



NEPAD CENTRES OF EXCELLENCE ON WATER SCIENCES AND TECHNOLOGY - PHASE II

“Human Capacity Development Programme addressing Junior Professional and Technician level capacity challenges”

RENFORCEMENT DES CAPACITES DES PROFESSIONNELS DU SECTEUR DE L'EAU DU SENEGAL

Module de cours n°2

**Initiation à la modélisation hydrologique
avec l’outil SWAT**

Animateurs :

Prof. Awa NIANG FALL

Dr. Abdoulaye FATY

Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal

Table des matières

Table des matières	1
Liste des abréviations	2
Références bibliographiques.....	3
INTRODUCTION GENERALE	4
Chapitre I : GENERALITE SUR LE SWAT	5
I.1. Fonctionnement du SWAT	5
I.2. Organisation structurale du modèle	5
I.3. Utilisation du modèle	6
I.3.1 Analyse de sensibilité	6
I.3.2. Calage.....	8
I.3.2.1 Calage manuel	8
► Critères de NSE	8
► PBIAS (Pourcentage de Biais).....	9
I.3.2.2. Calage automatique	10
I.3.3 Validation.....	10
Chapitre II : DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU LOGICIEL SWAT.....	11
II.1 Introduction	11
II.1 Préparation du travail.....	11
II.2 Présentation de l'interface de SWAT	11
II.3 Différentes étapes de la modélisation avec SWAT	12
II.3.1 Etape 1 créé le projet SWAT (prend le nom du dossier de travail).....	12
II.3.2 Etape 2 délimitation du bassin.....	14
II.3.3 Etape 3 intégration des HRU	18
II.3.4 ETAPE 4 intégration des données climatiques	21
II.3.5 ETAPE 6 lancer la simulation	22
II.3.6 Calage du modèle SWAT	24

Liste des abréviations

SWAT: Soil and Assessment Tool

OMVS: Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal

MNT: Modèle Numérique de Terrain

HRU:Hydrologic Response Units/ unités de réponse hydrologique

EPIC: Environmental Policy Integrated Climate

LAI: Leaf Area Index

RUE: Radiation Use Efficiency

ENC ou NSE: Nash-Sutcliff Efficiency

CN: Curve Number

ETP: Evapotranspiration Potentielle

PBIAS: Pourcentage de Biais

RMSE: Root Mean Square Error

Références bibliographiques

Listowel Abugri *Anaba*¹, Noble, Nicholas *Kiggundu*¹, Joshua *Wanyama*¹, Bernie *Engel*², Daniel *Moriasi*³: Application of SWAT to Assess the Effects of Land Use Change in the Murchison Bay Catchment in Uganda. Journal computational water, Energy, and Environmental Engineering, 2017, 6, 24-40.

Nahlah Abbasa¹, Saleh A.Wasimia¹, NadhirAl – Ansari²: Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources of Al-Adhaim, Iraq Using SWAT Model. Journal Engineering, 2016, 8, 716-732

Vidula A.Swami, Sushama S. Kulkarni: Simulation of Runoff and Sediment Yield for a Kaneri Watershed Using SWAT Model. Journal of Geoscience and Environment Protection, 2016, 4, 1-15

Yassine *Bouslihim*¹, Ilias *Kacimi*², Hassane *Brirhet*³, Mouradkhatati⁴, Aicha *Rochdi*¹, Namira El Amrani *Pazza*¹, Abdel Halim *Miftah*¹, Zainab *Yaslo*¹ : Hydrologic Modeling Using SWAT and GIS, Application to subwatershed Bab-Merzouka (Sebou, Morocco). Journal of Geographic information System, 2016, 8, 20-27

Sources web:

<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem-wist.asp>

INTRODUCTION GENERALE

La première phase des centres d'Excellence du NEPAD pour les Sciences et Technologies de l'eau avait fait l'objet d'un projet pilote financé par l'Union Européenne pendant la période 2010-2013. La signature des conventions avec la CEDEAO et la formulation avec l'AMCOW et l'Union Africaine d'un Programme de suivi et d'évaluation du secteur de l'eau, sont entre autres, les principaux acquis de cette phase du projet.

Lors de la première phase du projet, un diagnostic de l'ensemble du secteur avait été réalisé en Afrique de l'ouest (Ghana, Nigéria et Sénégal) par le biais de quatre des cinq centres d'excellence NEPAD que sont : l'EDEQUE/UCAD (coordonnateur du réseau ouest africain) ; KNUST (Kumasi, Ghana) ; NWRI (Kaduna, Nigéria) et UNIBEN (Benin city, Nigéria).

Ces évaluations réalisées au Sénégal, au Ghana et au Nigeria avaient révélé un important déficit en ressources humaines dans le secteur des métiers de l'eau. Il avait également été constaté des dysfonctionnements dans la gouvernance du secteur de l'eau. C'est dans ce cadre que cette proposition de projet de cours sur l'initiation à la modélisation hydrologique sur le logiciel SWAT a été conçue pour appuyer les professionnels dans le secteur de l'eau et les jeunes étudiants en début de carrière dans les universités. Ce cours tentera de répondre les besoins spécifiques en initiation à la modélisation hydrologique. Ce projet de cours d'initiation s'articulera autour de la notion de variabilité et le changement climatique où on notera principalement beaucoup d'insuffisances sur l'information hydro-climatique dans la sous-région ouest africaine.

Son objectif principal est d'acquérir des fondamentaux sur l'initiation à la modélisation hydrologique dans un hydrosystème d'Afrique de l'ouest : le cas du bassin versant du fleuve Sénégal. Plus spécifique, il s'agit de :

- Aborder la notion de GIRE, de l'approche NEXUS, la présentation des types de modèles hydrologiques ;
- Apporter des éléments de définition de la modélisation ;
- Présenter la typologie des modèles hydrologiques ainsi que l'échelle d'application de chaque modèle ;
- De présenter les généralités du modèle agro-climatique : SWAT ;
- De faire un descriptif du fonctionnement du logiciel SWAT ;
- Effectuer avec les apprenants des exercices d'application du modèle SWAT.

Les modalités d'évaluation

A la fin du module de formation sur l'initiation à la modélisation hydrologique, les professionnels du secteur de l'eau et les étudiants subiront une évaluation écrite de 2 heures sous la forme de questionnaires et également des tests de connaissances pratiques assistés par ordinateur.

Chapitre I : GENERALITES SUR LE MODELE SWAT

Le modèle hydrologique SWAT est un modèle hydrologique déterministe à base physique. Il permet de prévoir les impacts à long terme des pratiques de gestion des sols sur les niveaux d'eau, l'évolution des sédiments et des pesticides dans les grands bassins hydrographiques pour différents types de sols, d'utilisation des terres et de pratiques de gestion.

I.1. Fonctionnement de SWAT

Le modèle hydrologique SWAT comprend deux phases :

- Une phase terrestre qui calcule les différentes composantes du cycle hydrologique (ruissellement, évapotranspiration, écoulement souterrain, écoulement latéral, stockage superficiel dans les mares, lacs, retenues, affluents et écoulement de retour) ;
- Une phase de routage qui calcule le mouvement de l'eau, des sédiments, des nutriments et des substances organiques vers l'exutoire du bassin versant à travers le réseau hydrographique (Nahlah Abbasa et al, 2016).

Dans la phase terrestre, le modèle hydrologique SWAT utilise en entrées des données spatiales (Modèle Numérique de Terrain, types de sols, occupation des sols) et des données non spatiales (séries temporelles de précipitations, température, vitesse du vent, humidité relative).

I.2. Organisation structurale du modèle

A partir des caractéristiques topographiques fournies par le MNT, le modèle délimite les bassins hydrographiques, définit le réseau de drainage et décompose le bassin versant en sous bassins. Chaque sous bassin est ensuite divisé en unités de réponse hydrologique (HRU). Les HRU sont des zones homogènes ayant les mêmes couvertures végétales, types de sol et la même pente.

Dans chaque HRU, le modèle calcule le volume de ruissellement de surface en fonction du type et de l'utilisation du sol, de la pente, de l'humidité initiale du sol et du mode de pratique de gestion des sols. Ce calcul fait intervenir la méthode du CN (Curve Number) mise au point par

la SCS. L'évapotranspiration potentielle (ETP) est déterminée à l'aide de l'équation de Penman-Monteith qui fournit une meilleure description physique du bilan hydrique.

Par conséquent, tous les processus hydrologiques qui se produisent dans le bassin hydrographique sont donc modélisés dans chaque HRU, indépendamment de sa position dans le sous bassin. SWAT tient également compte des cycles complets de l'azote et du phosphore des nutriments dans les HRU.

I.3. Utilisation du modèle

L'utilisation du modèle nécessite deux étapes : calage et validation. Le calage est précédé de l'analyse de sensibilité.

I.3.1 Analyse de sensibilité

Le modèle hydrologique SWAT comporte plus de 200 paramètres. L'analyse de sensibilité vise à déterminer l'influence de chaque paramètre du modèle sur les sorties calculées, et ainsi de réduire le nombre de paramètre à utiliser.

► Mise en œuvre

On part de 22 paramètres de base indiqués dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: Les paramètres de l'étude

Paramètres	Définition
SOL_BD	Densité apparente humide (g/cm ³)
SOL_AWC	Disponibilité en eau de la couche (mm H ₂ O/ mm du sol)
SOL_CBN	Teneur en carbone organique
SOL_K(...)	Conductivité hydraulique à la saturation (mm/h)
SOL_Z	Profondeur de la couche (de la surface au fond de la couche)
CH_K1	Perméabilité des berges des chenaux secondaires
CH_N1	Coefficient de Manning des chenaux secondaires
OV_N	Coefficient de Manning de la surface du sol
LAT_TTIME	
CANMX	Hauteur maximale de pluies interceptée par végétaux
ESCO	Facteur sol d'évaporation du sol en fonction de la profondeur
EPCO	Facteur végétal d'évaporation du sol en fonction de la profondeur
CH_K2	Conductivité hydraulique effective de l'alluvion du bief principal
CH_N2.	Coefficient de Manning des chenaux principaux
GW_DELAY	Délai de recharge de l'aquifère (j)
ALPHA_BF	Coefficient de tarissement de la nappe souterraine
WQMIN	Seuil de contribution de la nappe souterraine à l'écoulement en chenal, écoulement de base (mm)

GW_REVAP	Coefficient d'évaporation à partir de la nappe souterraine
REVAPMIN	Seuil d'évaporation à partir de la nappe souterraine (mm)
RCHRG_DP	Coefficient de percolation vers la nappe profonde
CN2	Nombre de courbe du SCS
SURLAG	Coefficient du délai de ruissellement

Pour chaque paramètre, le modèle donne une valeur par défaut ainsi que les limites de variation de ce paramètre.

- Etape 1 on part de l'ensemble des paramètres par défaut ;
- Etape 2 On prend un paramètre, les autres étant fixés ;
- Etape 3 on fait tourner le modèle avec la valeur minimale du paramètre ;
- Etape 4 on recense les sorties du modèle avec ce paramètre pour l'évapotranspiration, le ruissellement de surface, le débit de base, la recharge, l'infiltration, la percolation ;
- Etape 5 on fait tourner le modèle avec la valeur maximale du paramètre ;
- Etape 6 on recense les sorties du modèle avec ce paramètres pour l'évapotranspiration, le ruissellement de surface, le débit de base, la recharge, l'infiltration, la percolation ;
- Etape 7 on calcule l'indice de sensibilité chaque terme du bilan hydrologique (évapotranspiration, ruissellement de surface, débit de base, recharge, infiltration, percolation) par la formule

$$C_i = \left| \frac{P_{moy}}{S_{moy}} * \frac{\Delta S}{\Delta P} \right| \quad (1)$$

Où P_{moy} est la moyenne des valeurs limites du paramètre sur l'intervalle de variation, S_{moy} est la moyenne des valeurs du bilan hydrologique (évapotranspiration, ruissellement de surface, débit de base, recharge, infiltration, percolation) calculées par le modèle à partir des valeurs limites du paramètre, ΔS est la différence des valeurs du bilan hydrologiques calculées par le modèle à partir des valeurs limites du paramètres, ΔP est la différence entre les valeurs limites du paramètre.

- Etape 8 on répète les étapes 1 à 7

Pour chaque terme du bilan hydrologique, on a tous les indices de sensibilité correspondant aux paramètres.

