



European Commission



Bénin



Burkina Faso



Niger

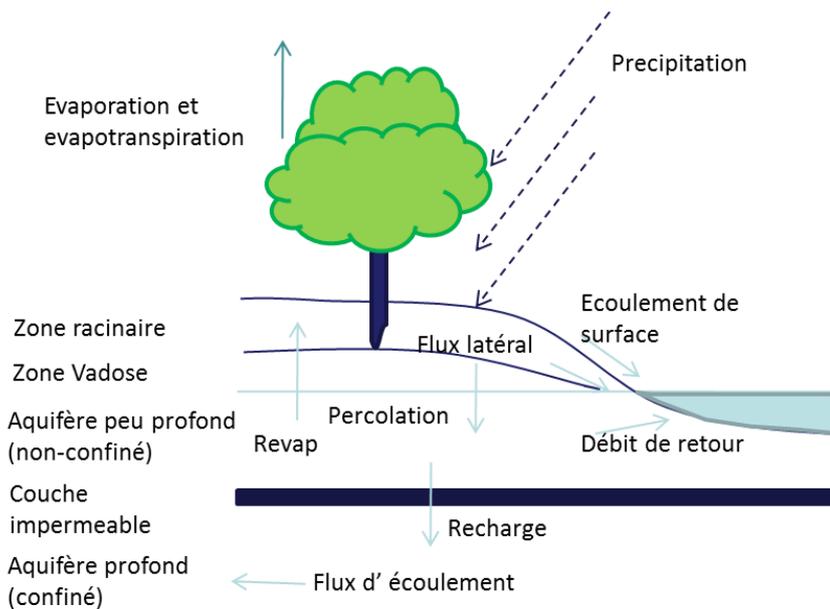


« L'eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la Mékrou »

# E-WATER module

## Analyses et simulations hydrologiques avec le modèle SWAT

*Théorie et pratique*



La Composante Scientifique du projet Mékrou

2017

This publication is a Technical report by the Joint Research Centre (JRC), the European Commission's science and knowledge service. It aims to provide evidence-based scientific support to the European policymaking process. The scientific output expressed does not imply a policy position of the European Commission. Neither the European Commission nor any person acting on behalf of the Commission is responsible for the use that might be made of this publication.

**Contact information**

Name: César Carmona Moreno  
Address: via E.Fermi  
Email: [cesar.carmona-moreno@ec.europa.eu](mailto:cesar.carmona-moreno@ec.europa.eu)  
Tel.: +39 0332 78 9654

**JRC Science Hub**

<https://ec.europa.eu/jrc>

JRC110203

Ispra: European Commission, 2017  
© European Union, 2017

Reuse is authorised provided the source is acknowledged. The reuse policy of European Commission documents is regulated by Decision 2011/833/EU (OJ L 330, 14.12.2011, p. 39).

How to cite: M.PASTORI, B. MINOUNGOU, M.HAMATAN, L. CATTANEO, C. DONDEYNAZ, A. ALI, C. CARMONA-MORENO. E-WATER module: Analyses et simulations hydrologiques avec le modèle SWAT, Projet Mékrou, Commission Européenne, 2017.

For any use or reproduction of photos or other material that is not under the EU copyright, permission must be sought directly from the copyright holders.

All images © European Union 2017, except: page 7,12,26,27, 28, <http://swat.tamu.edu>, 2017.

## **Remerciements**

Le software E-Water a été développé et est un livrable du projet Mekrou " **Water for growth and poverty reduction in the Mekrou transboundary river basin (Burkina Faso, Benin and Niger)**" **project (2014-2017)**, financé par la Commission Européenne. Celui permet, à travers d'une interface, de faire des simulations, des scénarios multi-secteurs (agriculture, accès et usages de l'eau, développement économique...) sur le bassin de la Mékrou grâce à des modèles hydrologiques et agricoles et des analyses de la variabilité climatique. L'optimisation multi-objectives incluse dans ce module E-WATER permet d'identifier des stratégies possibles en optimisant plusieurs objectifs de développement définis par les décideurs politiques, étant, par la même, un appui à la décision.

## **Auteurs**

Marco PASTORI (CCR-Italie), Bernard MINOUNGOU (AGRHYMET-Niger), Mohamed HAMATAN (AGRHYMET-Niger), Luigi CATTANEO (CCR-Italie), Céline DONDEYNAZ (CCR-Italie), Adbou ALI (AGRHYMET-Niger), César CARMONA-MORENO (CCR-Italie).

Ce manuel d'utilisation de E -Water a également bénéficié des contributions des partenaires scientifiques et techniques du Bénin, du Burkina Faso et du Niger durant les 4 ateliers scientifiques qui ont eu lieu en 2017.



# *E-Water*

## **Analyse hydrologique avec le modèle SWAT**

*Théorie et pratique*

Marco PASTORI, Bernard MINOUNGOU, Mohamed HAMATAN, Luigi Cattaneo

# Le modèle agro-hydrologique SWAT: outil à l'appui a la décision

## Plusieurs outils de modélisation hydrologique sont disponibles

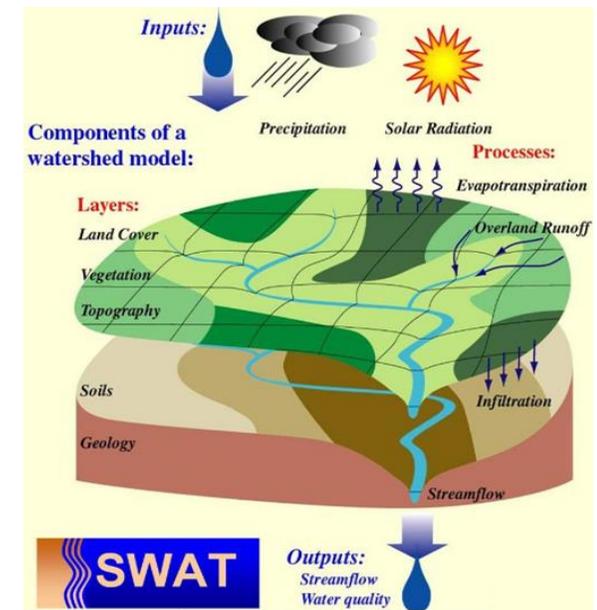
=> Geospatial Stream Flow Model (GeoSFM) by USGS, Hype model by SMHI, SHE or MIKESHE by DHI, VIC model by Univ.Wash, etc.)

### Critères de choix du modèle SWAT

- Connu et très utilisé par beaucoup d'acteurs;
- Open source: modèle libre, code source disponible;
- Rassemble une grande communauté scientifique qui permet son amélioration; [swat.tamus.edu](http://swat.tamus.edu)
- Polyvalent intégrant la simulation de plusieurs paramètres (allant de la quantité à la qualité de l'eau)

# Modèle SWAT (Soil and Water Assessment Tool)

- ❑ Est un modèle très détaillé à l'échelle d'un bassin versant
- ❑ Il simule les processus dans le sol et dans le réseau hydrographique
- ❑ Il propose une modélisation hydrologique semi-distribuée du bassin versant à un pas de temps journalier.
- ❑ Il permet de simuler et d'étudier les impacts des changements (climat, gestion, utilisation des terres, ...)
- ❑ le code est ouvert, ce qui permet des améliorations



# Modèle SWAT

## (Soil and Water Assessment Tool)

Il est capable de simuler une multitude de processus dont:

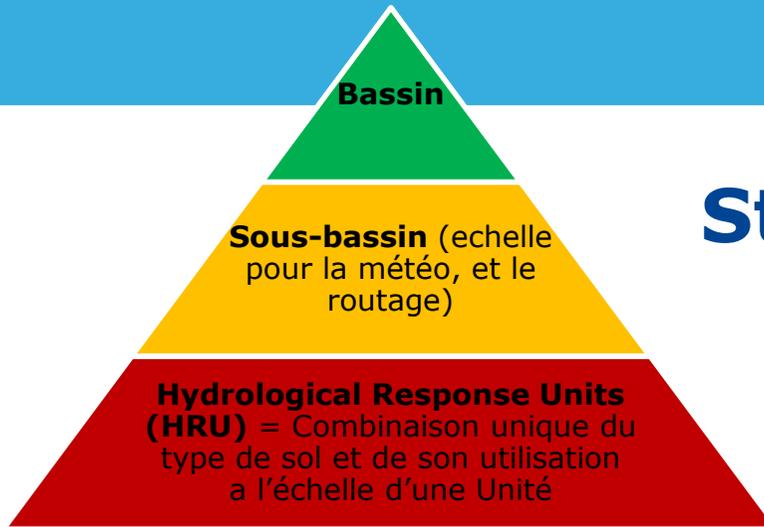
- ❑ Quantités d'eau: Les débits dans les cours d'eau; les composants du cycle hydrologique (comme l'infiltration, l'écoulement, l'évapotranspiration, le drainage, ...)
- ❑ Qualité de l'eau: nutriments (azote, phosphore,...), le transport de sédiments, pesticides, métaux lourds
- ❑ Ces processus peuvent être impactés par la gestion des terres, l'évolution du couvert végétal, le climat...
- ❑ SWAT utilise (plus ou moins!) des données d'entrée facilement disponibles. Sa mise en œuvre peut s'adapter à la disponibilité des données existantes.

