



## **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 distribuée 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, ecoulements 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 fonctions programmées qui correspondent à différents processus,
3. Affecter les paramètres et conditions initiales nécessaires pour les fonctions 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 fonctions 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,
  - d'une parcelle de vigne en désherbage mixte (désherbage chimique du rang et désherbage mécanique de l'inter-rang),
  - du bassin,
- les humidités de surface du sol pour chaque UHS 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\_rs\_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 topologies, 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 topologies et de paramètres pour les RS : *RS.ddef.fluidx*, *RS.defs.ddata.fluidx*, *RS.parametres.fluidx*,
- les fichiers de topologies, 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-ruisseau 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 fonctions de simulations que vous allez utiliser ont déjà été créées et sont prêtes à être utilisées 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**, allez dans *Applications/sciences/OpenFLUID-builder*.

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

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

- Cliquez sur l'icône *Access to OpenFLUID Market*,
- Dans l'onglet *Marketplace*, sélectionnez *Formation2012*,
- Cliquez sur *Select all* puis sur *Forward*,
- Cliquez sur *Accept all licenses...* puis sur *Forward*,
- Le téléchargement des fonctions 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 fonctions nécessaires à cette simulation :

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

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

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

### 3.4 Paramétrage des fonctions

Chaque fonction doit être paramétrée selon les valeurs suivantes

Pour la fonction `water.atm-surf.rain-su.files` :

- `threshold` : 0.000005

Pour la fonction `water.surf-uz.runoff-infiltration.mseytoux` :

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

Pour la fonction `water.surf.transfer-su.hayami` :

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

Pour la fonction `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 fonctions.

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

Pour définir les paramètres du Run, cliquez sur *Simulation/Run*. Définissez un pas de temps 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 des sorties

Pour définir les sorties, cliquez sur *Simulation/Outputs*. Dans la partie *Set définition*, définir les sorties 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.

Modifiez également la précision des sorties pour avoir une précision de 7 chiffres

### 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 *Results* pour visualiser les résultats.

## 4 Etude de sensibilité et scénarii

L'étude de sensibilité et des scénarii d'aménagement peut se décomposer en cinq sous-parties qui seront traitées séparément par groupe. Une restitution finale croisée sera réalisée.

### 4.1 Question 1 : Sensibilité à la pluviométrie

Réaliser plusieurs simulations à l'aide du modèle pour évaluer l'évolution des résultats en fonction du niveau de connaissance de la pluviométrie sur le bassin (exemple : modification du pas de temps ou de la quantité de pluie).

**Comment réagit le modèle aux incertitudes sur la mesure de la pluie ?**

### 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.

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

**Le labour a pour conséquence l'augmentation de l'infiltrabilité du sol, avec le temps le sol se referme et l'infiltrabilité diminue. Représenter l'impact de cette évolution sur les débits aux exutoires d'une parcelle et du bassin.**

**Simuler l'impact d'un scénario d'abandon de la culture de la vigne, remplacée par des friches, par des zones de bati.**

### 4.3 Question 3 : Impact de l'entretien du réseau de fossé

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

L'état de ces fossés (encombrés d'embâcles, enherbés, curés) joue potentiellement un rôle dans le transfert d'eau des parcelles à l'exutoire du bassin et peut être représenté par un coefficient global de rugosité par bief.

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.

**Evaluer l'impact de plusieurs scénarii d'entretien des fossés.**

### 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. Le modèle est-il sensible à ces changements ?**

### 4.5 Quelques informations :

**Pour la fonction 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 Etats 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, Fiches, 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           |

**Pour la fonction de transfert**, voici quelques exemples de valeurs pour les coefficients de rugosité :

| <b>Streambed characteristics</b>       | <b>Roughness coefficient</b> |
|--|------------------------------|
| Mountain streams with rocky beds       | 0.04-0.05                    |
| Winding natural streams with weeds     | 0.035                        |
| Natural streams with little vegetation | 0.025                        |
| Straight, unlined earth canals         | 0.020                        |
| Smoothed concrete                      | 0.012                        |