

## TP0 : Découverte et prise en main de la plateforme OpenFLUID

---

<b>Objectifs:</b>	Prendre en main la documentation utilisateur et technique, connaître les outils. Savoir utiliser la plateforme OpenFLUID. Exemple du modèle MHYDAS
<b>Pré-requis:</b>	Connaissances théoriques en modélisation

---

### 1 Documentation

#### 1.1 Site web du projet

Le site web OpenFLUID rassemble les informations générales sur le projet: présentation, objectifs, applications, téléchargements, ... C'est le point d'entrée pour découvrir le projet.

Le site web OpenFLUID est accessible à l'adresse <http://www.openfluid-project.org> .

#### 1.2 Espace web Community

L'espace web OpenFLUID Community rassemble des contenus pour la communauté des acteurs du projet : les développeurs, les modélisateurs, les utilisateurs. Le tout est accessible dans un espace communautaire, qui comprend notamment:

- La documentation d'installation,
- La manuel de référence pour les utilisateurs,
- Le guide de développement des simulateurs,
- La documentation de l'API de développement des simulateurs,
- Le guide de bonnes pratiques,
- Des exemples de code source,
- Les informations de migration de version,
- Les documents des formations OpenFLUID,

- ...

L'espace OpenFLUID Community est accessible sur <http://www.openfluid-project.org/community/>

## 2 Les outils

### 2.1 Outils communautaires

Un canal IRC pour OpenFLUID est disponible sur freenode.net. Un canal IRC est un espace de discussion à plusieurs, où chacun peut poser des questions, proposer un sujet de discussion, et où chacun peut participer. C'est le moyen privilégié pour obtenir de l'aide sur OpenFLUID.

Les modalités pour rejoindre le canal IRC sont disponibles sur

[http://www.openfluid-project.org/community/index.php/Community\\_support](http://www.openfluid-project.org/community/index.php/Community_support) .

La mailing-list openfluid est également disponible pour des échanges et annonces autour du projet. Les modalités pour s'abonner à la liste sont disponibles sur

[http://www.openfluid-project.org/community/index.php/Community\\_support](http://www.openfluid-project.org/community/index.php/Community_support) .

OpenFLUID propose également un outil de rapport de bug et de demande de nouvelle fonctionnalité, via son hébergement sur GitHub. Les modalités pour signaler un bug ou déposer une demande de nouvelle fonctionnalité sont disponibles sur

[http://www.openfluid-project.org/community/index.php/Community\\_support](http://www.openfluid-project.org/community/index.php/Community_support) .

## 3 Pour le déroulement du TP

### 3.1 Généralités

Les données nécessaires pour le déroulement de la formation sont contenus dans le dossier `formation`. Si cela est nécessaire, récupérer le dossier `formation` auprès des formateurs ou via l'adresse suivante <http://www.openfluid-project.org/community/index.php/Trainings> et coller le dossier `formation` sur le Bureau de votre ordinateur. Pendant le déroulement du TP, le chemin d'accès à ces données sera indiqué en relatif par le texte `<Bureau>/`. Il conviendra d'adapter ce chemin au système d'exploitation de votre ordinateur:

- pour Windows, `<Bureau>/` équivaut généralement au chemin : `C:/Documents and Settings/[Utilisateur]/Desktop` ou `C:/Users/[Utilisateur]/Desktop`
- pour Ubuntu, `<Bureau>/` équivaut généralement au chemin : `home/[Utilisateur]/Bureau`

Le dossier `formation` est organisé comme suit:

- sous-répertoire `workspace`: projets OpenFLUID,
- sous-répertoire `solutions`: solutions des projets réalisés pendant le TP,
- sous-répertoire `doc-support`: documentation et support pour le TP.

## 3.2 Exemple d'application

Le jeu de données utilisé au cours de ce TP est dénommé "Bassin versant Roujan". Il est extrait du bassin versant expérimental de Roujan (Sud de la France, entre Montpellier et Béziers).

Il comporte 634 unités spatiales, réparties comme suit:

- 237 unités spatiales de classe SU (Surface Unit) représentant des parcelles ou sous-parcelles,
- 372 unités spatiales de classe RS (Reach Segment) représentant des tronçons de réseau hydrographique,
- 25 unités spatiales de classe GU (Groundwater Unit) représentant des unités souterraines.

Les unités spatiales peuvent être visualisées sous GoogleEarth en ouvrant le fichier `BassinVersantRoujan.kml` situé dans le répertoire `<Bureau>/formation/doc-support/projet_exemple/`

Elles sont également disponibles au format shapefiles dans le dossier `<Bureau>/formation/workspace/projects/projet_exemple/IN/shapefiles/`

- `roujan_su_wgs84.shp` : fichier représentant les parcelles ou sous-parcelles,
- `roujan_rs_wgs84.shp` : fichier représentant les tronçons de réseau hydrographique,
- `roujan_gu_wgs84.shp` : fichier représentant les nappes souterraines.

Le format shapefile peut être visualisé à l'aide d'un logiciel SIG (Système d'Information Géographique) comme QGIS; il permet la visualisation des formes géométriques des entités ainsi que de leurs tables attributaires.



## 4 Objectifs et démarche du TP

### 4.1 Objectif

L'objectif de ce TP est de découvrir la plateforme OpenFLUID et les possibilités qu'elle offre dans le cadre de modélisation du fonctionnement du paysage. Le modèle MHYDAS (Modélisation HYdrologique des AgroSystèmes) servira d'exemple de modélisation hydrologique distribuée.

## 4.2 Le modèle MHYDAS, module hydrologie de surface

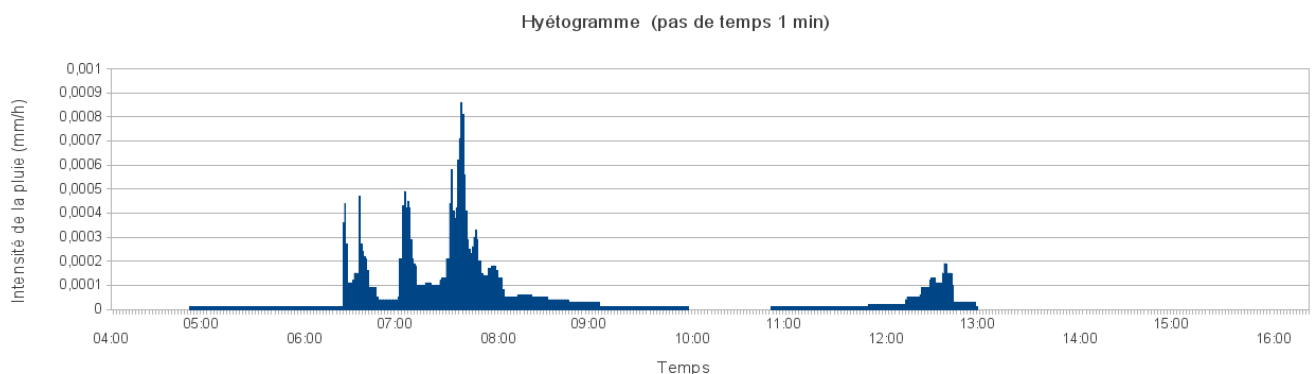
MHYDAS est un modèle hydrologique distribué qui s'appuie sur un découpage de l'espace en unités de production de surface (Surface Units, SU), unités souterraines (Groudwater Units, GU) et unités d'écoulement linéaires (Reach Segments, RS). Il simule des processus hydrologiques sur ces unités spatiales, i.e. partition infiltration-ruissellement et transfert sur les SU, transferts et échanges surface-souterrains dans les RS, écoulements entre GU.

**Note:** Dans le cadre de ce TP, les données de topologie, de propriétés et de conditions initiales des différentes couches spatiales ont déjà été préparées au format *fluidx*. Vous n'aurez donc pas à réaliser cette étape de création ou d'importation des données spatiales.

## 4.3 Les données

Les simulations seront réalisées pour **l'événement de crue du 5 juin 1997**. A cette date, ont été mesurés :

- les intensités de pluie à l'aide d'un pluviographe,
- les débits aux exutoires :
  - d'une parcelle de vigne en désherbage chimique intégral (SU n°34),
  - d'une parcelle de vigne en désherbage mixte (désherbage chimique du rang et désherbage mécanique de l'inter-rang) (SU n°133),
  - du bassin (RS n°372),
- les humidités de surface du sol pour chaque SU avant l'événement.



