



**HAL**  
open science

# La gravimétrie hybride pour cartographier la dynamique du stockage de l'eau dans un bassin versant de montagne

Quentin Chaffaut, Nolwenn Lesparre, Frédéric Masson, Jacques Hinderer

## ► To cite this version:

Quentin Chaffaut, Nolwenn Lesparre, Frédéric Masson, Jacques Hinderer. La gravimétrie hybride pour cartographier la dynamique du stockage de l'eau dans un bassin versant de montagne. 2021, pp.10-11. hal-03662397

**HAL Id: hal-03662397**

**<https://hal.science/hal-03662397v1>**

Submitted on 12 May 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.

## La gravimétrie hybride pour cartographier la dynamique du stockage de l'eau dans un bassin versant de montagne

Les hydrosystèmes de montagne contribuent significativement à l'approvisionnement en eau des populations et constituent des écosystèmes avec une riche biodiversité. Ils sont identifiés comme des sentinelles du changement climatique, au sens où ils sont particulièrement vulnérables à de petites perturbations des variables climatiques. Il est donc nécessaire de déterminer leur fonctionnement hydrologique actuel, dans l'optique d'évaluer leur vulnérabilité au changement climatique et de proposer des mesures d'adaptation.

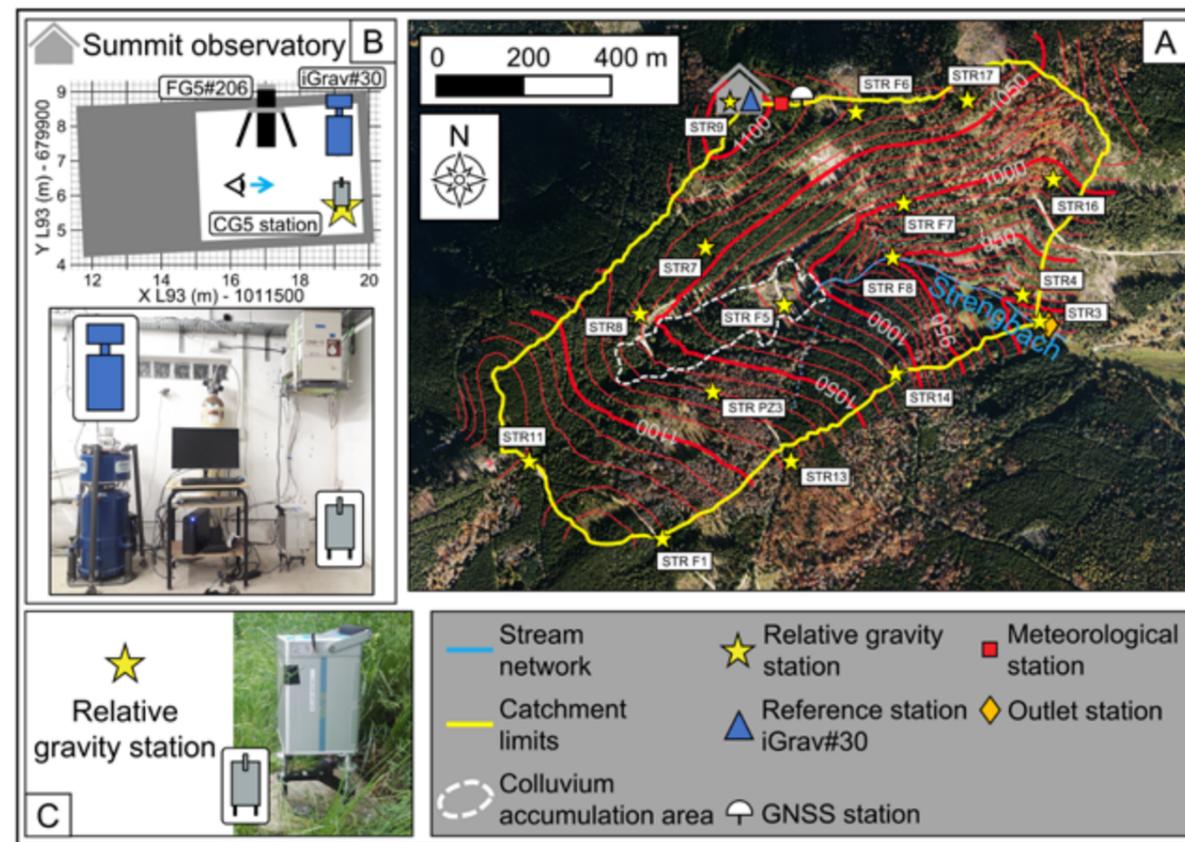
Toutefois, du fait d'une grande variabilité des stocks d'eau dans l'es-

