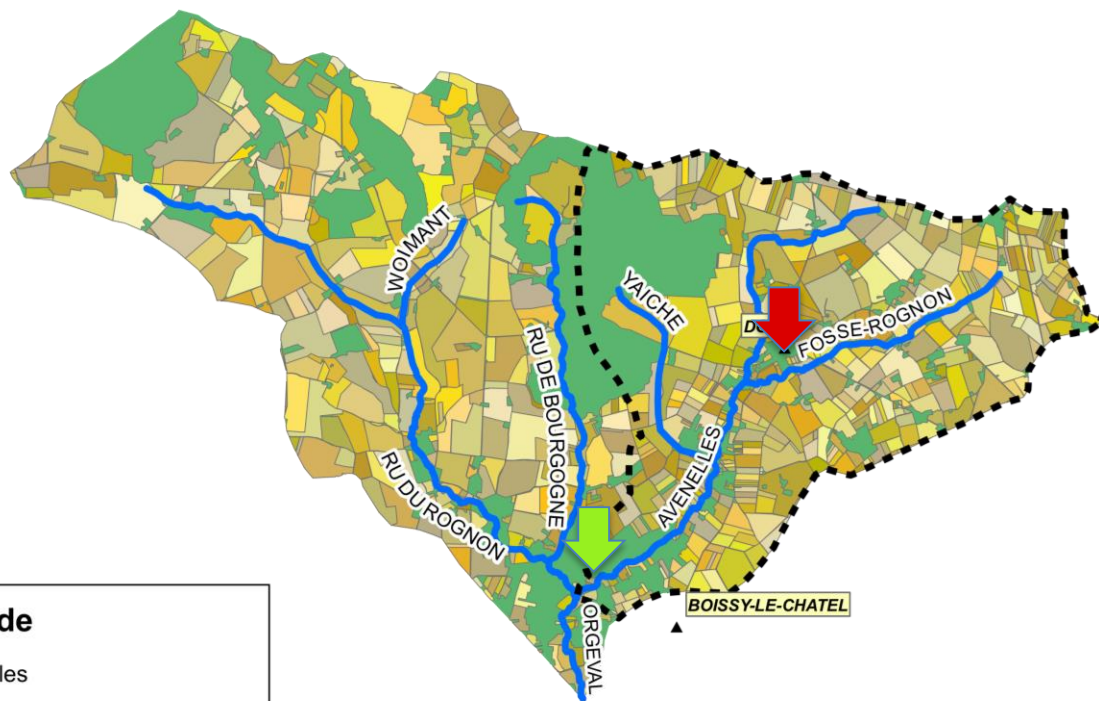
\*\*\* Varleach, Przm, Leachp

■ Modèles calibrés

■ Modèles non-calibrés

■ STICS

# Le bassin versant de l'Orgeval



Bassin	Surface (km <sup>2</sup> )	Surface Agricole Utile (% Surface Totale)	Observations disponibles
Orgeval	<b>104</b>	<b>80%</b>	↓ Ponctuelles
Avenelles	<b>47.5</b>	<b>80%</b>	↓ Asservies au débit

# La base de données APOCA (Agricultural Practices of the Orgeval Catchment Area) *Nicola et al., 2011*

## Base de données APOCA (1990-2009)

- ✓ 253 matières actives
- ✓ 84 familles chimiques
- ✓ 19 exploitations enquêtés: 33% de la SAU du bassin

### Travaux culturaux

Dates: semis, récolte, labour, préparation de semis

### Fertilisation

Dates, quantité apportée, type d'engrais

Dose appliquée: par culture/ha/an

### Traitement phytosanitaire

Type de matière active, date, dose

Dose appliquée: par hectare moyennée par année pour l'ensemble du bassin

# Choix des molécules



<b>Matière actives</b>	<b>Quantité cumulée appliquée BV (Tonne)</b>	<b>Classement décroissant des herbicides</b>
<b>Isoproturon</b>	<b>39.20</b>	<b>1</b>
<b>Chlortoluron</b>	<b>19.10</b>	<b>2</b>
<b>Atrazine</b>	<b>14.35</b>	<b>4</b>
<b>Simazine</b>	<b>2.48</b>	<b>16</b>
<b>Métolachlore + S_métolachlore</b>	<b>2.00</b>	<b>20</b>
<b>Métabolites</b>	<b>DEA</b>	

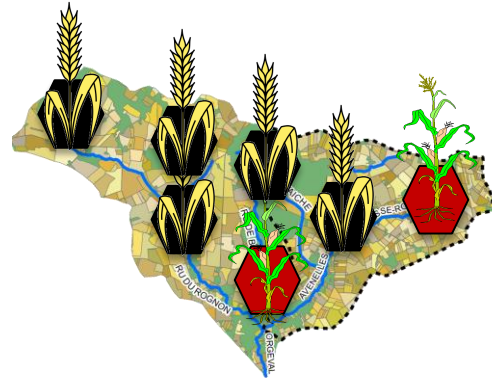


# Simulation sur le long terme (1990-2012) : les simplifications



- Le bassin versant considéré comme une parcelle unique homogène

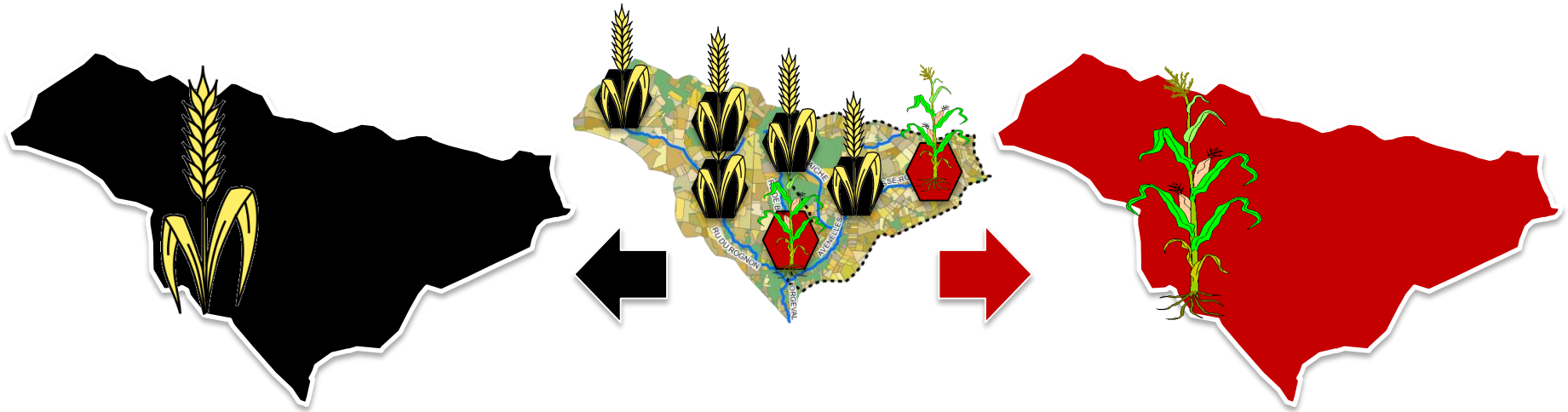
# Simulation sur le long terme (1990-2012) : les simplifications