## 4.4 Démarche

A partir d'un projet de modélisation déjà existant et de l'interface graphique OpenFLUID-Builder, les différentes fonctionnalités de la plateforme seront abordées dans un premier temps.

Puis dans une deuxième partie, le projet sera modifié en testant de nouvelles valeurs de paramètres et en modifiant le modèle couplé (afin de prendre en compte de nouveaux processus à simuler). Enfin, dans la troisième partie, une étude de sensibilité du modèle MHYDAS et différents scénarii seront abordés.

**Note:** Dans la première partie de ce TP, seules les Surface Units (SU) et les Reach Segments (RS) seront prises en compte dans le modèle proposé; la prise en compte des Groundwater Units (GU) n'interviendra que dans la deuxième partie du TP.

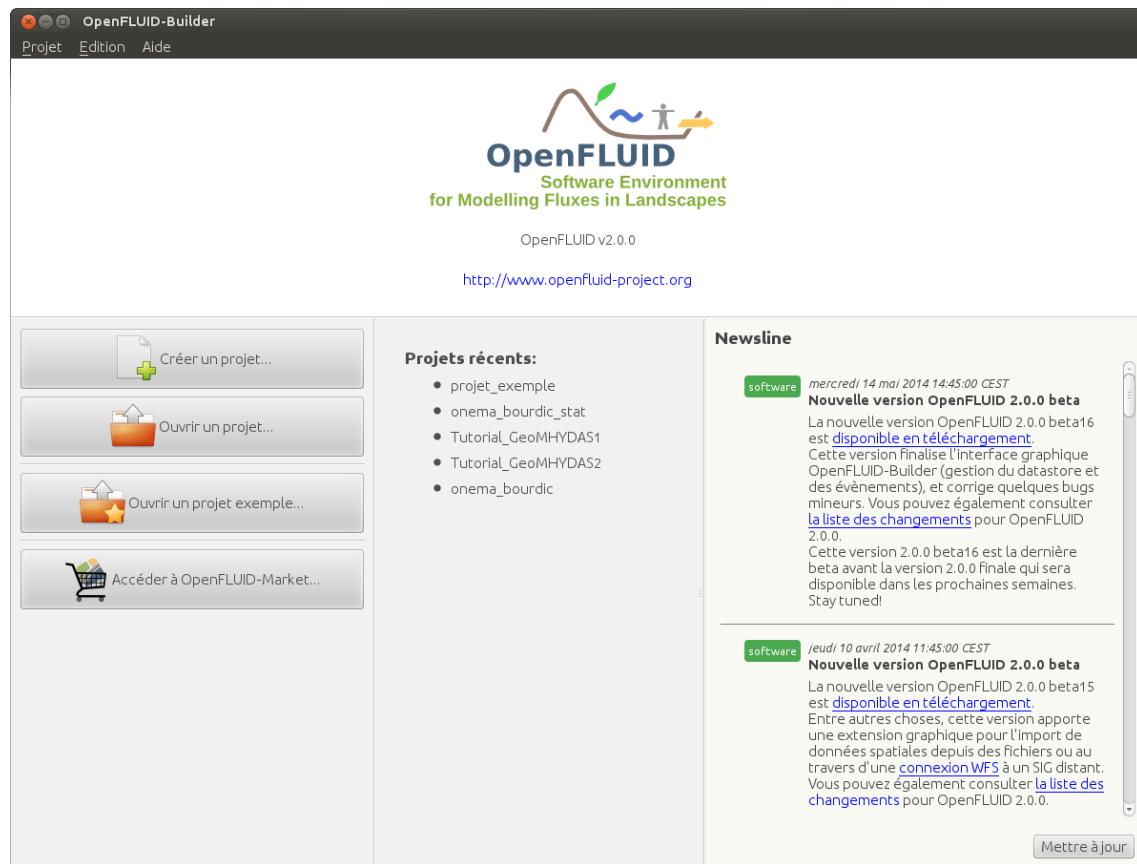
## 5 Prise en main de la plateforme OpenFLUID

### 5.1 Découverte de l'interface graphique OpenFLUID-Builder

OpenFLUID-Builder est l'interface graphique de la plateforme OpenFLUID; cette interface a été développée afin de manipuler facilement les projets de modélisation: elle permet ainsi de modifier des paramètres, ajouter ou enlever des simulateurs, lancer une simulation. . .

**Note:** La plateforme OpenFLUID peut également être utilisée directement en ligne de commande, ceci permet par exemple d'utiliser la plateforme OpenFLUID sur des clusters de calcul. Cet aspect de la plateforme ne sera pas abordé pendant cette session de travaux pratiques.

Lancer l'application **OpenFLUID-Builder**.

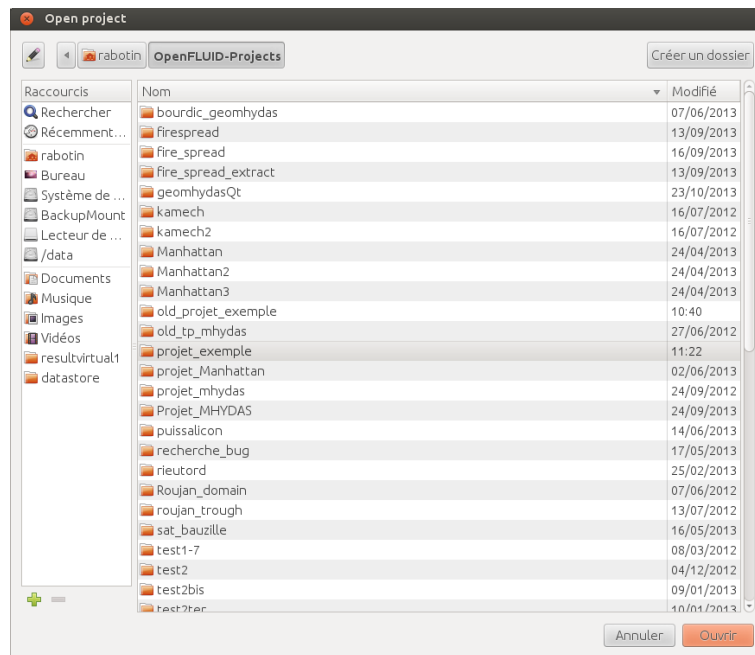


La fenêtre d'accueil d'OpenFLUID-Builder se divise en trois parties principales:

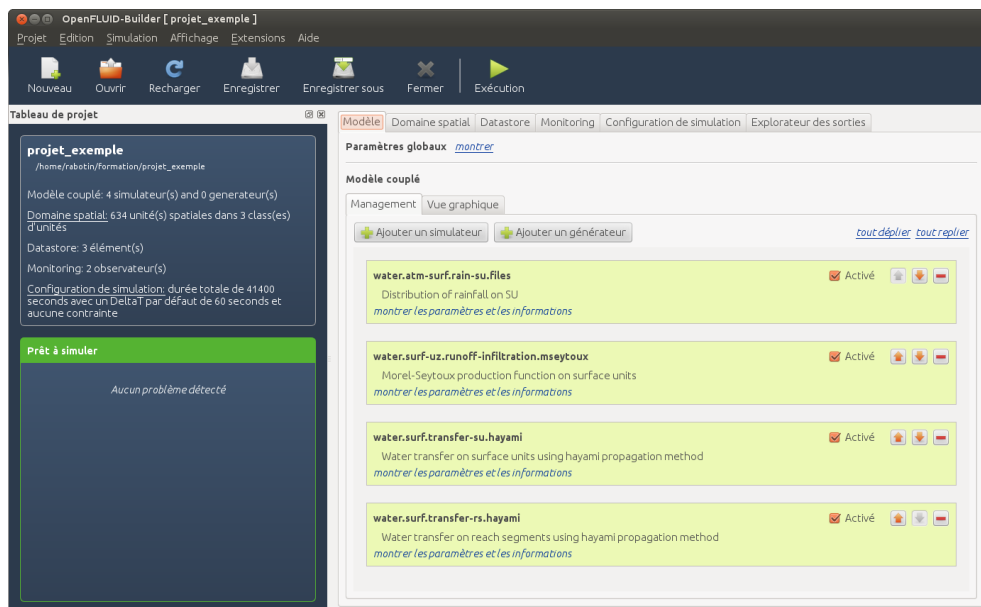
- la partie de gauche permet un accès rapide à la gestion des projets: création de nouveaux projets, accès à des projets existants et accès aux projets exemples,
- la partie centrale permet un accès rapide aux derniers projets utilisés,
- la partie de droite permet d'être tenu informé des dernières actualités concernant OpenFLUID.

