PESHMELBA: modéliser le devenir des pesticides dans les paysages agricoles en intégrant l'influence des éléments du paysage

Emilie Rouzies[(1)], Christine Barachet[(1)], Thierry Morel[(2)], Claire Lauvernet[(1)], Nadia Carluer[(1)]

(1) IRSTEA : Institut National de Recherche en Environnement et en Agriculture, UR Riverly, Lyon, France

(2) CERFACS, Toulouse, France

www.irstea.fr

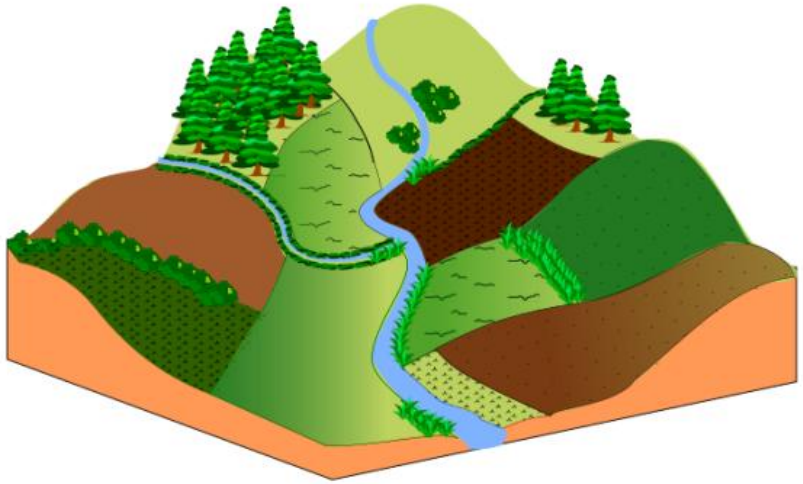
AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

49ième congrès du Groupe de recherche Français sur les Pesticides

23-05-2019

Contexte: influence du paysage sur les transferts

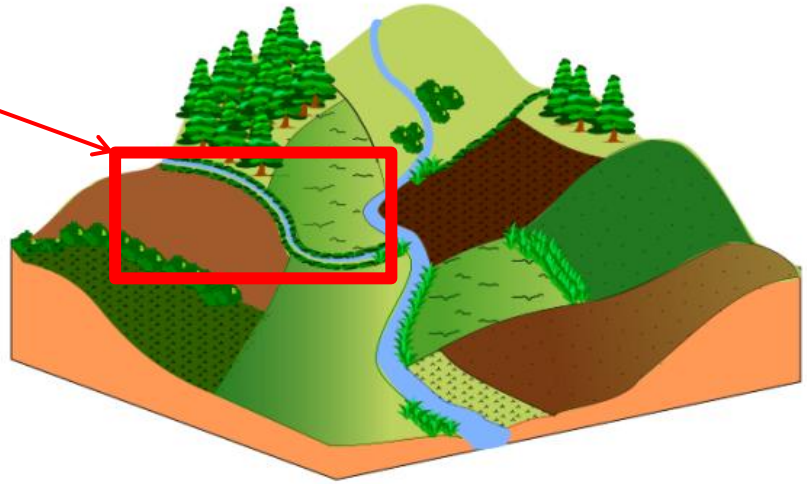
- Transferts de pesticides très sensibles à la présence **d'infrastructures paysagères**
- Rôle de **discontinuités** vis-à-vis des transferts d'eau et de pesticides



Contexte: influence du paysage sur les transferts

- Transferts de pesticides très sensibles à la présence **d'infrastructures paysagères**
- Rôle de **discontinuités** vis-à-vis des transferts d'eau et de pesticides

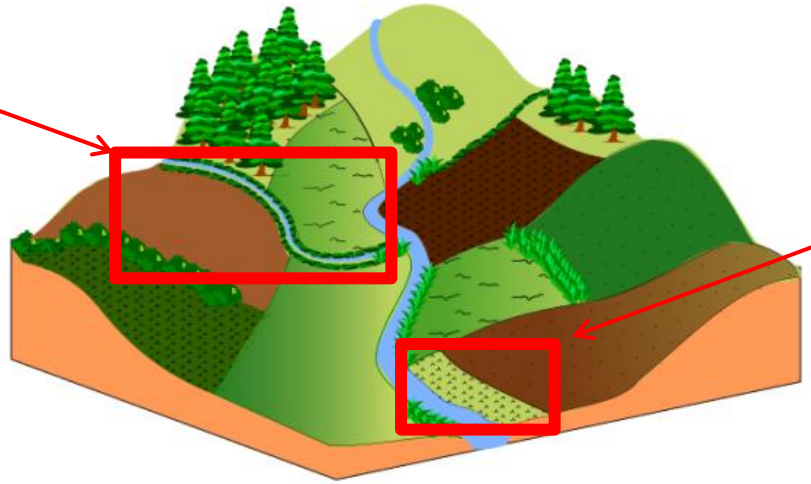
Fossés : rôle parfois aggravant (accélération des transferts sans dissipation)



Contexte: influence du paysage sur les transferts

- Transferts de pesticides très sensibles à la présence **d'infrastructures paysagères**
- Rôle de **discontinuités** vis-à-vis des transferts d'eau et de pesticides

Fossés : rôle parfois aggravant (accélération des transferts sans dissipation)

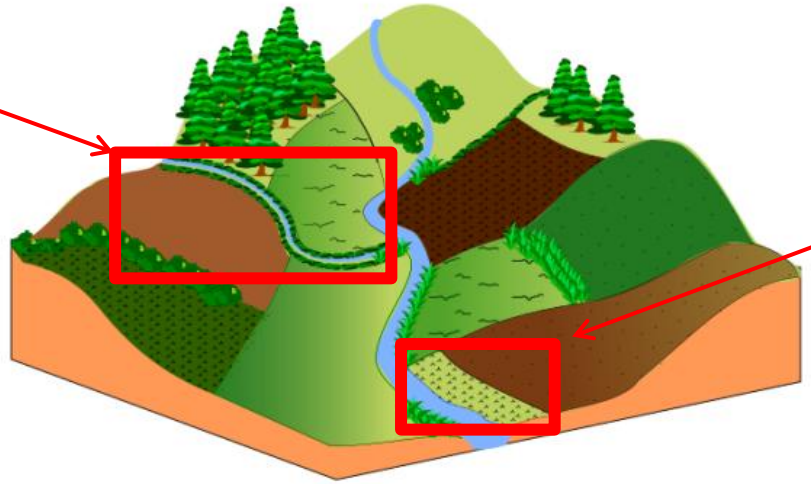


Bandes enherbées : rôle de zones tampons (ralentissement et rétention/dégradation)

Contexte: influence du paysage sur les transferts

- Transferts de pesticides très sensibles à la présence **d'infrastructures paysagères**
- Rôle de **discontinuités** vis-à-vis des transferts d'eau et de pesticides

Fossés : rôle parfois aggravant (accélération des transferts sans dissipation)



Bandes enherbées : rôle de zones tampons (ralentissement et rétention/dégradation)

➔ **Importance de la prise en compte de ces éléments pour réfléchir la mise en place de solutions correctives (zones tampons)**

La modélisation: un outil pour tester des scénarios d'aménagement du paysage

Apports de la modélisation:

- Analyse quantifiée et comparaison de scénarios d'aménagements
- Illustration pédagogique des effets des différentes infrastructures paysagères sur les transferts

La modélisation: un outil pour tester des scénarios d'aménagement du paysage

Apports de la modélisation:

- Analyse quantifiée et comparaison de scénarios d'aménagements
- Illustration pédagogique des effets des différentes infrastructures paysagères sur les transferts

➔ **un outil pertinent d'aide à la décision et de support de dialogue entre les différents acteurs**

La modélisation: un outil pour tester des scénarios d'aménagement du paysage

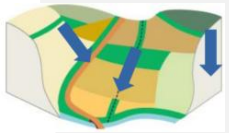
Apports de la modélisation:

