



OpenFLUID

Software Environment
for Modelling Fluxes in Landscapes

Représentation Numérique du Paysage

GeoMHYDAS pour le modèle MHYDAS

Formation OpenFLUID - Février 2014

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

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



Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Questions méthodologiques
- 3 Représentation de l'espace pour MHYDAS
- 4 L'outil GeoMHYDAS

Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
 - Représentation spatiale et modélisation hydrologique
 - Cas des bassins versants anthropisés

- 2 Questions méthodologiques

- 3 Représentation de l'espace pour MHYDAS

- 4 L'outil GeoMHYDAS

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**.

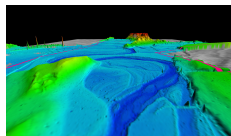
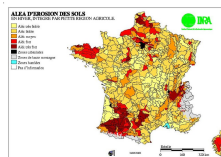
Représentation du paysage pour la modélisation hydrologique distribuée

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,
- ...

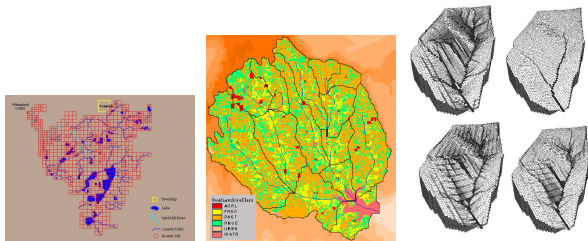
Quelle représentation pour la modélisation hydrologique ?

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 ?**

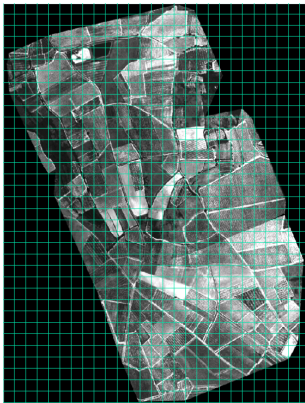
Représentation raster

- 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 ?**

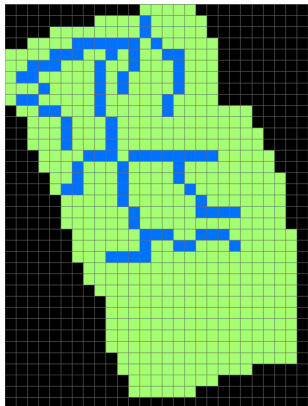
Petits bassins versants anthropisés



Petits bassins versants anthropisés



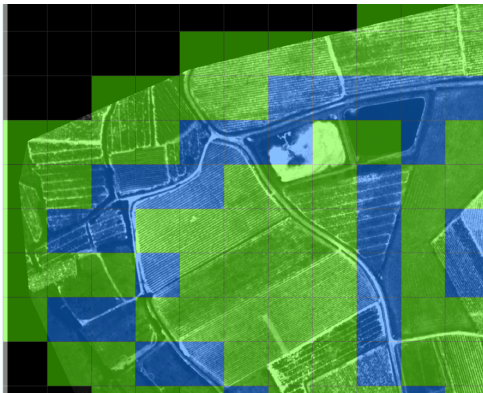
Petits bassins versants anthropisés



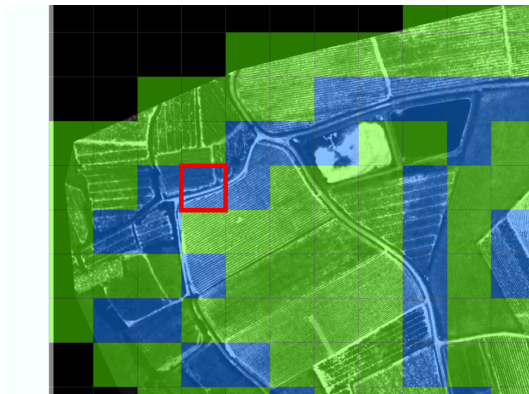
Représentation maillée

- 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 ?