Le projet utilisé durant ce TP existe déjà et s'appelle `projet_exemple`.

Cliquer sur le bouton `Ouvrir un projet`, aller dans le dossier `<Bureau>/formation/workspace/projects` et sélectionner le dossier `projet_exemple`, puis cliquer sur `Ouvrir`.



La fenêtre principale de OpenFLUID-Builder s'ouvre et se compose de plusieurs parties:

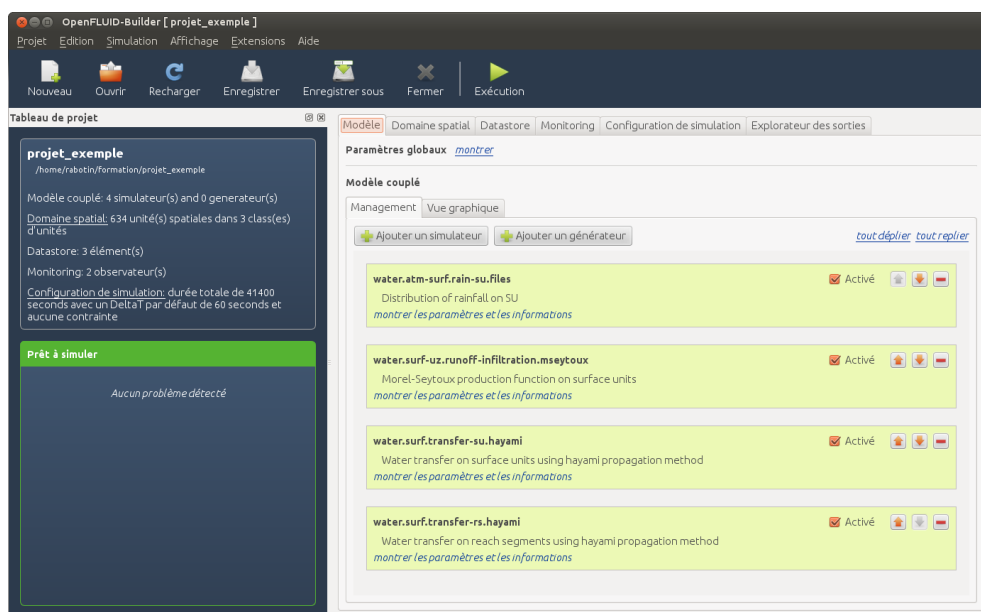


- la barre d'icônes: elle permet la gestion d'un projet (créer un nouveau projet, sauvegarder le projet, ouvrir/fermer un projet. . .). Elle permet également de lancer la simulation (bouton Exécution),
- la fenêtre Tableau de projet permet de visualiser les informations relatives au projet ainsi que sa cohérence : un système de messages et de couleurs permet de connaître l'état du projet,

- l'espace de travail principal est composé de 6 onglets permettant de gérer les différents paramètres du modèle et de la simulation: *Modèle*, *Domaine spatial*, *Datastore*, *Monitoring*, *Configuration de la simulation* et *Explorateur de sorties*,
- l'utilisation de certaines extensions, comme l'extension *Spatial graph viewer* (*GraphViz*), peut faire apparaître de nouveaux onglets.

## 5.2 Onglet *Modèle*

L'onglet *Modèle* permet la gestion du modèle couplé qui est composé de différents simulateurs.



La partie *Modèle couplé* et son onglet *Management* permettent d'ajouter de nouveaux simulateurs, d'en enlever et de modifier leur ordre dans le modèle. Il permet également d'accéder aux informations de chaque simulateur (auteurs, description du rôle du simulateur, documentation sur les paramètres et les variables). La partie *Paramètres globaux* permet d'accéder et de modifier les paramètres globaux du modèle et des simulateurs.

Dans cette simulation, le modèle est composé de quatre simulateurs:

- le simulateur `water.atm-surf.rain-su.files`: il lit des fichiers contenant des données de pluviométrie, interpole ces valeurs selon le pas de temps de la simulation et distribue les valeurs de pluies sur les SU du domaine spatial,
- le simulateur `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux`: c'est un simulateur de production réalisant le partage ruissellement/ infiltration sur chaque SU,
- le simulateur `water.surf.transfer-su.hayami` permet le transfert de l'eau ruisselée entre les SU connectées.



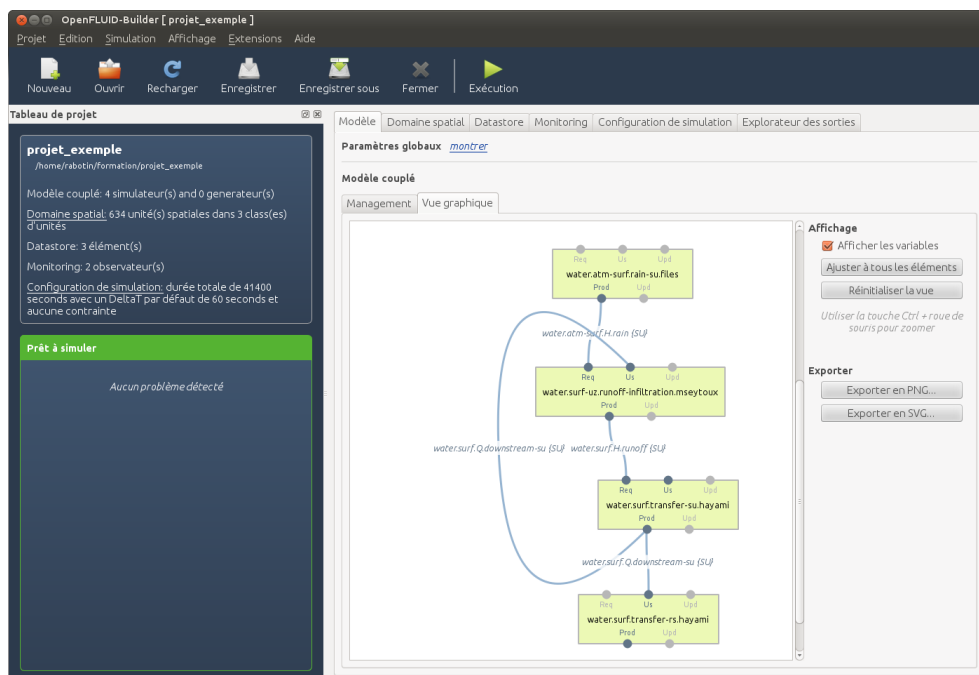
- le simulateur `water.surf.transfer-rs.hayami` permet le transfert de l'eau dans les RS.

**Note:** La partition infiltration-ruisellement et transfert sur les SU est calculée à partir des équations de Green et Ampt adaptées par Morel-Seytoux, le transfert sur les SU et les RS est calculé suivant l'onde diffusante qui est résolue par la méthode d'Hayami.

**Note:** Pour des informations sur le fonctionnement des simulateurs, le rôle de leurs paramètres et leurs valeurs, lire la documentation disponible dans le dossier `<Bureau>/formation/doc-support`.