- Le bassin versant considéré comme une parcelle unique homogène

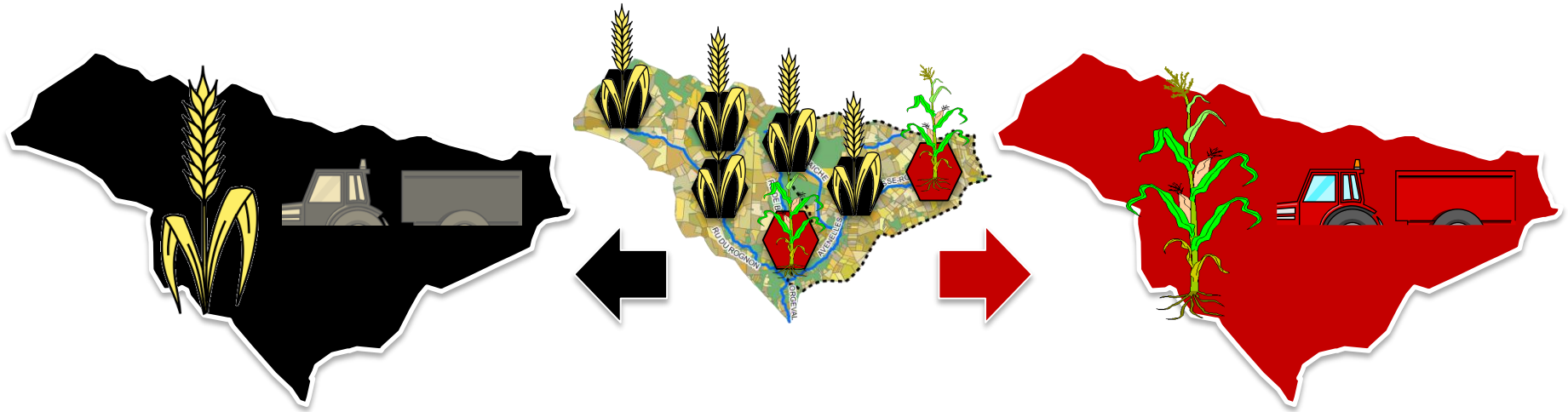


# Simulation sur le long terme (1990-2012) : les simplifications



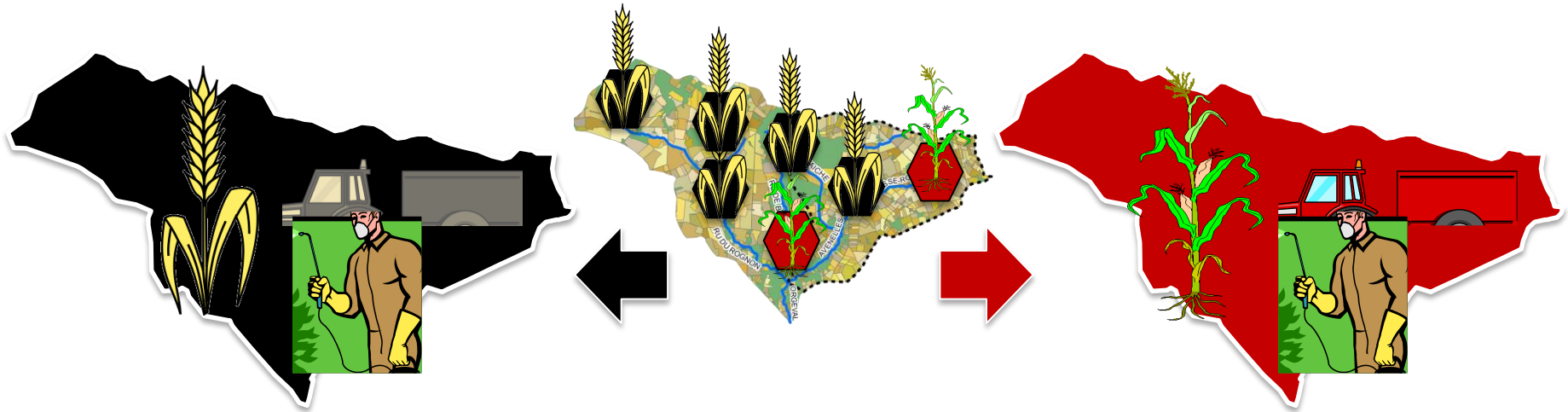
- Le bassin versant considéré comme une parcelle unique homogène
- Deux simulations avec le blé et le maïs en monoculture

# Simulation sur le long terme (1990-2012) : les simplifications



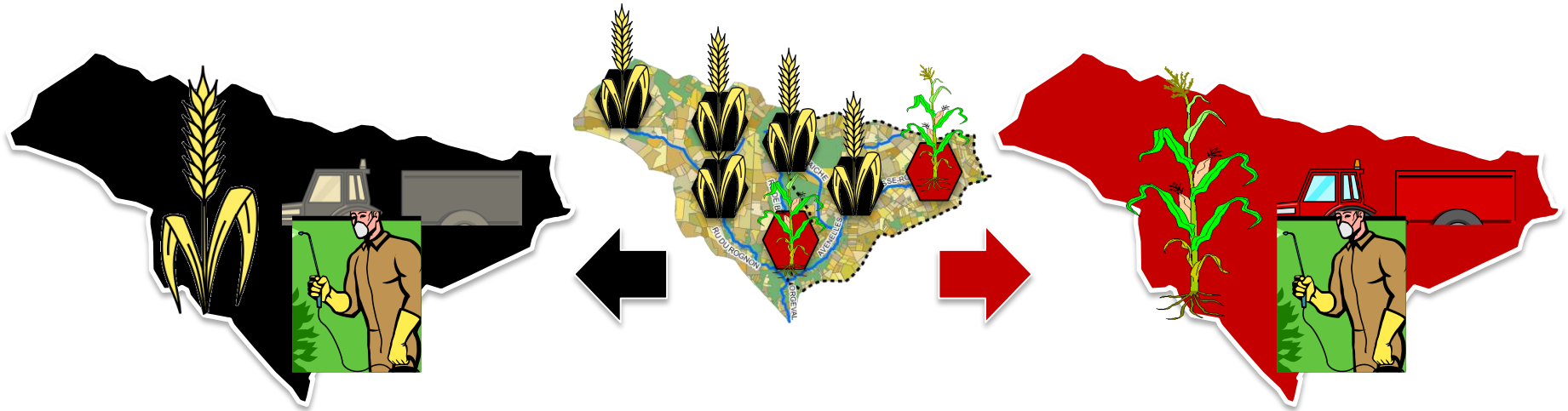
- Le bassin versant considéré comme une parcelle unique homogène
- Deux simulations avec le blé et le maïs en monoculture
- Pour le blé et le **maïs** :
  - Un itinéraire technique moyen et

# Simulation sur le long terme (1990-2012) : les simplifications



- Le bassin versant considéré comme une parcelle unique homogène
- Deux simulations avec le blé et le maïs en monoculture
- Pour le blé et le maïs :
  - Un itinéraire technique moyen et
  - les mêmes pratiques phytosanitaires

