Représentation numérique du paysage par OpenFLUID

M. Rabotin et al.

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

Concepts de RNP

Modélisation du fonctionnement du paysage

Représentation numérique du paysage

+

Modélisation des processus en interaction

- éléments du paysage (parcelles, routes, fossés, nappes,. . .)
- propriétés de ces éléments (géométrie, propriétés physiques,. . .)
- relations/connexions entre ces éléments (topologiques et hierarchiques)

↔

- dynamiques locales et spatiales des processus (transferts, évolutions, décisions, . . .)
- couplage entre les processus (interactions, rétroactions)

Modélisation du fonctionnement du paysage

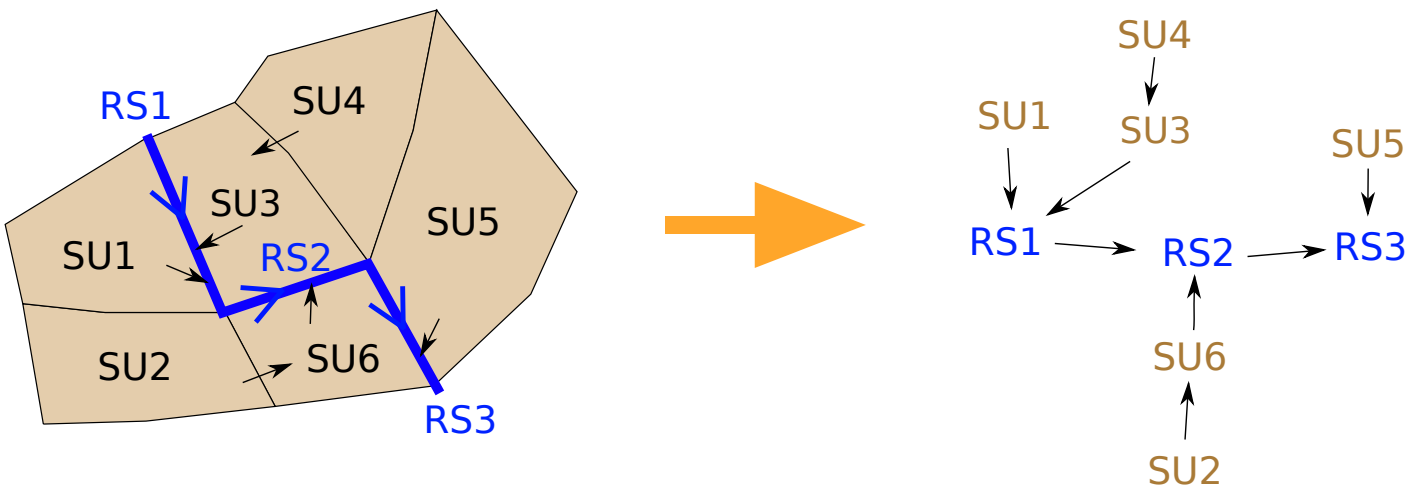
Représentation numérique du paysage

- éléments du paysage (parcelles, routes, fossés, nappes,. . .)
- propriétés de ces éléments (géométrie, propriétés physiques,. . .)
- relations/connexions entre ces éléments (topologiques et hierarchiques)

Représentation de l'espace sous OpenFLUID

L'espace est représenté par OpenFLUID sous la forme d'un graphe orienté

- Les noeuds sont les unités spatiales composant l'espace, rangés par classes d'unités spatiales
- Les arcs orientés sont les relations entre les unités spatiales
- Chaque noeud porte des attributs propres à l'unité spatiale qu'il représente

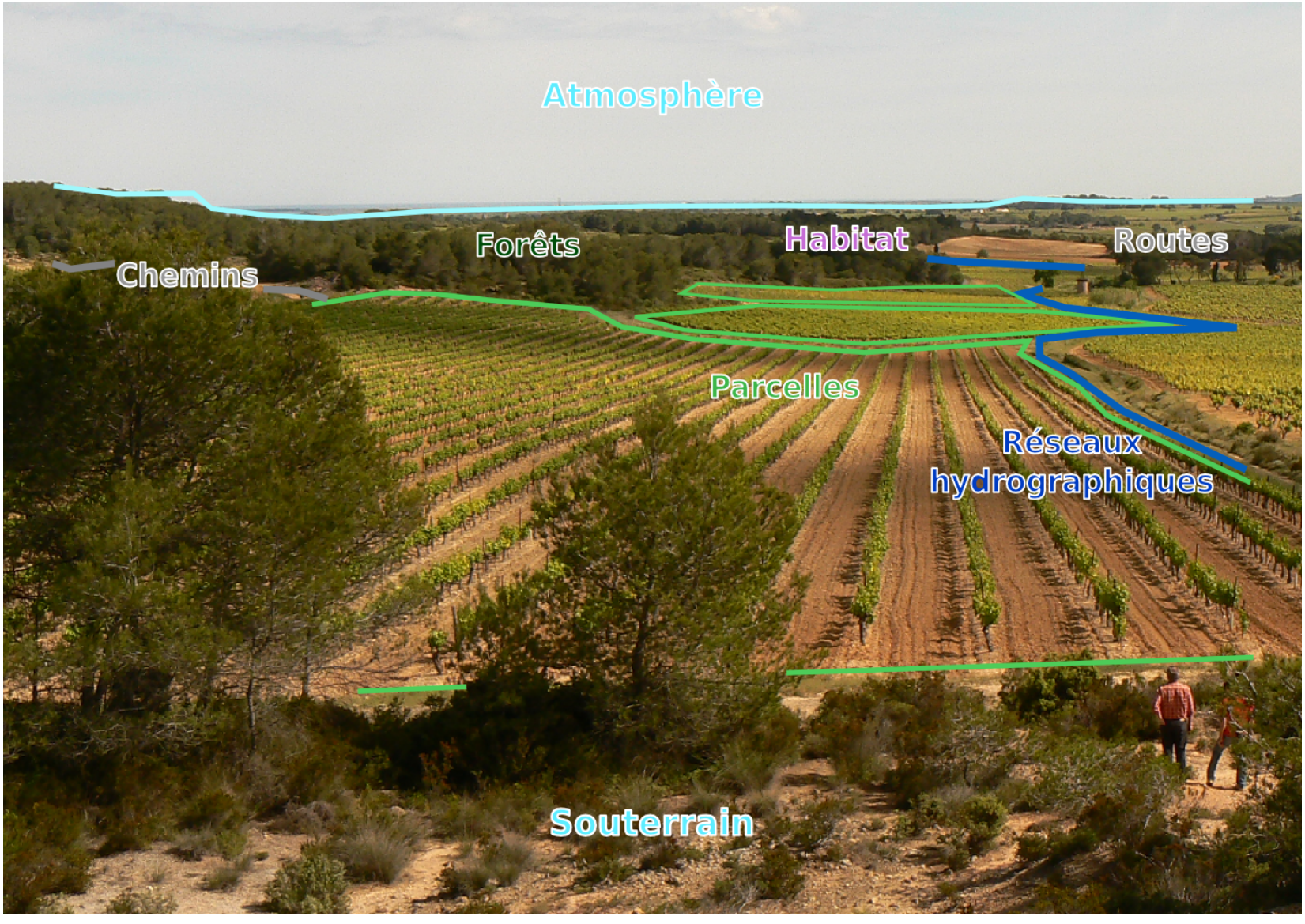


Nombreux algorithmes disponibles sur les graphes

(calculs de connexité, parcours, parallélisation, . . .)

