



HAL
open science

Evaluation des produits TRMM et GPM à partir d'observations aux stations et de résultats d'un modèle de quantification spatiale des précipitations sur le moyen-atlas, Maroc

Abdelaziz El-Bouhali, Sébastien Lebaut, Abdelghani Qadem, Mhamed Amyay, Emmanuel Gille, Adeline Cotonnec

► To cite this version:

Abdelaziz El-Bouhali, Sébastien Lebaut, Abdelghani Qadem, Mhamed Amyay, Emmanuel Gille, et al.. Evaluation des produits TRMM et GPM à partir d'observations aux stations et de résultats d'un modèle de quantification spatiale des précipitations sur le moyen-atlas, Maroc. XXXIII ème Colloque de l'AIC Rennes 2020, changement climatique et territoires, Jul 2020, Rennes, France. hal-02937327

HAL Id: hal-02937327

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-02937327>

Submitted on 13 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.

EVALUATION DES PRODUITS TRMM ET GPM A PARTIR D'OBSERVATIONS AUX STATIONS ET DE RESULTATS D'UN MODELE DE QUANTIFICATION SPATIALE DES PRECIPITATIONS SUR LE MOYEN-ATLAS, MAROC

EL BOUHALI A.^{1,2}, LEBAUT S.², QADEM A.³, AMYAY M.¹, GILLE E.², COTONNEC A.⁴

1 LAGEA, Université de Fès, Fès, Maroc (abdelaziz.elbouhali@usmba.ac.ma)

2 LOTERR EA 7304, Université de Lorraine, Nancy, France

3 DPRP, Université Sultan Moulay Slimane, Béni Mellal, Maroc

4 COSTEL UMR, Université de Rennes 2, Rennes, France

Résumé : *Les produits de précipitation issus des satellites, constamment améliorés depuis une vingtaine d'années, font l'objet d'une comparaison dans le Moyen-Atlas (Maroc), tant du point de vue stationnel que spatial à l'échelle d'un bassin-versant. Les résultats des comparaisons montrent une bonne adéquation entre les valeurs satellitaires et celles issues d'observations aux stations, avec néanmoins une surestimation de l'ordre 20%. Même si les résultats sont moins bons dans le Moyen-Atlas plissés que dans le tabulaire il est donc possible d'utiliser ces valeurs issues des satellites dans le cadre de travaux sur le cycle de l'eau dans ce secteur.*

Mots clés : *précipitation ; Moyen-Atlas ; TRMM/GPM ; modèle ; Maroc*

Summary: *TRMM and GPM products evaluation using stations observations and results of a spatial quantification model of rainfall over the middle atlas, Morocco. Satellites precipitation products, constantly improved over the past twenty years, are compared in the Middle Atlas (Morocco), both from a stationary and spatial point of view on a basin scale -sided. The results of the comparisons show a good match between the satellite values and those from observations at the stations, with an overestimation of around 20%. Even if the results are less good in the pleated Middle Atlas than in the tabular it is therefore possible to use these satellite values in a work on the water cycle in this sector.*

Key words: *rainfall, Middle-Atlas, TRMM/GPM, model, Morocco*

Introduction

Les précipitations sont une des plus importantes variables météorologiques de forçage dans l'hydrologie en générale. Pour autant la pluviométrie est mal connue du fait de la faible densité des postes de mesure au sol. L'utilisation de valeurs de précipitations dérivées des mesures satellitaires sont de plus en plus utilisées dans les travaux d'hydrologie du fait du manque, de l'absence ou de la difficulté à avoir des données suffisamment denses (Milewski *et al.*, 2009). Issues de différents satellites, ces grilles de données de précipitations ont une vocation globale et généraliste, et leurs performances peuvent varier d'une région à une autre. En conséquence, en préalable à toute utilisation, l'évaluation de ces produits avec des mesures fiables et indépendantes est nécessaire pour prendre en compte l'incertitude associée. Nous évaluons les données de précipitations dans le Moyen-Atlas, secteur stratégique du Maroc du point de vue de la ressource en eau.