- Etape 9 pour chaque terme du bilan hydrologique, on classe les indices de sensibilité par ordre décroissant ;
- Etape 10 on écarte les indices de sensibilité nuls ;

- Etape 11 pour chaque terme du bilan hydrologique, on associe à l'indice le plus élevé son paramètre ;
- Etape 12 pour chaque terme du bilan hydrologique, on classe les paramètres suivant le rang de l'indice associé ;
- Etape 13 on écarte les paramètres pour lesquels les indices sont nuls sur l'ensemble des termes du bilan hydrologique

On obtient ainsi un jeu de paramètres qui vont servir au calage

On peut également utiliser l'indice de sensibilité relative, S_r , donnée par l'équation ci-dessous (Sunita Khanal et al, 2014)

$$S_r = \frac{P_b}{R_b} * \left(\frac{R - R_b}{P - P_b} \right) \quad (2)$$

S_r est l'indice de sensibilité relative

R est le résultat ou la sortie

P est le paramètre d'entrée du modèle et b représente la valeur de base.

I.3.2. Calage

Cette opération consiste à ajuster les paramètres retenus après l'analyse de sensibilité pour avoir une meilleure adéquation entre débits observés et débits simulés en utilisant un critère de qualité. De nombreux critères sont utilisés dans la bibliographie (Yassine et al, 2016 Bouslihim). Le calage peut être manuel ou automatique.

I.3.2.1 Calage manuel

Principe : Dans ce type de calage, l'opérateur calcule les valeurs des critères de qualités. Nous citons les principaux critères utilisés :

► Critères de NSE

Ce critère décrit l'écart par rapport à l'unité du rapport du carré de la différence entre les valeurs observées et simulées et la variance des observations. La valeur du coefficient peut varier de moins l'infini à l'unité, la dernière valeur indiquant un accord parfait entre les données simulées et observées. Il est possible d'obtenir des valeurs négatives du NSE, indiquant que la moyenne des données d'observation permet une meilleure adaptation aux données par rapport aux valeurs. En d'autres termes, l'utilisation des valeurs simulées du modèle est pire que d'utiliser simplement la moyenne observée. Pour les NSE, des valeurs négatives ou très proches de zéro, la prédiction du modèle est considérée comme médiocre ou inacceptable. Nous indiquons dans le tableau les valeurs indicatives de ce critère

$$\text{NSE} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n O_i - S_i}{\sum_{i=1}^n O_i - O} \quad (3)$$

Tableau 2: coefficient de Nash

NSE	Commentaire
$0,75 < \text{NSE} \leq 1,00$	très bon
$0,65 < \text{NSE} \leq 0,75$	Bon
$0,50 < \text{NSE} \leq 0,65$	satisfaisant
$0,4 < \text{NSE} \leq 0,50$	acceptable
$\text{NSE} \leq 0,4$	non satisfaisant
$0,4 \leq \text{NSE} \leq 0,70$	acceptable

► **PBIAS (Pourcentage de Biais)**

Le pourcentage de biais (PBIAS) décrit la tendance des données simulées à être plus ou moins grande que les données observées, exprimées en pourcentage. Il est calculé par l'équation :

$$\text{PBIAS} = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - S_i) \cdot 100}{\sum_{i=1}^n (O_i)} \quad (4)$$

Les valeurs du PBIAS optimales sont nulles ou très faibles 0,0 et les valeurs faibles indiquent que la simulation du modèle est satisfaisante. Les valeurs positives indiquent une tendance du modèle à sous-estimer, tandis que les valeurs négatives sont révélatrices d'une surestimation (tableau 3)

Tableau 3: Pourcentage de biais

PBIAS	Commentaire
$\text{PBIAS} \leq \pm 10$	Très bon
$\pm 10 \leq \text{PBIAS} < \pm 15$	Bon
$\pm 15 \leq \text{PBIAS} < \pm 25$	Satisfaisant
$\text{PBIAS} \geq \pm 25$	Non satisfaisant

► **RMSE :** L'erreur quadratique moyen (RMSE) fournit une mesure de la différence moyenne entre les valeurs mesurées et simulées et peut être positive ou négative. Les valeurs proches de 0,0 indiquent un ajustement parfait, avec des valeurs inférieures à la moitié de l'écart type (SD) des valeurs observées étant considéré comme faible.

$$\text{RMSE} = \left[\frac{(\sum_{i=1}^n S_i - O_i)^2}{n} \right]^{0,5} \quad (5)$$

Valeur inférieure à la moitié de l'écart type est considérée comme Satisfaisante

► **RSR** : La valeur RSR, qui est le rapport du RMSE à l'écart type des observations, peut fournir des informations supplémentaires, telles que recommandées par et peuvent être appliquées à une variété de constituants différents. Le RSR est calculé par l'équation. Les valeurs principales sont indiquées dans le tableau 4.

$$\text{RSR} = \frac{\text{RMSE}}{\text{STDEV}_{obs}} = \frac{\left[\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - S_i)^2} \right]}{\left[\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \right]} \quad (6)$$

Tableau 4:valeurs indicatives du rapport du RMSE à l'écart type des observations

RSR	Commentaire
$0,00 \leq \text{RSR} \leq 0,50$	Très bon
$0,50 \leq \text{RSR} \leq 0,60$	Bon
$0,60 < \text{RSR} \leq 0,70$	Satisfaisant
$\text{RSR} > 0,70$	Non satisfaisant

I.3.2.2. Calage automatique

Pour calibrer le modèle, l'algorithme (SUFI-2) intégrée au package SWAT-CUP a été utilisé. Cet algorithme calcule le coefficient de Détermination (R^2) et le coefficient d'efficacité de Nash-Sutcliff pour vérifier la qualité de l'ajustement entre les données mesurées et simulées. Le coefficient de Détermination (R^2) et le coefficient d'efficacité de Nash-Sutcliff sont définis ci-dessous (Abassa et al, 2016).

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\left[\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 \right]^{0.5} \left[\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \right]^{0.5}} \right]^2 \quad (7)$$

O_i est le débit observé, P_i est le débit simulé, \bar{O} est le débit moyen observé sur la période d'étude d'évaluation et \bar{P} est le flux simulé moyen pour la même période.

$$\left[\text{ENC} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \right] \quad (8)$$

I.3.3 Validation

La procédure de validation de calage permet de vérifier si les paramètres retenus après calage décrivent bien le fonctionnement hydrologique du bassin. La validation consiste à appliquer les paramètres sur période différente de la période de calage et à vérifier la qualité des résultats avec les mêmes critères de qualité que ceux obtenus lors du calage.

La période de validation permet d'évaluer si le modèle a été calibré correctement, en utilisant une ou plusieurs périodes pour lesquelles les conditions climatiques sont différentes de celles de la période de calage.

En fait, un modèle hydrologique robuste comme SWAT est capable de présenter des processus d'écoulement quelle que soit la météo. Les résultats du calage sont validés sur une seule variable, ici le débit car il s'agit de la variable la plus souvent mesurée et celle intégrant tous les processus impliqués dans une zone de captage.

Chapitre II : DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU LOGICIEL SWAT

II.1 Introduction

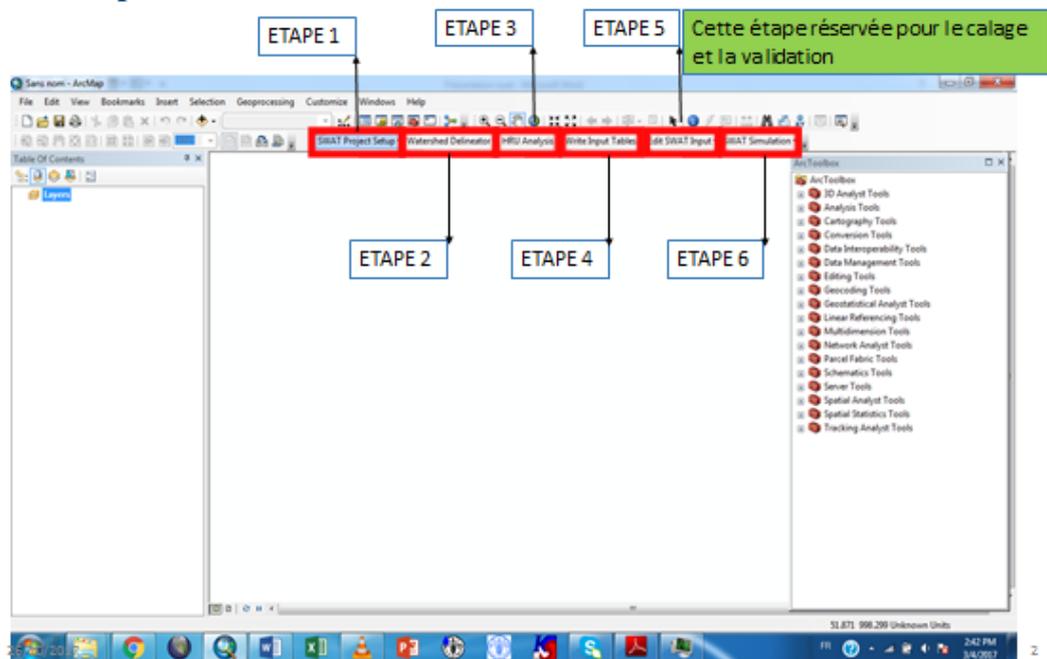
SWAT est très utilisé dans la modélisation hydrologique quand des données spatiales et temporelles sont disponibles. Il est appelé à connaître un grand essor parmi les hydrologues et les gestionnaires des ressources en eau. Il existe peu de documents expliquant son fonctionnement ; en particulier en langue française. Ce chapitre vise à combler cette lacune en donnant un premier aperçu des éléments de base qui seront ensuite approfondies par l'utilisateur.

II.1 Préparation du travail

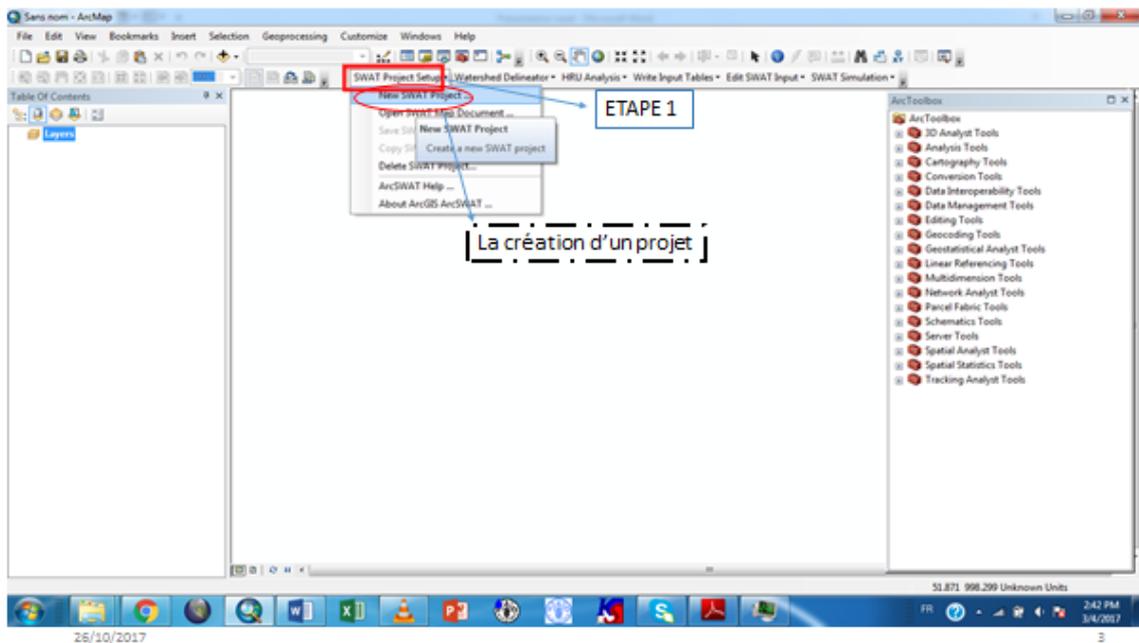
- 1- Créer un environnement de travail
 - 1-1 Créer un dossier
- 2- Copier les données d'entrées du SWAT dans le dossier de travail
 - SRTM de la zone d'étude,
 - Land Use,
 - Soil Use, Slope
 - Exutoire(les coordonnées sont disponibles),
 - Dossier «Landuse»,
 - Base de données du SWAT«SWAT2012».
 - Données climatiques

