

Modèle STREAM

Fiche de présentation

STREAM en quelques mots

STREAM (Sealing and Transfer by Runoff and Erosion in relation with Agricultural Management) est un logiciel permettant de calculer le ruissellement et l'érosion en intégrant l'effet des pratiques agricoles et des motifs agraires dans le fonctionnement hydrologique d'un territoire. Il est utilisé par 70 structures (laboratoires de recherche français et étrangers ; agences de l'eau et chambres d'agriculture ; bureaux d'étude) pour :

- proposer des réaménagements au sein des bassins versants,
- conduire des recherches scientifiques.

STREAM a été conçu pour avoir peu de paramètres en entrées et pour que ces paramètres soient facilement mesurables. Cela ne l'empêche pas d'être aussi performant que des logiciels plus complexes. Il a pour autre originalité de simuler le réseau d'écoulement en prenant en compte les directions de travail du sol (et pas uniquement le MNT), améliorant ainsi le réalisme des simulations. Il est composé

Mots clés : ruissellement, érosion, battance

Laboratoires de développement : Unité de Science du Sol (INRA) Orléans ; LISAH (INRA, IRD, SupAgro), Montpellier ; UMR SAD APT (INRA / AgroParisTech), Thiverval-Grignon

Contacts : Véronique Souchère (Thiverval-Grignon) ;
Alain Couturier (Orléans) ;
Y. Le Bissonnais (Montpellier).

Description détaillée

STREAM est un modèle distribué défini à l'échelle de l'événement pluvieux qui permet de quantifier le ruissellement (de type Hortonien) et l'érosion, en localisant les zones où se produisent ces phénomènes. Les résultats des simulations sont aisément visualisables, puisque le modèle a été intégré dans un SIG (sous l'interface ArcGis). Il est catégorisé comme un modèle de type expert. En effet, il se base sur des processus physiques connus (infiltration, ruissellement, transport de sédiments) desquels sont extraits des paramètres clés dans la représentation des mécanismes et utilisés ensuite dans des règles de décisions.

L'hypothèse de base du modèle vient du constat selon lequel sur la plupart des sols à texture limoneuse le ruissellement et l'érosion résultent de la diminution de l'infiltrabilité en lien avec la dégradation structurale de la surface des sols, sous l'action des précipitations (croûte de

battance), l'influence de la rugosité (pratiques culturales) et le couvert végétal.

L'architecture du modèle STREAM est composée de quatre modules : trois pour représenter la fonction de production (ruissellement, érosion diffuse et érosion linéaire) et un pour représenter la fonction de transfert (écoulement ou réseau de circulation).

Dans le **module ruissellement**, la hauteur d'eau ruisselée ou infiltrée est calculée à l'échelle de la maille par un simple bilan à partir des caractéristiques de l'épisode pluvieux (hauteur de pluie, durée efficace), de la pluie d'imbibition (hauteur de pluie nécessaire pour atteindre la saturation) et de la capacité d'infiltration (Cerdan et al., 2002a). Afin de calculer ce bilan infiltration-ruissellement, chaque parcelle se voit allouer une capacité d'infiltration qui résulte de la combinaison des paramètres d'état de surface (faciès, rugosité et couverture végétale), qu'il faut renseigner.

