

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 (création des unités spatiales et de leurs connexions) en vue d'une simulation des flux hydrologiques de surface 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 d'un domaine spatial avec segmentation des données spatiales et calcul de la topologie orientée avec l'aide d'un MNT,
- Création d'un domaine spatial sans segmentation et avec la topologie déjà configurée 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 peuvent présenter une instabilité lors des calculs et l'interface graphique peut contenir encore certains problèmes d'ergonomie.

1.2 Démarche

La première partie du TP consiste à créer un domaine spatial sur une extraction du bassin versant de Roujan. Les opérations de segmentation des données et de calcul de topologie orientée à l'aide d'un MNT vont notamment être abordées. GeoMHYDAS sera utilisé dans un cas où le modélisateur possède un jeu de données conséquents (MNT à résolution fine, plusieurs couches vectorielles d'information)

La deuxième partie du TP consistera à créer un domaine spatial sur une extraction du bassin versant de St Bauzille de la Sylve. Dans cet exemple, le modélisateur possède peu de données géographiques (pas de MNT notamment) mais celles-ci ont été documentées à l'aide d'une expertise terrain (notamment pour la direction des flux d'écoulements de surface).

2 Analyse des données spatiales du bassin versant de Roujan

Les données spatiales (vectorielles et rasters) seront visualisées à l'aide du logiciel Open-Source QGIS. Lancer Qgis et charger les données spatiales (vecteurs et rasters) contenues dans le dossier `<Bureau>/formation/projects/roujan-geomhydas/` afin de visualiser les différentes données issues d'une extraction du bassin versant de **Roujan** (sous bassin versant de la Peyne, affluent de l'Hérault).

Le jeu de données est composé des couches suivantes :

- roujan_dem_RGF93.tif : couche raster mnt à la résolution de 2 mètres,
- ocsol.tif : couche raster d'occupation du sol (vignes, friches...) codée au format numérique,
- extract_sol_roujan : couche vectorielle de pédologie (avec nature des différents horizons),
- extract_parc_roujan : couche vectorielle des limites parcellaires,
- extract_fosse_roujan : couche vectorielle du réseau de fossés.

Note: Afin de pouvoir être prises en compte par le datastore d'OpenFLUID, les couches vectorielles qui sont utilisées par Geo-MHYDAS doivent au minima contenir un champ **OFLD_ID** de type entier et comportant des identifiants numériques uniques.

2.1 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. Il permet notamment, si des segments du graphe ne sont pas correctement orientés, de modifier l'orientation de certains segments.

Pour permettre cette opération, l'identifiant du fossé exutoire du bassin versant doit être fourni à Geo-MHYDAS. Deux méthodes sont possibles :

- l'utilisateur connaît et fournit l'identifiant du fossé exutoire,
- ou le MNT est utilisé afin d'identifier le fossé ayant la plus basse altitude et le considère ainsi comme fossé exutoire.

2.2 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 créée 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).

De plus, l'ordre de segmentation des couches en entrée permet de valuer différemment les frontières de chaque SU issue de cette segmentation selon un **ordre hiérarchique** qui pourra être utilisé lors de l'étape de nettoyage des entités.

2.3 Etape de nettoyage géométrique des unités

La visualisation de cette superposition des unités permet d'observer que la segmentation va produire notamment des unités surfaciques de faible surface ou de formes trop allongées (polygones dits *sliver*). Afin de corriger au mieux ces erreurs de géométrie, trois opérations de nettoyage sont utilisables après la segmentation :

- Nettoyage des petites entités linéaires : c'est une opération de fusion des lignes dont la longueur est inférieure à un seuil donné par l'utilisateur tout en respectant la géométrie des confluences,
- Nettoyage des petites entités surfaciques : opération de fusion des polygones dont l'aire est inférieure à un seuil donné par l'utilisateur avec possibilité de prendre en compte un ordre hiérarchique des frontières,
- Nettoyage des entités surfaciques de type *sliver* : opération de fusion des polygones dont l'indice de forme (indice de compacité) est supérieur à un seuil donné par l'utilisateur avec possibilité de prendre en compte un ordre hiérarchique des frontières.

2.4 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 en utilisant un MNT afin de déterminer les altitudes et les pentes des SU et RS.

2.5 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	vignes palissées
4	maraichage
5	habitat
6	vignes non palissées
7	sol encrouté
8	sol labouré

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.

