



# OpenFLUID

Software Environment  
for Modelling Fluxes in Landscapes

## Représentation Numérique du Paysage Geo-MHYDAS pour le modèle MHYDAS sous la plateforme OpenFLUID

M. Rabotin, A. Libres, J.C. Fabre, P. Lagacherie, D. Raclot, R.  
Moussa, X. Louchart

*LISAH - Laboratoire d'étude des Interactions Sol-Agrosystème-Hydrosystème*

# Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Questions méthodologiques
- 3 L'espace dans MHYDAS
- 4 Représentation Numérique du Paysage

# Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
  - Représentation spatiale et modélisation hydrologique
  - Cas des bassins versants anthropisés
- 2 Questions méthodologiques
- 3 L'espace dans MHYDAS
- 4 Représentation Numérique du Paysage

# Représentation du paysage pour la modélisation hydrologique distribuée

Les modèles hydrologiques distribués ont besoin de représenter

- les mécanismes de transfert de l'eau,
- **la spatialisation du bassin versant et de ses compartiments.**

Utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

- système informatique de matériels, logiciels et processus,
- collecte, gestion, manipulation, affichage de données à références **spatiales**.

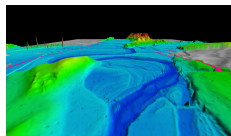
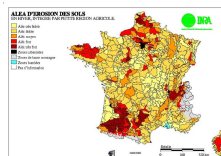
# Représentation du paysage pour la modélisation hydrologique distribuée

Les modèles hydrologiques distribués ont besoin de représenter

- les mécanismes de transfert de l'eau,
- **la spatialisation du bassin versant et de ses compartiments.**

Utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

- système informatique de matériels, logiciels et processus,
- collecte, gestion, manipulation, affichage de données à références **spatiales**.



# Quelle représentation pour la modélisation hydrologique ?

Chaque modèle va avoir sa façon "de voir le paysage"

Représentation raster communément utilisée

Quelques exemples de modèles fréquemment utilisés pour des BVs naturels

- modèle ANSWERS,
- modèle SWAT,
- modèle LISEM,
- ...

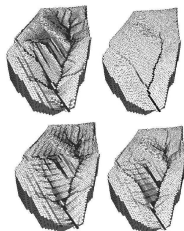
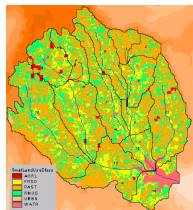
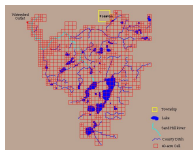
# Quelle représentation pour la modélisation hydrologique ?

Chaque modèle va avoir sa façon "de voir le paysage"

Représentation raster communément utilisée

Quelques exemples de modèles fréquemment utilisés pour des BVs naturels

- modèle ANSWERS,
- modèle SWAT,
- modèle LISEM,
- ...



# Représentation raster

- Gestion de la données facilitée : matrice carrées, mailles régulières
- Données considérées continues : sol, altitude → très utilisé pour les grands bassins versants
- Données sources issues de la télédétection
- Fine résolution → nombre important de cellules
- Coûts de calculs peuvent être importants
- Ok pour BV naturels mais **pour les petits BV anthropisés ?**



# Représentation raster

- Gestion de la données facilitée : matrice carrées, mailles régulières
- Données considérées continues : sol, altitude → très utilisé pour les grands bassins versants
- Données sources issues de la télédétection
  
- Fine résolution → nombre important de cellules
- Coûts de calculs peuvent être importants
- Ok pour BV naturels mais **pour les petits BV anthropisés ?**