Du paysage à sa représentation numérique

Du paysage à sa représentation numérique

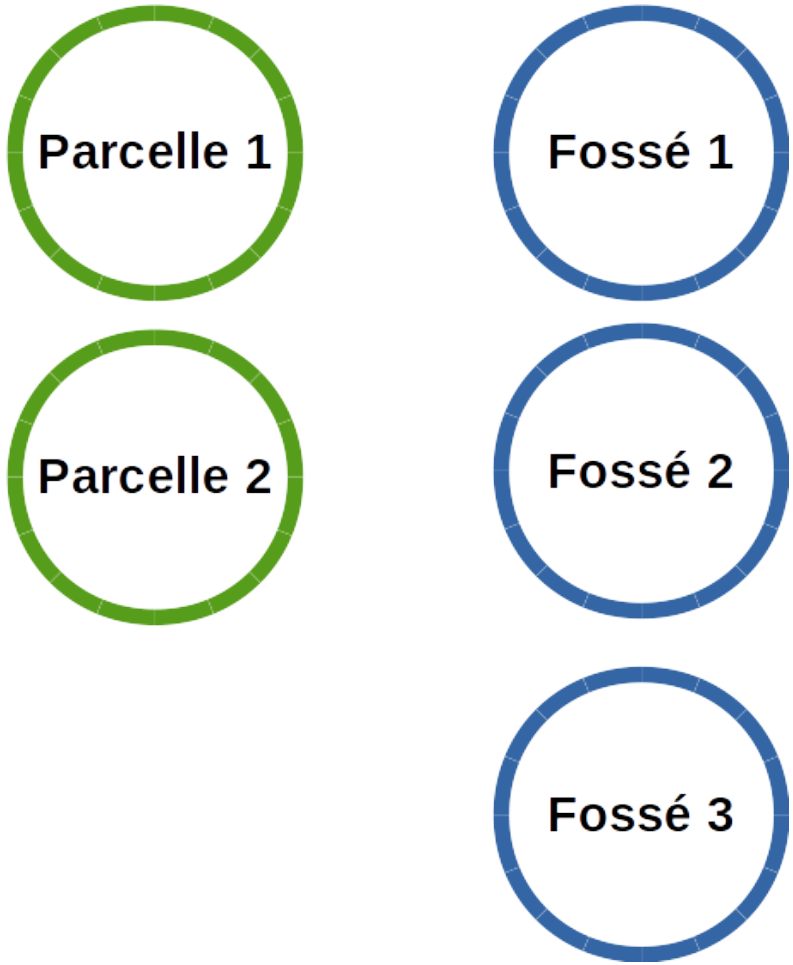


Démarche générale

- Choix des classes d'unités
  - classe Parcelle
  - classe Fossé
- Instanciation des classes d'unités
- Calcul des connexions entre unités
- Calcul des attributs des unités

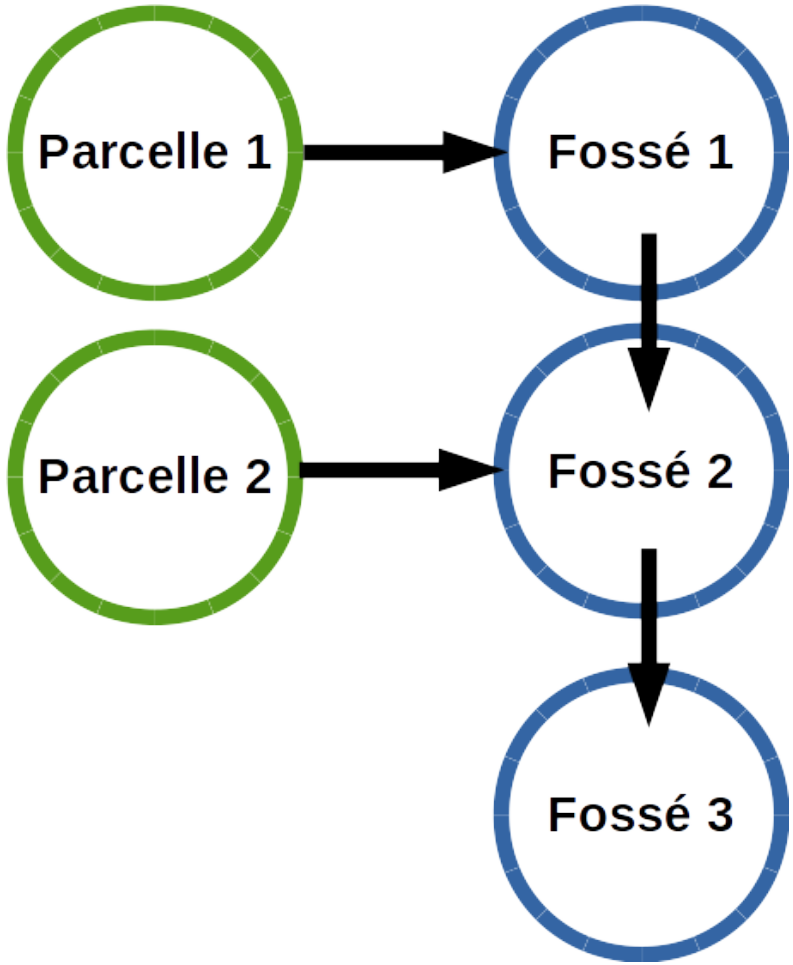
Démarche générale

- Choix des classes d'unités
  - classe Parcelle
  - classe Fossé
- Instanciation des classes d'unités
- Calcul des connexions entre unités
- Calcul des attributs des unités



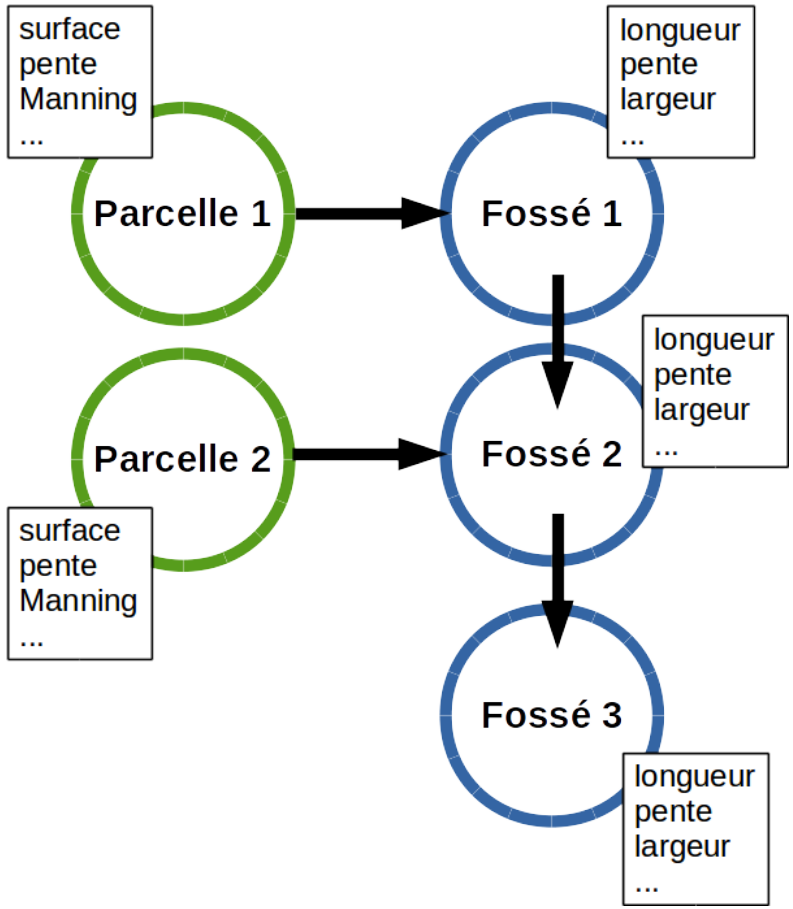
Démarche générale

- Choix des classes d'unités
  - classe Parcelle
  - classe Fossé
- Instanciation des classes d'unités
- Calcul des connexions entre unités
- Calcul des attributs des unités



Démarche générale

- Choix des classes d'unités
  - classe Parcelle
  - classe Fossé
- Instanciation des classes d'unités
- Calcul des connexions entre unités
- Calcul des attributs des unités



