



## TP Geo-MHYDAS : Utilisation de l'extension Geo-MHYDAS OpenFLUID-Builder pour la création de domaines spatiaux pour le modèle MHYDAS

---

**Objectifs:** Se familiariser avec l'extension Geo-MHYDAS

**Pré-requis:** Connaissances générales en SIG et connaissances théoriques du modèle MHYDAS

---

### 1 Objectifs et démarche

#### 1.1 Objectif général

Geo-MHYDAS est un outil de représentation numérique du paysage pour le modèle MHYDAS. Il permet de créer le domaine spatial d'un bassin versant en vue d'une simulation avec le modèle MHYDAS. A partir de couches de données spatiales et au travers de l'interface graphique de Geo-MHYDAS développée sous l'environnement OpenFLUID, deux approches vont être abordées :

- Création (segmentation et calcul de topologie orientée) d'un domaine spatial à partir de données spatiales pour un bassin versant de taille moyenne,
- Import d'un domaine spatial déjà créé et configuré à dire d'expert.

**Note:** Pour plus d'informations sur l'outil Geo-MHYDAS, consulter : P. Lagacherie and M. Rabotin and F. Colin and R. Moussa and M. Voltz, 2010. Geo-MHYDAS : A landscape discretization tool for distributed hydrological modeling of cultivated areas. Computers & Geosciences, 2010, 36.

**Note:** Des connaissances généralistes en Système d'Information Géographique (SIG) et traitement de l'information spatiale sont nécessaires pour ce TP. Des connaissances pratiques du logiciel QGIS sont également nécessaires.

**Attention:** Cette version de Geo-MHYDAS est actuellement en cours de développement ; certaines fonctionnalités de l'ancienne version n'ont pas encore été implémentées et une possible instabilité de l'outil peut encore subsister.

## 1.2 Démarche

La première partie du TP consiste à visualiser et analyser les données spatiales au travers du logiciel QGIS. Ces données serviront à créer le premier domaine spatial dans la deuxième partie du TP : les différentes étapes de vérification des données d'entrée, de segmentation, calcul de topologie orientée et de paramétrage seront abordées. Enfin en troisième partie de TP, sera abordé le cas d'un domaine spatial déjà défini par dire d'expert et qui sera importé tel quel dans l'environnement OpenFLUID à l'aide de l'outil Geo-MHYDAS.

## 2 Données spatiales

Les données spatiales (vectorielles et rasters) seront visualisées à l'aide du logiciel Open-Source QGIS. Double-cliquer sur l'icône QGIS sur le bureau (ou dans Applications/ Sciences/ Quantum GIS Desktop). Deux bassins versants seront utilisés pour ce TP : pour cette première partie du TP, ouvrez le projet du premier bassin versant d'étude *bourdic\_geomhydas.qgs* qui se trouve dans le dossier */home/openfluid/formation/datasets/pw\_geomhydas/data/*. Le projet se charge et permet de visualiser les différentes données du bassin versant d'étude.

### 2.1 Présentation des données du bassin versant du Bourdic

Une extraction du bassin versant du Bourdic (sous bassin versant de la Peyne, affluent de l'Hérault) servira comme jeu de données pour cette partie du TP. Le jeu de données est composé des couches suivantes :

- *bourdic\_dem* : couche raster mnt à la résolution de 5 mètres,
- *ocsol* : couche raster d'occupation du sol (vignes, friches...),
- *extract\_bourdic\_pedologie* : couche vectorielle de pédologie (avec nature des différents horizons),
- *extract\_bourdic\_parcelles* : couche vectorielle des limites parcellaires,
- *extract\_bourdic\_fosses* : couche vectorielle du réseau de fossés.

**Note:** Deux autres couches vectorielles sont présentes dans le projet qgis : la couche *parcelles\_probleme* et la couche *reseau\_probleme*. Ces couches serviront d'exemples posant problème lors de l'import des données mais ne seront pas utilisées dans la suite du TP.

**Note:** Afin de pouvoir être prises en compte par le datastore d'OpenFLUID, les couches vectorielles qui seront importées doivent au minima contenir un champ **SELF\_ID** de type entier et comportant des identifiants numériques uniques.

#### Etape de vérification des données : le Réseau de fossés

Une des premières étapes qu'effectue Geo-MHYDAS est la vérification des données d'entrée afin que celles-ci correspondent aux spécificités du modèle MHYDAS. Par exemple, le réseau des Reach Segments (RS) doit être un réseau de type arborescence (c'est à dire un graphe orienté sans cycles : tous les noeuds du graphe doivent pouvoir être joignables via un chemin unique depuis la racine du graphe), l'outil Geo-MHYDAS va donc vérifier la validité du graphe lors de la sélection des données.

Afin d'éviter à l'utilisateur de devoir vérifier et modifier les erreurs à la main, l'outil Geo-MHYDAS propose une étape permettant d'automatiser cette opération de vérification de la cohérence d'un réseau de lignes.

### **Etape de segmentation : intersection des couches vectorielles**

La deuxième étape de Geo-MHYDAS est la création des Surfaces Units (SU) et des Reach Segments (RS) par intersection des différentes données spatiales afin de créer ces unités considérées homogènes du point de vue de leur fonctionnement. Dans ce bassin versant, la création des SU et RS sera effectuée par l'intersection des couches de parcelles, de pédologie et du réseau de fossés. Afin de visualiser la couche de SU résultante qui sera créé par Geo-MHYDAS, dans QGIS supprimer, pour les couches de parcelles et de pédologie, les options de remplissage afin de ne conserver que les limites de polygones ; la superposition des limites des polygones des deux couches permet ainsi de visualiser le résultat qui sera obtenu.

**Note:** La spécificité de Geo-MHYDAS par rapport à une procédure d'intersection classique que l'on retrouve dans les logiciels SIG est la possibilité de segmenter des polygones par des lignes et d'obtenir une couche de polygones et une couche de lignes en résultat (alors que, dans un algorithme classique d'intersection, seule une couche de lignes est produite).