pace et dans le temps, le suivi de la dynamique des stocks d'eau au sein des bassins versants de montagne est complexe. Le déploiement de réseaux de mesures in situ est donc indispensable. Parmi les différentes méthodes d'observation in situ disponibles, la gravimétrie est une méthode adéquate car elle permet un suivi direct des variations de stock d'eau à une échelle de mesure intermédiaire (i.e., dans un rayon d'une centaine de mètres autour des stations). Nous avons mis en œuvre un tel suivi gravimétrique sur un réseau de 16 stations avec un pas de 1-2 mois et sur une période couvrant

plus de deux cycles hydrologiques sur le petit (80 ha) bassin versant du Strengbach (Vosges, France).

### Méthode

Le suivi gravimétrique mis en place est dit hybride car il combine: (i) un suivi continu des variations de gravité sur une station de référence assurée par un gravimètre supraconducteur de type iGrav® (instrument bleu, Fig. 1.B) avec (ii) des mesures de gravimétrie relative effectuées avec un gravimètre de terrain Scintrex CG5 (instrument gris, Fig. 1.B) permettant de mesurer les différences de



1—Dispositif de suivi gravimétrique hybride du bassin versant du Strengbach. A) Carte d'instrumentation. B) Intérieur de la station de mesure avec l'emplacement de l'iGrav#30 et de la station de référence pour les mesures relatives. C) Une station de mesure du réseau micro-gravimétrique. Chaffaut, Q., Lesparre, N., Masson, F., Hinderer, J., Viville, D., Bernard, J.D., Ferhat, G., Cotel, S. (2021b). Hybrid gravimetry to map Water Storage Dynamics in a mountain catchment, *Frontiers in Water*. Accepted for publication (2021).

gravité entre les stations du réseau micro-gravimétrique et la référence (Fig. 1.A) pour chaque campagne de mesure. La combinaison des deux types de mesure permet d'obtenir les variations temporelles de gravité sur l'ensemble des stations du réseau.

Les observations gravimétriques sont corrigées de l'effet des marées, du mouvement des pôles, ainsi que des contributions de l'atmosphère et de l'hydrologie continentale, de telle sorte que les variations de gravité résiduelles obtenues résultent exclusivement des redistributions de masse d'eau locales.

### Résultats

On interprète les variations temporelles de gravité observées à l'aide de deux modèles hydro-gravimétriques de complexité croissante. On illustre les résultats obtenus pour 3 stations (STR13, STR F8 et STR F5, Fig. 2.A). Le premier modèle (dit « modèle homogène ») suppose que les variations de stock d'eau sont homogènes spatialement. Dans ces cas, les chroniques de gravité (Fig.

2.A, courbes grises) correspondent au produit de l'admittance topographique (i.e., l'effet gravimétrique d'une lame d'eau d'épaisseur nominale plaquée à la surface, Fig. 2.B) et de la lame d'eau du bassin versant (i.e., le stock d'eau total du bassin versant obtenu en effectuant la différence entre les flux hydrométéorologiques mesurés entrants et sortants, Fig. 2.C). Dans la deuxième approche, les variations de gravité sont modélisées à partir du champ de teneur en eau 3D simulé par un modèle hydrologique distribué à base physique préalablement calibré sur des données de débit et une campagne de résonance magnétique protonique (le modèle NIHM, pour « Normally Integrated Hydrological Model », courbes rouges Fig. 2.A).