Pour construire le graphe

- Approche par expertise terrain
- Approche par automatisation

Approche par expertise terrain

Exemple de création de paysage

Bassin versant de St Bauzille de la Sylve

Objectifs : modéliser le fonctionnement hydrologique de surface

Pas de données spatiales

Visite terrain pour acquérir les informations

Identification des classes d'unités

Classe d'unités : Parcelle

Identification des classes d'unités

Classe d'unités : Fossé

Identification des connexions

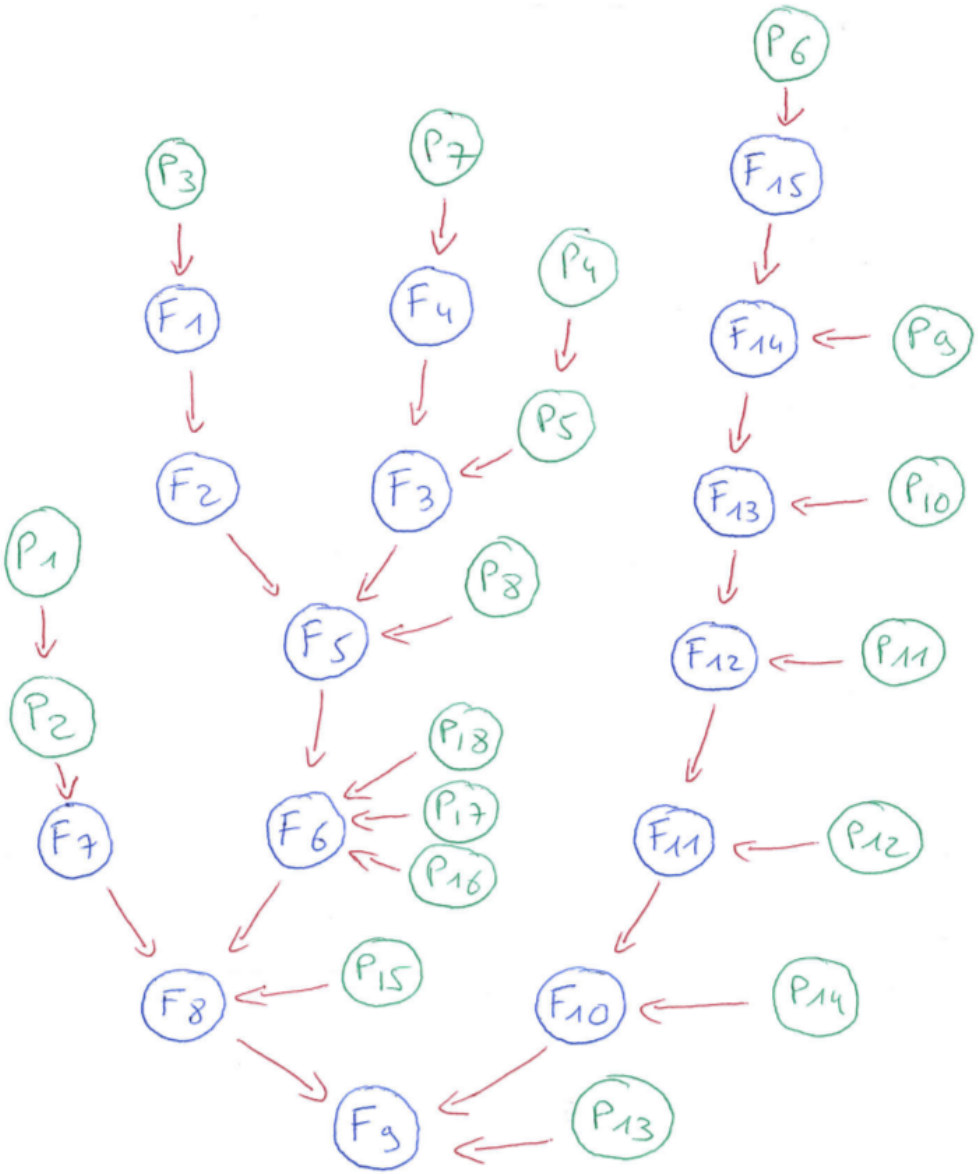
Ecoulements hydrologiques de surface

Acquisition des attributs

Attributs géométriques

Attributs en lien avec la thématique

Construction du graphe d'espace



Intégration du paysage dans OpenFLUID

Utilisation de l'interface OpenFLUID-Builder

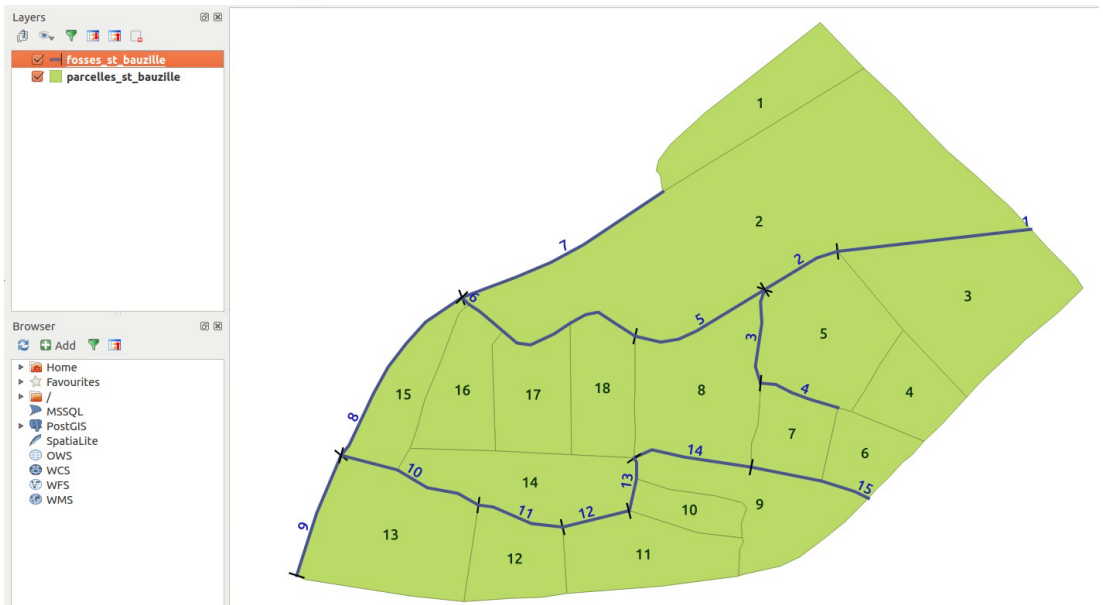
Vidéo de démonstration :

http://youtu.be/VK17MnHLXJU

Avec des données spatiales

Acquisition de données spatiales : GPS, cadastre...
Données SIG support lors de l'import dans OpenFLUID.

- Géométrie utilisée pour calcul surface, longueur...
- Table attributaire utilisée pour les connexions et les attributs



Avec des données spatiales

Acquisition de données spatiales : GPS, cadastre...
Données SIG support lors de l'import dans OpenFLUID.

- Géométrie utilisée pour calcul surface, longueur...
- Table attributaire utilisée pour les connexions et les attributs

Attribute table - parcelles_st_bauzille :: Features total: 18, filtered: 18, selected: 0