Différents types de précipitations dérivées de satellites ont été développés comme the Climate Precipitation Center Morphing Method (CMORPH) (Joyce *et al.*, 2004), le Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), le Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA) (Huffman *et al.*, 2007) et l'Integrated Multi-Satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement (GPM) mission (IMERG) (Hou *et al.*, 2014). Plusieurs études comparatives à l'échelle du globe (Shimelis *et al.*, 2015) et plus spécifiquement sur le pourtour méditerranéen (Tramblay *et al.*, 2016) montrent que les précipitations TMPA présentent les meilleurs résultats. Le TRMM 3B42 est un des produits de TMPA (TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis), qui a été lancé le 27 novembre 1997 par la NASA avec la collaboration de l'Agence Spatiale Japonaise (JAXA). Après 17 années de production TRMM a été arrêté le 8 avril 2015 et ont été

remplacées par les produits GPM. Ces produits ont fait l'objet d'évaluation dans différentes régions du monde, des milieux secs (Wang X., 2018), humides (Michot *et al.*, 2018) et ont montré le potentiel de cette nouvelle source de données. Cependant peu d'études ont été faites sur l'utilisation des pluies satellites dans la région méditerranéenne et plus spécifiquement au Maroc. On peut citer Milewski *et al.* (2015) qui ont travaillé à l'échelle de tout le Maroc mais sur des valeurs annuelles et Trambly *et al.* (2016) qui ont travaillé sur le bassin du Loukkos sur des moyennes mensuelles et de manière indirecte sur validation de modèles hydrologiques. Un travail d'évaluation des précipitation TRMM a été mené plus au sud dans la zone semi-aride de l'amont du bassin de l'Oum Er Rbia (Ouatici, 2017) et montre une bonne estimation des précipitations à l'échelle mensuelle et annuelle exceptée pour les régions montagneuses.

1. Données et Méthodes

1.1. Secteur d'étude

Dans sa définition géologique le Moyen-Atlas appartient au système intracontinental atlasique qui traverse l'Afrique du Nord d'ouest en est, de l'Atlantique jusqu'à la Méditerranée centrale selon le parallèle 34° de latitude nord (Fig.1).

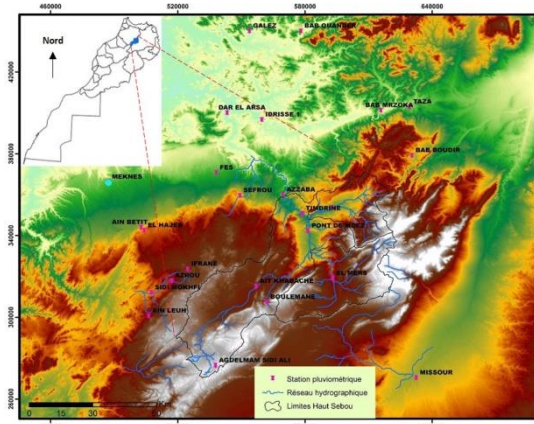


Figure 1. Localisation du secteur d'étude

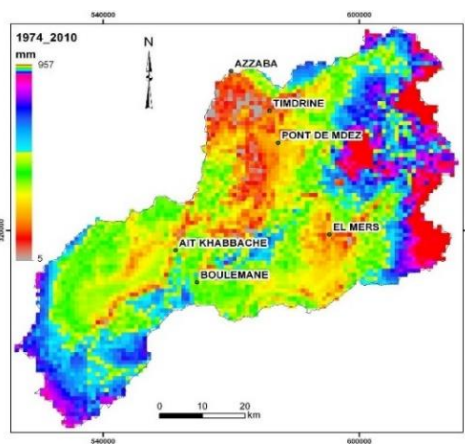


Figure 2. Pluies moyenne sur le Haut Sebou

Le Moyen-Atlas central, dont il s'agit ici, s'inscrit dans deux unités morphostructurales : un causse à l'ouest dont les altitudes sont de l'ordre de 1200m tandis que la partie est, plissée, est une succession de cuvettes synclinales et de lignes de crêtes anticlinales dont le point culminant dépasse 3000m. La région étudiée est donc marquée par un compartimentage morphostructural impliquant des contrastes pluviométriques marqués au sein du secteur caractérisé par un climat de type méditerranéen. On y trouve des secteurs appartenant à l'étage humide dans lequel les montant de précipitations annuelles atteignent plus de 1000mm (station d'Ifrane) et des secteurs abrités, situés dans l'étage semi-aride avec des précipitations observées inférieures à 300mm (station de Pont de Mdez) (Fig.2).