- Analyse quantifiée et comparaison de scénarios d'aménagements
- Illustration pédagogique des effets des différentes infrastructures paysagères sur les transferts

➔ **un outil pertinent d'aide à la décision et de support de dialogue entre les différents acteurs**

Les modèles disponibles:

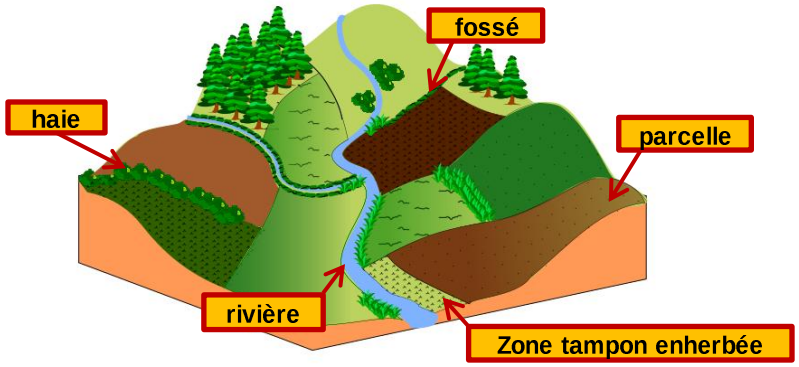
Des modèles à **l'échelle de la parcelle** (MACRO, TOXSWA, VFSMOD)



Des modèles à **l'échelle du bassin** versant : modèles 3D distribués (CATHY, Hydrogeosphere, ParFlow) ou modèles orientés processus basés sur l'utilisation de plateformes (CMF, OpenFLuid).

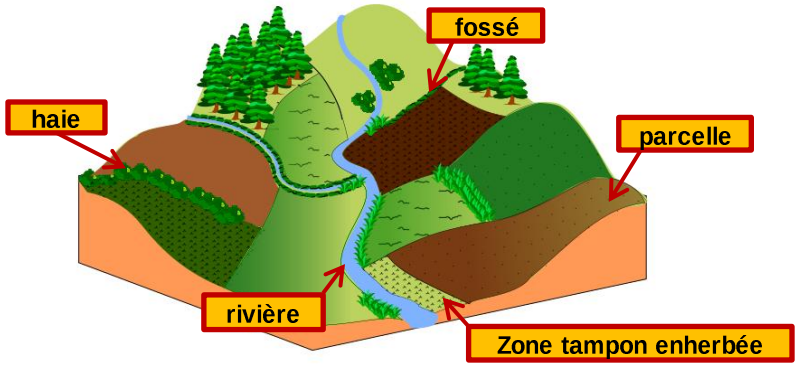
Objectifs

1. Développer un modèle de devenir des pesticides à l'échelle de petits BV agricoles qui prend en compte la diversité d'infrastructures paysagères

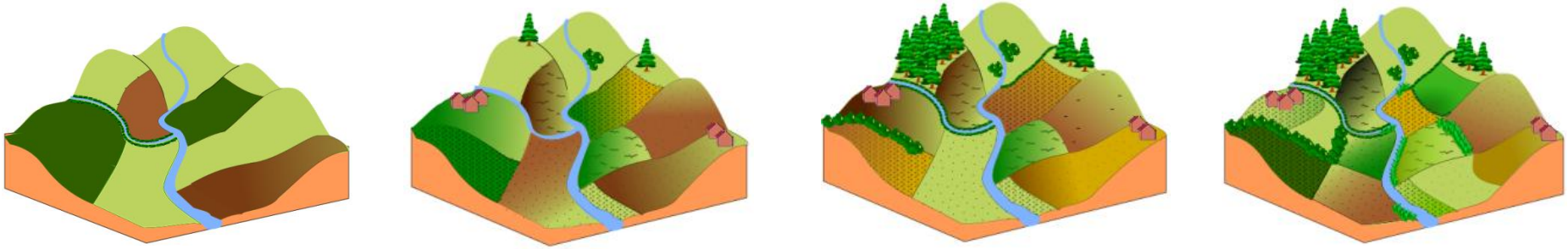


Objectifs

1. Développer un modèle de devenir des pesticides à l'échelle de petits BV agricoles qui prend en compte la diversité d'infrastructures paysagères

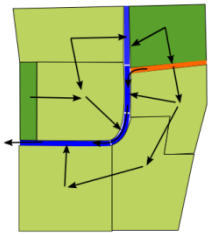


2. Disposer d'un outil permettant de tester et de comparer efficacement différents scénarios d'aménagement



Démarche générale

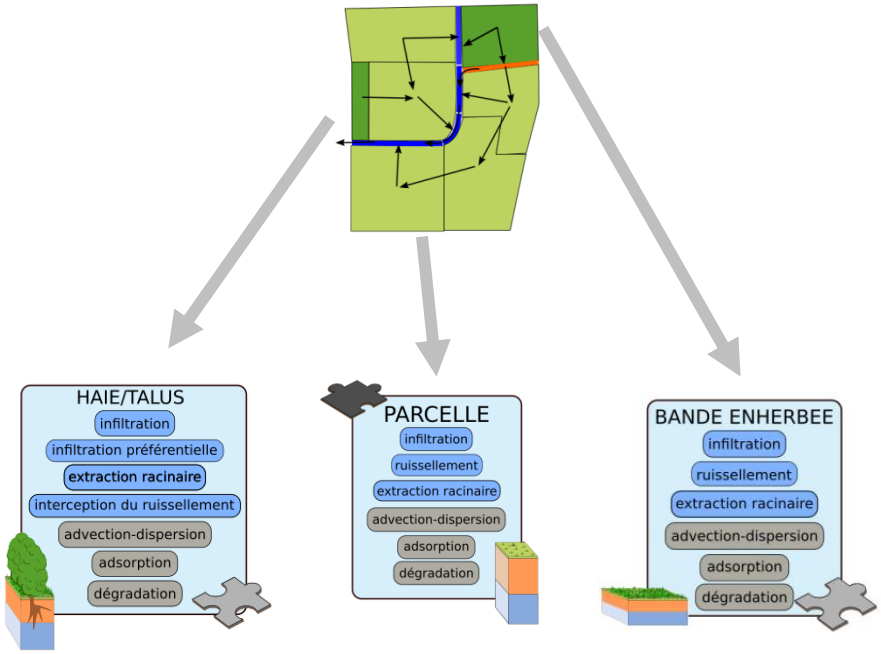
1. Découpage du paysage selon les éléments présents (linéaires et surfaciques)



Démarche générale

1. Découpage du paysage selon les éléments présents (linéaires et surfaciques)

2. Modélisation des processus advenant dans chaque élément du paysage (eau et phytosanitaires) en surface et en subsurface avec des modèles existants ou à développer