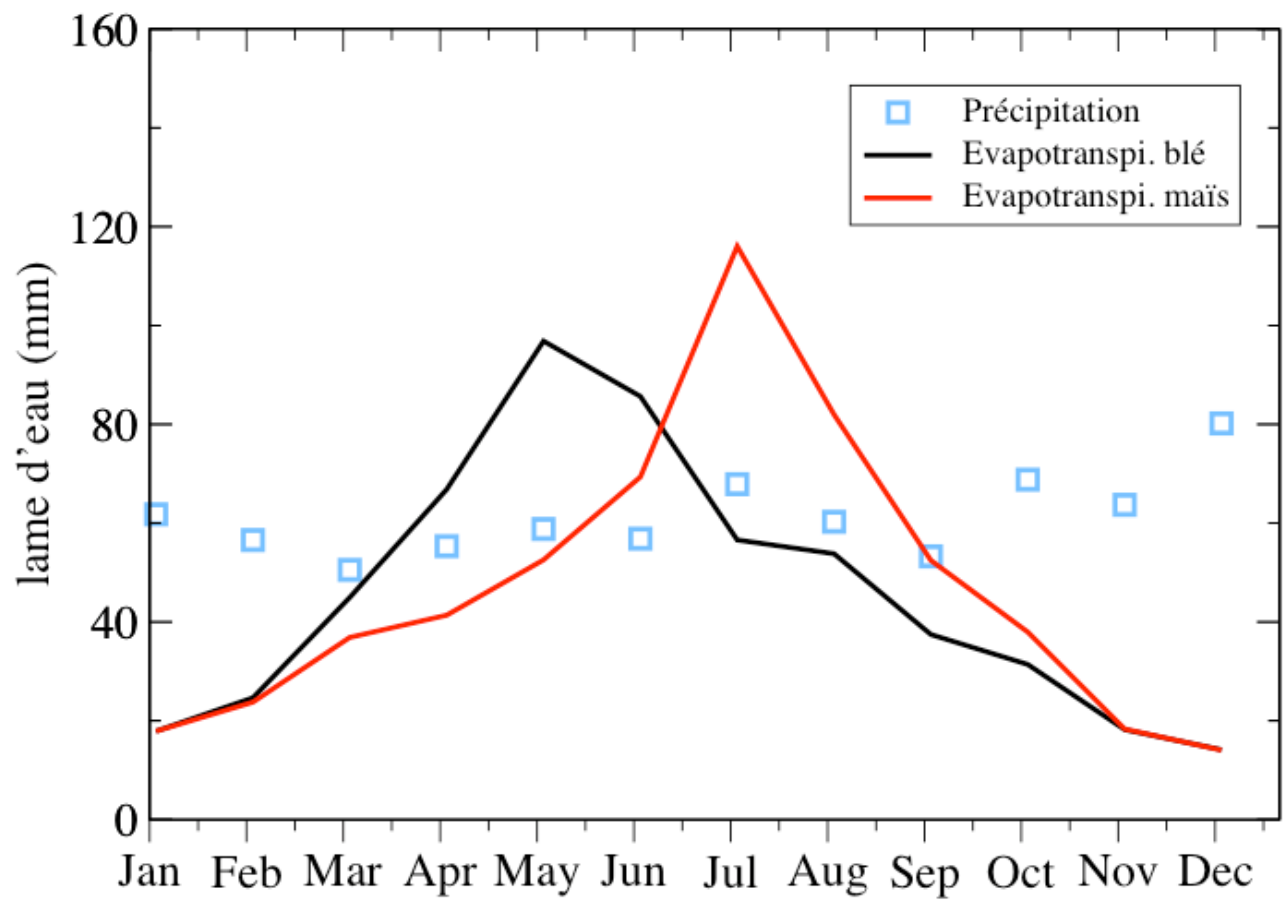
# Simulation sur le long terme (1990-2012) : les simplifications



- Le bassin versant considéré comme une parcelle unique homogène
- Deux simulations avec le blé et le maïs en monoculture
- Pour le blé et le **maïs** :
  - Un itinéraire technique moyen et
  - les mêmes pratiques phytosanitaires
- pas de stock initial dans le sol