1.2. Données

Dans notre travail nous comparons les données issues de l'algorithme 3B42 dans sa dernière version (V7). Les données de précipitations TRMM et GPM sont disponibles sur la totalité de la surface terrestre comprise entre 50°S et 50°N de latitude. Ces données sont disponibles au pas de temps quotidien à une résolution spatiale de 0.25° pour les premières et 0.10° pour les secondes. Ces données sont téléchargeables sur le site <https://pmm.nasa.gov/data->

access/downloads/. Ces données sont compilées au pas de trois heures puis disponibles en versions recherches au pas quotidien ou mensuel. Nous avons téléchargé les données mensuelles.

1.3. Méthodes

Nous évaluons les données annuelles et mensuelles TMPA GPM 3IMERGMV6 et TRMM 3B43V7 dans le Moyen-Atlas au Maroc à partir de deux types de données sur la période 2000-2017.

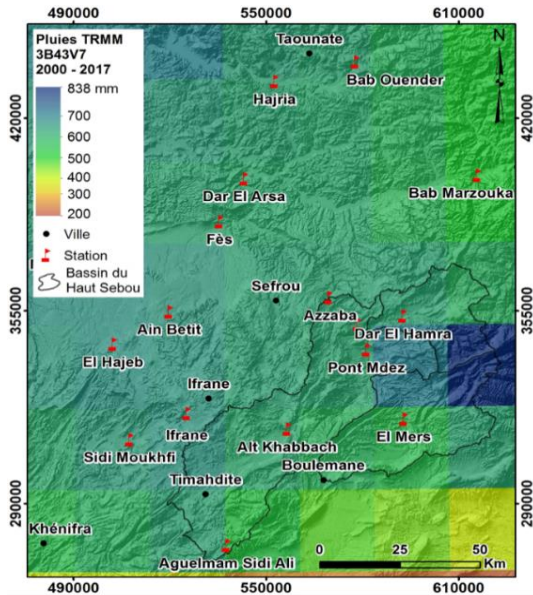


Figure 3. Précipitations TRMM – Moyenne sur 2000/2017

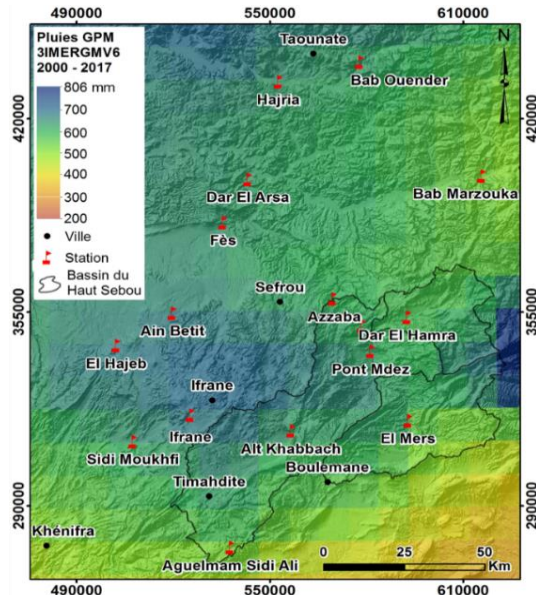


Figure 4. Précipitations GPM – Moyenne sur 2000/2017

Dans un premier temps les précipitations satellitaires sont comparées aux précipitations observées à 16 stations du réseau géré par l'Agence Hydraulique du Bassin du Sebou (ABHS). La comparaison des valeurs de précipitations GPM 3IMERGMV6 et TRMM 3B43V7 (Fig.3, 4), proposées sous forme de grilles de résolution respective 0.1° et 0.25° alors que les précipitations observées au sol sont ponctuelles, est de type directe NN. Dans un deuxième temps, puisque l'algorithme TMPA utilise des données observées aux stations, nous avons cherché à tester ses valeurs en dehors des stations. Pour cela nous nous sommes appuyés sur les résultats d'un modèle de quantification spatiale des précipitations sur le bassin amont du fleuve Sebou (4677 km^2) situé dans un contexte pluviométrique homogène au sens du vecteur régional (Qadem, 2015). Le modèle statistique, mettant en relation les précipitations observées avec des prédicteurs principaux de type topographiques (une centaine) et secondaire (NDVI) explique jusqu'à 90% de la variance et constitue un autre type de données auquel confronter ses grilles de précipitations satellitaires.