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**

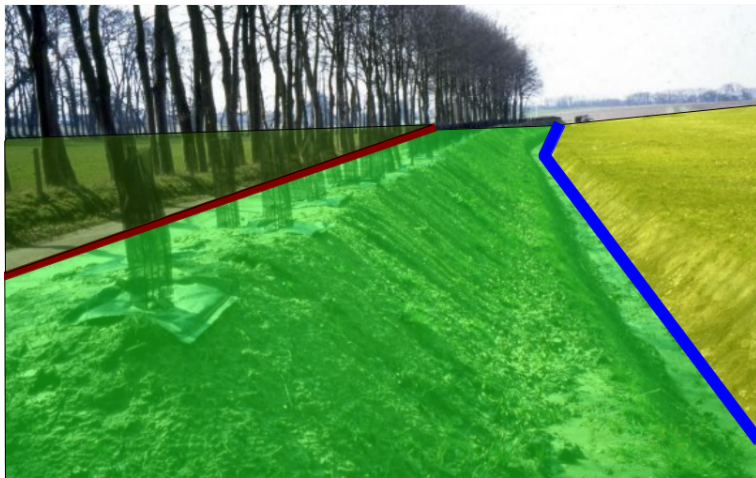
Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Questions méthodologiques
 - Abstraction
 - Evolution temporelle
 - Création d'unités adéquates
 - Gestion de la topologie
- 3 Représentation de l'espace pour MHYDAS
- 4 L'outil GeoMHYDAS

Abstraction des objets du paysage



Abstraction des objets du paysage



Evolution temporelle des objets du paysage



Evolution temporelle des objets du paysage



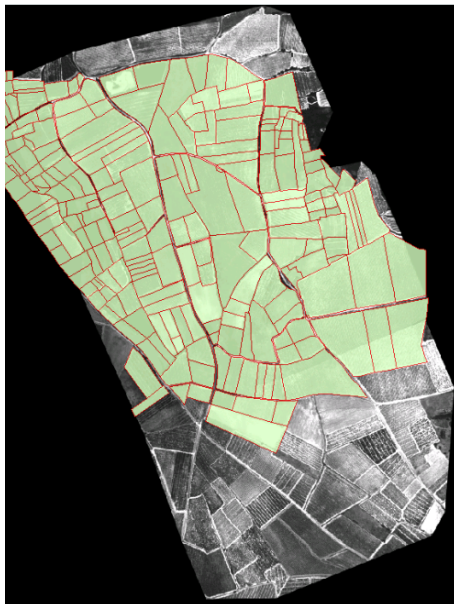
Evolution temporelle des objets du paysage