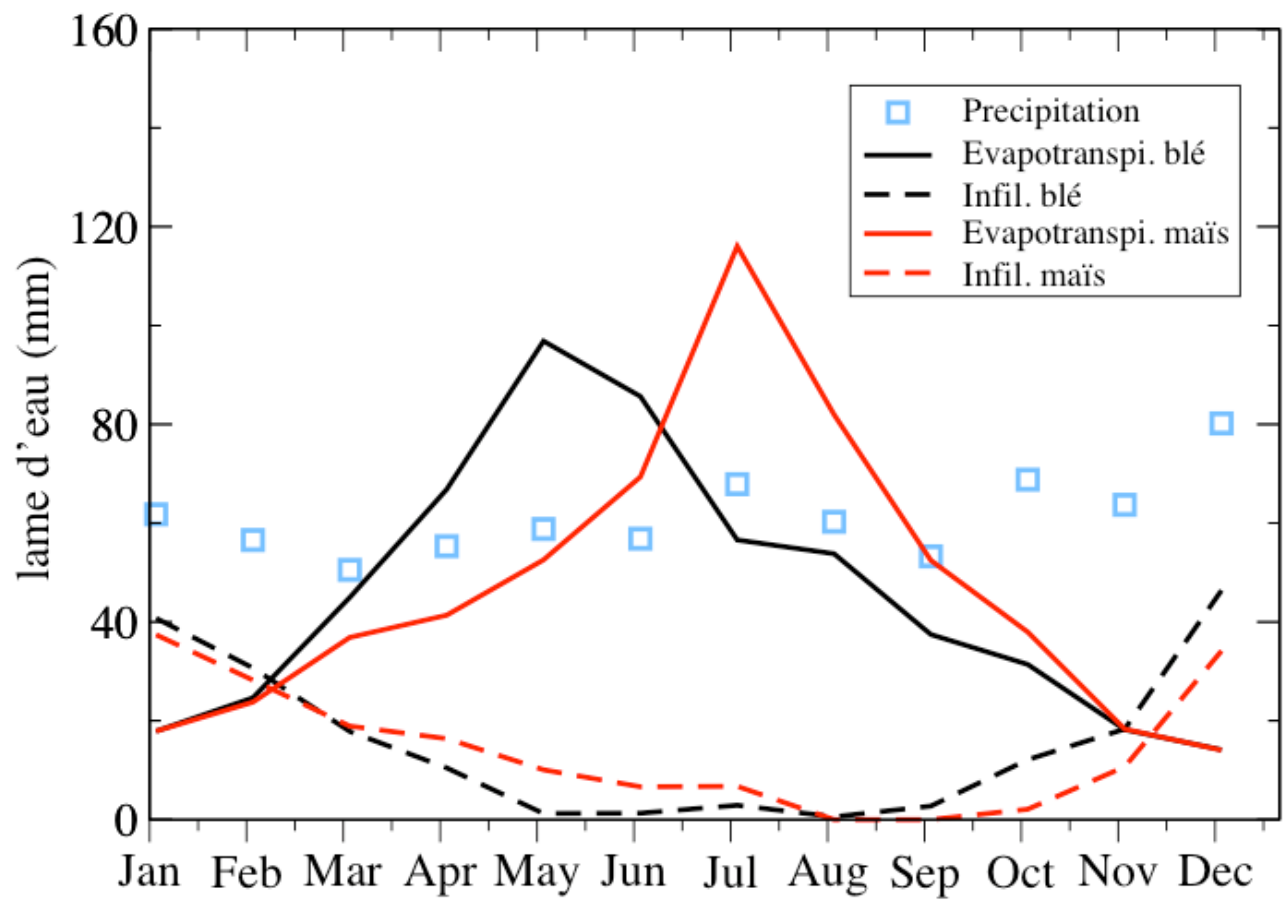


# Résultats: cycle cultural et évapotranspiration



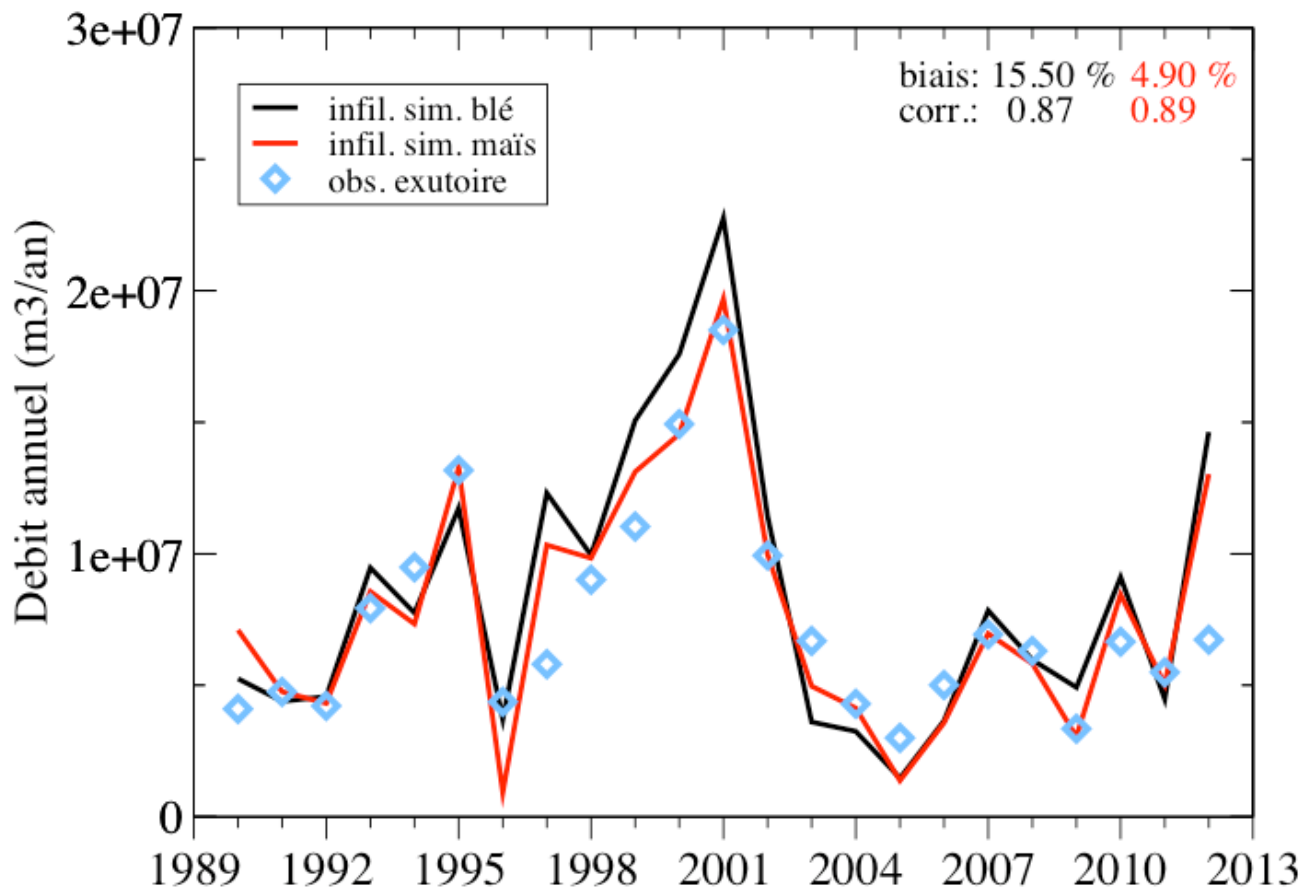


# Résultats: cycle cultural et évapotranspiration



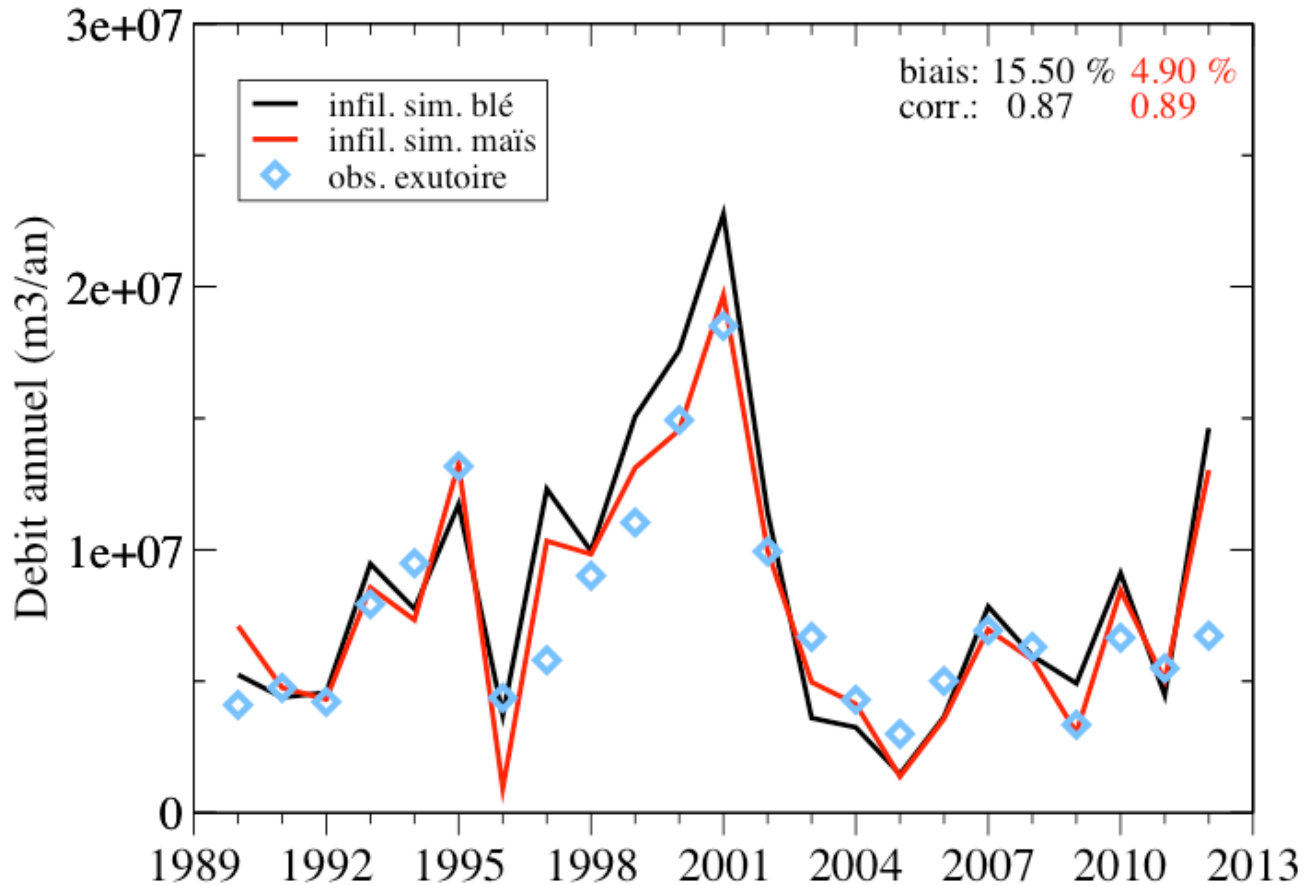


# Résultats: le transfert hydrique annuel





# Résultats: le transfert hydrique annuel



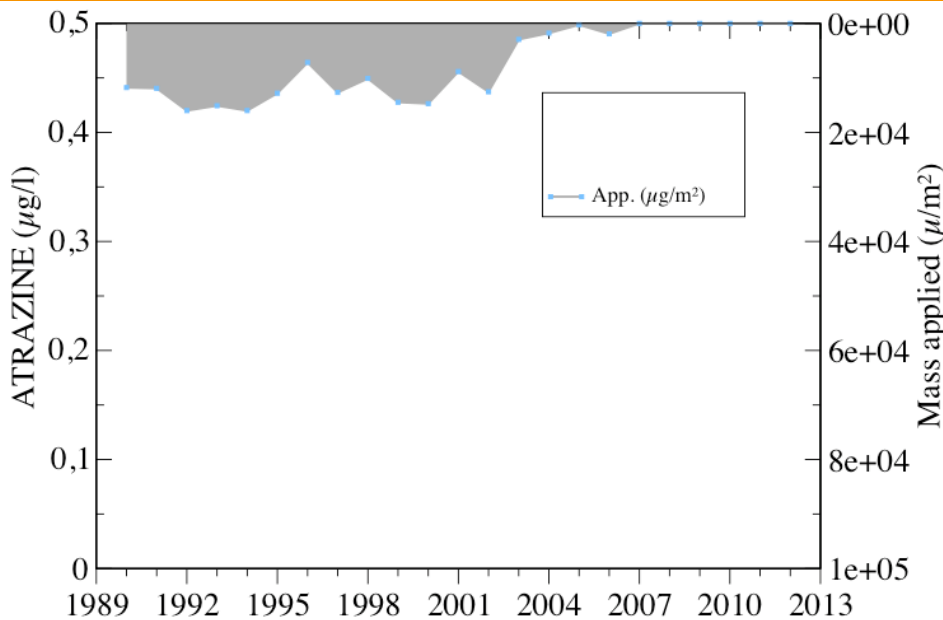
□ A l'échelle annuelle, le débit observé est comparable au débit simulé



