



OpenFLUID

Software Environment
for Modelling Fluxes in Landscapes

Représentation Numérique du Paysage

GeoMHYDAS pour le modèle MHYDAS

Formation OpenFLUID - Août 2014

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

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



Plan

- 1 Contexte
- 2 Représentation de l'espace
- 3 Outil GeoMHYDAS
- 4 Démonstration de l'outil

Plan

- 1 **Contexte**
 - Représentation spatiale et modélisation hydrologique
 - Cas des bassins versants anthropisés
- 2 Représentation de l'espace
- 3 Outil GeoMHYDAS
- 4 Démonstration de l'outil

Représentation du paysage pour la modélisation hydrologique distribuée

- Les modèles hydrologiques distribués modélisent les **processus** de transfert de l'eau,
- et leurs représentations du paysage s'appuient sur la **spatialisation des processus et propriétés**.

Les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

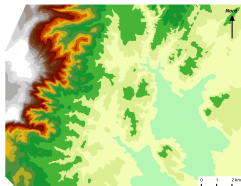
- permettent de créer, d'interroger des données **spatiales**,
- s'appuient sur une représentation **raster** et **vecteur**.

Représentation du paysage pour la modélisation hydrologique distribuée

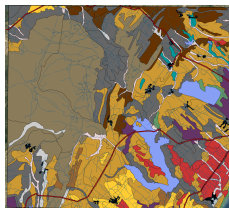
- Les modèles hydrologiques distribués modélisent les **processus** de transfert de l'eau,
- et leurs représentations du paysage s'appuient sur la **spatialisation des processus et propriétés**.

Les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

- permettent de créer, d'interroger des données **spatiales**,
- s'appuient sur une représentation **raster** et **vecteur**.



MNT 10 m du Lebna



Quelle représentation pour la modélisation hydrologique ?

Chaque modèle s'appuie sur une représentation propre

La représentation **raster** est historiquement utilisée

Quelques exemples de modèles fréquemment utilisés pour des BVs naturels :

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

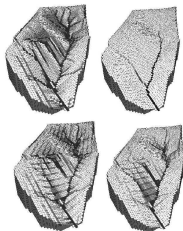
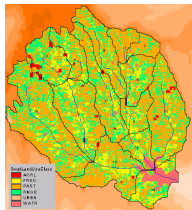
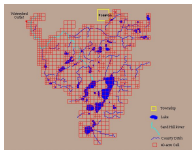
Quelle représentation pour la modélisation hydrologique ?

Chaque modèle s'appuie sur une représentation propre

La représentation **raster** est historiquement utilisée

Quelques exemples de modèles fréquemment utilisés pour des BVs naturels :

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



Représentation raster

Avantages

- Gestion de la donnée **facilitée** : matrice carrées, mailles régulières
- Données sources issues de la **téledétection**
- Très utilisé pour les données continues : altitude, température...

Inconvénients

- Fine résolution → nombre important de cellules
- **Coûts** de calculs peuvent être importants

Ok pour BV naturels mais **pour les petits BV anthropisés ?**

Représentation raster

Avantages

- Gestion de la donnée **facilitée** : matrice carrées, mailles régulières
- Données sources issues de la **télé-détection**
- Très utilisé pour les données continues : altitude, température...

Inconvénients

- 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



Ces bassins versants sont caractérisés par

Présence de processus à pas de **temps courts** : ruissellement de surface, érosion hydrique, conduite de culture...

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

- limites de parcelles,
- réseaux de fossés,
- talus ou terrasses ...

Différentiel important de taille entre objets (parcelles / fossés)

→ Nécessité de **distinguer correctement** les objets et leurs limites

Ces bassins versants sont caractérisés par

Présence de processus à pas de **temps courts** : ruissellement de surface, érosion hydrique, conduite de culture...

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

- limites de parcelles,
- réseaux de fossés,
- talus ou terrasses ...

