



HAL
open science

Comparaison des données de précipitation satellitaires avec les données mesurées dans le bassin versant de l'Oued Oum Er Rbia en amont du barrage Ahmed El Hansali (Maroc)

Tarik El Orfi, Mohamed El Ghachi, Sébastien Lebaut

► **To cite this version:**

Tarik El Orfi, Mohamed El Ghachi, Sébastien Lebaut. Comparaison des données de précipitation satellitaires avec les données mesurées dans le bassin versant de l'Oued Oum Er Rbia en amont du barrage Ahmed El Hansali (Maroc). XXXIIIème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie: Changement Climatique Et Territoires, Jul 2020, Rennes, France. pp.271-276. hal-02928277

HAL Id: hal-02928277

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-02928277>

Submitted on 2 Sep 2020

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.

COMPARAISON DES DONNÉES DE PRÉCIPITATION SATELLITAIRES AVEC LES DONNÉES MESURÉES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED OUM ER RBIA EN AMONT DU BARRAGE AHMED EL HANSALI (MAROC)

EL ORFI T.^{1,2}, EL GHACHI M.¹, LEBAUT S.²

1 Laboratoire "DPRP" USMS, Université Sultan Moulay Slimane, Béni Mellal, Maroc (elorfitarik@gmail.com)

2 Unité de Recherche "LOTERR", Université de Lorraine, Nancy, France

Résumé : *Le climat marocain est caractérisé par une forte irrégularité spatiale et temporelle des précipitations. Au niveau du bassin versant de l'oued Oum Er Rbia en amont du barrage Ahmed El Hansali, cette irrégularité constitue avec la rareté des stations climatiques un défi majeur pour la gestion des ressources en eau. Ces dernières années, le suivi des précipitations à l'aide des satellites est devenu une réalité, et les produits de certaines missions sont disponibles depuis l'année 1998.*

La performance des données de précipitation TRMM et GPM est évaluée par rapport aux données des précipitations mesurées à partir des indices statistiques de validation RMSE, coefficient de corrélation et biais relatif. Généralement les corrélations entre les données des précipitations mensuelles mesurées et les données des précipitations mensuelles des quatre produits satellitaires montrent un accord raisonnable à différentes échelles de temps.

Mots clés : *TRMM ; GPM ; Précipitation ; oued Oum Er Rbia ; Maroc*

Summary: *Comparison of remote sensing rainfall data with measured data in the watershed area of the Oued Oum Er Rbia upstream of the Ahmed el Hansali dam (Morocco). The Moroccan climate is characterized by a strong spatial and temporal irregularity of rainfall. At the level of the Oum Er Rbia watershed upstream the Ahmed El Hansali dam, this irregularity constitutes, with the scarcity of climate stations, a major challenge for the management of water resources. In recent years, satellite monitoring of rainfall has become a reality, and the products of some missions have been available since 1998.*

The performance of the TRMM and GPM precipitation data is evaluated against the measured precipitation data from the RMSE validation statistical indices, correlation coefficient and relative bias. Generally the correlations between the measured monthly precipitation data and the monthly precipitation data of the four satellite products show a reasonable agreement at different time scales.

Key words: *TRMM; GPM; rainfall; Oum Er Rbia rive; Morocco*

Introduction

Dans un bassin versant, les stations climatiques fournissent des mesures continues des précipitations dans le temps, mais ces mesures restent ponctuelles et ne peuvent pas être représentatives de la totalité du bassin., Depuis les années 90 les techniques de télédétection ont été largement utilisées dans le domaine du climat, et plus particulièrement pour mesurer les précipitations (Huffman et Bolvin, 2015). Il existe différents types de données de précipitations produites à partir des satellites. Plusieurs études comparatives à l'échelle du globe (Ringard J. *et al.*, 2015 et Alijanian M. *et al.*, 2017) et plus spécifiquement sur le pourtour méditerranéen (Tramblay *et al.*, 2016) concluent que les valeurs TRMM/GPM sont les plus proches de celles mesurées au sol.

La mission TRMM (Tropical Rainfall Measurement Mission), lancée par la NASA et la JAXA en 1997, utilise des instruments à micro-ondes actifs et passifs pour mesurer les précipitations entre les latitudes 50° nord et sud. S'appuyant sur le succès de la mission TRMM, les deux pôles d'exploration spatiale américaine et japonaise ont décidé de lancer la mission GPM (Global Precipitation Measurement). Le concept GPM est centré sur le déploiement d'un satellite "Core" transportant un système radar/radiomètre avancé pour mesurer les précipitations et servir de référence pour unifier les mesures de précipitations provenant d'une constellation de satellites de recherche.

