



OpenFLUID

Software Environment
for Modelling Fluxes in Landscapes

Représentation Numérique du Paysage
GeoMHYDAS pour le modèle MHYDAS
Formation CEREG - Novembre 2013

M. Rabotin, A. Libres, JC. Fabre,
P. Lagacherie, R. Moussa

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



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**.

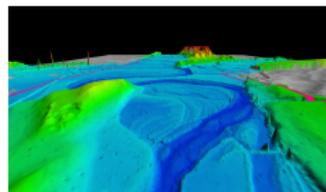
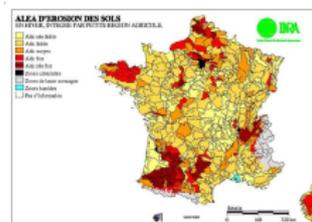
Représentation du paysage pour la modélisation hydrologique distribuée

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,
- ...

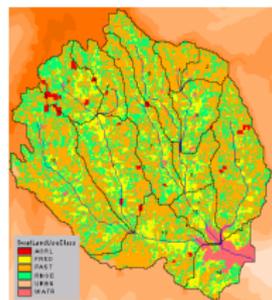
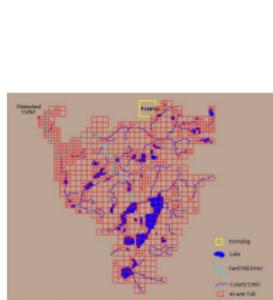
Quelle représentation pour la modélisation hydrologique ?

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 **télé-détection**
- Fine résolution → nombre important de cellules
- **Coûts** de calculs peuvent être importants
- Ok pour BV naturels mais **pour les petits BV anthropisés ?**

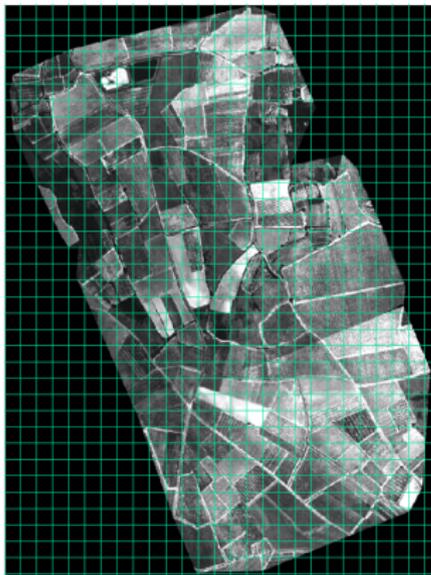
Représentation raster

- 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 **télé-détection**
- Fine résolution → nombre important de cellules
- **Coûts** de calculs peuvent être importants
- Ok pour BV naturels mais **pour les petits BV anthropisés ?**