# Modèle SWAT (Soil and Water Assessment Tool)

Philosophie:

- ❑ Les objectifs: Analyse de gestion pour l'eau, les cultures, la gestion des terres, les nutriments
  - Il intègre les interactions entre les différents processus
- ❑ Input: une certaine flexibilité existe
  - Entrées basées sur les caractéristiques bio-physiques
- ❑ Output: Le modèle permet des simulations à long terme à un pas de temps journalier (minute si nécessaire)
  - Modèle Semi-distribué / modèle Conceptuel

# Structure

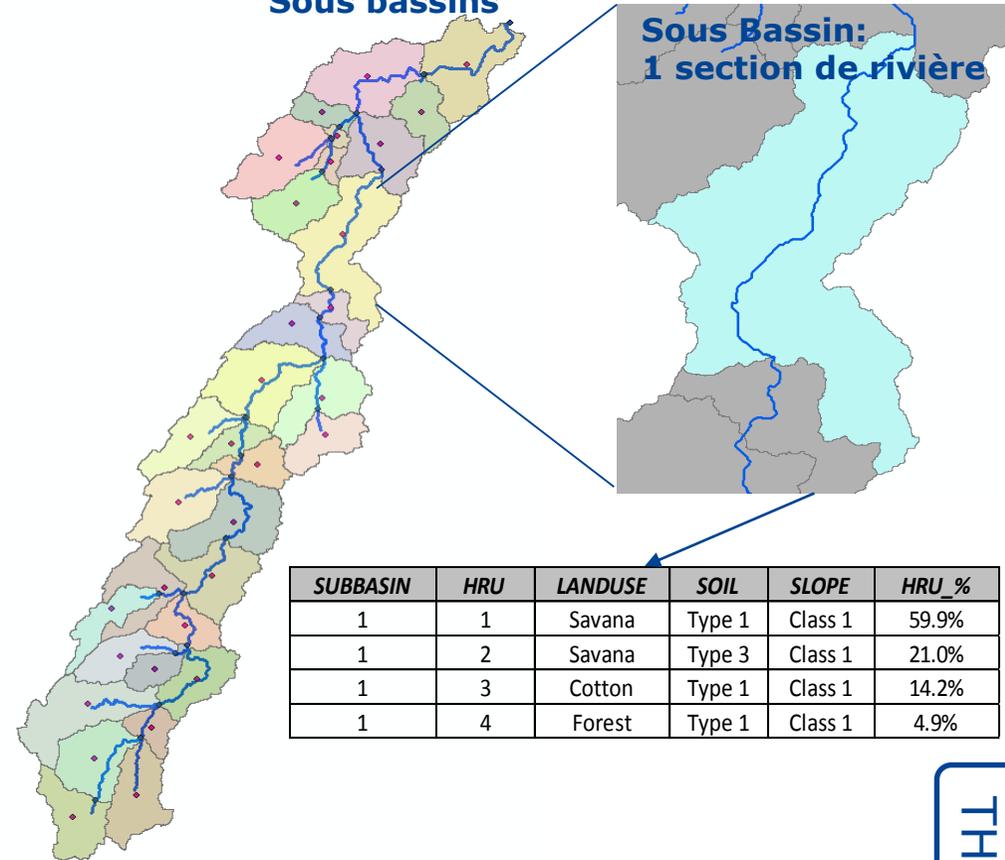


Le sous-bassin est une zone spatialement définie qui comprend un cours d'eau principale et sa zone contributive. Il est composé d'une ou de plusieurs HRUs

Les HRU sont idéalement connectées avec un canal secondaire, qui drainent des flux dans la rivière principale.

Le bilan hydrologique, ainsi que les bilans de sédiments et de nutriments, sont simulés pour chaque HRU et résumés au niveau des sous-bassins. Il vient ensuite le processus de routage dans la rivière.

## Sous bassins



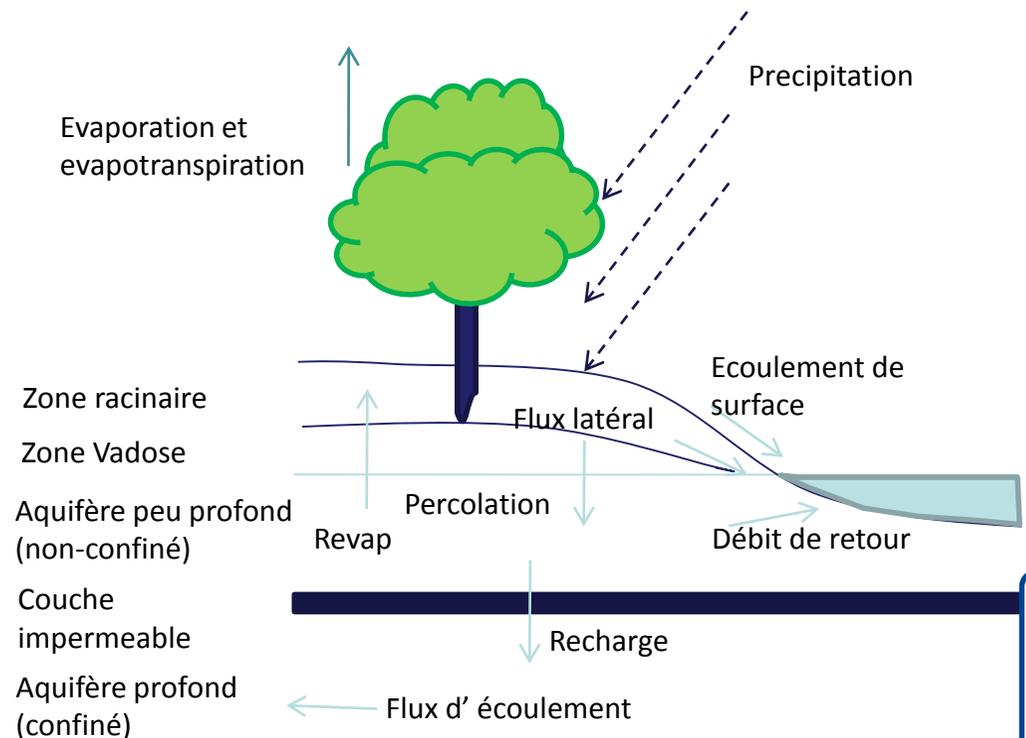
# Système SWAT

Les composantes principales du modèle sont: la météorologie, l'hydrologie, la température et propriétés du sol, le cycle végétatif de la plante, le cycle des nutriments, pesticides, bactéries et pathogènes, et l'aménagement du territoire.

La balance hydrologique est le processus qui sous-tend tout ce qui se passe dans un bassin versant (BV)

La simulation hydrologique d'un BV peut être décomposée en 2 composantes:

- Une phase terrestre contrôlée par les HRU => qui gèrent la quantité d'eau qui arrive dans la rivière
- Une phase flux (routage) contrôlée par le déplacement de l'eau dans le réseau hydrographique.



# SWAT

## Bilan hydrique conceptuel

$$P = ET + SR + LF + BF + BF_{DA} + DA_{RCHRG} + TLOSS$$

P: précipitation

ET: Évapotranspiration

BF: Flux de l'aquifère peu profond

$BF_{DA}$ : Flux de l'aquifère profond

INF: Infiltration dans le sol

LF: Flux latéral

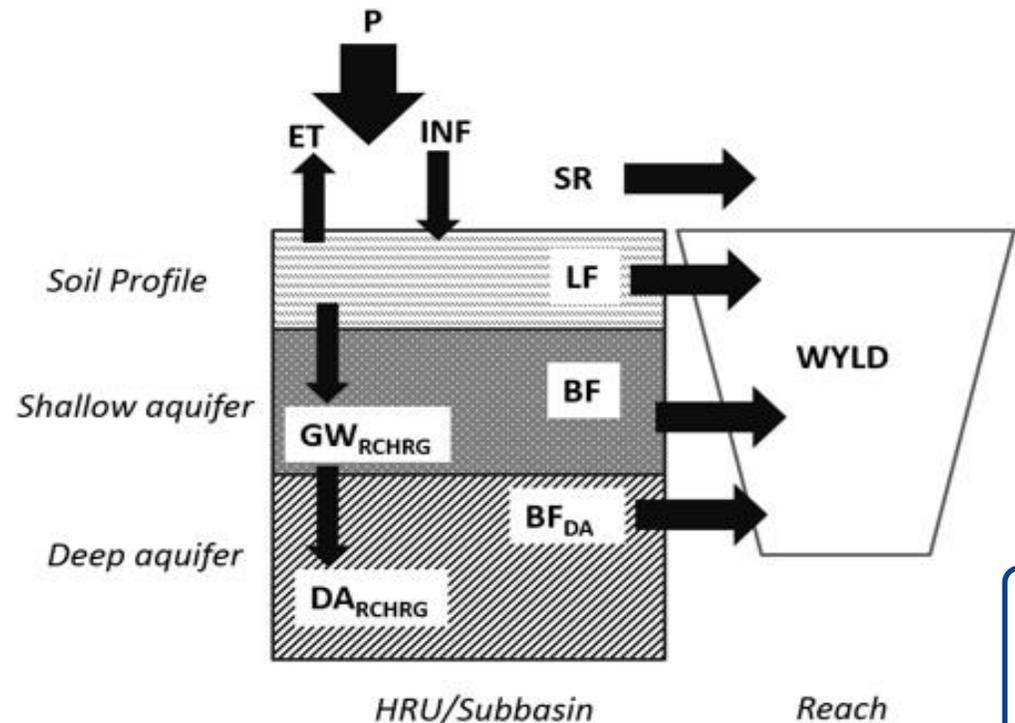
SR: Écoulement de surface

$DA_{RCHRG}$  Recharge de l'aquifère profond

$GW_{RCHRG}$  Recharge de l'aquifère peu profond

WYLD: Productivité en eau

TLOSS: rivière – pertes de transmission



# Bilan hydrologique

Bilan hydrologique est divisé en deux phases:

**Land phase** (phase terrestre) et **water routing phase** (phase aqueuse)

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw})$$

$SW_t$ : la quantité d'eau finale (mm)

$SW_0$ : la quantité de l'eau dans les sols au jour i (mm)

t: le temps (jours)

$R_{day}$ : La quantité de precipitation par jour i (mm)

$Q_{surf}$ : le ruissellement par jour i (mm)

$E_a$ : la quantité d' evapotranspiration par jour i (mm)

$W_{seep}$ : la quantité d'eau entrant dans la zone vadose du profile de sols par jour i (mm)

$Q_{gw}$ : la quantité de flux de retour dans la riviere par jour (mm)

# Bilan hydrologique

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw})$$

Plusieurs entrées sont requises pour le calcul de ces composantes de ce bilan. Les processus clés sont:

- ❑ L'écoulement de surface: estimé avec méthode SCS Curve Number (USDA Soil Conservation Service)
- ❑ Les écoulements souterrains superficiels: flux correspondants à la percolation et au flux latéral soient : l'eau qui entre dans le sol qui peut être prélevée par la plante, évaporée ou se déplacer latéralement. L'eau qui excède la capacité de rétention du sol est disponible à la percolation, déplacement latéral...etc.
- ❑ L'écoulement souterrain
- ❑ L'évapotranspiration

## Scenarios Climatiques

Le modèle SWAT a été forcé avec les scénarii AFR CORDEX afin de simuler le bilan hydrologique avec SWAT jusqu'en 2030

Nom d'ensemble	Scénario climatique	CMIP5 modèles climatique global (GCM)	CORDEX modèle climatique régional (RCM)	Correction de biais
AFR-44	RCP 4.5	EC-Earth	HIRHAM5	Quantile-Quantile
AFR-44	RCP 8.5	EC-Earth	HIRHAM5	Quantile-Quantile

