



HAL
open science

Évaluation des données satellitaires pour compenser le déficit de stations pluviométriques sur le territoire du grand Abidjan (Côte d'Ivoire)

Habal Kassoum Traore, Sébastien Lebaut, Gilles Drogue, Kouadio Eugène

► To cite this version:

Habal Kassoum Traore, Sébastien Lebaut, Gilles Drogue, Kouadio Eugène. Évaluation des données satellitaires pour compenser le déficit de stations pluviométriques sur le territoire du grand Abidjan (Côte d'Ivoire). *Climat, eau et société: changements et défis*, Association Internationale de la Climatologie (AIC), Jul 2023, Bucarest, Roumanie. hal-04103571

HAL Id: hal-04103571

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04103571>

Submitted on 23 May 2023

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 DONNEES SATELLITAIRES POUR COMPENSER LE DEFICIT DE STATIONS PLUVIOMETRIQUES SUR LE TERRITOIRE DU GRAND ABIDJAN (CÔTE D'IVOIRE)

Habal Kassoum TRAORE¹, Sébastien LEBAUT², Gilles DROGUE³ ; KONAN KOUADIO Eugène⁴

¹ Université de Lorraine ; Laboratoire LOTERR – Metz, France habal-kassoum.traore@univ-lorraine.fr

² Université de Lorraine ; Laboratoire LOTERR – Metz, France sebastien.lebaut@univ-lorraine.fr

³ Université de Lorraine ; Laboratoire LOTERR – Metz, France gilles.drogue@univ-lorraine.fr

⁴ Université Félix Houphouët BOIGNY ; Institut de Géographie Tropicale – Abidjan, Côte d'Ivoire enzokkeugene@yahoo.fr

Résumé : Située en zone de convergence intertropicale (ZCIT), l'agglomération du Grand Abidjan (4°W ;5°N) en Côte d'Ivoire, fait face à des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Sa position géographique la prédispose naturellement à des épisodes pluvieux marqués en période humide. Forte de ses 3,2 millions habitants l'agglomération fait face à des inondations qui impactent régulièrement des populations. Considéré comme l'aléa le plus important du pays, cette problématique, d'un enjeu crucial, fait l'objet de recherches de la part de la communauté scientifique. Néanmoins, les carences du réseau de mesure pluviométrique (faible couverture ; pluviomètres mal entretenus ou défectueux) mettent à mal la bonne appréciation de ces phénomènes. Dans le but de compenser ce déficit, les données de précipitation satellitaires (PPS) représentent aujourd'hui une alternative, à condition de faire l'objet de prétraitements.

Mots clés : Précipitation, GPM ; Grand Abidjan ; Risques d'inondation.

Abstract: *Evaluation of satellite data to compensate for the lack of rain gauge stations in the Greater Abidjan area (Ivory coast).*

Located in the intertropical convergence zone (ITCZ), the Greater Abidjan area (4°W; 5°N) in Côte d'Ivoire is subject to extreme weather and climate phenomena. Its geographical position naturally predisposes it to marked rainy episodes in wet periods. With its 3.2 million inhabitants, the city faces floods that regularly impact the population. Considered as the most important hazard in the country, this problem, of crucial importance, is the subject of research by the scientific community. Nevertheless, the deficiencies of the rainfall measurement network (poor coverage; poorly maintained or defective rain gauges) make it difficult to properly assess these phenomena. In order to compensate for this deficit, satellite precipitation data (PPS) represent today an alternative, provided that they are subject to a pre-processing.

Keywords: Rainfall ; GPM ; Greater Abidjan ; Flood risks.