Différentiel important de taille entre objets (parcelles / fossés)

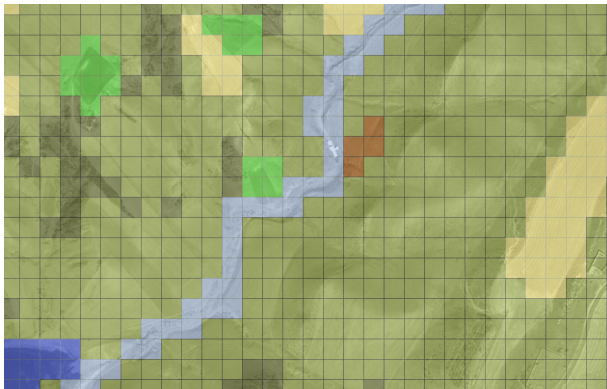
→ Nécessité de **distinguer correctement** les objets et leurs limites

Représentation raster d'un bv anthropisé



Extrait du bassin versant de Kamech

Représentation raster d'un bv anthropisé



Représentation maillée

- Application d'un grille raster de résolution 25 m
- Réseau hydrographique et différentes occupations du sol

Représentation raster d'un bv anthropisé



Problème : une maille du raster peut représenter plusieurs objets
Possibilité de résoudre le problème par un important **paramétrage**
→ Quelle adéquation entre la réalité et la représentation ?

Comment résoudre ces problèmes ?

Représentation **vecteur** d'un bv anthropisé

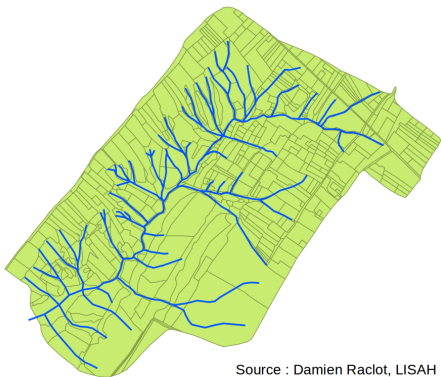
Avantages

- Meilleure représentation des **limites** des objets
- Différents **types géométriques** possibles : lignes, polygones...
- Stockage des **propriétés** des objets dans les tables attributaires

Inconvénients

- Nécessité d'utiliser le format vectoriel **topologique**
- Avoir des données de **qualité** au niveau de la position et de la géométrie
- **Coût** important de traitement et de nettoyage
- Algorithmes d'analyse vectorielle consommateurs en **temps** par rapport aux analyses raster

Représentation **vecteur** du bv de Kamech



Source : Damien Raclot, LISAH

Exemple de représentation possible :

Parcellaire représenté par des polygones.

Réseau d'écoulement représenté par des lignes.

→ Plus grande possibilité de représentation des formes et de leurs limites

Inconvénients



Lors de l'utilisation du format vectoriel, les problèmes suivants sont fréquents:

- Les lignes ne forment pas un réseau correctement **connecté**
- Les polygones peuvent se **superposer** ou ne pas être **jointifs**
- Les différentes couches vectorielles ne se **positionnent** pas correctement entre elles

→ Obligation de **résoudre** ces problèmes géométriques avant toute **utilisation** de ces données pour la modélisation.

Inconvénients



Lors de l'utilisation du format vectoriel, les problèmes suivants sont fréquents:

- Les lignes ne forment pas un réseau correctement **connecté**
- Les polygones peuvent se **superposer** ou ne pas être **jointifs**
- Les différentes couches vectorielles ne se **positionnent** pas correctement entre elles

→ Obligation de **résoudre** ces problèmes géométriques avant toute **utilisation** de ces données pour la modélisation.

Plan

- 1 Contexte
- 2 Représentation de l'espace**
 - Rappels sur MHYDAS
 - Unités spatiales
 - Connectivité
 - Paramétrage
- 3 Outil GeoMHYDAS
- 4 Démonstration de l'outil

L'espace pour MHYDAS

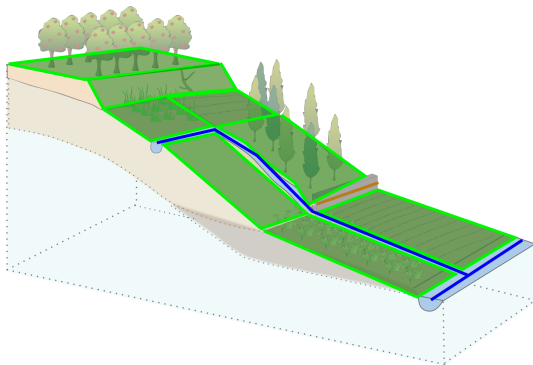
L'espace est composé de trois types d'unité **SU**, **RS** et **(GU)** représentant les hétérogénéités du paysage.