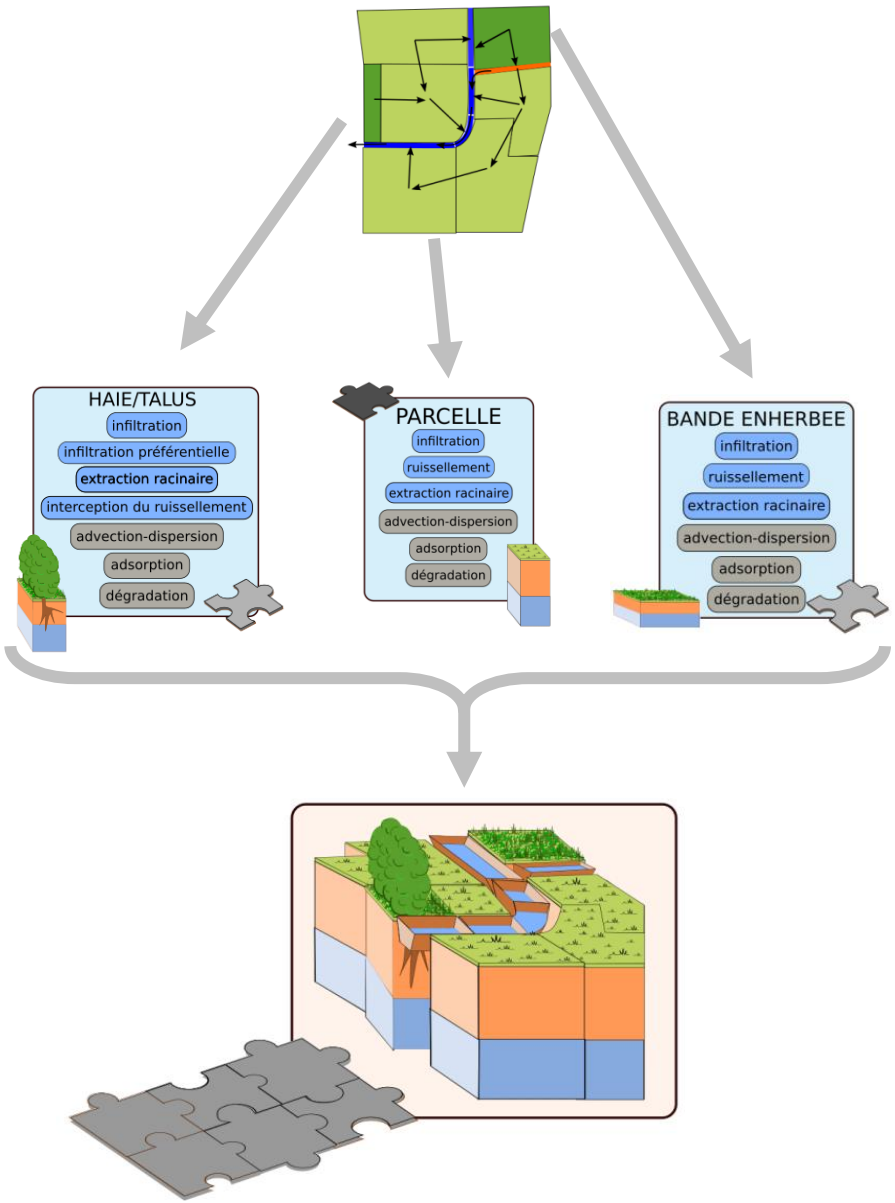


Démarche générale

1. Découpage du paysage selon les éléments présents (linéaires et surfaciques)

2. Modélisation des processus advenant dans chaque élément du paysage (eau et phytosanitaires) en surface et en subsurface avec des modèles existants ou à développer

3. Couplage des éléments (représentation des flux advenant entre eux) que ce soit des éléments surfaciques (parcelles, bandes enherbées, …) ou linéaires (fossés, rivières, route,…)



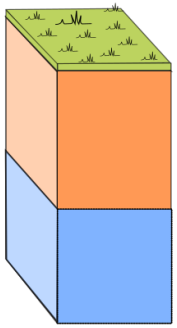
Processus représentés

Les processus sont représentés avec des complexités différentes (du modèle de réservoirs au modèle physique)

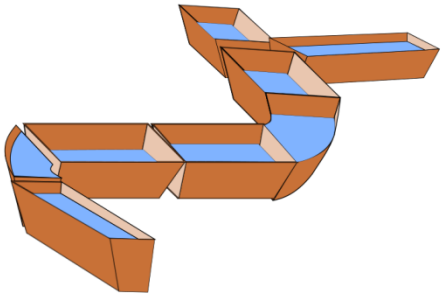
Processus représentés

Les processus sont représentés avec des complexités différentes (du modèle de réservoirs au modèle physique)

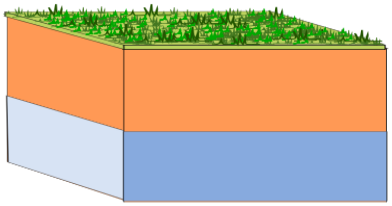
PARCELLE



FOSSÉ/RIVIÈRE



BANDE ENHERBÉE



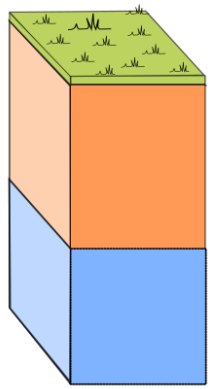
HAIE/TALUS

Processus représentés

Les processus sont représentés avec des complexités différentes (du modèle de réservoirs au modèle physique)

PARCELLE FOSSÉ/RIVIÈRE BANDE ENHERBÉE HAIE/TALUS

PARCELLE

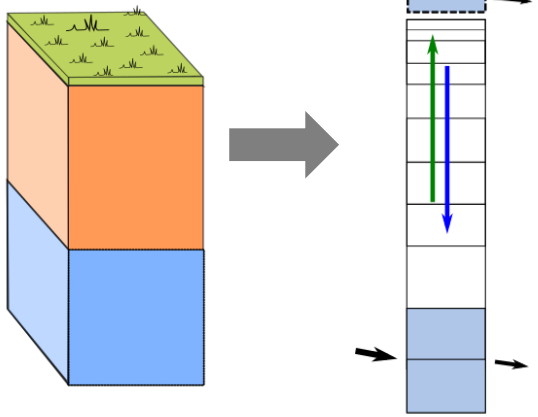


Processus représentés

Les processus sont représentés avec des complexités différentes (du modèle de réservoirs au modèle physique)

PARCELLE FOSSÉ/RIVIÈRE BANDE ENHERBÉE HAIE/TALUS

PARCELLE



Processus représentés

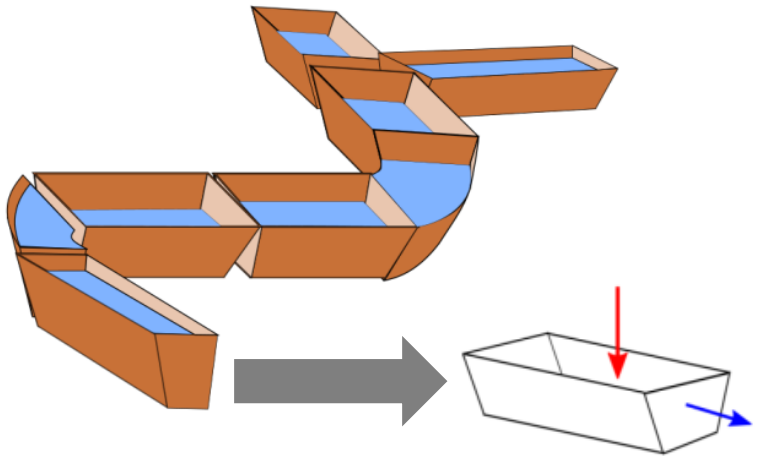
- ✓ Ruissellement
- ✓ Infiltration verticale
- ✓ Extraction racinaire (eau)
- ✓ Echanges latéraux saturés
- ✓ Advection
- ✓ Dégradation
- ✓ Adsorption

Processus représentés

Les processus sont représentés avec des complexités différentes (du modèle de réservoirs au modèle physique)

PARCELLE FOSSÉ/RIVIÈRE BANDE ENHERBÉE HAIE/TALUS

FOSSÉ/RIVIÈRE



Processus représentés

- ✓ Routage dans le réseau
- ✓ Interaction avec la nappe (rivière)
- ✓ Interception des flux de subsurface (fossé)
- ✓ Advection
- ✓ Dégradation
- ✓ Adsorption

Processus représentés

Les processus sont représentés avec des complexités différentes (du modèle de réservoirs au modèle physique)