### **Etape de calcul de la topologie orientée : utilisation du relief**

La troisième étape de Geo-MHYDAS consiste à calculer la topologie orientée des SU et RS notamment en utilisant un MNT afin de déterminer les altitudes et les pentes des SU et RS.

### **Paramétrage des entités : occupation du sol**

La quatrième étape de Geo-MHYDAS consiste à paramétrer les unités. Une possibilité de paramétrage consiste à récupérer des informations contenues dans une couche raster et de les transposer aux unités.

La couche raster d'occupation du sol permet de connaître les types d'occupation de sol de la zone étudiée. Les différents codes numériques correspondent aux occupations suivantes :

Code numérique	Type d'occupation du sol
1	friches
2	foret
3	routes
4	maraichage
5	vignes palissées
6	vignes non palissées

Ces informations contenues dans le raster seront ainsi récupérées pour chaque SU et permettra, par exemple, de moduler les valeurs de conductivité hydraulique pour le modèle MHYDAS.

## **2.2 Présentation des données du bassin versant de Saint Bazille de Sylve**

Ouvrir le projet QGIS *st\_bauzille\_geomhydas.qgs* contenu dans le dossier */home/open-fluid/formation/datasets/pw\_geomhydas/data*. Cette zone d'étude est un petit bassin versant

constitué de 18 parcelles et 11 fossés. Dans cet exemple, ne possédant pas d'autres couches vectorielles, la segmentation pour la création des SU et RS est inutile : ainsi 1 parcelle égale à 1 SU et 1 segment de fossé égale à 1 RS. De plus ne possédant pas de MNT à une résolution fine pour ce bassin versant, la topologie orientée a été déterminée de manière experte et est stockée dans les colonnes *topology* de chaque couche sous la forme *classe\_unité#numéro*. Les informations d'altitude et/ou de pente sont également présentes dans les couches.

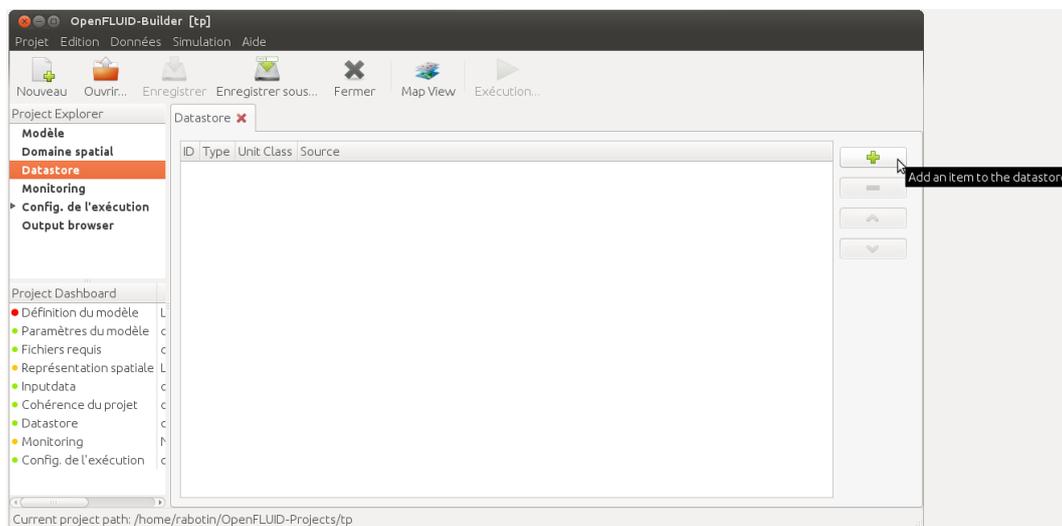
Le domaine spatial est ainsi prêt à être importé dans la plateforme OpenFLUID ; l'import va se faire au travers de l'interface de Geo-MHYDAS dans la troisième partie du TP.

### 3 Création du projet OpenFLUID et import des données dans le datastore

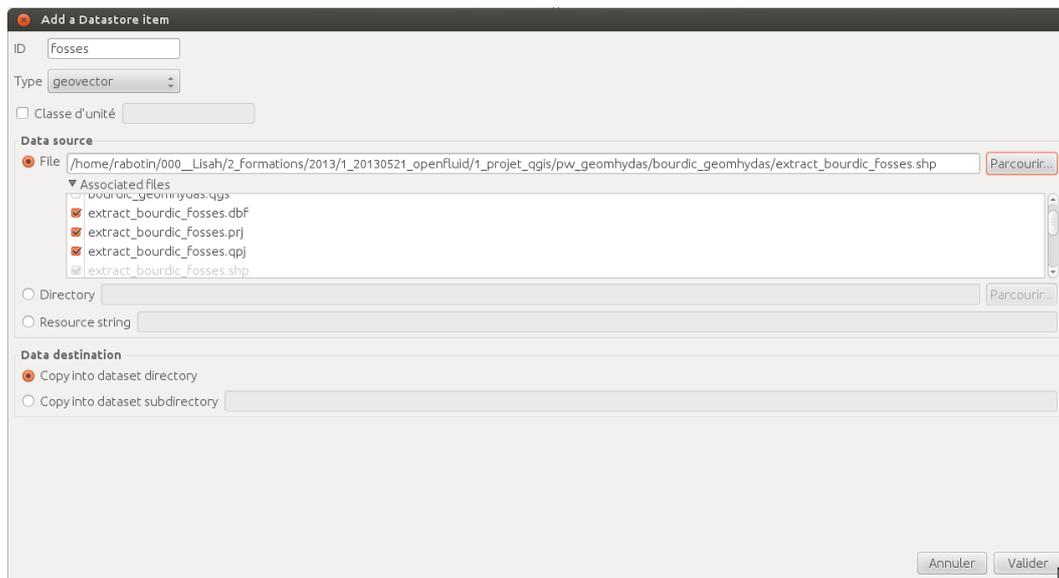
Lancer l'interface OpenFLUID-Builder et créer un nouveau projet vide appelé *tp\_bourdic* et ouvrir ce projet. La première étape consiste à intégrer les données spatiales nécessaires au datastore d'OpenFLUID

**Note:** Seules les données présentes dans le datastore peuvent être accessibles aux extensions OpenFLUID-Builder.

Dans le *dashboard* d'OpenFLUID, double-cliquer sur *Datastore* pour lancer l'interface du Datastore.

