

TP0 : Découverte et prise en main de la plateforme OpenFLUID

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

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
- ...

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

2 Les outils

2.1 Outils communautaires

Un canal IRC pour OpenFLUID est disponible sur [freenode.net](http://www.openfluid-project.org/openfluid/community/index.php/Community_support). 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/openfluid/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/openfluid/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/openfluid/community/index.php/Community_support.

3 Pour les TPs à suivre...

3.1 Généralités

Les travaux pratiques qui vont suivre durant cette session de formation seront réalisés au travers d'une machine virtuelle Linux Ubuntu 12.04 32bits sous VirtualBox. Le nom d'utilisateur présent sur cette machine virtuelle est *openfluid*. La connexion avec ce nom d'utilisateur est automatique au lancement de la machine virtuelle.

Le répertoire personnel de l'utilisateur *openfluid* est */home/openfluid*. Sur le Bureau, se trouve un répertoire *formation* dans lequel seront déposées toutes les données et codes-sources nécessaires ou créés pendant cette formation. Il est organisé comme suit :

- sous-répertoire *datasets* : jeux de données d'entrée
- sous-répertoire *outputs* : sorties des exécutions en ligne de commande avec *openfluid*
- sous-répertoire *projects* : projets OpenFLUID-Builder
- sous-répertoire *src* : codes sources fournis
- sous-répertoire *workspace* : code-source des simulateurs développés
- sous-répertoire *datasets-solutions* : solutions des projets réalisés pendant les TP
- sous-répertoire *doc-support* : documentation et support pour les 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 `/home/openfluid/Bureau/formation/datasets/TP0/`. Elles sont également disponibles au format shapefiles dans le dossier `/home/openfluid/Bureau/formation/datasets/TP0/shapefiles/`

- `roujan_su_RGF93.shp` : fichier représentant les parcelles ou sous-parcelles
- `roujan_rs_RGF93.shp` : fichier représentant les tronçons de réseau hydrographique
- `roujan_gu_RGF93.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.

Note: Les données reprojctées en wgs84 sont également présentes dans le jeu de données.



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 modélisations du fonctionnement du paysage. Le modèle MHYDAS (Modélisation HYdrologique des AgroSystèmes) servira d'exemple de modélisation hydrologique distribuée.

4.2 Le modèle MHYDAS

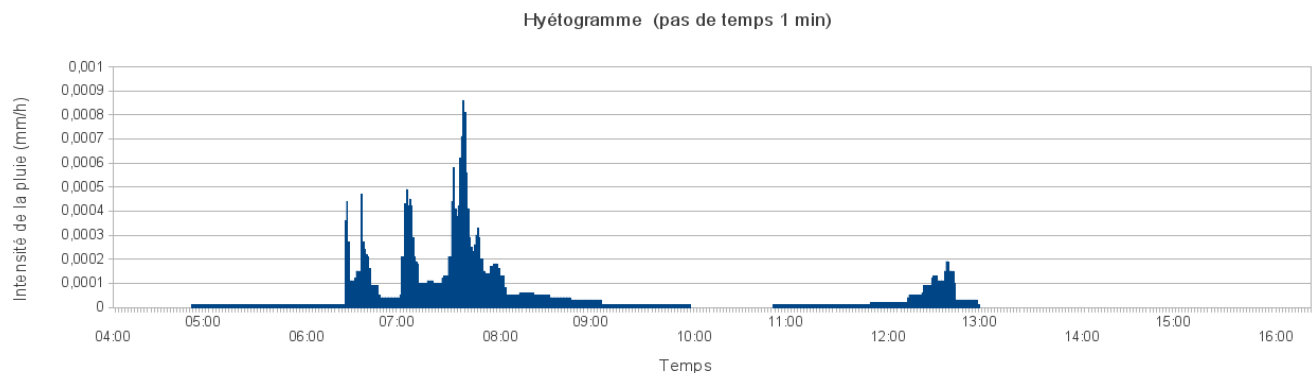
MHYDAS est un modèle hydrologique distribué qui s'appuie sur un découpage de l'espace en unités de production de surface (Surface Units, SU), unités souterraines (Groundwater Units, GU) et unités d'écoulement linéaires (Reach Segments, RS). Des processus hydrologiques peuvent être simulés sur ces unités, ie 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 TD, 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 des données spatiales.

4.3 Les données

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

- 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 les simulateurs (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.