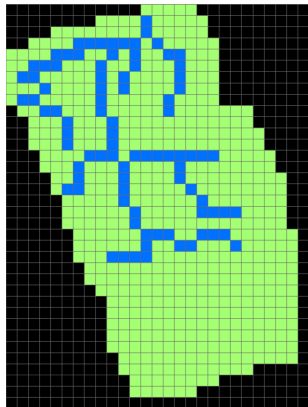


## Petits bassins versants anthropisés





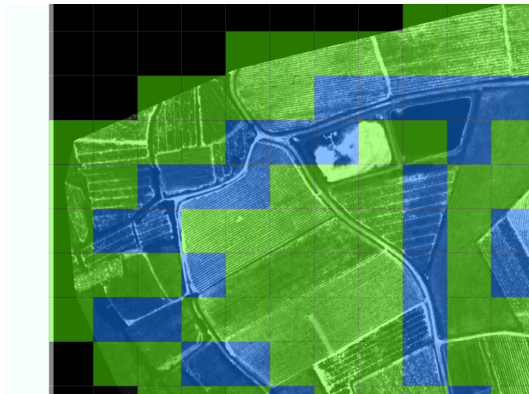
## Petits bassins versants anthropisés



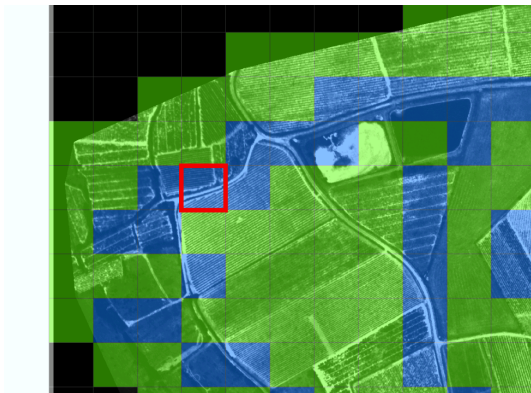
### Représentation maillée

- Réseau hydrographique et occupation du sol
- La représentation contraint le paysage

# Petits bassins versants anthropisés



## Petits bassins versants anthropisés



Quelle adéquation réalité / représentation ?

Représentation maillée : problèmes de paramétrage

**Comment résoudre ces problèmes ?**

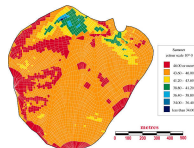
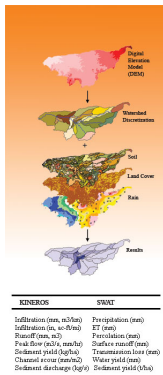
## Petits bassins versants anthropisés

- modèles Kineros, WEPP : découpage en sous bassins versants,
- modèle QPBRMM : découpage en rectangles,
- modèle TOPOG : découpage en lignes de niveau,
- ...



# Petits bassins versants anthropisés

- modèles Kineros, WEPP : découpage en sous bassins versants,
- modèle QPBRMM : découpage en rectangles,
- modèle TOPOG : découpage en lignes de niveau,
- ...



# Hydrologie des bassins versants anthropisés

Objets anthropiques à fort impact sur la réponse hydrologique

- limites de parcelles,
- travail du sol,
- réseaux de fossés,
- talus ou terrasses ...

Parcelle agricole considérée unité homogène : spatial et processus



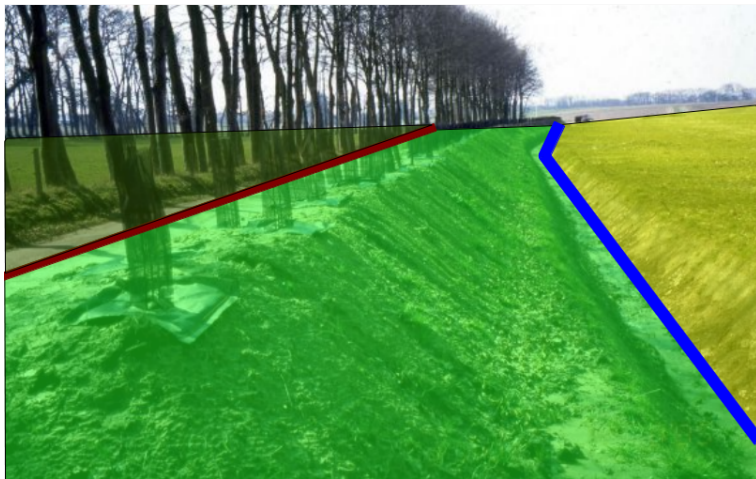
# Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Questions méthodologiques
  - Abstraction
  - Evolution temporelle
  - Création d'unités adéquates
  - Gestion de la topologie
- 3 L'espace dans MHYDAS
- 4 Représentation Numérique du Paysage