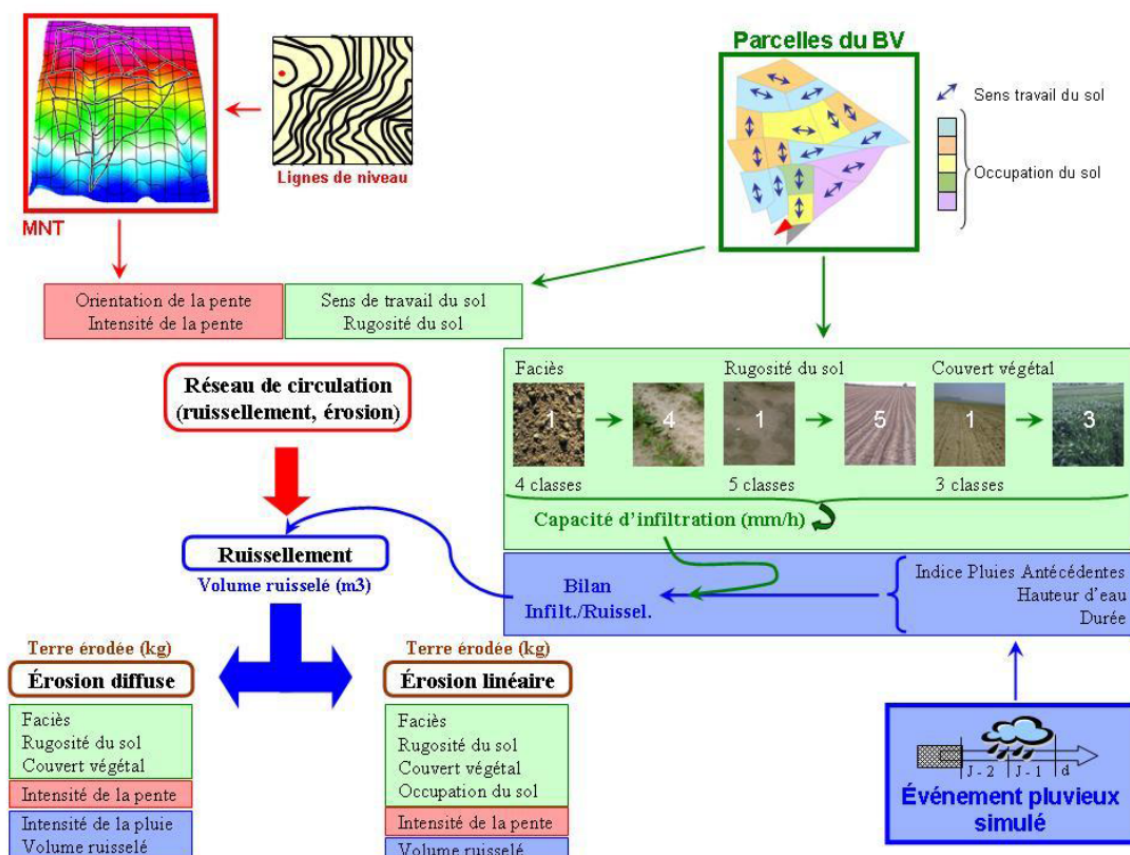


Figure 1. Structure du modèle STREAM

Le **module écoulement** permet de calculer la direction des flux au niveau de chaque pixel et de transférer les lames d'eau accumulées. Les méthodes de calcul de ce transfert s'appuient sur des règles de décisions qui intègrent non seulement l'influence de la topographie (obtenue par MNT) mais aussi les conséquences des actions anthropiques qui influencent le trajet de l'eau : pratiques agricoles (sens de travail du sol, traces de roues, dérayures, fourrières) et éléments du paysage canalisant l'écoulement (routes, haies, fossés...) (Souchère, 1995 ; Souchère, 1998).

Dans le **module érosion diffuse**, les états de surface, la rugosité, le couvert végétal ainsi que l'intensité maximale de la pluie à 6 minutes sont utilisés pour déterminer la concentration potentielle en sédiments du ruissellement à l'échelle de la parcelle (Cerdan et al., 2002b). A l'échelle du bassin versant, les sédiments sont transportés proportionnellement aux volumes ruisselés, et des processus de dépôts sont pris en compte. Ils surviennent lorsque la charge sédimentaire contenue dans le ruissellement excède sa capacité de transport. Cette dernière diminue en fonction des variations topographiques (convexité verticale et intensité de la pente) et/ou du couvert végétal.

Dans le **module Erosion concentrée** nous avons cherché à caractériser d'une part le débit du ruissellement et d'autre part la vitesse critique pour l'initiation d'une ravine à partir d'informations aisément accessibles. Le débit du ruissellement dépend du volume ruisselé et de sa vitesse. Le volume ruisselé peut être facilement obtenu puisque c'est la sortie du module « infiltration » de STREAM. En ce qui concerne la vitesse du ruissellement, nous avons utilisé deux facteurs pour l'évaluer : l'intensité de la PENTE avec 4 classes distinguées limitée par les seuils de 2, 4 et 8% et un facteur appelé FRICTION traduisant l'influence de la surface du sol sur la vitesse du ruissellement. Ce facteur est estimé à partir d'une règle de décision combinant trois principaux paramètres (nature de l'occupation du sol, taux de couvert végétal et rugosité). Pour déterminer la vitesse critique d'incision, nous avons utilisé un facteur appelé COHESION estimé à partir d'une deuxième règle de décision prenant en considération trois paramètres : la nature de l'occupation du sol, le taux de couvert végétal et le stade de dégradation de la surface du sol. Les deux premiers paramètres sont introduits pour prendre en compte l'effet de la densité racinaire et de la compaction de la surface