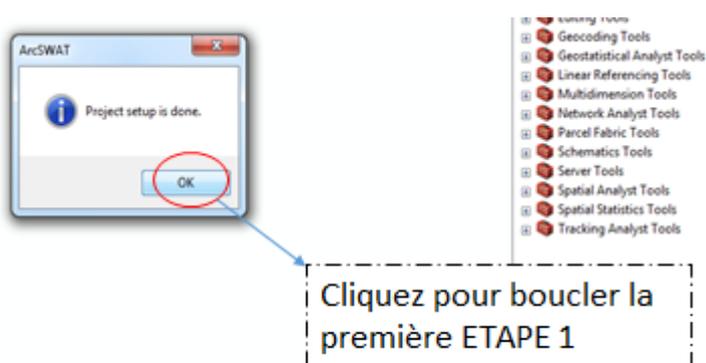
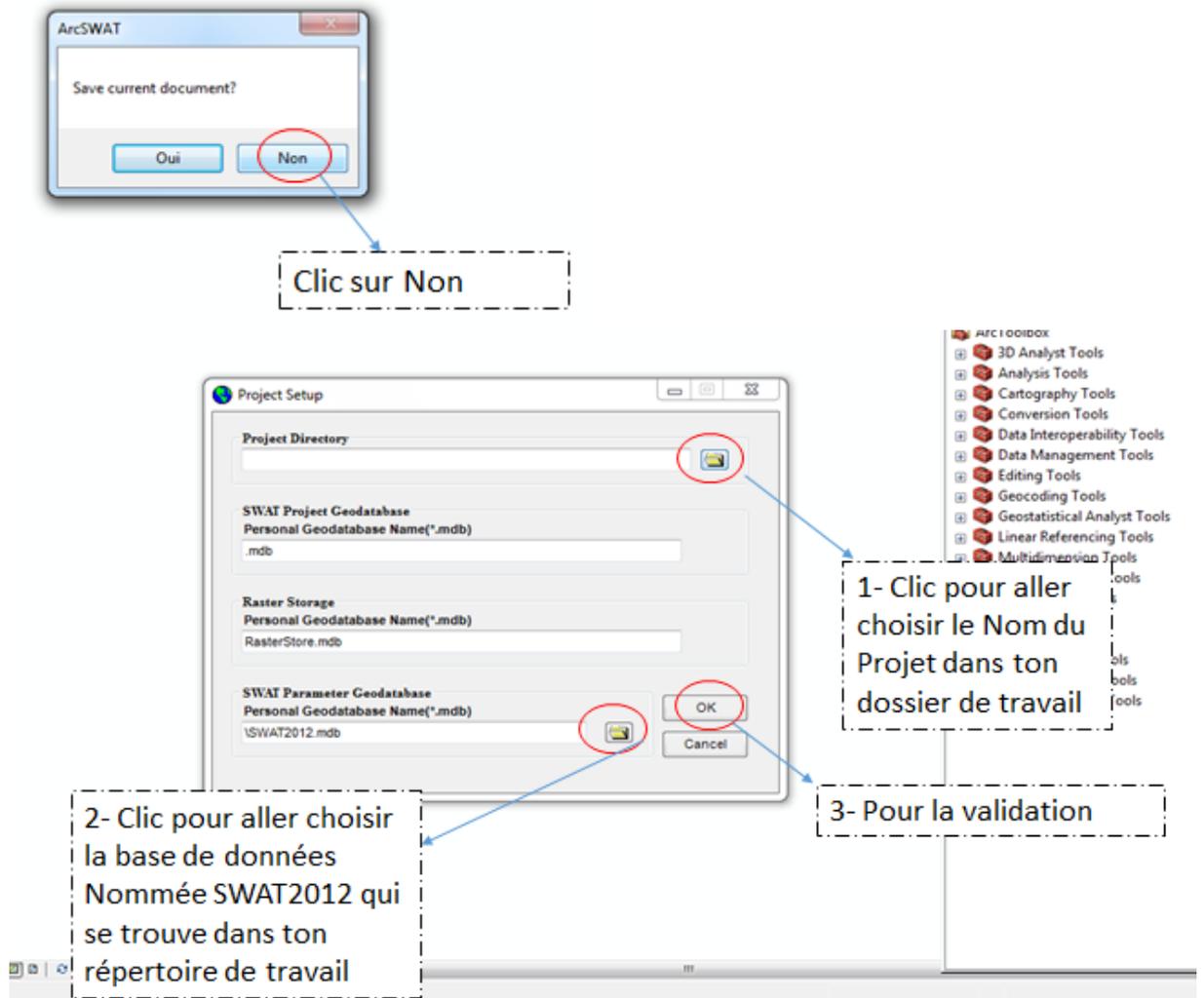
II.2 Présentation de l'interface de SWAT

II.3 Différentes étapes de la modélisation avec SWAT



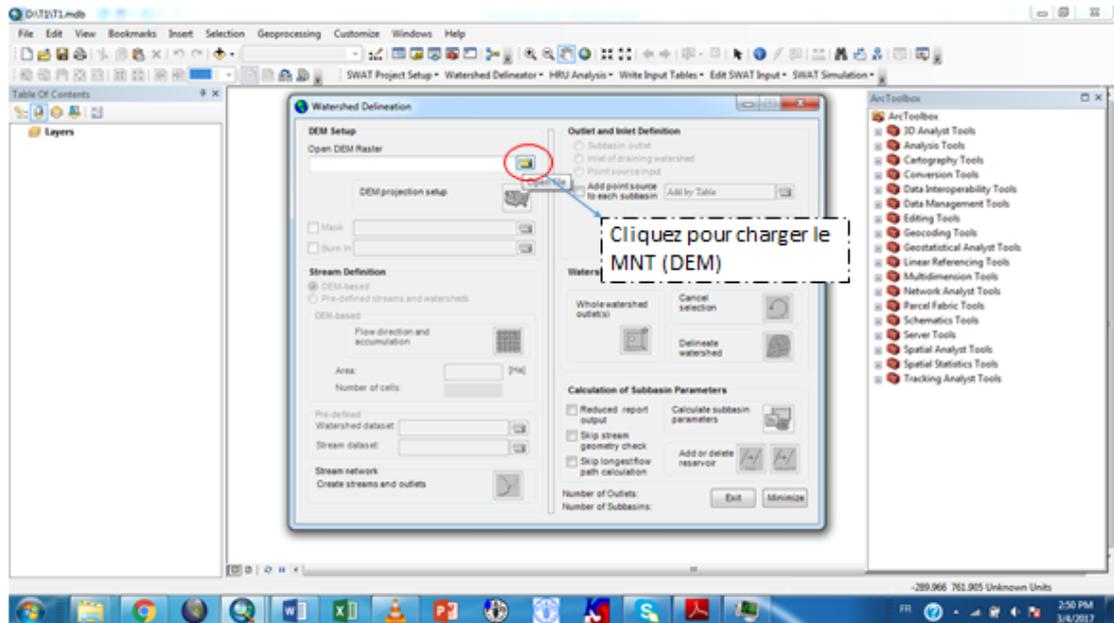
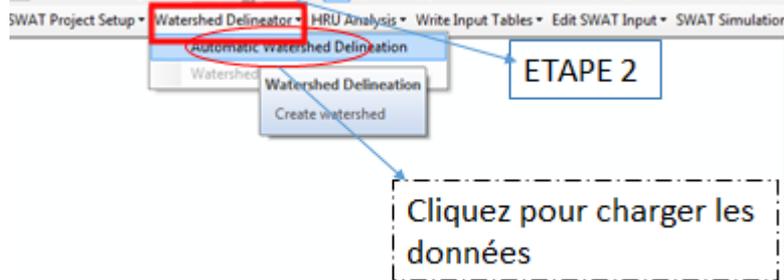
II.3.1 Etape 1 créé le projet SWAT (prend le nom du dossier de travail)





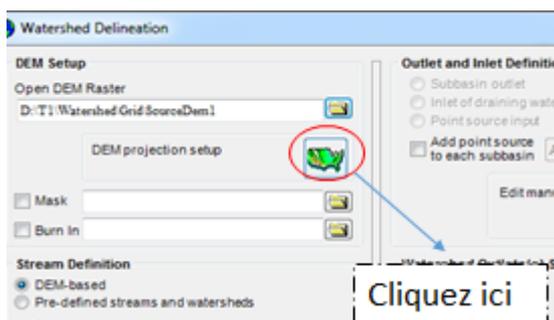
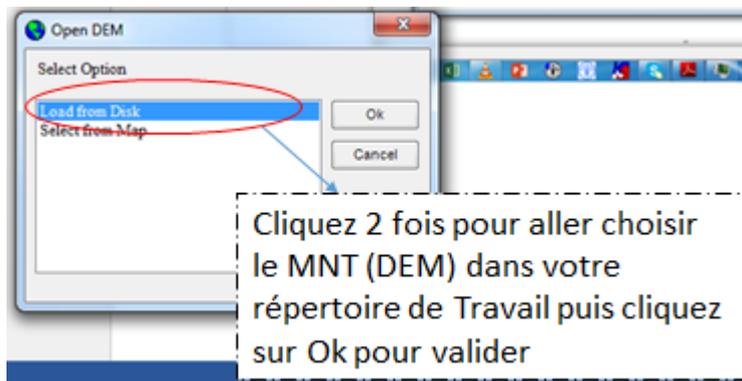
NB: Après chaque ETAPE, il faut aller dans le menu d'étape 1 puis dans « Save Projet » pour Sauvegarder chaque étape du projet

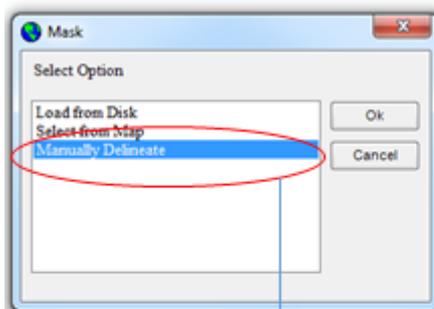
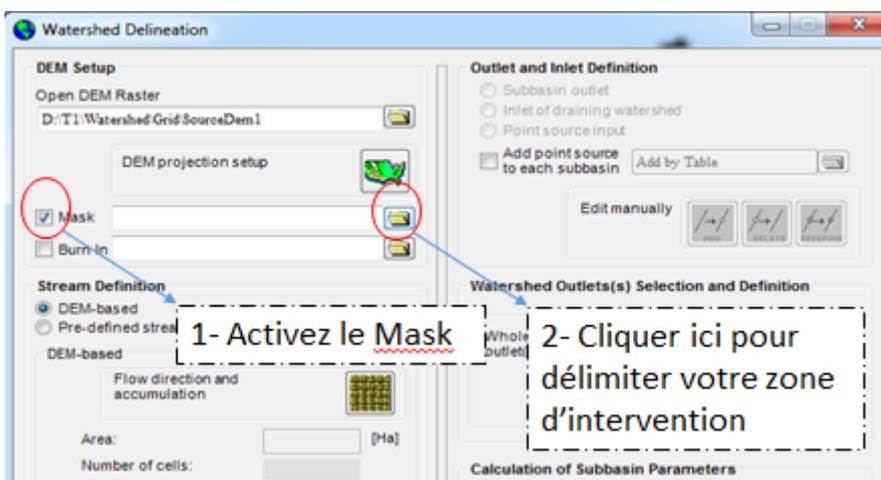
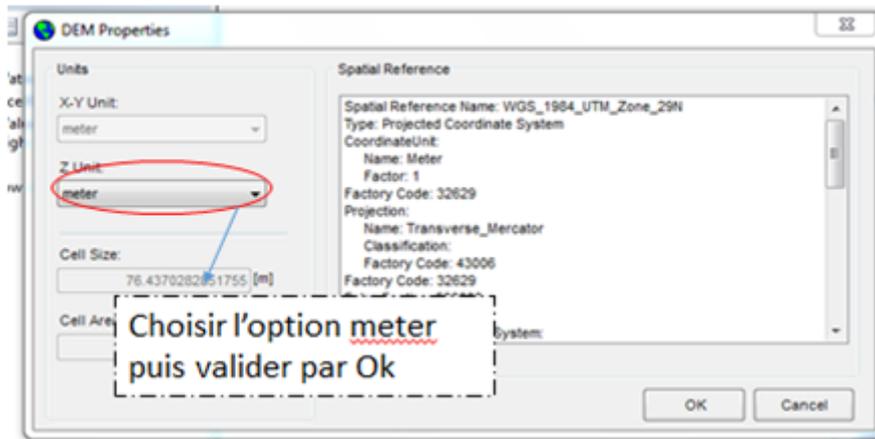
II.3.2 Etape 2 délimitation du bassin



