
GraphFlood: un algorithme efficace pour simuler l'hydrodynamisme dans les modèles d'évolution de paysages et les MNT haute-résolutions

Boris Gailleton^{*1}, Steer Philippe¹, Philippe Davy¹, Wolfgang Schwanghart², and Thomas Bernard¹

¹Géosciences Rennes – CNRS UMR 6118 Géosciences Rennes, Université Rennes1, France – France

²Institute of Geosciences [Potsdam] – Allemagne

Résumé

Simuler l'hydrodynamisme fluvial est un ingrédient essentiel des modèles d'évolution de paysages. À grandes échelles spatiales et temporelles, l'aire de drainage est un proxy permettant d'approximer la direction d'écoulement et le débit des rivières à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT). Cependant, ce proxy réduit les rivières à des lignes d'écoulement individuelles de largeur constante, et ne permet pas une description physique de la hauteur d'eau, des vitesses d'écoulement ou des contraintes cisailantes basales. Cela représente un verrou méthodologique pour l'exploitation des MNT à hautes résolutions ou la modélisation de la dynamique fluviale à court-moyen terme (e.g., Bernard et al., 2022). Les modèles hydrodynamiques utilisant les équations de Saint Venant en 2D représentent une vraie opportunité, mais leur coût numérique significativement plus élevé rend leur application dans des modèles de paysages ou l'exploitation de MNT à haute-résolution difficile. Dans cette contribution, nous présentons GraphFlood, un algorithme itératif permettant de résoudre très efficacement les équations de Saint Venant en 2D, sans inertie, sur des MNT à haute-résolution. GraphFlood couple l'équation de Manning à une équation de continuité de l'eau pour résoudre la surface d'eau hydrostationnaire : les débits entrants de chaque cellule sont calculés à partir de l'aire drainée et les débits sortants à partir de l'équation de Manning. Ces calculs sont répétés itérativement jusqu'à la stabilisation des grandeurs hydrauliques. L'aire de drainage peut être calculée très efficacement en utilisant des principes de la théorie des graphes que de nombreux framework numériques proposent (e.g. TopoToolBox, LSDTopoTools). En plus d'être simple à implémenter, Graphflood est très adaptable et peut utiliser plusieurs solveurs numériques selon le besoin (e.g. rapidité d'exécution *vs* précision) et même modifier pour résoudre la propagation d'onde de crue. Nous démontrons que la solution hydrostationnaire de GraphFlood est plus rapide que les méthodes similaires existantes - par un ordre de magnitude - et applicable pour adresser de nombreuses problématiques scientifiques: calculs de vecteurs et vitesses d'écoulement pour différents scénarios de précipitations; estimations de l'étendue des plaines d'inondations; obtention de champs continus de largeurs de rivières; ou encore son utilisation dans des modèles d'évolution de paysage.

Mots-Clés: Hydrodynamisme, MNT, modèles numérique

^{*}Intervenant