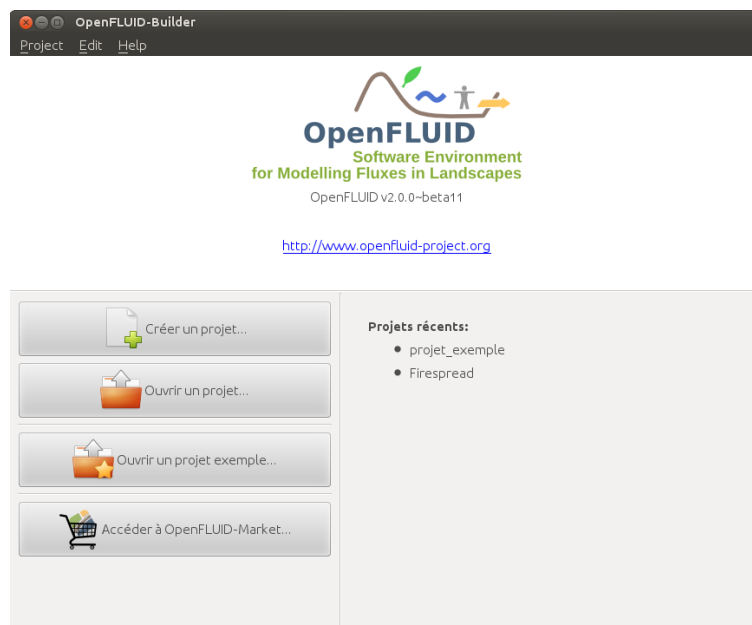
5 Prise en main de la plateforme OpenFLUID

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. . .

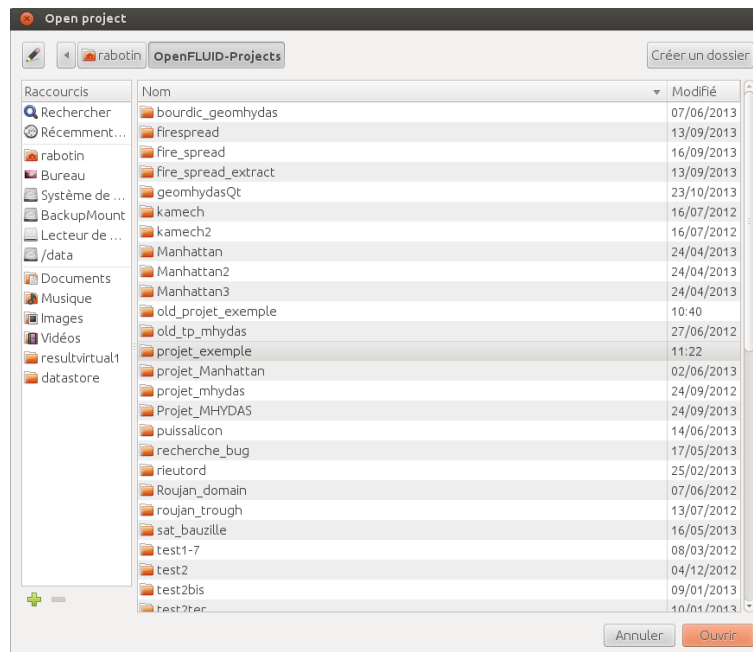
Note: La plateforme OpenFLUID peut également être utilisée directement en ligne de commande, ceci permet par exemple d'utiliser la plateforme OpenFLUID sur des clusters de calcul. Cet aspect de la plateforme ne sera pas abordé pendant cette session de travaux pratiques.

Pour lancer l'application **OpenFLUID-Builder**, cliquer sur l'icône OpenFLUID-Builder sur le bureau.

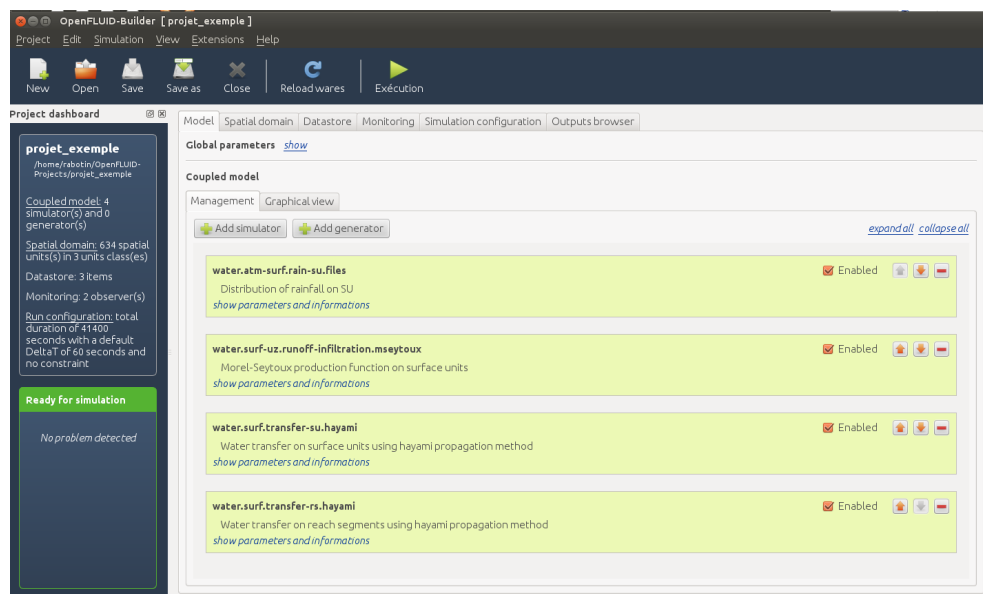


La fenêtre qui s'ouvre permet d'accéder à des projets déjà existants et d'en créer de nouveaux. Le projet utilisé durant ce TP existe déjà et s'appelle `projet_exemple`.

