



**HAL**  
open science

# Modélisation de l'aléa “ écoulement boueux ” par le logiciel Flow-R :cas du bassin versant de Ras Baalbek – Békaa nord (Liban)

Laurence Charbel, Hussein El Hage Hassan

## ► To cite this version:

Laurence Charbel, Hussein El Hage Hassan. Modélisation de l'aléa “ écoulement boueux ” par le logiciel Flow-R :cas du bassin versant de Ras Baalbek – Békaa nord (Liban). VIème Colloque de l'Association Francophone de Géographie physique : Géographie physique et gestion des risques et des catastrophes, Sep 2019, Arlon, Belgique. VIème Colloque de l'Association francophone de Géographie physique (AFGP) –Arlon (Belgique), 2019. hal-03538890

**HAL Id: hal-03538890**

**<https://hal.science/hal-03538890>**

Submitted on 24 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Modélisation de l'aléa « écoulement boueux » par le logiciel Flow-R : cas du bassin versant de Ras Baalbek – Békaa nord (Liban)



Laurence CHARBEL<sup>1</sup>, Hussein EL HAGE HASSAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Géographie, Université Libanaise, Liban. laurence.charbel@ul.edu.lb

<sup>2</sup> Laboratoire de recherche: CEDETE (EA 1210) ; Département de Géographie, Université Libanaise, Liban. hussein.el-hage-hassan@ul.edu.lb

## INTRODUCTION

Le bassin versant de Ras Baalbek a subi au cours des dernières décennies plusieurs écoulements boueux qui se sont produits particulièrement au printemps ou en automne. Ce phénomène a des conséquences néfastes vu qu'il menace l'environnement et l'économie des villages touchés par cet aléa. Pour simuler l'aléa de l'écoulement boueux dans le bassin versant de Ras Baalbek, nous nous sommes basés sur la détermination et l'intégration des sources potentielles de l'écoulement boueux (le M.N.T, la pente, la courbure, l'accumulation du flux, la géologie, et l'occupation du sol) dans un SIG. Les cartes thématiques seront ensuite traitées par le logiciel Flow-R. L'estimation de la propagation du flux, calculé par le logiciel Flow-R, est fondée sur des calculs probabilistes et énergétiques simples définissant les zones d'extension maximale qu'une coulée pourrait vraisemblablement atteindre.

## MÉTHODOLOGIE

La méthodologie consiste en un travail en deux étapes (Fig. 1).

1. Identification et évaluation des « sources potentielles » du flux à travers différents critères géologiques, morphologiques et hydrologiques;
2. Propagation de ces sources par le logiciel Flow-R en adoptant une approche probabiliste et énergétique basée sur un DEM ayant une grille de 10m x 10 m.

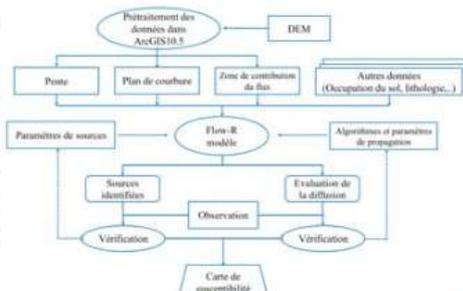


Fig. 1. Schéma de la méthodologie adoptée

### 1. Evaluation des sources potentielles

Les données suivantes ont été utilisées et traitées dans ArcGIS10.5 pour identifier les sources potentielles du flux de l'écoulement boueux:

- DEM (10m\*10m) (Fig.2) et les cartes qui en dérivent: pentes, plan de courbure et zone de contribution du flux.
- Carte géologique à l'échelle 1/50000
- Carte d'occupation du sol à l'échelle 1/50000
- Inventaire des événements historiques des coulées dans le bassin versant de Ras Baalbek (de 1957 à 2018).

Pour chaque carte, une grille contenant trois valeurs possibles de chaque cellule a été générée: (1) «source possible» - (2) «cellule exclue» - (3) « cellule ignorée ».