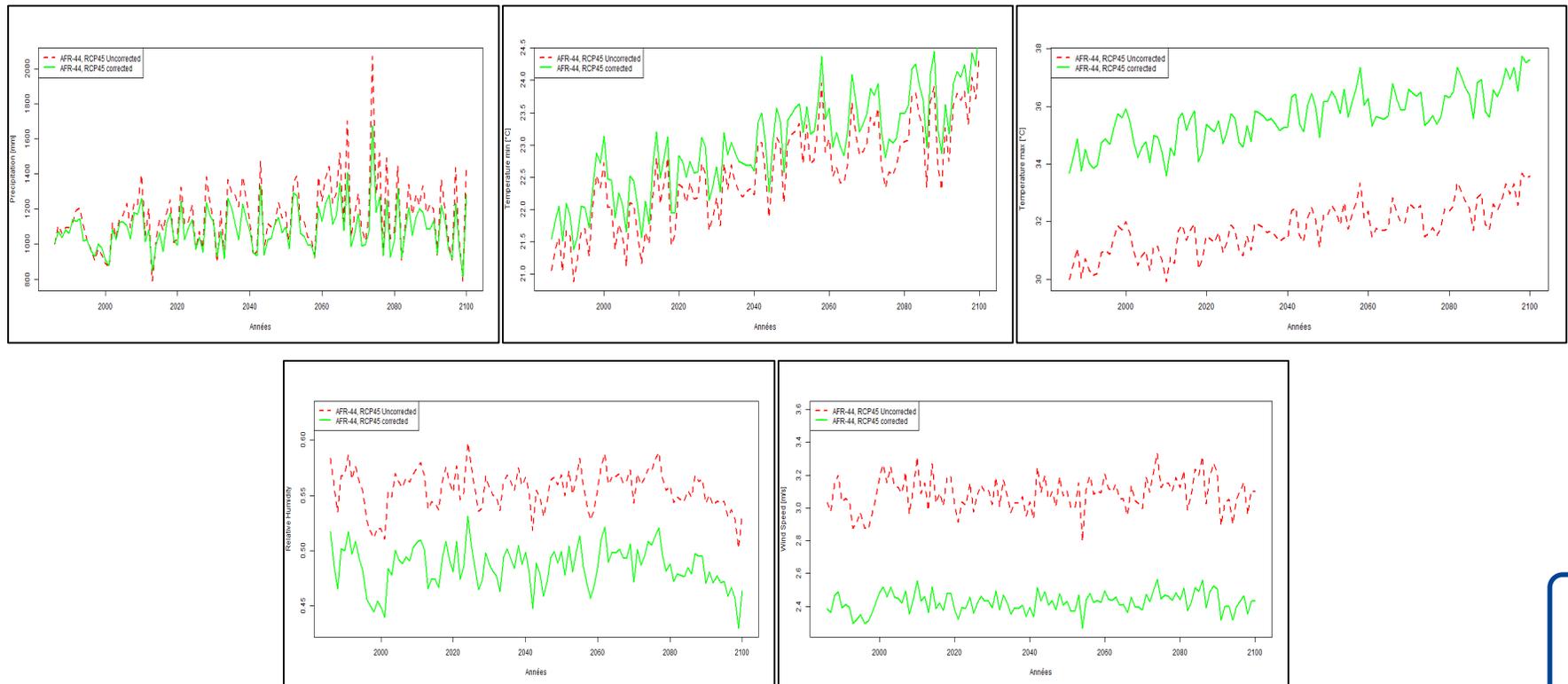
Variable climatique	Période historique	Période de projection
Précipitation	1986-2005	2015-2100
Température maximale	1986-2005	2015-2100
Température minimale	1986-2005	2015-2100
Radiation solaire	1986-2005	2015-2100
Vent	1986-2005	2015-2100
Humidité relative	1986-2005	2015-2100

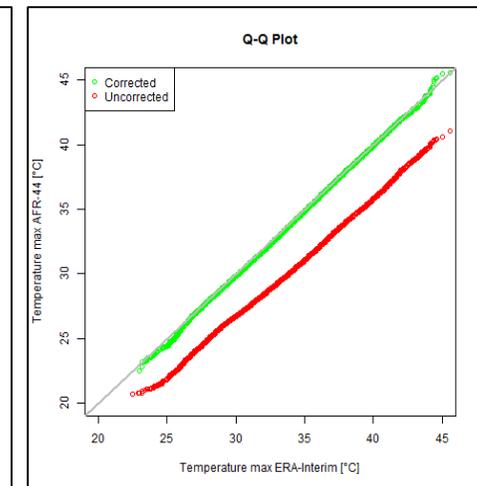
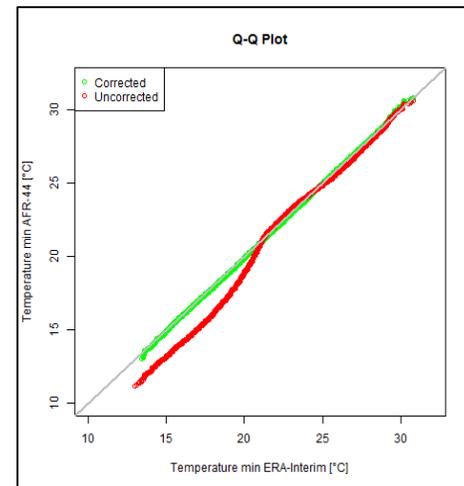
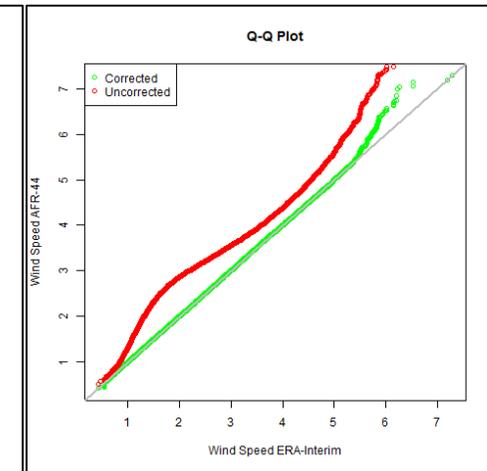
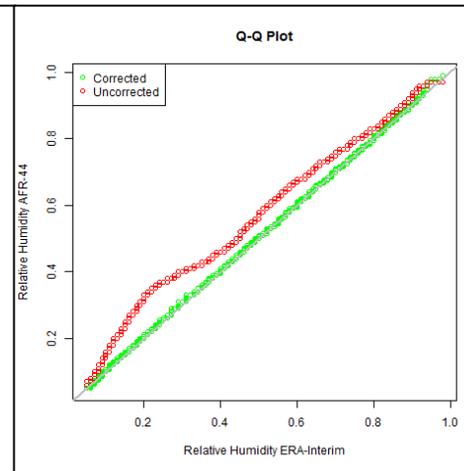
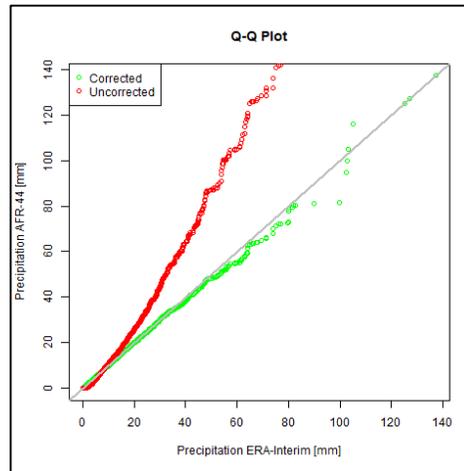


European  
Commission

# Etape 1: Extraction des données climatiques sur la Mékrou sur la période 1986-2100

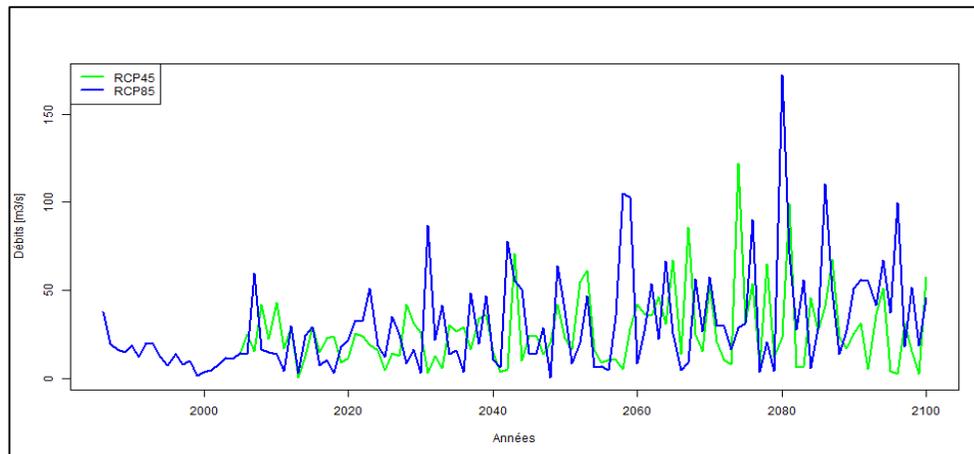
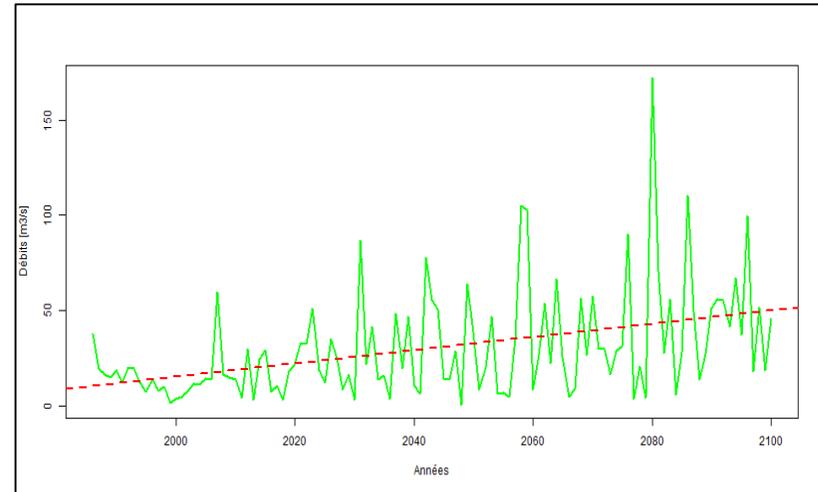
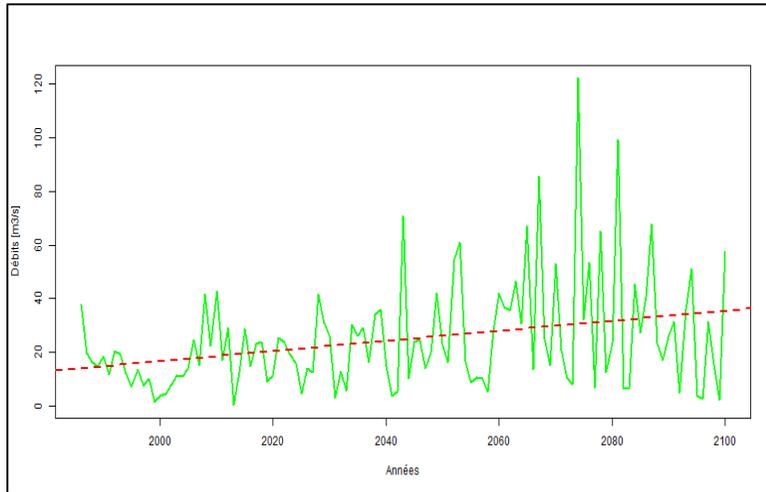
## Etape 2: Correction de biais