du sol. Le dernier paramètre sert à prendre en compte l'augmentation de la résistance du sol à l'incision lorsqu'il est compacté sous l'effet de l'impact des gouttes de pluie. La sensibilité à l'érosion concentrée pour un événement pluvieux donné est finalement calculé en chaque point (ou pixel) du bassin versant en combinant les différents facteurs précédents (PENDE, FRICTION, COHESION et VOLUME RUISSELLE). Un travail de calage à partir des relevés (campagne culturelle 91-92) de la gravité et de la localisation des marques d'érosion observées sur le terrain au sein de 4 bassins versants du Pays de Caux a ensuite été effectué afin de déterminer d'une part 6 classes de sensibilité à l'érosion concentrée et de leur affecter d'autre part une section d'incision moyenne.

Principe / Domaine d'application / Limites

Modèle mis au point pour les sols limoneux et le climat de Haute Normandie. Son utilisation dans un autre contexte (climat, sols) nécessite un calage via des expérimentations de terrain.

Caractéristiques techniques

- ➔ Logiciel pré-requis : ArcGis 9.X
- ➔ Langage informatique : VBA
- ➔ Système d'exploitation : Windows
- ➔ Présence d'un guide d'utilisation : non

Utilisateurs

Laboratoires de recherche français et étrangers ; agences de l'eau et chambres d'agriculture ; bureaux d'étude

Publications - Références

Articles conception

Couturier, A.; Daroussin, J.; Darboux, F.; Souchère, V.; Bissonnais, Y. L.; Cerdan, O. & King, D. (2013) Improvement of surface flow network prediction for the modeling of erosion processes in agricultural landscapes. *Geomorphology*, 183, 120-129

Cerdan, O.; Le Bissonnais, Y.; Couturier, A. & Saby, N. (2002b). Modelling interrill erosion in small cultivated catchments. *Hydrological Processes*, 16: 3215-3226

Cerdan, O.; Souchère, V.; Lecomte, V.; Couturier, A. & Le Bissonnais, Y. (2002a). Incorporating soil surface crusting processes in an expert-based runoff model: Sealing and Transfer by Runoff and Erosion related to Agricultural Management. *Catena*, 46: 189-205

Souchère V., Cerdan O., Ludwig B., Le Bissonnais Y., Couturier A., Papy F., 2003. Modelling ephemeral gully erosion in small cultivated catchments. *Catena*, 50 (2-4): 489-505.

Souchère, V.; King, D.; Daroussin, J.; Papy, F. & Capillon, A. (1998). Effects of tillage on runoff directions: consequences on runoff contributing areas within agricultural catchments. *Journal of Hydrology*, 206: 256-267

Exemples d'utilisation

Ronfort C., Souchère V., Martin P., Sebillotte C., Castellazzi M.S., Barbottin A., Meynard J.M., Laignel B., 2011. Methodology for land use change scenario assessment for runoff impacts: A case study in a north-western European Loess belt region (Pays de Caux, France). *CATENA*, 86(1), 36-48.

Evrard O., Nord G., Cerdan O., Souchère V., Le Bissonnais Y., Bonté P., 2010. Modelling the impact of land use change and rainfall seasonality on sediment export from an agricultural catchment of the northwestern European loess belt. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 138 (1-2): 83-94.

Lheriteau M., Souchère V., Ouvry J-F., Couturier A., Lechène S. 2007. Utilisation du modèle STREAM pour raisonner les aménagements fonciers. *Etudes et Gestion des Sols*, 14 (3), 179-194.

Nearing, M. A.; Jetten, V.; Baffaut, C.; Cerdan, O.; Couturier, A.; Hernandez, M.; Bissonnais, Y. L.; Nichols, M. H.; Nunes, J. P.; Renschler, C. S.; Souchère, V. & van Oost, K. (2005). Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover. *Catena*, 61, 131-154

Souchère V., Cerdan O., Dubreuil N., Le Bissonnais Y., King C., 2005. Modelling the impact of agri-environmental scenarios on runoff in a cultivated catchment (Normandy, France). *Catena*, 61(2-3): 229-240.