Le but de cette contribution est d'évaluer et de comparer les différentes données de précipitation TRMM et GPM par rapport aux données des précipitations mesurées entre 2000-01 et 2016-17, et ceci à des pas de temps différents.

1. Données et Méthodes

1.1. Zone D'étude

Le bassin versant étudié fait partie du plateau central et du Moyen Atlas au Maroc et représente la partie amont du grand bassin versant de l'oued Oum ErRbia. Il est délimité par le bassin de la Moulouya à l'Est, le bassin du Sebou au Nord, et le bassin du Bouragreg à l'Ouest. Nous retenons comme exutoire la station hydrométrique d'Ahmed El Hansali (Fig.1).

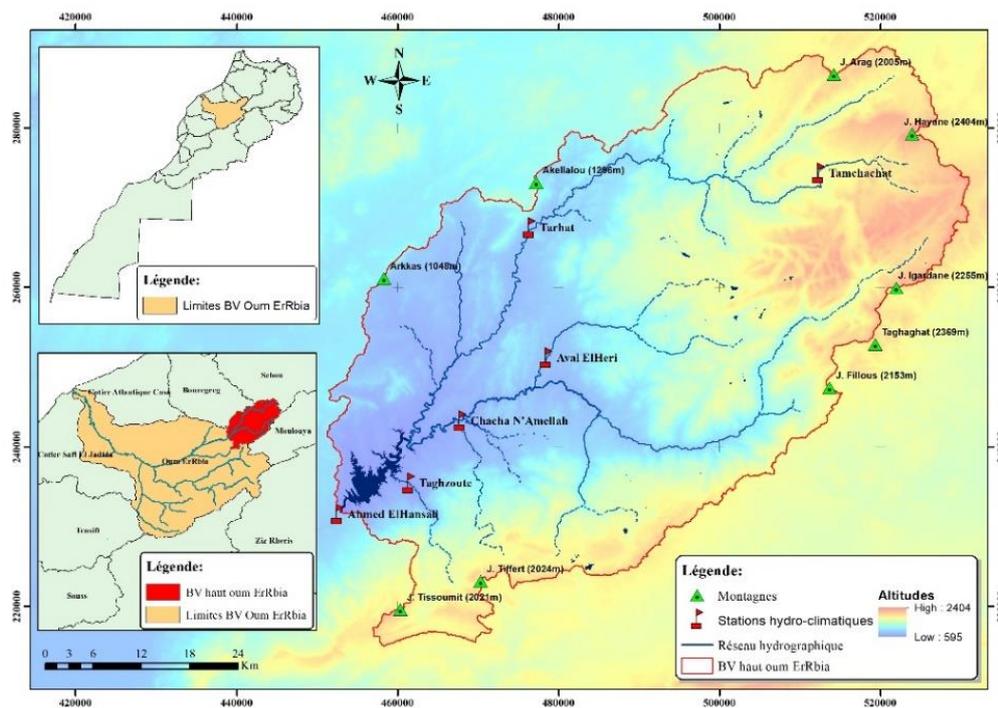


Figure 1. Localisation géographique de la zone d'étude et emplacement des stations de mesure

Il s'étend sur une superficie de 3380km², six stations climatiques sont gérées par l'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er Rbia (ABHOER). Le contexte climatique est de type semi-aride, avec une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 524mm à l'aval (station de Taghzaout), et 722mm à l'amont (station de Tamchachat) sur la période 2000-01 / 2016-17.

À la limite avec le bassin du Sebou, on trouve le jbel Hayane dont l'altitude est de 2404m et à la limite avec le bassin de la Moulouya le jbel Taghaghath (2369m) et le jbel Igardane (2255m)

1.2. Données

Pour évaluer et comparer les produits TRMM et GPM, les données pluviométriques mensuelles des six stations situées dans la zone d'étude ont été retenues sur la période 2000-01 / 2016-17. Les données originales fournies par l'ABHOER et les autres agences des bassins hydrauliques voisins ont été traitées par la méthode "vecteur régional". Ces données montrent une bonne homogénéité qui se traduit par un coefficient de corrélation compris entre 0.70 et 0.97.

Des différents produits fournis par les deux missions TRMM et GPM dans cette étude, nous en estimons quatre (Tab.1).