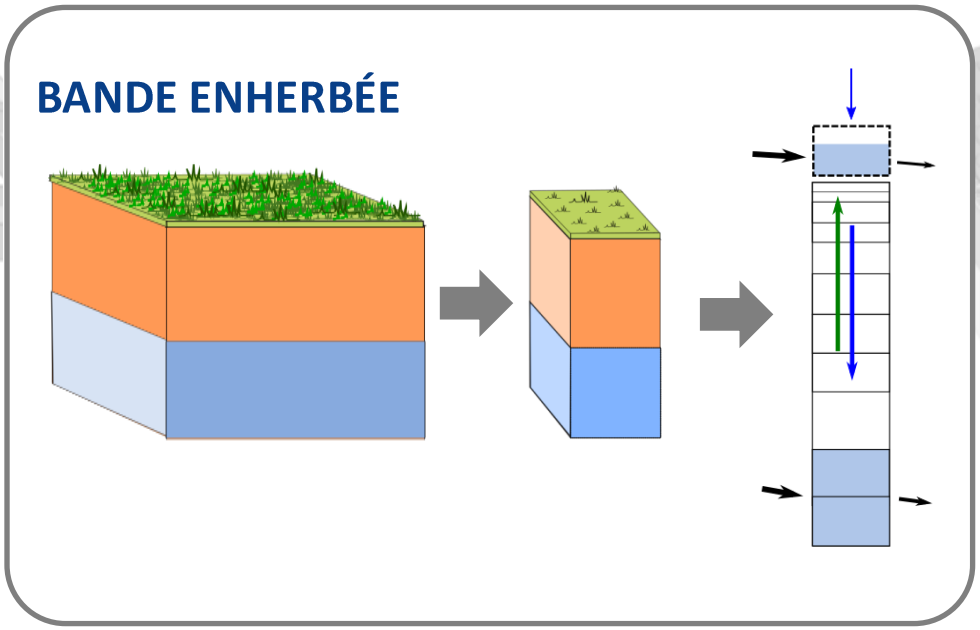
PARCELLE

FOSSÉ/RIVIÈRE

FOSSÉ/RIVIÈRE

BANDE ENHERBÉE

HAIE/TALUS

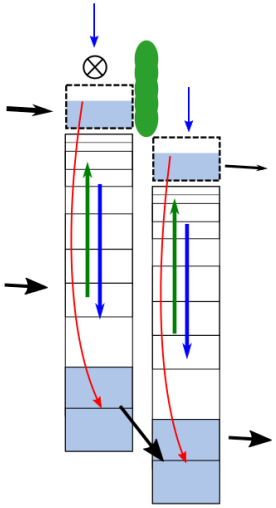


Processus représentés

Les processus sont représentés avec des complexités différentes (du modèle de réservoirs au modèle physique)

PARCELLE FOSSÉ/RIVIÈRE BANDE ENHERBÉE HAIE/TALUS

HAIE/TALUS

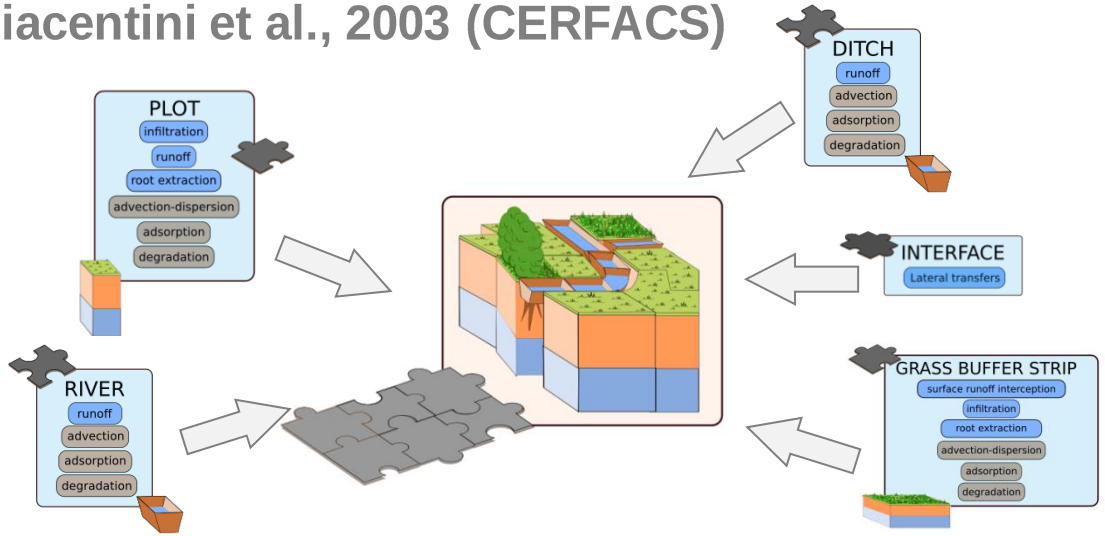


Processus représentés

Idem **Parcelle**
+ Infiltration préférentielle
+ Interception/redirection du ruissellement

Couplage dans O-Palm

Buis et al., 2006, Piacentini et al., 2003 (CERFACS)



Cahier des charges

- ✓ Intégration d'une grande diversité d'éléments et leurs fonctionnements ;
- ✓ Représentation simultanée des processus sur chaque élément, des transferts et des forçages à l'échelle globale et locale ;
- ✓ Gestion de différents pas de temps ;
- ✓ Modularité ;
- ✓ Outil Open-source

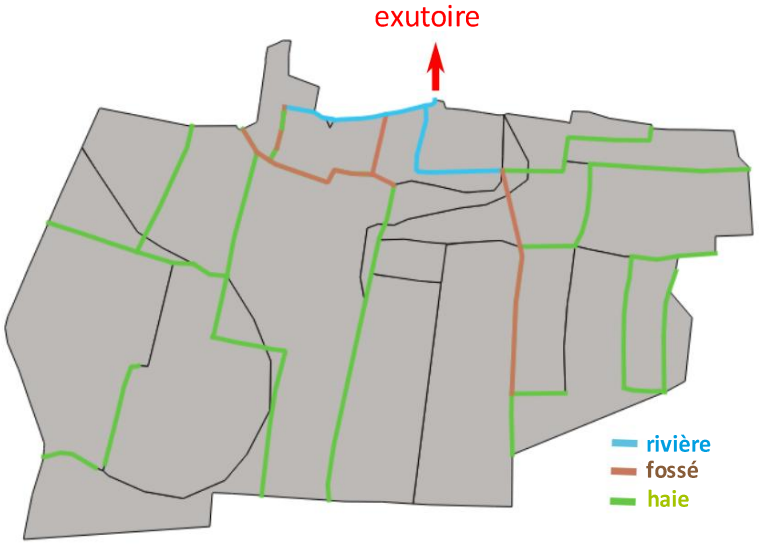
Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

Rouzies, E., Lauvernet, C., Barachet, C., Morel, T., Branger, F., Braud, I., and Carluer, N. (2019). From agricultural catchment to management scenarios : A modular tool to assess effects of landscape features on water and pesticide behavior. Science of The Total Environment , 671 :1144 – 1160.