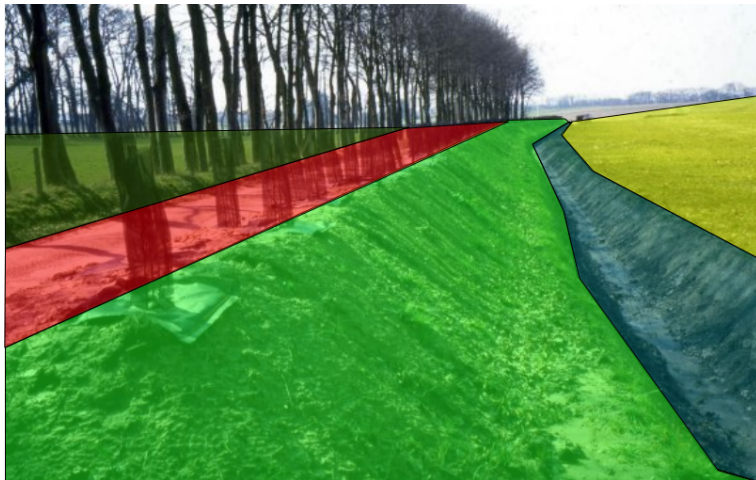
## Abstraction des objets du paysage



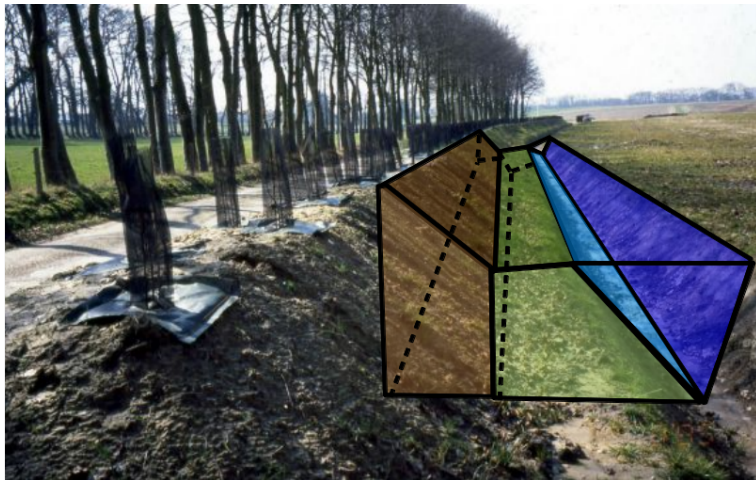
# Abstraction des objets du paysage



# Abstraction des objets du paysage

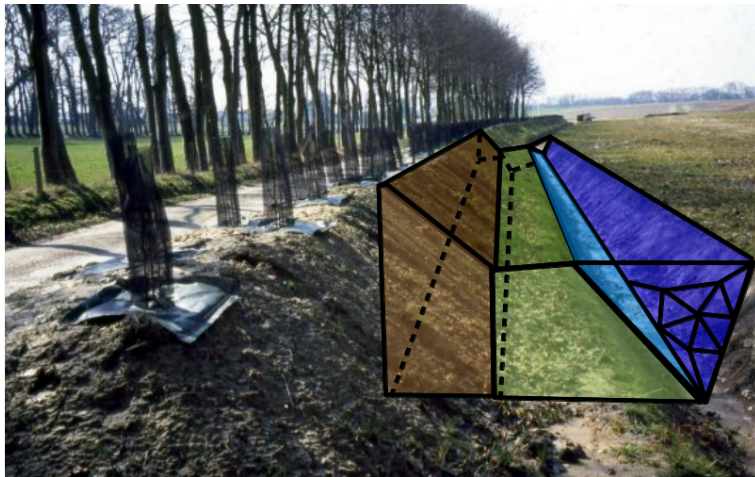


# Abstraction des objets du paysage





# Abstraction des objets du paysage



# Evolution temporelle des objets du paysage





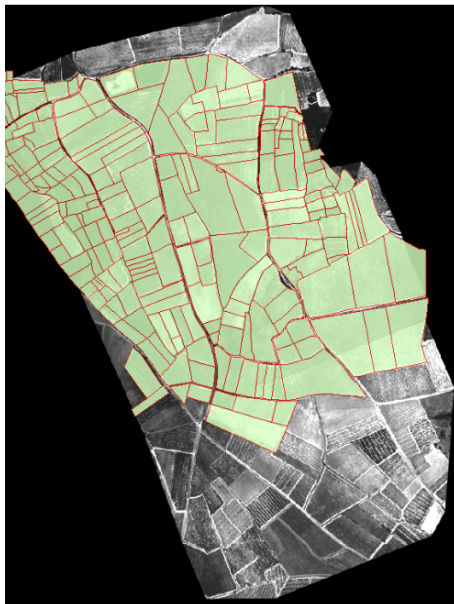
# Evolution temporelle des objets du paysage



## Evolution temporelle des objets du paysage

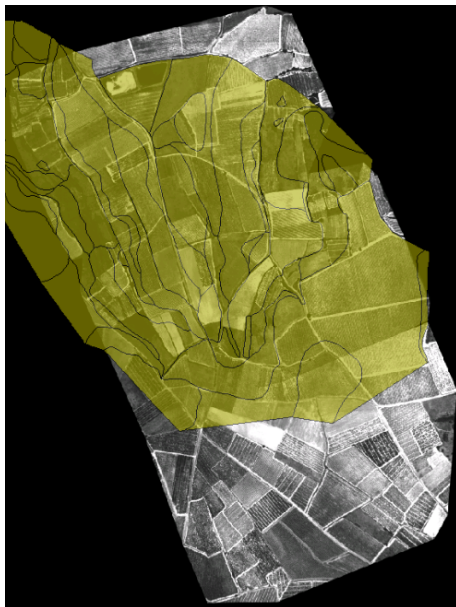