Tableau 1. Caractéristiques des produits issus de la télédétection estimant les précipitations

	<i>Nom produit</i>	<i>Rés.</i>	<i>Rés. spati</i>	<i>Date</i>
		<i>tempo</i>		
<i>TRMM_3B42_Daily V7</i>	« Précipitation Rate: TRMM_3B42_Daily V7 »	Journalier	25km	1998-01-01
<i>TRMM_3B43_V7</i>	« Précipitation Rate: TRMM_3B43_V7 »	Mensuelle	25km	1998-01-01
<i>GPM_3IMERGM v05</i>	« Merged satellite-gauge precipitation estimate »	Mensuelle	10km	2014-03-01
<i>GPM_3IMERGM v06</i>	« Merged satellite-gauge precipitation estimate »	Mensuelle	10km	2000-06-01

Les produits ont été téléchargés à partir du site officiel de la NASA, sous forme d'images NetCDF avec une résolution temporelle mensuelle sur la période 2000-01 / 2016-17.

1.3. Méthode

Compte tenu de l'importance que revêtent les données satellitaires dans le suivi et la gestion des ressources en eau surtout dans les bassins non contrôlés par des stations climatiques, plusieurs chercheurs ont évalué ces différents produits à l'échelle mondiale. Au Maroc, Adam Milewski *et al.* (2015) ont évalué quatre produits satellitaires (3B42 : V6, V7temp, V7, RTV7), et en 2017, Hamza Ouatiki *et al.* ont évalué les données des précipitations « TRMM 3B42 V7 » sur l'ensemble du bassin versant d'Oum Er Rbia.

Dans cette étude, nous visons l'évaluation et la comparaison des données pluviométriques des pixels des quatre produits satellitaires correspondants aux stations avec les données des précipitations ponctuelles mesurées. Cette comparaison s'appuie sur les résultats d'une analyse statistique basée sur :

$$\text{Le coefficient de corrélation : } r = \frac{\sum_{i=1}^n (Obs_i - Obs) \cdot (TRMM_i - TRMM)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Obs_i - Obs)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (TRMM_i - TRMM)^2}}$$

$$\text{L'erreur quadratique moyenne : } RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Obs_i - TRMM_i)^2}{n}}$$

$$\text{Le biais relatif : } Bias = \left(\frac{\sum_{i=1}^n TRMM_i - \sum_{i=1}^n Obs_i}{\sum_{i=1}^n Obs_i} \right) \times 100$$

2. Résultats

2.1. Évaluation au pas de temps annuel

À l'échelle annuelle, il existe une relation linéaire globale raisonnable entre les précipitations mesurées et les différents produits satellitaires puisque les coefficients de corrélation (r) sont respectivement pour les produits TRMM42, TRMM43, GPM5 et GPM6 de 89%, 97%, 94% et 98%. La qualité de la relation est néanmoins variable en fonction des années et peut être mauvaise pour certaines années. Notons que les faibles coefficients r coïncident avec les années sèches.

Ce sont les produits de dernière génération GPM6 qui présentent les coefficients (r) les plus importants : ils varient entre 0.78 et 0.99 pour toutes les stations sauf pour la station de Tamchachat qui a toujours les plus faibles coefficients de corrélation (Fig.2).