3 Création du domaine spatial sur l'extraction de Roujan

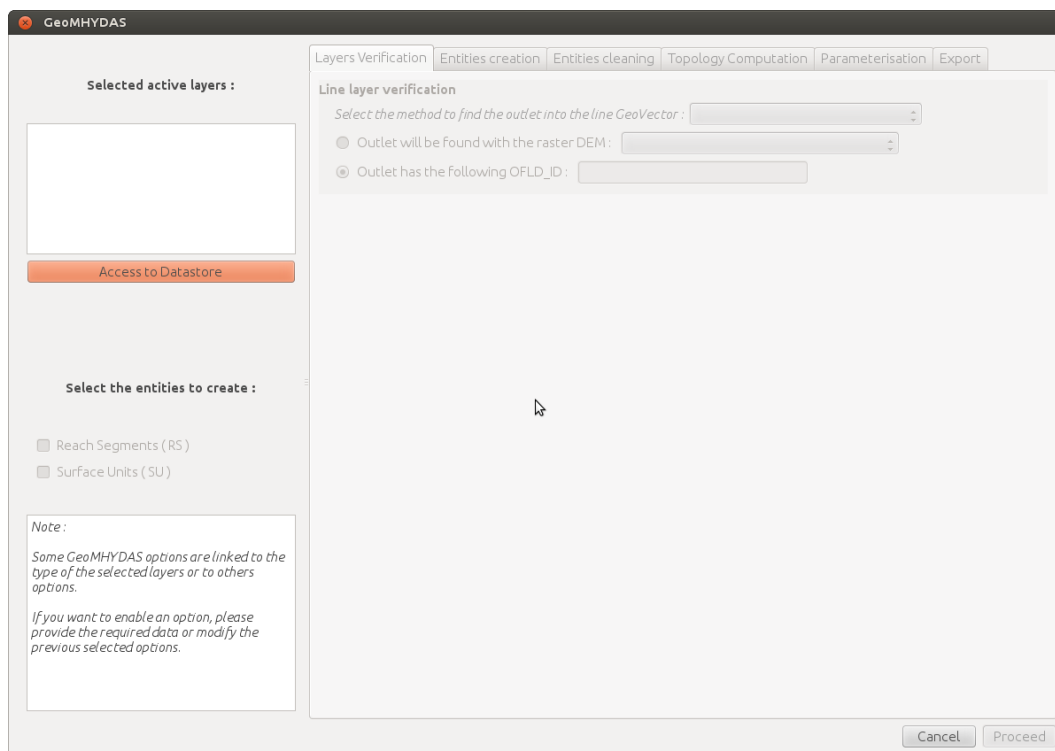
Lancer l'interface OpenFLUID-Builder et ouvrir le projet OpenFLUID <Bureau>/formation/projects/roujan-geomhydas. Les couches utilisées dans ce projet sont disponibles via l'onglet *Datastore*.

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

3.1 Lancement de l'extension Geo-MHYDAS

L'extension Geo-MHYDAS est accessible via *Extensions/Domaine spatial/ GeoMHYDAS*. Celle-ci est composé d'une fenêtre permettant de sélectionner les données du datastore qui seront utilisées par Geo-MHYDAS et d'un ensemble d'onglets permettant de :

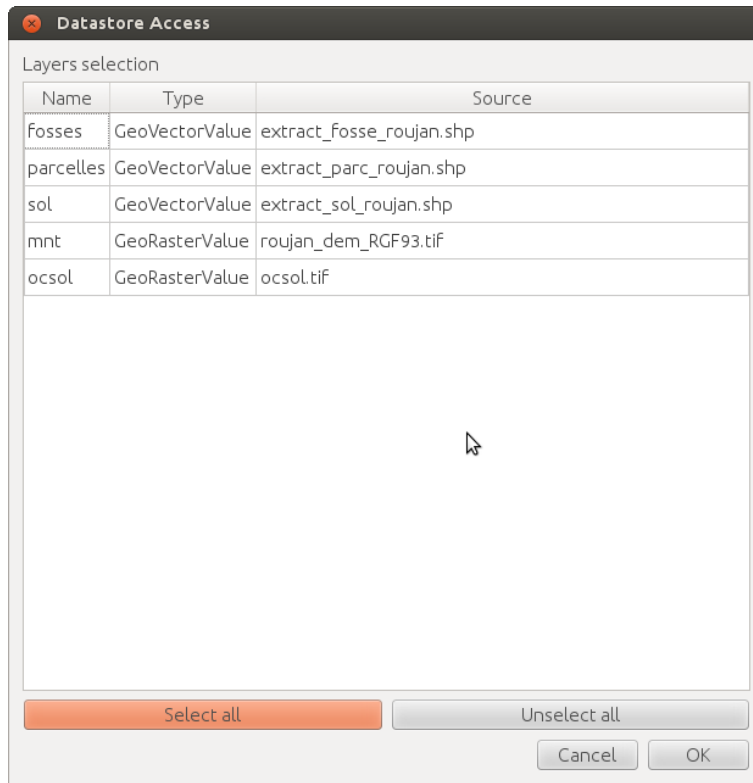
- Layers Verification : étape permettant la vérification de la couche de ligne,
- Entities creation : étape de création des SU et RS par segmentation,
- Entities cleaning : étape de nettoyage géométrique des SU et RS,
- Topology Computation : étape de calcul de la topologie des SU et RS,
- Parameterisation : étape de paramétrage des SU et RS,
- Export : étape d'export des couches de SU et RS.



3.2 Sélection des données du datastore

Tout d'abord sélectionner les données du datastore qui seront manipulées par Geo-MHYDAS. Cliquer sur *Access to Datastore* pour ouvrir la fenêtre de sélection, cliquer sur *Select all* pour sélectionner toutes les données du datastore et cliquer sur *OK*.