2. Résultats et discussion

Globalement les produits GPM, mieux résolus spatialement, présentent également de meilleurs coefficients de corrélation avec les valeurs enregistrées aux stations que les valeurs TRMM : en moyenne un R^2 de 0.8 contre 0.74 à l'échelle annuelle et 0.71 contre 0.7 à l'échelle mensuelle (Tab. 1, Fig.5). Pour ce qui concerne les valeurs de NRMSE et du biais, les valeurs sont comparables entre les deux jeux de données. Elles sont respectivement de l'ordre de 110mm et 25% à l'échelle annuelle et de 70mm et 25% à l'échelle mensuelle. Comme cela a déjà été démontré dans d'autres régions du globe (Mou et Harrif, 2017 ; Trambly *et al.* 2016),

le premier constat est qu'il est préférable d'utiliser les produits GPM pour caractériser les précipitations sur le Moyen-Atlas.

Tableau 1. Statistiques comparatives des valeurs de précipitations GPM et TRMM

Stations	ANNUEL								MENSUEL									
	P. MOY. (mm)	GPM 3IMERGMV6				TRMM 3B43V7				P. MOY. (mm)	GPM 3IMERGMV6				TRMM 3B43V7			
		R	R ²	NRMSE	PBIAS	R	R ²	NRMSE	PBIAS		R	R ²	NRMSE	PBIAS	R	R ²	NRMSE	PBIAS
Aguelmam Sidi Ali	441,09	0,79	0,63	83,9	18,2	0,62	0,39	106,7	21,3	36,76	0,77	0,6	71,7	18,2	0,64	0,41	90,9	21,3
Dar El Arsa	465,49	0,94	0,88	103	35,7	0,94	0,88	91,6	31,2	38,79	0,95	0,9	50	35,7	0,94	0,89	46,4	31,2
Azzaba	371,96	0,84	0,71	207,4	62,9	0,86	0,74	221,8	67,9	31	0,82	0,67	100,3	62,9	0,82	0,68	101,5	67,9
Ain Bittit	548,9	0,94	0,88	82,5	23,9	0,93	0,86	69,8	18,9	45,97	0,93	0,87	47,8	23,3	0,94	0,88	41,5	18,3
Fès (ABHS)	438,76	0,91	0,82	116,6	46,2	0,87	0,76	110	41,5	36,57	0,91	0,82	64,6	46,1	0,9	0,81	63,7	41,4
El Hajeb	599,67	0,96	0,92	59,8	16,3	0,95	0,91	55,3	14,7	49,97	0,9	0,82	49,9	16,3	0,91	0,83	44,1	14,7
Hajria	682,22	0,89	0,79	47,8	-6,9	0,89	0,8	49,8	-8,5	56,85	0,93	0,87	37,1	-6,4	0,93	0,86	39,8	-8,5
Dar El Hamra	485,69	0,88	0,77	90,1	21,1	0,76	0,58	128,1	28,8	40,47	0,86	0,73	60,7	21,1	0,86	0,74	64,9	28,8
Ifrane	1008,89	0,95	0,91	91	-32,3	0,91	0,82	96,9	-34	84,07	0,93	0,86	57,8	-32,3	0,88	0,77	63,7	-34
Ait Khabbach	385,49	0,88	0,78	249,6	64,1	0,87	0,75	223	57,8	32,12	0,65	0,42	139	64,1	0,58	0,33	133,8	57,8
Pont M'dez	340,93	0,86	0,74	201,9	84,7	0,81	0,66	198,5	82,1	25,97	0,46	0,21	194,5	103,9	0,76	0,58	145,7	94,7
El Mers	440,19	0,86	0,73	103,4	27	0,74	0,55	107,9	25,8	36,68	0,8	0,64	79,2	27	0,74	0,55	82,5	25,8
Bab Merzouka	558,72	0,83	0,69	55,8	-5,4	0,82	0,67	58,9	-8,2	46,56	0,87	0,76	50,5	-5,4	0,87	0,76	50,9	-8,2
Sidi Moukhefi	532,42	0,9	0,81	65,3	20,2	0,9	0,81	67,1	21,2	44,37	0,83	0,68	58,3	10	0,8	0,65	61,4	21,2
Bab Ouender	702,49	0,95	0,91	44,7	-10,3	0,95	0,91	44,5	-11,1	58,54	0,94	0,88	38,7	-10,3	0,93	0,87	39,6	-11,1
Ain Timdrine	409,01	0,94	0,88	198,5	49,5	0,87	0,75	216,3	52,7	34,65	0,83	0,68	91,6	47,1	0,81	0,65	98	50,2