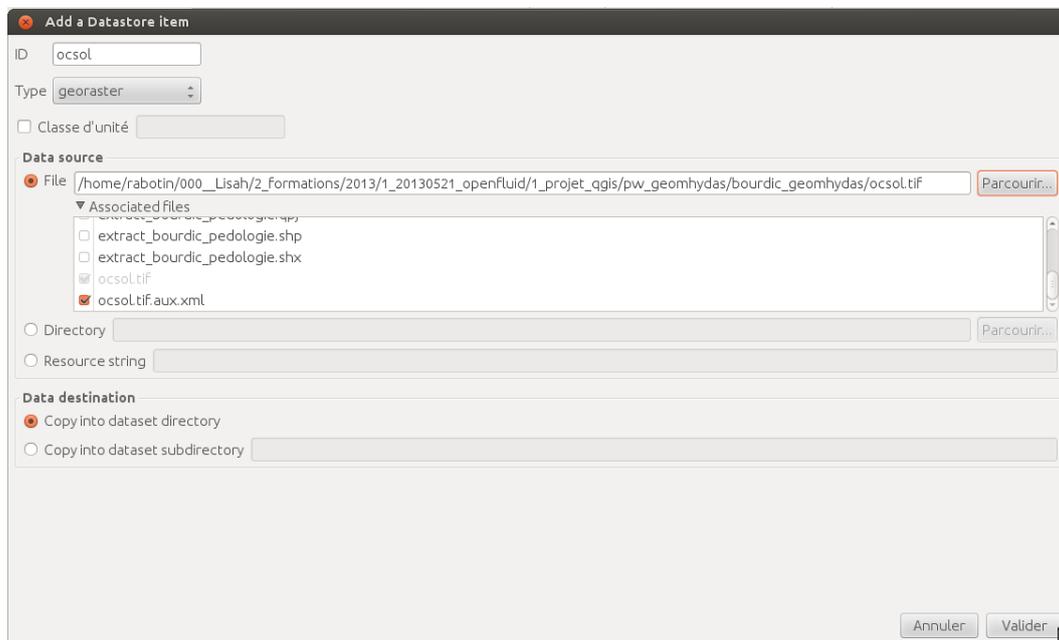


Cliquer sur *Add an item to the datastore*, et ajouter la couche du réseau de fossés *extract\_bourdic\_fosses* : dans la cellule *ID* indiquer *fosses*, dans *Type* choisir *geovector*, dans *Data source*, laisser le bouton *File* sélectionné, indiquer le chemin du fichier shp */home/openfluid/formation/datasets/pw\_geomhydas/data/extract\_bourdic\_fosses.shp*. L'interface va également sélectionner les fichiers liés au format shape (dbf, shx, sbn...). Vérifier que les fichiers sélectionnés sont les bons puis cliquer sur *Valider*. La couche du réseau de fossés est alors présente dans le datastore du projet.

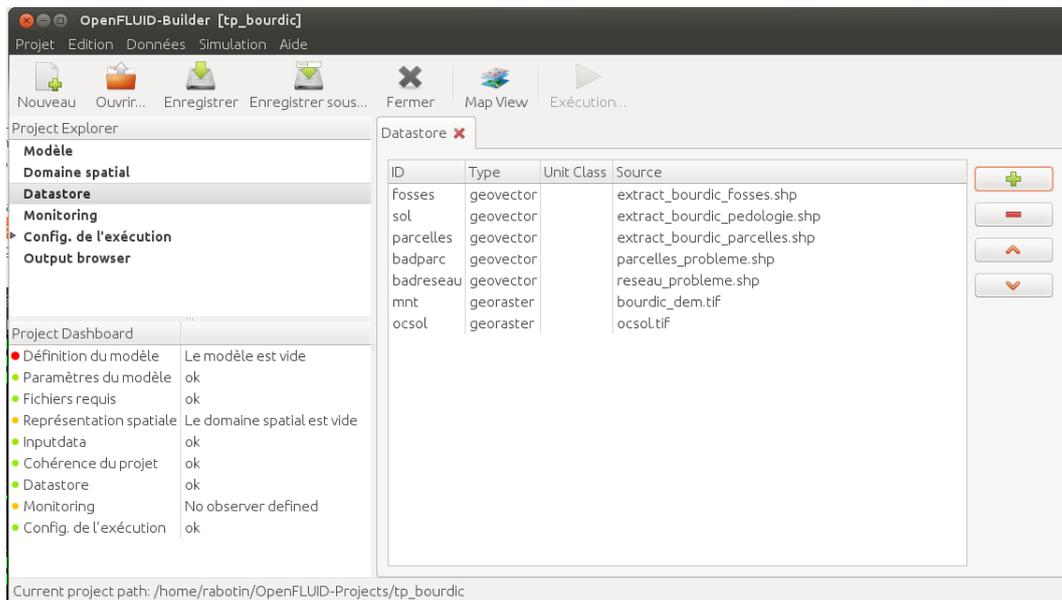


Importer les autres couches vectorielles *extract\_bourdic\_parcelles* en indiquant l'ID *parcelles*, *extract\_bourdic\_pedologie* en indiquant l'ID *sol*, *parcelles\_probleme* en indiquant l'ID *badparc* et *reseau\_probleme* en indiquant l'ID *badreseau*.

Pour importer les couches rasters, procéder de même mais en choisissant le type *georaster* et indiquer pour la couche *oscol.tif* l'ID *ocsol* et pour la couche *bourdic\_dem.tif* l'ID *mnt*.