Etape 1: Extraction des données climatiques sur la Mékrou sur la période 1986-2100  
Etape 2: Correction de biais

# Résultats



# Bilan hydrologique

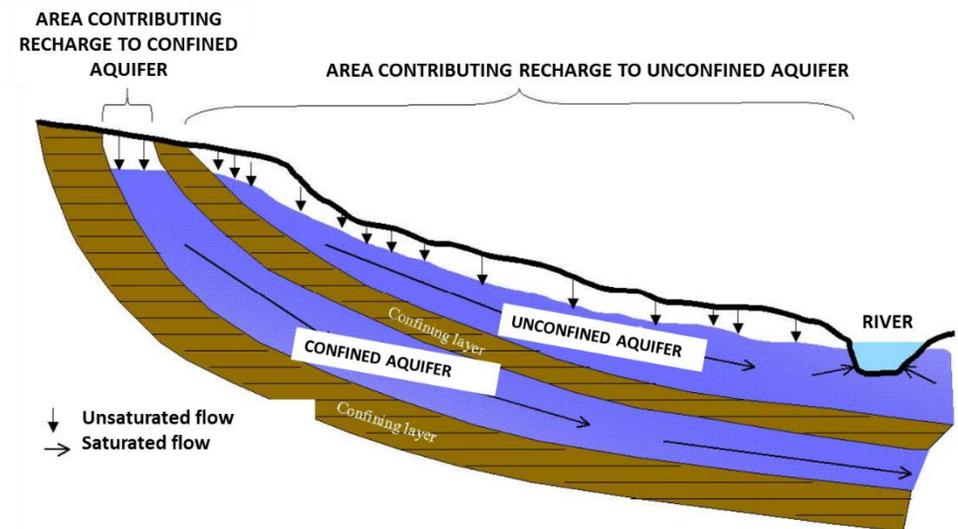
## GROUNDWATER FLOW

SWAT simule deux aquifères dans chaque sous bassin du BV:

- un aquifère peu profond qui contribue au flux de base dans le rivière
- un aquifère profond qui peut également contribuer au flux de base vers les rivière

### Processus

- **Recharge** (profondeur, temps de latence, Propriétés hydrauliques)
- **Débit de base** (conductivité, rivière distance, récession )
- **Revap** (eau remontant à la zone insaturée par capillarité)
- **Pompage** (irrigation)



## Processus de croissance des cultures

- La routine de croissance des cultures est dérivée grâce au modèle EPIC
- La croissance des plantes est modélisée en simulant le développement de la zone foliaire (LAI index), l'interception de la radiation et la conversion de la radiation interceptée en biomasse → le développement phénologique de la plante est basé sur les unités de chaleur accumulées (PHU) qui sont fonction de la température de l'air.
- La croissance des plantes peut être réduite en raison des températures extrêmes, de l'eau et des nutriments insuffisants
- Lorsque la maturité de la plante est atteinte, la plante cesse de transpirer et d'absorber de l'eau et des nutriments.
- La biomasse de la plante simulée reste stable jusqu'à ce que la plante soit récoltée: un indice de récolte (Harvest Index) est utilisé pour définir la fraction de biomasse sèche récoltée (rendement - yield)

# Les pratiques de gestion

La quantification de l'impact de la gestion des terres sur la quantité/ qualité de l'eau est une priorité dans la modélisation hydrologique.

Les pratiques de gestion sont divisées en:

- gestion de l'agriculture,
- gestion de l'eau (mares, réservoirs) et
- gestion des zones urbaines

# Les pratiques de gestion

## Gestion de l'agriculture

- Planification des semis, labours et récoltes
- Fertilisation chimique, utilisation de fumiers
- Irrigation
- Pâturage
- Best Management Practices (BMPs)/Bonnes pratiques: rotations de cultures, couvert végétal, labourage de conservation, gestion des résidus, terrasses, systèmes de drainage artificiel, bandes enherbées et zones humides

# Les pratiques de gestion

## Gestion de la ressource en eau

Les pratiques de gestion de l'eau comprend:

- irrigation,
- Système de drainage
- Réservoirs
- Charges polluantes à partir de sources ponctuelles (loadings from point sources)

### **IRRIGATION:**

- cinq sources d'eau alternatives: rivière, réservoir, aquifère peu profond, aquifère profond, ou une source à l'extérieur du bassin
- les applications d'irrigation peuvent être simulées à des dates (et quantités) spécifiques ou avec une routine d'auto-irrigation (calculée par rapport au stress hydrique journalier de la plante)

# Les pratiques de gestion

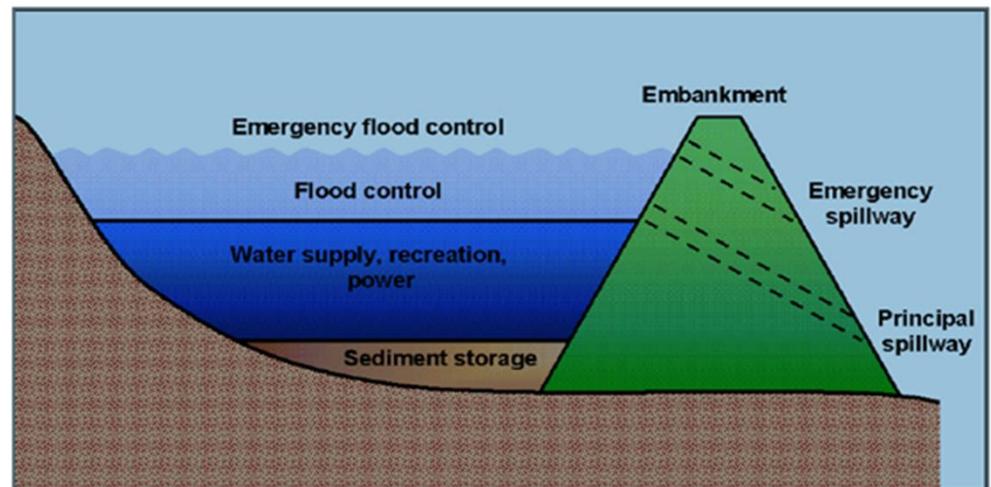
## Gestion de l'eau

### RESERVOIRS:

- Ils jouent un rôle important dans l'approvisionnement en eau, le débit et le contrôle des inondations.
- Les réservoirs sont toujours situés sur la rivière principale et ils reçoivent de l'eau de toute la zone en amont
- Le processus simule (eau): entrée de précipitation, évaporation, infiltration

Paramètres importants à configurer pour les réservoirs:

- ✓ Surface (normale et maximale)
- ✓ Volume
- ✓ Ecoulements



# La qualité de l'eau

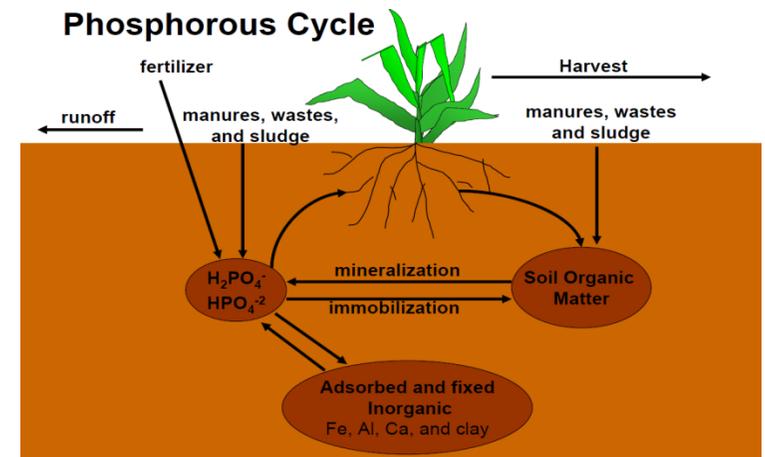
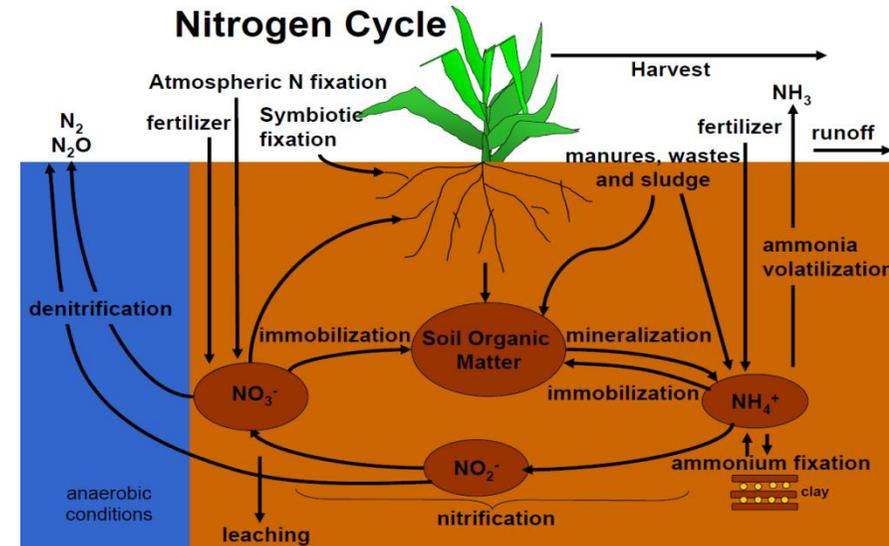
SWAT distingue la pollution par les nutriments (N, nitrates et P, phosphore) et les sources diffuses (DS) et sources ponctuelles (PS):

Exemple : Agriculture est une source clé de pollution diffuse ainsi que l'urbanisation et dépôt atmosphérique

La transformation et le mouvement de l'azote et du phosphore à partir de sources diffuses (DS) sont simulés en fonction des cycles nutritifs composés de plusieurs unités/fractions inorganiques et organiques

En outre, il faut considérer:

- les processus nutritifs dans la rivière et
- Les éléments nutritifs prélevés par la récolte