## Création d'unités adéquates



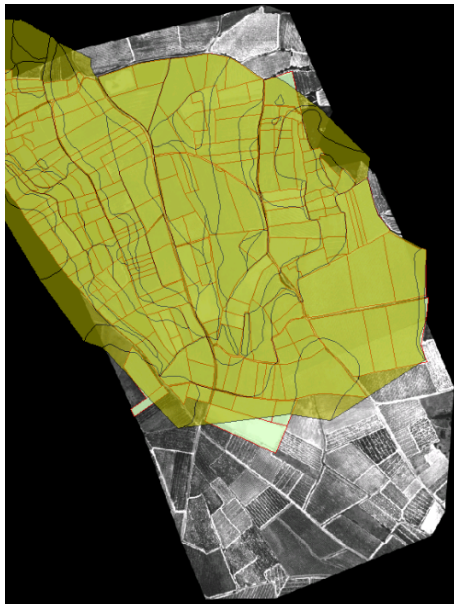
- Couche de parcellaire

## Création d'unités adéquates



- Couche d'horizons de sol

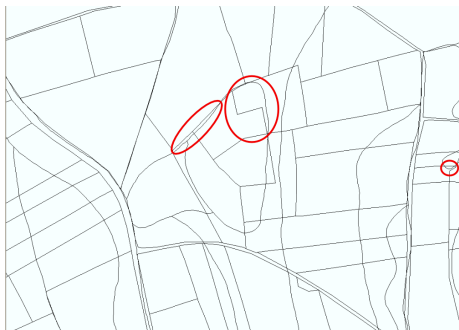
## Création d'unités adéquates



- Intersection des deux couches

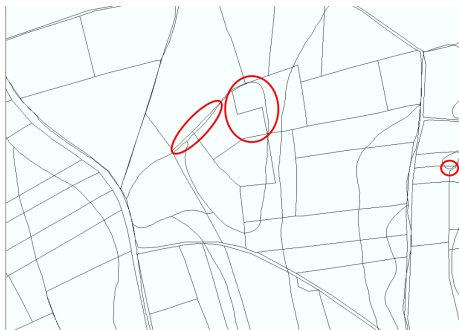


## Création d'unités adéquates



- présence d'entités trop fines,
- présence d'entités trop petites,
- présence d'entités à la géométrie non conforme.