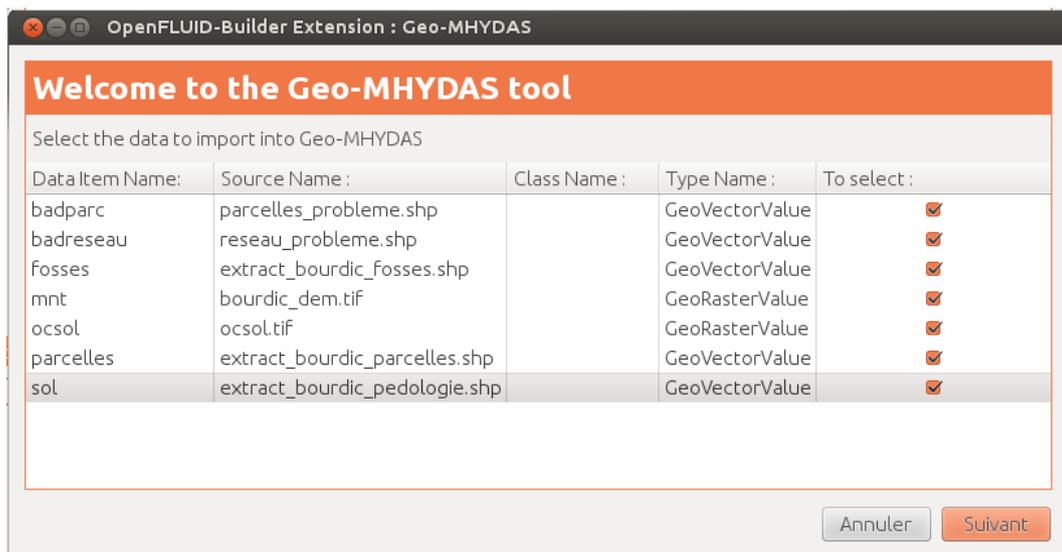
Le datastore du projet devrait comporter les items suivants :



## 4 Création d'un domaine spatial par l'outil Geo-MHYDAS

Lancer l'extension Geo-MHYDAS par le menu *Données, Autres imports, Geo-MHYDAS*. La fenêtre graphique de l'extension Geo-MHYDAS s'ouvre.

### 4.1 Sélection des données du datasstore



La première étape consiste à sélectionner les données du datasstore qui seront manipulées par Geo-MHYDAS. Sélectionner toutes les données du datasstore et cliquer sur *Suivant*

## 4.2 Vérification des données d'entrée

La deuxième étape consiste à vérifier la validité des données.

**Note:** Si les données sélectionnées ne sont pas valides, un message d'erreur apparaît à la place de cette fenêtre. Les vérifications portent sur la validité des couches vectorielles et rasters sélectionnées (format de fichier conforme, présence d'une colonne SELF\_ID dans la table attributaire des couches vectorielles), la présence d'au moins une couche vectorielle, la bonne superposition géographique des différentes couches et, dans le cas où une couche vectorielle de lignes est sélectionnée, la validité de son arborescence.

Un message d'erreur apparaît vous indiquant que les données sélectionnées ne se superposent pas. Retourner dans QGIS et visualiser le projet *bourdic\_geomhydass.qgs*. Identifier quelle est la couche qui ne se superpose pas par rapport aux autres :

**Note:** Geo-MHYDAS ne peut importer des couches que si celles-ci se superposent (leurs étendues géographiques doivent donc s'intersecter).

Une fois la couche identifiée, retourner dans Geo-MHYDAS, cliquer sur *Précédent* et désélectionner la couche identifiée. Cliquer de nouveau sur *Suivant*.

Un nouveau message d'erreur apparaît indiquant qu'une couche vectorielle de lignes n'est pas une arborescence (graphe orienté sans cycle). Dans QGIS, visualiser la couche *reseau\_probleme* : celle-ci comporte un cycle. Or le modèle MHYDAS ne peut fonctionner qu'avec des réseaux de lignes acycliques.

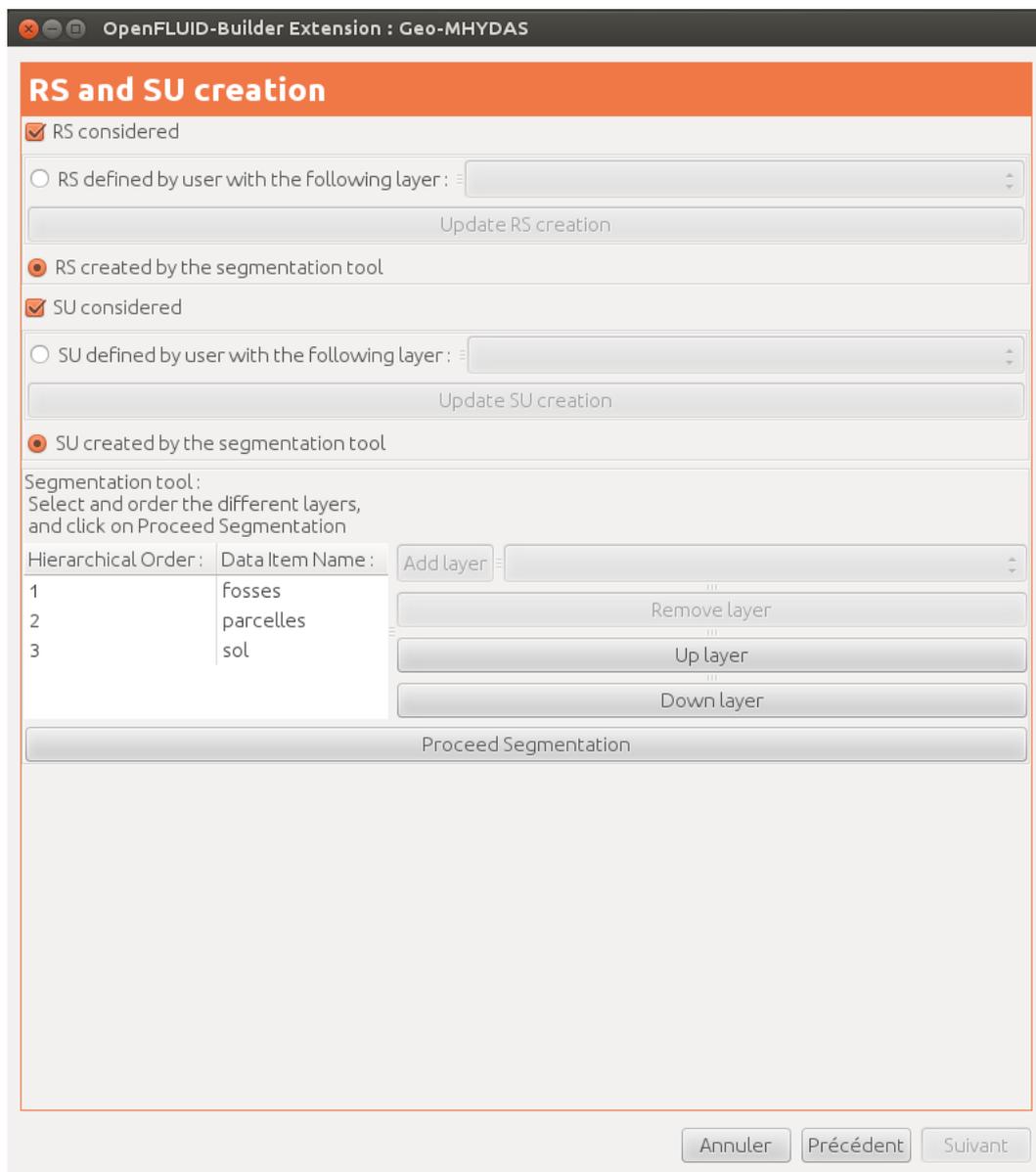
Désélectionner la couche *reseau\_probleme* et cliquer sur *Suivant* pour faire apparaître la fenêtre de *Data preparation*.

