



## TP MHYDAS : Mise en œuvre, analyses de sensibilité et de scénarii du modèle hydrologique distribué MHYDAS Application au bassin versant de Roujan

---

**Objectifs:** Se familiariser avec un modèle mécaniste, évaluer la sensibilité des résultats ...

**Pré-requis:** TP 1 à 7

---

### 1 Objectifs et démarche

#### 1.1 Objectif général

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 Units, 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.

Les objectifs de ce TD sont de plusieurs ordres :

- Se familiariser avec l'utilisation d'un modèle mécaniste distribué par l'analyse des processus qu'il représente et de la structure informatique qu'il nécessite,
- Evaluer la sensibilité des résultats de modélisation aux variables d'entrée et aux paramètres en comparant des résultats simulés et des valeurs observées,
- Evaluer l'impact de scénarii d'aménagement à l'aide du modèle,
- Analyse des forces et des faiblesses d'un tel type de modèle.

#### 1.2 Démarche

Une simulation sous MHYDAS se déroule en 3 étapes :

1. Créer un espace correspondant au bassin versant que l'on souhaite étudier,
2. Définir un modèle à partir des simulateurs programmés qui correspondent à différents processus,

3. Affecter les paramètres et conditions initiales nécessaires pour les simulateurs et les unités spatiales choisies.

**Note:** Une simulation peut être confrontée à des données observées (dans un souci de calibration par exemple), il faudra alors le spécifier dans la 3ème étape.

A partir de données spatiales relevées sur le bassin de Roujan (occupation du sol, pratiques d'entretien du sol), vous proposerez un **modèle (un ensemble de simulateurs représentant les transferts d'eau) et une paramétrisation de ce modèle.**

**Note:** Dans le cadre de ce TD, les données de topologie, de paramètres 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.

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 (SU34),
  - d'une parcelle de vigne en désherbage mixte (désherbage chimique du rang et désherbage mécanique de l'inter-rang) (SU133),
- du bassin,
- les humidités de surface du sol pour chaque SU avant l'événement.

A partir de ces observations, vous procéderez au **calage du modèle**. A partir du modèle calé, vous analyserez :

- la **sensibilité** du modèle aux données de pluie et aux conditions initiales,
- différents **scénarii** de pratiques d'entretien du sol et d'entretien du réseau de fossés.

**Note:** Au paragraphe 4.5, vous trouverez les informations et données nécessaires à la réalisation de ces différents scénarii.

## 2 Données

Pour réaliser l'exercice, sont fournis dans le répertoire `/home/openfluid/formation/TP_MHYDAS` :

- dans le dossier *shapefiles* des couches d'information au format Shapefile représentant les SU, les RS et les GU pour le bassin versant de Roujan : *roujan\_su\_wgs84*, *roujan\_rs\_wgs84*, *roujan\_gu\_wgs84*,
- des informations sur l'occupation du sol *occupation\_SU.txt* et les pratiques de désherbage *travail\_SU.txt*, *Roujan\_SU\_agronomie\_1997.txt*,
- des informations sur les paramètres globaux du modèle : *Roujan\_MHYDAS\_Config\_Parametres\_Globaux.txt*,
- les fichiers de topologie, de paramètres et de conditions initiales pour les SU : *SU.ddef.fluidx*, *SU.defs.ddata.fluidx*, *SU.ini.fluidx*, *SU.parametres.fluidx*,

- les fichiers de topologie et de paramètres pour les RS : *RS.ddef.fluidx*, *RS.defs.ddata.fluidx*, *RS.parametres.fluidx*,
- les fichiers de topologie, de paramètres et de conditions initiales pour les GU : *GU.ddef.fluidx*, *GU.defs.ddata.fluidx*, *GU.ini.fluidx*,
- les hauteurs de pluies sur un pluviographe et les fichiers liés à ces données : *Pluvio\_3\_1997\_06\_05.txt*, *rainsources.xml*, *SUraindistri.dat*,
- des valeurs de débit mesurées :
  - à l'exutoire de la parcelle en désherbage chimique intégral *MeasuredData/Debit\_6\_1997\_06\_05.txt*,
  - à l'exutoire de la parcelle en désherbage mixte *MeasuredData/Debit\_54\_1997\_06\_05.txt*,
  - à l'exutoire du bassin : *MeasuredData/Debit\_999\_1997\_06\_05.txt*.