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

- 24 ha
- 3,2 km de linéaires

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

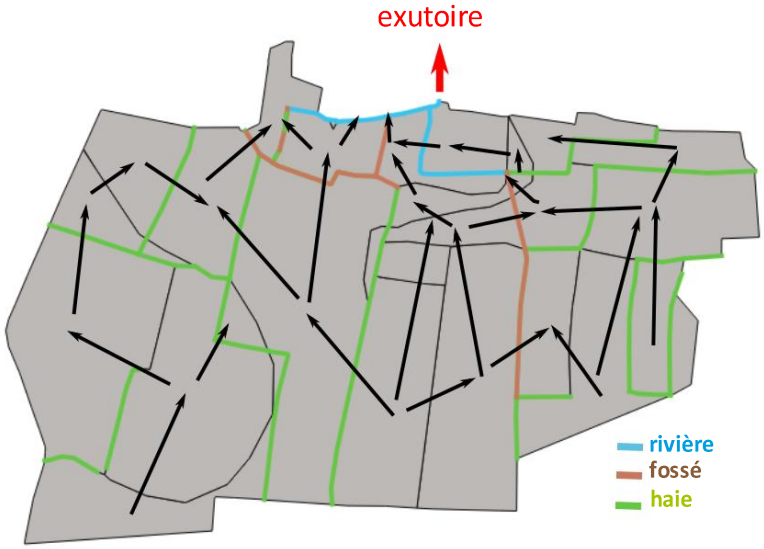


- 24 ha
- 3,2 km de linéaires

Après découpage:

- ✓ 25 éléments surfaciques
- ✓ 5 tronçons de rivière
- ✓ 8 tronçons de fossé
- ✓ 35 tronçons de haie

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

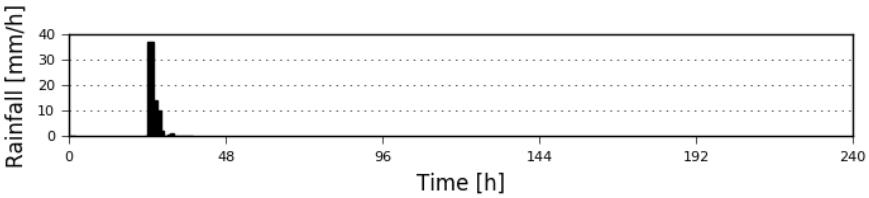


- 24 ha
- 3,2 km de linéaires

Après découpage:

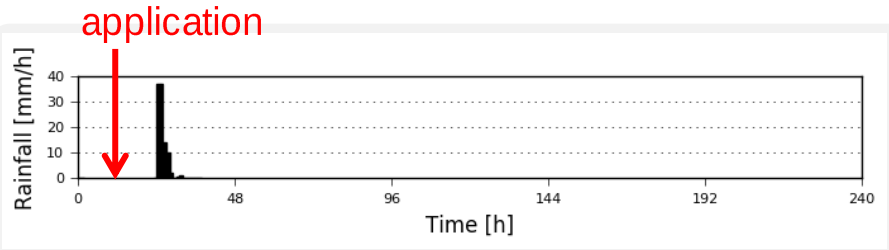
- ✓ 25 éléments surfaciques
- ✓ 5 tronçons de rivière
- ✓ 8 tronçons de fossé
- ✓ 35 tronçons de haie
- ✓ 99 connexions latérales
- ✓ 46 connexions longitudinales

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

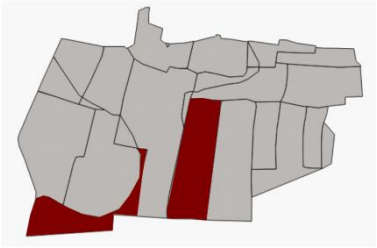


- 10 jours de simulation
- Reproduction d'un événement pluvieux (6 heures) et des types de sol de la Fontaine du Theil

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil



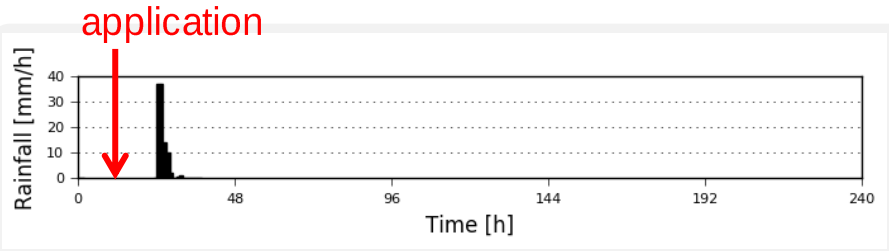
- 10 jours de simulation
- Reproduction d'un événement pluvieux (6 heures) et des types de sol de la Fontaine du Theil



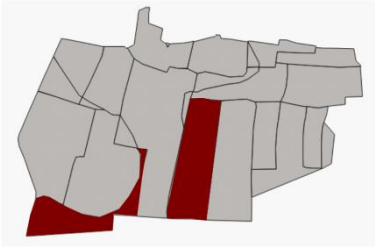
Scénario 1

- ✓ Application d'IPU sur les parcelles 131 et 160. (1000 g/ha)
- ✓ Simulation des transferts sans interception par le réseau de linéaires

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil



- 10 jours de simulation
- Reproduction d'un événement pluvieux (6 heures) et des types de sol de la Fontaine du Theil



Scénario 1

✓ Application d'IPU sur les parcelles 131 et 160. (1000 g/ha)

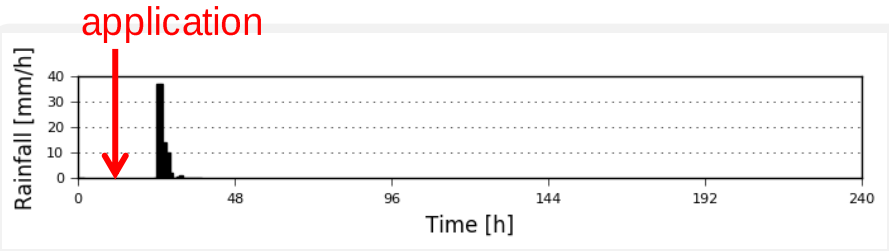
✓ Simulation des transferts sans interception par le réseau de linéaires

Scénario 2

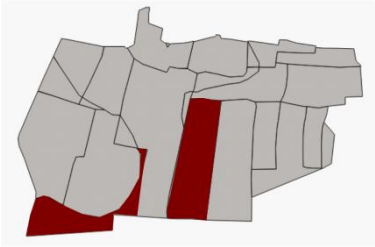
✓ Application d'IPU sur les parcelles 131 et 160. (1000 g/ha)

✓ Simulation des transferts avec interception par le réseau réel de linéaires (haies & fossés)

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil



- 10 jours de simulation
- Reproduction d'un événement pluvieux (6 heures) et des types de sol de la Fontaine du Theil



Scénario 1

- ✓ Application d'IPU sur les parcelles 131 et 160. (1000 g/ha)
- ✓ Simulation des transferts sans interception par le réseau de linéaires

Scénario 2

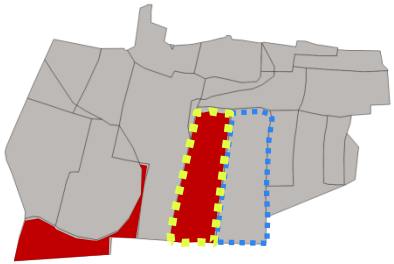
- ✓ Application d'IPU sur les parcelles 131 et 160. (1000 g/ha)
- ✓ Simulation des transferts avec interception par le réseau réel de linéaires (haies & fossés)

Scénario 3

- ✓ Application d'IPU sur les parcelles 131 et 160. (1000 g/ha)
- ✓ Simulation des transferts avec interception par le réseau réel de linéaires (haies & fossés)
- ✓ Ajout d'une bande enherbée en sortie de la parcelle 131: quels effets sur les transferts ?

