

Représentation Numérique du Paysage

Modèle MHYDAS sous la plateforme OpenFLUID

M. Rabotin, P. Lagacherie, R. Moussa, JC. Fabre, X. Louchart

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

Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Objectifs et 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 Objectifs et 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**.

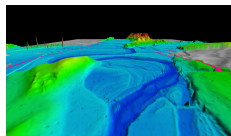
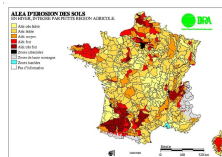
Représentation du paysage pour la modélisation hydrologique distribuée

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,
- ...

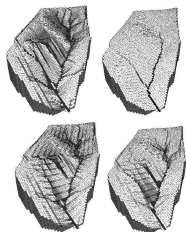
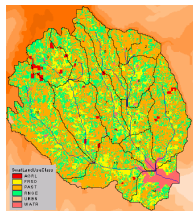
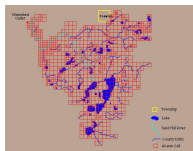
Quelle représentation pour la modélisation hydrologique ?

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 ?**

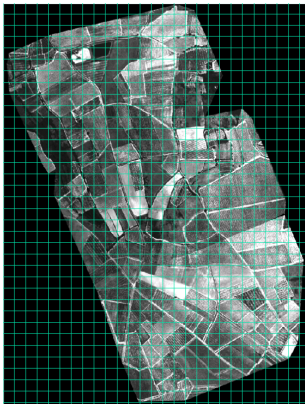
Petits Bassins Versants anthropisés



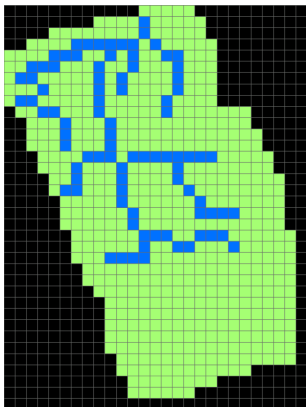
Petits bassins versants anthropisés



Petits bassins versants anthropisés



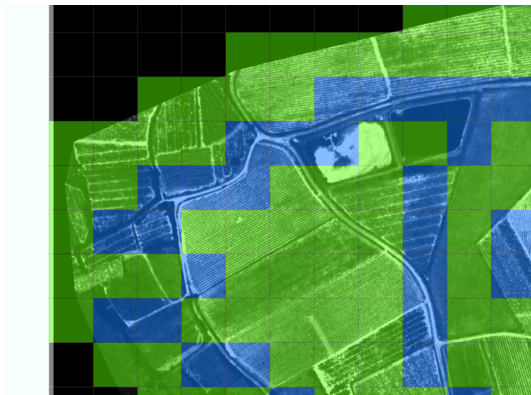
Petits bassins versants anthropisés



Représentation maillée

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

Petits bassins versants anthropisés

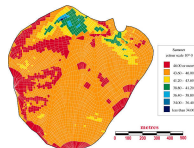
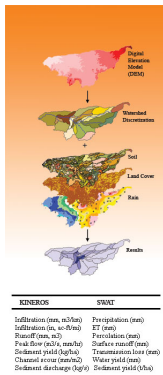