Ces unités sont **connectées** entre elles pour former un graphe:

- RS vers RS,
- RS vers SU,
- SU vers SU.

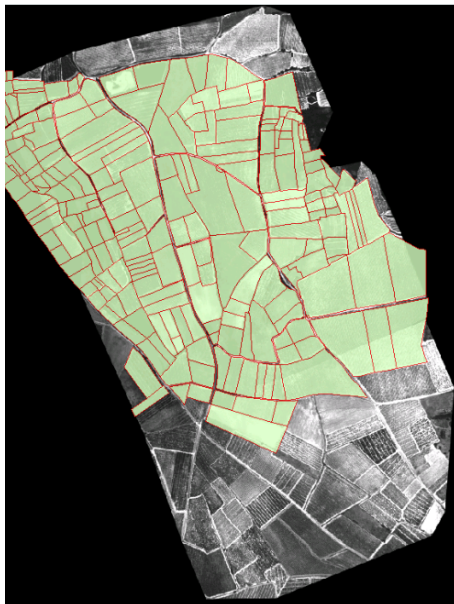
Les unités portent des **propriétés** géométriques et physiques liés aux processus modélisés.

Création des unités spatiales



- **SU** : Surface Unit, unités de surface (parcelles, sous-parcelles..),
- **RS** : Reach Segment, tronçons de biefs (fossé, rivière, ...)

Exemple de création des SU par segmentation



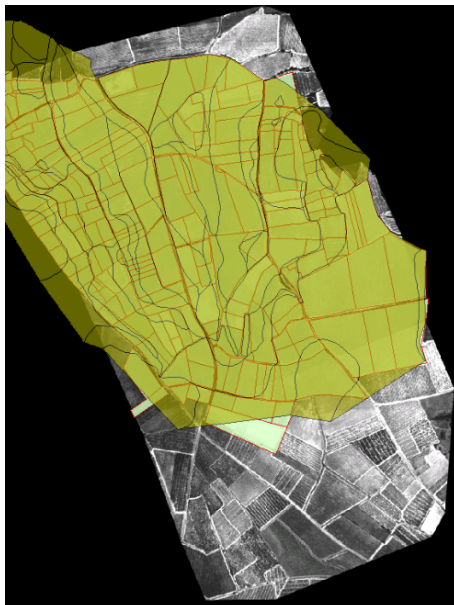
- Données : bassin versant de Roujan, LISAH
- Couche de parcellaire cultural

Exemple de création des SU par segmentation



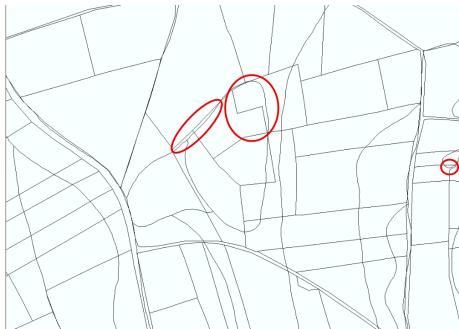
- Couche d'unités de sol

Exemple de création des SU par segmentation



- **Intersection** des couches pour tenir compte des **hétérogénéités** : création des SU

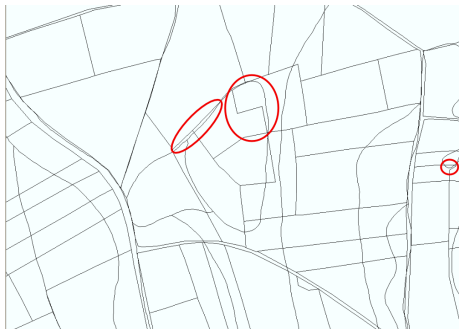
Exemple de création des SU par segmentation



Problèmes courants après segmentation

- SU trop fines,
- SU trop petites,
- SU à la géométrie non conforme.