Introduction

L'usage des données de précipitation est d'une importance primordiale dans l'étude d'aléas climatiques tels que les inondations, les glissements de terrain, les submersions marines, les sécheresses. Ces problématiques, faisant régulièrement l'objet de recherches de la part de la communauté scientifique, se heurtent à la question cruciale de l'acquisition des données pluviométriques. Les carences, liées aux données souvent indisponibles (Damome, 2018) ou de qualité contestable (Bonnet, 2016 ; Noosha, 2022), restent préoccupantes dans la sous-région ouest-africaine où de plus les données d'*open-data* issues d'organismes institutionnels peinent à être impulsées (Van Belle et al., 2018). De nombreuses agglomérations ouest-africaines font en effet face à un tournant décisif dans l'histoire de leurs évolutions. Les aléas climatiques (conjugués à une forte pression urbaine « accroissement de la population urbaine de 2000% depuis 1950 » OCDE et Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest, 2020), constituent en effet l'une des principales contraintes au développement de ces agglomérations.

Située en Afrique de l'Ouest, l'agglomération du Grand Abidjan (4°W ;5°N) en Côte d'Ivoire, n'est pas en reste de ces problématiques. Sa position géographique (climat tropical tempéré) et géomorphologique (sol ferrallitique fortement hydromorphe) la prédispose à divers aléas, dont les plus impactant sont les inondations et les mouvements de terrain. Ces phénomènes accroissent la vulnérabilité des populations en saison pluvieuse. De ce fait, l'étude de ces aléas par le biais de données pluviométriques sûres et disponibles est un enjeu crucial. Cependant, le déficit en stations pluviométriques indispensables à de telles recherches reste problématique. La rareté des pluviomètres, qui sont les sources principales de mesure *in-situ* (un moyen sûr et efficace d'obtenir

des informations fiables sur les précipitations), rend difficile une bonne appréciation des épisodes pluvieux indispensable à une bonne analyse du risque.

Depuis quelques décennies, bon nombre de recherches (Xu et al., 2017 ; Erazo et al., 2018 ; Kouki, 2022) se penchent sur les produits de précipitations satellitaires (PPS) pour contrer le déficit en stations pluviométriques. Ces produits ont en effet l'avantage d'être, à l'échelle globale, disponible quasiment en temps réel et de disposer d'une bonne profondeur historique. Cette étude a pour objectif principal d'évaluer dans quelle mesure les données satellitaires GPM (Global Precipitation Measurement) doivent être corrigées pour une utilisation opérationnelle pour l'étude du risque d'inondation dans l'agglomération du Grand Abidjan. Notre objectif à terme est d'aboutir à une carte de susceptibilité à partir d'une analyse multicritère par la méthode AHP (*Analytic Hierarchy Process*) pour laquelle des jeux de valeurs de pluie spatialisées sont indispensables.

1. Données et méthodes

Pour évaluer la validité des données GPM nous disposons de données pluviométriques au pas de temps journaliers pour 21 stations de mesure au sol (numérotés de S1 à S21 sur la figure 1)¹ provenant du projet ORIESA² ; celles-ci sont des pluviomètres de type « précis mécanique de 400 cm² » placé à 1.5 m du sol. Ce réseau de mesure présente néanmoins l'inconvénient d'être regroupé à l'intérieur du District d'Abidjan et plus ou moins dense en fonction du temps. On distingue trois périodes de collecte des données : 2015 à 2021 avec 13 stations, 2019 à 2021 avec 21 stations et 2020 à 2021 avec 2 stations.

Les valeurs de pluies journalières satellitaires GPM V06 ont été téléchargées sur le portail Giovanni³ de la NASA. Celles-ci ont une résolution spatiale de 0,1° soit 11 km sur Abidjan ; le centroïde de leur maille est numéroté de M1 à M38 sur la figure 1.