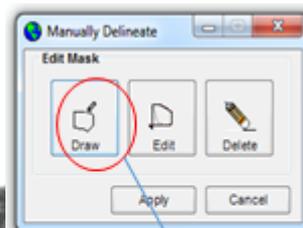
26/10/2017

8



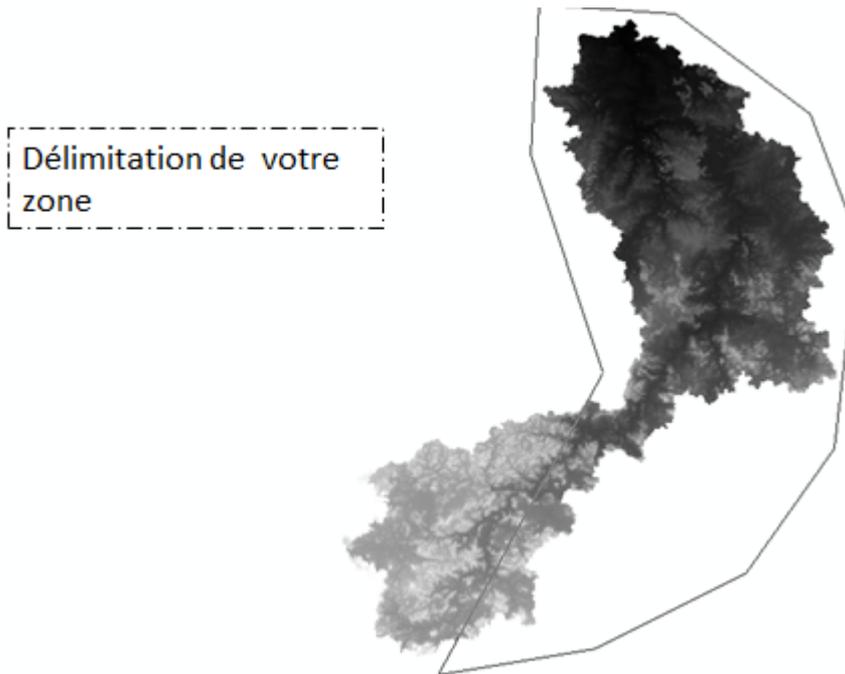


Cette option vous donne la possibilité d'encadrer votre zone d'étude manuellement

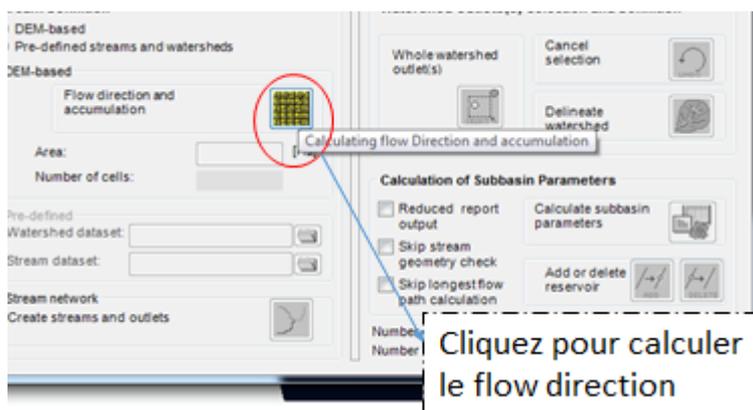


Cliquer sur Draw

Cliquer sur Ok pour avoir la possibilité de délimité votre zone

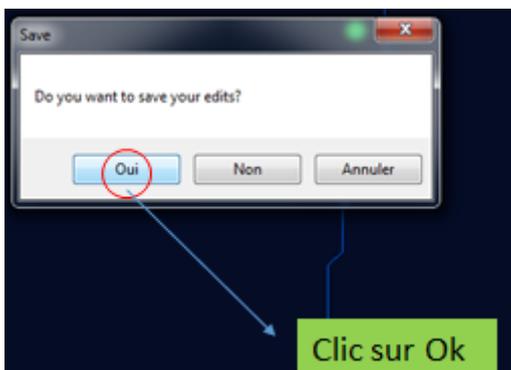
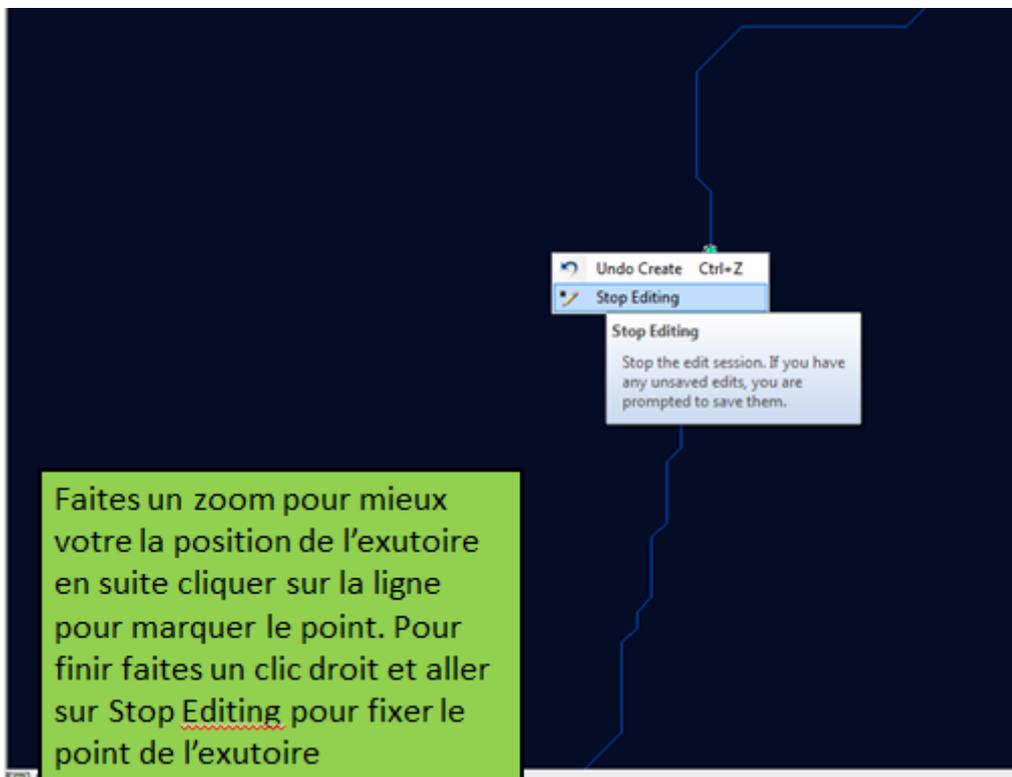
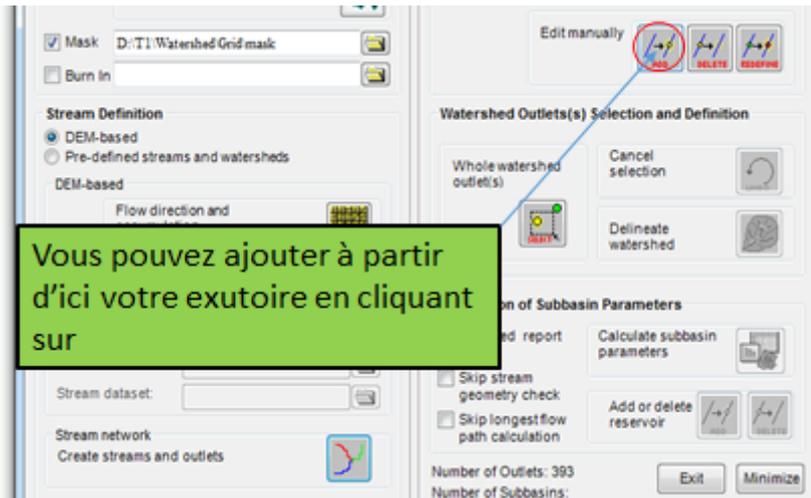


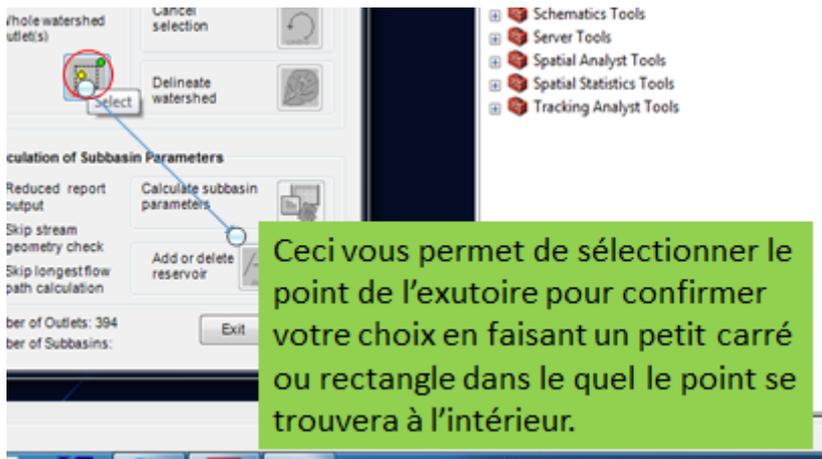
Après avoir délimité cliquez sur « Apply »



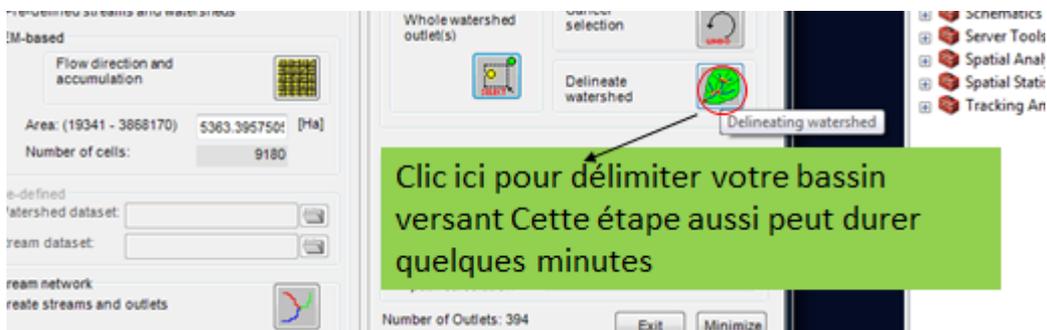
Cette étape peut durer quelques minutes. Elle dépend du type de MNT et de la superficie.

- 💧 Après avoir fini de calculer Cliquez sur Ok ;
- 💧 Tu as possibilité de changer ce nombre. Plus il est petit plus le réseau est dense ;
- 💧 Création du Stream et Outlet, cliquer en suite sur OK.





Après avoir fini cette étape on clique aussi sur ok

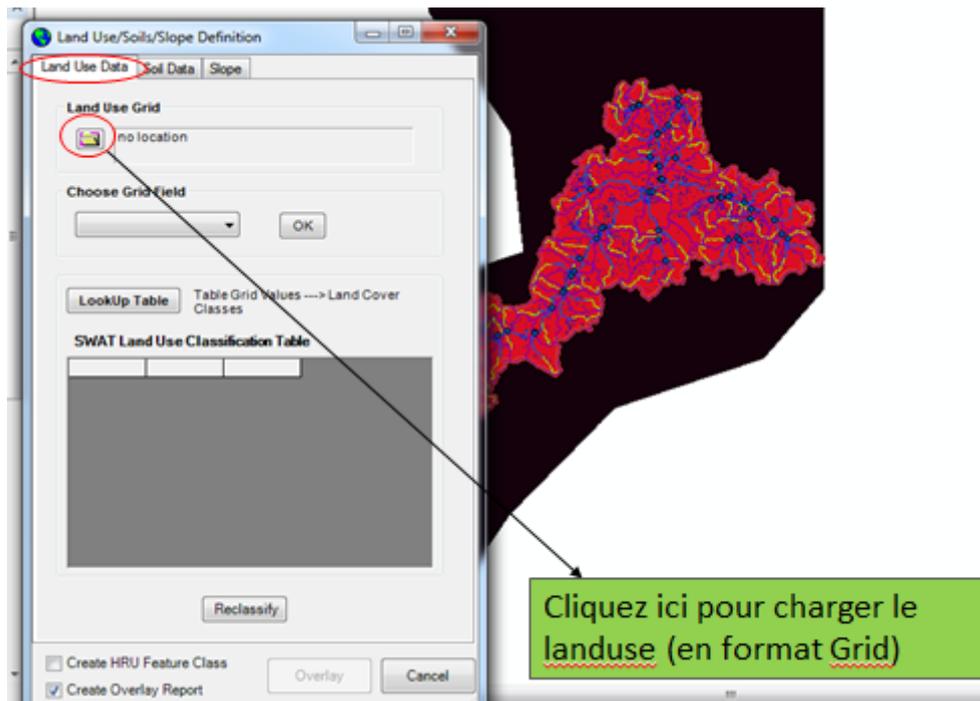


Ensuite il y'a une icône où c'est écrit « calculate subbasin parameters. » C'est pour calculer les paramètres du bassin et des sous bassins.