	altitude	OFLD_ID	Hc	Ks	betaMS	manning	thetaini	thetares	thetasat	topology
0	82.30000	1	0.100000	0.00000258...	1.28000	0.060000	0.280000	0.018000	0.350000	parcelle#2
1	79.40000	2	0.100000	0.00002580...	1.27000	0.060000	0.320000	0.021000	0.350000	fosse#7
2	80.20000	3	0.090000	0.00000732...	1.27000	0.050000	0.330000	0.021000	0.350000	fosse#1
3	79.30000	4	0.090000	0.00000732...	1.31000	0.050000	0.320000	0.019000	0.350000	parcelle#5
5	78.50000	5	0.110000	0.00000258...	1.30000	0.061000	0.280000	0.021000	0.360000	fosse#3
17	79.40000	6	0.100000	0.00000258...	1.30000	0.050000	0.290000	0.014000	0.360000	fosse#15
4	79.00000	7	0.110000	0.00000258...	1.31000	0.050000	0.320000	0.018000	0.350000	fosse#4
6	77.50000	8	0.090000	0.00000225...	1.30000	0.060000	0.300000	0.020000	0.360000	fosse#5
11	77.60000	9	0.120000	0.00000258...	1.29000	0.050000	0.310000	0.017000	0.360000	fosse#14
13	78.40000	10	0.100000	0.00000225...	1.31000	0.050000	0.280000	0.020000	0.370000	fosse#13
14	79.80000	11	0.100000	0.00000732...	1.28000	0.060000	0.270000	0.020000	0.350000	fosse#12
15	79.20000	12	0.110000	0.00000732...	1.28000	0.060000	0.310000	0.015000	0.350000	fosse#11
16	77.00000	13	0.090000	0.00000258...	1.30000	0.050000	0.280000	0.014000	0.360000	fosse#9
12	74.10000	14	0.080000	0.00000225...	1.31000	0.050000	0.300000	0.018000	0.370000	fosse#10
10	73.60000	15	0.110000	0.00000258...	1.29000	0.060000	0.290000	0.016000	0.360000	fosse#8
9	73.70000	16	0.100000	0.00000732...	1.27000	0.060000	0.280000	0.014000	0.340000	fosse#6
8	76.00000	17	0.090000	0.00000732...	1.27000	0.050000	0.300000	0.160000	0.340000	fosse#6
7	76.90000	18	0.120000	0.00000225...	1.30000	0.050000	0.300000	0.018000	0.330000	fosse#6

Intégration du paysage dans OpenFLUID

Utilisation de l'extension import de données spatiales

Vidéo de démonstration :

http://youtu.be/hli6M5HDItY

Retours sur cette approche

- Méthode rapide pour petits bassins versants ou connexions simples
- Données SIG non nécessaires
- Possibilité d'automatiser certaines étapes par des scripts R ou SIG
- Procédure lourde si paysage vaste

Approche avec OpenFLUID-landr

Contexte

Automatisation de la procédure:

- Pas de solution SIG "clé en main",
- Nécessité de développer un outil spécifique pour la représentation du paysage.

Démarche

Objectif:

- Ne pas être lié à une thématique particulière et à un environnement SIG particulier,
- Proposer des briques de fonctionnalités de traitements géomatiques génériques pour la représentation du paysage,
- Permettre la création de traitements plus spécialisés par combinaison de ces briques élémentaires,
- Profiter des composants logiciels et de l'environnement de développement du projet OpenFLUID.

→ Développement de la librairie logicielle OpenFLUID-landr

Principes

Mettre à disposition des utilisateurs des briques élémentaires de traitements géomatiques pour construire des traitements spécifiques.

Principes

Mettre à disposition des utilisateurs des briques élémentaires de traitements géomatiques pour construire des traitements spécifiques.

Caractéristiques :

- S'appuie sur des librairies conformes aux standards de l'OGC (OGR/GDAL, GEOS),
- Utilise les formats de données cartographiques existants,
- N'est pas ciblé sur une thématique particulière.

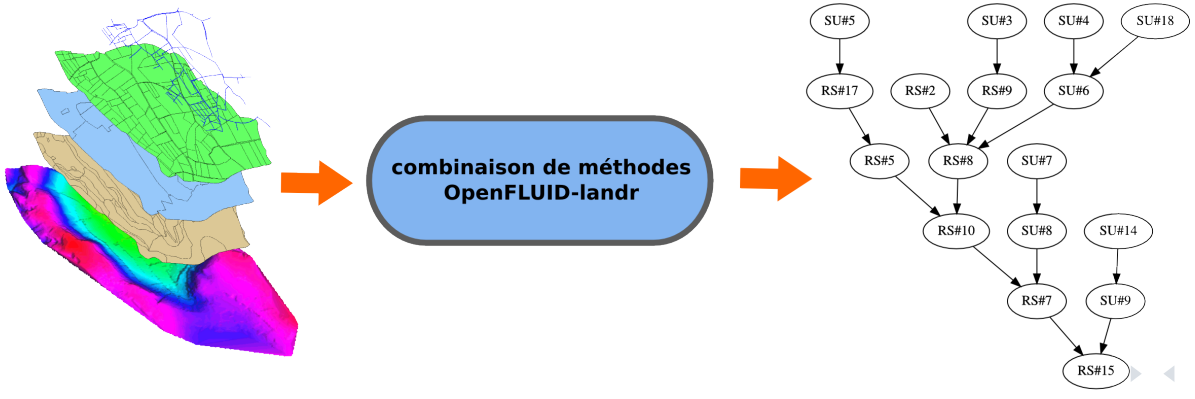
Principes

Mettre à disposition des utilisateurs des briques élémentaires de traitements géomatiques pour construire des traitements spécifiques.

Caractéristiques :

- S'appuie sur des librairies conformes aux standards de l'OGC (OGR/GDAL, GEOS),
- Utilise les formats de données cartographiques existants,
- N'est pas ciblé sur une thématique particulière.

Des données spatiales au graphe



Fonctionnalités et structures proposées

Des **objets**

- permettant l'intégration des données spatiales vectorielles polygones et lignes,
- proposant des structures de stockage topologique,
- pouvant être liés à des données raster.

Fonctionnalités et structures proposées

Des **objets**

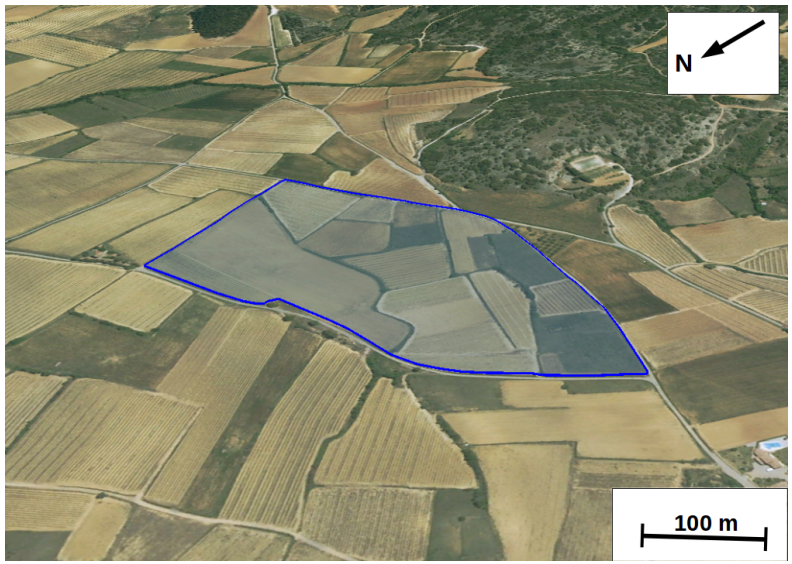
- permettant l'intégration des données spatiales vectorielles polygones et lignes,
- proposant des structures de stockage topologique,
- pouvant être liés à des données raster.

Des **méthodes** pour

- l'intégration des données vecteur et raster,
- la discrétisation de l'espace en unités spatiales selon les besoins du modélisateur,
- la vérification et la modification de la géométrie des unités spatiales,
- la construction de la connectivité orientée entre ces unités spatiales,
- le paramétrage de ces unités spatiales.