Néanmoins les relativement fortes valeurs de NRMSE et du biais suggèrent de ne pas utiliser telles quelles ces valeurs du fait d'une surestimation de l'ordre de 25%. On constate également une disparité spatiale dans la qualité des résultats. En effet les ils sont très bons pour les stations de Bab Merzouka, Hajria, El Hajeb et dans une moindre mesure Bab Ouander et Ifrane.

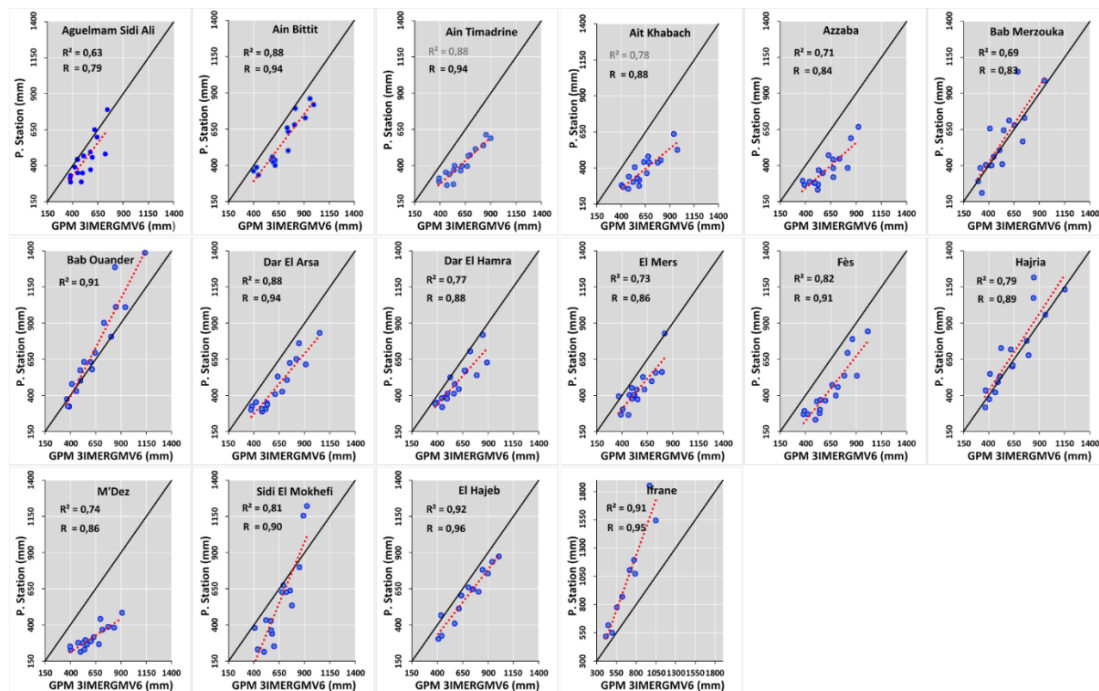


Figure 5. Régression valeurs mesurées / valeurs GPM annuelles pour 16 stations du Moyen-Atlas

Ces stations sont situées sur la partie occidentale du domaine investigué. Par contre les valeurs les moins en phase sont celles aux stations d'Aguelmam Sidi Ali, Azzaba, El Mers et M'Dez et dans une moindre Dar El Hamra, localisées dans une topographie complexe au cœur du Moyen-Atlas plissé.