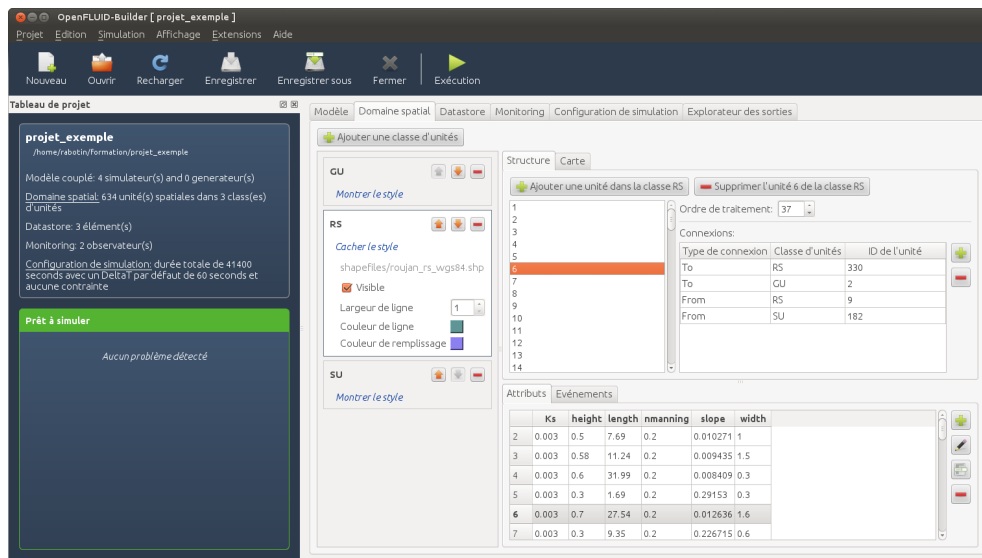
**Attention:** L'ordre des simulateurs dans le modèle est important.

Le modèle couplé et ses différents simulateurs peuvent également être visualisés sous forme graphique à l'aide de l'onglet *Vue graphique*. Cette vue permet notamment de visualiser les échanges de variables entre les simulateurs.



### 5.3 Domaine spatial

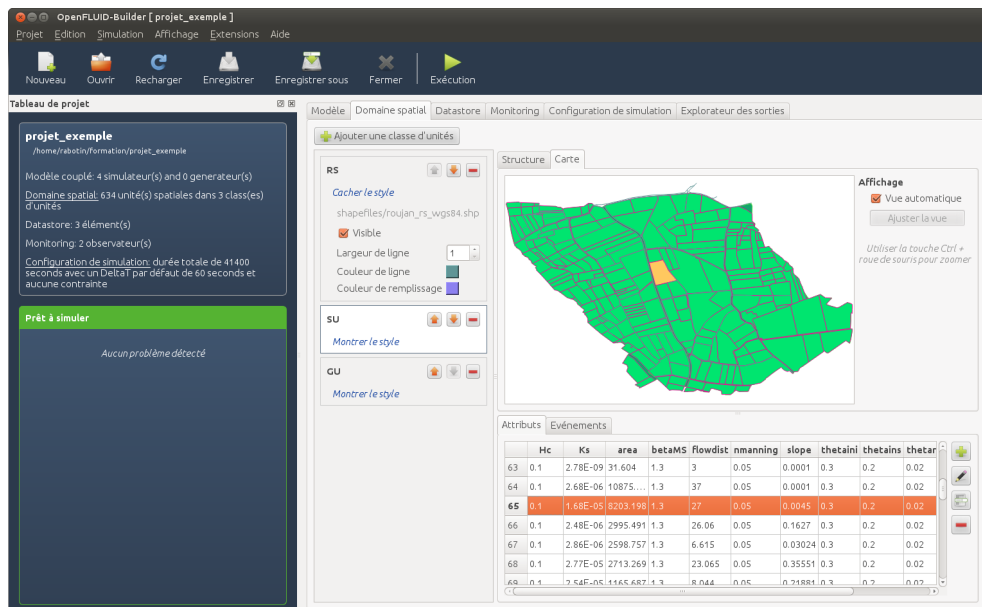
L'onglet *Domaine spatial* permet la gestion du domaine spatial de la simulation.



L'onglet *Structure* permet de visualiser, pour les différentes unités spatiales du domaine, les informations telles que le Process Order, les connexions entre unités ainsi que les attributs. Certains attributs sont liés à la géométrie de l'entité (surface, pente...) d'autres aux processus hydrologiques étudiés (Ks : conductivité à saturation, nmanning : coefficient de rugosité de Manning...).

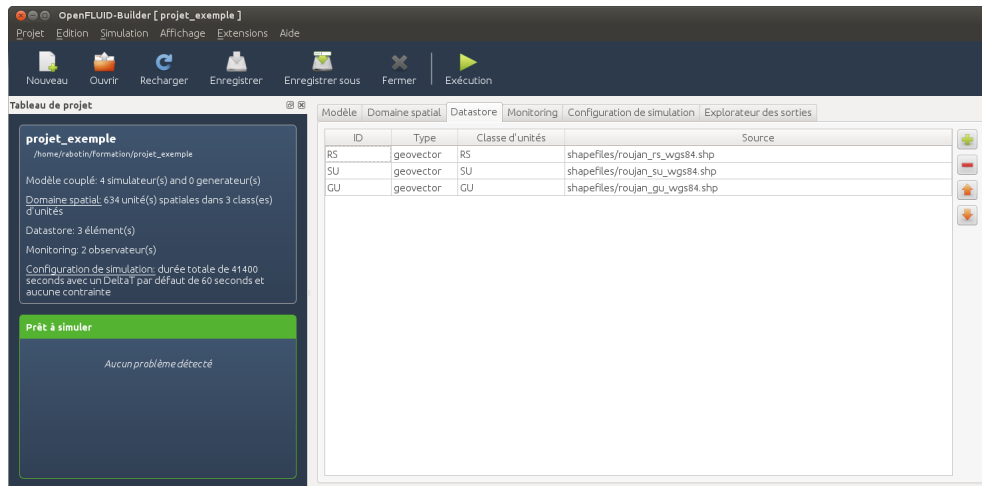
Les ajouts ou suppression d'unités sont possibles, ainsi que les modifications de leurs propriétés (modification des connexions et des attributs).

L'onglet *Carte* permet la visualisation des données géographiques associées aux classes d'unités (si ces données géographiques sont présentes).



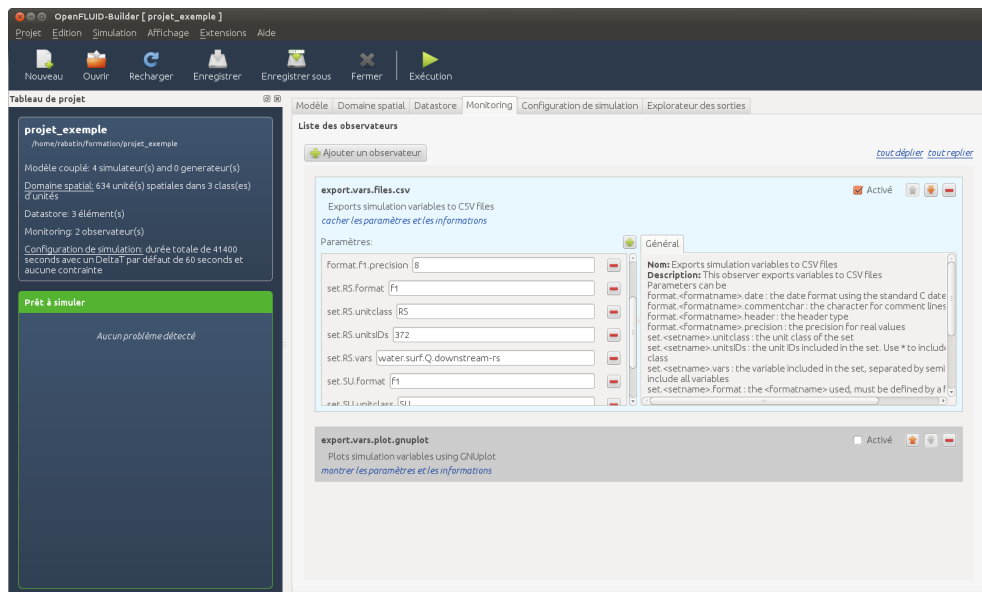
**Note:** La sélection d'une unité sur la carte sélectionne également les données associées à cette unité dans la table attributaire.

## 5.4 Datastore



Le *Datastore* permet la mise à disposition des données associées au projet OpenFLUID. Pour ce projet, il contient les couches de données géographiques du bassin versant de Roujan.

