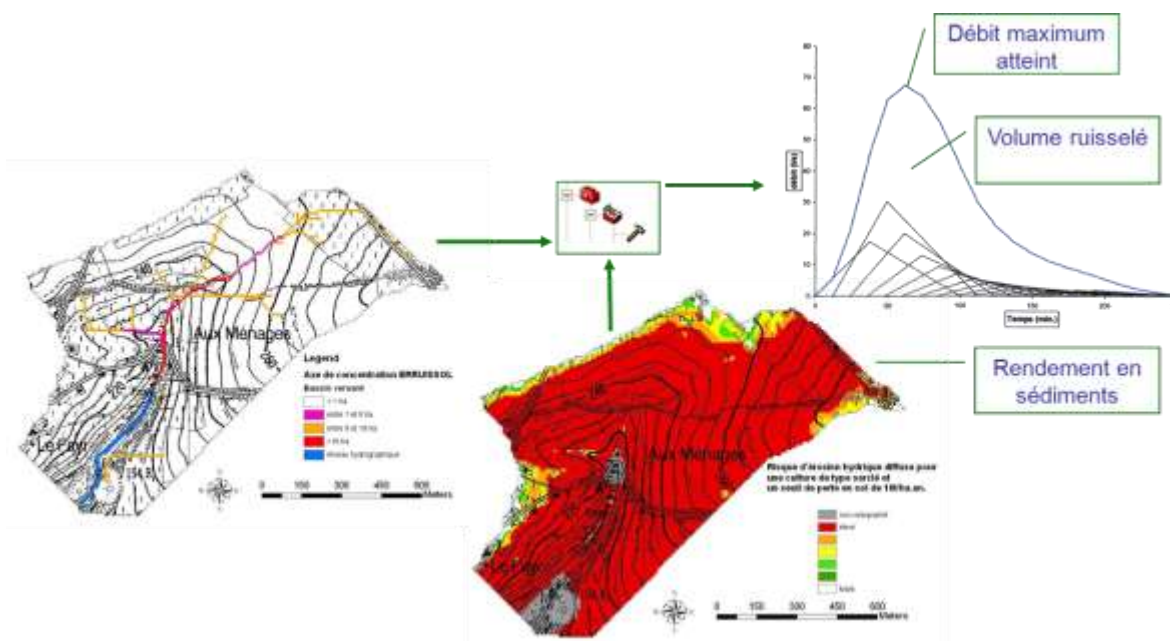


MODULE SCS-GISER



Mars
2013

Outil de quantification du ruissellement et du rendement en sédiments

La cartographie permet d'identifier les zones de production (de sédiments et du ruissellement) mais le ruissellement à l'exutoire d'un bassin versant et la perte en sol résultant d'un épisode pluvieux, dépendent également du transfert de ces flux jusqu'à l'exutoire du bassin versant. C'est pourquoi a été mis au point un module de calcul permettant d'estimer le temps de concentration, le débit et le volume de ruissellement à l'exutoire d'un petit bassin versant agricole, sur base des données disponibles en Wallonie. Le module estime également le rendement en sédiments. Ce module s'intègre dans l'environnement ArcGIS (ESRI©) et se base sur la méthode SCS dite du «curve number». Degré A., Pineux N., www.giser.be

MODULE SCS-GISER

OUTIL DE QUANTIFICATION DU RUISSELLEMENT ET DU RENDEMENT EN SEDIMENTS

Différents modèles hydrologiques existent dans la littérature scientifique, déclinés en outils informatiques plus ou moins documentés. Beaucoup sont basés sur la méthode du curve number, méthode semi-empirique développée aux Etats-Unis et appliquée très largement dans le monde. Les données nécessaires à l'utilisation de cette méthode existent sous forme cartographique en Wallonie depuis le projet ERRUISSOL. Le groupe GISER a dès lors développé un outil dédié à l'utilisation de ces données de façon à garder la parfaite maîtrise des calculs effectués. Les qualités de cet outil sont les suivantes ;