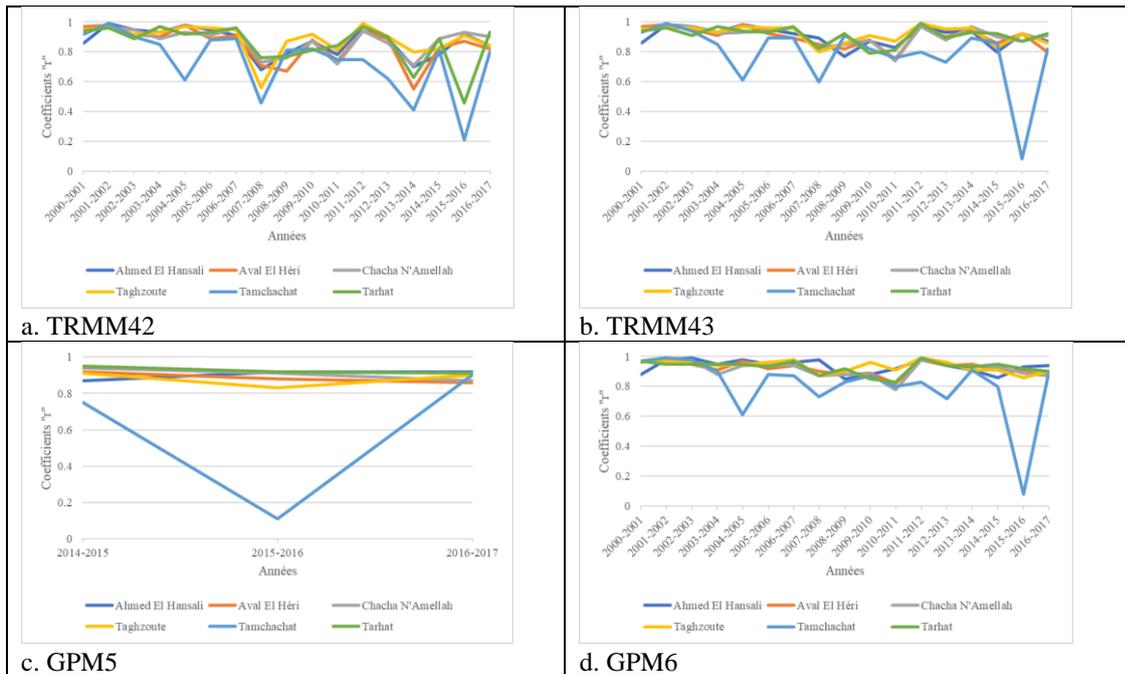


Figure 2. Coefficients de corrélation annuels (année hydrologique : de septembre à août) entre les précipitations mesurées et les précipitations issues des produits satellitaires

2.2. Évaluation au pas de temps mensuel

Au pas mensuel, on note globalement une bonne adéquation entre les précipitations satellites et celles observées aux stations. Les coefficients de corrélation r varient entre 0.83 et 0.93 c'est néanmoins le produit GPM6 qui enregistre les meilleurs résultats avec un r moyen à partir des 6 stations de 0.91 (Fig.3).

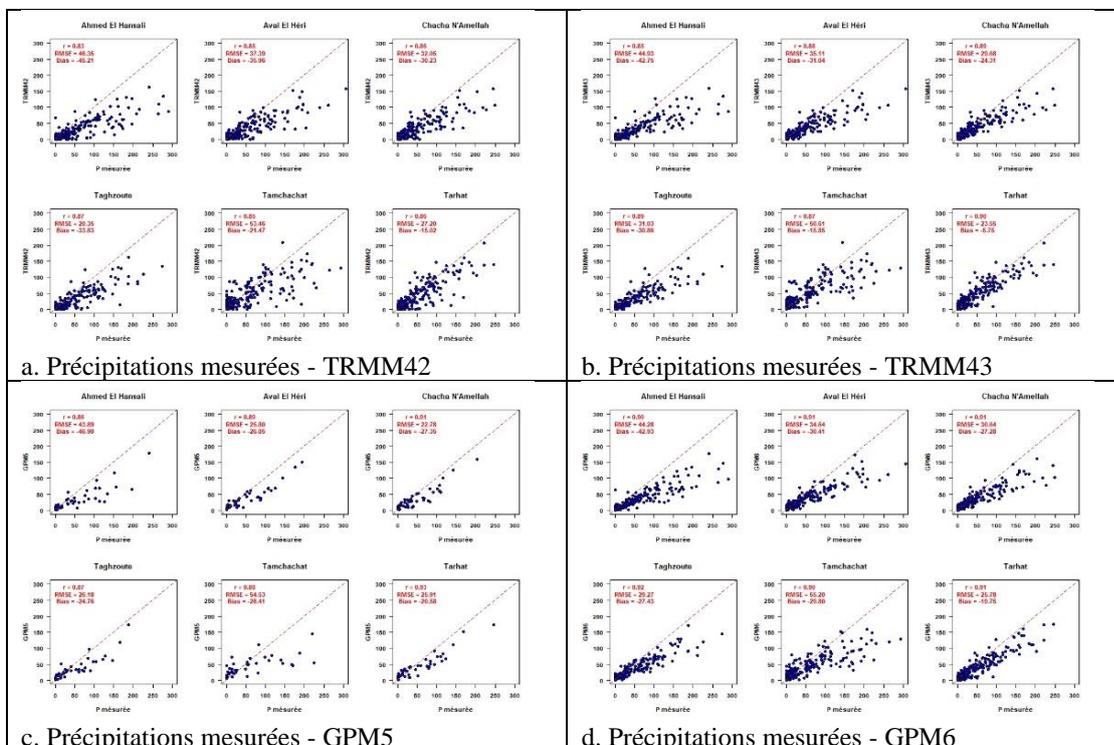


Figure 3. Corrélation entre les précipitations mesurées et les précipitations issues des produits satellitaires

Néanmoins ces forts coefficients r masquent des écarts pouvant être important entre les deux jeux de données comme l'illustre les RMSE comprises entre 25mm (station de Tarhat) et 50mm (station de Tamchachat) (Fig.3). Ces valeurs s'expliquent par un biais relatif négatif pouvant être fort : de -5 à la station de Tarhat, il atteint -46 à la station d'Ahmed El Hansali (Fig.3).