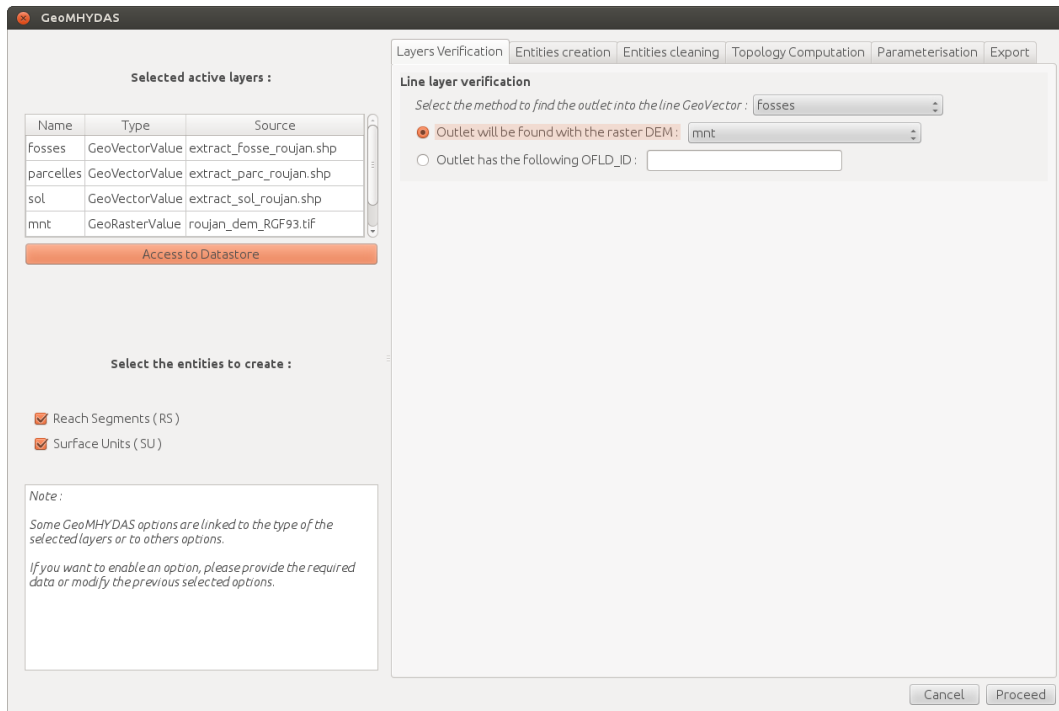
Note: Pendant cette phase de sélection, des contrôles de cohérences sont effectuées notamment sur la validité des formats de fichiers sélectionnés, la présence d'un champ identifiant *OFLD_ID*, la présence d'au moins une couche vectorielle, la bonne superposition géographique des couches ...



Il faut désormais choisir les classes d'unités à créer, la possibilité est offerte de ne créer qu'une seule classe (RS ou SU) ou les deux. Dans le cadre de cet exercice, les deux classes d'unités seront créées. Dans la partie *Select the entities to create*, cocher les cases *Reach Segments* et *Surface Units*.

3.3 Vérification des données d'entrée

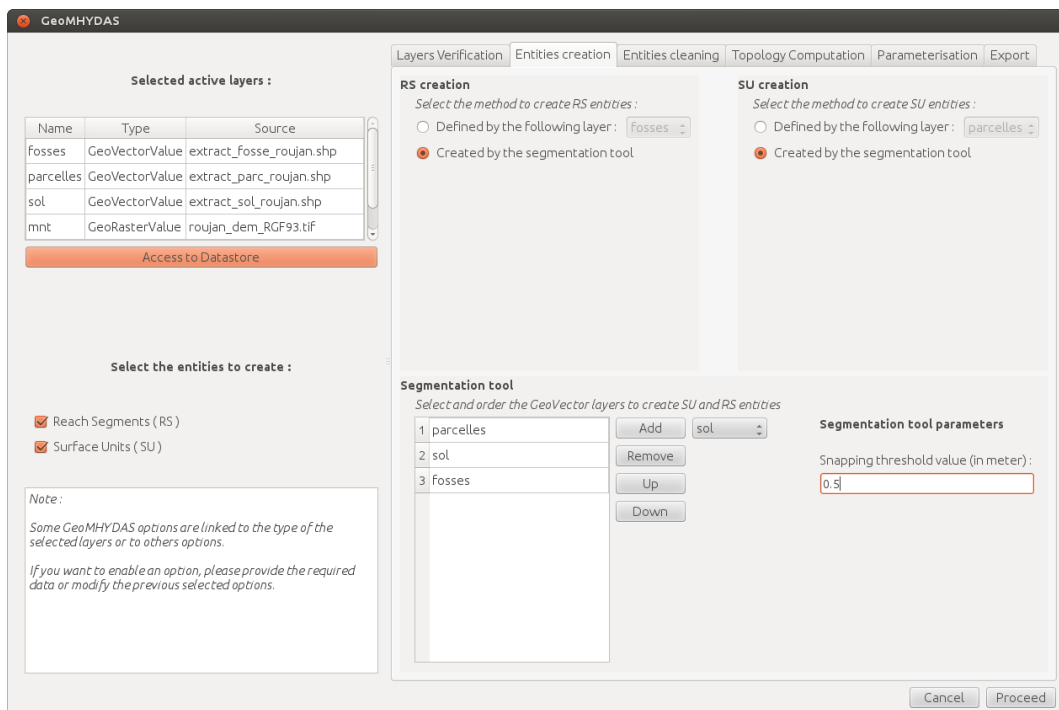
La première étape consiste à vérifier la validité du réseau de ligne, cela se fait via l'onglet **Layers Verification**. Le MNT sera utilisé pour identifier le fossé exutoire du domaine, choisir l'option *Outlet will be found with the raster DEM*, et choisir le raster *mnt*.



Note: Pour la plupart des opérations, le fait de laisser la souris quelques secondes sur une option permet de faire apparaître une fenêtre d'information supplémentaire.

