

# Evolution des indices de précipitations dans le bassin versant du Bandama de 1989 à 2018

Alioune Badra KONE <sup>\*2</sup>, Vami Hermann N'GUESSAN BI <sup>\*2</sup>, Loukou André Jérôme KOUAKOU <sup>\*2</sup>, José Ricardo KOUAKOU <sup>\*2</sup>

1 LAPAMF-African Centre of Excellence on Climate Change, Biodiversity and Sustainable Development, Université Félix Houphouët Boigny, 22 B.P. 582 Abidjan 22  
2 Laboratoire Mixte International Nexus (LMI NEXUS), Université Félix Houphouët Boigny, Bingerville, 22 BP 463 Abidjan 22 Ivory Coast

3 IRD, CNRS, Grenoble INP, IGE, University Grenoble Alpes, Grenoble F-38000, France;



## BACKGROUNDS

Le bassin versant du Bandama s'étend du Nord au Sud de la Côte d'Ivoire entre les latitudes 5°14' et 10°21' N et les longitudes 4° et 7°W. C'est une zone à fort potentiel agricole, influencée par les variations et les changements climatiques qui agissent sur les rendements des cultures. L'objectif de cette étude est d'analyser la dynamique des indices de pluies extrêmes ET-SCI à partir des données pluviométriques des trois dernières décennies (1989 à 2018) à l'aide du logiciel ClimPACT2. Cette étude révèle une baisse de la tendance des indices suivant: nombre de jours de pluie consécutifs (CWD), nombre de jours de pluie (R1mm) et le nombre de jours secs consécutifs (CDD). Par contre on observe une hausse la pluviométrie totale annuelle cumulée (PRCPTOT). En général, l'ensemble du bassin connaît une diminution des fréquences des précipitations ainsi que des séquences sèches et une augmentation des quantités de précipitations.

## DATA AND METHODOLOGY

Les données mesurées par les instruments au sol sont rare en Afrique. Pour contourner ces problèmes de lacunes et de données manquantes, les jeux donnés de réanalyse- ou les données de satellites sont utilisés. Dans le cas de cette étude, les données satellitaire CHIRPS ont été utilisées. Les variables d'analyse sont les précipitations prises à pas de temps journalière. Elles partent de 1981 à 2020. Ces données sont disponible en téléchargement sur le site <https://iri.columbia.edu/>. Plusieurs logiciels ont été utilisés pour le traitement des donnés. Ce sont le logiciel climact2-master pour le calcul des indices climatique. Le logiciel Excel pour la validation des données, pour le rangement le calcul des statistiques ainsi que la réalisation des courbes de tendances. Le logiciel Qgis pour la spatialisation des résultats.

### Calcul des indices

Les indices ont été calculés suivant les étapes suivantes :

Contrôle des données ; Contrôle de qualité (QC) ; Calculer les indices climatiques ; Spatialisation.

### Contrôle des données

Un test d'homogénéité est préalablement fait. Ce test permet de détecter des ruptures dans la série chronologique des données afin de montrer si les données proviennent d'un ou plusieurs régimes pluviométriques.

### Contrôle qualité

Pendant cette étape les programmes informatiques (ClimPACT2 master) calculent le pourcentage des lacunes dans le jeu de donnée. Les indices ne sont calculés que lorsque la proportion des lacunes contenues dans les données est inférieure à 25% (Zhang X. et al., 2004).