THEORIE

# La qualité de l'eau

**Conceptualisation générale** de la balance des nutriments par le modèle SWAT

## Processus

**DS:** sources diffuses;

**PS:** sources Ponctuelles;

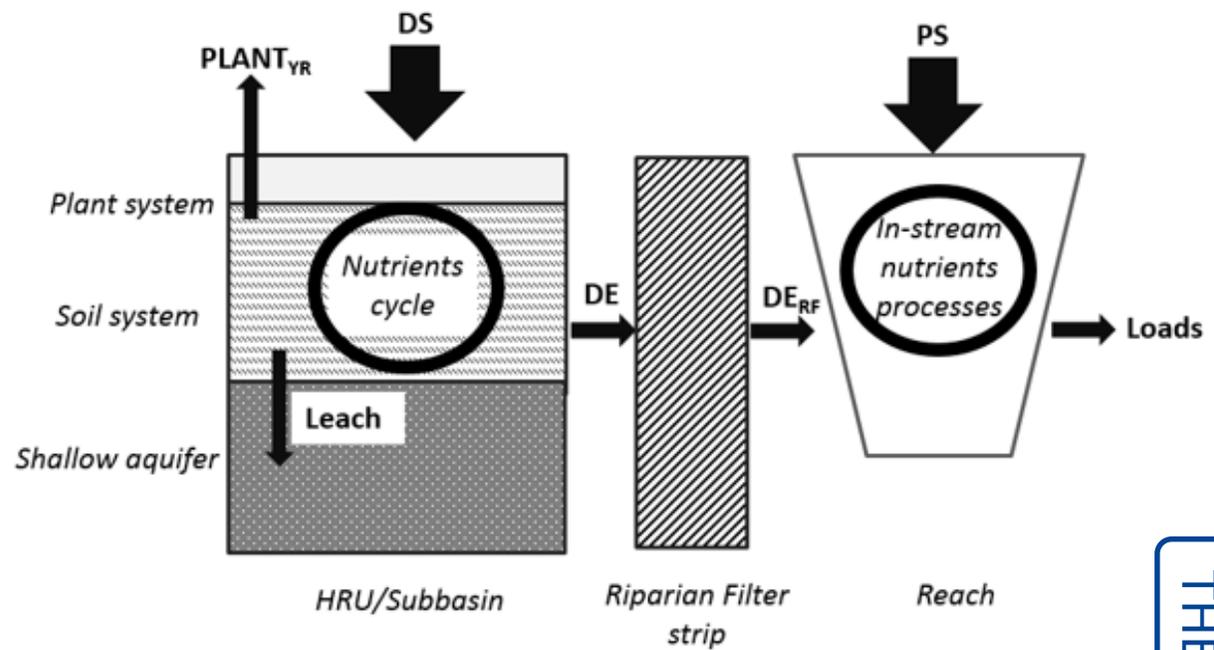
**PLANT<sub>YR</sub>:** nutriments prelevés par la croissance de la plante;

**Leach:** nutriments lessivés, passant dans l'aquifère superficiel;

**DE:** émission diffuse;

**DE<sub>RF</sub>:** émission diffuse après filtration riparienne ;

**Loads:** charge en nutriments à l'exutoire du bassin



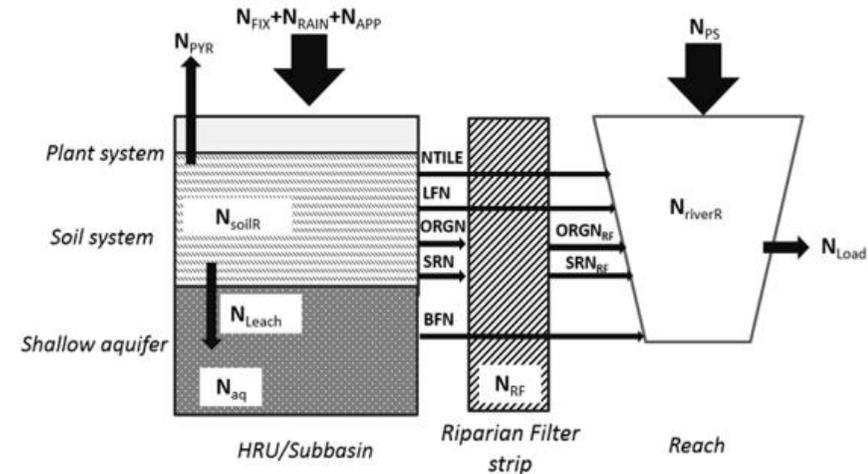
# La qualité de l'eau

Les sources diffuses incluent la fixation de l'Azote par les plantes ( $N_{\text{FIX}}$ ), l'Azote déposé sur le sol par les précipitations ( $N_{\text{RAIN}}$ ) et l'azote venant de la fertilisation azotée ( $N_{\text{APP}}$ ). Les processus simulés relatifs à l'azote dans le sol incluent la minéralisation, la décomposition des résidus, l'immobilisation, la nitrification, volatilisation ammoniacale et dénitrification.

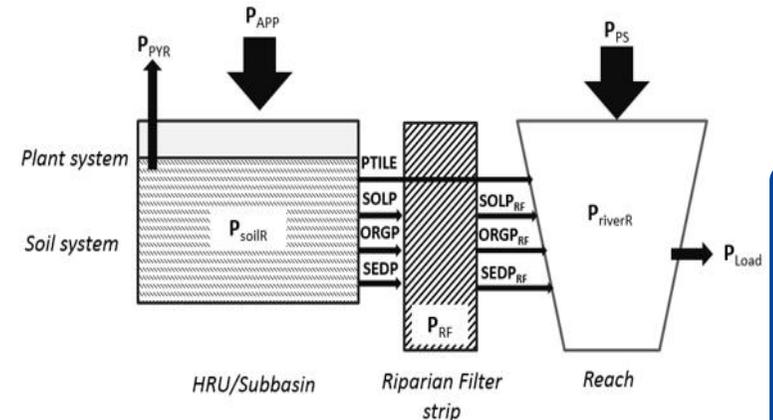
Les nitrates, qui sont lessivables, peuvent être perdus par ruissellement de surface (SRN), flux latéral (LFN) ou percoler dans l'aquifère peu profond ( $N_{\text{LEACH}}$ ).

SWAT considère la source diffuse comme forme unique pour l'apport en P ( $P_{\text{APP}}$ ). Les quantités de P soluble perdu par ruissellement (SOLP) sont projetées à partir de la concentration de P labile dans les 10 premiers mm du sol, le volume de ruissellement et un facteur de partition.

Balance de l'Azote (N) dans SWAT



Balance du Phosphore (P) dans SWAT



# Sédiments / Erosion

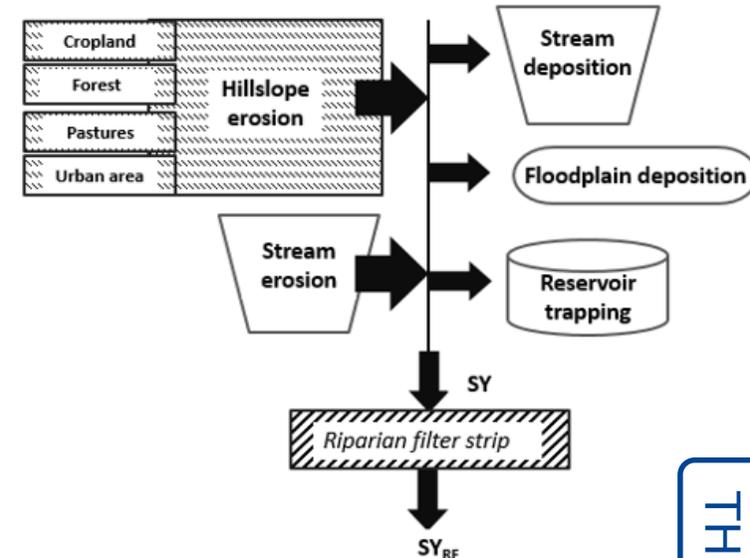
## Conceptualisation générale des sédiments par le modèle SWAT

Le transport de sédiments et de nutriments des sols à l'eau de surface (rivière, lacs) est très important. C'est une conséquence de l'altération des sols

Sans rentrer dans les détails de la méthodologie utilisée, le processus le plus important peut être résumé ici :

- L'apport en sédiments (érosion des sols) est calculé par l'indice "the Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE)" en fonction :
  - du ruissellement de surface, du couvert végétal, la protection du sol, sa sensibilité à l'érosion et la topographie.
- du dépôt et de la dégradation des sédiments. Ceux-ci sont calculés durant le déplacement des sédiments dans la rivière (routage).

### Balance des sédiments dans SWAT

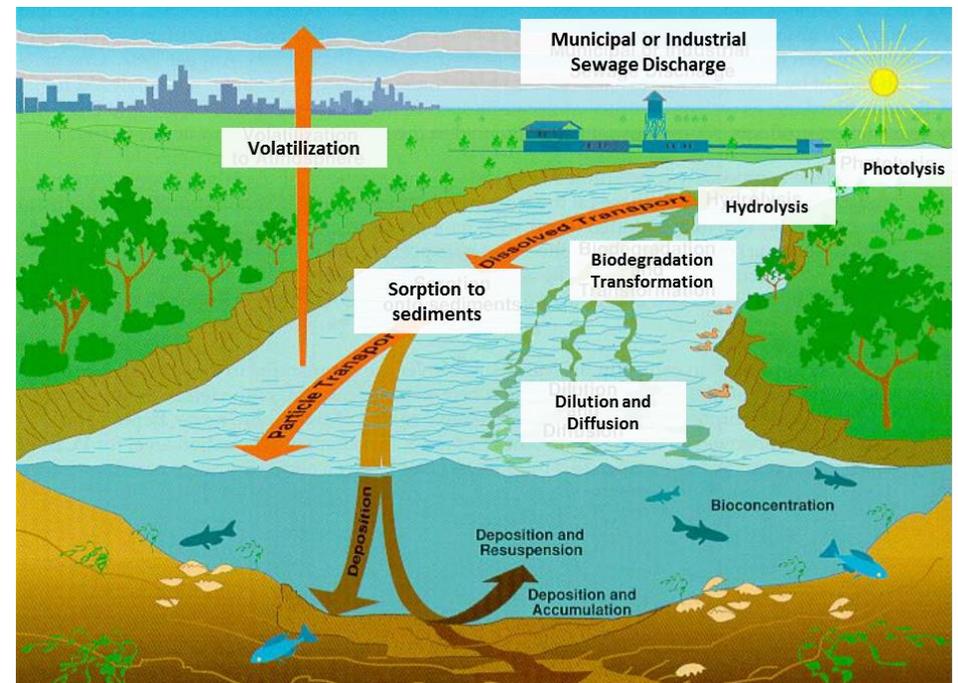


# Routage de l'eau

Une fois les charges d'eau, de sédiments et de nutriments déterminées pour la phase terrestre, ces éléments se déplacent dans le réseau hydrographiques (routage) selon:

- Crue/Flood routing
- Dépôt et dégradation des sédiments
- Transport des nutriments dissous
- Adsorption des nutriments par les sédiments

## Processus dans la rivière- in-stream



# Irrigation

- ❑ L'eau prélevée peut être dérivée à partir de plusieurs sources:  
*Rivière, réservoir, aquifère peu profond, aquifère profond, source extérieure*
- ❑ Il est également important de définir la région (sous-bassin/subbassin) de la source
- ❑ Il est possible de définir certaines contraintes (telles que le débit minimum de la rivière, la quantité d'eau journalière maximale détournée,...)