## Création d'unités adéquates



- présence d'entités trop fines,
- présence d'entités trop petites,
- présence d'entités à la géométrie non conforme.

Nécessité de :

- identifier les unités inadéquates,
- nettoyer selon des critères définis,
- conserver les frontières jugées importantes / prioritaires.

## Gestion de la topologie

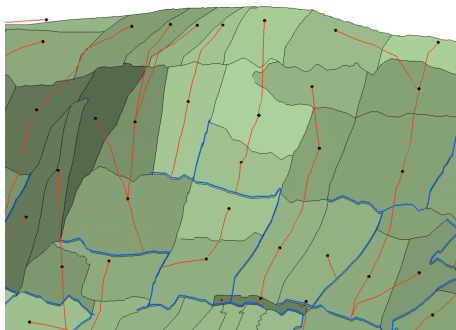
Branche des mathématiques traitant des relations de voisinage qui s'établissent entre les figures géométriques



- Parcellaire
- Réseau hydrographique

# Gestion de la topologie

Branche des mathématiques traitant des relations de voisinage qui s'établissent entre les figures géométriques



- Parcellaire
- Réseau hydrographique
- Chemins hydrologiques

# Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Questions méthodologiques
- 3 **L'espace dans MHYDAS**
  - L'espace dans MHYDAS
  - Aspects logiciels
- 4 Représentation Numérique du Paysage

# Concept d'espace dans le modèle MHYDAS

L'espace est conceptuel. Il est décrit au travers de trois classes d'entités spatiales homogènes

- SU : Surface Unit, unités de surface,
- RS : Reach Segment, tronçons de biefs (fossé, rivière, ...),
- GU : Groundwater Unit, unités souterraines représentant les nappes.

## Concept d'espace dans le modèle MHYDAS

L'espace est conceptuel. Il est décrit au travers de trois classes d'entités spatiales homogènes

- SU : Surface Unit, unités de surface,
- RS : Reach Segment, tronçons de biefs (fossé, rivière, ...),
- GU : Groundwater Unit, unités souterraines représentant les nappes.

Afin de représenter au mieux la réalité, chacune de ces entités spatiales est paramétrée avec des propriétés et des conditions initiales distribuées.

Les unités spatiales sont de tailles compatibles avec le modèle

Les relations entre les entités spatiales sont définies par une topologie (connectivité) orientée

## Principes de représentation

Pourquoi ? Prise en compte de l'hétérogénéité spatiale des paysages et de ces discontinuités

A partir de quoi ? Informations spatiales: parcelles, unités de sol, fossés, sous bassins versants...

Comment ? Segmentation de cet espace en unités homogènes (SU, RS, GU)

Avec quoi ? Utilisation de procédures géomatiques développées spécifiquement dans un environnement SIG



## Aspects logiciels

Geo-MHYDAS : plug-in OpenFLUID-Builder

Développement basé sur la librairie OpenFLUID-landr

Interface graphique pour contrôle utilisateur à chaque étape

Possibilité d'utilisation en ligne de commande

Développement en cours : quelques fonctionnalités encore manquantes...

# Apports de la nouvelle version

Intégré à la plateforme OpenFLUID

Capacité de traitement augmentée

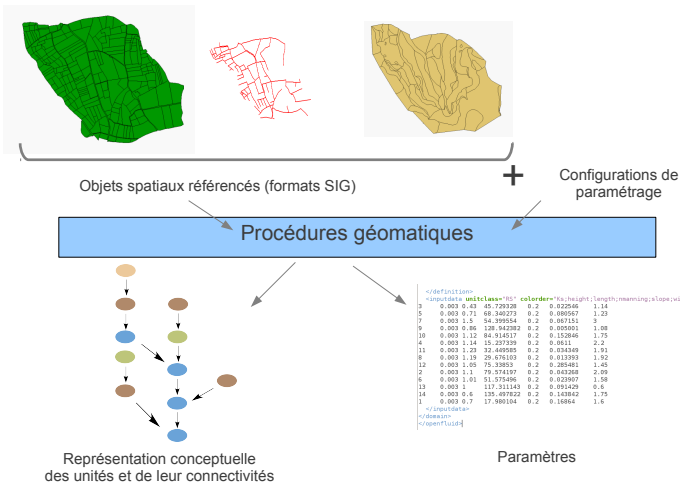
+ grande stabilité dans le développement