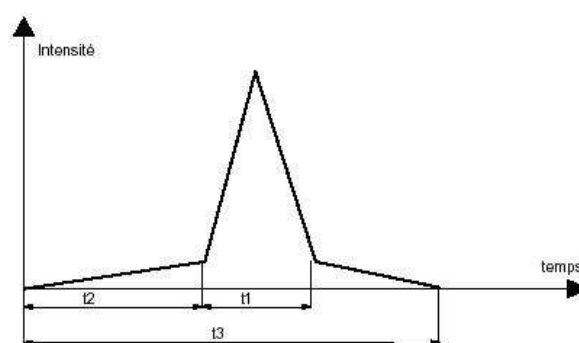
- ✓ Simplicité d'utilisation ;
- ✓ Adapté aux données disponibles en Wallonie ;
- ✓ Utilisable via ArcGis ;
- ✓ Basé sur des théories éprouvées.

BASE THEORIQUE

Le point de départ est l'établissement d'une pluie de projet. Classiquement, les données de pluie de projet pour les calculs de ruissellement et de débit sont issues des courbes Intensités – Durées – Fréquences (IDF) de l'IRM. C'est la pluie de type Montana qui a été choisie (disponibilité des coefficients par le logiciel IdéFix pour chacune des communes de la Wallonie et relation qui lie les coefficients de Montana aux caractéristiques de l'hydrogramme de pluie de type double triangle) :

- ✓ Connaissant la commune, la période de retour et la durée de pluie,
- ✓ On obtient, par la table des coefficients de Montana, les paramètres a et b
- ✓ Ce qui permet le calcul de l'intensité de la pluie de projet répartie dans le temps selon un hyétogramme double triangle

$$i = a * d^{-b}$$



Pluie de projet double - triangle symétrique

La pluie est considérée comme uniforme dans l'espace à l'échelle du petit bassin versant considéré.

Partie ruissellement:

Modélisation du ruissellement par :

- routine de calcul du temps de concentration
- routine de calcul du débit de ruissellement à l'exutoire utilisant la cartographie des groupes hydrologiques de sol et la cartographie des pentes issues du projet ERRUISSOL

→ méthode SCS

Fonction de production SCS: détermination de la proportion rétention-infiltration

$$R = \frac{(P_L - I_a)^2}{(P_L - I_a + s)}$$

Avec R, la hauteur de ruissellement [mm] soit la pluie nette ;

PL, la hauteur de précipitation [mm] soit la pluie brute ;

Ia, la perte initiale, qui est la part de l'averse qui s'infiltre en totalité avant le début de la montée de la crue ;

s, un paramètre de rétention [mm], estimé par le Curve Number (CN) dépendant de:

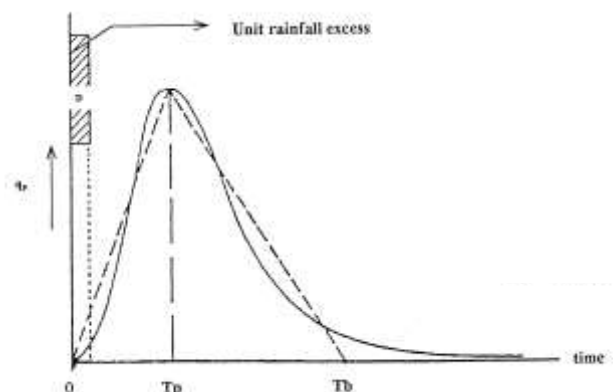
des groupes hydrologiques de sols (ERRUISSOL)

de l'occupation du sol (de 2005)

des pentes (ERRUISSOL)

Fonction de transfert SCS: sur base de l'hydrogramme unitaire triangulaire

- ✓ On postule que le bassin versant est un système linéaire invariant dans le temps et qu'il en possède de ce fait toutes les caractéristiques (propriétés d'additivité et d'homogénéité).
- ✓ Le passage du hyétogramme à l'hydrogramme se fait par convolution
- ✓ La surface sous l'hydrogramme de crue représente le volume total d'eau ruisselée sur le bassin versant au cours de la pluie



- ✓ Le maximum de la courbe de convolution correspond au débit maximal, c'est-à-dire au débit de pointe pour une pluie de période de retour fixée.
- ✓ Le facteur déterminant dans la méthode SCS est donc le temps de concentration du bassin versant. Il est constitué de deux composantes :
 - le temps de concentration des versants (T_{cs}) qui concerne les écoulements diffus : le temps de concentration du bassin versant ayant pour exutoire le pixel le plus en amont de l'axe de concentration principal
 - le temps de concentration en chenal (T_{cc}) qui est utilisé lorsque les écoulements se concentrent : le temps de concentration le long l'axe de concentration principal (axe ERRUISSOL).