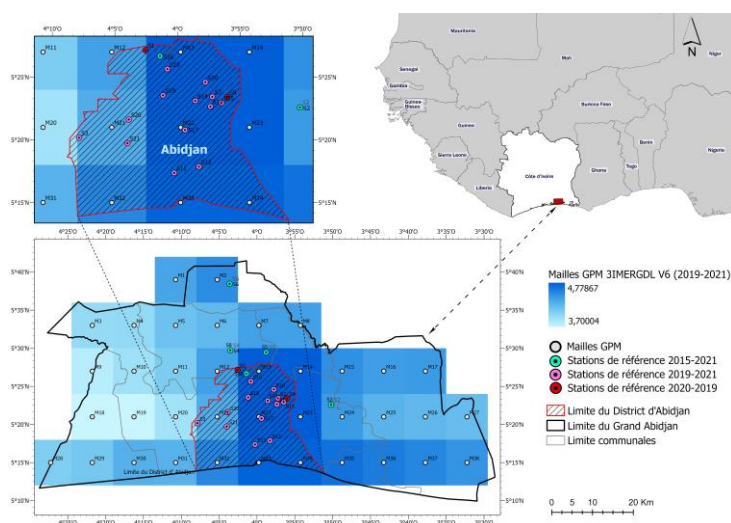


Figure 1. Localisation de la zone d'étude, des données GPM et des stations du réseau ORIESA.

Notre stratégie consiste à mettre en évidence les erreurs systématiques dans les écarts entre les valeurs de pluie observées au sol et les valeurs GPM dans le but de faire des corrections. La méthode a été appliquée par (Brochart et Andréassian, 2014) en Guyane française. Certaines des méthodologies mises en œuvre reposent sur les quantiles de distribution. Cette approche a été utilisée dans diverses études telles que (Bennett et al., 2011 ; Grose et al., 2011 ; Tarek, Brissette et Arsenault, 2020), ainsi que dans études spécifiques à la sous-région Ouest Africaine comme celle de (Rauch et al., 2020). En se basant sur les quantiles de distribution, cette méthode permet de faire correspondre les centiles de précipitation GPM aux centiles de précipitation observés. Dans le cas échéant, nous utilisons la méthode des rapports médians $P_{\text{mesurée}}/P_{\text{GPM}}$ en fonction de l'étendue des valeurs GPM échantillonnée en 8 classes organisées de façon logarithmique. Nous avons fait

¹ Dans le but de faciliter le traitement des données ainsi que la lisibilité des informations, une codification des données a été faite. Les abréviations correspondent à : « M » pour Maille et « S » pour Station.

² Observatoire de Recherche sur les Interactions Eaux et Société dans le district d'Abidjan (ORIESA)

³ Disponible sur : <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

le choix de nous focaliser sur le mois le plus pluvieux de la grande saison des pluies pour ce secteur géographique. Ainsi l'étude porte sur les valeurs de pluies journalières du mois de juin de la période 2019/2021 pour lesquelles les données aux 21 postes du projet ORIESA sont disponibles. Rappelons que le mois de juin est le plus pluvieux de la grande saison des pluies dans cette sous-région ouest-africaine.

2. Résultat et discussion

La Figure 2 permet à partir d'une échelle logarithmique d'observer les écarts entre les deux jeux de données et d'en saisir les variations entre les 8 classes de précipitation retenues. Il apparaît une surestimation très nette des données GPM par rapport aux données des stations au sol. Ce constat a également été fait dans de nombreuses recherches sur la question (Berges, 2019 ; Kouki, 2022). Nous proposons de corriger les données GPM sur la base de la méthode des rapports médians de la distribution des données GPM et celles mesurées au sol. Dans ce cas les précipitations GPM corrigées sont : $P_{gpmc} = P_{gpm} \times R.Méd$ avec P_{gpm} est la précipitation GPM, $R.Méd$ le rapport médian et P_{gpm} la précipitation mesurée.