## 5.5 Monitoring



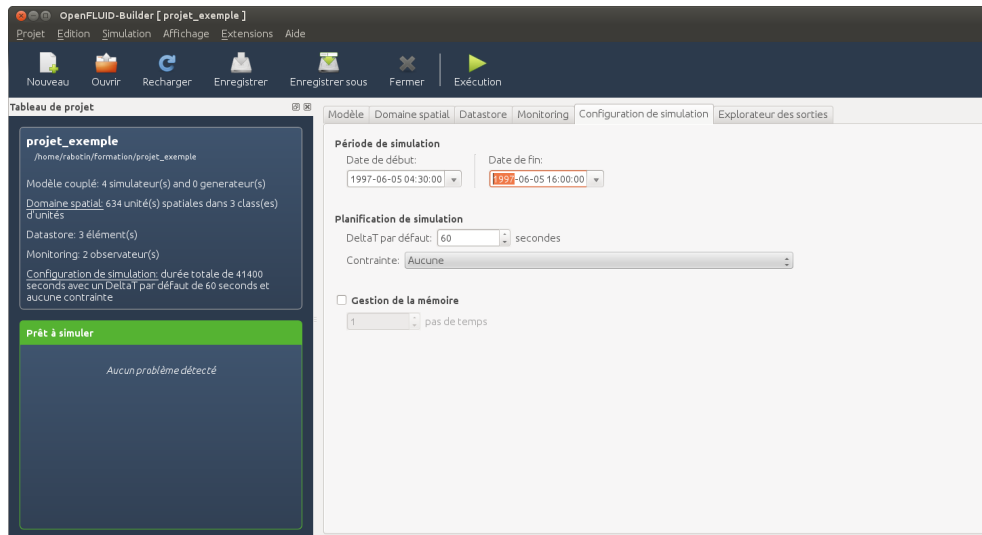
Cet onglet permet la gestion sélective des sorties de résultat extraites de la simulation via la configuration d'observateurs. Le format de sortie voulu (partie *Ajouter un observateur*) ou les unités et les variables désirées (partie *Ajouter un paramètre*) peuvent être paramétrés.

Dans ce projet, deux observateurs sont configurés: `export.vars.files.csv` qui permet l'export des variables au format csv, et `export.vars.plot.gnuplot` qui permet l'export des variables sous forme de graphiques.

L'observateur `export.vars.files.csv` a été configuré pour enregistrer les valeurs de débit en m<sup>3</sup>/s à la sortie de deux SU et d'une RS dans des fichiers de type csv.

**Note:** L'observateur `export.vars.plot.gnuplot` est pour l'instant désactivé et ne sera utilisé que dans la seconde partie du TP.

## 5.6 Configuration de simulation



Cet onglet permet de gérer la valeur du pas de temps ainsi que les dates de début et de fin de la simulation. Il permet également une gestion de la mémoire des fichiers de résultat en cas de simulation avec des volumes importants de données.

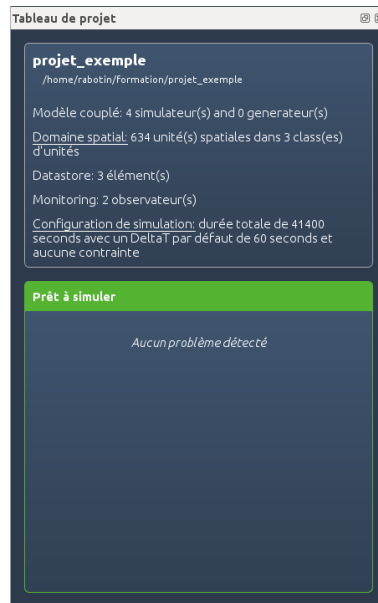
La simulation est paramétrée selon un pas de temps de 60 secondes avec une date de début à 4h30 le 05/06/1997 pour finir à 16h00 le même jour.

## 5.7 Explorateur des sorties

L'onglet *Explorateur des sorties* permet un accès facilité aux fichiers de sortie ainsi qu'aux fichiers de suivi de simulation.

## 5.8 Fenêtre Tableau de projet

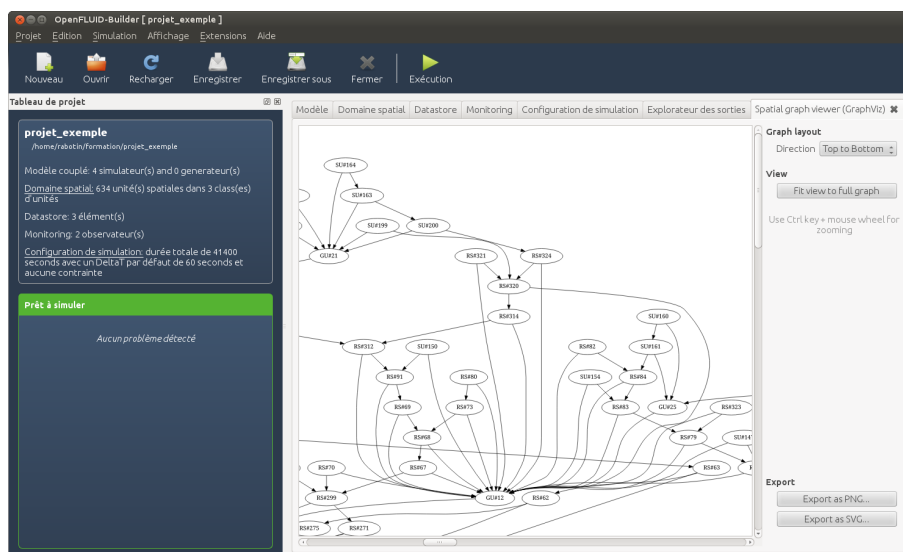
La plateforme OpenFLUID réalise automatiquement des contrôles de validité de la simulation, ce qui permet à l'utilisateur de vérifier rapidement si toutes les données et valeurs requises pour une simulation sont présentes.



Des contrôles automatiques sont ainsi effectués en temps réel sur la validité et la bonne paramétrisation du modèle, la validité du domaine spatial, la configuration des sorties et de l'exécution. Dans le cas où l'indication de couleur est au rouge, la simulation ne peut pas s'effectuer.

## 5.9 Extension Spatial graph viewer

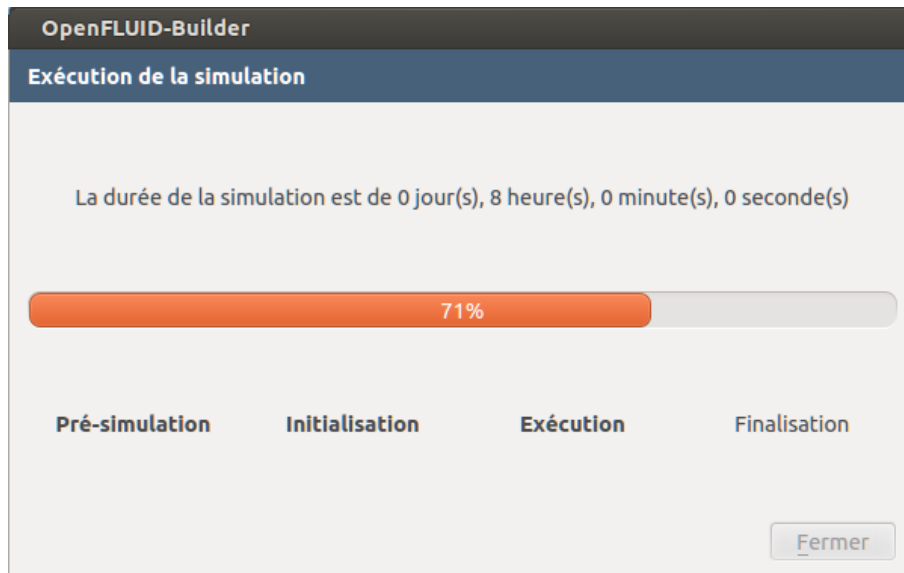
Cette extension permet de visualiser les connexions entre les unités spatiales du domaine sous la forme d'un graphe. Dans *Extensions/Domaine spatial*, cliquer sur *Spatial graph viewer (Graphviz)*. Un nouvel onglet apparaît et permet de visualiser l'arbre de connexion des unités. Des exports de ce graphe au format png ou svg sont également possibles.