### Calcul des indices

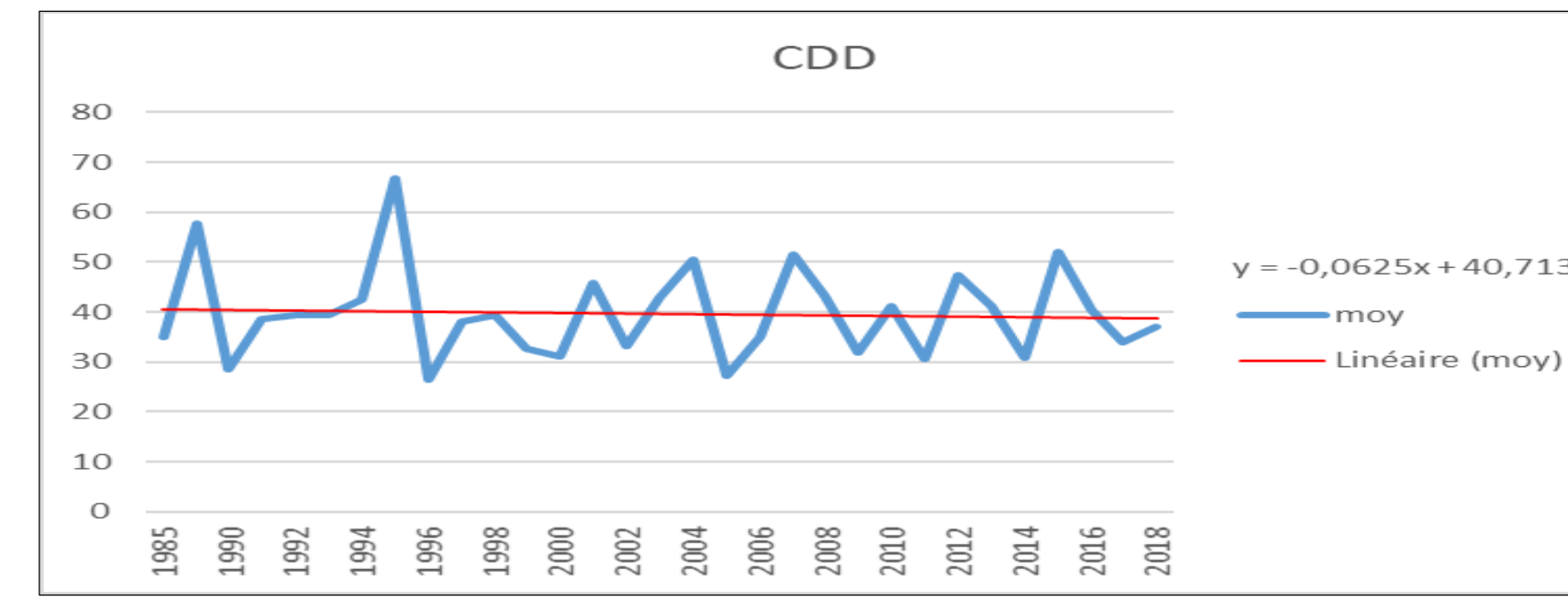
Le programme climact2 master calcul 63 indices dont 15 indices pour les précipitations et 48 indices pour les températures. Les indices de températures sont constitués indices basés sur les absolues de températures, les percentiles et les indices de fréquences. Pour cette étude seule les indices de températures absolus ont été considérés. Ces indices sont listés dans le tableau ci-dessous