**Note:** La fenêtre *Data Preparation* étant encore en développement, les étapes de cette fenêtre ne sont pas encore accessibles

Cliquer de nouveau sur *Suivant* pour faire apparaître la fenêtre de segmentation.

## 4.3 Création des RS et des SU par segmentation

La troisième étape consiste à créer les RS et SU par segmentation.



Dans ce projet, les entités RS et SU doivent être créées à partir de la segmentation des couches vectorielles *fosses*, *parcelles* et *sol*. Pour cela, cocher les cases *RS considered* et *SU considered* et laisser cochés les boutons *RS created by the segmentation tool* et *SU created by the segmentation tool*.

**Note:** Les options *RS defined by user with the following layer* et *SU defined by user with the following layer* seront vues dans la dernière partie du TP lors de l'import d'un domaine spatial déjà existant.

Dans la partie *segmentation tool*, sont visibles les couches vectorielles sélectionnées qui seront utilisées lors de la segmentation pour créer les couches de RS et SU. Dans la partie de droite les boutons *Add layer* et *Remove layer* servent à retirer des couches de la sélection pour la

segmentation. Les boutons *Up layer* et *Down layer* permettent de modifier l'ordre hiérarchique des couches lors de la segmentation

**Note:** Cet ordre hiérarchique est utilisé pour le nettoyage hiérarchique des entités après la segmentation afin de créer des RS et SU de formes et surfaces adéquates. Cette étape n'est pas encore implémentée dans cette version de Geo-MHYDAS mais le sera dans la version finale.

Pour procéder à la segmentation, cliquer sur le bouton *Proceed Segmentation*.

**Note:** La segmentation de ce jeu de données devrait prendre quelques dizaines de secondes, patienter jusqu'à l'apparition du texte *Segmentation done*.

Cliquer sur *Suivant* pour la prochaine étape. L'étape de *nettoyage hiérarchique* n'étant pas encore implémentée, cliquer de nouveau sur *Suivant* pour passer à l'étape de *calcul de topologie*.

#### 4.4 Calcul de la topologie des RS et SU

**Note:** La fenêtre de calcul de topologie des RS et SU comporte de nombreuses options qui ne seront pas toutes abordées dans ce TP

**RS and SU Topology Calculation**

RS Topology

No RS topology calculation;  
 topology already exists in the following column  
(warning the columns TYPE and PROCESSORD must be present):

RS topology calculation

RS elevation

RS elevation calculation with the following DEM: mnt

Using pixel value of the RS centroid

Using mean pixel values of the RS

RS elevation values are in the following column:

RS slope

RS slope calculation with the following DEM: mnt

RS slope values are in the following column:

SU topology

No SU topology calculation;  
 topology already exists in the following column  
(warning the columns TYPE and PROCESSORD must be present):

SU topology calculation

SU elevation

SU elevation calculation with the following DEM: mnt

Using pixel value of the SU centroid

Using mean pixel values of the SU

SU elevation values are in the following column:

Search distance between SU and RS: 1

Topology calculation method between SU and RS

RS must be entirely contains in SU

RS intersects SU

Proceed topology

Annuler Suivant

La topologie des RS et SU sera calculée à l'aide du MNT. Sélectionner l'option *RS elevation calculation with the following DEM* et choisir *mnt* dans le menu déroulant à droite. Faire de même pour *RS slope calculation with the following DEM*

**Note:** Les options *RS elevation values are in the following column* et *RS slope values are in the following column* permettent d'utiliser des valeurs d'altitudes et de pentes présentes dans la table attributaire de la couche vectorielle représentant les RS et non pas d'utiliser un MNT pour le calcul.

Pour le calcul de topologie des SU, sélectionner l'option *SU elevation calculation with the following DEM* et sélectionner *mnt* dans le menu déroulant de droite

**Note:** Possibilité d'utiliser également des valeurs d'élévation contenues dans la table attributaire à la place d'un MNT.

L'option *Search distance between SU and RS* permet d'indiquer une valeur de buffer (en unités du système de projection des couches) lors de la recherche des RS bordant une SU. Mettre une distance de 1 (mètres) : ainsi les erreurs de digitalisation de moins d'1 m entre ces deux couches seront prises en compte.

Sélectionner l'option *RS intersects SU*, cette option permet de prendre en compte les RS même si-ceux ne bordent une SU que sur une partie de leur longueur ou que sur une partie de la frontière d'une SU.