+ grande possibilité de généralisation des procédures géomatiques

# Plan

- ① Contexte thématique et problématique
- ② Questions méthodologiques
- ③ L'espace dans MHYDAS
- ④ **Représentation Numérique du Paysage**
  - Principes de RNP
  - Détails des étapes
  - Perspectives

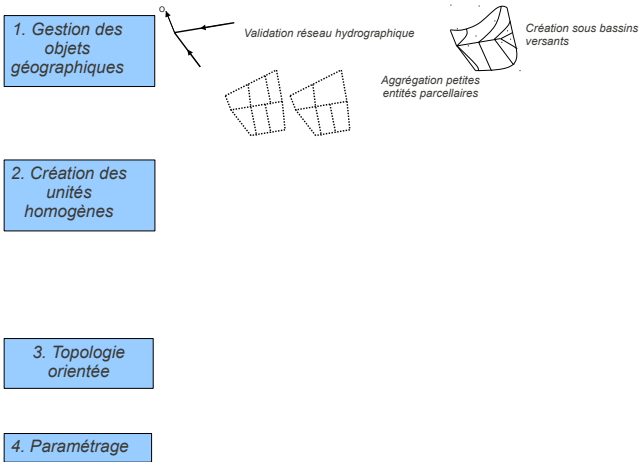
# Principes de RNP



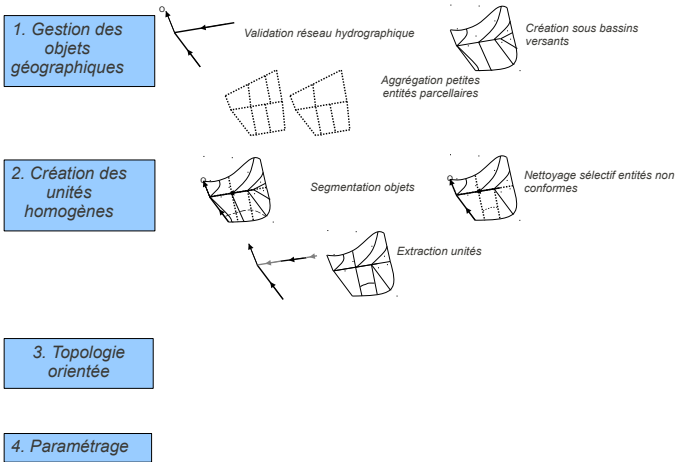
## Détails des étapes

- ① importation, vérification, création et/ou modification des objets spatiaux,
- ② création d'unités homogènes (en terme de fonctionnement, de structure): segmentation des objets spatiaux avec prise en compte d'une hiérarchisation de ces objets d'origines,
- ③ réalisation de la topologie orientée,
- ④ paramétrage.