### Spatialisation

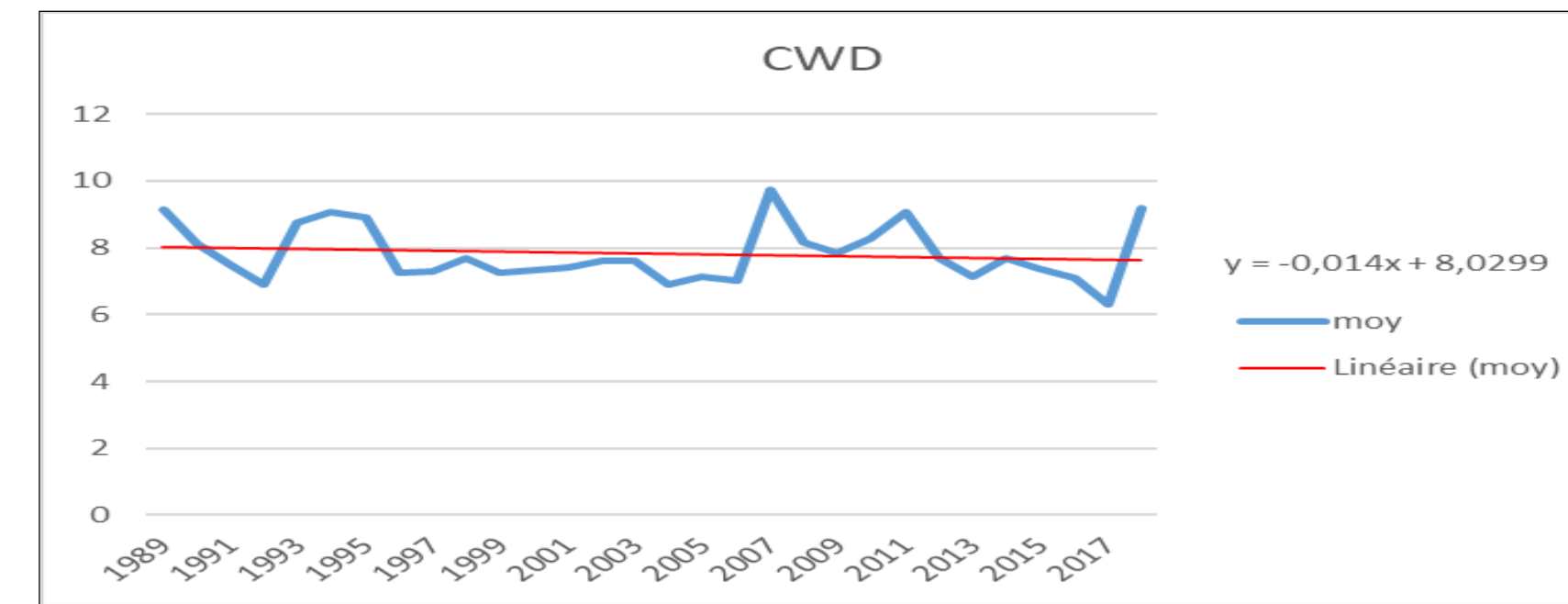
Dans le but d'étudier leurs variabilités spatio-temporelle et de faire une analyse qualitative, les indices calculés ont été rangées en décennie et interpoler par la méthode de Krigeage. Le krigeage est une technique géostatistique de modélisation et d'interpolation permettant, à partir de données ponctuelle, d'obtenir une représentation homogène des informations étudiées (Baillargeon, 2005).