## 6 Première simulation

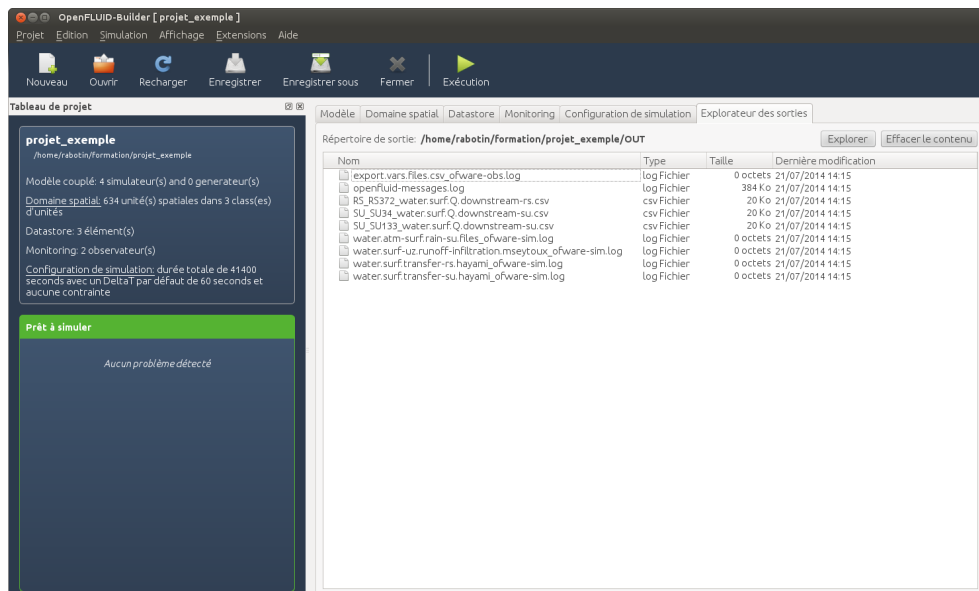
### 6.1 Pour lancer la simulation

Pour lancer la simulation cliquer sur l'icône *Exécution*, une fenêtre de progression de la simulation s'ouvre.



### 6.2 Visualisation des résultats

Pour visualiser les résultats, cliquer sur l'onglet *Explorateur des sorties*.



Double-cliquer sur le fichier de la SU 34 *SU\_SU34\_water.surf.Q.downstream-su.csv* cela lance un logiciel de type tableur (par exemple *LibreOffice Calc* ou *Microsoft Excel*). Ouvrir le fichier en prêtant attention au séparateur de colonnes.

**Note:** Les fichiers de résultat sont stockés dans le dossier OUT du projet et sont donc disponibles dans le dossier <Bureau>/formation/workspace/projects/projet\_exemple/OUT).

A l'aide d'un graphique de type ligne, visualiser la dynamique de la variable pendant la simulation (attention au séparateur décimal).

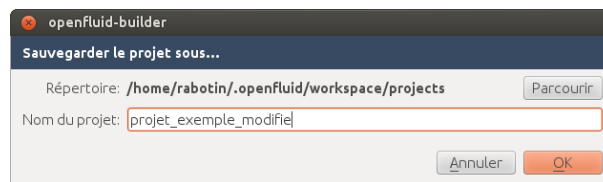
Faire une copie du graphique (par exemple une capture d'écran à coller dans un document texte) et sauvegarder le fichier tableur au format xls ou ods (Libre Office Calc) dans un nouveau dossier *sorties* que vous créerez dans le dossier <Bureau>/formation.

## 7 Modification de la simulation

L'interface OpenFLUID-Builder permet de modifier rapidement les paramètres d'un projet et de relancer une simulation.

### 7.1 Enregistrement d'un nouveau projet

Afin de ne pas modifier le projet initial `projet_exemple`, cliquer sur l'icône *Enregistrer sous* et appeler le nouveau projet `projet_exemple_modifie`. Ce projet sera donc une copie du projet initial et nous travaillerons désormais sur cette copie.



**Note:** A chaque modification d'un paramètre, il est conseillé de sauvegarder le projet (icône *Enregistrer*) avant de lancer une simulation.

### 7.2 Modification de la durée de simulation

Modifier la durée de la simulation pour que celle-ci s'arrête désormais à 12h00. Relancer la simulation et analyser de nouveau la sortie `SU_SU34_water_surf.Q.downstream-su.csv`. Faites une copie du graphique.

### 7.3 Modification du pas de temps de la simulation

Modifier le pas de temps avec une valeur de 300 secondes. Relancer et analyser la simulation. Quelles sont les principales modifications par rapport aux courbes précédentes ? Quelles conclusions en tirer ?

Remettre le pas de temps du modèle à **60 secondes**.

## 7.4 Modification des paramètres

Le simulateur `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux` possède un paramètre global (cad qui va s'appliquer sur toutes les unités liées à ce simulateur) qui permet de modifier le paramètre `thetaini` qui représente l'humidité initiale du sol des SU par un facteur numérique: c'est le paramètre `CoeffMultiThetaIni`. Dans l'onglet `Modèle`, aller dans l'onglet du simulateur `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux` et modifier la valeur du paramètre `CoeffMultiThetaIni` avec la valeur de 0.5. Relancer une simulation et comparer avec les résultats précédents.

Modifier de même le paramètre `CoeffMultiKs` avec une valeur de 0.5. Ce coefficient multiplicatif des `Ks` des parcelles va influencer la capacité d'infiltration des parcelles. Relancer une simulation et comparer avec les résultats précédents.

## 7.5 Modification des sorties

Une nouvelle sortie va être rajoutée aux fichiers de sortie : la variable `water.surf.H.infiltration` c'est à dire la hauteur d'eau infiltrée en m pour les deux SU que nous suivons (SU34 et SU133).

Dans l'onglet `Monitoring`, et dans l'observateur `export.vars.files.csv`, modifier le paramètre `set.SU.vars` en rajoutant la variable `water.surf.H.infiltration` à la sortie (les noms de variables doivent être séparées par des points-virgule)

set.SU.vars

water.surf.Q.downstream-su;water.surf.H.infiltration

Relancer la simulation et visualiser sur un même graphique la hauteur d'eau infiltrée ainsi que le débit pour la SU 34.

## 7.6 Enregistrer le projet

Pour enregistrer le projet, cliquer sur l'icône *Enregistrer*.

# 8 Amélioration du projet initial

## 8.1 Objectif

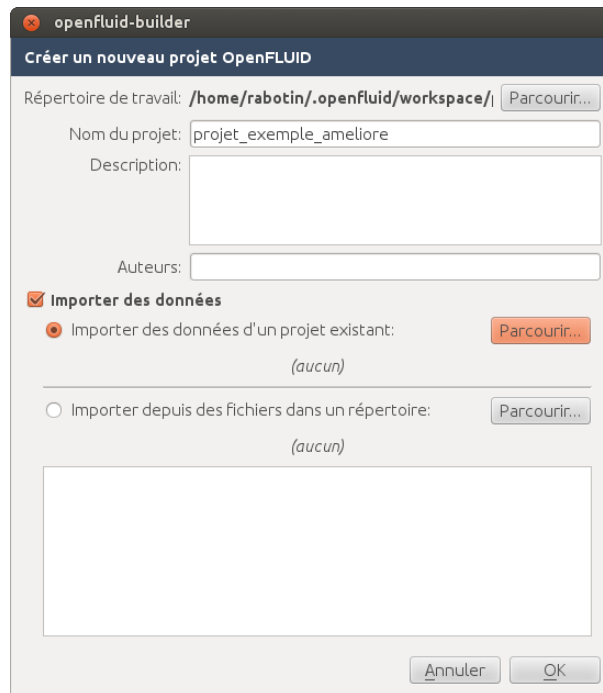
Le modèle actuel ne prend en compte que des processus hydrologiques sur les SU et les RS. Le domaine spatial étant également composé de nappes souterraines GU (Groundwater Units), le simulateur du transfert d'eau sur les RS va être remplacé par un simulateur permettant également de prendre en compte l'échange entre les RS et les GU.

**Note:** Le transfert sur les RS se fera donc selon suivant l'onde diffusante qui est résolue par la méthode d'Hayami et en tenant compte des échanges surface-souterrains de type Darcien.