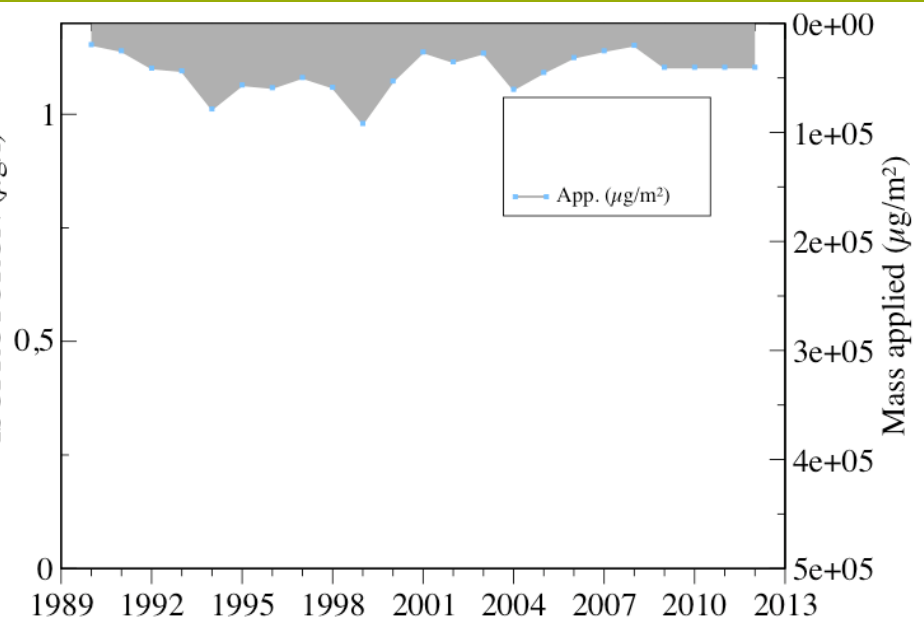


# Concentration annuelle moyenne simulée et observée

## ATRAZINE



## ISOPROTURON

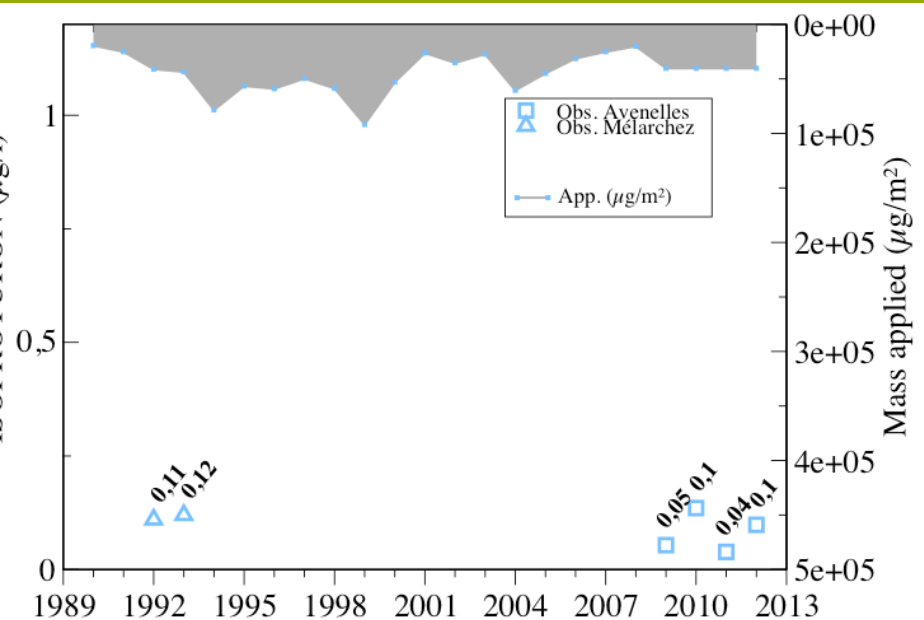
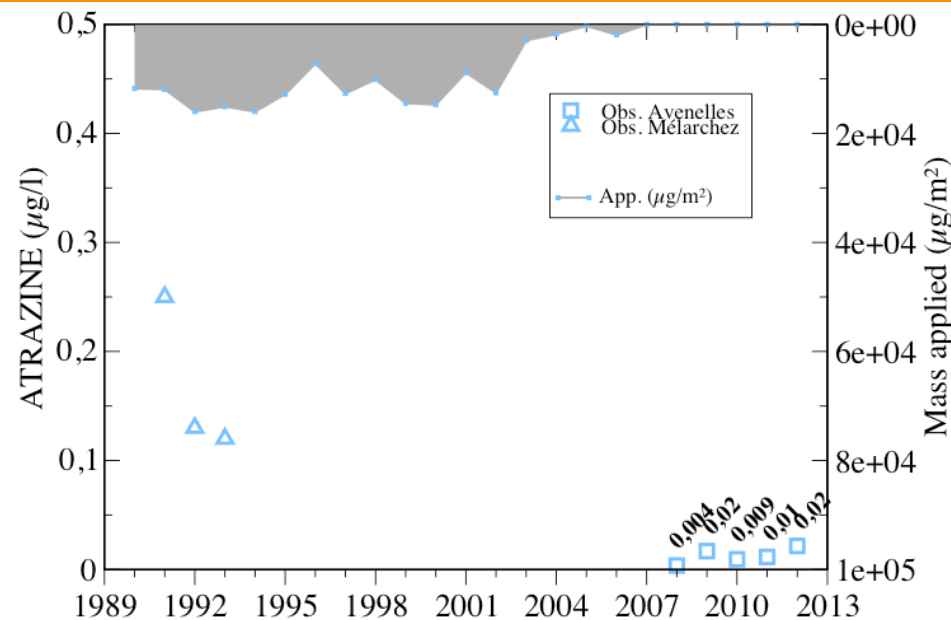