Cliquer sur l'onglet `Ouvrir un projet`, aller dans le dossier `/home/openfluid/Bureau/formation/projec` et sélectionner le projet `projet_exemple`, puis cliquer sur `Ouvrir`.



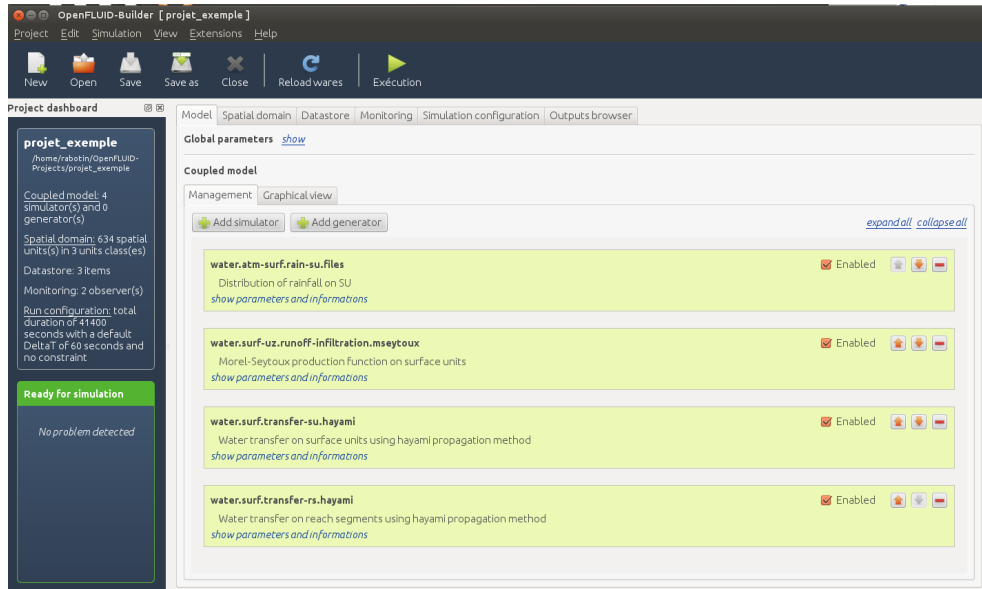
La fenêtre principale de OpenFLUID-Builder s'ouvre et se compose de plusieurs parties :



- 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 Project Dashboard 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 : Model, Spatial domain, Datastore, Monitoring, Simulation configuration et Outputs browser.

5.2 Onglet Model

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



La partie *Coupled model* 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 *Global parameters* permet d'accéder et de modifier les paramètres globaux du modèle et des simulateurs.

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

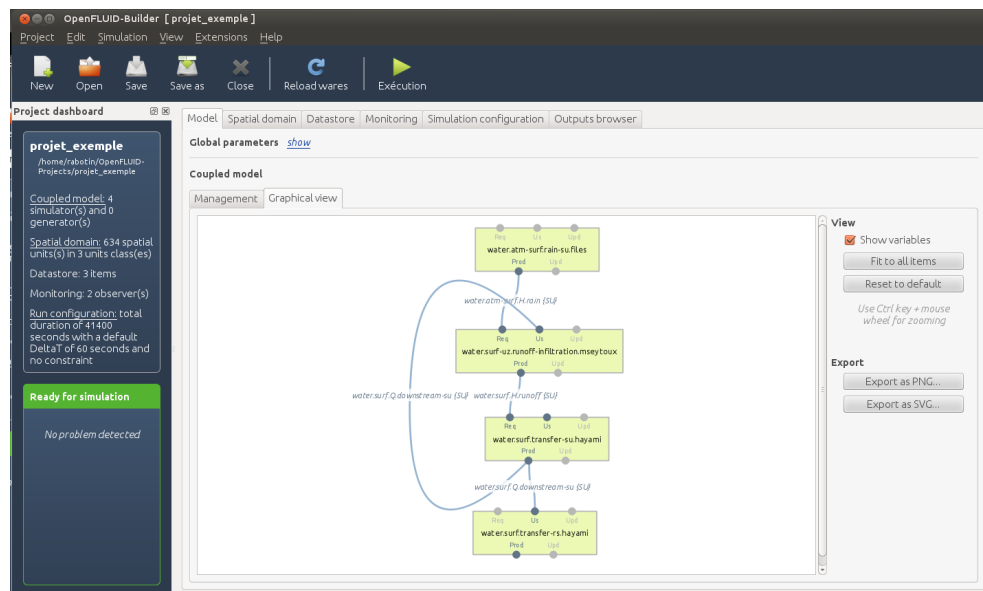
- le simulateur `water.atm-surf.rain-su.files` : il lit des fichiers contenant des données de pluviométrie, interpole ces valeurs selon le pas de temps de la simulation et distribue les valeurs de pluies sur les SU du domaine spatial,
- le simulateur `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux` : c'est 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-ruissellement 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 *Graphical view*. Cette vue permet notamment de visualiser les échanges de variables entre les simulateurs.