Cliquer ensuite sur Exit pour boucler cette partie.

II.3.3 Etape 3 intégration des HRU

On clique sur HRU Analysis on Cliquez sur (Land Use /Soils/Slope Definition) Pour démarrer



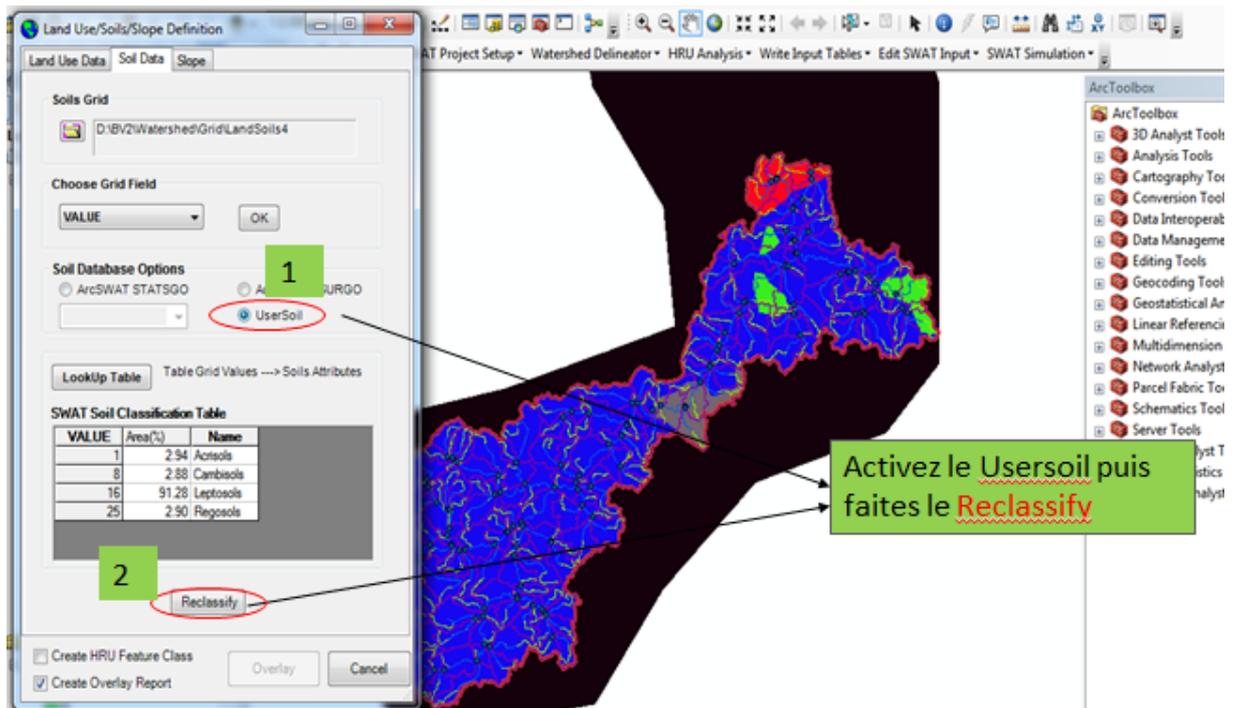
Clic sur «Land Use Data»

Cocher «Land use dataset from disk» En cliquant sur open tu parts directement dans le dossier où se trouve le landuse en format Grid une page s'affiche un clic sur oui ensuite sur ok.

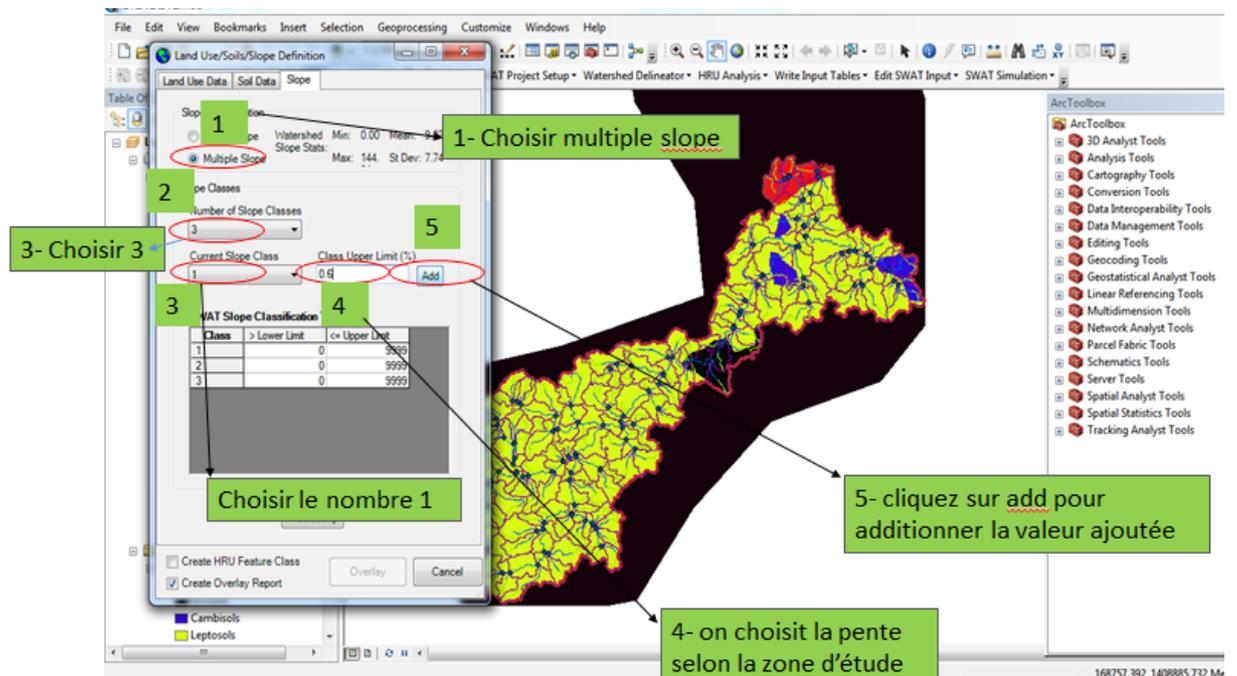
Choose Grid Field Choisir Value ensuite cliquez sur OK. Cliquez sur Look up Table petit tableau s'affiche et on clique sur OK une table pour permettre de charger le landuse

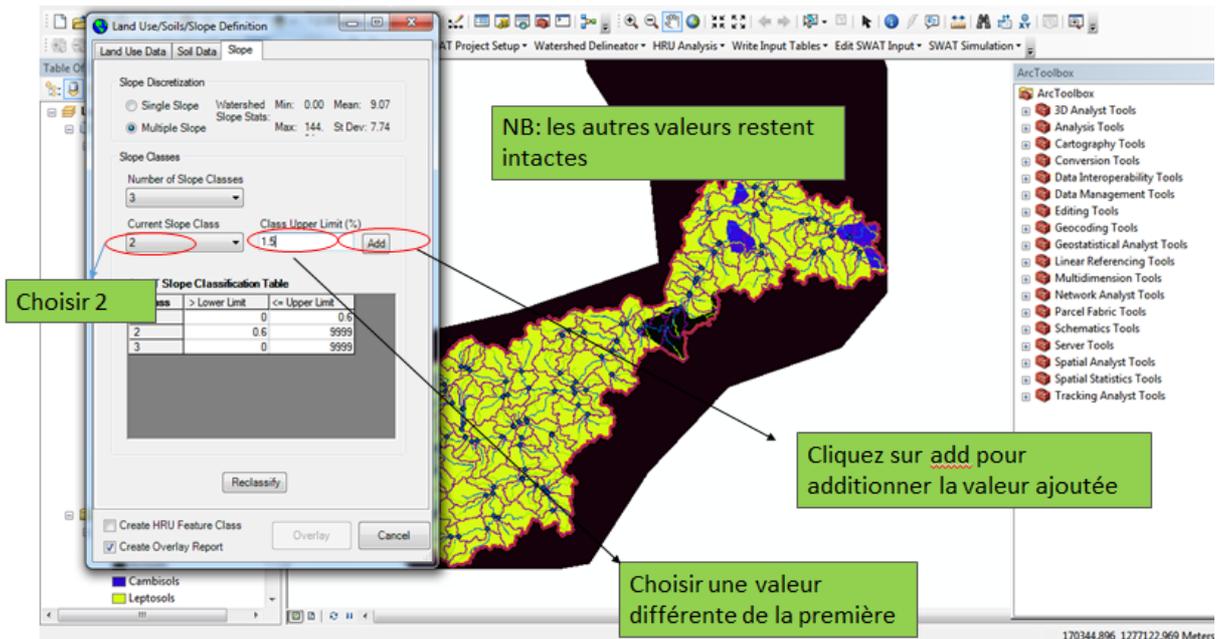
Dans ce dossier « 00landuse » se trouve le fichier du nom de land use. Chargez le pour compléter la colonne Land Use Swat ensuite un clic sur Reclassify et valider par OK.

-Soil data : On cliquez sur l'icône au-dessous de land use Grid pour charger le Soil Data (en format Shape) → choisir load Soils dataset from disk → cliquez sur Open →oui →valider par ok.



Validez par ok.





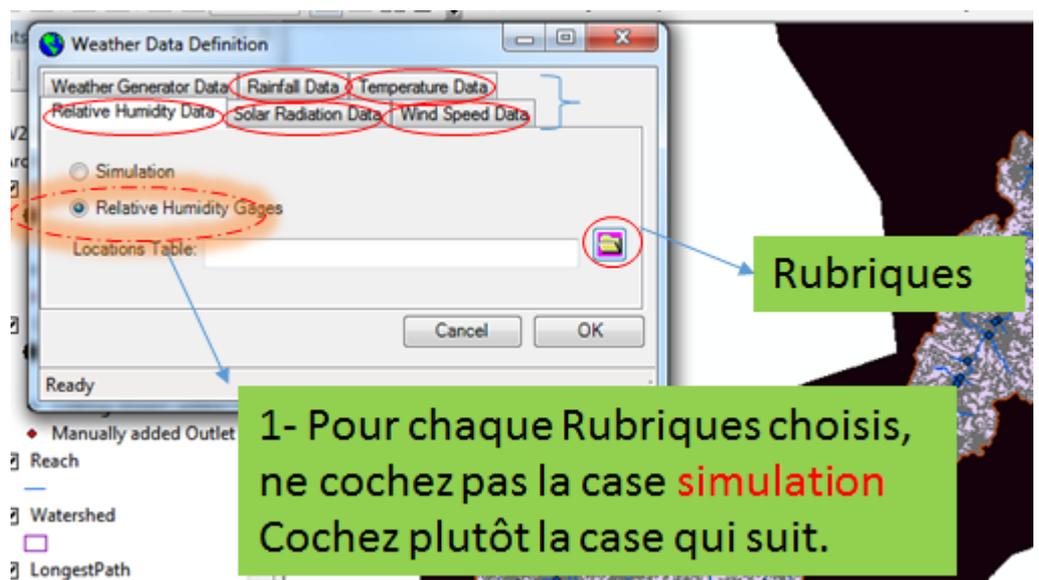
Cliquez sur Reclassify et validez par ok.

Cochez create HRU Feature Class, cliquez ensuite sur overlay pour lancer la requête, validez par ok pour terminer cette étape.