Exemple thématique : Création du paysage

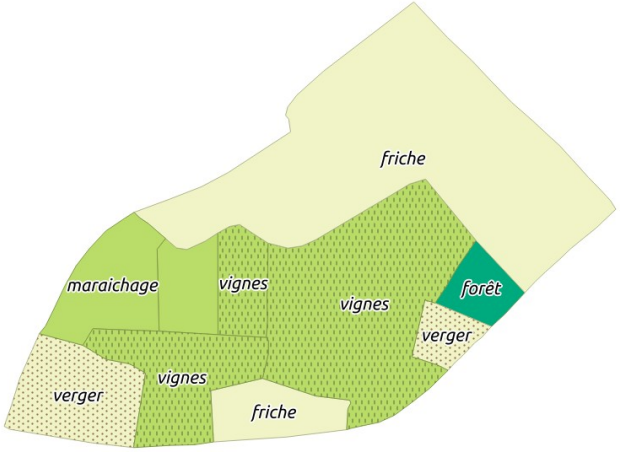
Bassin versant de St Bauzille de la Sylve



Représentation du paysage pour le modèle hydrologique utilisé :

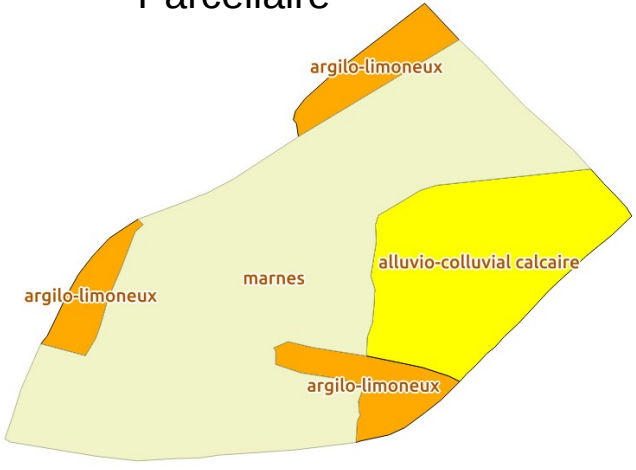
- discrétisation de l'espace en unités spatiales surfaciques et linéaires,
- construction de la connectivité des unités spatiales,

Données spatiales disponibles

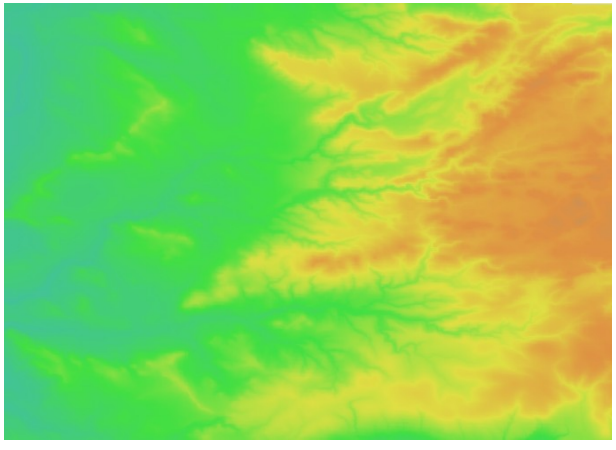


Parcellaire

Réseau de fossés



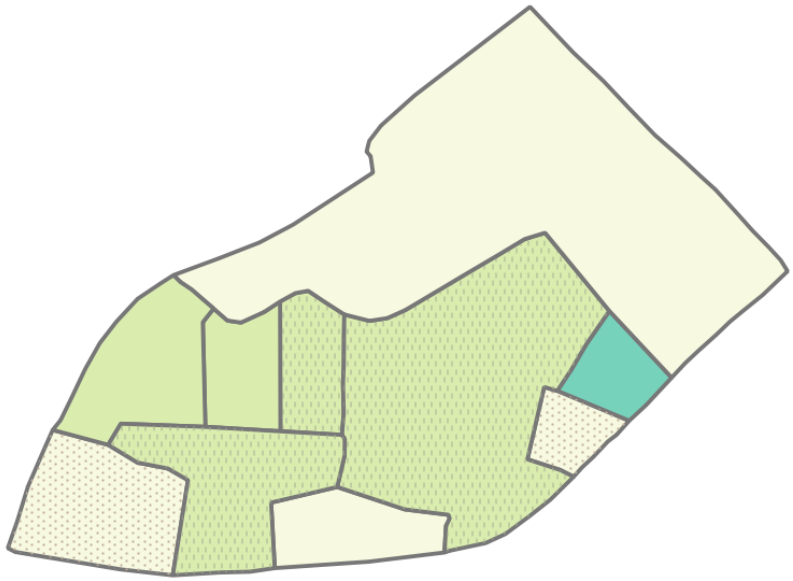
Unités de sol



MNT

Discrétisation du paysage en unités spatiales

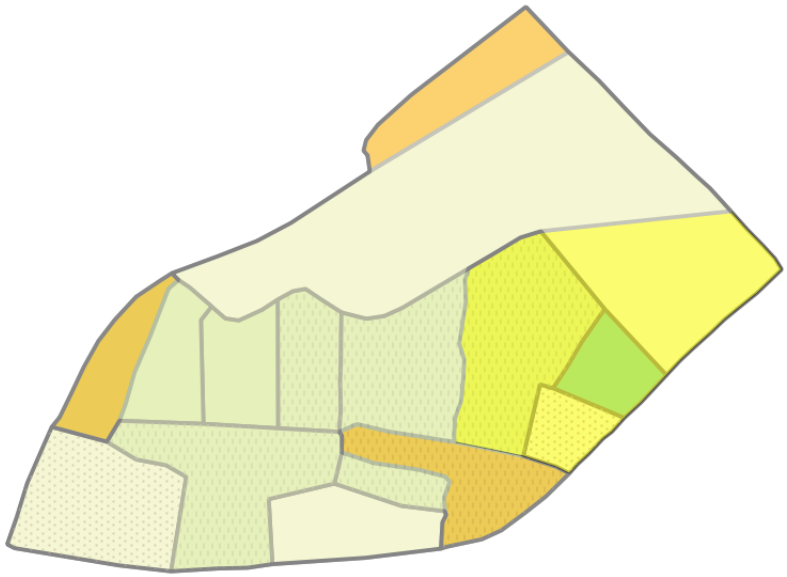
Intersections successives des données vectorielles



Couche de parcellaire cultural

Discrétisation du paysage en unités spatiales

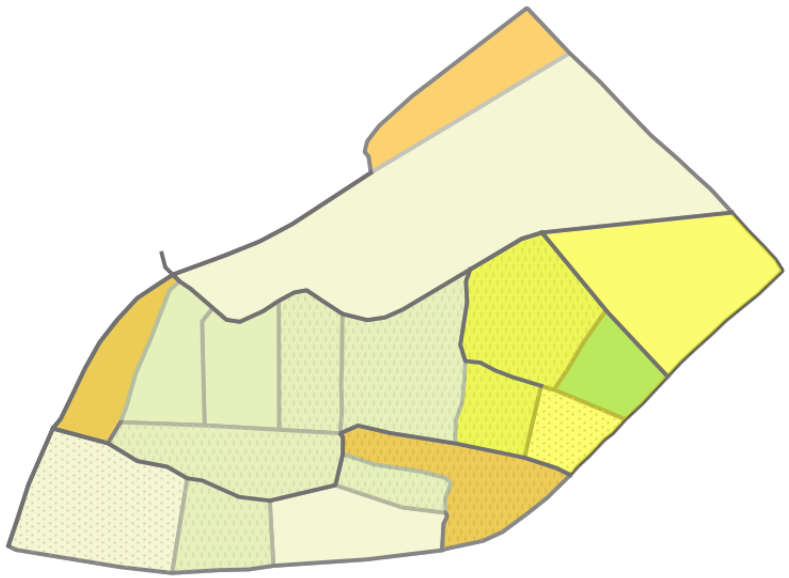
Intersections successives des données vectorielles



Couche de parcellaire cultural,
intersection avec la couche d'unités de sol

Discrétisation du paysage en unités spatiales

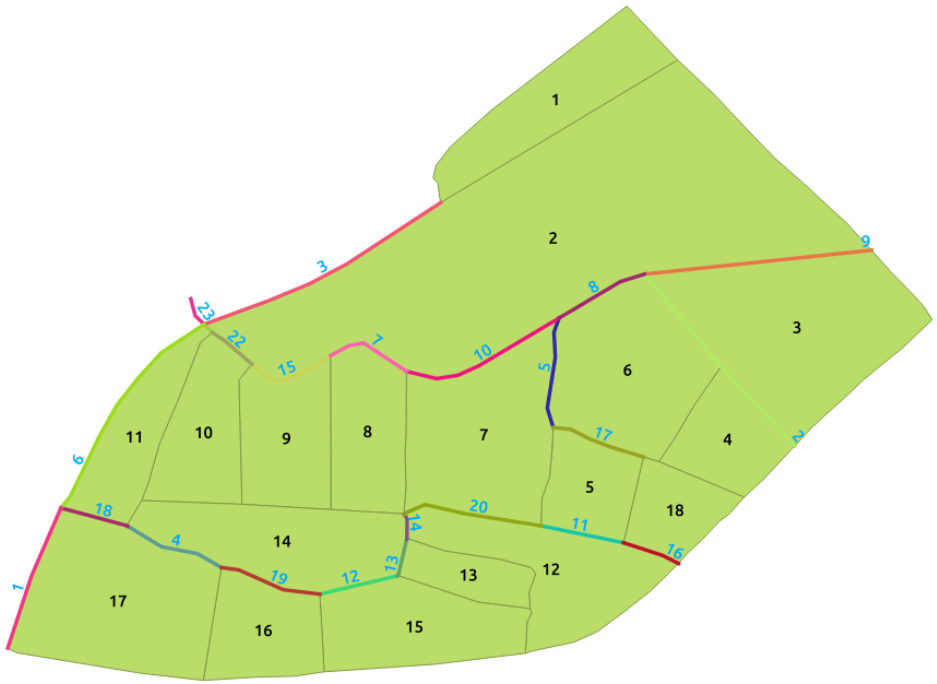
Intersections successives des données vectorielles