## RESULTS AND DISCUSSION

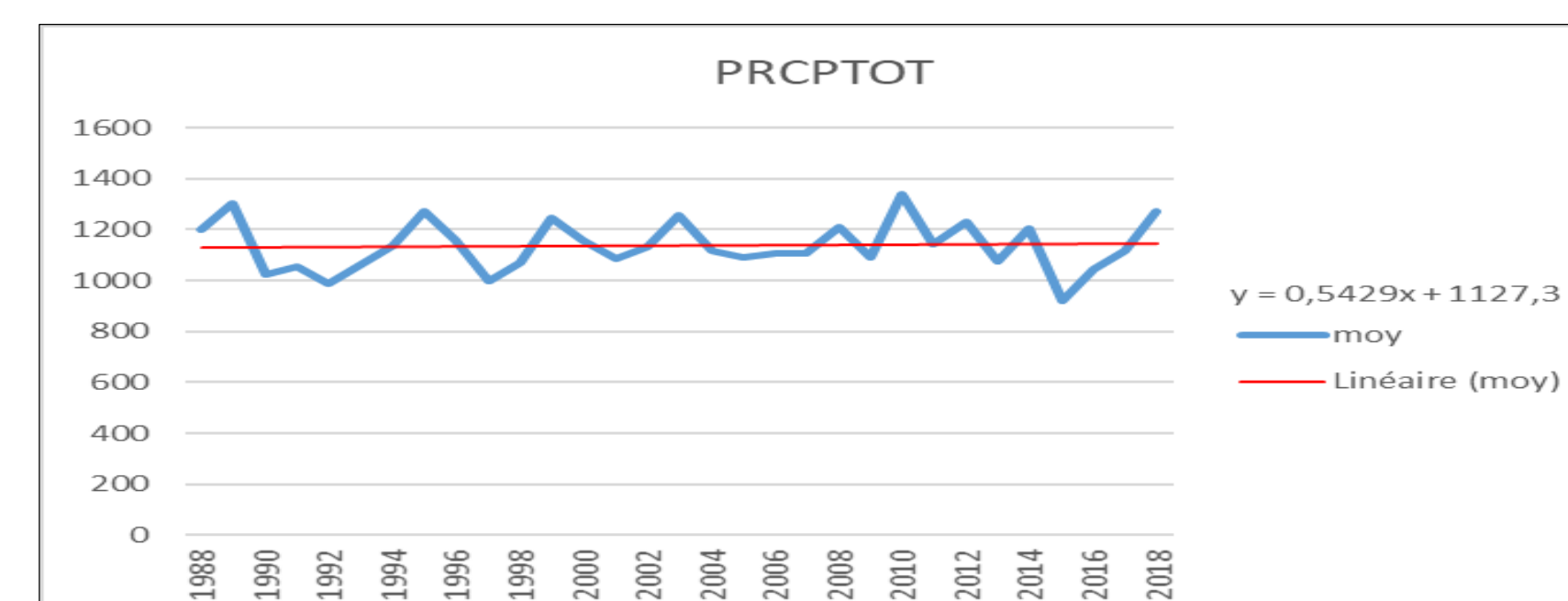
Statistique CDD	1989_1998	1999_2008	2009_2018
Nb. d'observations	126	126	126
Nb. de valeurs manquantes	0	0	0
Minimum	27,9	25,9	28,4
Maximum	67	67,4	67,7
1er Quartile	36,725	32,3	34,525
Médiane	41,3	36,7	37,65
3ème Quartile	47,025	44,875	41,9
Moyenne	42,0222222	38,9277778	39,2468254
Variance (n-1)	62,5361422	69,4074622	65,4428298
Ecart-type (n-1)	7,90797965	8,3311141	8,08967427