Exemple de création des SU par segmentation



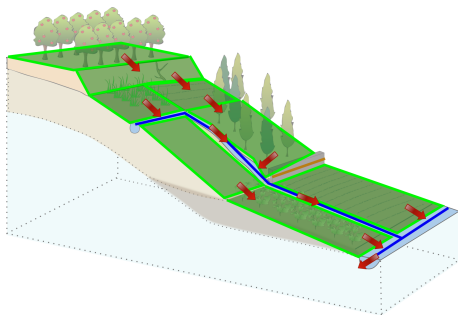
Problèmes courants après segmentation

- SU trop fines,
- SU trop petites,
- SU à la géométrie non conforme.

En accord avec les processus à modéliser, nécessité de :

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

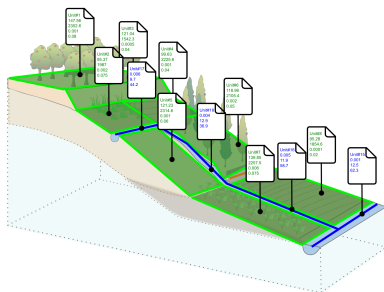
Connectivité des unités spatiales



Connectivité orientée entre unités:

- identification des **voisins** de chaque unité,
- calcul de la connectivité et identification de **l'unité aval**,
- calcul des **paramètres** associés (pente, distance...)

Paramétrage des unités spatiales



Propriétés **calculées** par GeoMHYDAS :

- **géométriques** : longueur, surface, pente
- de **connectivité** : identifiant et distance à l'unité aval, ordre de traitement

D'autres propriétés nécessaires au modèle MHYDAS sont à fournir et sont fonction des modules: hauteur et largeur de la section, coefficient de manning...

Plan

- 1 Contexte
- 2 Représentation de l'espace
- 3 Outil GeoMHYDAS**
 - Historique et description
 - Etapes
- 4 Démonstration de l'outil

GeoMHYDAS en quelques mots...

Création de l'espace MHYDAS avec données spatiales **vecteurs**

Procédures **géomatiques** particulières

→ Pas de solution avec SIG "classique"

→ **Accompagnement** utilisateur nécessaire.

Développement d'un outil géomatique : **GeoMHYDAS**.

GeoMHYDAS en quelques mots...

Création de l'espace MHYDAS avec données spatiales **vecteurs**

Procédures **géomatiques** particulières

→ Pas de solution avec SIG "classique"

→ **Accompagnement** utilisateur nécessaire.

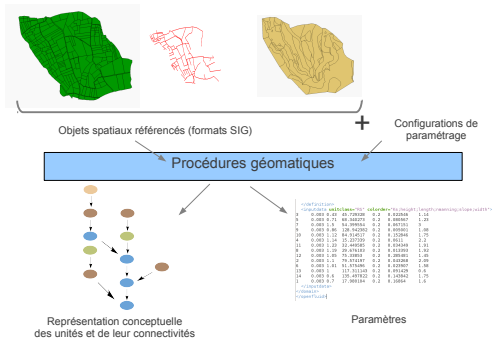
Développement d'un outil géomatique : **GeoMHYDAS**.

GeoMHYDAS en quelques mots...

Création de l'espace MHYDAS avec données spatiales **vecteurs**
Procédures **géomatiques** particulières

- Pas de solution avec SIG "classique"
- **Accompagnement** utilisateur nécessaire.

Développement d'un outil géomatique : **GeoMHYDAS**.



Historique de l'outil

Compétences de représentation du paysage au **LISAH**.

1996 : Premiers développement scripts AML ArcInfo.