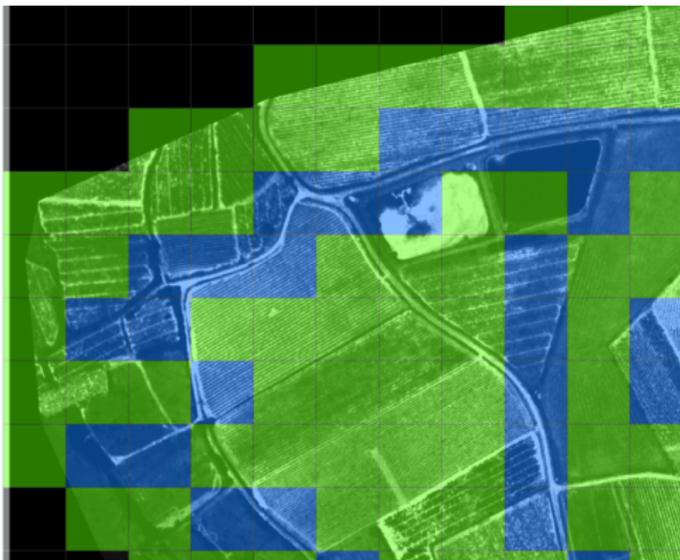
Petits bassins versants anthropisés



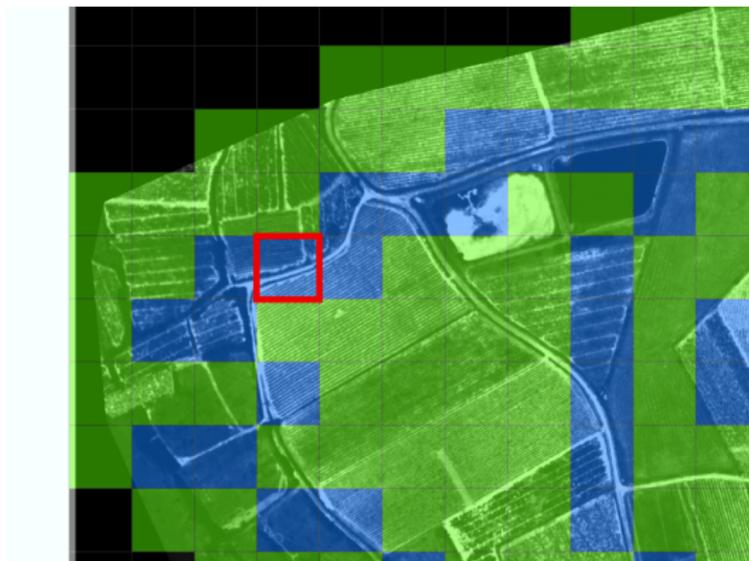
Petits bassins versants anthropisés



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,
- ...

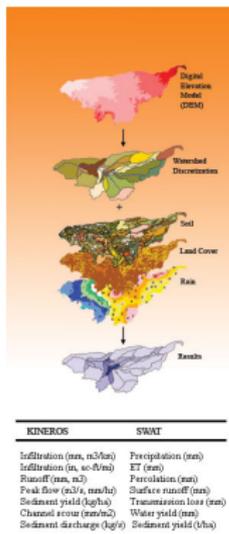
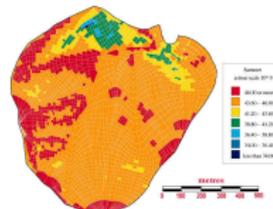


Figure 10-10. A topographic map of a watershed showing contour lines and a specific area highlighted in black.



Figure 10-10. A topographic map of a watershed showing contour lines and a specific area highlighted in black.



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

Hydrologie des bassins versants anthropisés

Objets anthropiques à **fort impact** sur la réponse hydrologique

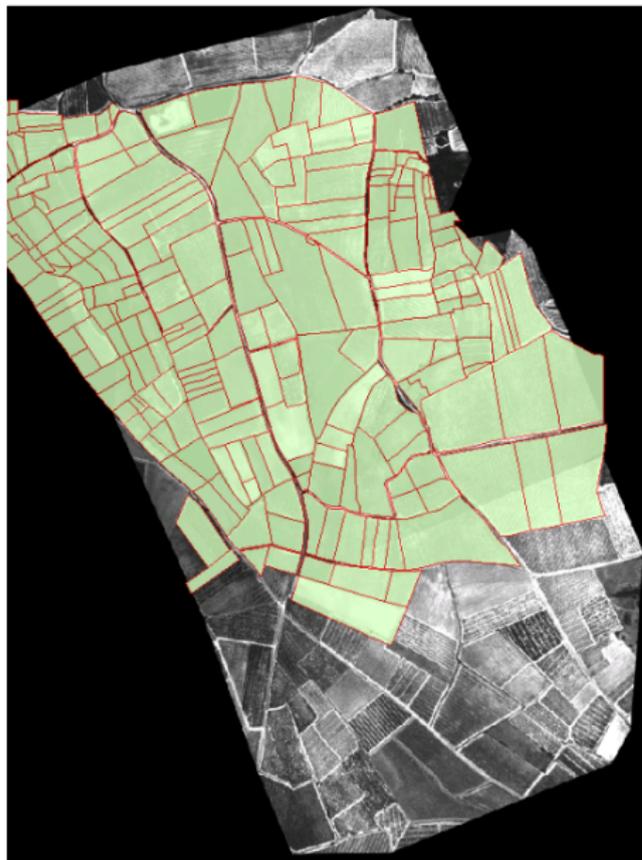
- limites de parcelles,
- travail du sol,
- réseaux de fossés,
- talus ou terrasses ...