# Concentration annuelle moyenne simulée et observée

## ATRAZINE

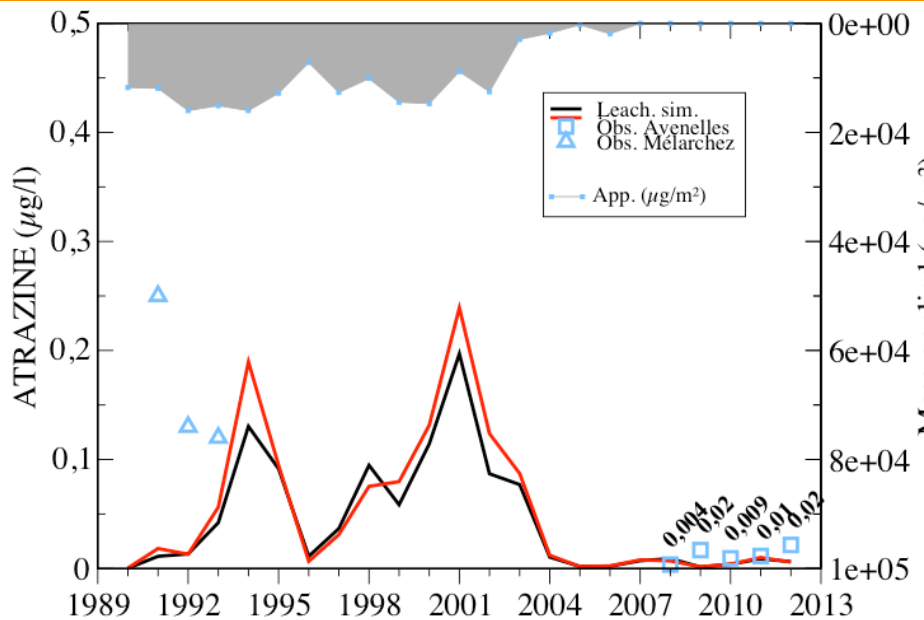
## ISOPROTURON



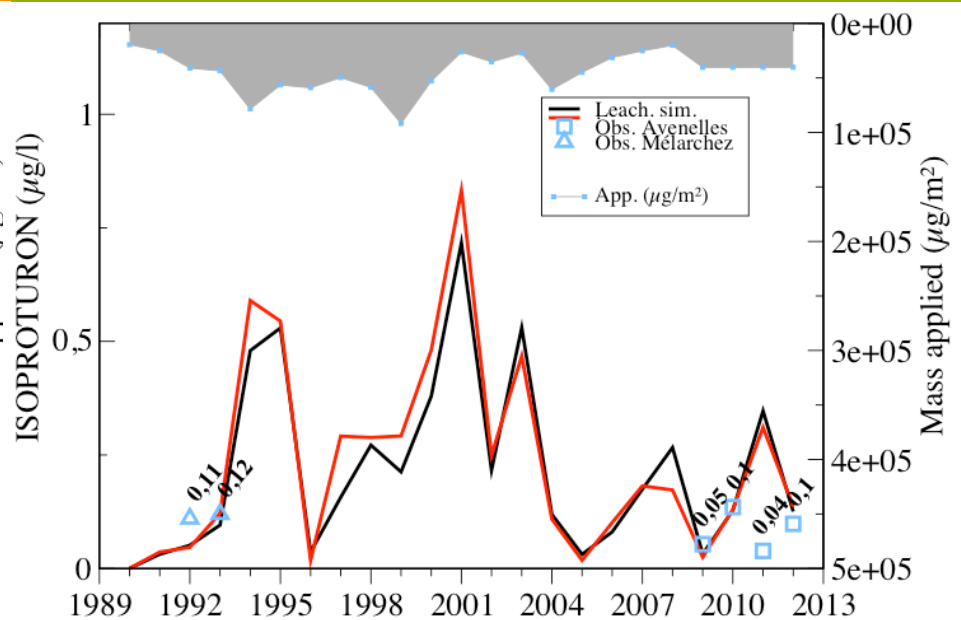


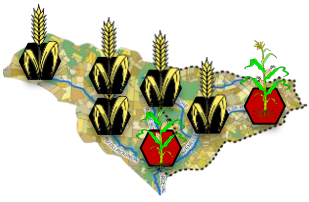
# Concentration annuelle moyenne simulée et observée

## ATRAZINE



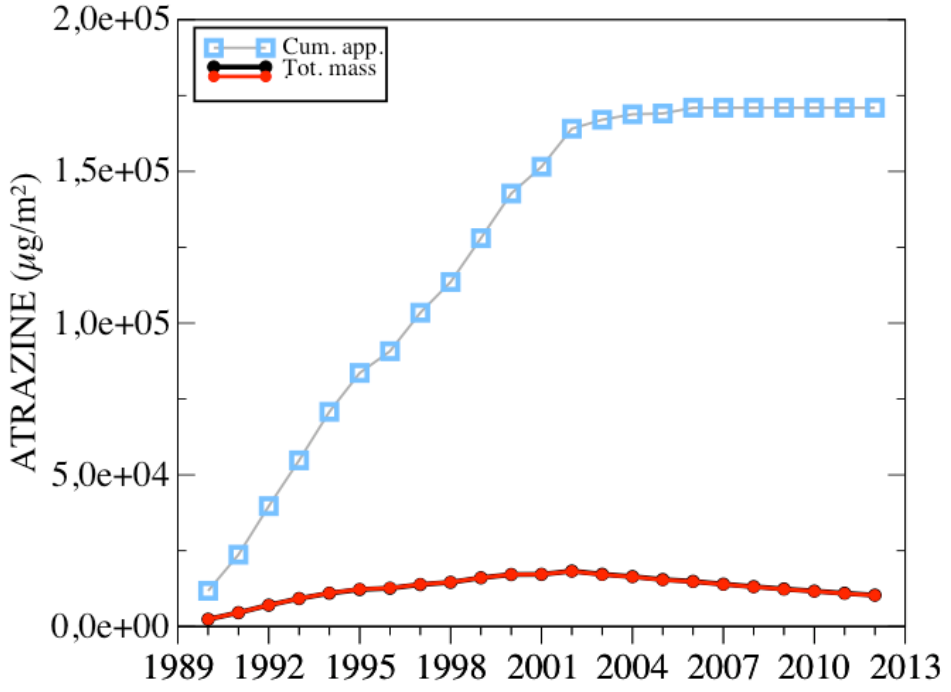
## ISOPROTURON



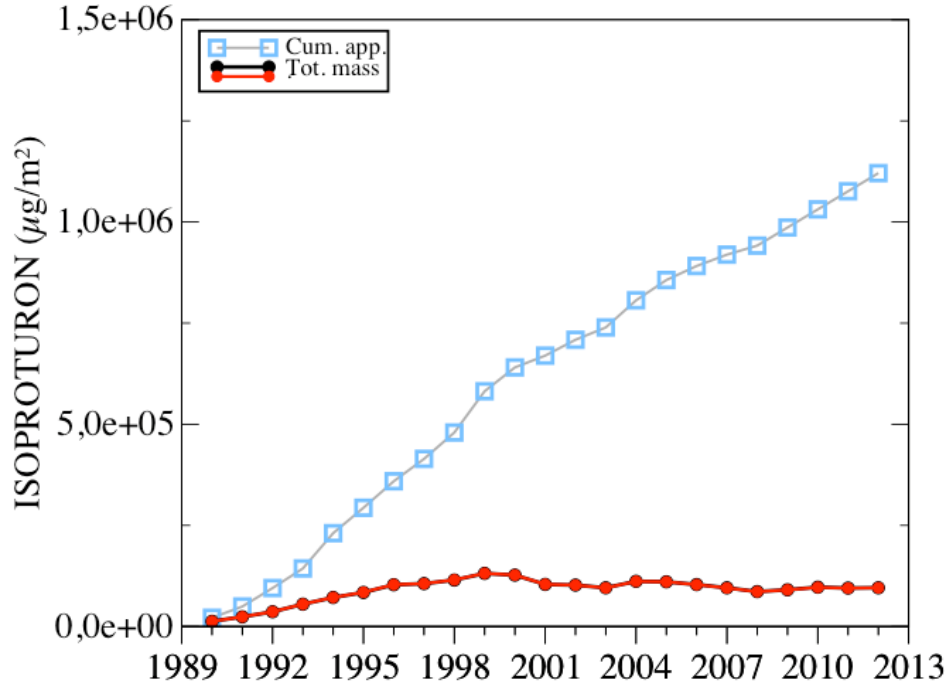


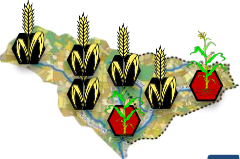
# Evolution du stock simulé restant dans les sols