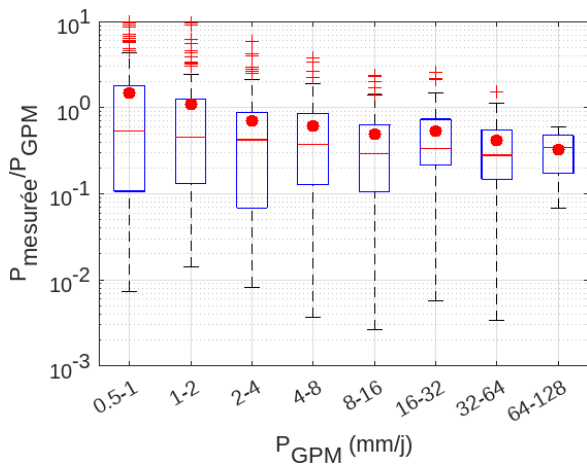


Figure 2. Rapport d'amplitudes entre la pluie mesurée au sol et la pluie GPM (2019 et 2021)¹. Les rapports médians sont représentés par les barres horizontales à l'intérieur des boîtes. Les points représentent les moyennes.

Tableau 1. Médiane par classe d'intensité

Classe d'intensité	Rapport Médian
0,5-1	0,539
1-2	0,451
2-4	0,425
4-8	0,373
8-16	0,289
16-32	0,337
32-64	0,281
64-128	0,341

Sur l'ensemble des données sélectionnées pour la correction, nous nous sommes plus particulièrement intéressés à la répartition spatiale des précipitations de l'épisode pluvieux remarquable du 19 juin 2019 pour lequel les pluies enregistrées vont de 0 à plus de 65 mm. Pour cela les pluies GPM corrigées ont fait l'objet d'une cartographie (fig. 3) par la méthode d'interpolation spatiale IDW.

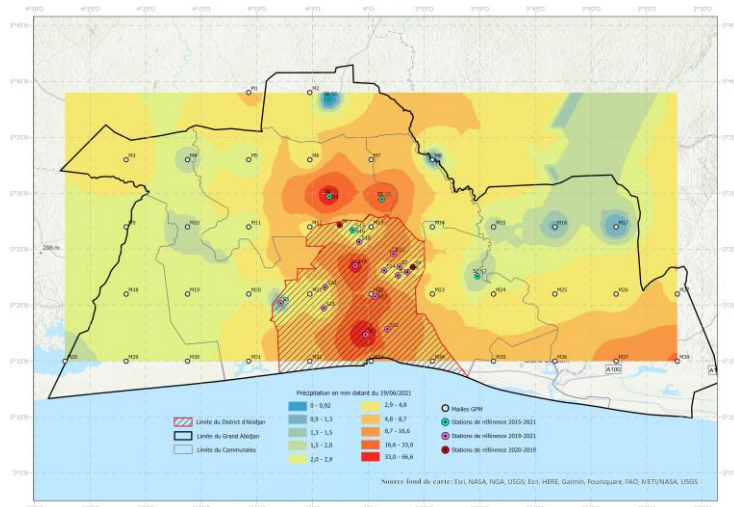


Figure 3. Pluviométrie pour l'épisode pluvieux datant du 19/06/2021 dans l'agglomération du Grand Abidjan.

Ce résultat montre une très forte disparité spatiale des précipitations sur le territoire du Grand Abidjan. On note que pour cette date les valeurs les plus fortes sont situées sur le district d'Abidjan, secteur le plus densément peuplé de la zone et régulièrement affecté par les aléas inondation et glissement de terrain. Il s'agit ici d'un résultat préliminaire et cette disparité spatiale reste à étudier sur l'ensemble de la période propice au risque afin, d'une part, de mettre en évidence ou non un phénomène d'occurrence spatiale de l'aléa et, d'autre part, d'alimenter une méthode pour réaliser une carte de susceptibilité au risque inondation.