Petits bassins versants anthropisés

- 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

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

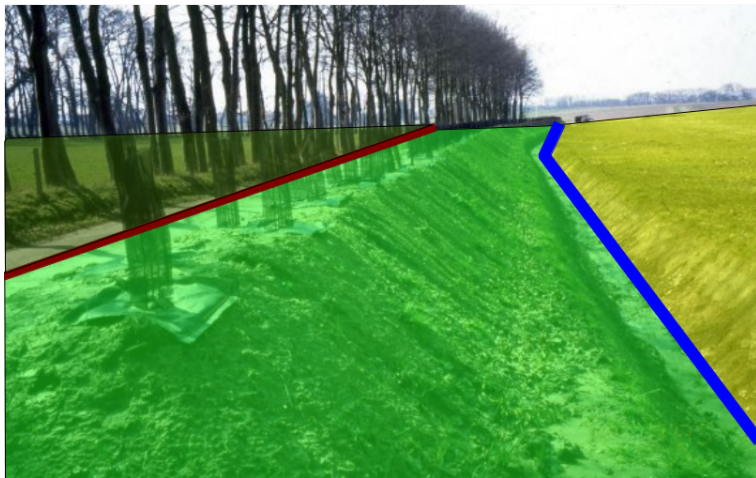


Représentation de l'espace par approche **vecteur**

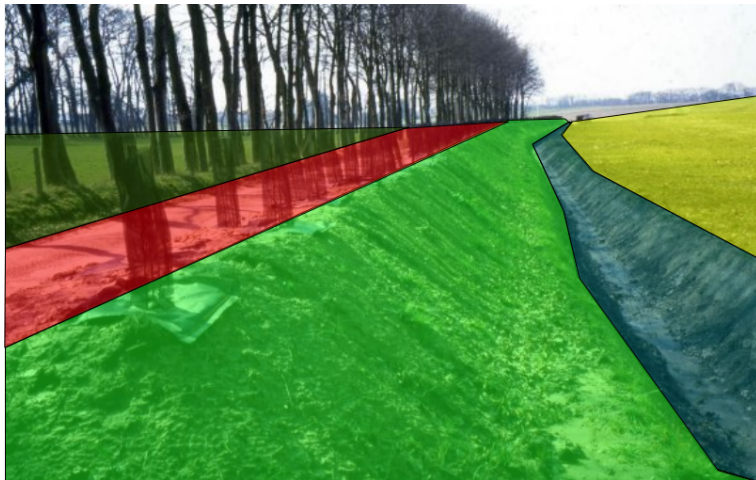
Plan

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

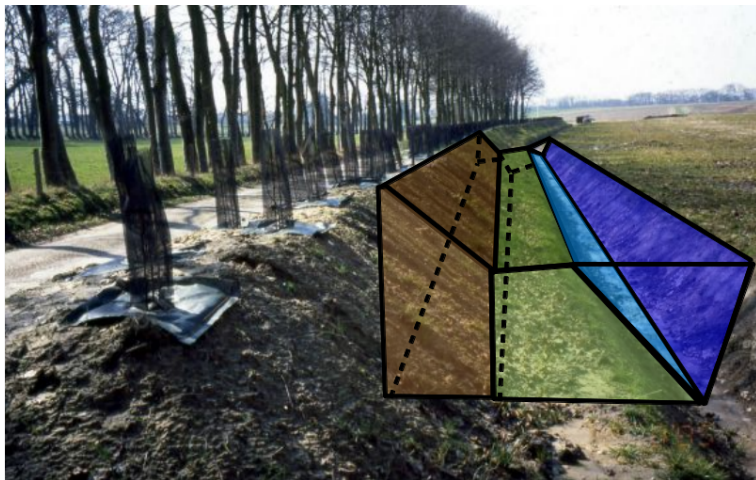
Abstraction des objets du paysage



Abstraction des objets du paysage



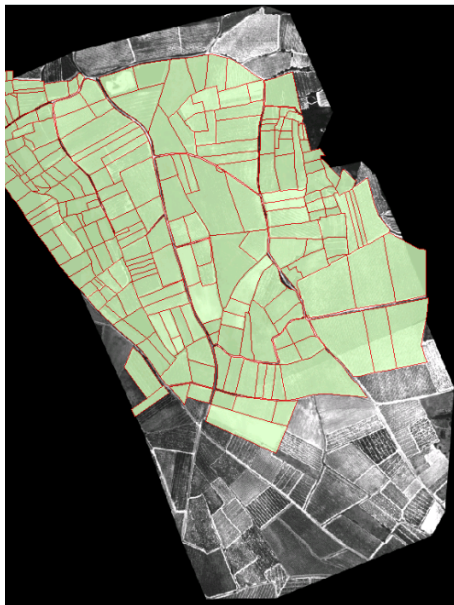
Abstraction des objets du paysage



Evolution temporelle des objets du paysage

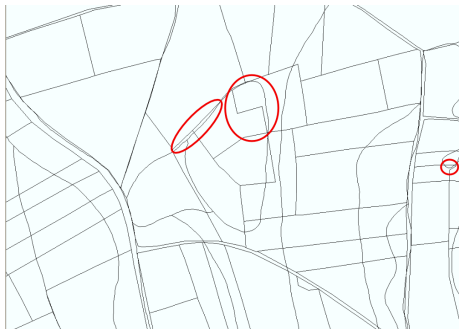


Création d'unités adéquates



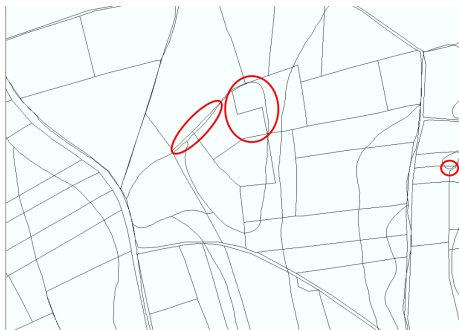
- Couche de parcellaire

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



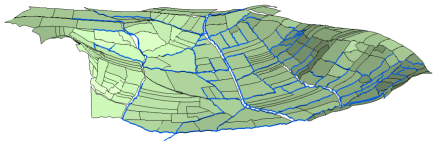
- présence d'entités trop fines,
- présence d'entités trop petites,
- présence d'entités à la géométrie non conforme.

Nécessité de :

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

Gestion de la topologie

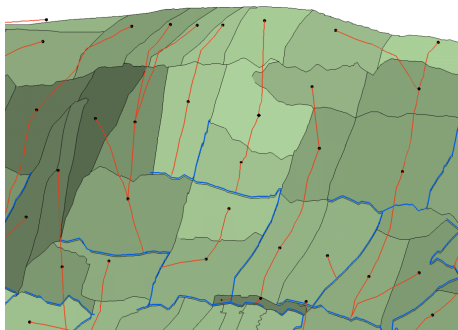
Branche des mathématiques traitant des relations de voisinage qui s'établissent entre les figures géométriques



- 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

Plan

- 1 Contexte thématique et problématique
- 2 Objectifs et 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 : 15 procédures géomatiques

Logiciel GRASS 6.x (open source, SIG topologique)

Développement d'algorithmes géomatiques spécifiques en langage C, Perl et Shell

Interface graphique pour contrôle utilisateur à chaque étape

Possibilité de procédure par batch pour tests de paramètres, analyses de sensibilité,...

Contraintes d'utilisation

Module indépendant de la plateforme OpenFLUID (pour l'instant...)

Système d'exploitation linux (Ubuntu)