Ceci laisse penser que les valeurs enregistrées à ces stations n'ont qu'une portée locale et sont donc peu extrapolables au-delà du site de la mesure. Ceci est confirmé par la station d'Ifrane dont le biais négatif de 34% peut-être lié à une mauvaise estimation de la neige. Ces caractéristiques annuelles sont renforcées à l'échelle mensuelle (Fig.6) : les stations dans des situations topographiques complexes comme Aï Khabach, El Mers et M'Dez ont des R² de l'ordre de 0.5 seulement.

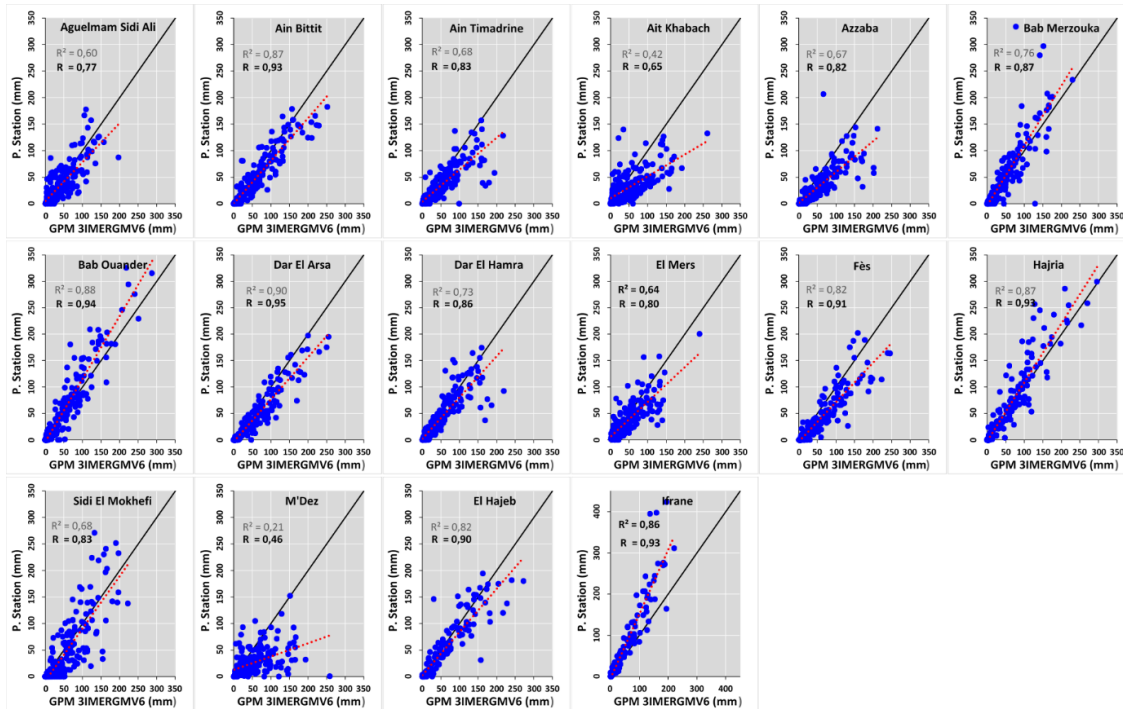


Figure 6. Régression valeurs mesurées / valeurs GPM mensuelles pour 16 stations du Moyen-Atlas

On peut donc affirmer que l'accord entre les deux jeux de données est meilleur pour les stations du Moyen-Atlas tabulaire que celles du Moyen-Atlas plissés. Ceci soulève le problème de la capacité à spatialiser les précipitations à partir des observations au sol dans des topographies complexes.

A cet égard, la comparaison entre les données du modèle de quantification des précipitations et les résultats issus des précipitations satellites vont dans le même sens que les observations faites au niveau stationnel. Globalement, à l'échelle du bassin total du Haut Sebou les types de données, GPM et issues du modèle, s'accordent bien avec un R^2 de 0.92 et un biais un peu moins fort qu'en stationnel, de 20% (Fig.7). De la même façon les résultats pour les oueds Maasser et Zloul, inscrits dans le Moyen-Atlas plissé sont moins bons.