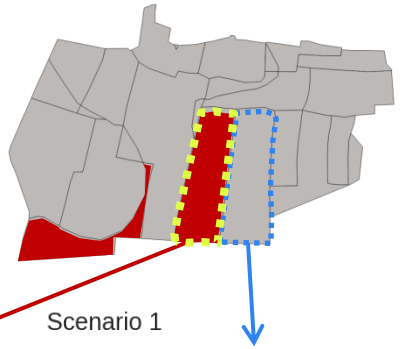
Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

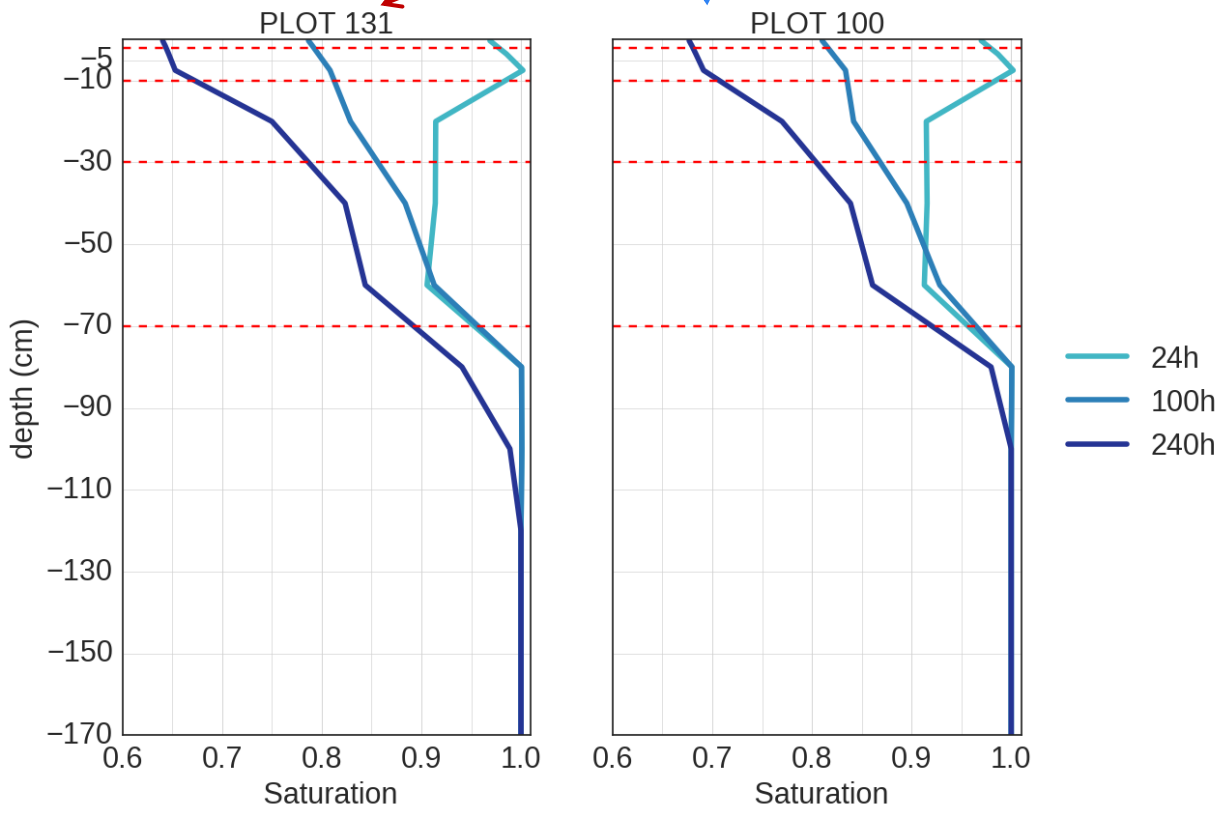
Scénario 1



Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

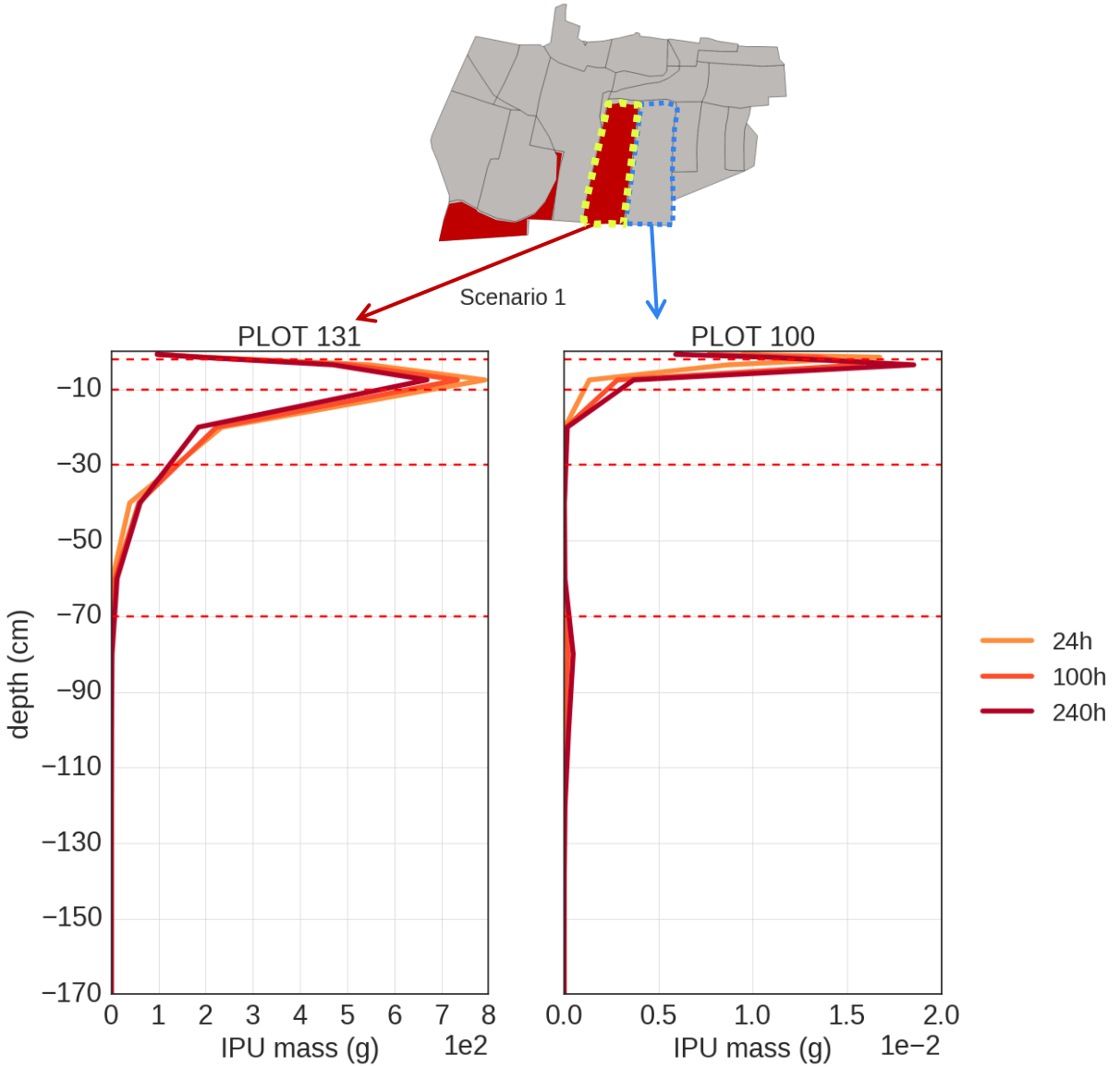
Scénario 1





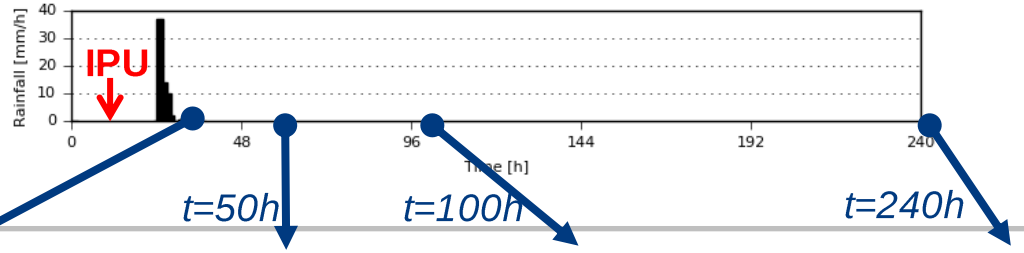
Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

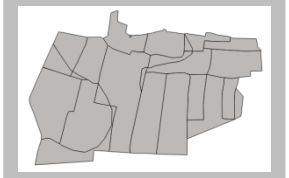
Scénario 1



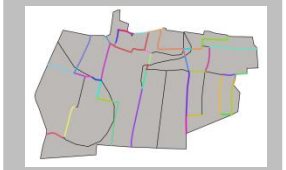
Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