Parcelle agricole considérée unité **homogène** : spatial et processus



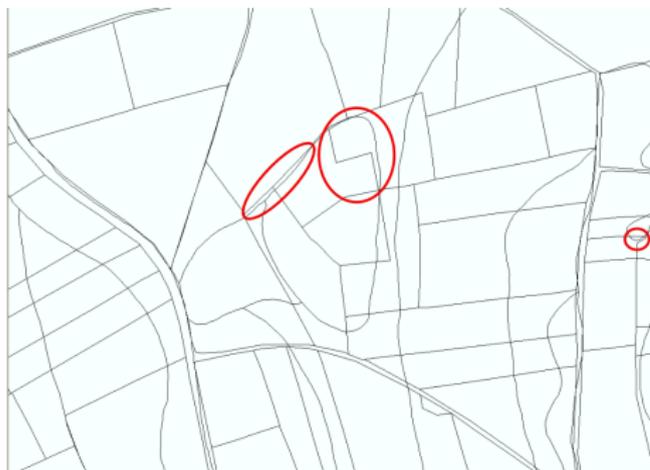
Représentation de l'espace par approche **vecteur**

Création d'unités adéquates



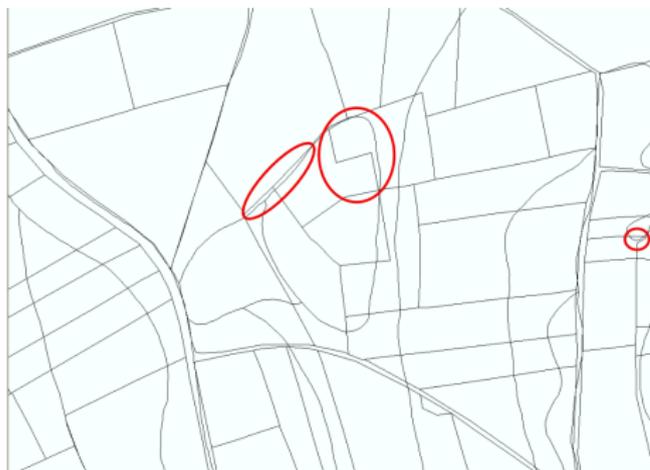
- Couche de parcellaire

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



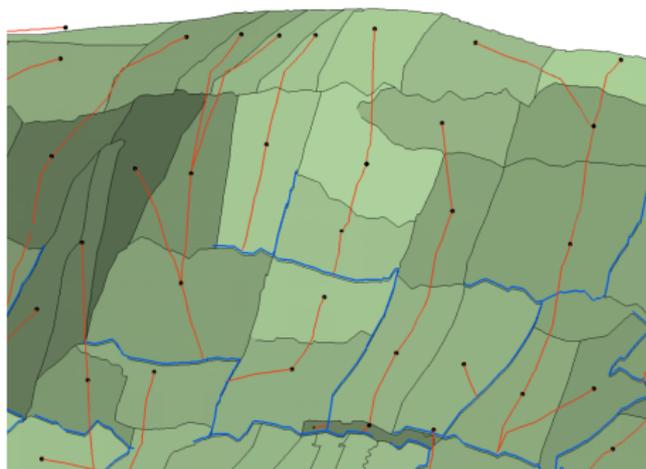
- présence d'entités trop fines,
- présence d'entités trop petites,
- présence d'entités à la géométrie non conforme.

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
- Chemins hydrologiques

- Identifier les voisins de chaque unité
- Calculer la topologie orientée et les paramètres associés