Conclusion

Les résultats obtenus montrent un biais positif sur les données GPM qu'il a été nécessaire de corriger, ce qui permet d'obtenir des valeurs représentatives de la pluviométrie sur l'ensemble de la zone d'intérêt. Le recours aux PPS notamment dans les zones faiblement couvertes par les réseaux de stations au sol s'avère donc être pertinent pour l'étude des risques liés aux aléas pluvieux dans ce domaine géographique ouest-africain. Applicable sur les régions couvertes par de faibles réseaux de stations au sol, et disposant de courte échelle temporelle, la méthode est aussi transposable d'une région à une autre. Néanmoins, son utilisation ouvre des perspectives assez intéressantes relatives à l'utilisation de d'autres modes de correction de biais sur les données satellitaires. La méthode du « Quantile-Mapping » est pressentie pour des recherches ultérieures à visée comparative. Les résultats issus de ces analyses nous permettront d'alimenter à terme une analyse multicritère du risque d'inondation dans le Grand Abidjan.

Remerciement

Nos remerciements vont à l'endroit des scientifiques du projet ORIESA. Leur travail pour la diffusion de ces données pluviométriques est d'une grande aide dans la réalisation de nos travaux.

Bibliographie

- BENNETT J., GROSE M., POST D., LING F., CORNEY S., BINDOFF N.**, 2011, *Performance of quantile-quantile bias-correction for use in hydroclimatological projections*.
- BERGES J.-C.**, 2019, « GPM, le programme Global Precipitation Measurement (NASA/JAXA) – fondements théoriques et accès à la base de données », *Climatologie*, 16, p. 23-51. doi:10.4267/climatologie.1374
- BONNET E.**, 2016, « Innover dans l'acquisition des données en Afrique », *Afrique contemporaine*, 258(2), p. 152-153. doi:10.3917/afco.258.0152
- BROCHART D., ANDREASSIAN V.**, 2014, « Correction des estimations des pluies par satellite pour les bassins versants de Guyane française ».
- DAMOME E.**, 2018, « Opportunités et difficultés du développement des archives ouvertes pour la communication publique : la situation en Afrique subsaharienne », *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 12. doi:10.4000/rfsic.3491
- ERAZO B., BOURREL L., FRAPPART F., CHIMBORAZO O., LABAT D., DOMINGUEZ-GRANDA L., MATAMOROS D., MEJIA R.**, 2018, « Validation of Satellite Estimates (Tropical Rainfall Measuring Mission, TRMM) for Rainfall Variability over the Pacific Slope and Coast of Ecuador », *Water*, 10(2), p. 213. doi:10.3390/w10020213
- KOUKI S.**, 2022, « Valorisation de la précipitation satellitaire pour l'amélioration de la modélisation et de la prévision hydrologique », p. 168.
- OCDE, CLUB DU SAHEL ET DE L'AFRIQUE DE L'OUEST**, 2020, *Dynamiques de l'urbanisation africaine 2020: Africapolis, une nouvelle géographie urbaine*, OECD, Cahiers de l'Afrique de l'Ouest. doi:10.1787/481c7f49-fr
- RAUCH M., BLIEFERNICHT J., LAUX P., SALACK S., WAONGO M., KUNSTMANN H.**, 2020, « Probabilistic Forecasts of the Onset of the Rainy Season using GlobalSeasonal Forecasts », EGU General Assembly-2020, 2020.
- TAREK M., BRISSETTE F. P., ARSENAULT R.**, 2020, « Large-Scale Analysis of Global Gridded Precipitation and Temperature Datasets for Climate Change Impact Studies », *Journal of Hydrometeorology*, 21(11), p. 2623-2640. doi:10.1175/JHM-D-20-0100.1
- VAN BELLE J.-P., LÄMMERHIRT D., IGLESIAS C., MUNGAI P.**, 2018, « Rapport 2018 sur la révolution des données en Afrique. Statut et impacts émergents des données ouvertes en Afrique », *UNECA*.
- ZAHIRI E., SÉGUI S., KACOU M., KAMAGATÉ B., DAO A., PERRIN J.L., KOFFI S.E., GUILLIOD M.**, 2021, "Daily rainfall in Abidjan district (Côte d'Ivoire) (2015-)", <https://doi.org/10.23708/AN9SKZ>, DataSuds, V6. [Données téléchargées le 18/04/2022]