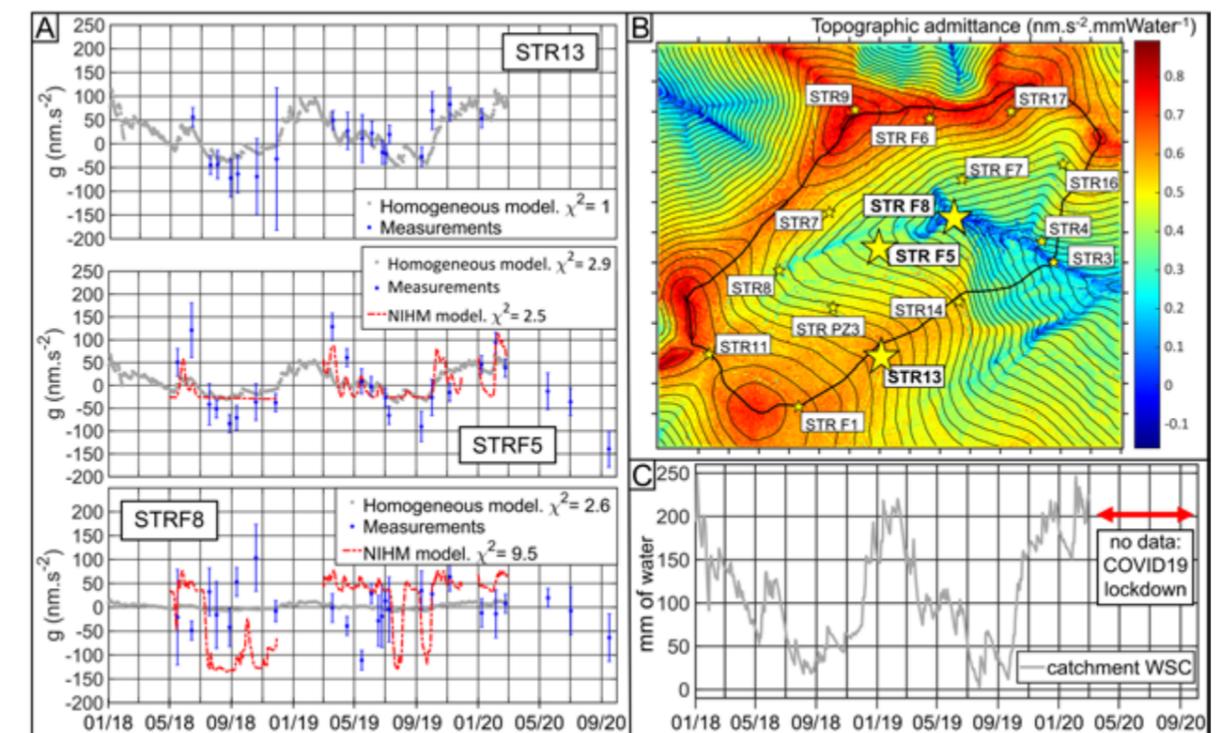
Le modèle homogène ne permet pas de reproduire les variations de gravité observées pour les stations STR F5 et STR F8 (Fig. 2.A), les variations de stock d'eau sont donc hétérogènes spatialement. On met notamment en évidence une zone de stockage préférentielle à proximité de STR F5, au sein d'une zone d'accumulation de colluvions (Fig. 1.A). Le modèle

NIHM ne parvient pas non plus à reproduire les observations gravimétriques (Fig. 1.A) du fait d'une calibration insuffisamment contraignante des paramètres hydrodynamiques du modèle hydrologique. La gravimétrie hybride fournit donc des mesures distribuées indispensables pour contribuer à mieux contraindre les modèles hydrologiques distribués à base physique. D'un point de vue observationnel, cette étude montre ainsi l'apport de la gravimétrie hybride à la compréhension de la dynamique des stocks d'eau en zone de montagne. En outre, des travaux visant à intégrer les observations gravimétriques dans le processus de calibration du modèle NIHM sont en cours et feront l'objet d'une prochaine publication.

Quentin Chaffaut, Nolwenn Lesparre, Frédéric Masson, Jacques Hinderer.

### Référence

Chaffaut, Q., Lesparre, N., Masson, F., Hinderer, J., Viville, D., Bernard, J.D., Ferhat, G., Cotel, S. (2021). Hybrid gravimetry to map water storage dynamics in a mountain catchment, *Frontiers in Water*. doi: 10.3389/frwa.2021.715298



2—Résultats. A) séries de gravité observées (points bleus) et modélisées (courbes grises et rouges). B) Carte d'admittance topographique. C) Variations du stock d'eau total du bassin versant du Strengbach. Chaffaut, Q., Lesparre, N., Masson, F., Hinderer, J., Viville, D., Bernard, J.D., Ferhat, G., Cotel, S. (2021b). Hybrid gravimetry to map Water Storage Dynamics in a mountain catchment, *Frontiers in Water*. Accepted for publication (2021).