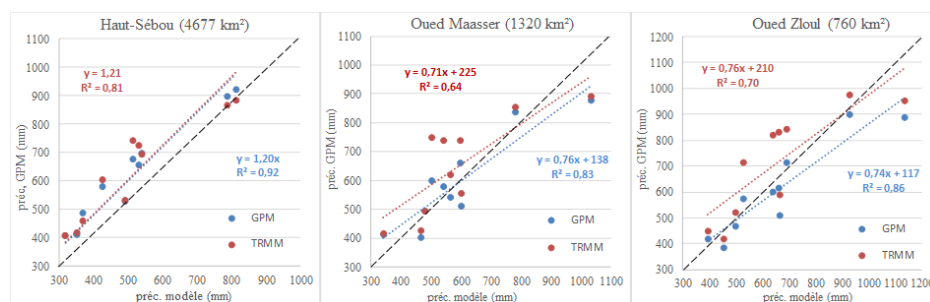


Figure 7. Régression valeurs modèles / valeurs GPM annuelles pour 3 bassins versants du Moyen-Atlas

Conclusion

Pour conclure, ces résultats aux stations comme ceux de la comparaison spatiale à partir des sorties du modèle confirment la possibilité d'utiliser les données 3IMERGMV6 pour des applications hydrologiques par exemple. Il convient néanmoins de noter que les valeurs issues des satellites sont supérieures d'environ 20% sur le Moyen-Atlas.

Bibliographie

- Hou A.Y., Kakar R.K., Neeck S., Azarbarzin A.A., Kummerow C.D., Kojima M., Oki R., Nakamura K., Iguchi T., 2014. The global precipitation measurement mission. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 95, 701–722.
- Huffman G.J., Bolvin D.T., Nelkin E.J., Wolff D.B., Adler R.F., Gu G., Hong Y., Bowman K.P., Stocker E.F., 2007. The TRMM multisatellite precipitation analysis (TMPA): Quasi-global, multiyear, combined-sensor precipitation estimates at fine scales. *J. Hydrometeorol.*, 8, 38–55.
- Joyce R.J., Janowiak J.E., Arkin P.A., Xie P., 2004. CMORPH : A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution. *J. Hydrometeorol.*, 5, 487–503.
- Michot V., Vila D., Arvor D., Corpetti T., Ronchail J., Funatsu B.M., Dubreuil V., 2018. Performance of TRMM TMPA 3B42 V7 in Replicating Daily Rainfall and Regional Rainfall Regimes in the Amazon Basin (1998–2013). *Remote Sensing*, 10, 1879. Doi :10.3390/rs10121879.
- Milewski A., Sultan M., Yan E., Becker R., Abdeldayem A., Soliman F., Gelil K.A., 2009. A remote sensing solution for estimating runoff and recharge in arid environments. *J. Hydrol.* 9, 373, 1–14.
- 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, 5697– 5717. Doi: 10.3390/rs70505697.
- Mou L.T., Harrif S., 2017. Comparison of GPM IMERG, TMPA 3B42 and PERSIANN-CDR satellite precipitation products over Malaysia. *Atmospheric Research* 202, 63-76. Doi: doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.11.006.
- Ouatiki H., Boudhar A., Tramblay Y., Jarlan L., Benabdelouhab T., Hanich L., El Meslouhi M.R., Chehbouni A., 2017. Evaluation of TRMM 3B42 V7 Rainfall Product over the Oum Er Rbia Watershed in Morocco. *Climate*, 5, 1. Doi : 10.3390/cli5010001.
- Qadem, 2015. *Quantification, modélisation et gestion de la ressource en eau dans le bassin versant du Haut Sebou (Maroc)*. Thèse de doctorat de l'université de Lorraine, France, 272p.
- Shimelis B., Tena A., Broder J.M., Assefa M.M., 2015. Performance of High Resolution Satellite Rainfall Products over Data Scarce Parts of Eastern Ethiopia. *Remote Sens.* 7, 11639-11666. Doi :10.3390/rs70911639.
- 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 X., Ding Y., Zhao C., Wang J., 2018. Validation of TRMM 3B42V7 Rainfall Product under Complex Topographic and Climatic Conditions over Hexi Region in the Northwest Arid Region of China. *Water*, 10, 1006.