Concept d'espace dans le modèle MHYDAS

La représentation de 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

La représentation de 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

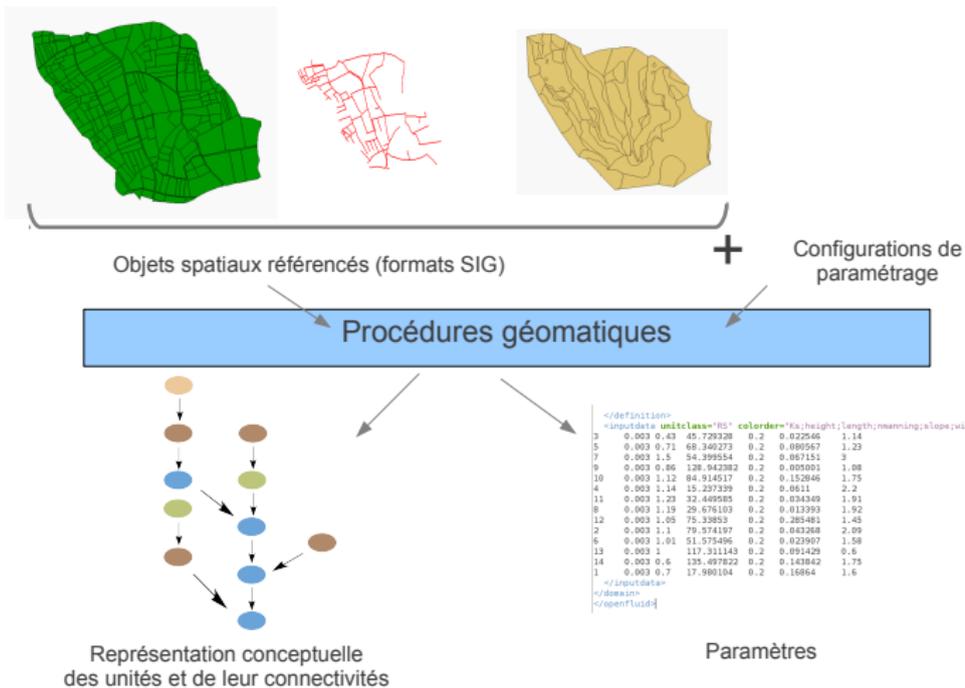
Pourquoi ? Prise en compte de l'hétérogénéité spatiale des paysages et de ces discontinuités

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

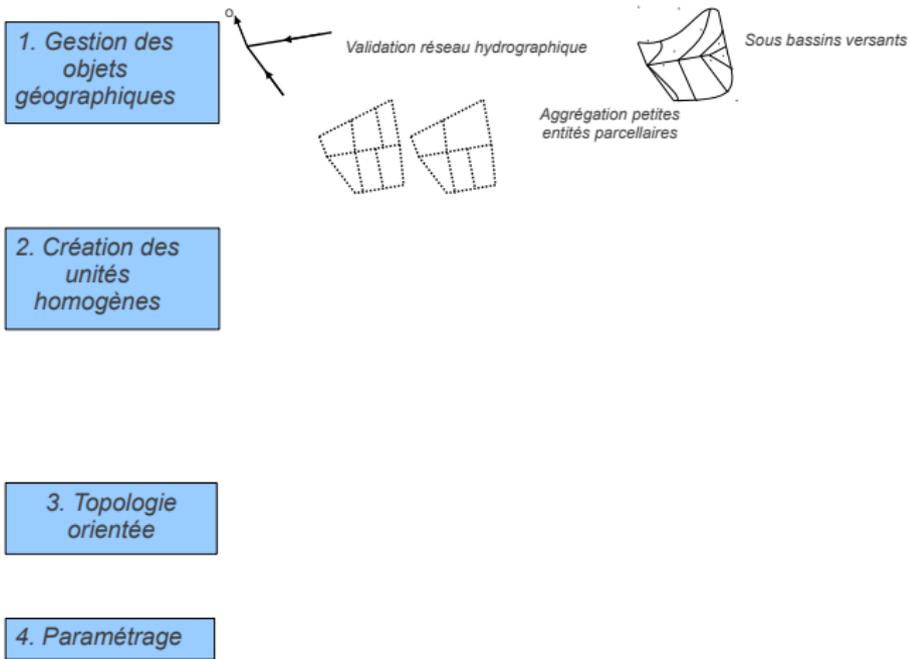
Comment ? Segmentation de cet espace en unités homogènes (SU, RS, GU)