## ATRAZINE

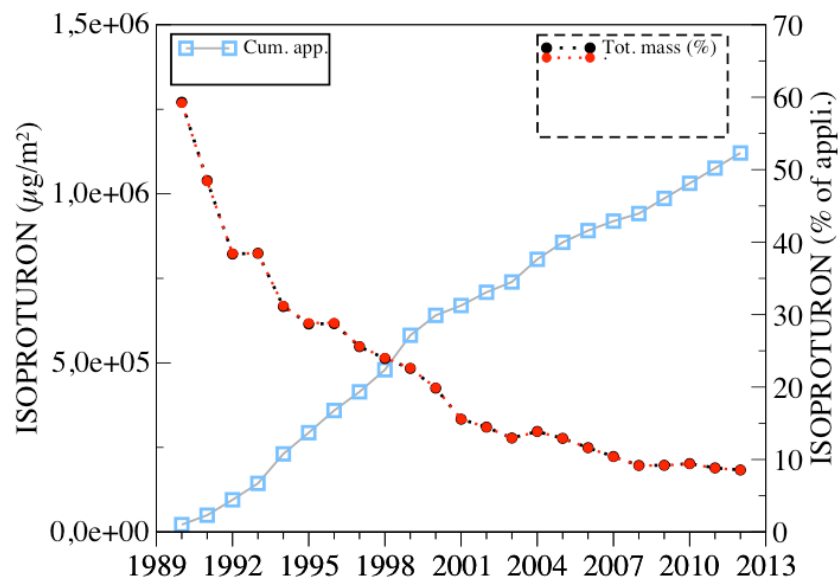
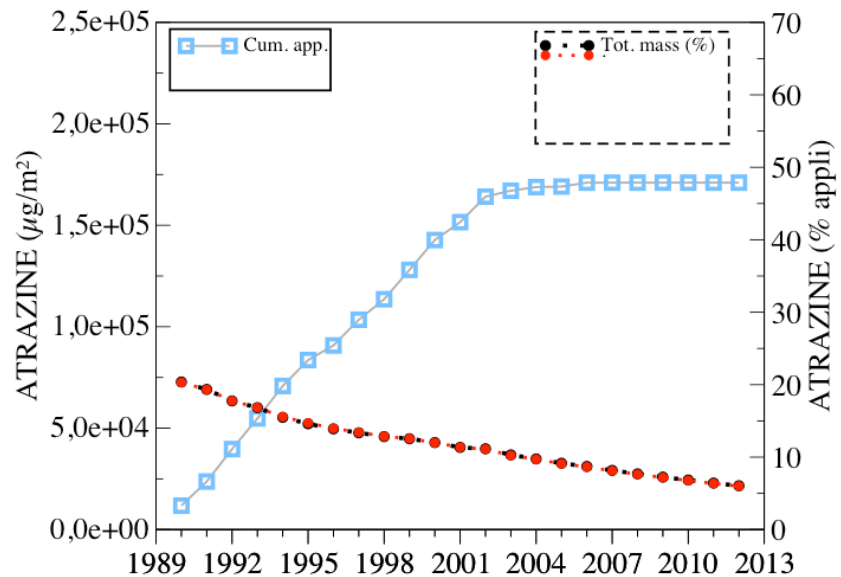


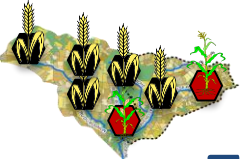
## ISOPROTURON



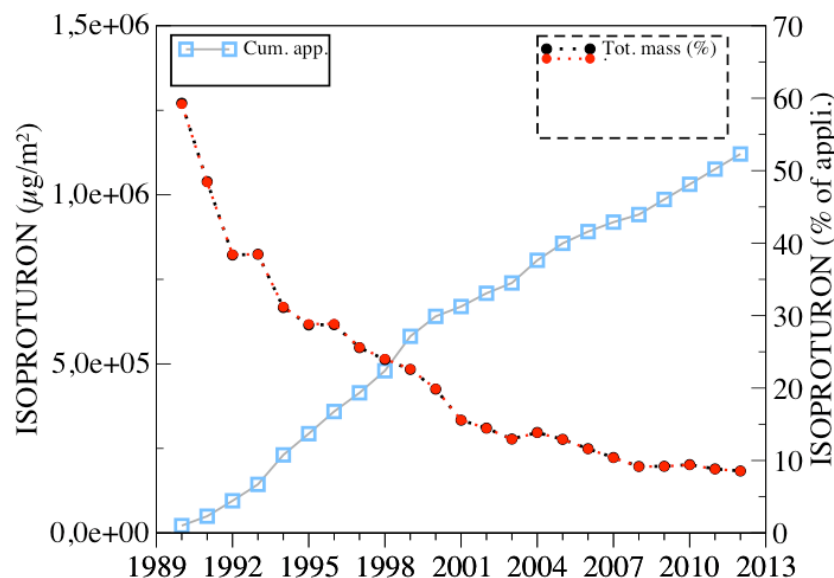
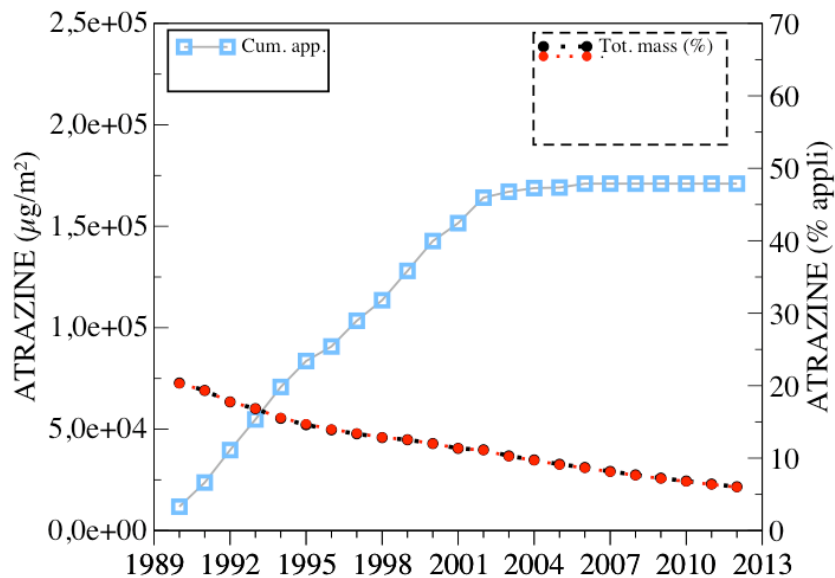


# Evolution du stock simulé restant dans les sols





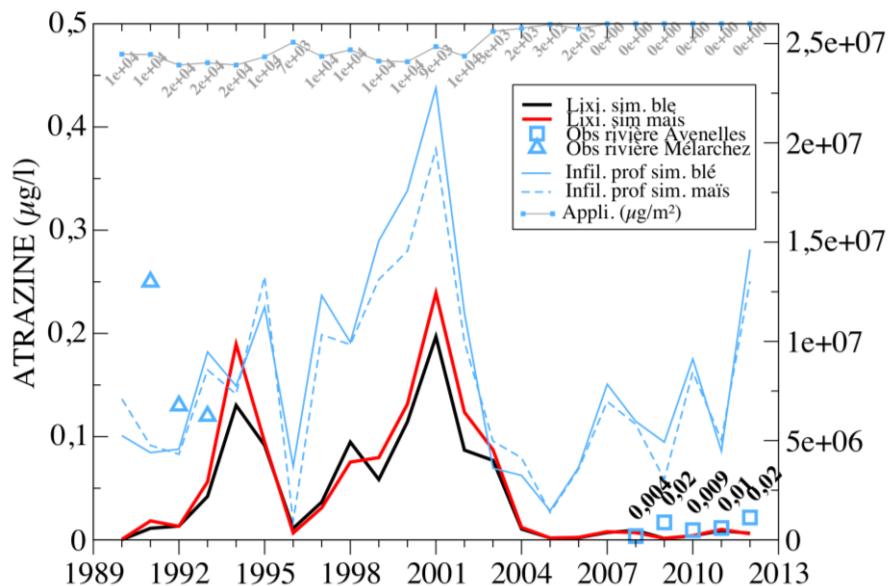
# Evolution du stock simulé restant dans les sols