5.3 Spatial domain

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

	Ks	height	length	n Manning	slope	width
1	0.003	0.6	11.63	0.2	0.006275	0.3
2	0.003	0.5	7.69	0.2	0.010271	1
3	0.003	0.58	11.24	0.2	0.009435	1.5
4	0.003	0.6	31.99	0.2	0.008409	0.3
5	0.003	0.3	1.69	0.2	0.29153	0.3
6	0.003	0.7	27.54	0.2	0.012636	1.6
7	0.003	0.3	9.35	0.2	0.226715	0.6
8	0.003	0.4	14.24	0.2	0.21442	1.1

L'onglet *Structure* permet de visualiser, pour les différentes unités spatiales du domaine, les informations telles que le Process Order, les connections 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 connections et des attributs).

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

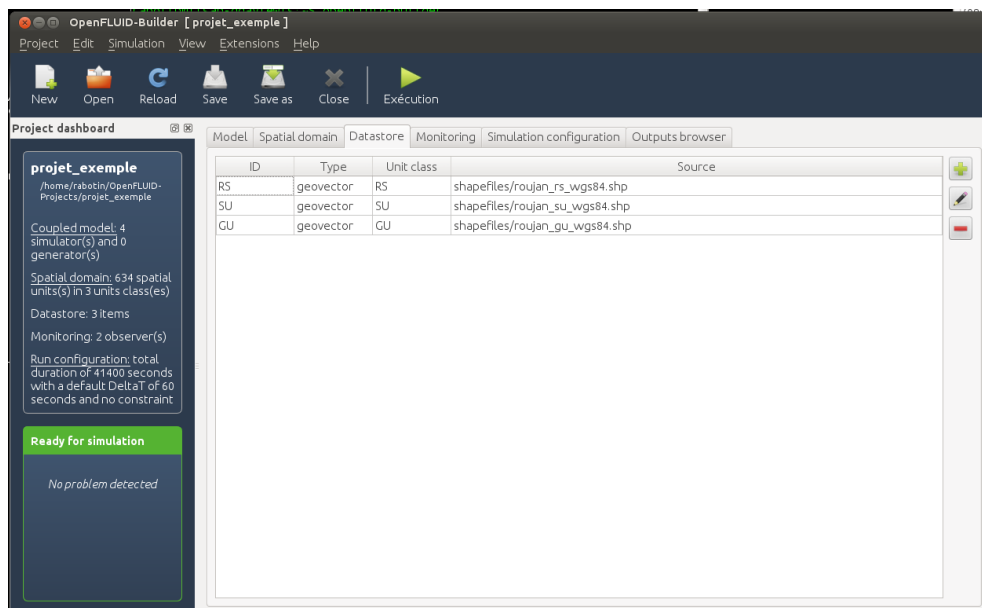
The screenshot shows the OpenFLUID-BUILDER interface for a project named 'TP_M2_MHYDAS'. The interface is divided into several panels:

- Project dashboard:** Displays project details such as the coupled model (4 simulator(s) and 0 generator(s)), spatial domain (634 spatial units(s) in 3 units class(es)), datastore (3 items), and monitoring (2 observer(s)). It also shows the run configuration (total duration of 28800 seconds with a default DeltaT of 60 seconds and no constraint) and a 'Ready for simulation' status with 'No problem detected'.
- Spatial domain:** Contains a list of units (SU, RS, GU) with 'Show map style' links.
- Map:** Displays a map of the spatial domain with a green background and a yellow square highlighting a specific unit.
- Attributes:** A table showing various attributes for the selected unit (231).

	Hc	Ks	area	betaMS	flowdist	nmanning	slope	thetaini	thetains	theta
227	0.1	2.33E-05	1446.811	1.3	24	0.05	0.23333	0.3	0.2	0.02
228	0.1	8.76E-06	3826.909	1.3	75	0.05	0.016	0.3	0.2	0.02
229	0.1	9.12E-06	7253.936	1.3	113.9	0.05	0.02107	0.3	0.2	0.02
230	0.1	1.99E-06	4694.73	1.3	48	0.05	0.025	0.3	0.2	0.02
231	0.1	2.49E-06	10674...	1.3	64	0.05	0.03125	0.3	0.2	0.02
232	0.1	1.95E-06	6097.226	1.3	13.469	0.05	0.1084	0.3	0.2	0.02
233	0.1	1.87E-05	683.831	1.3	6.7	0.05	0.23881	0.3	0.2	0.02