Couche de parcellaire cultural
Intersection avec la couche d'unités de sol puis avec la couche de réseau hydrographique.

Discrétisation du paysage en unités spatiales

Intersections successives des données vectorielles



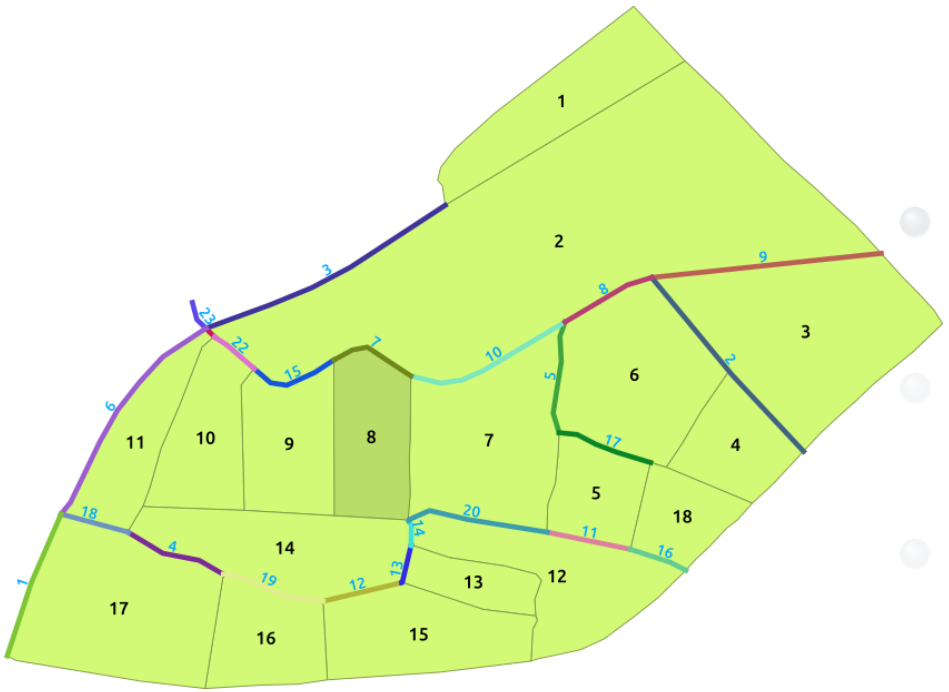
Création des unités spatiales surfaciques et linéaires
Nettoyage si nécessaire des géométries non conformes avec vérification de la validité topologique.

Discrétisation par OpenFLUID-landr - pseudo code

```
//Definition d'un objet MyLandscape :
//qui peut contenir  des objets PolygonGraph et LineStringGraph
MyLandscape();

//integration des couches Parcelles, Sols et Fosses
MyLandscape.addLayer(Parcelles)
MyLandscape.addLayer(Sols)
MyLandscape.addLayer(Fosses)

// intersections successives
MyLandscape.segment()

// nettoyage des polygones non conformes :
// par des criteres de surface
MyLandscape.mergePolygonEntities(
 getPolygonEntitiesByMinArea(Threshold))

// et des criteres de forme
MyLandscape.mergePolygonEntities(
       getPolygonEntitiesByCompactness(Threshold))
```

Modularité du calcul de connectivité

Exemple pour l'entité surfacique **8**



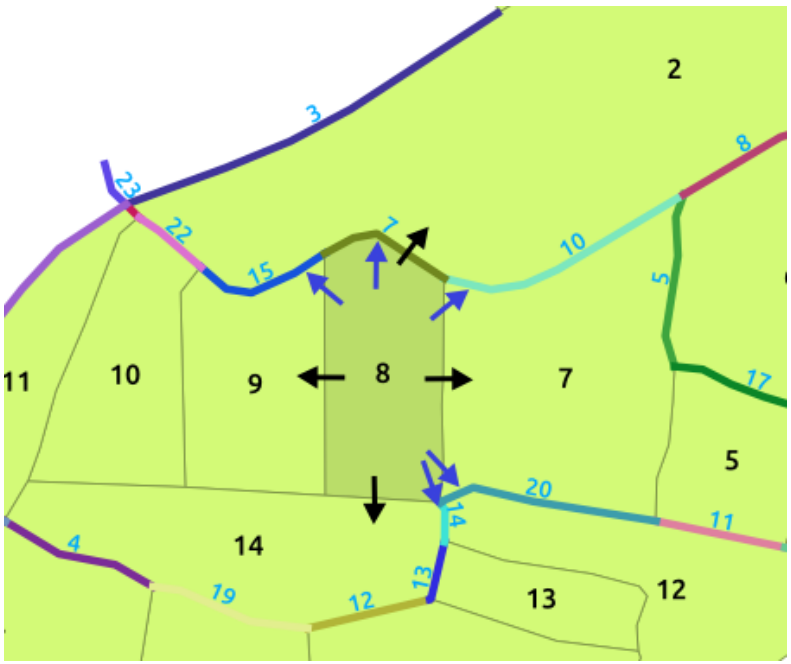
Différentes règles de connectivité possibles

- voisins polygones + voisins lignes en contact par au moins un sommet,
- voisins polygones + voisins lignes avec contact latéral,
- prise en compte d'éléments linéaires bloquants,
- orientation par la pente calculée à partir d'un MNT,

Modularité du nombre et de l'ordre des méthodes.

Modularité du calcul de connectivité

Exemple pour l'entité surfacique **8**



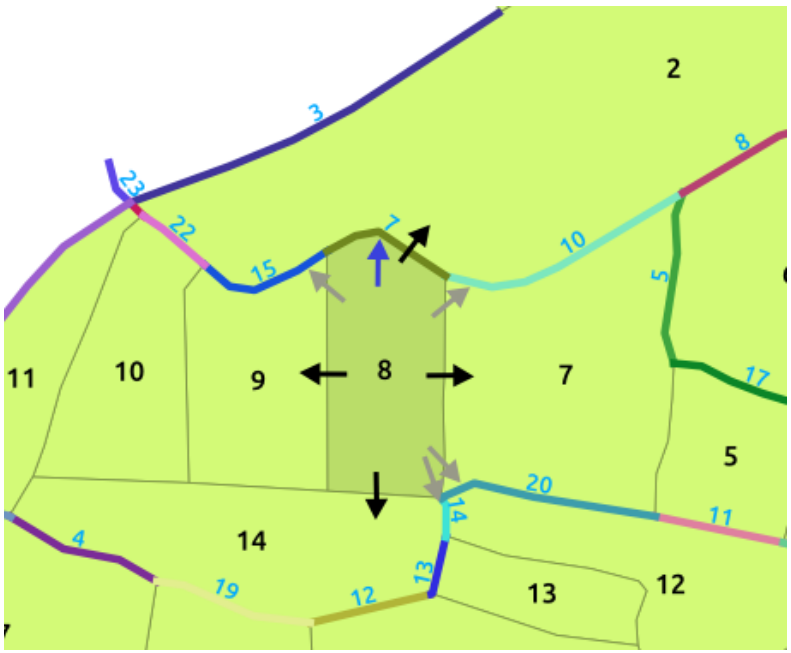
Différentes règles de connectivité possibles

- voisins polygones + voisins lignes en contact par au moins un sommet,
- voisins polygones + voisins lignes avec contact latéral,
- prise en compte d'éléments linéaires bloquants,
- orientation par la pente calculée à partir d'un MNT,

Modularité du nombre et de l'ordre des méthodes.