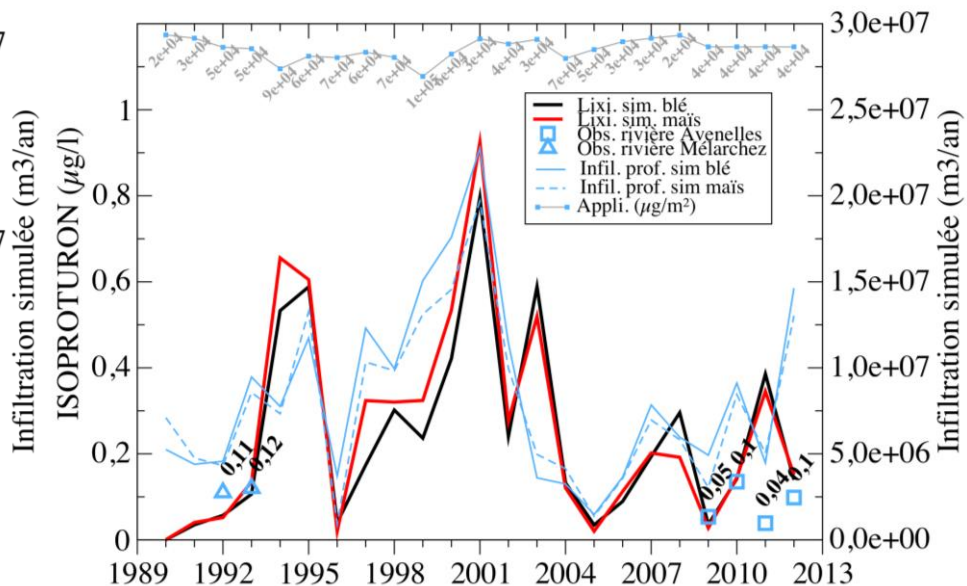
Pest.	Culture	Applications BV (Tonnes)	Fraction trans. (%)	Fraction lixiviée (%)	Fraction restante (%)
ATR.	blé	14.35	93.6	0.4	6.0 (0 à 15)
	maïs				
IPU.	blé	39.20	91.1	0.3	8.6 (5 à 30)
	maïs		91.0	0.4	8.5

# Résultats: Evolution des concentrations

## ATRAZINE

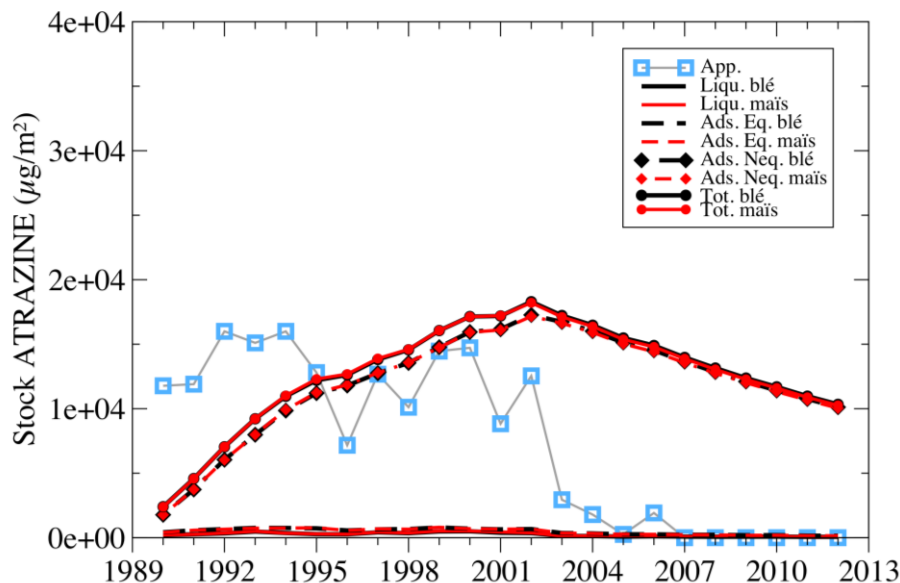


## ISOPROTURON

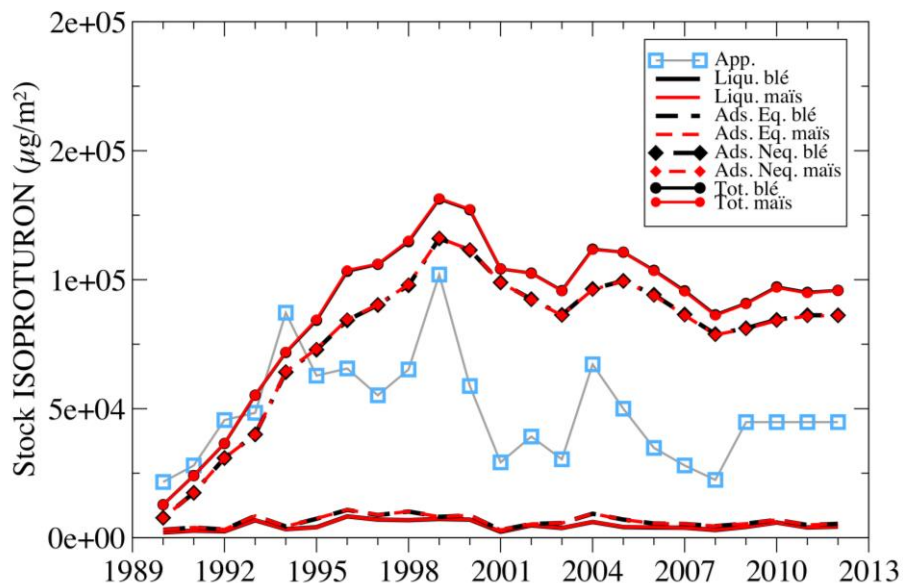


# Résultats: Evolution du stock dans le sol

## ATRAZINE



## ISOPROTURON



Pesticide	Culture	Application BV (Tonne)	Fraction dégradée (%)	Fraction lixiviée (%)	Fraction restante (%)
ATRAZINE	blé	14.35	13.4	0.4	6.0
	maïs				
ISOPROTURON	blé	39.20	91.1	0.3	8.6
	maïs		91.0	0.4	8.5



# Bilan général sur le modèle

## Points forts du modèle

- ❑ Généricité : diversité des molécules traitées
- ❑ Intégration détaillée de la croissance de la plante et des pratiques agricoles
- ❑ Approche globale des pollutions diffuses agricoles
- ❑ L'expertise des référents du modèle agronomique

## Limitations du modèle

- ❑ Transfert hydrique capacitif
- ❑ Expertise pour définir les paramètres de la partie agronomique
- ❑ Définir les paramètres des pesticides (cinétique de sorption lente)

# Conclusion générale

- Les études de modélisation sont limitées par le nombre de données
- Nécessité de poursuivre le suivi sur le long terme
- Intérêt des paramètres génériques sur les applications court et long terme
- Première approche de simulation long terme sur le bassin versant qui nécessite d'être améliorée

# Perspectives: spatialisation et couplage

- Développement et mise en œuvre d'une structure pour une application spatialisée de STICS (N. Gallois).
- Intégration de la variabilité spatio-temporelle des pratiques agricoles (BDD pratiques agricoles)
- Couplage avec des modèles hydrologiques et hydrogéologiques (EAU-dyssée)
- Couplage avec le module bioagresseur

# **Perspectives : intégration de nouveaux processus en bénéficiant des variables agronomiques**

- Prise en compte de la variabilité du stock de MO dans l'adsorption
- Intégration de l'absorption racinaire
- Changement de phase : volatilisation
- Processus dans le feuillage (interception, volatilisation, lessivage des feuilles)