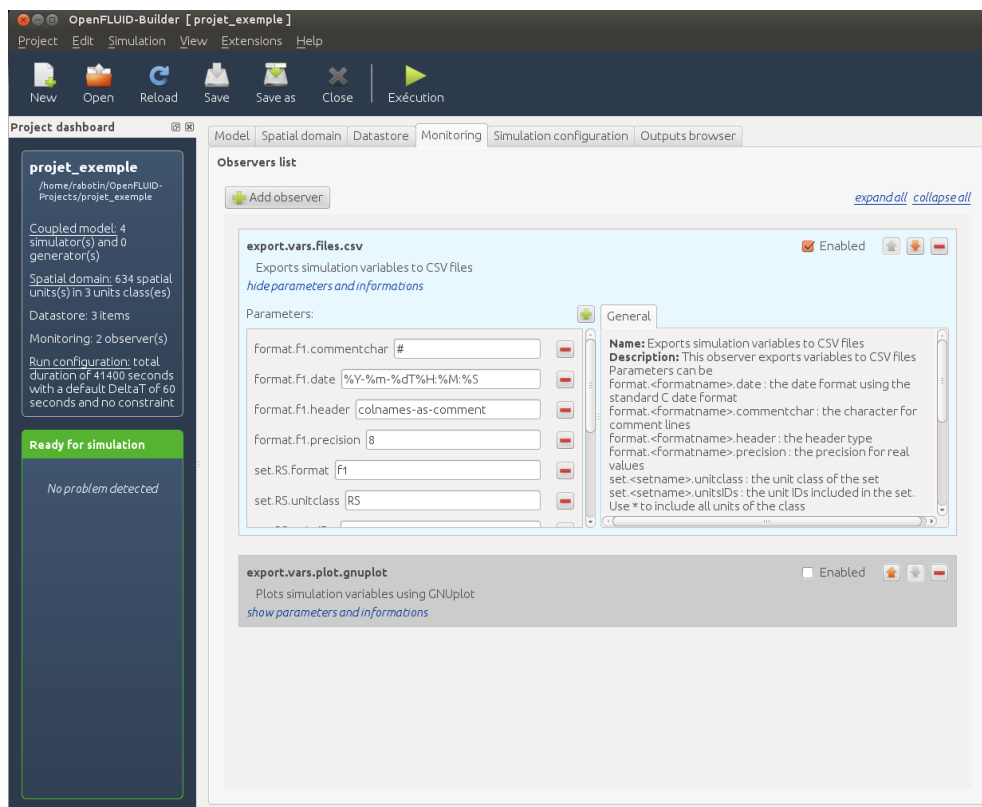
Note: Le fait de sélectionner une unité sur la carte sélectionne également les données associées à cette unité dans la table attributaire.

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



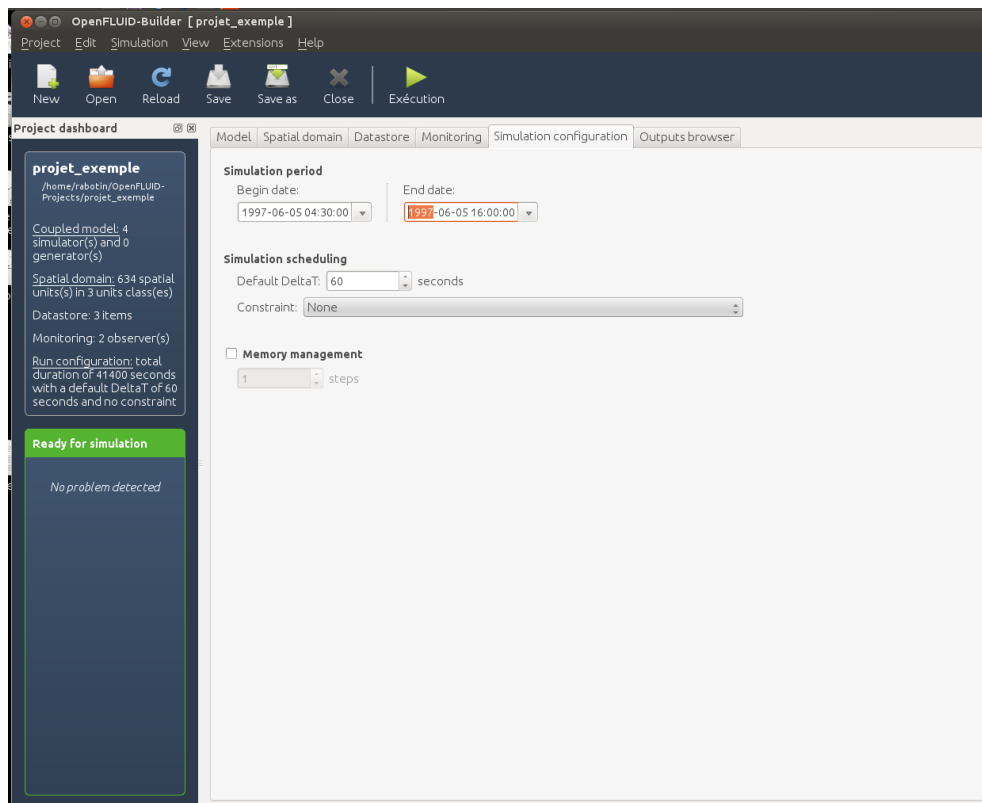
Cet onglet permet la gestion sélective des sorties de résultat extraites de la simulation via la configuration d'observateurs. Le format de sortie voulu (partie *Add observer*) ou les unités et les variables désirées (partie *Add a parameter*) peuvent être paramétrés.