#### Critères de classification des paramètres (en format .asc)

Sources identifiées	Critères	Références
Gradient de pente	Seuil > 15 deg.	Rickenmann and Zimmermann, 1993
Zone de contribution du flux	D infinity Upslope contributing area	Tarboton, 1997 Toolbox TauDEM
Plan de courbure	Seuil > -2/100	Horton et al., 2008
Lithologie	Booléen	-
Occupation du sol	Booléen	-



Fig.2. DEM (10\*10m) de la zone d'étude

### 2. Paramètres de propagation du flux

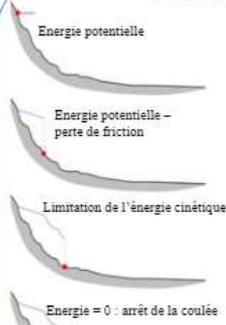


Fig.3. Illustration des principes de calcul de la distance d'arrêt de coulée. D'après Horton et al. 2008

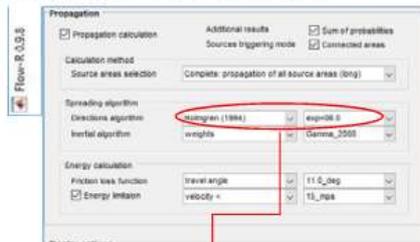


Fig.4. Les paramètres sélectionnés dans le modèle de Ras Baalbek

Holmgren's algorithm: (Holmgren, 1994)

$$f_c = \frac{(tan \alpha)^x}{\sum_{i=1}^8 (tan \alpha_i)^x} \text{ for all } tan \alpha_i > 0$$

where:  $i, j$  = flow directions (1-8) with angular intervals of 45°,  $f_c$  = flow proportion (0,1) in direction  $i$ ,  $tan(\alpha)$  slope gradient between the central cell and cell in direction  $i$  &  $x$  the variable exponent.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Résultats:

Les résultats obtenus sont basés sur le seuil d'événements extrêmes pour l'identification des zones « sources » (Fig.4).

Les zones d'étalement de toutes les sources sont combinées en gardant les valeurs de probabilités maximales (Fig.5).

Le résultat concerne la surface totale exposée à la propagation des coulées, avec une probabilité qualitative associée, qualifiant le potentiel de susceptibilité. Une surface de couleur rouge a plus de chance d'être atteinte par une coulée de boue qu'une surface verte.



Fig.4. Les points « sources » identifiés à partir du modèle Flow-R

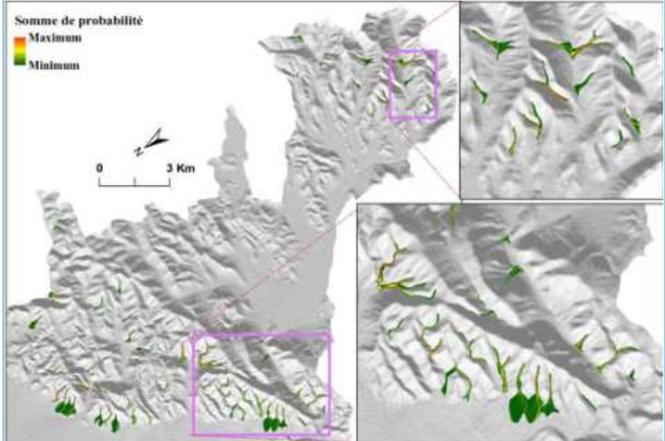


Fig.5. La propagation de la coulée selon la méthode « somme de probabilité »

### Discussion:

Bien que l'approche présentée ait ses limites et ne puisse pas refléter les facteurs de contrôle locaux et les conditions spécifiques. Néanmoins, une bonne cohérence entre les résultats de la simulation et les observations de terrain a été observée sur des captages spécifiques où des événements importants de coulées de boue se sont produits (Fig.6).

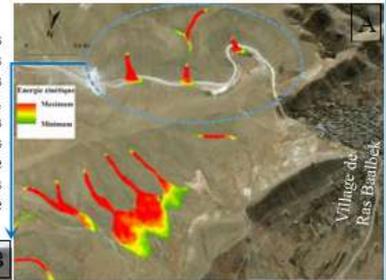


Fig.6. A. L'énergie cinétique de la propagation de la coulée en amont du village de Ras Baalbek. On remarque une cohérence à 80% avec le terrain. B. Vue de près sur la zone affectée par l'écoulement boueux de Ras Baalbek le 15 juin 2018

## RÉFÉRENCES

Holmgren P. (1994). Multiple flow direction algorithms for runoff modelling in grid based elevation model. *Hydrol. Process.*, 8 (4): 327-334.

Horton P. Jaboyedoff M. and Bardou E. (2008). Debris flow susceptibility mapping at a regional scale, *Géorisque IV Geohazards: 4<sup>e</sup> conférence canadienne sur les géorisques*, 20-24 mai- Québec.

Rickenmann D. and Zimmermann M. (1993). The 1987 debris flow in Switzerland: documentation and analysis. *Geomorphology*, Vol.8 (2-3), pp. 175-189.

Tarboton D.G. (1997). A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water Resour. Res.*, 33 (2): 309-319.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Eliane Charbel, Rita Chaaban et Michel Chreim pour leur précieuse collaboration.