3.4 Création des RS et des SU par segmentation

La deuxième étape consiste à créer les RS et SU via l'onglet **Entities creation**.



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 boutons *created by the segmentation tool*.

Note: Les options *Defined by the following layer* seront vues dans la deuxième partie du TP lors de l'import d'un domaine spatial sans segmentation.

Dans la partie *Segmentation tool*, seront indiquées 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* et *Remove* servent à retirer des couches de la sélection pour la segmentation. Les boutons *Up* et *Down* 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.

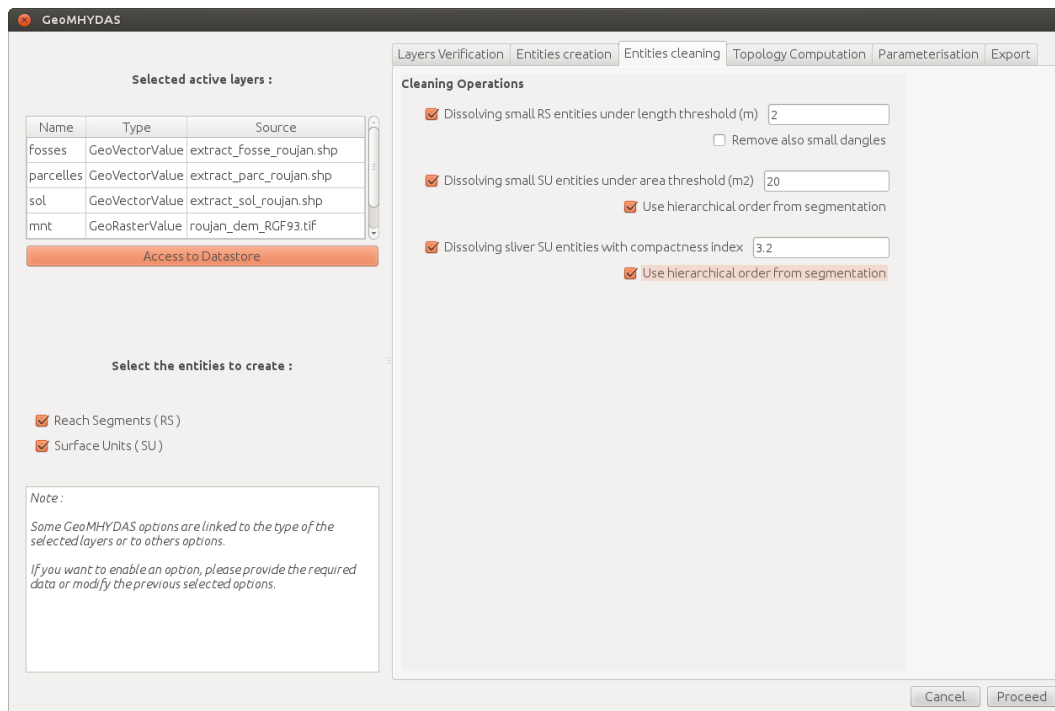
Sélectionner et ordonner les couches *parcelles*, *sol*, *fosses* comme indiqué sur la capture d'écran. Indiquer également dans la partie *Segmentation tool parameters*, une valeur de 0.5 pour le seuil de snapping (opération de fusion des sommets des entités des couches pendant la segmentation). Grâce à ce seuil, tous les sommets distants de moins de 0.5m seront considérés identiques et fusionnés.

Attention: L'utilisation d'un seuil de snap permet d'éliminer en partie les erreurs de digitalisation entre les couches vectorielles mais une valeur de seuil trop élevée peut entraîner des problèmes géométriques sur les entités créées, cette option est donc à utiliser de manière parcimonieuse.

3.5 Nettoyage des RS et SU

Cette étape se paramétrise via l'onglet *Entities cleaning*. Elle permet le nettoyage des RS et des SU selon des critères géométriques et permet d'éviter la création d'entités dont la taille ne correspond pas avec le pas de temps d'une simulation (relation pas de temps et pas d'espace).