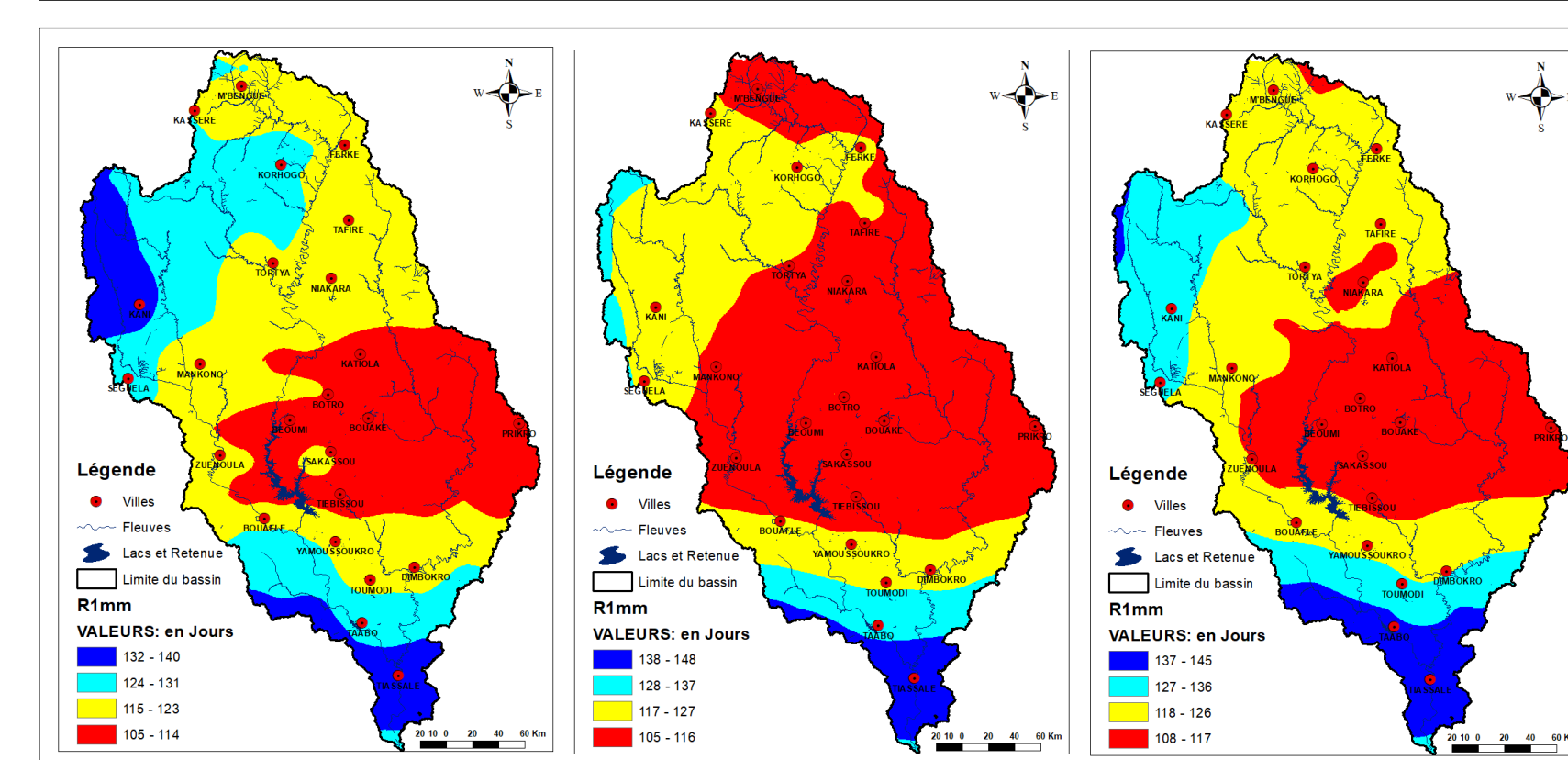
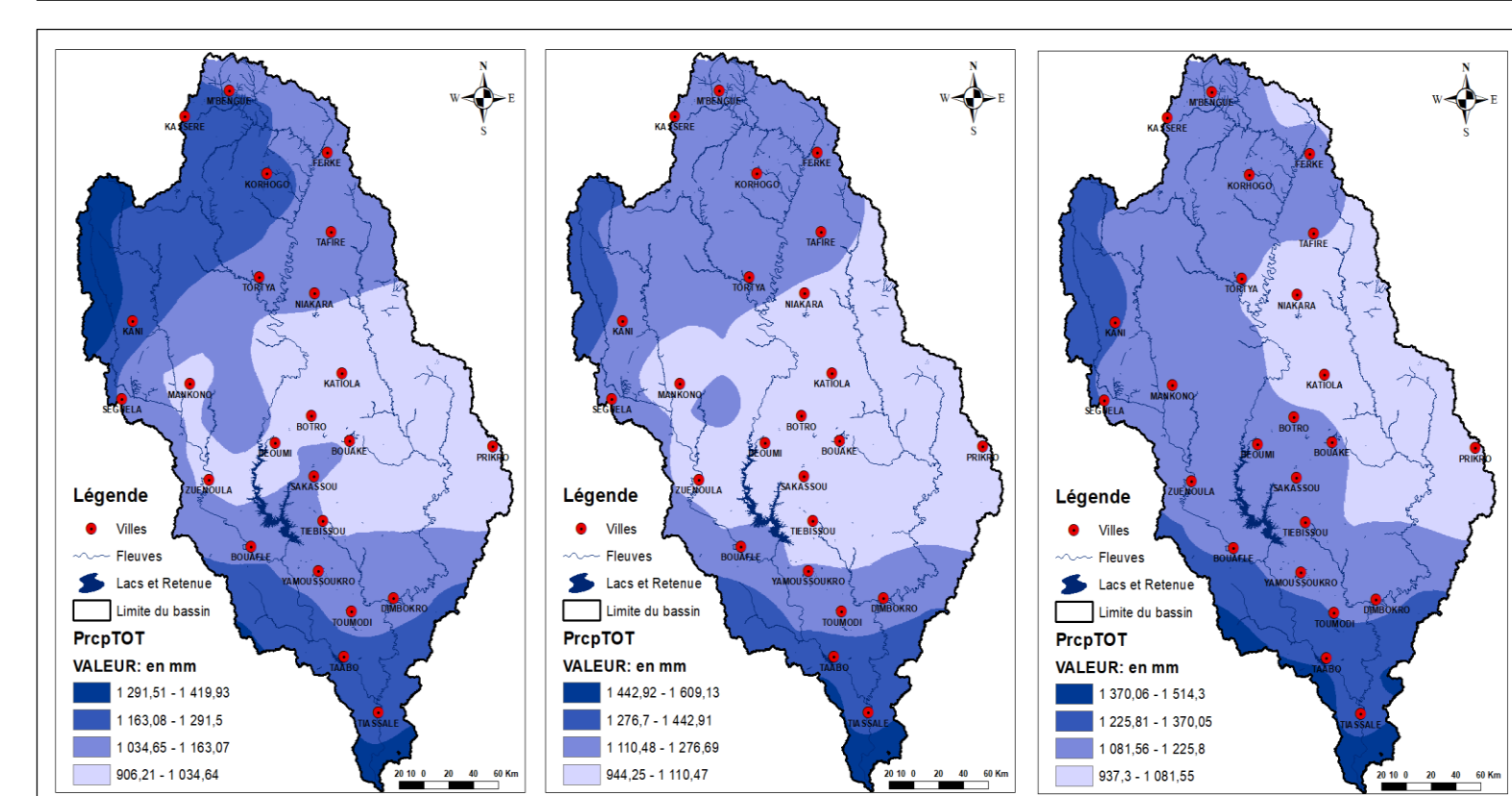