2012 : GeoMHYDAS 12.01 pour **GRASS** 6.3

- Ensemble de scripts pour l'environnement SIG **GRASS**
- Avantages : open-source, gestion topologie, interface graphique et ligne de commande
- **Limites d'utilisation** : uniquement pour Linux Ubuntu, lentes pour gros volumes de données

2014 : GeoMHYDAS 14.xx :

- développement basé sur la librairie **OpenFLUID-LandR**
- plugin pour OpenFLUID (extension)
- Avantages : rapidité, robustesse, indépendant d'un SIG...
- Version diffusée **automne 2014**
- Version de la **démonstration**.

Historique de l'outil

Compétences de représentation du paysage au **LISAH**.

1996 : Premiers développement scripts AML ArcInfo.

2012 : GeoMHYDAS 12.01 pour **GRASS** 6.3

- Ensemble de scripts pour l'environnement SIG **GRASS**
- Avantages : open-source, gestion topologie, interface graphique et ligne de commande
- **Limites d'utilisation** : uniquement pour Linux Ubuntu, lents pour gros volumes de données

2014 : GeoMHYDAS 14.xx :

- développement basé sur la librairie **OpenFLUID-LandR**
- plugin pour OpenFLUID (extension)
- Avantages : rapidité, robustesse, indépendant d'un SIG...
- Version diffusée **automne 2014**
- Version de la **démonstration**.

Historique de l'outil

Compétences de représentation du paysage au LISAH.

1996 : Premiers développement scripts AML ArcInfo.

2012 : GeoMHYDAS 12.01 pour GRASS 6.3

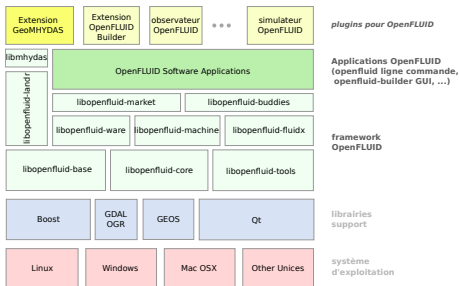
- Ensemble de scripts pour l'environnement SIG GRASS
- Avantages : open-source, gestion topologie, interface graphique et ligne de commande
- Limites d'utilisation : uniquement pour Linux Ubuntu, lenteurs pour gros volumes de données

2014 : GeoMHYDAS 14.xx :

- développement basé sur la librairie OpenFLUID-LandR
- plugin pour OpenFLUID (extension)
- Avantages : rapidité, robustesse, indépendant d'un SIG...
- Version diffusée automne 2014
- Version de la démonstration.

Description de la version actuelle

OpenFLUID-landr : librairie de fonctionnalités spatiales génériques
Elle permet de construire des traitements plus **spécialisés**.



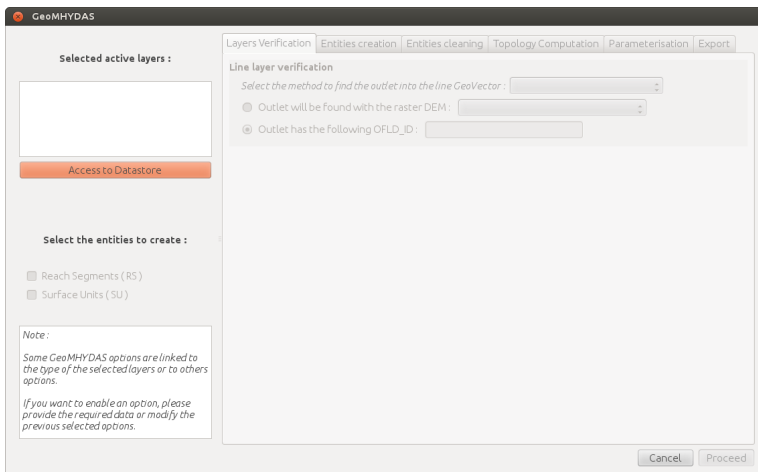
GeoMHYDAS :

- basé sur la librairie **libmhydas**
- **interface graphique** : extension pour OpenFLUID-Builder
- en développement : simulateur pour utilisation en **ligne de commande**