# *Irrigation*

## **2 options sont disponibles dans SWAT : irrigation manuelle et automatique**

(Nous allons utiliser l'option automatique dans l'exercice)

### **❑ Dans l'opération manuelle, il s'agit de définir:**

Date d'opération, quantité, efficacité, etc. pour chaque opération quotidienne

### **❑ Dans l'opération automatique, le modèle apporte de l'eau selon les exigences de la culture**

### **❑ Pour cela il s'agit de définir:**

Début de la période d'irrigation, méthode utilisée pour estimer le stress hydrique (des cultures ou sols), source, niveau de stress accepté (0-1)

## Exemple de fichier de gestion (\*.mgt)

```

1  .mgt file Watershed HRU:26 Subbasin:15 HRU:2 Luse:CORN Soil: s1443 Slope: 0-9999 4/6/2017 1:
2  General Management Parameters
3      0.20 | BIOMIX: Biological mixing efficiency
4      53.86 | CN2: Initial SCS CN II value
5      1.00 | USLE_P: USLE support practice factor
6      0.00 | BIO_MIN: Minimum biomass for grazing (kg/ha)
7      0.000 | FILTERW: width of edge of field filter strip (m)
8  Irrigation Management Parameters
9      4 | IRRSC: irrigation code
10     15 | IRRNO: irrigation source location
11     0.000 | FLOWMIN: min in-stream flow for irr diversions (m^3/s)
12     0.000 | DIVMAX: max irrigation diversion from reach (+mm/-10^4m^3)
13     0.000 | FLOWFR: : fraction of flow allowed to be pulled for irr
14  Management Operations:
15     1 | NROT: number of years of rotation
16  Operation Schedule:
17     0.150 10 | 1 4 | 0.90000 0.50 35.00000 0.00 | 15 Irrigation
18     0.300 1 | 19 | 2800.00000 0.00 0.00000 0.00 0.00 0.00
19     0.010 11 | 1 | 0.90000 0.00 200.00000 0.00 0.00
20     1.300 5 | | 0.00000
21     17
  
```

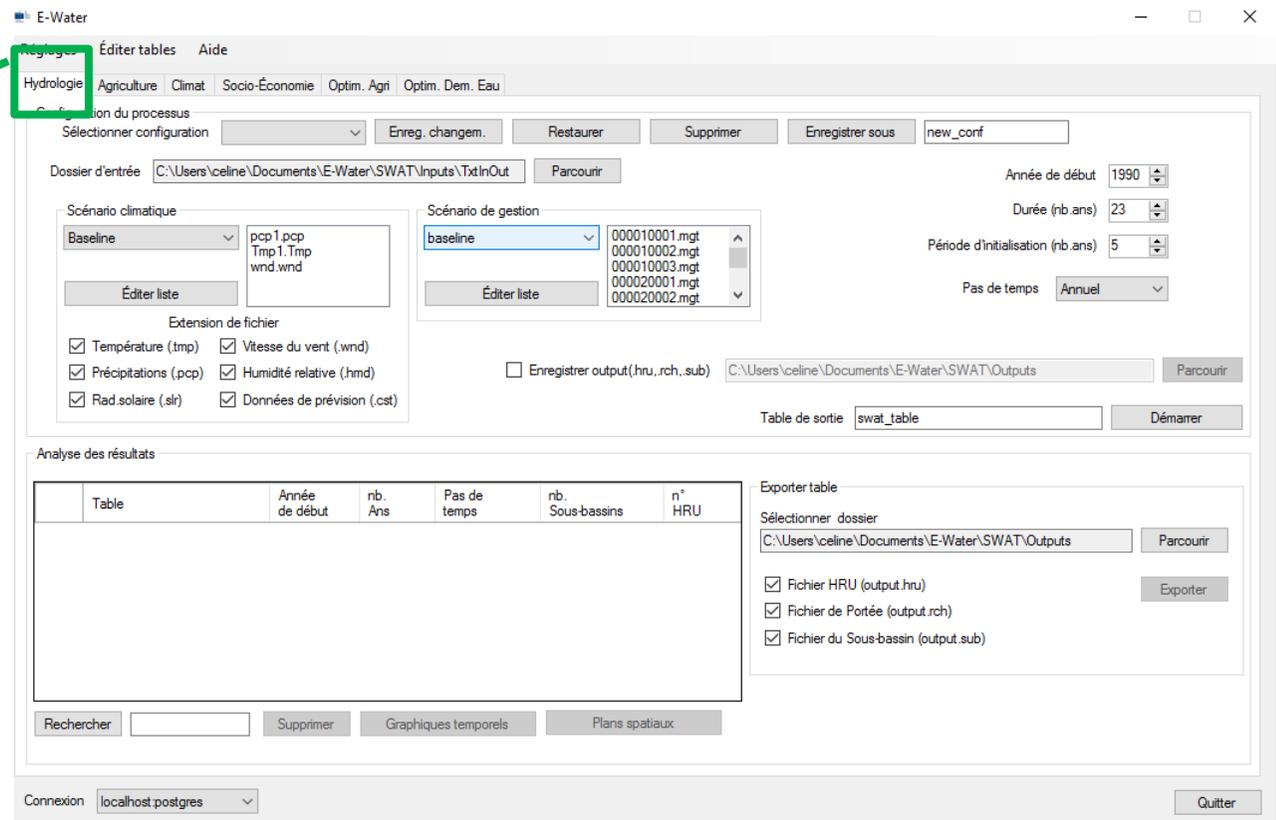
Code source (aquifère profond)

Liste des opérations

Pour plus de détails: voir le manuel  
<http://swat.tamu.edu/documentation/>  
 (Section 20.2.10 - page 280 - 283)

# Pratique avec E-WATER

**ONGLET  
«HYDROLOGIE»**



The screenshot shows the E-Water software interface with the 'Hydrologie' tab selected. A green box highlights the 'Hydrologie' tab in the top menu, and a green arrow points from the text 'ONGLET «HYDROLOGIE»' to it. The interface includes various configuration options for hydrology, such as scenario selection, file extensions, and output settings.

**Hydrologie** | Édition tables | Aide

Hydrologie | Agriculture | Climat | Socio-Économie | Optim. Agri | Optim. Dem. Eau

Sélectionner configuration: [dropdown] | Enreg. changem. | Restaurer | Supprimer | Enregistrer sous: new\_conf

Dossier d'entrée: C:\Users\celine\Documents\E-Water\SWAT\Inputs\TxtInOut | Parcourir

Scénario climatique: [Baseline] | pcp1.pcp, tmp1.tmp, wnd.wnd | Éditer liste

Scénario de gestion: [baseline] | 000010001.mgt, 000010002.mgt, 000010003.mgt, 000020001.mgt, 000020002.mgt | Éditer liste

Extension de fichier:

- Température (tmp)
- Vitesse du vent (wnd)
- Précipitations (pcp)
- Humidité relative (hmd)
- Rad.solaire (slr)
- Données de prévision (.cst)

Enregistrer output (hru,.rch,.sub) | C:\Users\celine\Documents\E-Water\SWAT\Outputs | Parcourir

Table de sortie: swat\_table | Démarrer

Année de début: 1990 | Durée (nb.ans): 23 | Période d'initialisation (nb.ans): 5 | Pas de temps: Annuel

Analyse des résultats

Table	Année de début	nb. Ans	Pas de temps	nb. Sous-bassins	n° HRU
-------	----------------	---------	--------------	------------------	--------

Rechercher: [input] | Supprimer | Graphiques temporels | Plans spatiaux

Connexion: localhost.postgres | Quitter

Exporter table

Sélectionner dossier: C:\Users\celine\Documents\E-Water\SWAT\Outputs | Parcourir

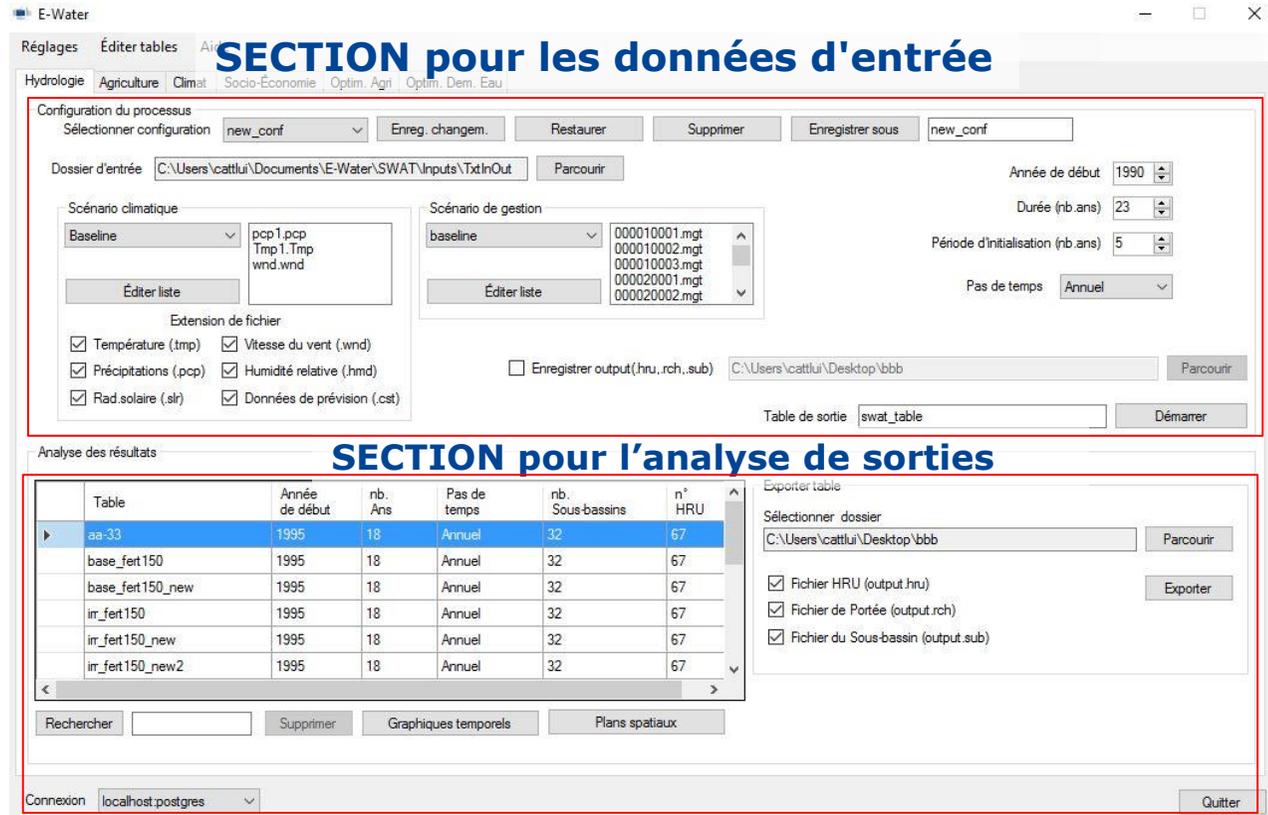
- Fichier HRU (output.hru)
- Fichier de Portée (output.rch)
- Fichier du Sous-bassin (output.sub)