Cliquer sur *Proceed topology* pour calculer la topologie des RS et SU. Le calcul devrait prendre quelques dizaines de secondes, veuillez patienter.

## 4.5 Paramétrage des RS et SU

L'étape de paramétrage va permettre de renseigner des paramètres distribués à partir d'une couche raster ; dans cet exercice, la couche raster d'occupation du sol *ocsol* sera utilisée pour renseigner le type d'occupation du sol pour chaque RS et SU.

OpenFLUID-Builder Extension : Geo-MHYDAS

### RS and SU parametrisation

RS parametrisation  
please indicate the name of the field which will be create

From the line layer :

and from the column :

From the raster layer :

Proceed RS parametrisation

SU parametrisation  
please indicate the name of the field which will be create

From the polygon layer :

and from the column :

From the raster layer :

Proceed SU parametrisation

Annuler Suivant

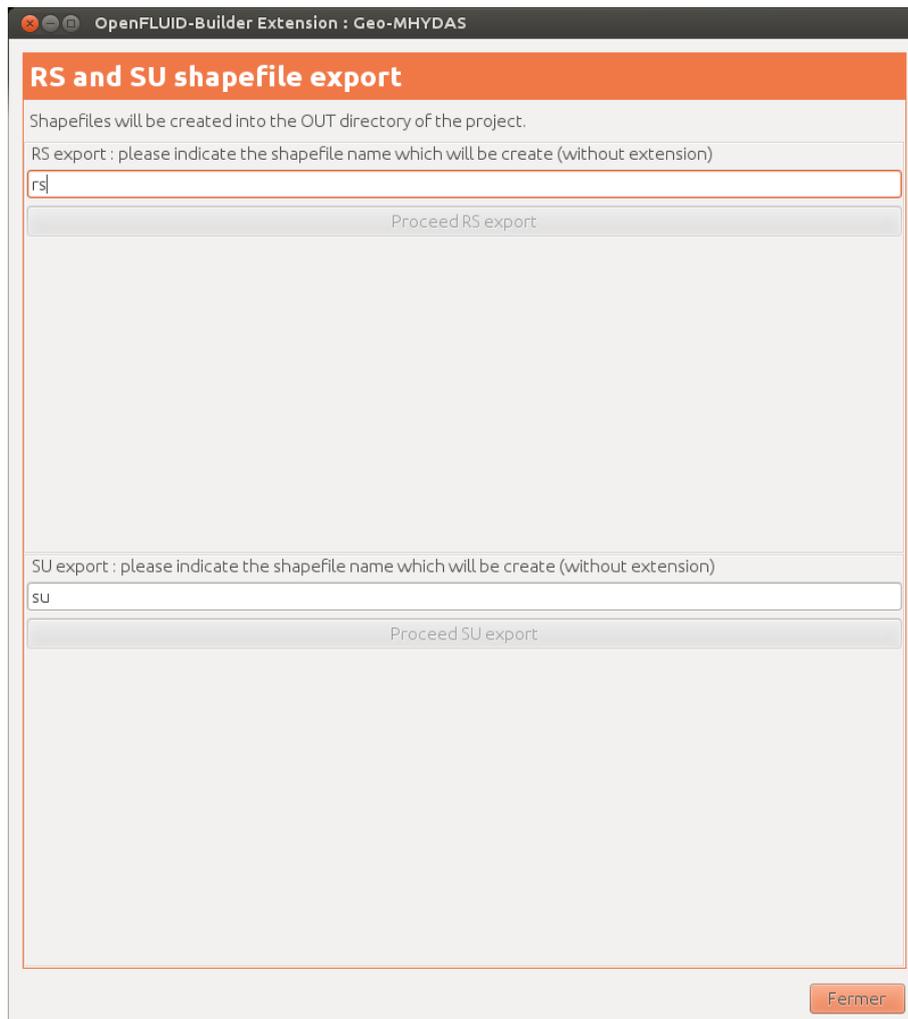
Dans le champ *RS parametrisation...*, indiquer le nom du paramètre distribué *occup*, cocher l'option *From the raster layer* et choisir la couche *ocsol*. Cliquer sur *Proceed RS parametrisation* (le calcul du paramétrage est quasi instantané).

Procéder de même avec les SU, indiquer le nom du paramètre distribué *occup* et choisir la couche *ocsol*.

Cliquer sur *Suivant* pour passer à l'étape d'export des RS et SU.

## 4.6 Export des RS et SU

La dernière étape consiste à exporter (opération facultative) les couches de RS et SU en shapefiles avec les informations de topologie.



Dans le champ *RS export...*, indiquer le nom de la couche qui sera créée (sans l'extension *.shp*) *rs* et cliquer sur *Proceed RS export*.

Procéder de même avec la couche de SU et appeler la couche exportée *su*. Cliquer sur le bouton *Fermer* pour fermer l'extension Geo-MHYDAS.

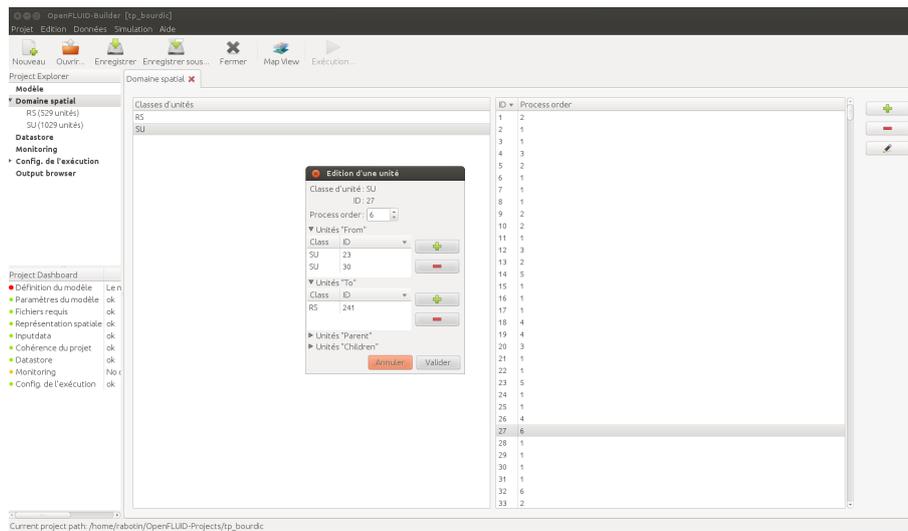
**Note:** Les couches sont créées dans le répertoire *OUT* du projet OpenFLUID en cours.