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.

Le premier observateur a été configuré pour enregistrer les valeurs de débit en m³/s à la sortie de deux SU et d'une RS dans des fichiers de type csv.

Note: Le deuxième observateur est pour l'instant désactivé et ne sera que utilisé dans la seconde partie du TP.

5.6 Simulation configuration



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.

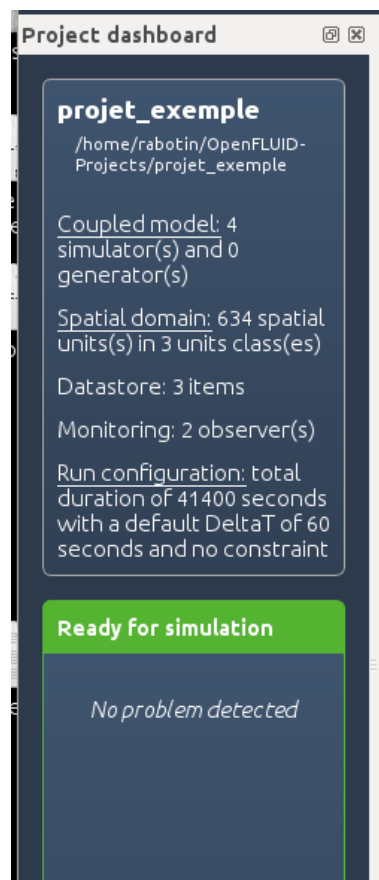
La simulation est paramétrée selon un pas de temps de 60 secondes avec une date de début à 4h30 le 05/06/1997 pour finir à 16h00 le même jour.

5.7 Outputs browser

L'onglet *Outputs browser* permet un accès facilité aux fichiers de sortie ainsi qu'aux fichiers de suivi de simulation.

5.8 Fenêtre Project Dashboard

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.

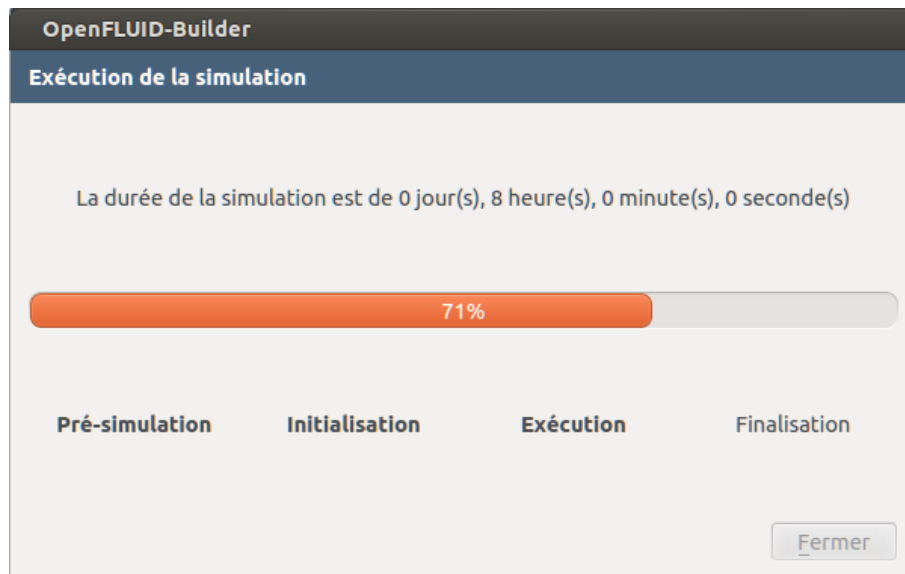


Des contrôles automatiques sont ainsi effectués en temps réel sur la validité et la bonne paramétrisation du modèle, la validité du domaine spatial, la configuration des sorties et de l'exécution. Dans le cas où l'indication de couleur est au rouge, la simulation ne peut pas s'effectuer.