Détails des étapes

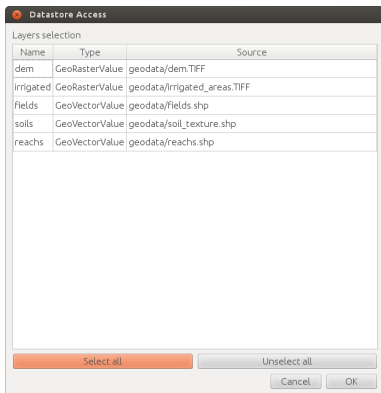
- 1 importation, vérification, création et/ou modification des objets spatiaux,
- 2 création d'unités spatiales homogènes:
 - **segmentation** des objets spatiaux,
 - prise en compte d'une **hiérarchisation** des limites des objets d'origine,
 - **nettoyage** géométrique des unités.
- 3 réalisation de la **topologie** orientée,
- 4 paramétrage.

Interface graphique GeoMHYDAS



Les différentes étapes sont paramétrées puis le calcul **complet** est effectué.

Sélection des données d'entrée



Sélection des données spatiales disponibles dans le **datastore** d'OpenFLUID.

Premiers **contrôles** de validité des données : format, étendue spatiale...

Vérification données d'entrée

1. Gestion des objets géographiques



Validation réseau hydrographique

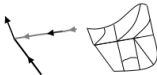
2. Création des unités homogènes



Segmentation objets

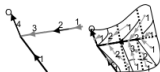


Nettoyage sélectif entités non conformes



Extraction unités

3. Topologie orientée

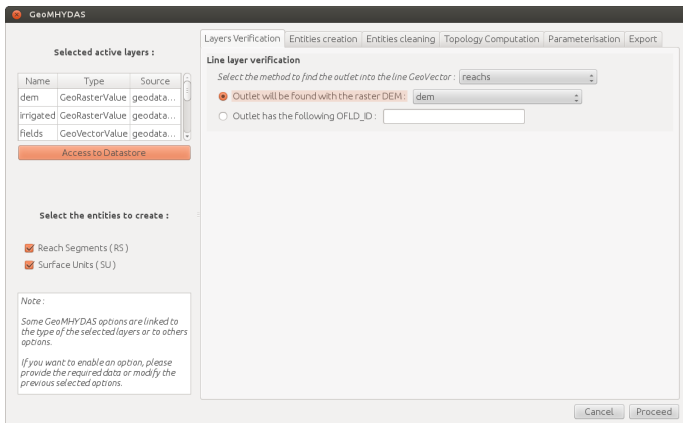


Calcul topologie

4. Paramétrage

Paramétrage lié à géométrie entités

Vérification données d'entrée

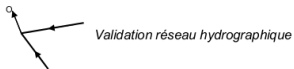


Validité du réseau hydrographique (fossés, rivières...) → graphe de type **arbre orienté**

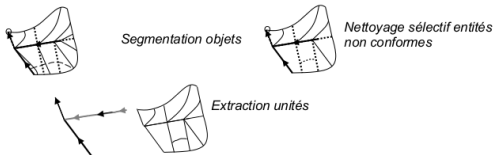
Vérification par parcours du graphe par **deux méthodes**.

Création des unités

1. Gestion des objets géographiques



2. Création des unités homogènes



3. Topologie orientée



4. Paramétrage

Entité	Paramètre	Valeur
1	Longueur	100
	Largeur	100
	Angle	45
	Orientation	N
2	Longueur	150
	Largeur	150
	Angle	45
	Orientation	N
3	Longueur	200
	Largeur	200
	Angle	45
	Orientation	N

Paramétrage lié à géométrie entités

Création des unités

GeoMHYDAS

Layers Verification | **Entities creation** | Entities cleaning | Topology Computation | Parameterisation | Export

Selected active layers :

Name	Type	Source
dem	GeoRasterValue	geodata...
irrigated	GeoRasterValue	geodata...
fields	GeoVectorValue	geodata...

Access to Datastore

Select the entities to create :

- Reach Segments (RS)
- Surface Units (SU)

Note:
Same GeoMHYDAS options are linked to the type of the selected layers or to others options.
If you want to enable an option, please provide the required data or modify the previous selected options.