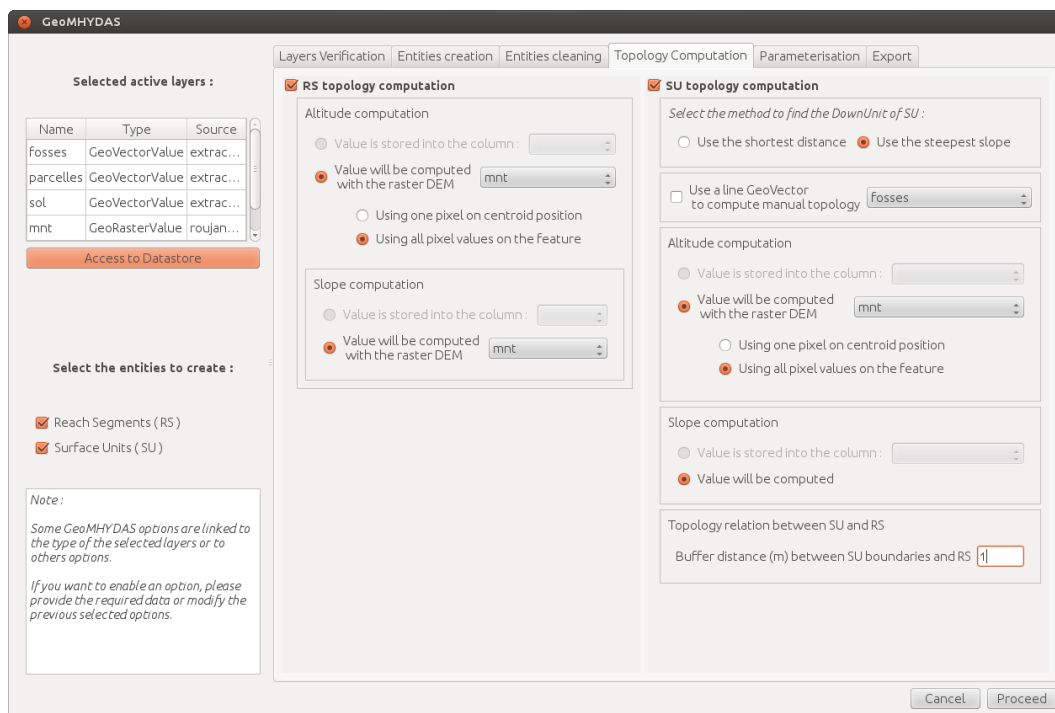
Le nettoyage des RS se portera sur la fusion des entités dont la longueur est inférieure à **2m**, et le nettoyage des SU pour des entités dont la surface est inférieure à **20 m²** et dont l'indice de compacité est supérieur à **3.2**, avec prise en compte de l'ordre hiérarchique. Paramétrer cet onglet comme indiqué sur la capture d'écran.



3.6 Calcul de la topologie des RS et SU

La topologie des RS et SU sera paramétrée via l'onglet *Topology Computation*.

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



Cocher les cases *RS topology computation* et *SU topology computation*. Les altitudes et pentes des RS et SU seront calculées à l'aide du MNT. Pour les RS, choisir le calcul des altitudes par le mnt et avec l'option *Using all pixel values on the feature* et faire de même pour le calcul de la pente.

Note: Les options permettant d'utiliser des valeurs d'altitudes et de pentes présentes dans la table attributaire de la couche vectorielle représentant les RS ne sont pas disponibles dans le cas de la création de RS par segmentation

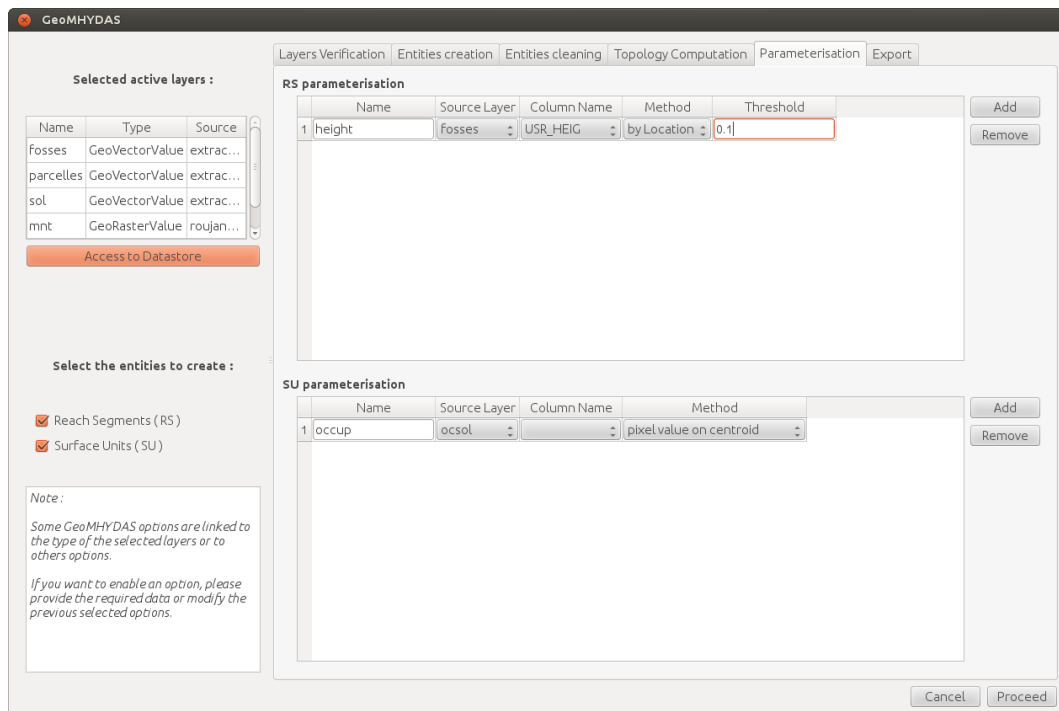
Pour le calcul de topologie des SU, sélectionner l'option *Use the steepest slope* et sélectionner *mnt* pour le calcul des altitudes avec l'option *Using all pixel values on the feature*.

Note: Possibilité d'utiliser également des valeurs d'élévation contenues dans la table attributaire à la place d'un MNT dans le cas de la création des SU sans segmentation.

L'option *Buffer distance between SU boundaries 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.

3.7 Paramétrage des RS et SU

L'étape de paramétrage via l'onglet *Parameterisation* va permettre de renseigner des paramètres distribués à partir d'une couche raster ou d'une couche vectorielle ; dans cet exercice, la valeur de la colonne *height* de la couche de ligne d'entrée sera récupérée pour les RS et la couche raster d'occupation du sol *ocsol* sera utilisée pour renseigner le type d'occupation du sol pour chaque SU.