6 Première simulation

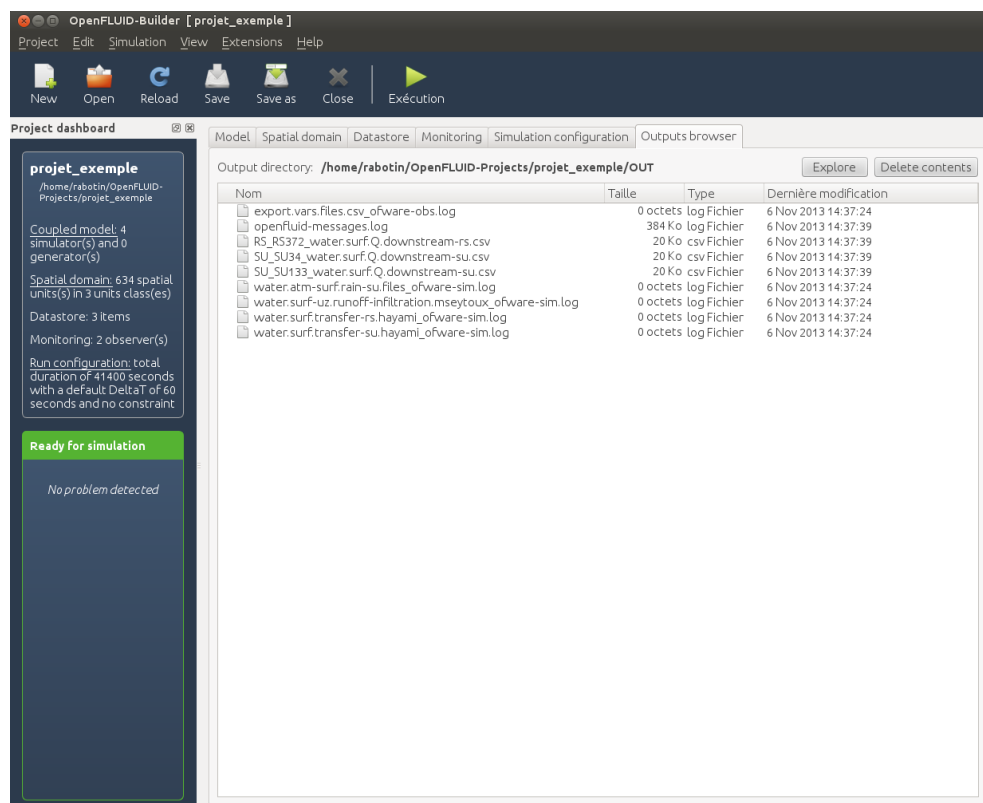
6.1 Pour lancer la simulation

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 *Outputs browser*.



Double-cliquer sur le fichier de la SU 34 *SU_SU34_water.surf.Q.downstream-su.csv* cela lance *LibreOffice Calc*. Ouvrir le fichier en prêtant attention au séparateur de colonnes.

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

Faites une copie du graphique et sauvegarder le fichier tableur.

Note: Les fichiers de résultat sont stockés dans le dossier OUT du projet et sont donc disponibles dans le dossier `home/openfluid/Bureau/formation/projects/nom_du_projet/OUT`).

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 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.

7.2 Modification du pas de temps de la simulation

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

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

7.3 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 cette fonction) 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 `Model`, 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.

7.4 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 la partie `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.

7.5 Enregistrer le projet

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

8 Amélioration du projet initial

8.1 Objectif

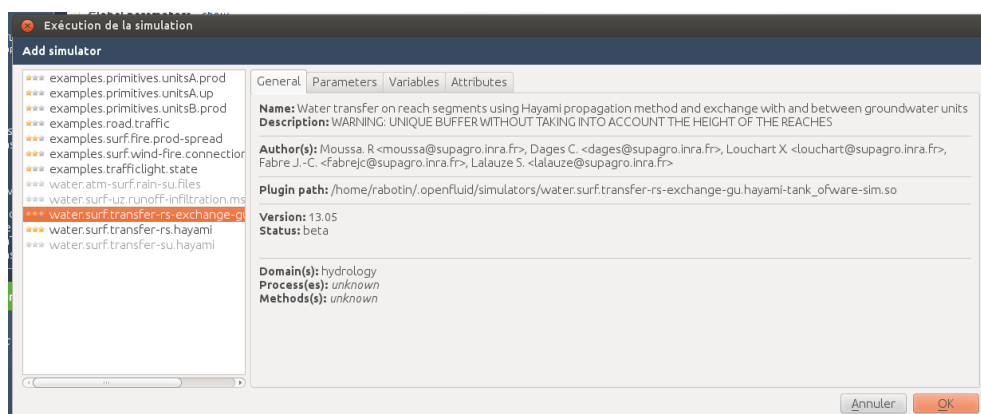
Le modèle actuel ne prend en compte que des processus hydrologiques sur les SU et les RS. Le domaine spatial étant également composé de nappes souterraines (Groundwater Units), le simulateur du transfert d'eau sur les RS va être remplacé par un simulateur permettant également de prendre en compte l'échange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

Note: Le transfert sur les RS se fait 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 Ajout d'un nouveau simulateur

Aller dans l'onglet Model 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 "+ Add simulator" (symbolisée par une icône +) et dans la liste ajouter le simulateur `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.exchange.hayami-tank`. Avec les flèches haut et bas, positionner le en dernière position du modèle.