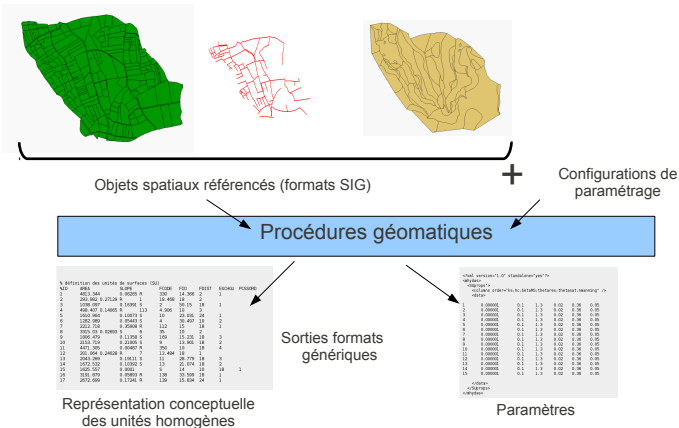
Compétences en GRASS nécessaires

Temps de calculs longs

Plan

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

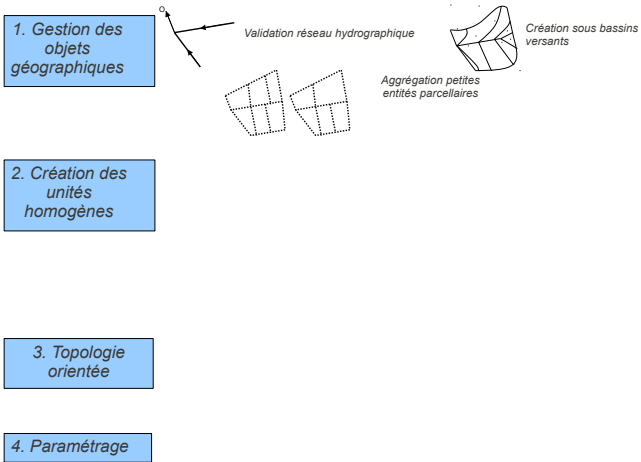
Principes de RNP



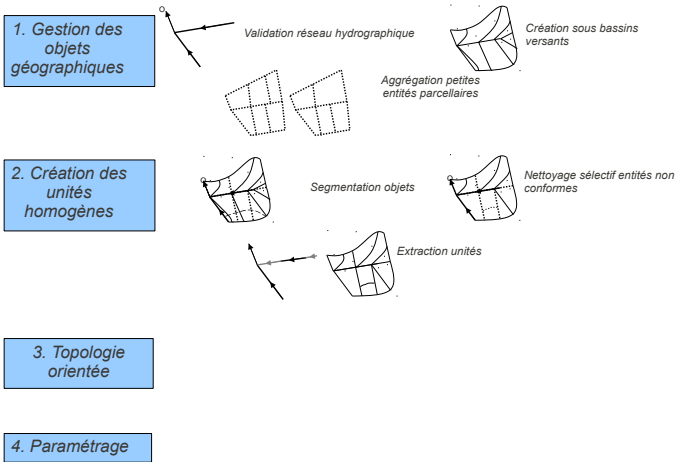
Détails des étapes

- 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.

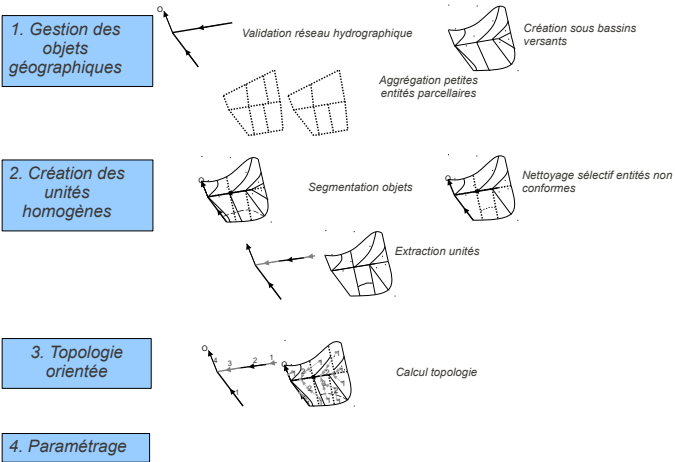
Détails des étapes



Détails des étapes



Détails des étapes



Détails des étapes

1. Gestion des objets géographiques



Validation réseau hydrographique



Création sous bassins versants



Aggrégation 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 caractéristique
2	1000	m	Longueur caractéristique
3	10000	m	Longueur caractéristique
4	100000	m	Longueur caractéristique
5	1000000	m	Longueur caractéristique
6	10000000	m	Longueur caractéristique
7	100000000	m	Longueur caractéristique
8	1000000000	m	Longueur caractéristique
9	10000000000	m	Longueur caractéristique
10	100000000000	m	Longueur caractéristique
11	1000000000000	m	Longueur caractéristique
12	10000000000000	m	Longueur caractéristique
13	100000000000000	m	Longueur caractéristique
14	1000000000000000	m	Longueur caractéristique
15	10000000000000000	m	Longueur caractéristique
16	100000000000000000	m	Longueur caractéristique
17	1000000000000000000	m	Longueur caractéristique
18	10000000000000000000	m	Longueur caractéristique
19	100000000000000000000	m	Longueur caractéristique
20	1000000000000000000000	m	Longueur caractéristique

Paramétrage lié à géométrie entités

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 genericité des processus pris en compte : érosion, surface-souterrain,...

Perspectives techniques

- intégration à la plate-forme OpenFLUID,
- développement objet + bibliothèques spatiales GEOS, Boost.Geometry...
- sources de données spatiales + génériques : fichiers, bases de données, flux de fichiers...

Références & Ressources



J.C. Fabre, X. Louchart, R. Moussa, C. Dagès, F. Colin, M. Rabotin, D. Raclot, P. Lagacherie, and Voltz M.
OpenFLUID: a software environment for modelling fluxes in landscapes.
In *LANDMOD2010*, INRA, CIRAD, page 13pp, Montpellier, France, 2010. Quae.



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.



Site web OpenFLUID.
<http://www.umr-lisah.fr/openfluid/>.



Site web OpenFLUID Community.
<http://www.umr-lisah.fr/openfluid/community/>.