Modularité du calcul de connectivité

Exemple pour l'entité surfacique **8**



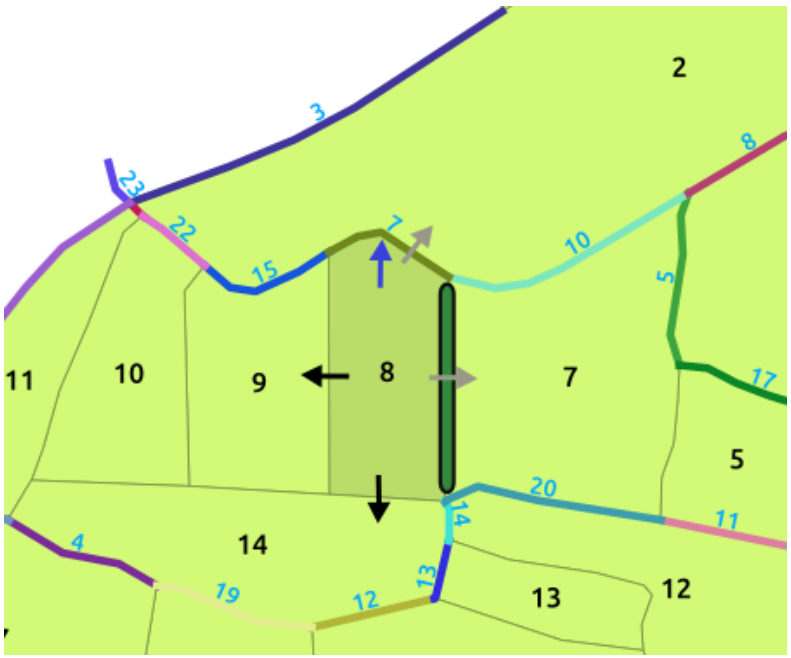
Différentes règles de connectivité possibles

- voisins polygones + voisins lignes en contact par au moins un sommet,
- voisins polygones + voisins lignes avec contact latéral,
- prise en compte d'éléments linéaires bloquants,
- orientation par la pente calculée à partir d'un MNT,

Modularité du nombre et de l'ordre des méthodes.

Modularité du calcul de connectivité

Exemple pour l'entité surfacique **8**



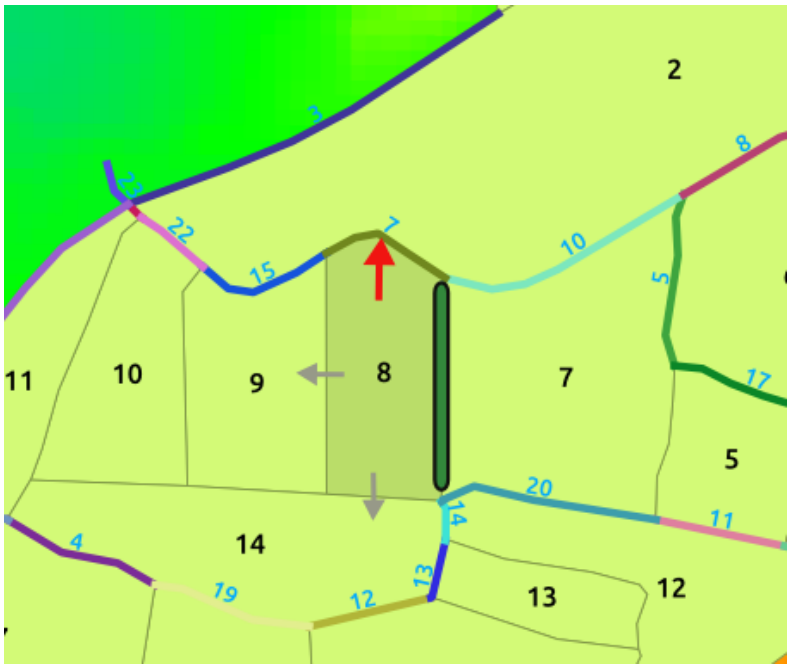
Différentes règles de connectivité possibles

- voisins polygones + voisins lignes en contact par au moins un sommet,
- voisins polygones + voisins lignes avec contact latéral,
- prise en compte d'éléments linéaires bloquants,
- orientation par la pente calculée à partir d'un MNT,

Modularité du nombre et de l'ordre des méthodes.

Modularité du calcul de connectivité

Exemple pour l'entité surfacique **8**



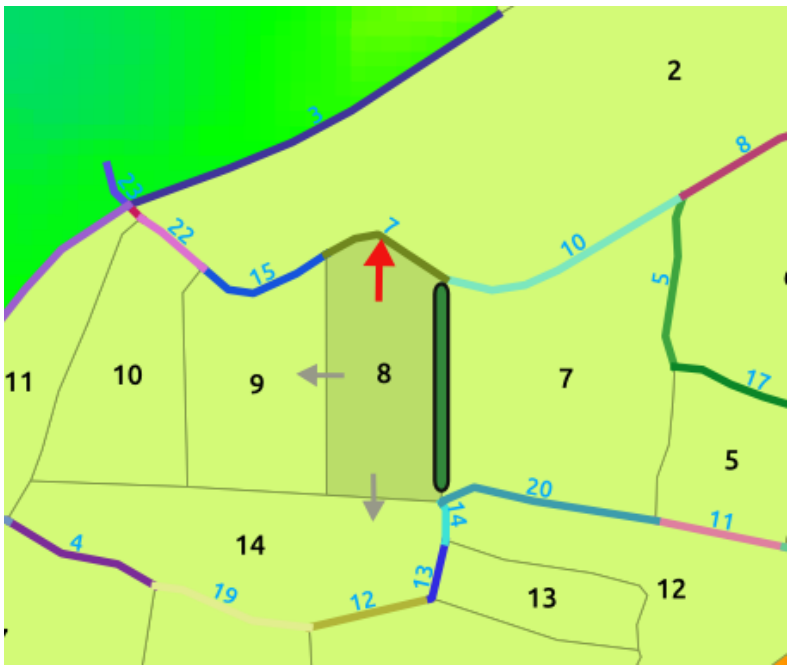
Différentes règles de connectivité possibles

- voisins polygones + voisins lignes en contact par au moins un sommet,
- voisins polygones + voisins lignes avec contact latéral,
- prise en compte d'éléments linéaires bloquants,
- orientation par la pente calculée à partir d'un MNT,

Modularité du nombre et de l'ordre des méthodes.

Modularité du calcul de connectivité

Exemple pour l'entité surfacique **8**



Différentes règles de connectivité possibles

- voisins polygones + voisins lignes en contact par au moins un sommet,
- voisins polygones + voisins lignes avec contact latéral,
- prise en compte d'éléments linéaires bloquants,
- orientation par la pente calculée à partir d'un MNT,

Modularité du nombre et de l'ordre des méthodes.