### 3 Mise en oeuvre du modèle

Vous allez créer un modèle qui va permettre *i)* d'affecter des intensités de pluie sur les SU, *ii)* de simuler une partition infiltration-ruissellement et transfert sur les SU à partir des équations de Green et Ampt adaptées par Morel-Seytoux, *iii)* un transfert suivant l'onde diffusante résolue par la méthode d'Hayami sur les SU, *iv)* un transfert suivant l'onde diffusante résolue par la méthode d'Hayami et des échanges surface-souterrains de type Darcien dans les RS.

**Note:** Pour ce TD, les simulateurs que vous allez utiliser ont déjà été créés et sont prêts à être utilisés directement dans OpenFLUID-builder.

Vous pouvez visualiser les couches d'informations en passant par le logiciel **QGIS**. Pour lancer QGIS, allez dans *Applications/sciences/ Quantum GIS*.

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

#### 3.1 Récupération des simulateurs sur OpenFLUID-market

Les simulateurs nécessaires pour cet exercice sont disponibles sur l'OpenFLUID-market. Si vous ne les avez pas déjà téléchargés lors des TP précédents, procédez aux étapes suivantes :

- Cliquez sur l'icône *Access to OpenFLUID Market*,
- Dans l'onglet *Marketplace*, sélectionnez *Formation2013*,
- Cliquez sur *Select all* puis sur *Forward*,
- Cliquez sur *Accept all licenses...* puis sur *Forward*,
- Le téléchargement des simulateurs commence.

#### 3.2 Création du projet et import des données

Créez un nouveau projet en important les données qui sont contenues dans le dossier */home/openfluid/formation/TP\_MHYDAS* :

- Cliquez sur l'icône *Create a project*,

- Indiquez le dossier du projet (*Project Folder*) ainsi que le nom du projet (*Project Name*),
- Importez les données du TD en cliquant sur *Import dataset from* : et choisir le dossier `/home/openfluid/formation/TP_MHYDAS` qui contient les données
- Assurez vous que les données nécessaires pour le TP sont sélectionnées et cliquez sur *OK*

### 3.3 Définition du modèle

Pour définir le modèle, cliquez sur *Model* et sélectionnez les simulateurs nécessaires à cette simulation :

- le simulateur d'interpolation de pluie : `water.atm-surf.rain-su.files`,
- le simulateur de partition infiltration-ruissellement et transfert sur les SU : `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux`,
- le simulateur de transfert suivant l'onde diffusante sur les SU : `water.surf.transfer-su.hayami`,
- le simulateur de transfert suivant l'onde diffusante sur les RS : `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.hayami-tank`.

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

**Note:** A tout moment, vous pouvez sauvegarder votre projet en cliquant sur l'icône *Save*.

### 3.4 Paramétrage des simulateurs

Chaque simulateur doit être paramétré selon les valeurs suivantes  
Pour le simulateur `water.atm-surf.rain-su.files` :

- `threshold` : 0.000005

Pour le simulateur `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux` :

- `CoeffMultiKS` : 1
- `CoeffMultiThetalni` : 1
- `resstp` : 0.00001

Pour le simulateur `water.surf.transfer-su.hayami` :

- `maxsteps` : 100
- `meancel` :  $0.045 \text{ m.s}^{-1}$
- `meansigma` :  $500 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$

Pour le simulateur `water.surf.transfer-rs-exchange-gu.hayami-tank` :

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

**Note:** Pour des informations sur le rôle de ces paramètres et leurs valeurs, n'hésitez pas à lire la documentation liée aux simulateurs.

### 3.5 Définition de l'exécution de la simulation

Pour définir les paramètres de l'exécution, cliquez sur *Simulation/Config. de l'exécution*. Définissez un deltat de 60 secondes, une période départ au 1997-06-05 à 04h 40min 00sec et une période de fin au 1997-06-05 à 13h 10min 00sec.