Le temps de concentration final étant la somme de ces deux valeurs.

Après comparaison de différentes méthodes de calcul, le choix s'est porté sur la méthode SWRRB pour le calcul du temps de concentration du bassin versant

Partie sédiments:

Modélisation du rendement en sédiments par :

- intégration d'un facteur LS adapté à l'approche bassin versant et basé sur les données altimétriques du projet ERRUISSOL

→ méthode MUSLE

Il s'agit d'une équation basée sur celle Wischmeier mais adaptée à un seul événement pluvieux. Elle estime le rendement en sédiments à l'exutoire d'un bassin versant :

$$Y = 11.8 * (Q * q_p)^{0.56} * K * C * LS * P$$

- Q et q_p : issues des modélisations précédentes
- K et C sont des moyennes pondérées calculée sur la surface du bassin versant

FONCTIONNEMENT DU MODULE

Le modèle de calcul est codé en langage Python, enrichi des modules Numpy et WX Python, et possède une interface graphique disponible via ArcGIS 9.3.1.



Lors du lancement de l'ArcToolBox SCS, il est demandé à l'utilisateur d'entrer au minimum 5 données cartographiques :

- ✓ Un shapefile de points reprenant le ou les exutoire(s) du ou des bassin(s) versant(s) pour lesquels le calcul doit être effectué. Il faut noter que les différents bassins versants peuvent être des sous-bassins l'un de l'autre. En effet, le module est codé pour effectuer le calcul pour un exutoire à la fois ;
- ✓ Un modèle numérique de terrain sous format raster de résolution 10 m ;
- ✓ Une carte des pentes sous format raster de résolution 10 m ;
- ✓ Une carte des groupes hydrologique de sol sous format raster de résolution 10 m ;
- ✓ Un shapefile de l'occupation du sol.
- ✓ Si le calcul du rendement en sédiments est souhaité, il faut également fournir au modèle un raster des coefficients d'érodibilité du sol K de résolution 10 m.

Après l'encodage des données d'entrées, dans une seconde fenêtre, il est demandé à l'utilisateur d'encoder les variables de la pluie de projet :

- ✓ la période de retour (choix entre 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans, 100 ans et 200 ans ;
- ✓ La durée de la pluie;

et choisir l'état d'humidité du sol (conditions antérieures d'humidité sèches CN1, moyennes CN2 ou humides CN3).

Lorsque le modèle est lancé, il y a une phase de calcul préparatoire qui permet la détermination des données nécessaires au calcul hydrologique proprement dit (direction d'écoulement, bassin versant, CN, coefficient de Manning, ...) et la conversion de ces données depuis le format ArcGis vers un format matriciel.

En sortie du module SCS-GISER, différents résultats sont fournis :

- ✓ Des résultats cartographiques :
 - Un shapefile de bassin versant pour chacun des exutoires,
 - Un raster du chemin d'écoulement le plus long pour chacun des bassins versants.
- ✓ Un fichier texte reprenant :
 - Le temps de concentration T_c [h],
 - Le débit de pointe q_p [m³/s],

- Le volume ruisselé Q [m^3],
- Le rendement en sédiments Y [t].
- ✓ Un fichier texte, importable sous Excel, reprenant les informations nécessaires à l'élaboration du hyétogramme et de l'hydrogramme de crue.
- ✓ De plus, la table attributaire du shapefile des exutoires en entrée s'est vue complétée par de nouveaux champs reprenant respectivement :
 - Le temps de concentration T_c [h] ;
 - Le débit de pointe q_p [m^3/s] ;
 - Le volume ruisselé Q [m^3] ;
 - Le rendement en sédiments Y [t] ;
 - L'aire du bassin versant [ha] ;
 - Le pourcentage de non cartographié sur la carte numérique des sols de Wallonie ;
 - Le pourcentage d'occupation du sol urbain sur la COSW.