Scénario 1 vs. Scénario 2 (surface)





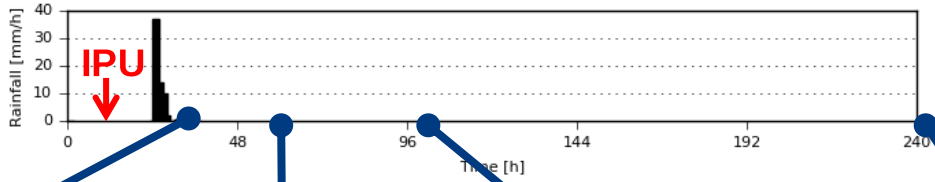
Scénario 1



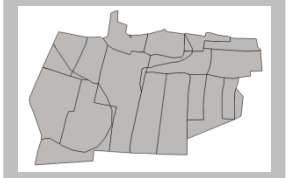
Scénario 2

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

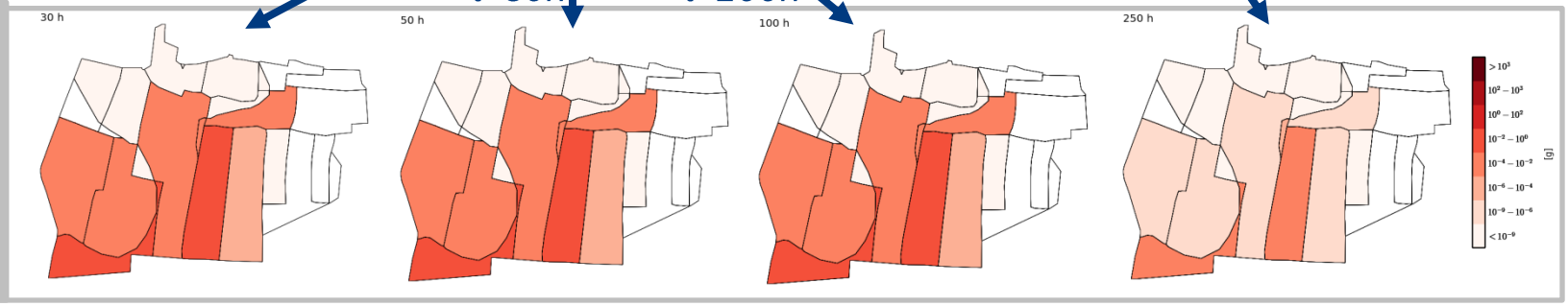
Scénario 1 vs. Scénario 2 (surface)

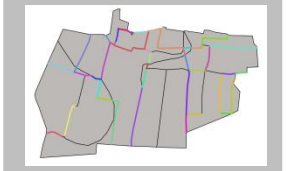


t=30h *t=50h* *t=100h* *t=240h*



Scénario 1

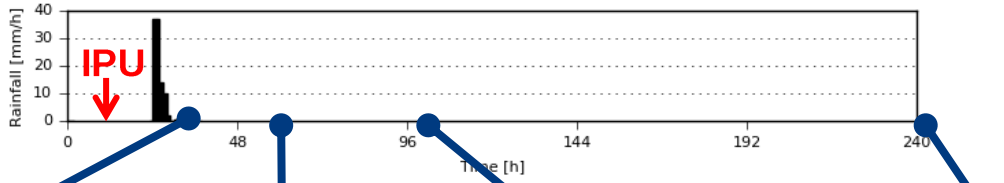




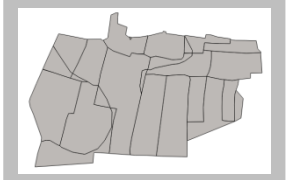
Scénario 2

Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

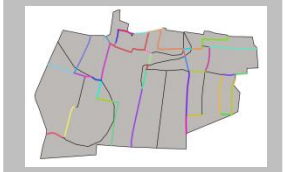
Scénario 1 vs. Scénario 2 (surface)



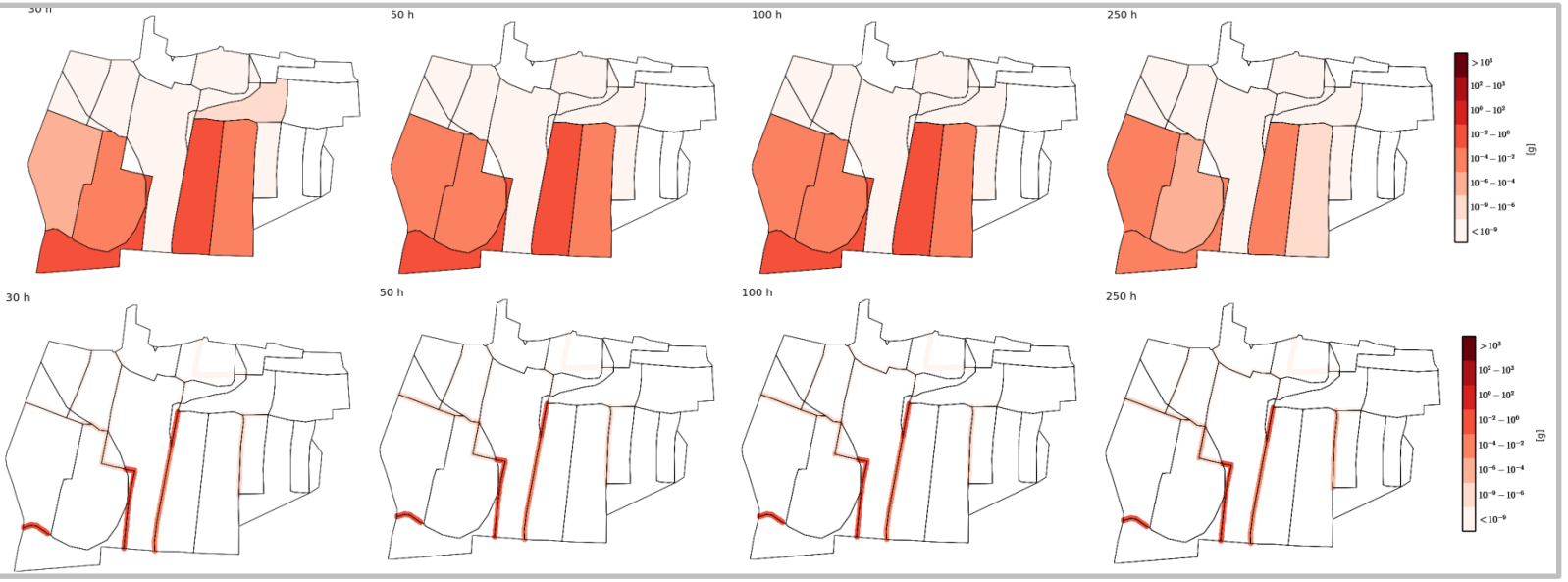
t=30h t=50h t=100h t=240h



Scénario 1



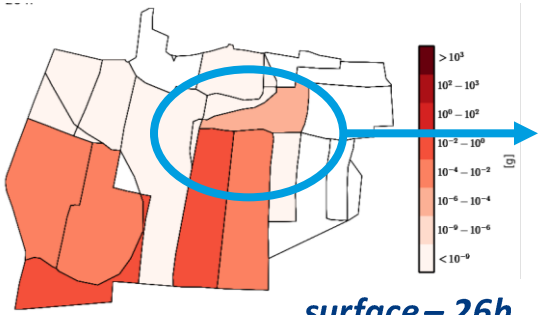
Scénario 2



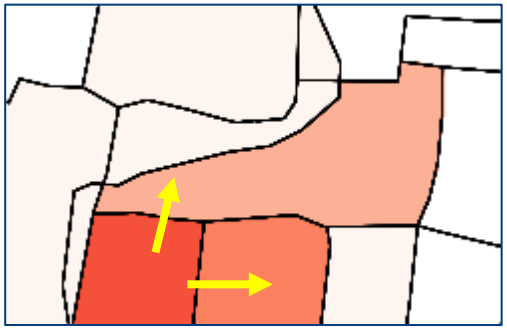
Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