Utiliser le logiciel QGIS pour visualiser les couches créées et parcourir les tables attributaires pour consulter les informations de topologie. La couche *rs* contient notamment les champs **DownUnit** qui contient l'identifiant de l'unité aval ainsi que le champ **pcssord** qui contient la valeur du process order de l'unité.

La couche *su* contient en plus le champ **FlowDist** qui indique la distance entre les centroides de l'unité en cours et son unité aval.

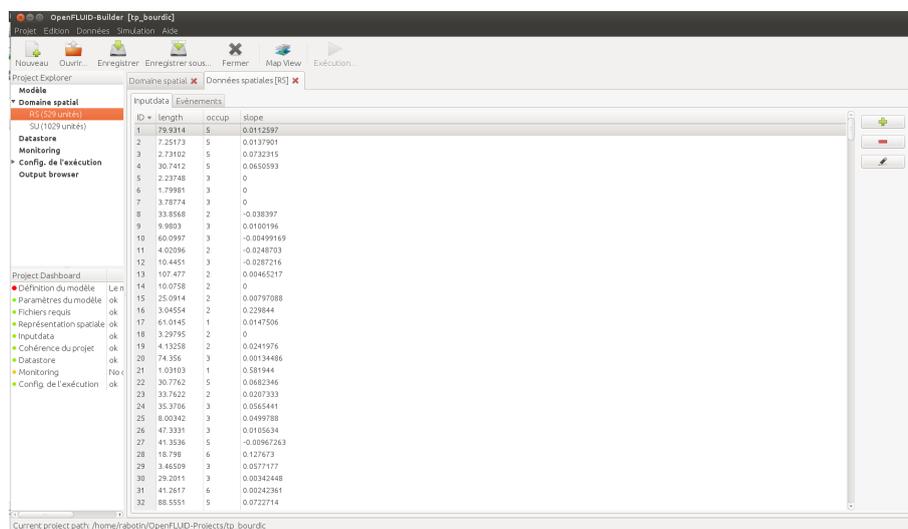
#### 4.7 Analyse du domaine spatial créé

Retourner dans OpenFLUID-Builder, dans la fenêtre *Project Explorer*, cliquer sur *Domaine Spatial*. Dans l'onglet *Domaine spatial*, *Classes d'unités*, cliquer sur *SU* et dans la partie de droite double-cliquer sur la SU 27.



Les informations de topologie de cette SU peuvent être visualisées : son process order est de 6, elle a deux unités amont les SU 23 et SU 30 et a une unité aval la RS 241. Cliquer sur *Valider* pour refermer cette fenêtre.

Retourner dans la fenêtre *Project Explorer*, dans *Domaine spatial*, cliquer sur *RS 529 unités*. L'onglet des *Données spatiales [RS]* apparaît. Consulter les paramètres distribués sur les RS ; le paramètre distribué *occup* issu de la couche raster *ocsol* est présent.



Procéder de même avec les *SU*.

Sauvegarder le projet en cliquant sur *Enregistrer* puis fermer le projet en cliquant sur *Fermer*.

## 5 Import d'un domaine spatial déjà existant par l'outil Geo-MHYDAS

Ce projet sera basé sur les données spatiales du projet qgis *st\_bauzille\_geomhydas.qgs*. Dans ce projet, les RS et SU sont déjà créés et la topologie a déjà été calculée ; Geo-MHYDAS va donc être utilisé juste pour importer ces données au format shapefile dans la plateforme OpenFLUID sans réaliser les étapes de segmentation et calcul de la topologie.

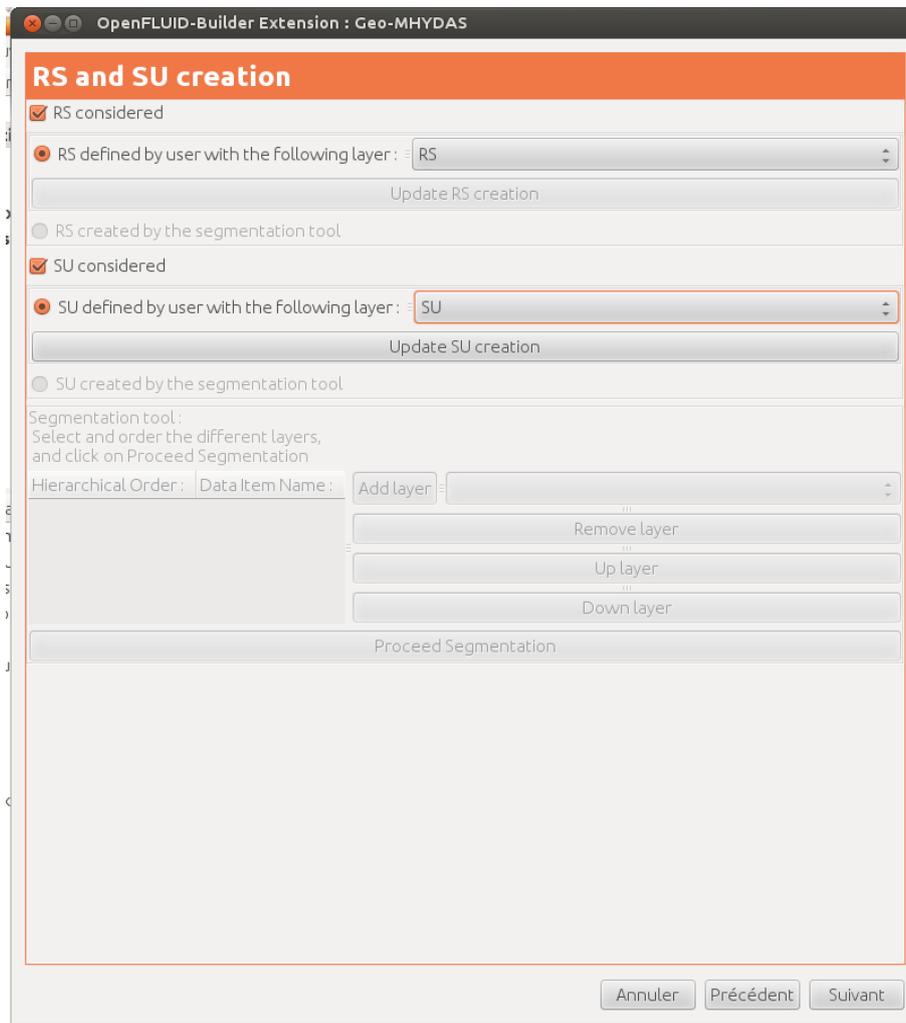
Créer un nouveau projet OpenFLUID appelé *tp\_stbauzille*. Importer dans le datastore du projet les couches *rs\_st\_bauzille\_sylve* comme couche de RS et *su\_st\_bauzille\_sylve* comme couche de SU. Cocher la case *classe d'unité* et indiquer *RS* pour les *RS* et *SU* pour les *SU*.