II.3.4 ETAPE 4 intégration des données climatiques

Cliquez sur

- «HRU Definition» pour définir les HRU1- Cocher Dominant HRU2- Cliquez sur «Create HRU» pour créer les HRU ensuite validez par ok.
- Weather stations Cliquez pour entrer les données climatiques
 - Weather Generator Data Choisir WGEN User



- 💧 Rainfall Data Ouvrez le fichier choisit pcp ;
- 💧 Temperature Ouvrez le fichier choisit tmp ;
- 💧 Relative Humidity Data Ouvrez le fichier choisit rh ;
- 💧 Solar Ouvrez le fichier choisit solar ;
- 💧 Wind Speed Data Ouvrez le fichier choisit Wind

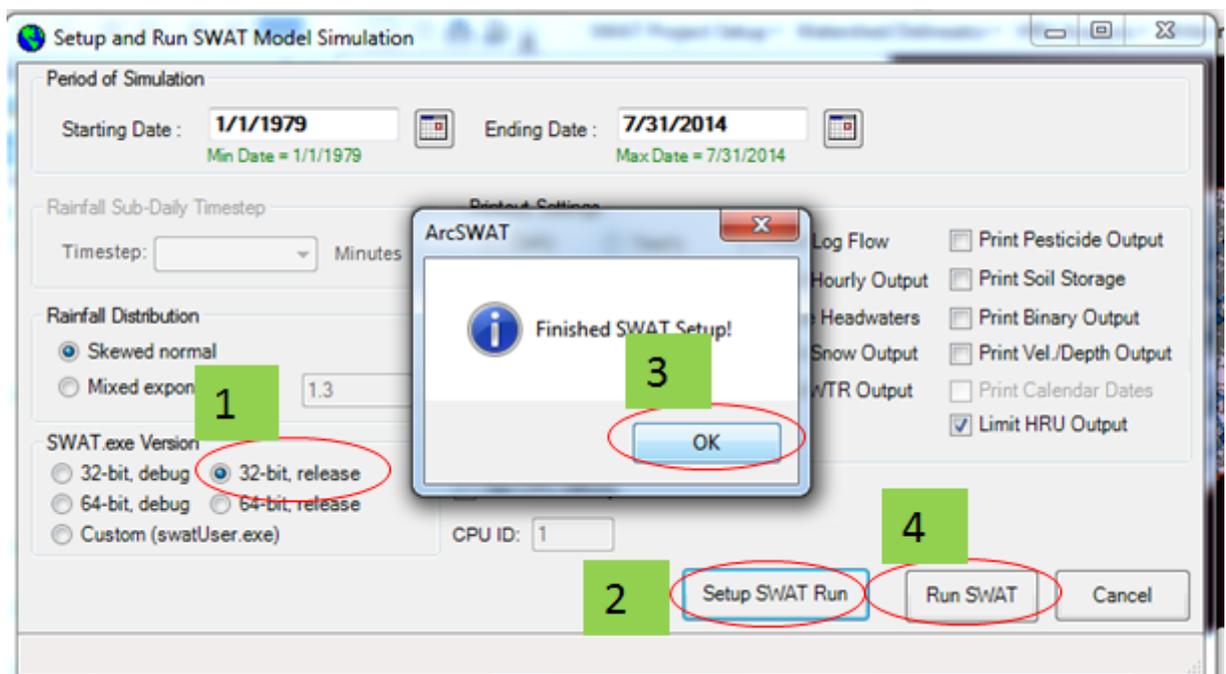
Validez toutes les entrées en cliquant sur Ok.

- 💧 Write SWAT Input Table

Cliquer pour insérer les tables des entrées 1- Select All 2- Création des tables après validez par Oui validez encore par oui encore par oui et encore par oui et valider par ok pour finir cette étape 4.

II.3.5 ETAPE 6 lancer la simulation

Un clic sur « SWAT Simulation » choisir «Run SWAT» Lancez la simulation sur SWAT suivez les étapes marquer en vert sur le tableau sous dessous, choisir 32 bits release valider par ok.



Après avoir validé par ok

Read SWAT Output → cliquer Run Swat Check → Cliquez sur Examine Model Output pour avoir les résultats hydrologiques

SWAT Error Checker -- Version 1.1.13 Released February 26, 2014

Setup Hydrology Sediment Nitrogen Cycle Phosphorus Cycle Plant Growth Landscape Nutrient Losses Land Use Summary Instream Processes Point Sources Reservoirs About

Project Location: D:\BV2\Scenarios\Default\TxtInOut

Instructions:

1. Specify your path in the text box above
2. Press the "Examine Model Output" button near the top right of the window
3. Click each tab

PLEASE, DO NOT GENERATE RESULTS YOURSELF

Cliquez pour avoir les résultats hydrologiques

Simulation Details

SWAT Jun 11 2014 VER 2012/Rev 627

Simulation Length (yrs) 36
 Warm up (yrs) 0
 HRUs 231
 Subbasins 231
 Output Timestep Monthly
 Precip Method Measured
 Watershed Area km2 22,157

Messages and Warnings

----- Starting Analysis -----
 Finished reading File.CIO.
 Finished reading Output.std.
 Finished reading Hyd.out.
 Finished reading Output.rch.
 Finished reading Output.rsv.
 Finished checking data
 ----- Finished Analysis -----
 Hydrology Warnings - Please Examine
 Sediment Warnings - Please Examine
 Nitrogen Cycle Warnings - Please Examine
 Plant Growth Warnings - Please Examine
 Nutrient Losses Warnings - Please Examine
 Land Use Warnings - Please Examine
 Point Source/Inlet Warnings - Please Examine
 Reservoir Warnings - Please Examine

Soil & Water Assessment Tool **SWAT**

Activer Windows

Voici le bilan hydrologique

Setup Hydrology Sediment Nitrogen Cycle Phosphorus Cycle Plant Growth Landscape Nutrient Losses Land Use Summary Instream Processes Point Sources Reservoirs About

Realistic hydrology is the foundation of any model. Pay particular attention to evapotranspiration, baseflow and surface runoff ratios. Baseflow/streamflow ratios for the US are provided by the USGS, these data are accessible via the button below. The ranges specified here are general guidelines only, and may not apply to your simulation area.

Show Avg. Monthly Basin Values Show US Baseflow Map

Messages and Warnings

Surface runoff ratio may be high (> 0.8)
 Groundwater ratio may be low
 It is highly recommended that you use at least 1 year of model wamup. 2-5 years is better
 Water yield may be excessive
 Surface runoff may be excessive

Water Balance Ratios

Streamflow/Precip	0.46
Baseflow/Total Flow	0.03
Surface Runoff/Total Flow	0.97
Perc/Precip	0.04
Deep Recharge/Precip	0
ET/Precipitation	0.5

Diagram Data:

- PET: 2,304.5
- Evaporation and Transpiration: 420.7
- Precipitation: 834.6
- Average Curve Number: 80.62
- Surface Runoff: 376.98
- Lateral Flow: 2.49
- Return Flow: 8.15
- Recharge to deep aquifer: 1.56
- Percolation to shallow aquifer: 31.27
- Revap from shallow aquifer: 27.8
- Flow out of watershed