Scénario 3: Ajout d'une bande enherbée

Scénario 2



surface – 26h

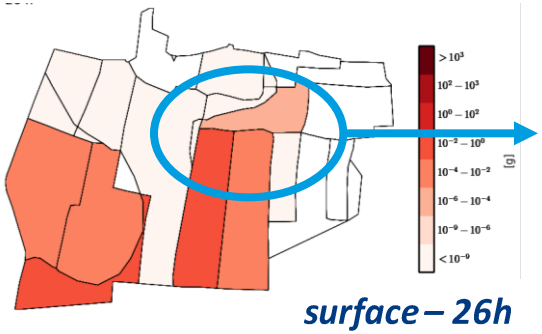


Génération de ruissellement en sortie de la parcelle

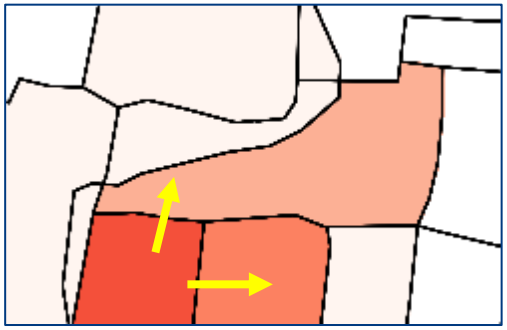
Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

Scénario 3: Ajout d'une bande enherbée

Scénario 2

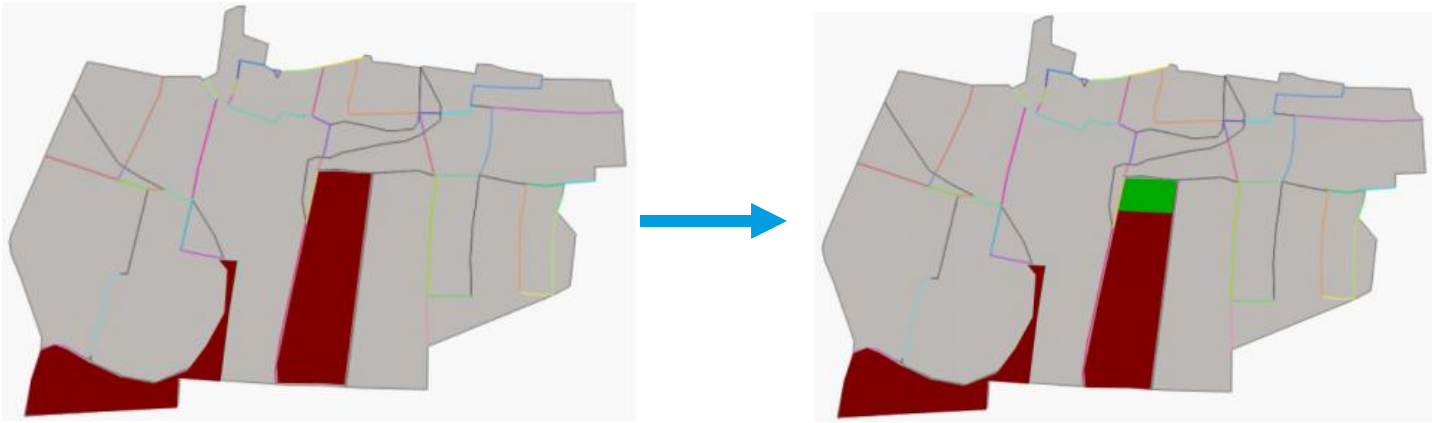


surface – 26h



Génération de ruissellement en sortie de la parcelle

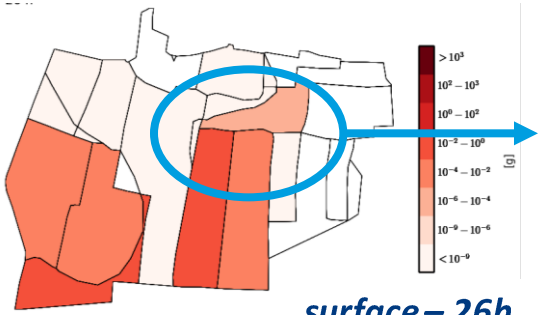
Scénario 3: Insertion d'une bande enherbée à l'aval de l'UH 131



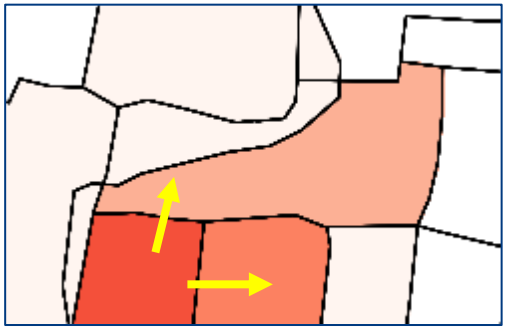
Application sur le bassin versant de la Fontaine du Theil

Scénario 3: Ajout d'une bande enherbée

Scénario 2

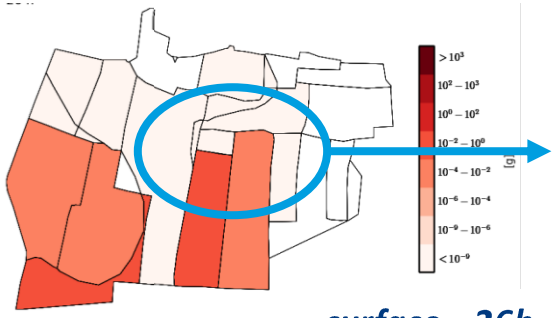


surface – 26h

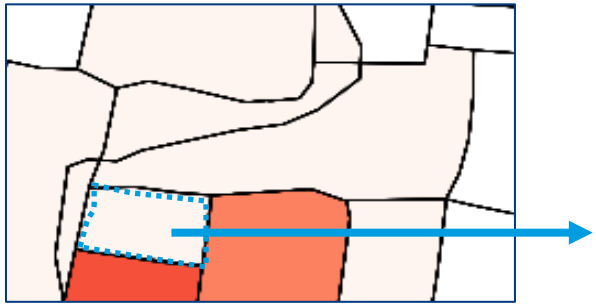


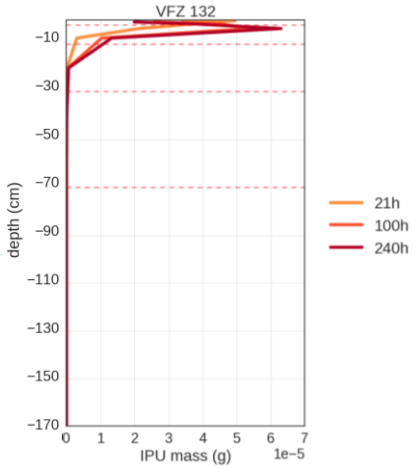
Génération de ruissellement en sortie de la parcelle

Scénario 3: Insertion d'une bande enherbée à l'aval de l'UH 131



surface – 26h





1,5 10^{-5} g d'IPU dégradés en fin de simulation

Conclusion et perspectives

PESHMELBA: un **outil prometteur** pour représenter le devenir des pesticides sur de petits bassins agricoles.

- ✓ **Des points à explorer:**
  - Sensibilité au pas de temps (bandes enherbées notamment)
  - Nécessité d'avoir un maillage propre et cohérent
  - Intégration des MES, parcelles drainées, zones tampons humides artificielles

- ✓ **Validation à l'échelle du BV**

1. **Fontaine du Theil**

2. **Morcille** (organisation du paysage différente, climat différent, types de sol différents…)

- ✓ **Analyse de sensibilité du modèle et incertitude du modèle**

Merci de votre attention

www.irstea.fr