Evolution temporelle des objets du paysage

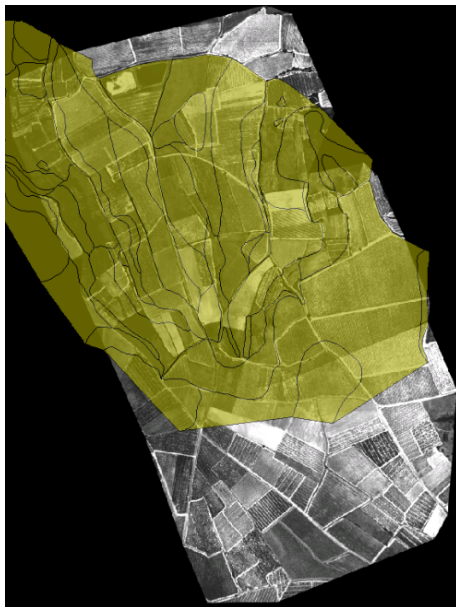


Création d'unités adéquates



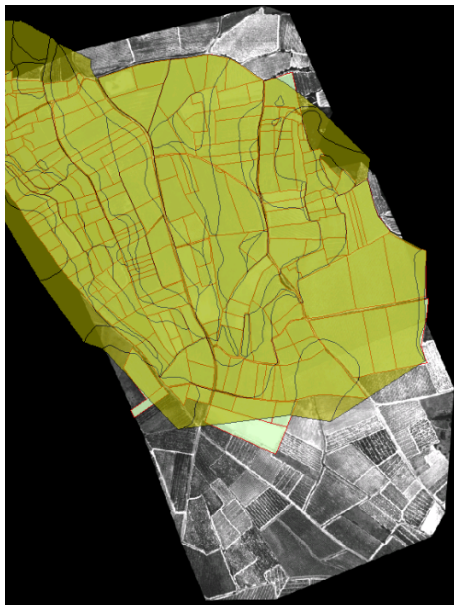
- Couche de parcellaire

Création d'unités adéquates



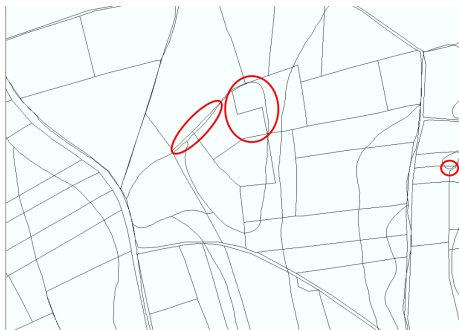
- Couche d'horizons de sol

Création d'unités adéquates



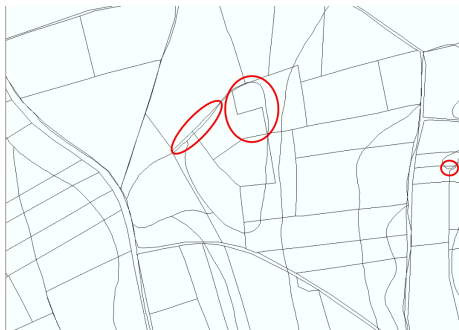
- Intersection des deux couches

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

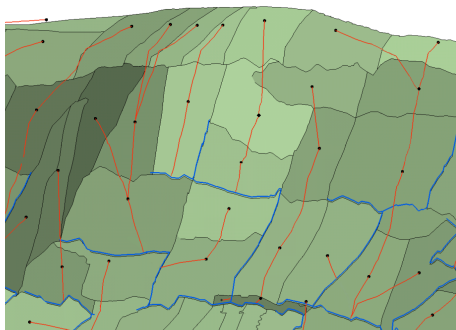
Branche des mathématiques traitant des relations de voisinage qui s'établissent entre les figures géométriques



- Parcelaire
- Réseau hydrographique

Gestion de la topologie

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



- Parcelaire
- Réseau hydrographique
- Chemins hydrologiques

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

Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Questions méthodologiques
- 3 Représentation de l'espace pour MHYDAS
 - L'espace
 - Principes de RNP
 - Détails des étapes
 - Calcul des chemins de l'eau
- 4 L'outil GeoMHYDAS

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

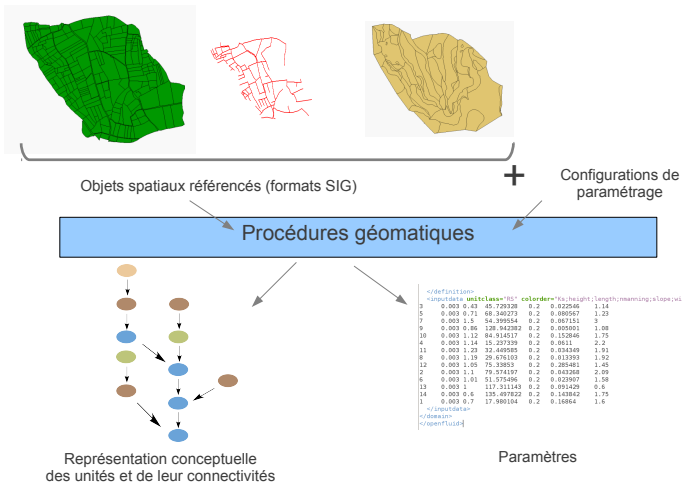
Pourquoi ? Prise en compte de l'hétérogénéité spatiale des paysages et de ces discontinuités