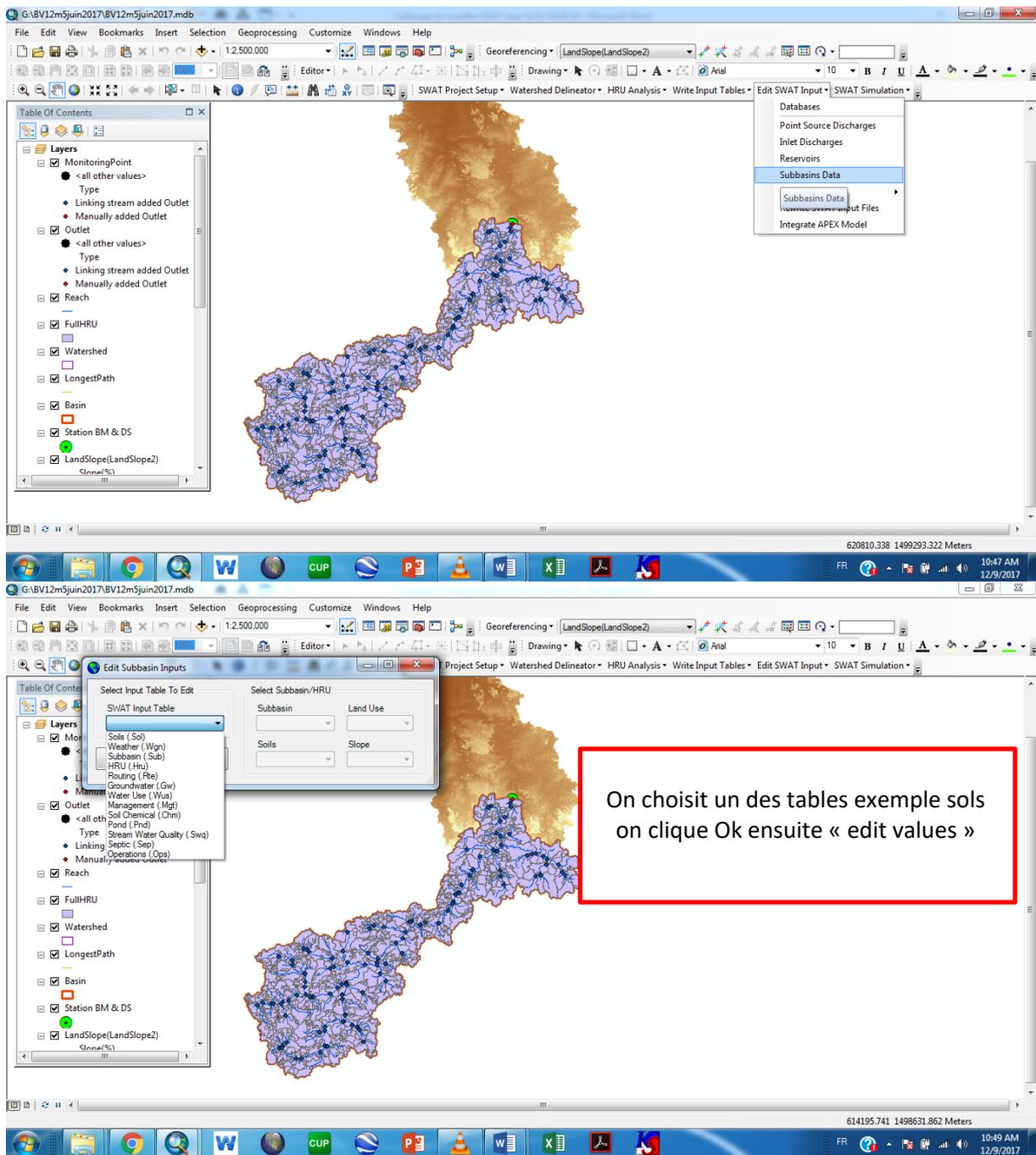
All Units mm

Activer Windows
Accédez aux paramètres de

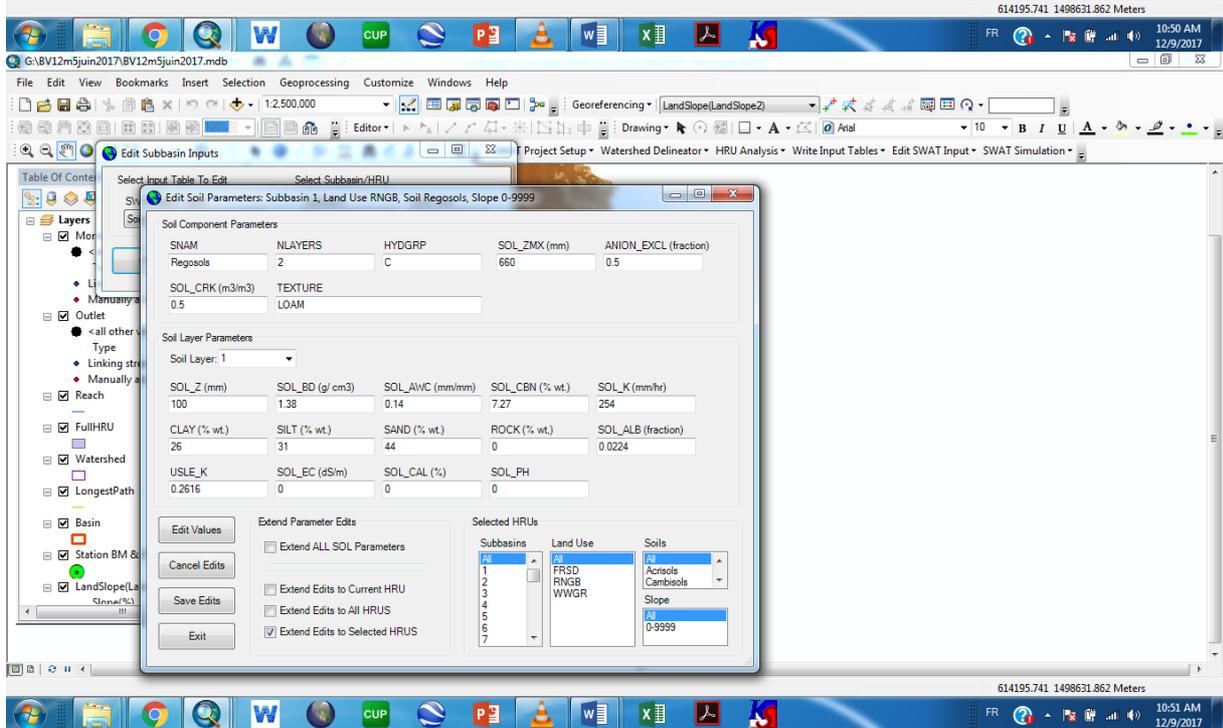
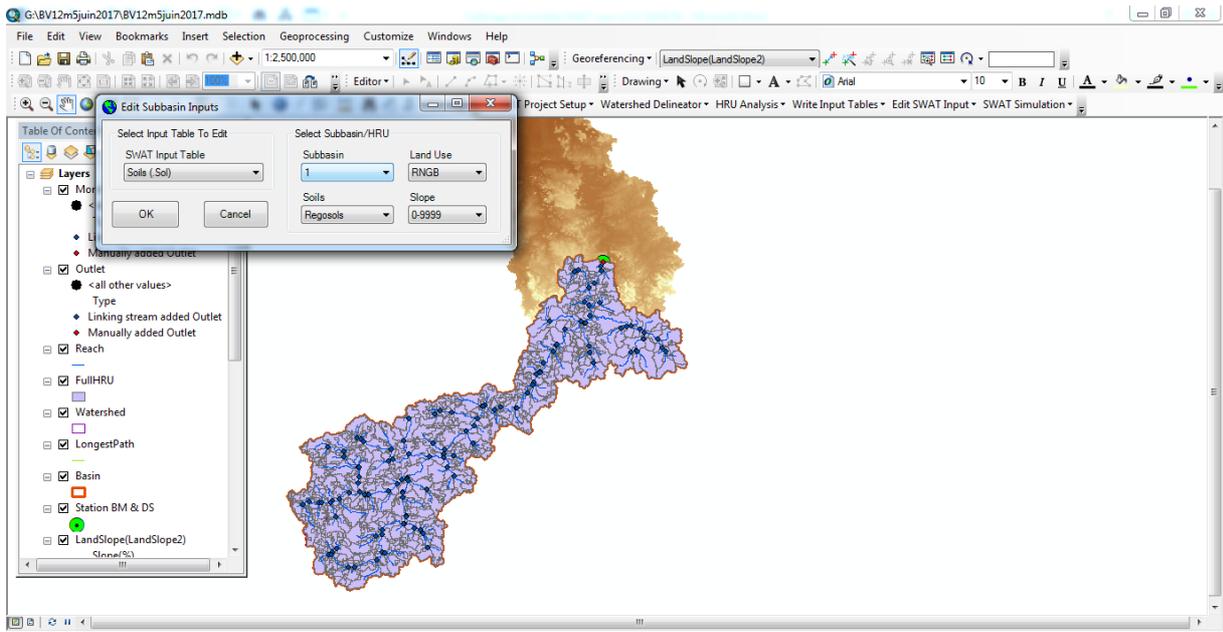
II.3.6 Calage du modèle SWAT

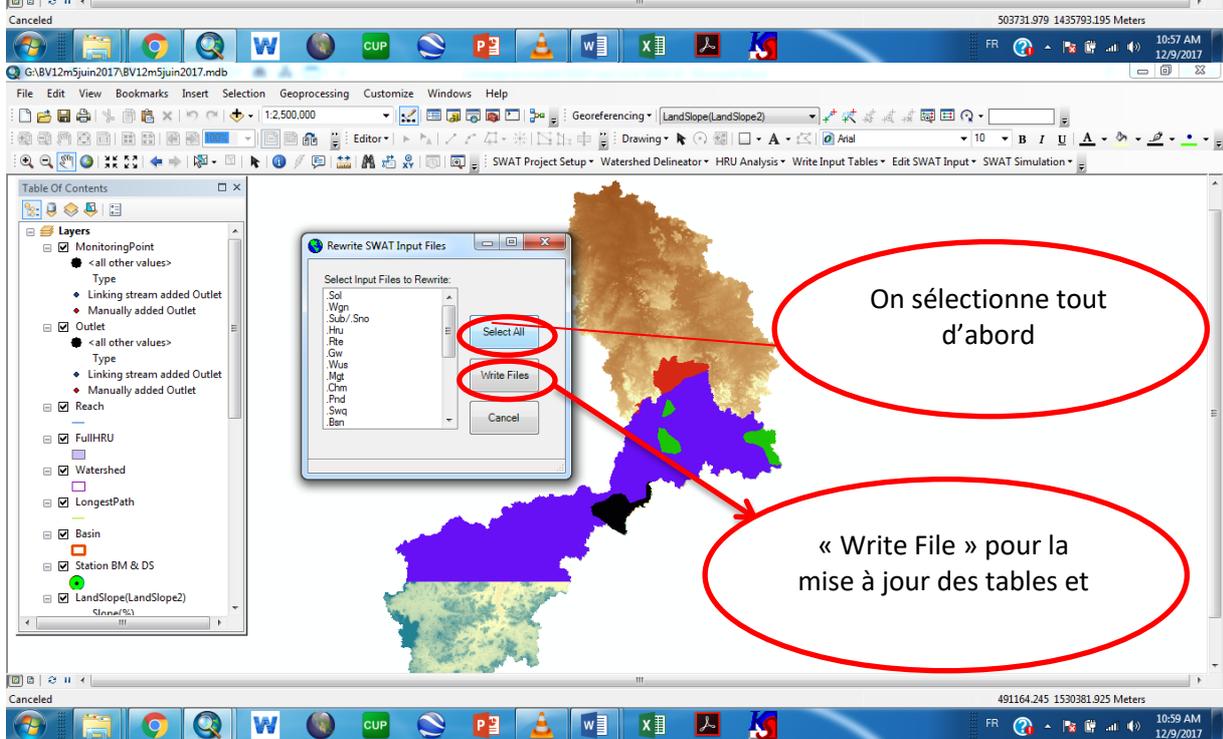
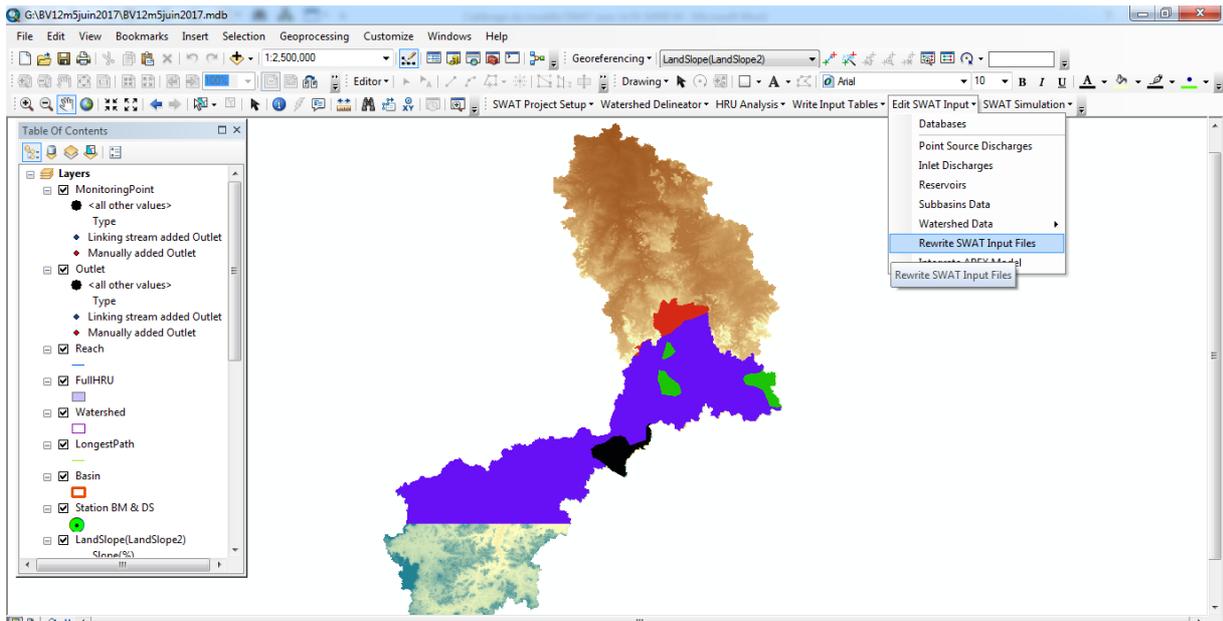
The image consists of two screenshots of the SWAT software interface. The top screenshot shows the 'Edit SWAT Input' menu with 'General Data (.BSN)' selected, circled in orange with the text 'Un Clic'. The bottom screenshot shows the 'Edit General Watershed Parameters' dialog box with a dropdown menu open for 'PET Method', showing options like 'Penman/Monteith', 'Priestley-Taylor', and 'Read In PET', circled in orange with the text 'Etape2 choix de la méthode'. A red arrow points from this menu to the 'Save Edits' button, which is circled in orange with the text 'Etape1 pour changer les valeurs'.

On change ESCO, EPCO et SURLAG après un clic sur « Save Edits » pour enregistrer.