RS creation
Select the method to create RS entities :

- Defined by the following layer : reaches
- Created by the segmentation tool

SU creation
Select the method to create SU entities :

- Defined by the following layer : fields
- Created by the segmentation tool

Segmentation tool
Select and order the GeoVector layers to create SU and RS entities

1	fields	Add	reaches
2	soils	Remove	
3	reaches	Up	
		Down	

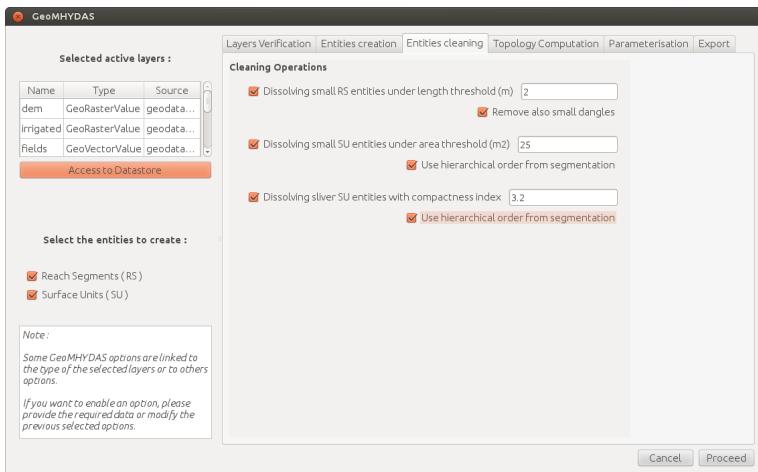
Segmentation tool parameters

Snapping threshold value (in meter) :

Cancel Proceed

Création des unités spatiales **RS** et **SU** avec ou sans **segmentation**

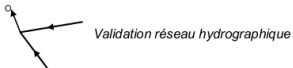
Nettoyage des unités



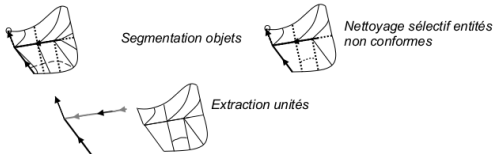
Nettoyage des **RS** et **SU** selon critères de longueur ou surface minimum, de compacité.

Connectivité

1. Gestion des objets géographiques



2. Création des unités homogènes



3. Topologie orientée



4. Paramétrage

Paramètre	Valeur
...	...
...	...
...	...

Paramétrage lié à géométrie entités

Connectivité

Selected active layers :

Name	Type	Source
dem	GeoRasterValue	geodata/dem.TIFF
Irrigated	GeoRasterValue	geodata/irrigated_areas.T...
fields	GeoVectorValue	geodata/fields.shp
soils	GeoVectorValue	geodata/soil_texture.shp
reachs	GeoVectorValue	geodata/reachs.shp

Access to Datasource

Select the entities to create :

- Reach Segments (RS)
- Surface Units (SU)

Note:
Some GeoMHDAS options are linked to the type of the selected layers or to others options.
If you want to enable an option, please provide the required data or modify the previous selected options.

Layers Verification | Entities creation | Entities cleaning | **Topology Computation** | Parameterisation | Export

RS topology computation

Altitude computation

- Value is stored into the column: []
- Value will be computed with the raster DEM: dem
- Using one pixel on centroid position
- Using all pixel values on the Feature

Slope computation

- Value is stored into the column: []
- Value will be computed with the raster DEM: dem
- Replacement value for negative slope: 0.001

SU topology computation

Select the topology relation :

- Contains
- Intersects
- Touches

Select the method to find the DownUnit of SU :

- Use the steepest slope
- Use the shortest distance
- Use the Higher Process Order

Use a line GeoVector to compute manual topology: reaches

Altitude computation

- Value is stored into the column: []
- Value will be computed with the raster DEM: dem
- Using one pixel on centroid position
- Using all pixel values on the Feature

Slope computation

- Value is stored into the column: []
- Value will be computed

Topology relation between SU and RS

Buffer distance (m) between SU boundaries and RS: 2

Min length (m) of the RS in contact with SU boundaries to be taken into account: 1