Avec quoi ? Utilisation de procédures géomatiques développées spécifiquement

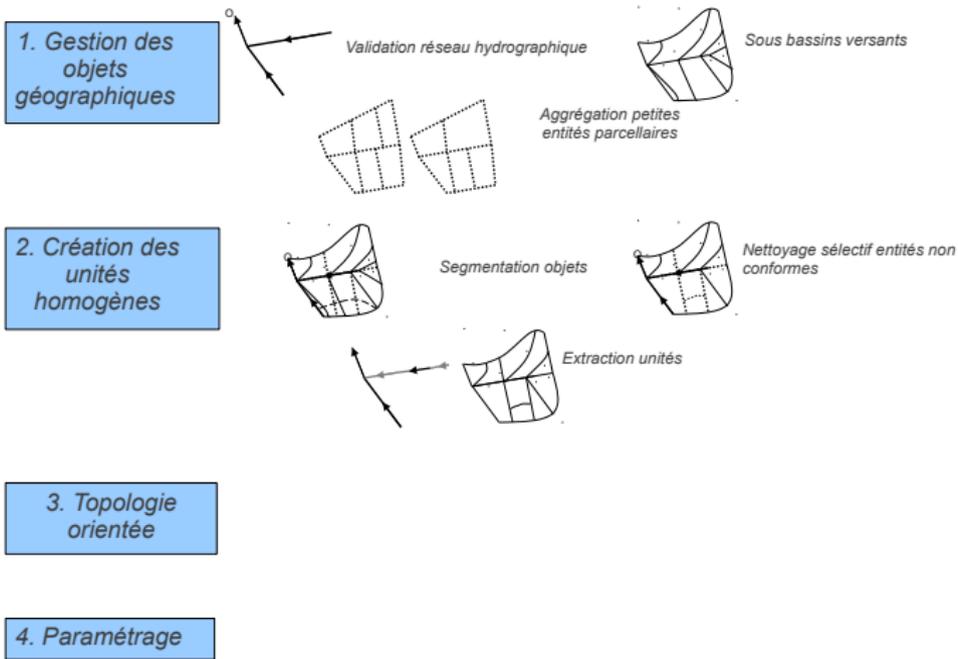
Principes de RNP



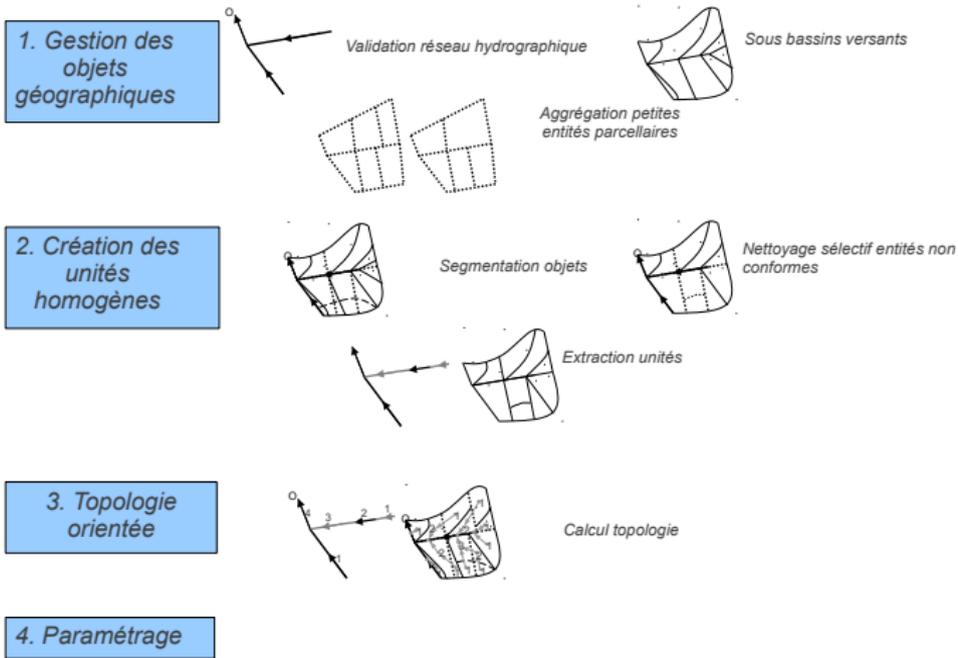
Détails des étapes



Détails des étapes



Détails des étapes



Détails des étapes

1. Gestion des objets géographiques



Validation réseau hydrographique

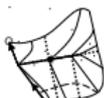


Sous bassins versants

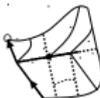


Agrégation petites entités parcelaires

2. Création des unités homogènes



Segmentation objets



Nettoyage sélectif entités non conformes



Extraction unités

3. Topologie orientée



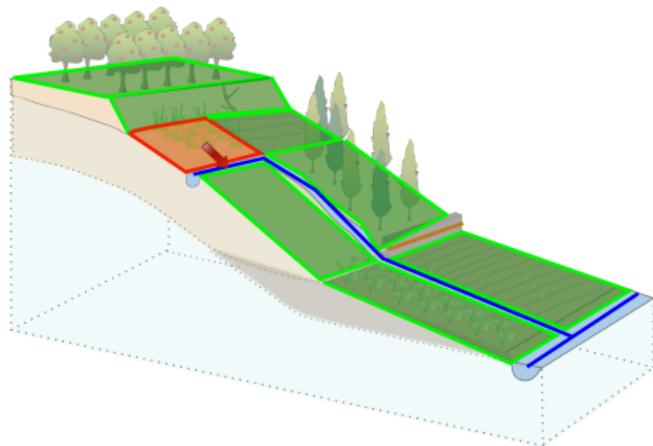
Calcul topologie

4. Paramétrage

| Paramètre | Valeur | Unité | Commentaire |
|-----------|--------|-------|-----------------------|
| 1 | 100 | m | Longueur de l'unité |
| 2 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 3 | 100 | m | Hauteur de l'unité |
| 4 | 100 | m | Profondeur de l'unité |
| 5 | 100 | m | Épaisseur de l'unité |
| 6 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 7 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 8 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 9 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 10 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 11 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 12 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 13 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 14 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 15 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 16 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 17 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 18 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 19 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 20 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 21 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 22 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 23 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 