

# MESURES ET DONNÉES SATELLITAIRES POUR L'ÉTUDE DE LA NEIGE DANS LE HAUT BASSIN DE L'OUUM ER RBIA - MAROC

Tarik EL ORFI<sup>1,2</sup>, Mohamed EL GHACHI<sup>2</sup>, Sébastien LEBAUT<sup>3</sup>, Ionel HAIDU<sup>3</sup>

1. Laboratoire DPRP, USMS - Maroc, et Centre de Recherche LOTERR, Université de Lorraine - France, elorfitarik@gmail.com

2. Laboratoire DPRP, USMS - Maroc, elghachi\_mohamed@yahoo.fr

3. Unité de Recherche LOTERR, Université de Lorraine - France, sebastien.lebaut@univ-lorraine.fr, ionel.haidu@univ-lorraine.fr

## Measurements and satellite data for the study of snow in the upper Oum Er Rbia basin - Morocco

**Mots-clés :** densité de la neige, couverture neigeuse, MOD10A, Oum Er Rbia

**Keywords:** Snow density, Snow cover, MOD10A, Oum Er Rbia

### Introduction

Dans les régions arides et semi-arides, la couverture neigeuse revêt une importance cruciale en tant que source essentielle d'eau pour la croissance végétale (Sa *et al.*, 2021), l'alimentation des cours d'eau, la recharge des nappes souterraines (Baba, 2018) et l'approvisionnement en eau des populations (Boudhar, 2010). Cependant, dans le Haut Bassin de l'Oum Er Rbia « HaB-OER », l'origine de l'une des artères hydrographiques du Maroc, l'état du manteau neigeux demeure mal connu en raison de l'absence totale de mesures in situ. Néanmoins, les progrès récents de la télédétection offrent des solutions prometteuses pour pallier ce manque de données.

### 1. Données et méthode

#### 1.1. Données satellitaires

Parmi les produits satellitaires sur la neige, MODIS présente l'avantage d'une résolution spatiale fine, à 500 m, et propose des produits validés tels que le MOD10A (Fugazza *et al.*, 2021). Le produit MOD10A1 et le produit MOD10A2 présentent une résolution spatiale similaire, mais se distinguent par leur résolution temporelle. En effet, le produit de couverture neigeuse MOD10A1 propose une résolution journalière, tandis que le produit MOD10A2 offre une résolution de 8 jours (Hall & Riggs, 2016). De nombreuses études sur la cartographie et la dynamique de la couverture neigeuse ont été menées avec succès à partir de ces produits (Calizaya *et al.*, 2023). Afin d'analyser la dynamique de la couverture neigeuse dans le HaB-OER, 4200 images MOD10A1 et 530 images MOD10A2 ont été téléchargées à partir de la plateforme <https://www.earthdata.nasa.gov>. Cette démarche a permis de générer une série de données sur la couverture neigeuse sur une période de 20 ans, allant de 2000-01 à 2020-21.

#### 1.2. Monitoring pour la mesure des principales propriétés de la neige

Les produits MOD10 fournissent des données relatives à la couverture neigeuse, mais ne permettent pas d'estimer directement son équivalent en eau. Afin d'examiner cette couverture en tant que ressource en eau, il est indispensable de prendre en compte d'autres paramètres tels que la densité de la neige, l'épaisseur de la neige, et la fonte de la neige (Boudhar, 2010), autant de paramètres que la télédétection ne fournit pas. C'est pourquoi il est nécessaire de collecter in situ des données précises sur les propriétés de la neige. Malgré les défis logistiques rencontrés lors des campagnes sur le terrain, cette combinaison de données satellitaires et de mesures in situ s'est avérée essentielle pour évaluer l'équivalent en eau de la neige dans le HaB-OER.

### 2. Résultats

La période favorable aux chutes de neige dans le HaB-OER s'étend de novembre à mars, avec un maximum enregistré en décembre, janvier et février. En moyenne, le mois de janvier présente le plus grand taux d'enneigement, atteignant environ 41%, suivi de février à 32% et décembre à 27%. À l'échelle annuelle, la moyenne de la couverture neigeuse entre 2000-01 et 2020-21 représente environ 24%, tandis que la moyenne des jours enneigés est de 40 jours. Il est à noter que le HaB-OER a connu une tendance à la baisse du nombre de jours enneigés, avec une diminution d'environ 1 jour/an sur la période allant de 2000-01 à 2020-21.

En janvier 2021, une importante chute de neige a été enregistrée dans le HaB-OER, marquant la couverture maximale la plus étendue au cours des 20 dernières années, dépassant les 72% de la superficie totale du HaB-OER. La densité moyenne était de 214,5 kg/m<sup>3</sup>, tandis que l'équivalent en eau atteignait 61 mm (Fig. 1).