## 8.2 Création du nouveau projet

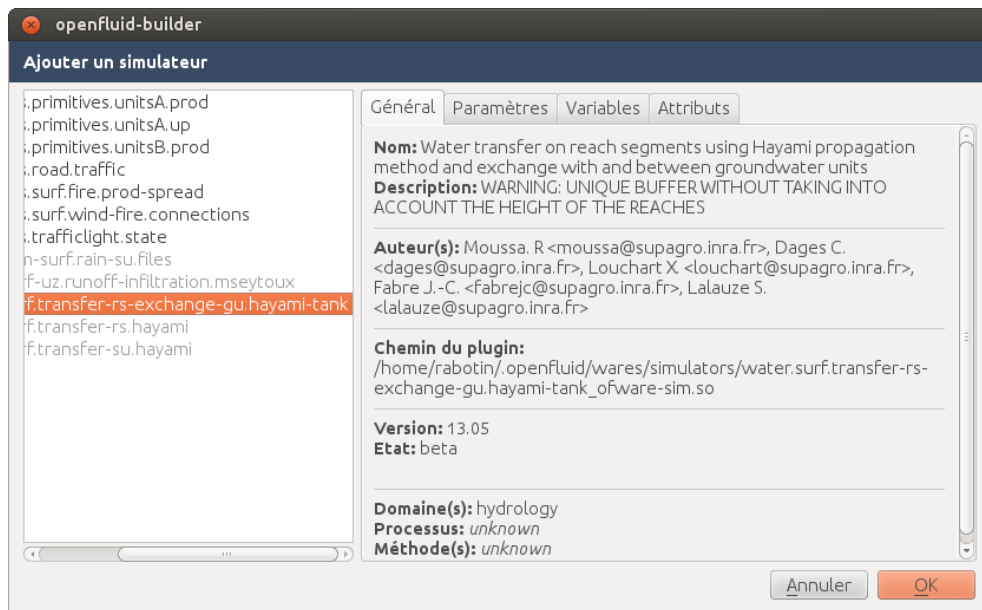
Un nouveau projet basé sur le projet initial va être créé. Pour cela fermer le projet en cours en cliquant sur l'icône **Fermer**. De retour sur la page d'accueil d'OpenFLUID, cliquer sur l'icône **Créer un projet**, nommer le nouveau projet `projet_exemple_ameliore`, cocher la case *Importer des données* et cocher également la case *Importer des données d'un projet existant*. Cliquer sur l'onglet *Parcourir* et sélectionner le projet initial `projet_exemple` (qui est dans le dossier `<Bureau>/formation/workspace/projects`). Et cliquer sur **OK**.



## 8.3 Ajout d'un nouveau simulateur

Aller dans l'onglet **Modèle** et enlever le simulateur `water.surf.transfer-rs.hayami` : cliquer sur le bouton *Suppression* de ce simulateur (symbolisé par une icône `-`).

Pour ajouter le nouveau simulateur, cliquer sur le bouton *+ Ajouter un simulateur* et dans la liste sélectionner le simulateur `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.hayami-tank` et cliquer sur **OK**. Avec les flèches **haut** et **bas**, positionner le en dernière position du modèle.



## 8.4 Paramétrage du simulateur

Une fois le simulateur ajouté au modèle, il est nécessaire de le paramétrer. Paramétrer le simulateur `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.hayami-tank` en cliquant sur *montrer les paramètres et les informations* et indiquer les valeurs de paramètres suivantes:

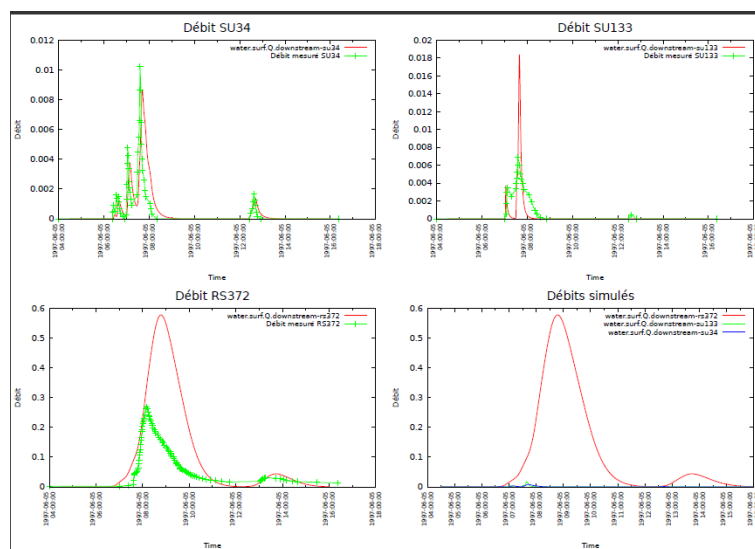
- `calibstep` : 0.01 (pas de calibration pour la relation hauteur/débit des RS)
- `coeffdrainage` : 0 (coefficient multiplicatif d'échange entre GU et RS quand la nappe est au-dessus de la surface)
- `coeffgw` : 0 (coefficient multiplicatif d'échange entre GU)
- `coeffinfiltration` : 0 (coefficient multiplicatif d'échange entre GU et RS quand la nappe est au-dessous de la surface)
- `maxsteps` : 100 (nombre de pas de découpage du noyau d'Hayami)
- `meancel` : 0.5 (coefficient multiplicatif de la vitesse d'écoulement dans les RS, en  $m.s^{-1}$ )
- `meansigma` : 500 (coefficient multiplicatif de la diffusivité dans les RS, en  $m^2.s^{-1}$ )
- `rsbuffer` : 1.2 (hauteur tampon au-dessus des RS en cas de débordement, unité en  $m$ )
- `thetainidefault` : 0.36 (teneur en eau initiale des GU si aucune SU n'y est connectée, en  $m^3/m^3$ )
- `thetasatdefault` : 0.36 (teneur en eau à saturation des GU si aucune SU n'y est connectée, en  $m^3/m^3$ )

## 8.5 Activation d'un observateur

L'observateur `export.vars.plot.gnuplot` permet d'exporter directement dans un fichier pdf les données sous forme de graphes.

Dans l'onglet *Monitoring*, activer l'observateur `export.vars.plot.gnuplot` en cochant la case *Activé*. Cet observateur est déjà paramétré et permet de sortir 4 zones de graphiques où seront superposées les données simulées aux données observées. Les données observées sont lues et formatées par l'observateur à partir des fichiers contenus dans le dossier du projet `/IN/MeasuredData`.

Relancer une simulation et ouvrir le fichier `sorties.pdf`: les trois premiers cadres permettent de visualiser pour les SU34, SU133 et RS372, les débits simulés (courbe en rouge) ainsi que les débits observés (courbe avec points verts). Le dernier cadre affiche les trois courbes des débits simulés des trois entités.



**Note:** Les données observées proviennent des valeurs réelles enregistrées par les appareils de mesures lors de l'épisode pluvieux.

**Note:** Pour plus d'informations sur le paramétrage des observateurs, lire le tutoriel sur les observateurs.

**Note:** Comme pour les simulateurs, il est tout à fait possible de rajouter un nouvel observateur, en cliquant sur l'icône *Ajouter un observateur*. Il restera alors à le paramétrer. Dans ce TP, pour éviter cette phase de paramétrage, le deuxième observateur était déjà présent et correctement paramétré mais seulement désactivé.

## 8.6 Modification du paramétrage du simulateur

Le simulateur `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.hayami-tank` améliore la description des processus car il permet de prendre en compte les échanges entre les RS et les GU. Il est actuellement paramétré avec des valeurs de `coeffdrainage` et `coeffinfiltration` nuls, c'est-à-dire que les échanges entre RS et GU sont actuellement nuls.

Afin de prendre en compte les échanges entre les RS et les GU, modifier la valeur du paramètre `coeffinfiltration` avec la valeur 0.0001 et comparer la courbe du débit simulé sur la RS 372 par rapport à l'ancienne valeur. Modifier maintenant la valeur du paramètre `coeffdrainage` avec la valeur 0.0003. Visualisez la courbe du débit de la RS 372.

En modifiant ces paramètres, on observe que les valeurs simulées se rapprochent des valeurs observées. La prise en compte de ces processus d'échange permet de caler plus finement le modèle par rapport aux simulations précédentes.