24 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 25 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 26 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 27 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 28 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 29 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 30 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 31 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 32 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 33 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 34 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 35 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 36 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 37 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 38 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 39 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 40 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 41 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 42 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 43 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 44 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 45 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 46 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 47 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 48 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 49 | 100 | m | Largeur de l'unité |
| 50 | 100 | m | Largeur de l'unité |

Paramétrage lié à géométrie entités

Calcul des chemins de l'eau

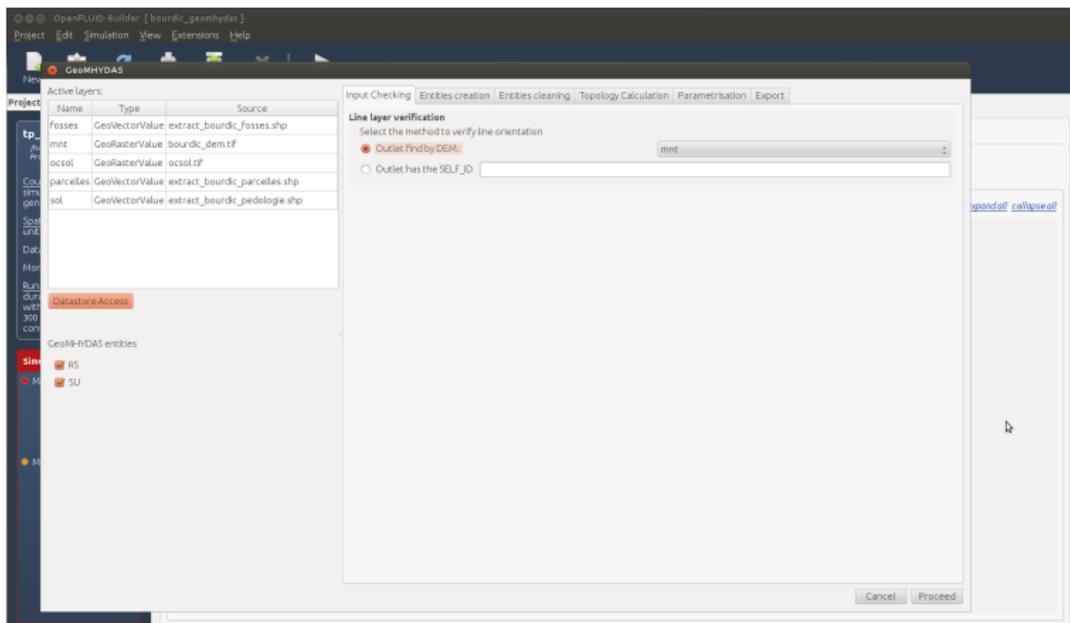


- Définition de la méthode de calculs,
- Identification des voisins polygones potentiels,
- Recherche avec distance tampon des lignes voisines,
- Choix du voisin (polygone ou ligne) avec plus grande pente.

Calcul des chemins de l'eau par recherche de **plus grande pente**

Possibilité de l'utiliser pour d'**autres thématiques** : dispersion de flux de pollens influencés par direction du vent...