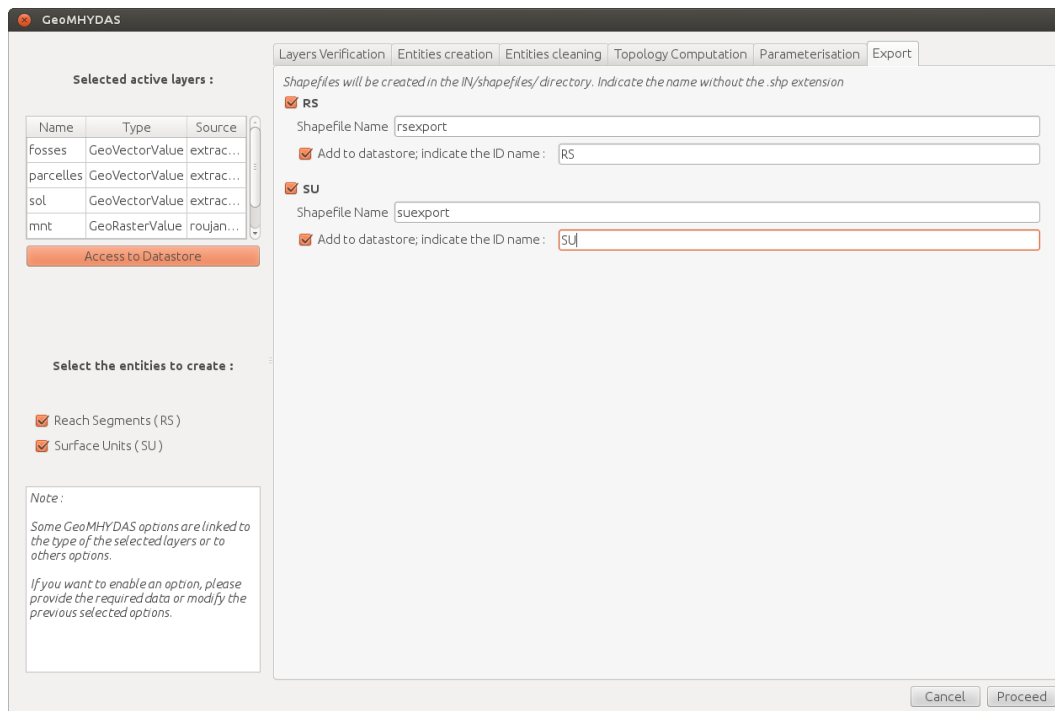


Dans le champ *RS parameterisation...*, indiquer le nom du paramètre distribué *height*, choisir la couche *fosse*, choisir la colonne *USR_HEIG* et la méthode *By Location* ainsi qu'une valeur seuil de *0.1m*

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

3.8 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 via l'onglet *Export*.



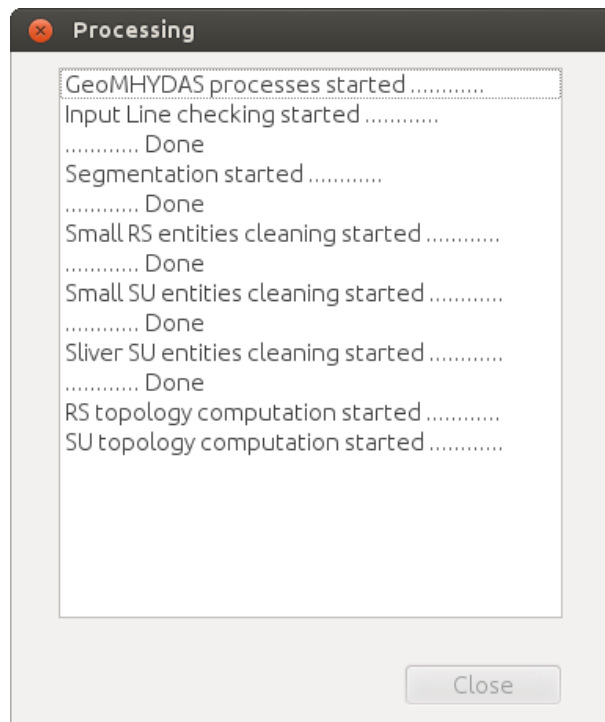
Dans le champ *RS Shapefile Name...*, indiquer le nom de la couche qui sera créée (sans l'extension *.shp*) *rsexport* et cocher *Add to datastore...* en indiquant le nom *RS*.

Procéder de même avec la couche de *SU* et appeler la couche exportée *suexport* et l'identifiant *RS*.

Note: Les couches seront créées dans le répertoire *IN/shapefiles* et disponible dans le data-store du projet *OpenFLUID* en cours.