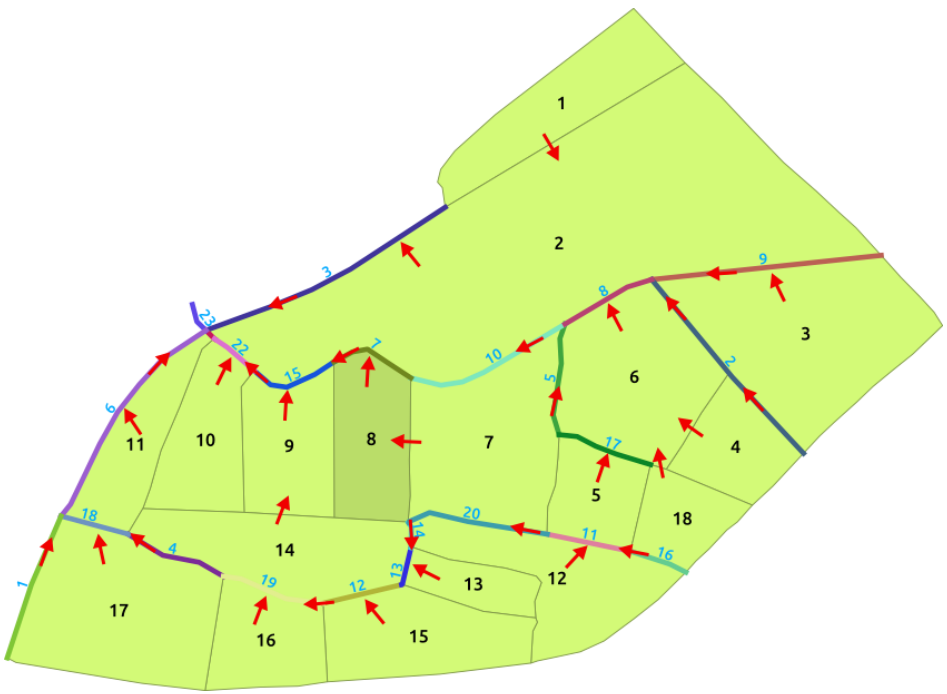
Connectivité par OpenFLUID-landr - pseudo code

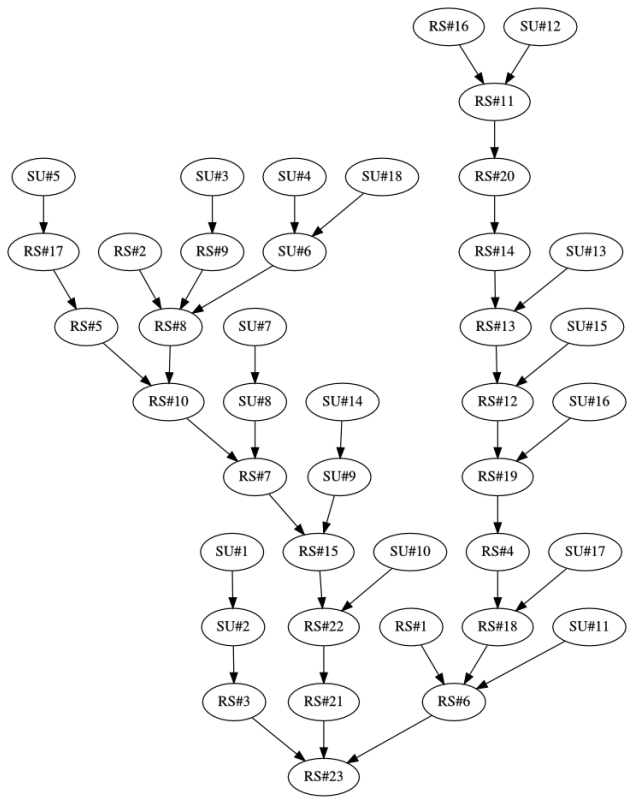
```
// Identification des voisins polygones
MyLandscape.computePolygonNeighbour

// Identification des voisins lignes
MyLandscape.computeLineStringNeighbour(
 openfluid::landr::LandRTools::Relationship, Threshold)

// Plusieurs possibilites de voisinage polygone - ligne
//Relationship :contains, touches, intersects, ...

// Prise en compte des barrieres lineaires
MyLandscape.computeNeighbourWithBarriers(
 LineStringGraph Barriers)

// Integration du MNT
MyLandscape.addLayer(MNT)

// Identification du voisin connecte
// par la methode de plus grande pente
MyLandscape.computeNeighbourWithSlope()
```

Exemple de graphe de connectivité obtenu

Calcul de connectivité sur toutes les unités spatiales

```
MyLandscape.computeLineStringNeighbour(
 openfluid::landr::LandRTools::Relationship Touches, Threshold)
```

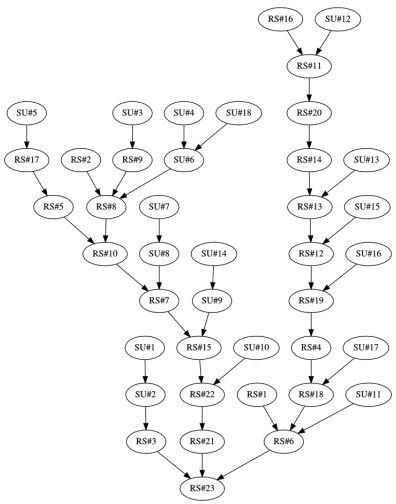




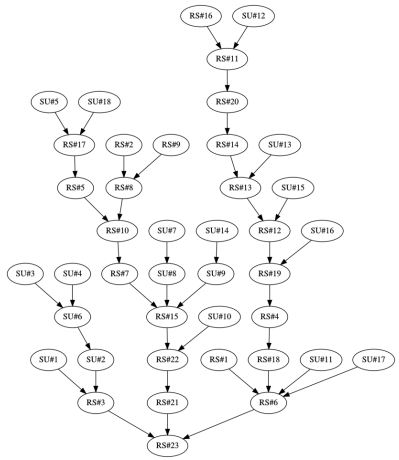
Impact des règles de connectivité sur le graphe

Avec une même discrétisation du paysage

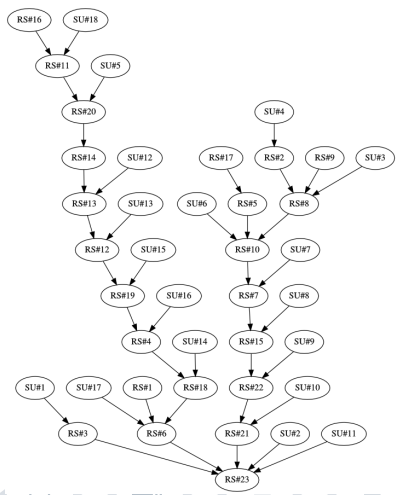
computeLineStringNeighbour(Relationship **Touches**)



computeLineStringNeighbour(Relationship **Intersects**)



computeLineStringNeighbour(Relationship **HigherProcessOrder**)



Exemple d'un outil en production

Objectifs:

- Création de domaines spatiaux pour le modèle hydrologique MHYDAS
- Utilisation au travers d'une interface graphique (extension à OpenFLUID-Builder)

Démarche:

- identification des spécificités de la représentation du paysage pour le modèle MHYDAS,
- développement de traitements géomatiques spécifiques basés sur une combinaison de méthodes OpenFLUID-landr,
- création d'une interface graphique permettant le paramétrage et l'enchaînement de ces traitements.

Exemple d'un outil en production

Objectifs:

- Création de domaines spatiaux pour le modèle hydrologique MHYDAS
- Utilisation au travers d'une interface graphique (extension à OpenFLUID-Builder)

Démarche:

- identification des spécificités de la représentation du paysage pour le modèle MHYDAS,
- développement de traitements géomatiques spécifiques basés sur une combinaison de méthodes OpenFLUID-landr,
- création d'une interface graphique permettant le paramétrage et l'enchaînement de ces traitements.

Geo-MHYDAS 15.xx

Utilisation de l'extension Geo-MHYDAS

Vidéo de démonstration :

http://youtu.be/Ly_BkuJwkdk

Synthèse

Différentes approches possibles

- Création de paysage par approches simples avec ou sans données spatiales
- Utilisation de procédures pour automatiser des étapes
- OpenFLUID-landr à disposition des utilisateurs pour développer ses propres procédures RNP

Références

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.

J.-C. Fabre, M. Rabotin, D. Crevoisier, A. Libres, C. Dagès, R. Moussa, Ph. Lagacherie, D. Raclot, and M. Voltz.

OpenFLUID: an open-source software environment for modelling fluxes in landscapes.

In *Vol. 15, EGU2013-8821-1, EGU General Assembly 2013*, Vienna (Austria), 7-12 avril 2013.

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*, Vienna (Austria), 7-12 avril 2013.