La pertinence du coefficient de corrélation change au cours de la saison hydrologique, on remarque que les mois de juin, juillet, et août présentent les (r) les plus faibles pour les : TRMM42, TRMM43 et GPM6, ceci est dû essentiellement aux évènements orageux caractérisant la zone d'étude, et les données des GPM5 témoignent des perturbations pendant tous les mois. Concernant les stations, les résultats de corrélation sont généralement bons sauf à la station de Tamchachat qui présente des valeurs anormalement faibles (Fig.4).

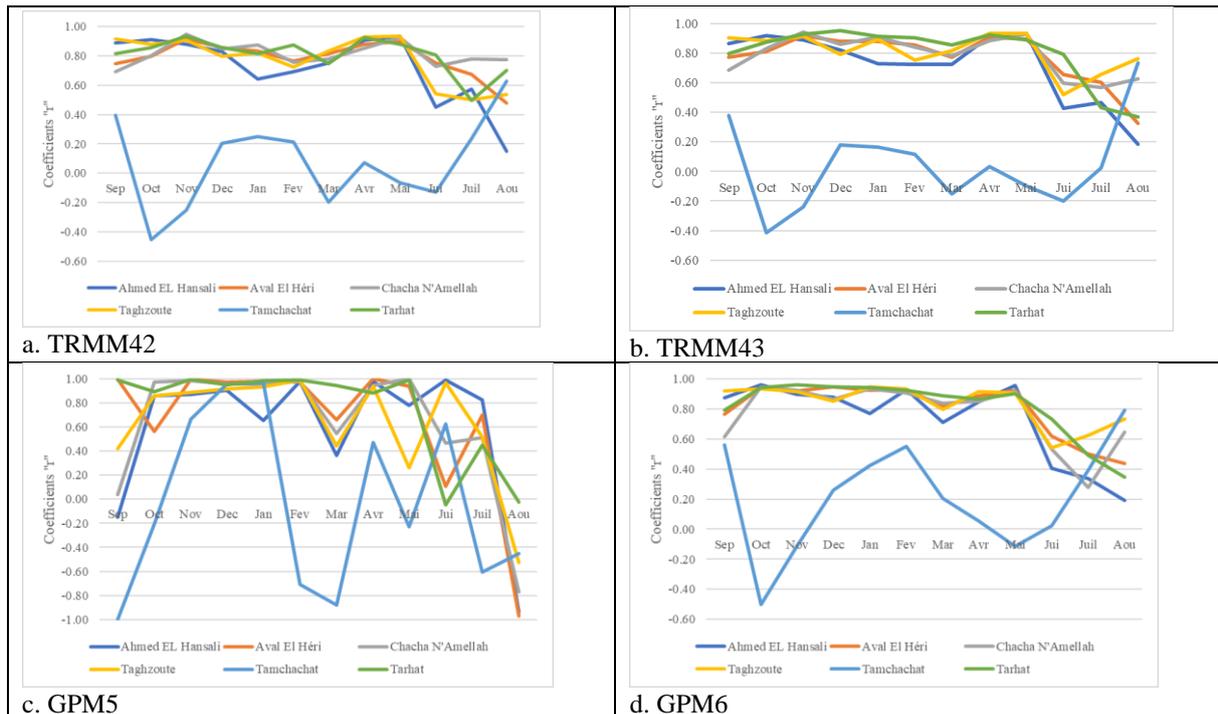


Figure 4. Coefficients de corrélation mensuels entre les précipitations mesurées et les précipitations issues des produits satellitaires

Conclusions et Discussion

L'ensemble de nos résultats va dans le sens d'une bonne estimation des précipitations sur le domaine d'étude par les produits satellitaires TRMM et GPM.