3.9 Calculs...

Une fois tous les onglets paramétrés, lancer la procédure en cliquant sur le bouton *Proceed*, une fenêtre de progression apparaît :



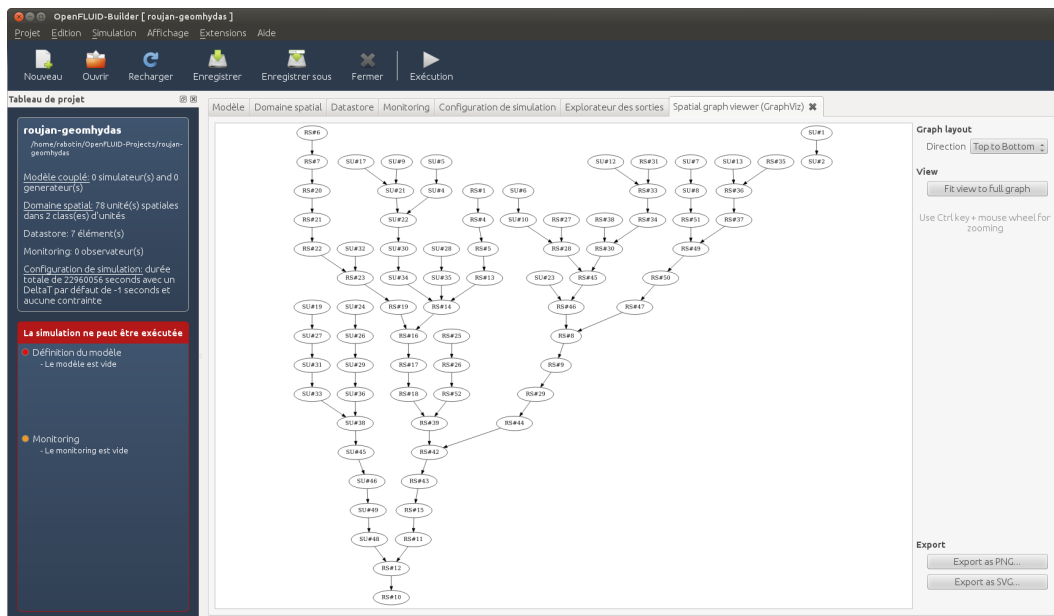
Si tout s'est bien déroulé, fermer la fenêtre en cliquant sur *Close*.

3.10 Analyse du domaine spatial créé

Dans OpenFLUID-Builder, aller dans l'onglet *Domaine Spatial*. Dans l'onglet *Structure*, les informations de topologie des entités sont disponibles et la représentation cartographique du domaine est disponible dans l'onglet *carte*.

	FlowDist	area	occup	slope
7	53.2757	691.364	2	0.0271553
8	26.5569	1482.64	2	0.0347842
9	27.5256	896.753	1	0.0323801
10	21.5621	2979.39	2	0.0952479
12	0.847497	27.6059	2	0.0749078
13	10.6232	320.972	2	-0.0048...
17	13.6169	27.9203	1	0.0379449
19	24.42	682.963	1	0.0812529

Lancer l'extension *Spatial graph viewer* (*Extensions/Domaine spatial*) afin de visualiser le graphe de connexions des unités. On remarquera notamment que les unités SU1 et SU2 ne sont pas connectées au reste du graphe...



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

4 Création d'un domaine spatial sans segmentation et avec la topologie déjà configurée à dire d'expert.

4.1 Présentation des données du bassin versant de Saint Bauzille de Sylve

Ouvrir QGIS et afficher les données spatiales du dossier `<Bureau>/formation/datasets/st_bauzille-geomhydas`.

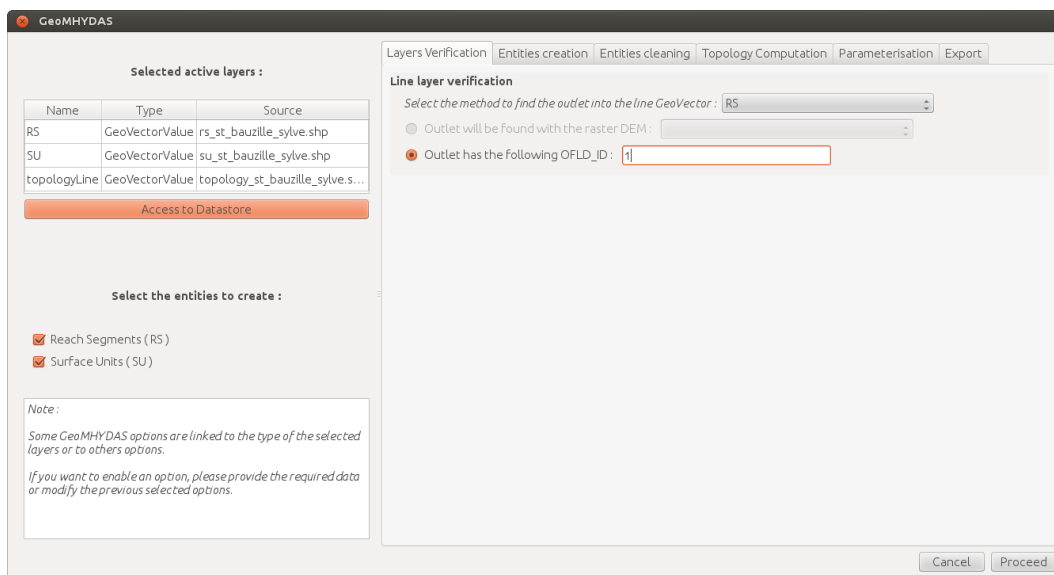
Cette zone d'étude est un petit bassin versant constitué de 18 parcelles et 11 fossés. Dans cet exemple, ne possédant pas d'autres couches vectorielles, la segmentation pour la création des SU et RS est inutile : ainsi 1 parcelle égale à 1 SU et 1 segment de fossé égale à 1 RS. De plus ne possédant pas de MNT à une résolution fine pour ce bassin versant, la topologie orientée a été déterminée de manière experte et les directions d'écoulement de surface sont représentées par la couche *topology_st_bauzille_sylve*. Les informations d'altitude et/ou de pente sont également présentes dans les couches. Le fossé exutoire est connu et identifié par l'OFLD_ID 1.