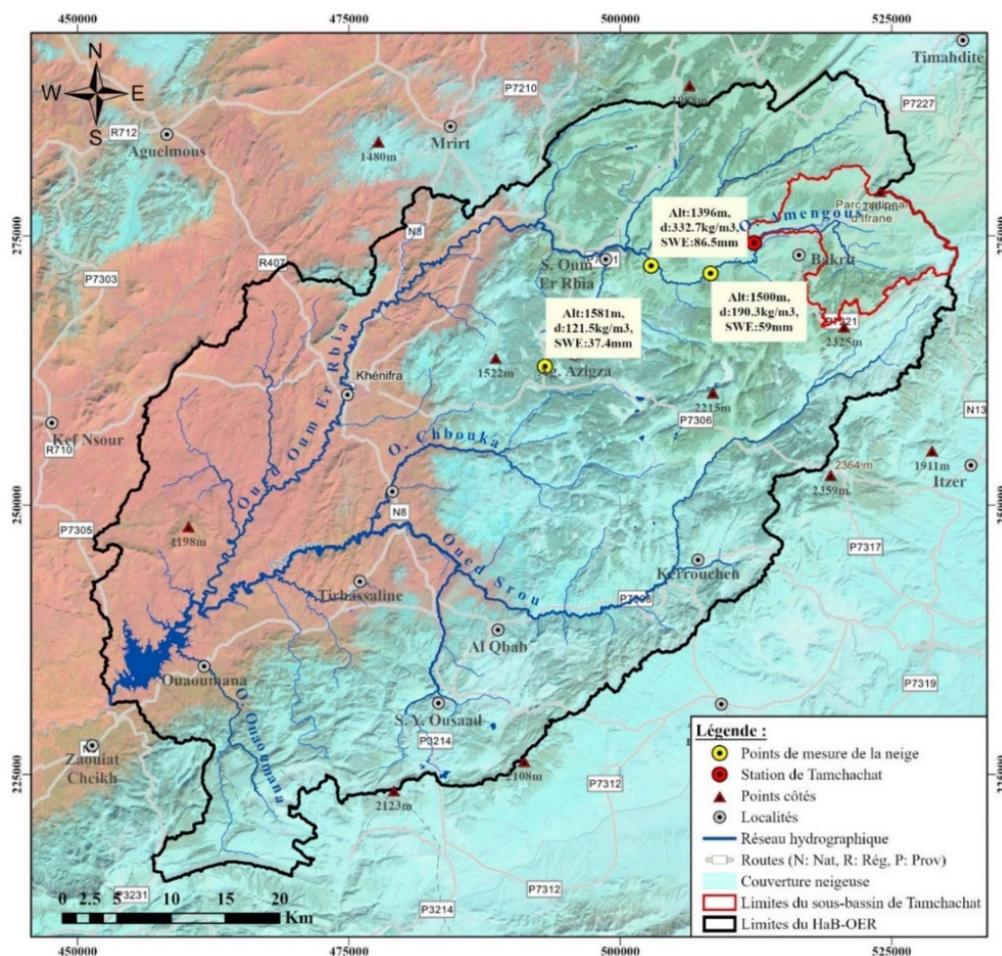


Figure 1. Résultats de caractéristiques de la neige dans le HaB-OER pour l'épisode de janvier 2021.

## Conclusion

La combinaison des données satellitaires et des mesures in situ nous a permis d'appréhender la couverture neigeuse dans le HaB-OER comme une ressource en eau. En tant que réservoir naturel d'eau douce, l'accumulation de neige sur une période d'environ quarante jours en moyenne annuelle joue un rôle essentiel dans l'alimentation en eau de l'Oum Er Rbia. Pour approfondir notre compréhension de cette relation, une étude hydrologique, voire hydrogéologique, s'avère particulièrement pertinente.

## Bibliographie

- Baba, M. W. (2018). Application de la télédétection pour la modélisation du manteau neigeux dans le Haut Atlas [Thèse de doctorat]. Université de Toulouse.
- Boudhar, A. (2010). Télédétection du manteau neigeux et modélisation de la contribution des eaux de fonte des neiges aux débits des Oueds du Haut Atlas de Marrakech [Thèse de doctorat, Cadi Ayyad FST Marrakech].
- Calizaya, E., Laqui, W., Sardón, S., Calizaya, F., Cuentas, O., Cahuana, J., Mindani, C., & Huacani, W. (2023). Snow Cover Temporal Dynamic Using MODIS Product, and Its Relationship with Precipitation and Temperature in the Tropical Andean Glaciers in the Alto Santa Sub-Basin (Peru). *Sustainability (Switzerland)*, 15(9). Scopus. <https://doi.org/10.3390/su15097610>
- Fugazza, D., Manara, V., Senese, A., Diolaiuti, G., & Maugeri, M. (2021). Snow cover variability in the greater alpine region in the modis era (2000–2019). *Remote Sensing*, 13(15). Scopus. <https://doi.org/10.3390/rs13152945>
- Hall, D. K., & Riggs, G. A. (2016). MODIS/Terra Snow Cover Daily L3 Global 500m SIN Grid [jeu de données]. NASA National Snow and Ice Data Center DAAC. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD10A1.006>
- Sa, C., Meng, F., Luo, M., Li, C., Wang, M., Adiya, S., & Bao, Y. (2021). Spatiotemporal variation in snow cover and its effects on grassland phenology on the Mongolian Plateau. *Journal of Arid Land*, 13(4), 332-349. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40333-021-0056-7>