### 3.6 Définition du Monitoring

Pour définir les sorties, cliquez sur *Simulation/Monitoring*. Définir les sorties (csv ou gnuplot) pour les unités suivantes et demandez à afficher le débit sortant pour chacune de ces unités :

- les deux parcelles : SU n°34 pour la parcelle en désherbage chimique intégral et SU n°133 pour la parcelle en désherbage mixte,
- l'exutoire du bassin : RS n°372.

**Note:** Se reporter au tutoriel de paramétrage des observateurs pour plus d'informations.

### 3.7 Lancement de la simulation et visualisation des résultats

Pour lancer la simulation, cliquer sur l'icône *Run...* Une fois le Run terminé, cliquez dans la partie *Output browser* pour visualiser les résultats.

## 4 Etude de sensibilité et scénarii

### 4.1 Question 1 : Sensibilité à la pluviométrie

Réaliser d'autres simulations en augmentant le deltat de la simulation.

**Quel est le principal impact de la modification du deltat sur les débits sortants aux parcelles ?**

### 4.2 Question 2 : Impact de l'occupation du sol

Sur le bassin d'étude viticole, deux grandes modalités de désherbage sont pratiquées : désherbage chimique intégral sans travail du sol qui limite l'infiltrabilité du sol et désherbage chimique sur le rang associé à un travail du sol (rotavator ou chisel) sur l'inter-rang qui augmente l'infiltrabilité du sol. Ce mode de conduite impacte le paramètre Ks.

Modifier le Ks de la SU33 avec une valeur de  $5 \cdot 10^{-6}$  et comparer avec les résultats précédents.

Le paramètre `CoeffMultiKs` du simulateur `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux` permet de modifier par un facteur multiplicatif le Ks de toutes les SU.

**Quel serait l'impact, pour un événement, de la généralisation de l'une et de l'autre de ces pratiques ?**

L'occupation du sol a également un impact sur l'infiltrabilité. **Simuler l'impact d'un scénario d'abandon de la culture de la vigne, remplacée par des friches, par des zones de bâti.**

**Pour le simulateur de production de Morel-Seytoux**, le paramètre le plus sensible est le  $K_s$  (en m/s) 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.  $K_s$  dépend essentiellement des états de surface du sol, eux-même déterminés à partir de pratiques d'entretien du sol. A partir de mesure de terrain au simulateur de pluie et de dires d'expert, la correspondance suivante est proposée :

Occupation du sol	Travail du sol	$K_s$ (mm/h)
Arboriculture, Asperge, Luzerne, Céréales, Friches, Garrigues, Jachère		35
Vigne arrachée		18
Bâti		1
Lagune		80
Maraîchage		18
Plantier	0	7.5
Plantier	1	18
Vigne palissée ou gobelet	0	7.5
Vigne palissée ou gobelet	1	18

#### 4.3 Question 3 : Impact de l'échange entre fossés et nappe

Sur les bassins agricoles, la circulation de l'eau est fortement influencée par les réseaux de fossés d'origine anthropique.

Les échanges entre fossés et nappe (infiltration ou exfiltration ou nul) conditionnent grandement les débits à l'exutoire et la qualité des eaux souterraine. Ces échanges sont représentés par une relation de type loi de Darcy et renseignés par deux paramètres : coefficient d'infiltration et coeffdrainage. Mettre la valeur 0.0002 au coefficient d'infiltration et regarder l'impact sur le débit à l'exutoire du bassin versant (RS372)

#### 4.4 Question 4 : Impact des conditions initiales

Pour un événement donné, les débits observés sur le bassin versant seront différents en fonction des conditions initiales : sur des sols gorgés d'eau l'infiltration sera limitée, a contrario, en condition sèches le ruissellement sera limité.

**Comment, dans le modèle, modifier ces conditions initiales ?**

**Réaliser plusieurs simulations avec des conditions initiales différentes (sols très secs et sols gorgés d'eau. Le modèle est-il sensible à ces changements ?**