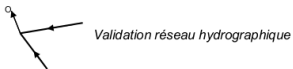
Value of the length ratio (0 to 1) between RS and SU boundaries length: 0.5

Cancel Proceed

Calcul de la connectivité avec ou sans **MNT**, **plusieurs** règles de voisinage et de choix de l'unité aval, possibilité d'indiquer **manuellement** la topologie

Paramétrage

1. Gestion des objets géographiques



2. Création des unités homogènes



3. Topologie orientée



4. Paramétrage



Paramétrage lié à géométrie entités

Paramétrage

GeoMHYDAS

Layers Verification | Entities creation | Entities cleaning | Topology Computation | **Parameterisation** | Export

Selected active layers :

Name	Type	Source
dem	GeoRasterValue	geodata/dem....
Irrigated	GeoRasterValue	geodata/irrigat...
fields	GeoVectorValue	geodata/fields...
soils	GeoVectorValue	geodata/soil.t...

Access to Datastore

Select the entities to create :

- Reach Segments (RS)
- Surface Units (SU)

Note :

Some GeoMHYDAS options are linked to the type of the selected layers or to others options.

If you want to enable an option, please provide the required data or modify the previous selected options.

RS parameterisation

	Name	Source Layer	Column Name	Method	Threshold
1	width	reachs	width	by Location	0.1
2	Ks	reachs	Ks	by Location	0.1

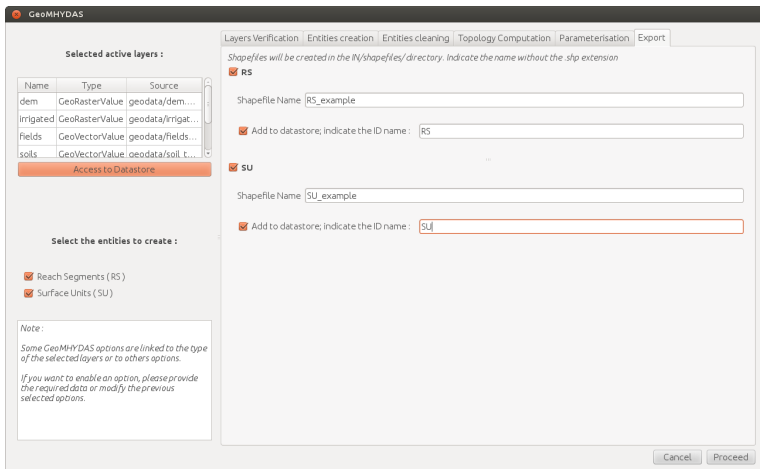
SU parameterisation

	Name	Source Layer	Column Name	Method
1	thetares	soils	thetares	by Location
2	manning	fields	manning	by Location
3	thetaini	irrigated		pixel value on centroid

Cancel | Proceed

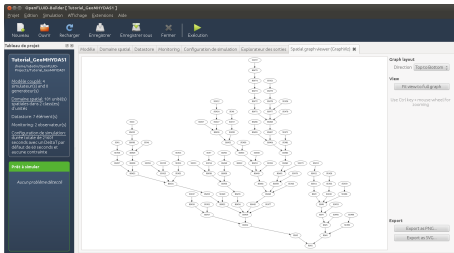
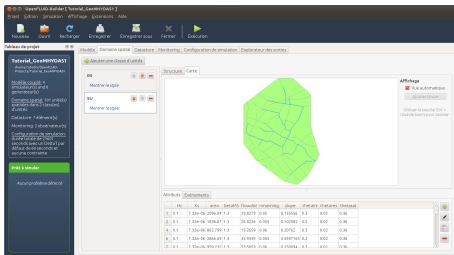
Paramétrage de propriétés depuis des données **vectérielles** ou **raster**

Export



Export des couches de RS et SU en **shapefiles**

Création du domaine spatial OpenFLUID



Plan

- 1 Contexte
- 2 Représentation de l'espace
- 3 Outil GeoMHYDAS
- 4 Démonstration de l'outil**

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/>.