Exporter

## Fenêtre principale

Elle est divisée en 2 sections principales

- Une pour la sélection du projet SWAT, des scénarios et pour la configuration de la simulation
- Une pour la vue et le choix de la sortie stockée dans la DB



**SECTION pour les données d'entrée**

Configuration du processus  
 Sélectionner configuration: new\_conf | Enreg. changem. | Restaurer | Supprimer | Enregistrer sous: new\_conf

Dossier d'entrée: C:\Users\cattlui\Documents\E-Water\SWAT\Inputs\TxtInOut | Parcourir

Année de début: 1990 | Durée (nb.ans): 23 | Période d'initialisation (nb.ans): 5 | Pas de temps: Annuel

Scénario climatique: Baseline | pcp1.pcp, tmp1.tmp, wnd.wnd | Éditer liste

Scénario de gestion: baseline | 000010001.mgt, 000010002.mgt, 000010003.mgt, 000020001.mgt, 000020002.mgt | Éditer liste

Extension de fichier:  
 Température (.tmp) |  Vitesse du vent (.wnd)  
 Précipitations (.pcp) |  Humidité relative (.hmd)  
 Rad.solaire (.slr) |  Données de prévision (.cst)

Enregistrer output(hru,rch,sub) | C:\Users\cattlui\Desktop\bbb | Parcourir

Table de sortie: swat\_table | Démarrer

---

**SECTION pour l'analyse de sorties**

Analyse des résultats

Table	Année de début	nb. Ans	Pas de temps	nb. Sous-bassins	n° HRU
aa-33	1995	18	Annuel	32	67
base_fert150	1995	18	Annuel	32	67
base_fert150_new	1995	18	Annuel	32	67
ir_fert150	1995	18	Annuel	32	67
ir_fert150_new	1995	18	Annuel	32	67
ir_fert150_new2	1995	18	Annuel	32	67

Rechercher: | Supprimer | Graphiques temporels | Plans spatiaux

Connexion: localhost.postgres | Quitter

Exporter table  
 Sélectionner dossier: C:\Users\cattlui\Desktop\bbb | Parcourir

Fichier HRU (output.hru) |  Fichier de Portée (output.rch) |  Fichier du Sous-bassin (output.sub) | Exporter

# SWAT: configuration du processus



European Commission

### Enregistrement / chargement des configurations du SWAT

**SWAT période de simulation:**  
*année de départ;*  
*Warm-up period*  
*(Période d'initialisation)*

E-Water

Réglages Éditer tables Aide

Hydrologie Agriculture Climat Socio-Économie Optim. Agri Optim. Dem. Eau

Configuration du processus

Sélectionner configuration new\_conf Enreg. changem. Restaurer Supprimer Enregistrer sous new\_conf

Dossier d'entrée C:\Users\cattliu\Documents\E-Water\SWAT\Inputs\TxtInOut Parcourir

Scénario climatique

Baseline pcp1.pcp  
Ttmp1.Tmp  
wnd.wnd

Éditer liste

Extension de fichier

Température (.tmp)  Vitesse du vent (.wnd)  
 Précipitations (.pcp)  Humidité relative (.hmd)  
 Rad.solaire (.slr)  Données de prévision (.cat)

Scénario de gestion

baseline 000010001.mgt  
000010002.mgt  
000010003.mgt  
000020001.mgt  
000020002.mgt

Éditer liste

Enregistrer output (.hru,.rch,.sub) C:\Users\cattliu\Desktop\bbb Parcourir

Table de sortie swat\_table Démarrer

Analyse des résultats

Table	Année de début	nb. Ans	Pas de temps	nb. Sous-bassins	n° HRU
aa-33	1995	18	Annuel	32	67
base_fert150	1995	18	Annuel	32	67
base_fert150_new	1995	18	Annuel	32	67
irr_fert150	1995	18	Annuel	32	67
irr_fert150_new	1995	18	Annuel	32	67
irr_fert150_new2	1995	18	Annuel	32	67

Rechercher Supprimer Graphiques temporels Plans spatiaux

Connexion localhost.postgres Quitter

Exporter table

Sélectionner dossier C:\Users\cattliu\Desktop\bbb Parcourir

Fichier HRU (output.hru)  
 Fichier de Portée (output.rch)  
 Fichier du Sous-bassin (output.sub)

Exporter

**Localisation du dossier d'entrée SWAT**

**Fichiers d'entrée avec séries climatiques journalières**

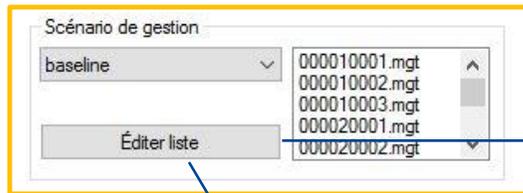
**SWAT Résumé des données pour les séries climatiques journalier**

**SWAT: pas de temps de la simulation**

**Fichiers d'entrée pour la gestion des cultures**

**Nom de la table de sortie**

**Création des fichiers output.hru, output.rch, output.sub dans un dossier de sortie**



**Changement de scénario  
de gestion des cultures**

- Scenarios\_Climatique
- Scenarios\_GestionDesCultures
- Scenarios\_Landuse**

- baseline
- baseline\_fert70 → **Augmenter la fertilisation annuelle jusqu'à xx kg / ha**
- baseline\_fert150
- irrigateddoublecropping → **Rotation avec plusieurs cultures**
- irrigation\_basefert
- irrigation\_fert70 → **Augmenter la fertilisation annuelle jusqu'à xx kg / ha et utiliser irrigation**
- irrigation\_fert150
- irrigation\_lowfert
- irrigation\_medfert
- optimal → **Solution optimale: Pas de stress hydrique / nutritif pour les plantes**

## Menu de gestion des scénarios (climatique et de gestion)

Scénario de gestion

baseline

000010001.mgt  
000010002.mgt  
000010003.mgt  
000020001.mgt  
000020002.mgt

Éditer liste

Scénario climatique

Nom	Chemin
Baseline	C:\Users\cattlui\Documents\E-Water\SWAT\Scenarios\Climate\Baseline
Scenario 1	C:\Users\cattlui\Documents\E-Water\SWAT\Scenarios\Climate\Scenario 1
Scenario 2	C:\Users\cattlui\Documents\E-Water\SWAT\Scenarios\Climate\Scenario 2

Nom  Supprimer

Dossier

Notes

Nouvel scénario

Dossier C:\Users\cattlui\Documents\E-Water\SWAT\Scenarios\Climate Parcourir

Nom new\_scenario

Notes

Ajouter

OK Annuler Appliquer

Liste des scénarios  
disponibles

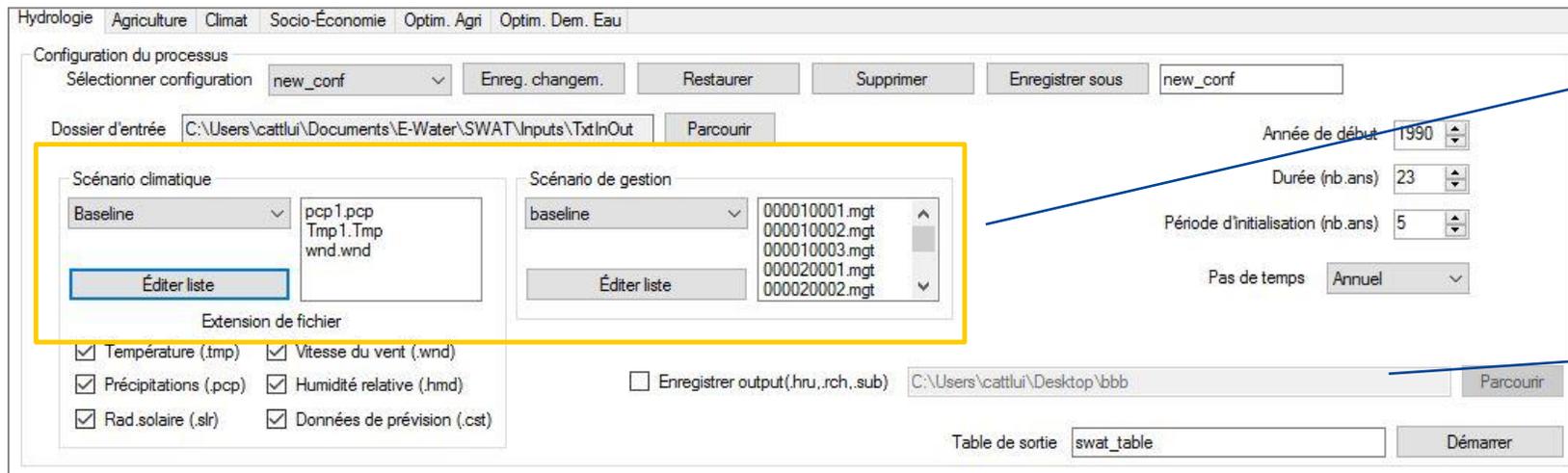
Menu pour ajouter un  
nouveau scénario (nom,  
adresse de dossier et  
description)

PRATIQUE

## Pratique - Changer les pratiques d'irrigation

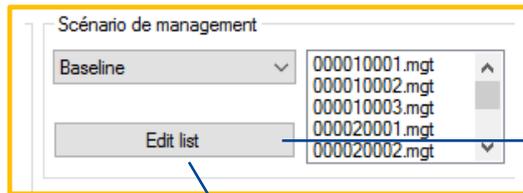
En utilisant e-water, il est possible d'utiliser des scénarios de gestion déjà préparés grâce des scénarios prédéfinis:

+> pas d'irrigation, faible irrigation inerte, irrigation intensive élevée

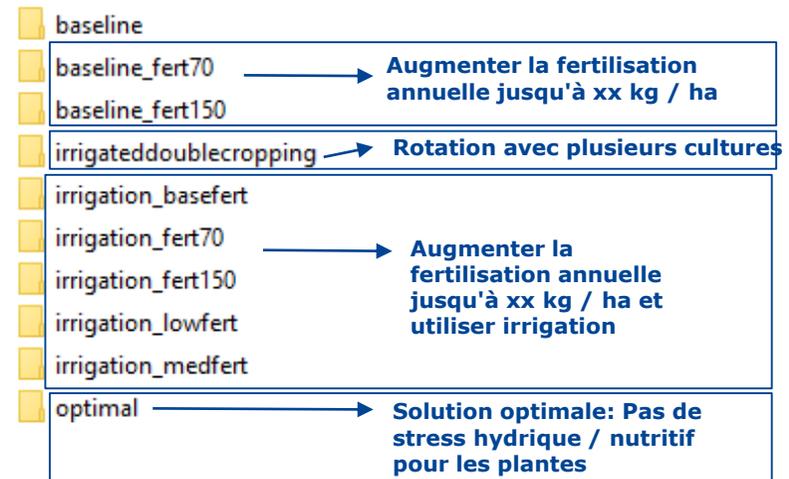
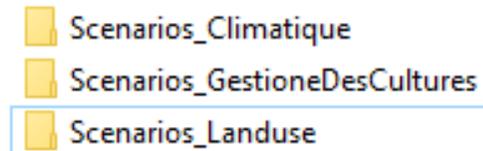