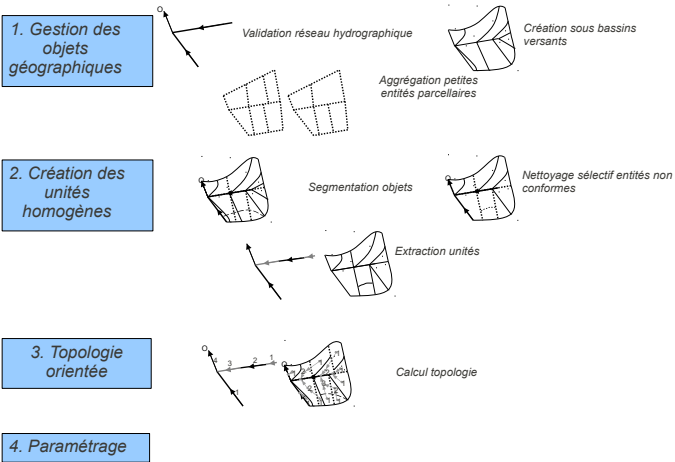
# Détails des étapes



# Détails des étapes



# Détails des étapes





# Détails des étapes

## 1. Gestion des objets géographiques



Validation réseau hydrographique



Création sous bassins versants



Agrégation petites entités parcellaires

## 2. Création des unités homogènes



Segmentation objets



Nettoyage sélectif entités non conformes



Extraction unités

## 3. Topologie orientée



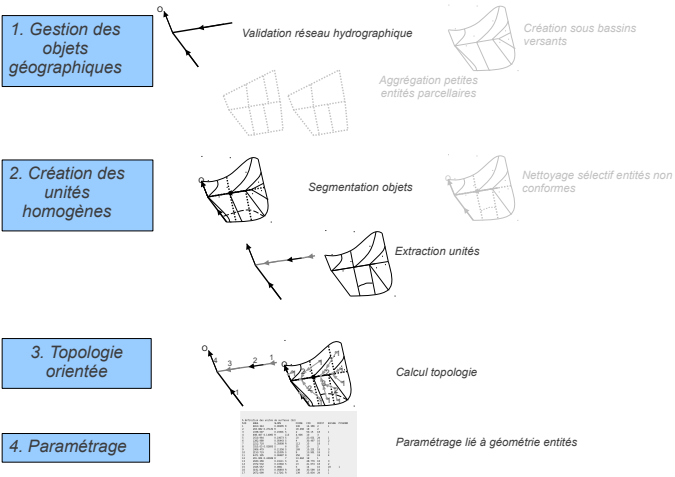
Calcul topologie

## 4. Paramétrage

| Paramètre | Valeur | Unité | Commentaire              |
|-----------|--------|-------|--------------------------|
| 1         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 2         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 3         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 4         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 5         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 6         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 7         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 8         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 9         | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 10        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 11        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 12        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 13        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 14        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 15        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 16        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 17        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 18        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 19        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 20        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 21        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 22        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 23        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 24        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 25        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 26        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 27        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 28        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 29        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 30        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 31        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 32        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 33        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 34        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 35        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 36        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 37        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 38        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 39        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 40        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 41        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 42        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 43        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 44        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 45        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 46        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 47        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 48        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 49        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |
| 50        | 1000   | m     | Longueur caractéristique |

Paramétrage lié à géométrie entités

# Nouvelle version Geo-MHYDAS



# Perspectives

## Perspectives thématiques

- prise en compte de nouveaux objets du paysage : talus, réseaux hydrographiques complexes,...
- + grande généralité de représentation des objets: fossés représentés par points, polygones,...
- + grande généralité des processus pris en compte : érosion, surface-souterrain,...

# Perspectives

## Perspectives thématiques

- prise en compte de nouveaux objets du paysage : talus, réseaux hydrographiques complexes,...
- + grande généralité de représentation des objets: fossés représentés par points, polygones,...
- + grande généricité des processus pris en compte : érosion, surface-souterrain,...

## Perspectives techniques

- sources de données spatiales + génériques : fichiers, bases de données, flux de fichiers...

## Références & Ressources



P. Lagacherie, M. Rabotin, F. Colin, R. Moussa, and M. Voltz.  
 Geo-MHYDAS: A landscape discretization tool for distributed hydrological modeling of cultivated areas.

*Computers & Geosciences*, 36(8):1021 – 1032, 2010.



M. Rabotin, J.-C. Fabre, A. Libres, P. Lagacherie, D. Crevoisier, and R. Moussa.

Using graph approach for managing connectivity in integrative landscape modelling.

In *Vol. 15, EGU2013-8851, EGU General Assembly 2013*, Vienne (Autriche), 7-12 avril 2013.



Site web OpenFLUID.

<http://www.openfluid-project.org/>.



Site web OpenFLUID Community.

<http://www.openfluid-project.org/community/>.