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

- 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

1. *Gestion des
objets
géographiques*



Validation réseau hydrographique

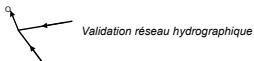
2. *Création des
unités
homogènes*

3. *Topologie
orientée*

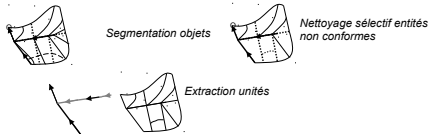
4. *Paramétrage*

Détails des étapes

1. Gestion des objets géographiques



2. Création des unités homogènes

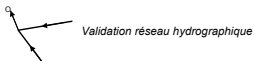


3. Topologie orientée

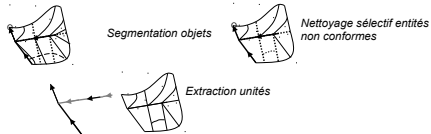
4. Paramétrage

Détails des étapes

1. Gestion des objets géographiques



2. Création des unités homogènes



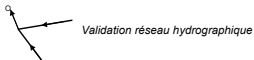
3. Topologie orientée



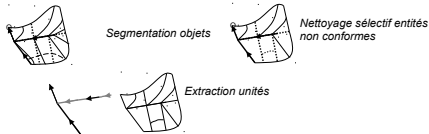
4. Paramétrage

Détails des étapes

1. Gestion des objets géographiques



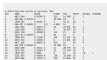
2. Création des unités homogènes



3. Topologie orientée

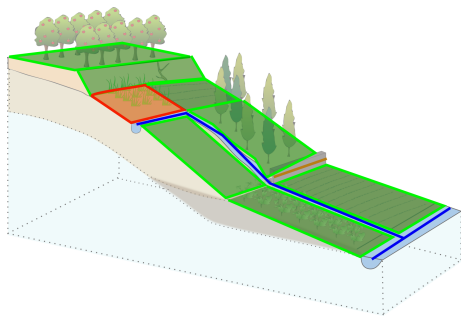


4. Paramétrage



Paramétrage lié à géométrie entités

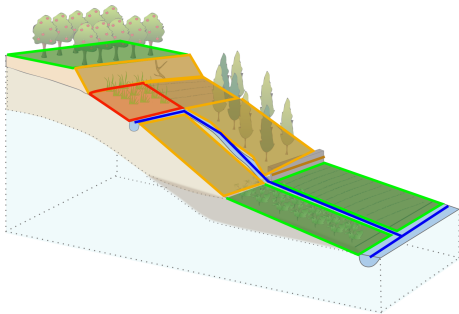
Calcul des chemins de l'eau



- 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**

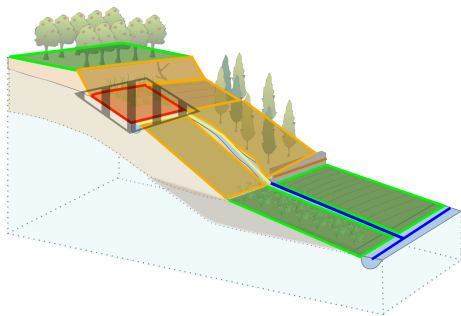
Calcul des chemins de l'eau



- 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**

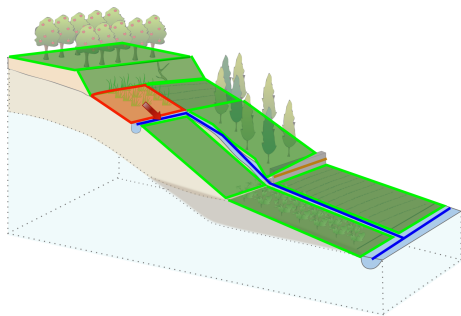
Calcul des chemins de l'eau



- 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**

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.