**Sélection  
de  
scénarios**

**Fichiers  
d'entrée SWAT  
pour la gestion  
des cultures**



**Changement de scénario  
de gestion des cultures**



## ***Pratique - Changer les pratiques d'irrigation***

### **A FAIRE :**

E-water pour exécuter différents scénarios:

- 1. Sélectionner** le dossier (nommé « *baseline\_fert150* »), **exécuter** le modèle avec un pas de temps de la simulation « annuel », et **enregistrer** les sorties (Export HRU Output file )
- 2. Sélectionner** le dossier (nommé « *irrigation\_fert150* ») **exécuter** le modèle avec pas de temps de la simulation « annuel », et **enregistrer** les sorties (Export HRU Output file avec e-water)

# Pratique – Analyse des résultats

## Liste des sorties de SWAT

Analyse des résultats

Table Name	Start year	Years	Time step	Subbasins	HRUs
prova_mon	1995	18	Mensuel	32	67
prova_new	1995	18	Annuel	32	67
prova3	1995	18	Annuel	32	67
prova4	1995	18	Annuel	32	67
prova5	1995	18	Annuel	32	67

Rechercher  Supprimer

Exporter table

Rechercher dossier  
 Parcourir

Fichier HRU (output.hru)  
 Fichier de Portée (output.rch)  
 Fichier du Sous-bassin (output.sub)

Exporter

Graphiques temporels

Plans spatiaux

Représentation des sorties  
(graphiques ou plans)

Exportation des tables de  
sortie *output.hru*,  
*output.rch*, *output.sub* en  
format .csv dans un  
dossier

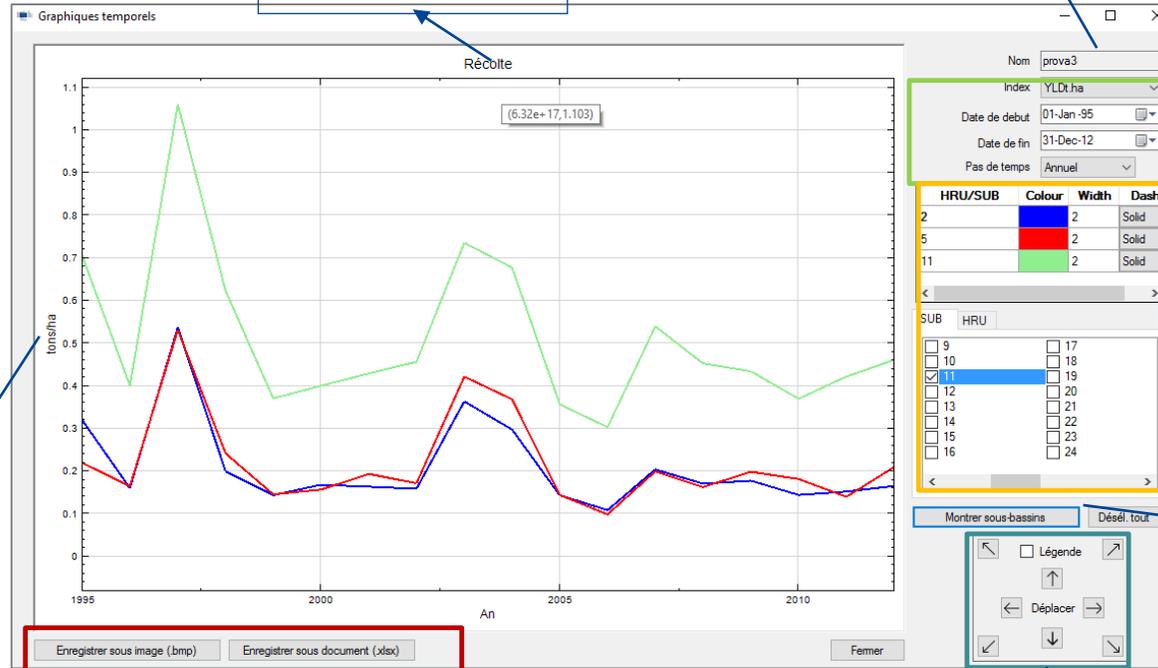
## Sorties - Graphiques

Nom de l'index

Nom de sortie

Paramètres de visualisation (index, intervalle de temps, pas de temps)

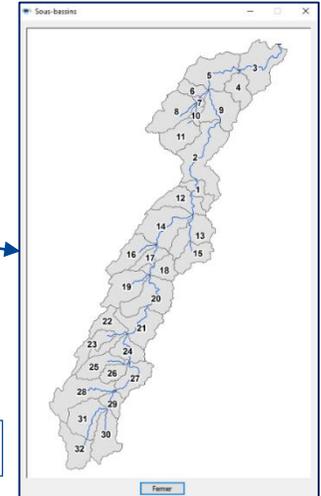
Choix des sous-bassins/HRU à visualiser et modalité de visualisation



Unité de mesure

Exportation du graphique (image ou document Excel)

Options de légende



## Sorties – Plans spatiaux

Nom de sortie et nombre de sous-bassins

Paramètres de visualisation (indices, intervalle de temps)

**IMPORTANT!!**  
Les données de sortie et le contour doivent avoir le même nombre de sous-bassins!!

SWAT export

Nom:   
n° Sous-bassins:

Période temporelle  
Date de début:   
Date de fin:

Sélectionner indices

<input type="checkbox"/> LAT_Qmm	<input checked="" type="checkbox"/> PRECIPmm
<input type="checkbox"/> N_STRS	<input type="checkbox"/> REVPmm
<input type="checkbox"/> NH4_INkg	<input type="checkbox"/> SURQmm
<input type="checkbox"/> NH4_OUTkg	<input type="checkbox"/> SWmm
<input type="checkbox"/> NO2_INkg	<input type="checkbox"/> TMP_AVdgC
<input type="checkbox"/> NO2_OUTkg	<input type="checkbox"/> TMP_MNdgc
<input type="checkbox"/> NO3_INkg	<input type="checkbox"/> TMP_MXdgc
<input type="checkbox"/> NO3_OUTkg	<input type="checkbox"/> TMP_STRS
<input type="checkbox"/> NSURQkg_ha	<input type="checkbox"/> W_STRS
<input type="checkbox"/> P_STRS	<input checked="" type="checkbox"/> WYLD_SUBmm
<input type="checkbox"/> PERC_SUBmm	
<input type="checkbox"/> PETmm	

Obtenir contour de  
 Shapefile (.SHP)  Base de données (Geometry)

Sélectionner:   
 Domaine:  n° ID:

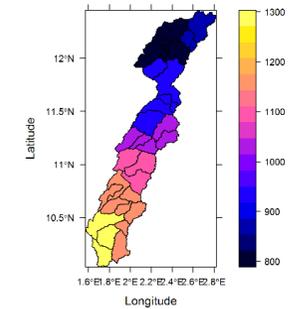
Domain Name	n° Polygons	Notes

Rechercher:

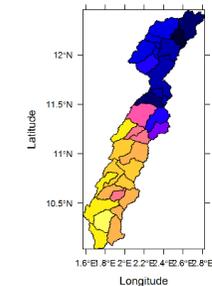
Sélectionner un fichier

Sélection du contour (un shapefile\* ou de la base de données) avec des coordonnées géographiques et un domaine ID relatif aux sous-bassins

Moyen valeur de Pluie (mm) [1995/01/01 - 2012/12/31]

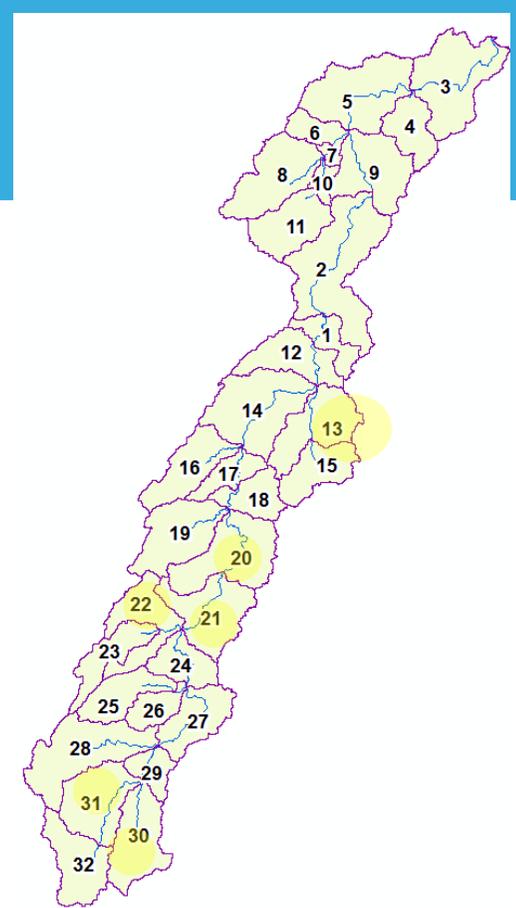


Moyen valeur de Eau totale vers la rivière (mm) [1995/01/01 - 2012/12/31]



Exporter indices comme images .png et shapefiles .shp

\*shapefile= Documents\E-Water\Shapefiles\Mekrou\_Subbasin\Subbasin\_mekrou\_WGS84.shp



## Pratique – Analyse des résultats

- Utiliser Excel pour analyser la production des cultures irriguées
- Pour le coton, on peut identifier plusieurs bassins avec une bonne progression de la productivité (en jaune)
- Nous pouvons estimer le volume d'eau requis et l'impact sur la productivité agricole

<i>Culture:</i> Cotton			
Subbasin	Irr volume m3/an	ET incrément	Rendement incrément
13	4,311,328	24.3%	60.2%
20	3,552,041	19.7%	50.3%
21	4,348,748	19.7%	50.3%
22	464,304	4.4%	20.4%
30	927,232	16.6%	42.4%
31	1,040,368	34.5%	32.9%

## JRC Mission

As the science and knowledge service of the European Commission, the Joint Research Centre's mission is to support EU policies with independent evidence throughout the whole policy cycle.



**EU Science Hub**  
[ec.europa.eu/jrc](https://ec.europa.eu/jrc)



@EU\_ScienceHub



EU Science Hub - Joint Research Centre



Joint Research Centre



EU Science Hub