8.3 Paramétrage du simulateur

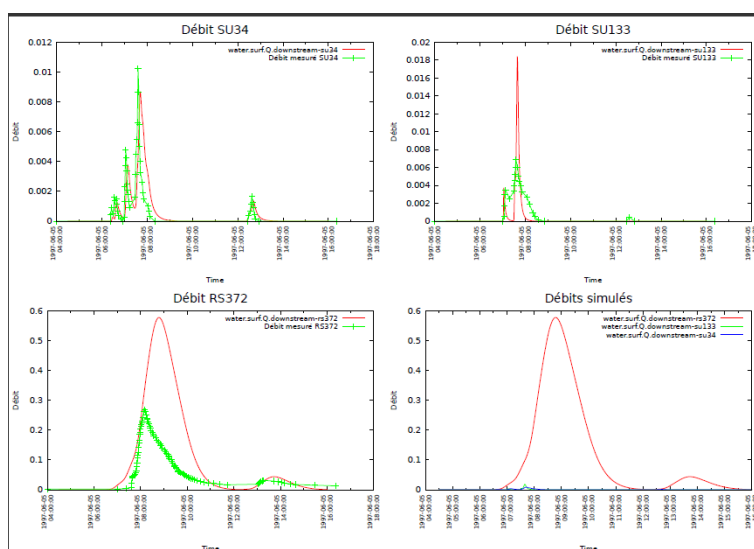
Une fois le simulateur ajouté au modèle, il est nécessaire de le paramétrer. Paramétrer le simulateur `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.exchange.hayami-tank` en cliquant sur *show parameters and informations* avec les valeurs de paramètres suivantes :

- calibstep : 0.01
- coeffdrainage : 0
- coeffgw : 0
- coeffinfiltration : 0
- maxsteps : 100
- meancel : 0.5 m.s^{-1}
- meansigma : $500 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$
- rsbuffer : 1.2 m
- thetainidefault : 0.36
- thetasatdefault : 0.36

8.4 Ajout d'un observateur

Dans l'onglet *Monitoring*, activer l'observateur `export.vars.plot.gnuplot` en cochant la case *Enabled*.

L'observateur `export.vars.plot.gnuplot` permet d'exporter directement dans un fichier pdf les données sous forme de graphes. 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 ; ces données observées sont lues par l'observateur à partir des fichiers contenus dans le dossier *MeasuredData*). Le dernier cadre affiche les trois courbes des débits simulés des trois entités.



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

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

L'analyse de sensibilité vise à étudier l'impact sur l'hydrogramme simulé d'une modification des variables d'entrée et des paramètres. 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: Ne pas oublier de remettre les valeurs initiales des différents paramètres du projet pour la suite de ce TP.

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 :

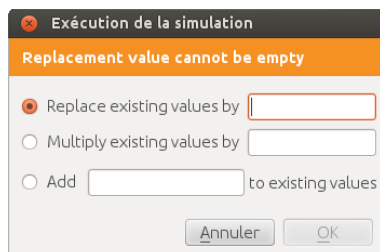
Occupation du sol	Travail du sol	K_s ($m.s^{-1}$)
Arboriculture, Asperge, Luzerne, Céréales, Friches, Garrigues, Jachère		9.72e-6
Vigne arrachée		5.00e-6
Bâti		2.78e-7
Lagune		2.22e-5
Maraîchage		5.00e-6
Plantier	non	2.08e-6
Plantier	oui	5.00e-6
Vigne palissée ou gobelet	non	2.08e-6
Vigne palissée ou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

On souhaite étudier l'impact sur l'hydrogramme de crue si l'une ou l'autre des pratiques est généralisée sur tout le bassin versant.

- Modifiez les valeurs de K_s en : i) affectant à toutes les parcelles la valeur de $K_s = 2.08e-6 m.s^{-1}$ 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 $K_s = 5.00e-6 m.s^{-1}$ 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 K_s d'une friche ; iv) affectant à toutes les parcelles la valeur de K_s 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.

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



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 ms^{-1} ; rugueux : 0.4 ms^{-1} ; lisse : 0.6 m.s^{-1} ; très lisse : 0.75 ms^{-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 ms^{-1} .

9.3 Question 3 : Impact des conditions initiales d'humidité

Les conditions initiales d'humidité du sol (*Thetaini*) vont impacter l'hydrogramme simulé : e.g. le ruissellement augmente lorsque le sol est plus humide et diminue pour un sol sec.

- Modifiez le fichier *domain.fluidx* : i) toutes les parcelles humides avec un *Thetaini* = 0.35 ; ii) toutes les parcelles sèches avec un *Thetaini* = 0.17 ; iii) la moitié basse du bassin humide (*Thetaini* = 0.35) et la moitié haute du bassin sèche (*Thetaini* = 0.17) ; iv) l'inverse du cas iii c'est-à-dire la moitié basse du bassin sèche (*Thetaini* = 0.17) et la moitié haute du bassin humide (*Thetaini* = 0.35).
- 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.

Note: Utilisez les couches vectorielles SIG dans le logiciel QGIS pour déterminer (visuellement) quelles sont les parcelles que vous considérez dans la partie haute et celles dans la partie basse du bassin versant.

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*.