Ouvrir l'extension Geo-MHYDAS, sélectionner les deux couches dans la fenêtre de sélection des données.

## 5.1 Définition des couches de RS et SU

Aller à la fenêtre *RS and SU creation*. Cocher la case *RS considered* et sélectionner l'option *RS defined by user with the following layer*. Choisir la couche *RS* et cliquer sur *Update RS creation*. Faire de même pour les *SU*.



Cliquer sur *Suivant* pour passer à la fenêtre de calcul de la topologie.

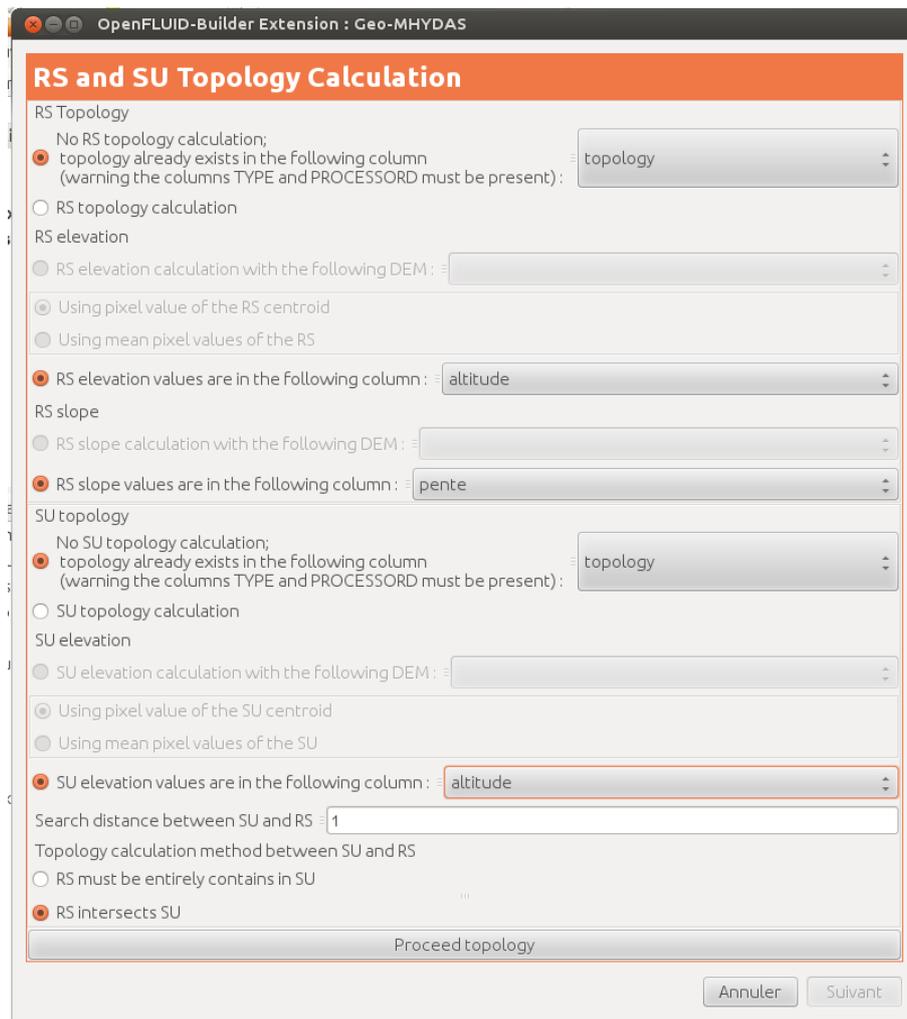
## 5.2 Mise à jour de la topologie orientée

De même que la segmentation était déjà réalisée avant l'import des données dans Geo-MHYDAS, la topologie orientée des RS et SU est déjà calculée et est stockée dans les tables attributaires.

Dans la partie *RS topology*, sélectionner l'option *No RS topology calculation...* et indiquer la colonne *topology* (cette colonne contient les informations de topologie orientée au format *type\_unité#numéro*). Sélectionner l'option *RS elevation values are in the following column* et choisir la colonne *altitude*. De même, sélectionner l'option *RS slope values are in the following column* et choisir *pen*.

Dans la partie *SU topology*, sélectionner l'option *No SU topology calculation...* et indiquer la colonne *topology*. Sélectionner l'option *SU elevation values are in the following column* et choisir la colonne *altitude*.

Cliquer sur *Proceed topology*.



Puis cliquer sur *Suivant* jusqu'à obtenir la dernière fenêtre de Geo-MHYDAS et cliquer ensuite sur *Fermer* pour fermer Geo-MHYDAS.

Visualiser le domaine créé dans l'onglet domaine spatial.