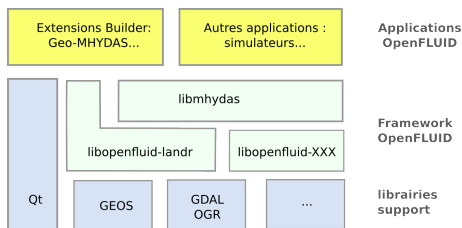
Calcul des chemins de l'eau par recherche de **plus grande pente**

Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Questions méthodologiques
- 3 Représentation de l'espace pour MHYDAS
- 4 **L'outil GeoMHYDAS**
 - **Aspects logiciels**
 - **Présentation de l'interface**
 - **Perspectives thématiques**

Aspects logiciels

Librairies de fonctionnalités



Développement d'applications :

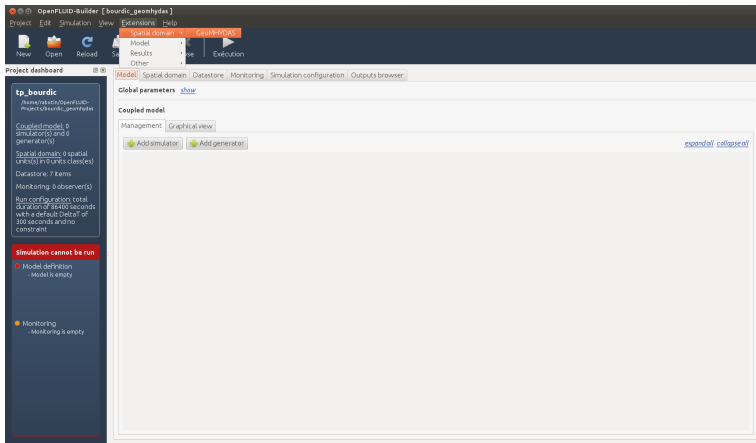
GeoMHYDAS : plugin OpenFLUID-Builder

Interface graphique pour contrôle utilisateur à chaque étape

Finalisation de l'interface graphique

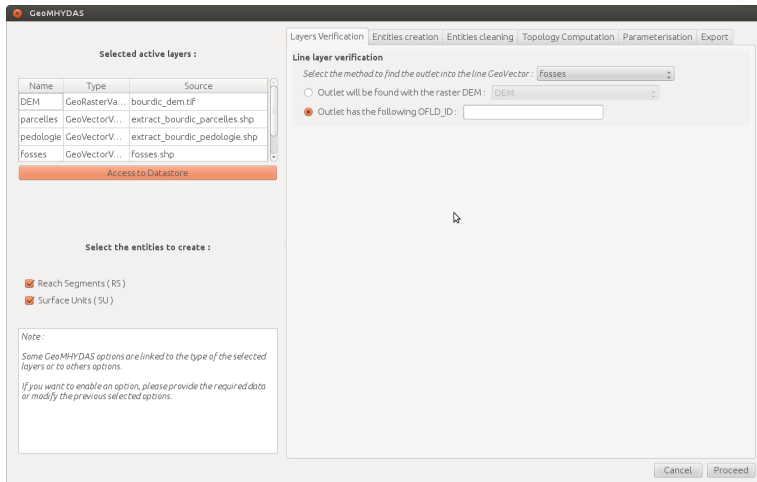
En développement: utilisation en ligne de commande

L'extension GeoMHYDAS



Lancement de l'extension GeoMHYDAS

Interface



Onglet pour chacune des grandes étapes
Paramétrage de l'intégralité de la séquence avant calcul

Perspectives thématiques

- prise en compte de **nouveaux objets** du paysage : talus, réseaux hydrographiques très spécifiques : déconnectés, avec cycles...
- + grande généralité de **représentation** des objets: fossés représentés par points, polygones,...
- + grande généricité de **connectivités** : érosion, surface-souterrain,...

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/>.