À l'échelle mensuelle, les produits satellitaires fournissent de bonnes estimations des précipitations sur toute la chronique, ce qui se traduit par un coefficient de corrélation (r) moyen variant entre 0,85 pour les TRMM-42 et 0,91 pour les GPM-v6, une erreur quadratique moyenne (RMSE) varie entre 38,15 mm pour les TRMM-42, et 33,18 mm pour les GPM-v5, et un biais relatif moyen variés entre -30,29 pour les TRMM-42 et -25,09 pour les TRMM-43. À l'échelle annuelle, mis à part la station de Tamchachat qui est caractérisée par une grande altitude et de l'abondance de neige, les résultats sont pertinents surtout pour le GPM v6 avec un (r) moyen variant entre 0,78 et 0,99.

Compte tenu de l'analyse qui précède et de sa meilleure résolution spatiale, les données pluviométriques GPM v6 peuvent être utilisées pour le suivi et la gestion des ressources en eau dans le bassin versant de l'oued Oum Er Rbia en amont du barrage Ahmed El Hansali.

Bibliographie

- Alijanian M., Rakhshandehroo G.R., Mishrab A.K., Dehghania M., 2017. Evaluation of satellite rainfall climatology using CMORPH, PERSIANN-CDR, PERSIANN, TRMM, MSWEP over Iran. *International journal of climatology*, 37, 4896-4914.
- Chen S., Zhang L., She D., & Chen J., 2019. Spatial Downscaling of Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Annual and Monthly Precipitation Data over the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River Basin, China. *Water*, 11(3), 568p.
- Fang J., Yang W., Luan Y., Du J., Lin A., & Zhao L., 2019. Evaluation of the TRMM 3B42 and GPM IMERG products for extreme precipitation analysis over China. *Atmospheric Research*, 223, 24-38.
- Huffman G., & Bolvin D., 2015. TRMM and Other Data Precipitation Data Set Documentation. *Environmental Science*, 46.
- Milewski A., Elkadiri R., & Durham M., 2015. Assessment and Comparison of TMPA Satellite Precipitation Products in Varying Climatic and Topographic Regimes in Morocco. *Remote Sensing*, 7(5), 5697-5717.
- Nair S., Srinivasan G., & Nemani R., 2009. Evaluation of Multi-Satellite TRMM Derived Rainfall Estimates over a Western State of India. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 87(6), 927-939.
- Ochoa A., Pineda L., Crespo P., et Willems P., 2014. Evaluation of TRMM 3B42 precipitation estimates and WRF retrospective precipitation simulation over the Pacific–Andean region of Ecuador and Peru. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(8), 3179-3193.
- Ouatiki H., Boudhar A., Tramblay Y., Jarlan L., Benabdelouhab T., Hanich L., El Meslouhi M., & Chehbouni A., 2017. Evaluation of TRMM 3B42 V7 Rainfall Product over the Oum Er Rbia Watershed in Morocco. *Climate*, 5(1), 1.
- Park N.-W., 2013. Spatial Downscaling of TRMM Precipitation Using Geostatistics and Fine Scale Environmental Variables. *Advances in Meteorology*, 1-9.
- Ringard J., Becker M., Seyler F., Linguet L., 2015. Temporal and Spatial Assessment of Four Satellite Rainfall Estimates over French Guiana and North Brazil. *Remote Sens.* 2015, 7, 16441–16459. Doi:10.3390/rs71215831.
- Rozante J., Vila D., Barboza Chiquetto J., Fernandes A., & Souza Alvim D., 2018. Evaluation of TRMM/GPM Blended Daily Products over Brazil. *Remote Sensing*, 10(6), 882p.
- Shukla A., Ojha C., Singh R., Pal L., et Fu D., 2019. Evaluation of TRMM Precipitation Dataset over Himalayan Catchment : The Upper Ganga Basin, India. *Water*, 11(3), 613p.
- Tao H., Fischer T., Zeng Y., & Fraedrich K., 2016. Evaluation of TRMM 3B43 Precipitation Data for Drought Monitoring in Jiangsu Province, China. *Water*, 8(6), 221p.
- Tramblay Y., Thiemig V., Dezetter A., Hanich L., 2016. Evaluation of satellite-based rainfall products for hydrological modelling in Morocco, *Hydrological Sciences Journal*, 61:14, 2509-2519. Doi: 10.1080/02626667.2016.1154149.
- Wang J., & Wolff D. B., 2012. Evaluation of TRMM Rain Estimates Using Ground Measurements over Central Florida. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51(5), 926-940.
- Wu Y., Zhang Z., Huang Y., Jin Q., Chen X., & Chang J., 2019. Evaluation of the GPM IMERG v5 and TRMM 3B42 v7 Precipitation Products in the Yangtze River Basin, China. *Water*, 11(7), 1459p.