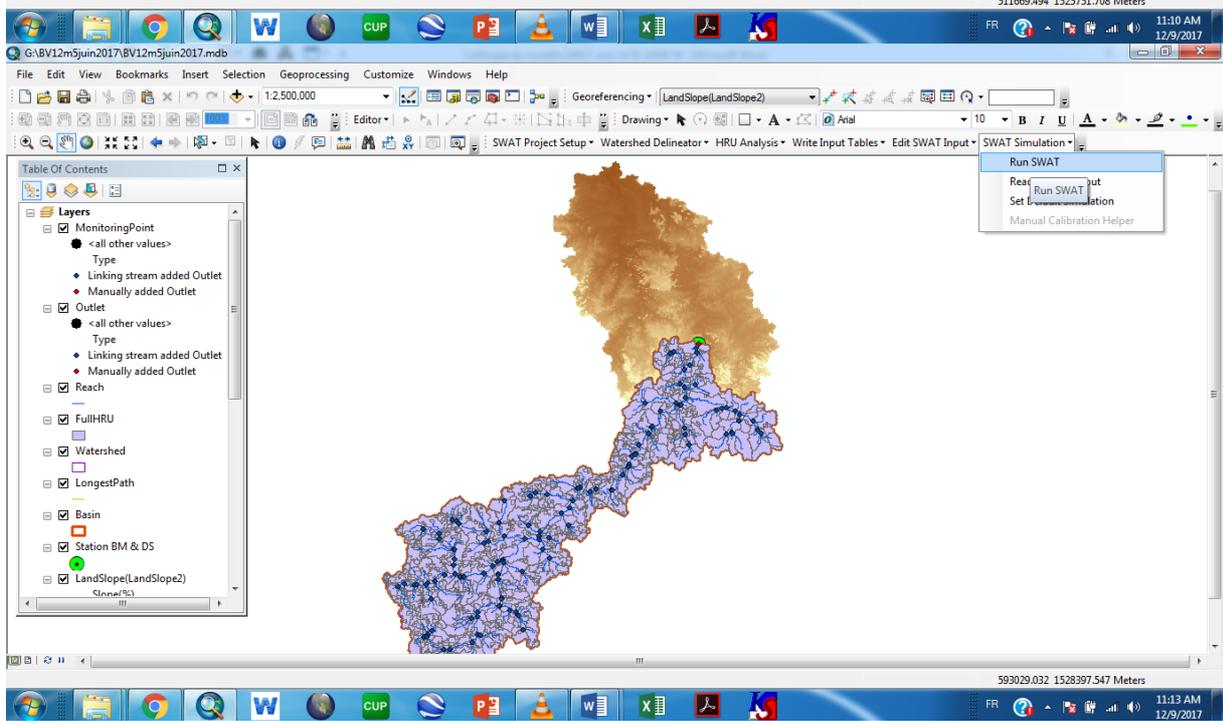
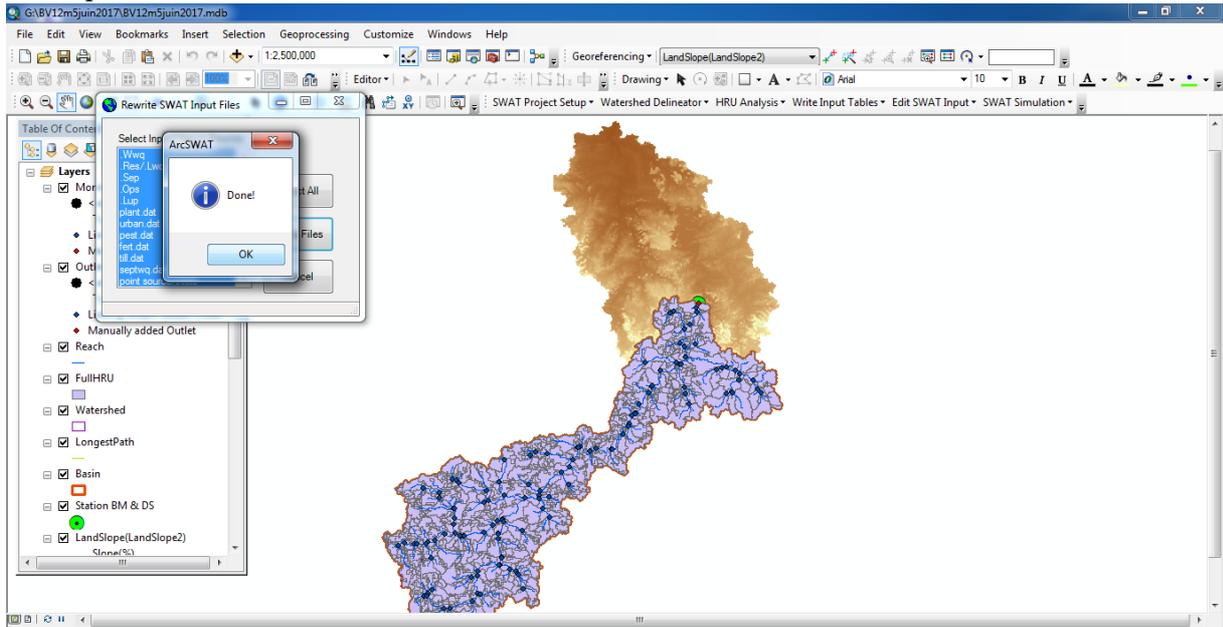


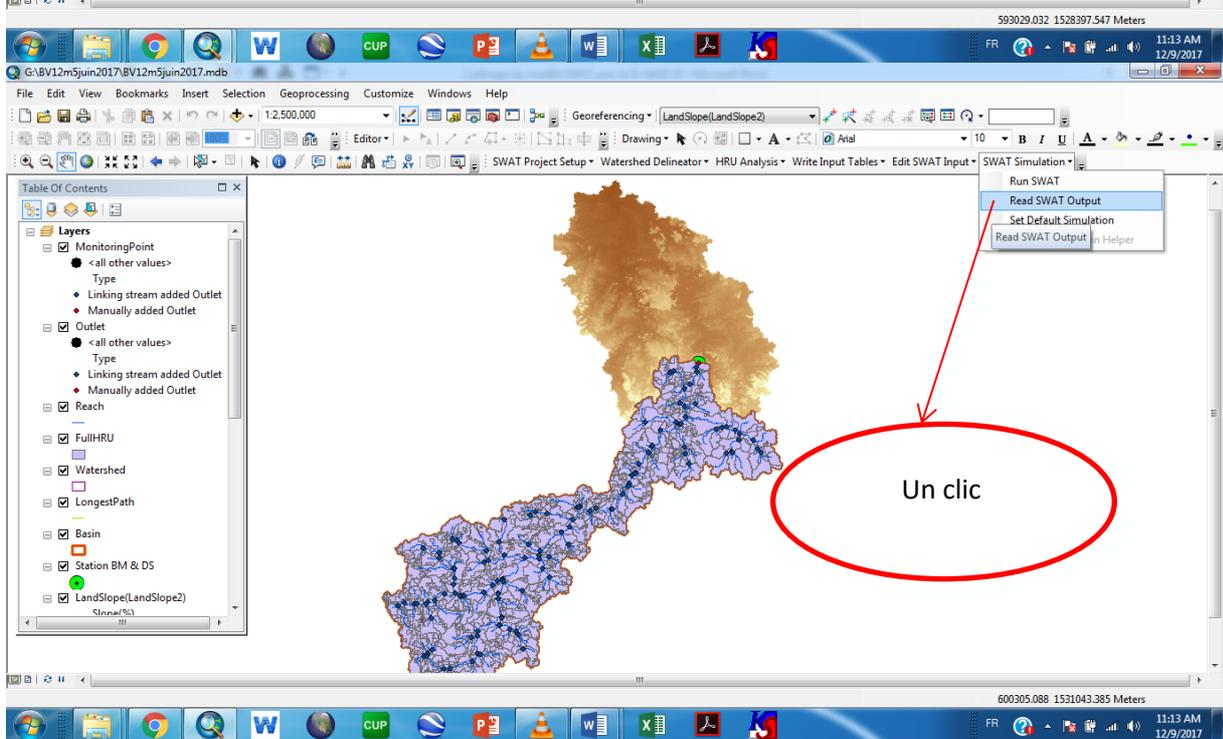
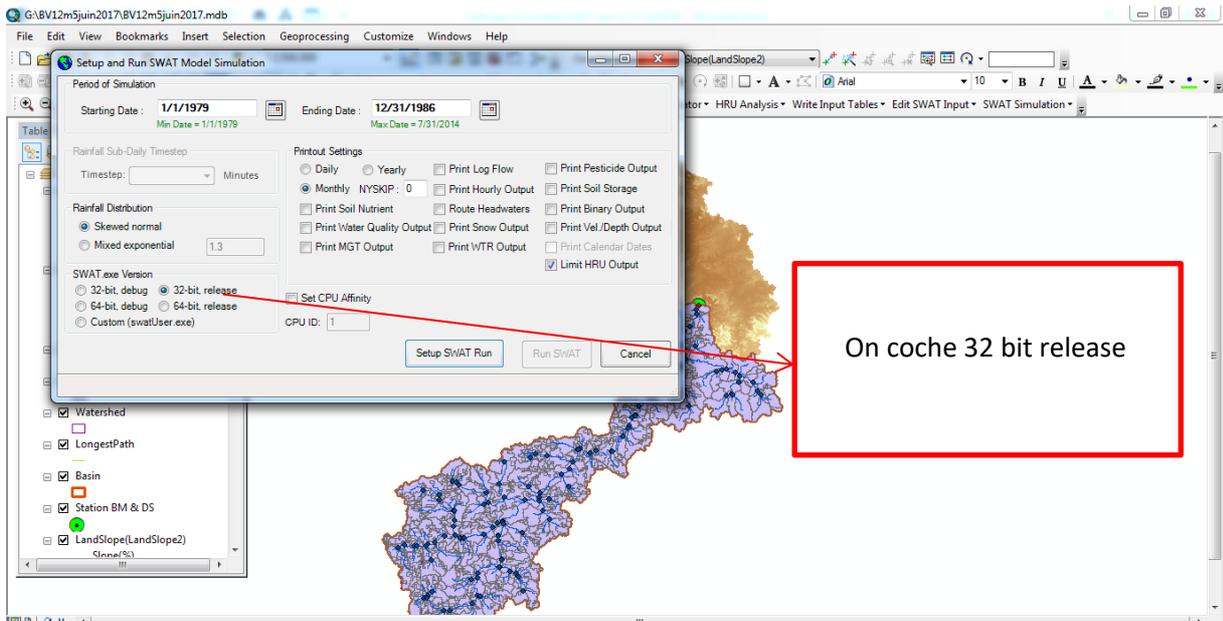
On change les valeurs des paramètres après « save edits ». On refait la même procédure pour chaque table puis on ferme.

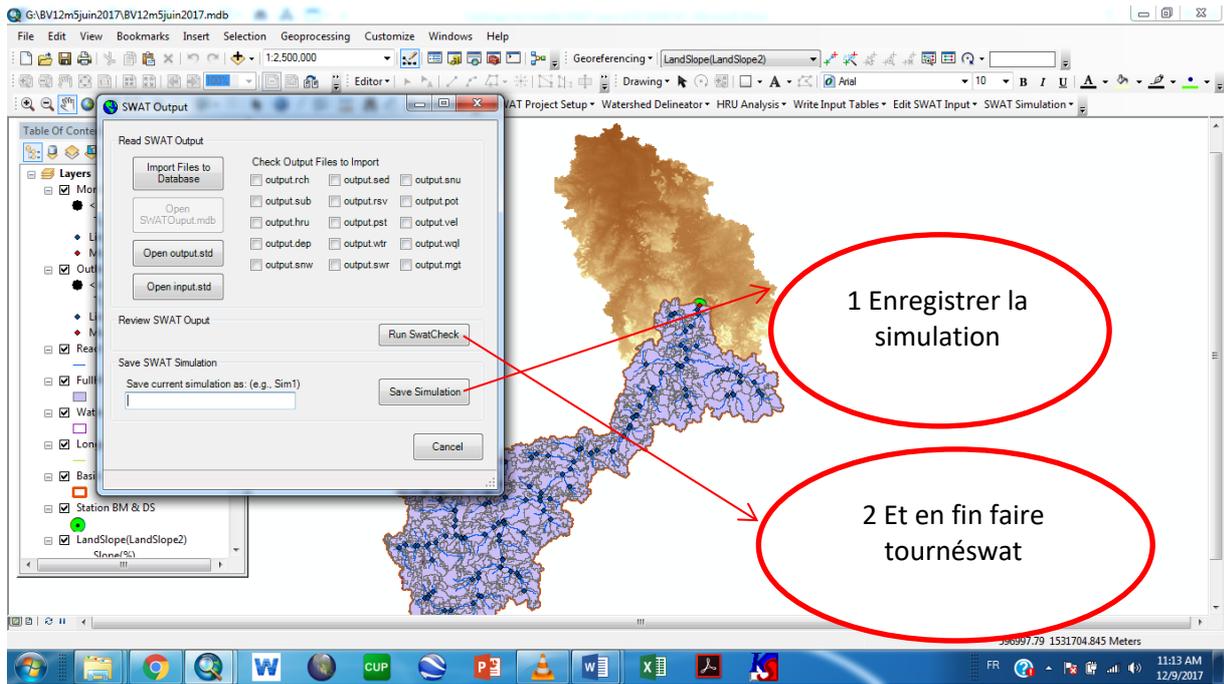




on clique sur ok







Conclusion

Le module de formation sur l'initiation à la modélisation hydrologique est une grande opportunité d'appréhender la réponse hydrologique des bassins versants. Dans un contexte de changement climatique, l'étude des impacts sur les ressources en eau devient un enjeu important. Le modèle SWAT utilisé ici, a montré une certaine robustesse à simuler les données spatiales qui seront combinées aux écoulements.

Au-delà de cette session de formation, on peut donc raisonnablement envisager son utilisation en modélisation du climat futur projeté par les modèles climatiques ainsi que leurs impacts. En effet, le développement économique des pays de l'Afrique de l'Ouest repose en partie sur l'exportation des produits issus de l'agriculture (arachide, coton, cacao, café, etc.). En outre, la gestion optimale de la ressource en eau, en quantité comme en qualité, est une condition essentielle du développement durable de ces pays. Ce développement s'inscrit dans la perspective d'une croissance des besoins, associée à la forte augmentation démographique.

Ainsi, il serait intéressant d'utiliser dans des travaux futurs les sorties de modèles climatiques (précipitation et température) en entrée du modèle hydrologique SWAT pour simuler les écoulements à l'échelle des bassins versants pour le siècle à venir.