## 9 Analyse de sensibilité et impacts sur l'hydrogramme de différents scénarii d'aménagement

L'analyse de sensibilité vise à étudier l'impact d'une modification des variables d'entrée et des paramètres sur l'hydrogramme simulé. Certains paramètres sont caractéristiques des pratiques agricoles liées aux aménagements du bassin versant : e.g. les propriétés hydrodynamiques de la surface du sol liées aux pratiques de désherbage sur les parcelles ; les propriétés hydrodynamiques du sol liées aux pratiques d'entretien des fossés.

L'analyse de sensibilité sera réalisée sur les données de l'événement du 5 juin 1997, et portera sur plusieurs composantes : i) impact de l'occupation du sol ; ii) impact de l'entretien du réseau de fossés ; iii) impact des conditions initiales d'humidité du sol.

**Note:** Pour chaque analyse de sensibilité, il peut être nécessaire de créer, à partir du projet `projet_exemple_ameliore`, un nouveau projet qui portera le nom de la question à répondre.

### 9.1 Question 1 : Impact de l'occupation du sol

Sur le bassin viticole de Roujan, deux grandes modalités de désherbage sont pratiquées : désherbage chimique intégral sans travail du sol qui limite l'infiltrabilité du sol et désherbage mécanique (rotavator ou chisel sur l'inter-rang et chimique sur le rang) qui favorise l'infiltrabilité.

**Pour la fonction de production de Morel-Seytoux**, le paramètre le plus sensible est le  $K_s$  (en  $m.s^{-1}$ ) qui dépend fortement de l'occupation du sol et des pratiques d'entretien du sol.

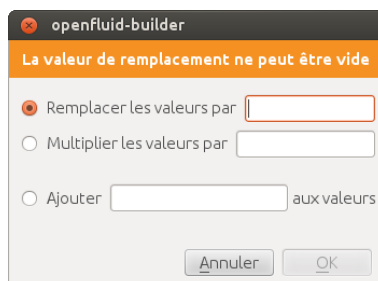
Quelques valeurs obtenues par simulation de pluie sont données ci-dessous. Le  $K_s$  dépend essentiellement des états de surface du sol, eux-même déterminés à partir de pratiques d'entretien du sol. A partir de mesures de terrain au simulateur de pluie et de dires d'expert, la correspondance suivante est proposée :

Occupation du sol	Travail du sol	Ks ( $m.s^{-1}$ )
Arboriculture, Asperge, Luzerne, Céréales, Friches, Garrigues, Jachère		9.72e-6
Vigne arrachée		5.00e-6
Bâti		2.78e-7
Lagune		2.22e-5
Maraîchage		5.00e-6
Plantier	non	2.08e-6
Plantier	oui	5.00e-6
Vigne palissée ou gobelet	non	2.08e-6
Vigne palissée ou gobelet	oui	5.00e-6

**Note:** Ces valeurs de Ks ne sont données qu'à titre d'exemple pour ce TP, et ne sont pas caractéristiques d'autres zones géographiques ou pratiques culturales.

On souhaite étudier l'impact d'une généralisation de l'une ou l'autre des pratiques sur l'hydrogramme de crue du bassin versant.

**Note:** Pour modifier les valeurs des attributs d'unités, dans l'onglet *Domaine spatial, Attributs*, sélectionner les attributs que vous désirez modifier et cliquer sur l'icône *Editer les valeurs sélectionnées* symbolisée par un crayon. Il est possible de remplacer les valeurs sélectionnées ou de leur appliquer une opération mathématique simple.



Tester les configurations suivantes:

- Modifiez les valeurs de Ks des unités SU en : i) affectant à toutes les parcelles la valeur de Ks =  $2.08e-6 m.s^{-1}$  correspondant à un désherbage chimique intégral (cas de la vigne « palissée » ou « en gobelet » sans travail du sol) ; ii) affectant à toutes les parcelles la valeur de Ks =  $5.00e-6 m.s^{-1}$  correspondant à un désherbage mécanique (cas de la vigne « palissée » ou « en gobelet » avec travail du sol). ; iii) affectant à toutes les parcelles la valeur de Ks d'une friche ; iv) affectant à toutes les parcelles la valeur de Ks d'un bâti.
- Pour chaque modification, effectuez une simulation et tracez les hydrogrammes des SU n°34, SU n°133 et RS n°372.
- Comparez les volumes et les débits de pointes de chaque simulation avec la simulation de référence.

## 9.2 Question 2 : Impact de l'entretien du réseau de fossé

Sur les bassins agricoles, la circulation de l'eau est fortement influencée par le réseau de fossés d'origine anthropique. L'état de ces fossés (encombrés d'embâcles, enherbés, curés) impacte la vitesse d'écoulement du fait de la modification de la rugosité des berges et du fond du fossé.

- Modifiez le paramètre de vitesse moyenne dans le réseau de fossés (paramètre `meancel` du simulateur `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.hayami-tank`) : i) très rugueux :  $0.25 \text{ ms}^{-1}$  ; rugueux :  $0.4 \text{ ms}^{-1}$  ; lisse :  $0.6 \text{ m.s}^{-1}$  ; très lisse :  $0.75 \text{ m.s}^{-1}$ .
- Pour chaque modification, effectuez une simulation et tracez l'hydrogramme du RS n°372.
- Comparez les volumes et les débits de pointes de chaque simulation avec la simulation de référence correspondant à une vitesse moyenne `meancel = 0.5 m.s-1`.

## 9.3 Question 3 : Impact des conditions initiales d'humidité

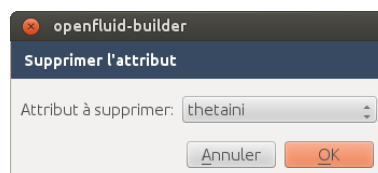
Les conditions initiales d'humidité du sol  $\theta_I$  (attribut `thetaini` des SU) vont impacter l'hydrogramme simulé : e.g. le ruissellement augmente lorsque le sol est plus humide et diminue pour un sol sec. Différents scénarios d'humidité initiale vont être testés:

- i) toutes les parcelles humides avec un  $\theta_I = 0.35$ ,
- ii) toutes les parcelles sèches avec un  $\theta_I = 0.17$ ,
- iii) la moitié basse du bassin humide ( $\theta_I = 0.35$ ) et la moitié haute du bassin sèche ( $\theta_I = 0.17$ ),
- iv) l'inverse du cas iii c'est-à-dire la moitié basse du bassin sèche ( $\theta_I = 0.17$ ) et la moitié haute du bassin humide ( $\theta_I = 0.35$ ).

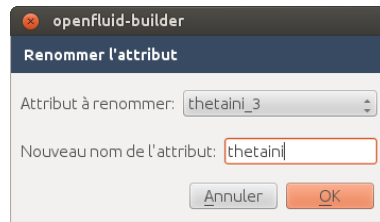
Réaliser les scénarios i et ii avec la même méthode utilisée pour résoudre la question 1 sur l'impact de l'occupation du sol. Pour chaque modification, effectuez une simulation et tracez les hydrogrammes des SU n°34, SU n°133 et RS n°372. Comparez les volumes et les débits de pointes de chaque simulation avec la simulation de référence.

Afin de simplifier la réalisation des scénarios iii et iv, la procédure suivante est proposée: les valeurs de `thetaini` du scénario iii sont contenues dans la colonne `thetaini_3` et celles du scénario iv dans la colonne `thetaini_4`.

Supprimer l'attribut `thetaini` en cliquant sur l'icône *Supprimer un attribut* (et représenté par un signe moins rouge) et sélectionner l'attribut `thetaini`.



Renommer la colonne `thetaini_3` en `thetaini` : cliquer sur l'icône *Renommer un attribut* (icône grise), sélectionner l'attribut `thetaini_3` et renommer en `thetaini`.



Effectuez une simulation et tracez les hydrogrammes des SU n°34, SU n°133 et RS n°372. Comparez les volumes et les débits de pointes de ce scénario avec la simulation de référence.

Procéder de même pour le scénario iv dont les valeurs de `thetaini` sont contenues dans l'attribut `thetaini_4`.

## 10 Quitter OpenFLUID-Builder

Sauvegarder votre projet, pour quitter le projet en cours, cliquer sur l'icône *Fermer* et *valider*. Pour fermer OpenFLUID-Builder, dans la barre de menu, cliquer sur *projet/Quitter*.