Gestion des données



Sélection des données du datastore

Vérification de la bonne orientation du réseau hydrographique

Création des unités par segmentation

GeoMHYDAS

Active layers:

| Name | Type | Source |
|-----------|----------------|-------------------------------|
| fosses | GeoVectorValue | extract_bourdic_fosses.shp |
| mrt | GeoRasterValue | bourdic_dem.tif |
| ocsol | GeoRasterValue | ocsol.tif |
| parcelles | GeoVectorValue | extract_bourdic_parcelles.shp |
| sol | GeoVectorValue | extract_bourdic_pedologie.shp |

Datastore Access

GeoMHYDAS entities

- RS
- SU

Input Checking | Entities creation | Entities clearing | Topology Calculation | Paramétrisation | Export

RS creation

RS defined by layer:

RS created by segmentation tool.

SU creation

SU defined by layer:

SU created by segmentation tool.

Segmentation tool

Select and order the Layers

| | | | |
|---|-----------|--------|--------|
| 1 | parcelles | Add | Fosses |
| 2 | sol | Remove | |
| 3 | Fosses | Up | |
| | | Down | |

Segmentation tool parameters

Snapping threshold value (meter)

Cancel Proceed

Création des **RS** et **SU** par segmentation des couches vecteurs
Ordonnement de l'**ordre hiérarchique** des frontières
Seuil de **capture** de 0.1 m

Nettoyage des unités

GeoMHYDAS

Active layers:

| Name | Type | Source |
|-----------|----------------|-------------------------------|
| fosses | GeoVectorValue | extract_bourdic_fosses.shp |
| mnt | GeoRasterValue | bourdic_dem.tif |
| ocsol | GeoRasterValue | ocsol.tif |
| parcelles | GeoVectorValue | extract_bourdic_parcelles.shp |
| sol | GeoVectorValue | extract_bourdic_pedologie.shp |

Datastore Access

GeoMHYDAS entities

- RS
- SU

Input Checking | Entities creation | **Entities cleaning** | Topology Calculation | Parametrisation | Export

Cleaning Tools

- Dissolving small linear entities under length threshold: 5 Remove also small dangles
- Dissolving small areal entities under area threshold: 200 Use hierarchical order from segmentation
- Dissolving sliver areal entities with compactness index: 2.8 Use hierarchical order from segmentation

Cancel Proceed

Fusion des RS de longueur < 5 m,
des SU de surface < 200 m² et
de forme trop fines (indice de Gravelius > 2.8)

Calcul de la topologie orientée

GeoMHYDAS

Active layers:

| Name | Type | Source |
|-----------|----------------|-------------------------------|
| Fosses | GeoVectorValue | extract_bourdic_fosses.shp |
| mnt | GeoRasterValue | bourdic_dem.tif |
| ocsol | GeoRasterValue | ocsol.tif |
| parcelles | GeoVectorValue | extract_bourdic_parcelles.shp |
| sol | GeoVectorValue | extract_bourdic_pedologie.shp |

Datstore Access

GeoMHYDAS entities

- RS
- SU

Input Checking | Entities creation | Entities cleaning | **Topology Calculation** | Paramétrisation | Export

RS topology calculation

- Topology uploaded by the column [dropdown]
- and Process Order uploaded by the column [dropdown]
- Topology computed by topology tool

Topology parameters

Slope

- Uploaded by the column [dropdown]
- Computed with DEM [mnt]

Altitude

- Uploaded by the column [dropdown]
- Computed with DEM [mnt]
- Computed with the pixel value of the centroid
- Computed with the mean of the pixel values

SU topology calculation

- Topology uploaded by the column [dropdown]
- and Process Order uploaded by the column [dropdown]
- Topology computed by topology tool
- Use the Maximum Slope method
- Use the Minimum Distance method
- Use a line layer to compute manual topology [Fosses]

Topology parameters

Slope

- Uploaded by the column [dropdown]
- Computed with DEM [mnt]

Altitude

- Uploaded by the column [dropdown]
- Computed with DEM [mnt]
- Computed with the pixel value of the centroid
- Computed with the mean of the pixel values

Relation with RS

Buffer distance (m) [1]

- RS entirely contained in SU
- SU intersected by RS

Cancel Proceed

Topologie des RS et SU avec MNT (pente, altitude)

Recherche des voisins des SU par méthode de la pente maximale

Distance seuil de 1 m pour contact entre RS et SU (intersection)