Dans ce projet, les RS et SU sont déjà créées et la topologie va être calculée à dire d'expert ; Geo-MHYDAS va donc être utilisé sans réaliser l'étape de segmentation.

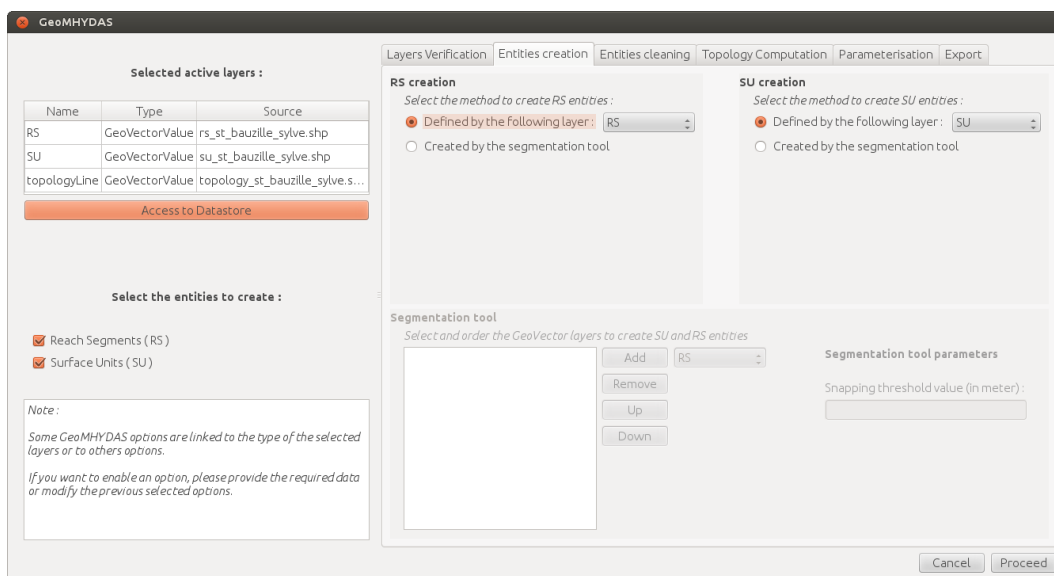
4.2 Création du domaine spatial

Ouvrir le projet OpenFLUID appelé *stbauzille-geomhydas* et lancer l'extension Geo-MHYDAS. Sélectionner les trois couches vectorielles du datastore et cocher la création des SU et RS.

Dans l'onglet *Layers Verification*, sélectionner la couche *RS* comme couche de lignes et indiquer la valeur 1 dans l'option *Outlet has the following OFLD_ID*.

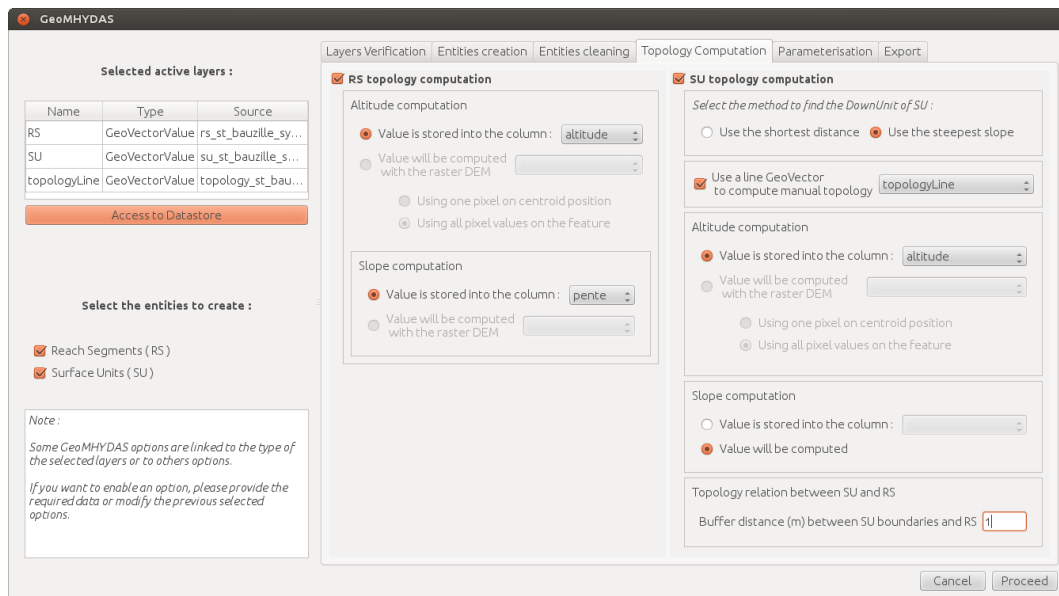


Dans l'onglet *Entities creation*, choisir l'option *Defined by the following layer* et choisir les couches RS et SU.



Aller dans l'onglet *Topology Computation*, cocher les cases *RS topology computation* et *SU topology computation* et paramétrer la fenêtre comme indiqué sur la capture d'écran.

La couche *topologyLine* est alors utilisée pour calculer la **topologie orientée**.



Cliquer sur *Proceed*.

Visualiser le domaine créé dans l'onglet domaine spatial.