Paramétrage

The screenshot shows the GeoMHYDAS software interface. On the left, there is a list of active layers with columns for Name, Type, and Source. Below this is a 'Datastore Access' button and a section for 'GeoMHYDAS entities' with checkboxes for RS and SU. The main window has several tabs: 'Input Checking', 'Entities creation', 'Entities cleaning', 'Topology Calculation', 'Paramétrisation', and 'Export'. The 'Paramétrisation' tab is active, showing two configuration panels: 'RS' and 'SU'. The 'RS' panel contains a table with columns: Name, Source Layer, Column Name, Method, and Threshold. It has one row with 'nom' in the Name column, 'Fosses' in Source Layer, 'name' in Column Name, 'byLocation' in Method, and '0.1' in Threshold. The 'SU' panel contains a table with columns: Name, Source Layer, Column Name, and Method. It has two rows: 'occupation' with Source Layer 'ocsol' and 'type_sol' with Source Layer 'sol' and Column Name 'UnSol25'. Both panels have 'Add' and 'Remove' buttons. At the bottom right of the window are 'Cancel' and 'Proceed' buttons.

| Name | Type | Source |
|-----------|----------------|-------------------------------|
| Fosses | GeoVectorValue | extract_bourdic_fosses.shp |
| mnt | GeoRasterValue | bourdic_dem.tif |
| ocsol | GeoRasterValue | ocsol.tif |
| parcelles | GeoVectorValue | extract_bourdic_parcelles.shp |
| sol | GeoVectorValue | extract_bourdic_pedologie.shp |

GeoMHYDAS entities

- RS
- SU

RS

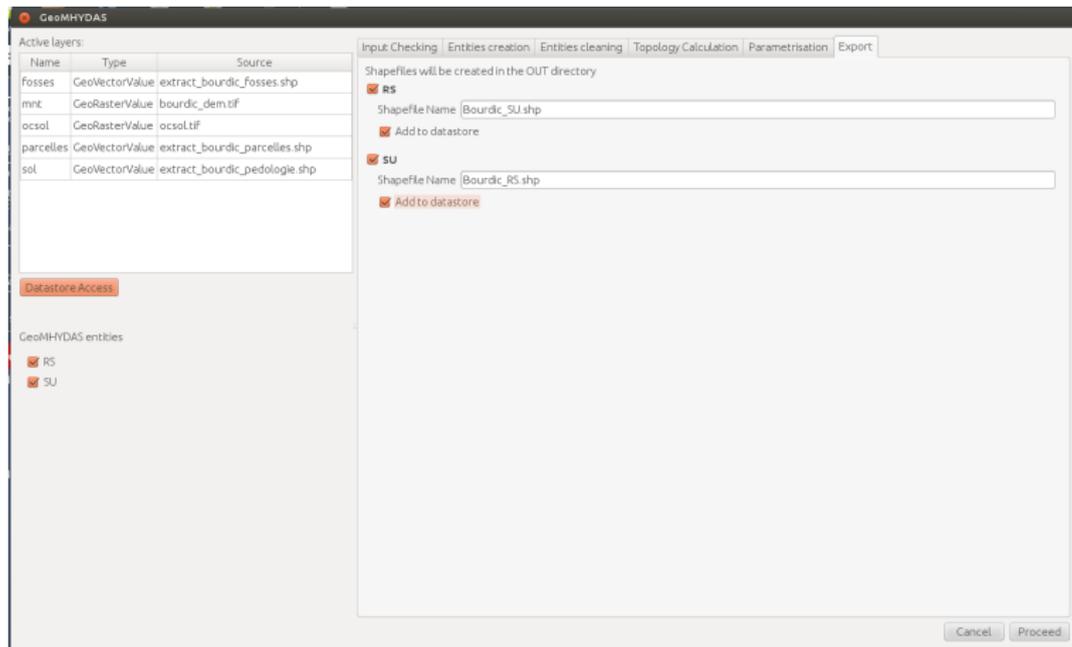
| Name | Source Layer | Column Name | Method | Threshold |
|-------|--------------|-------------|------------|-----------|
| 1 nom | Fosses | name | byLocation | 0.1 |

SU

| Name | Source Layer | Column Name | Method |
|--------------|--------------|-------------|------------|
| 1 occupation | ocsol | | |
| 2 type_sol | sol | UnSol25 | byLocation |

Paramétrage des RS avec nom entités du réseau hydrographique, des SU par raster occupation du sol et vecteur pédologie

Export des résultats



Export des RS et SU en couches vectorielles shapefiles
Mise à jour du **datastore**