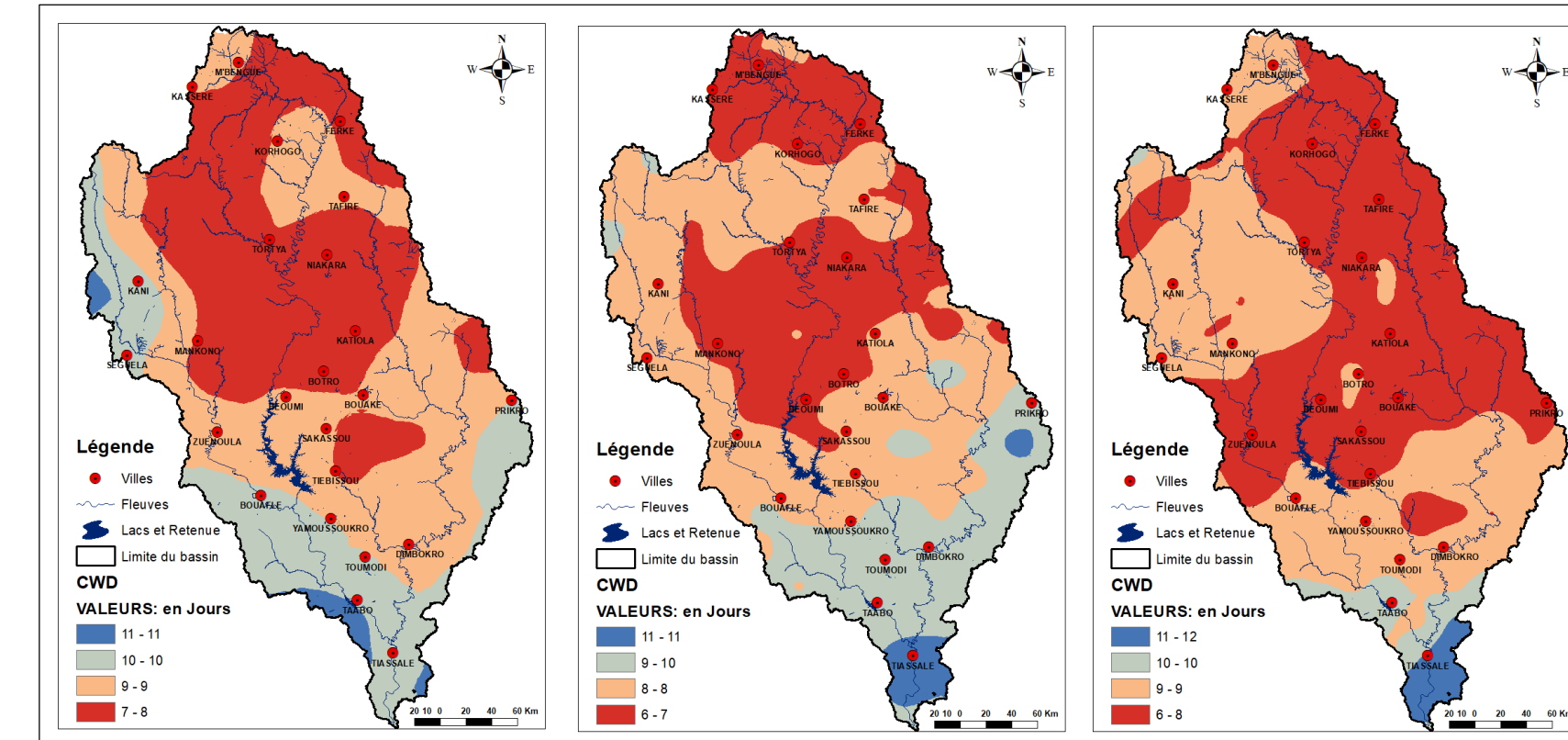
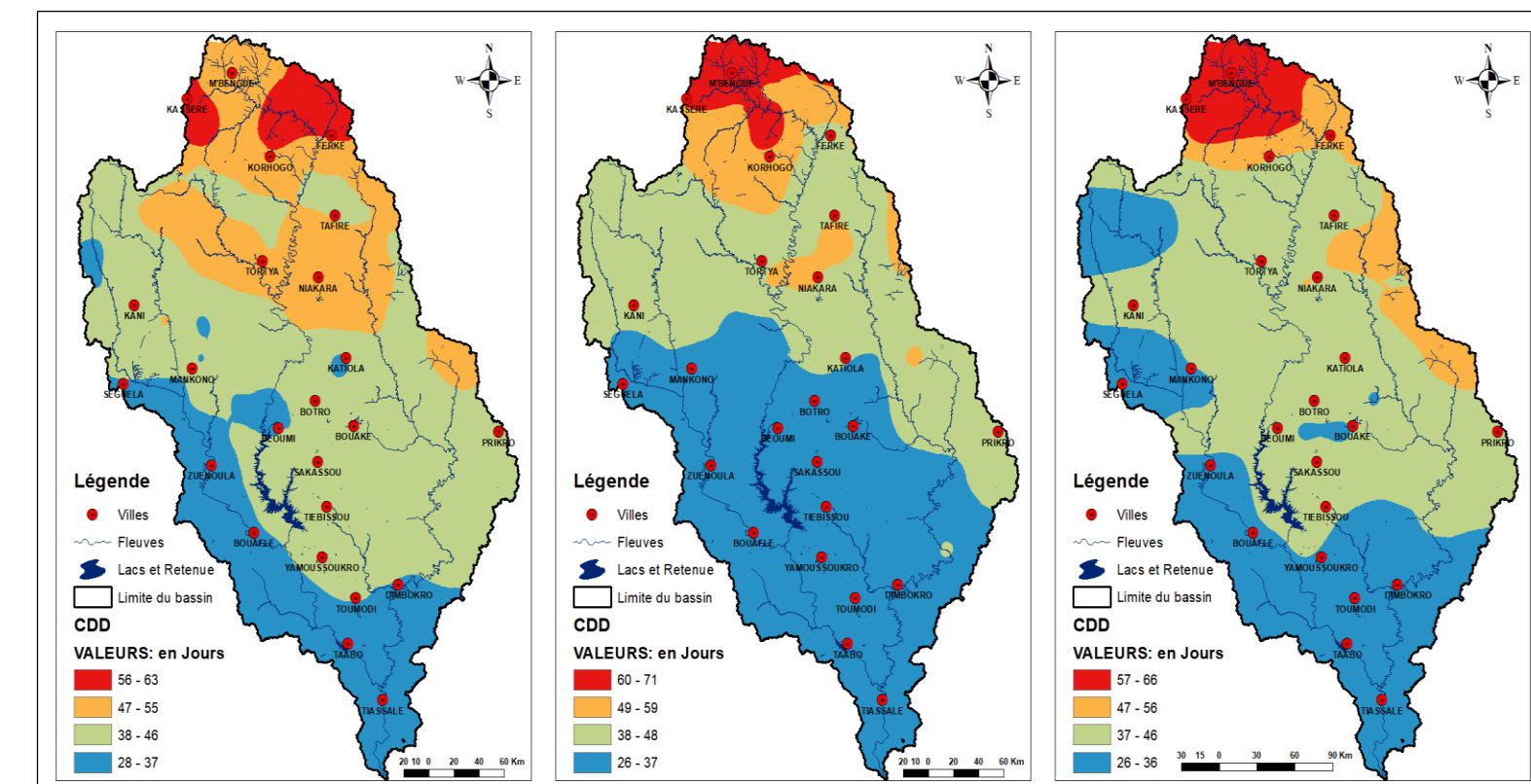
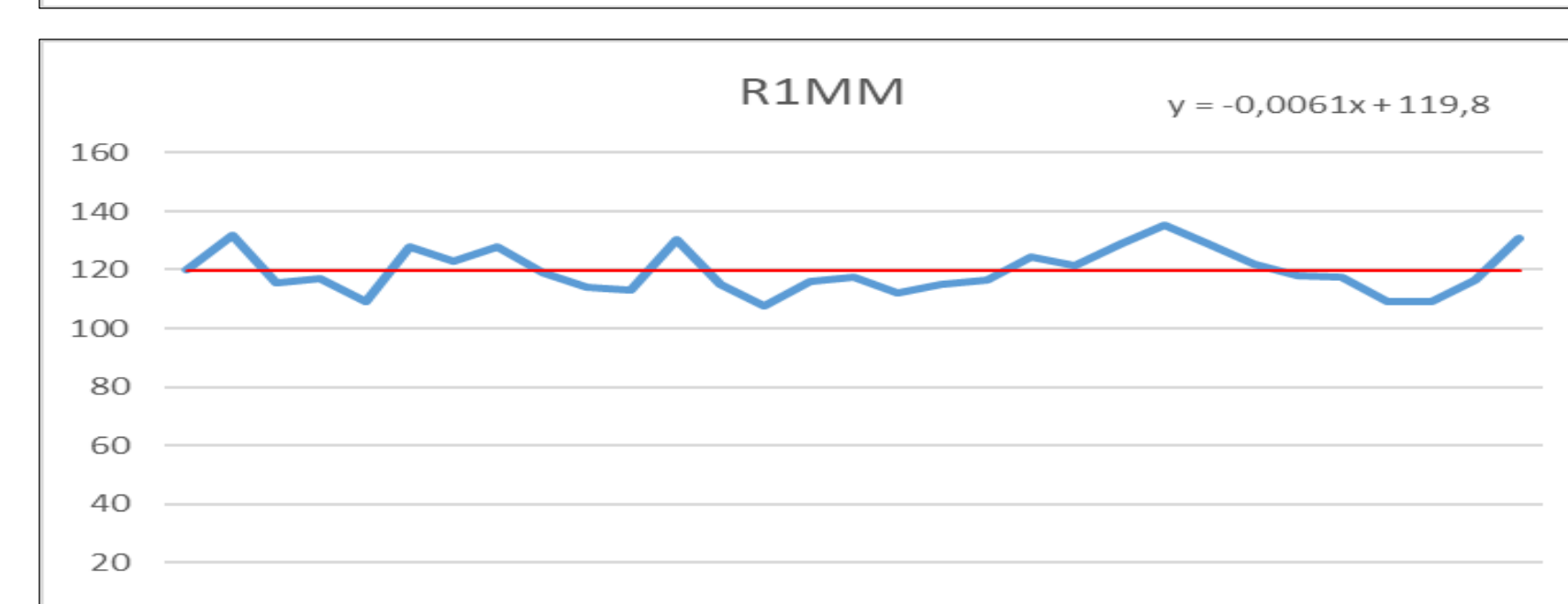
Statistique CWD	1989_1998	1999_2008	2009_2018
Nb. d'observations	126	126	126
Nb. de valeurs manquantes	0	0	0
Minimum	6,4	5,5	6
Maximum	10,8	10,2	11,8
1er Quartile	7,5	6,9	7
Médiane	8,1	7,5	7,5
3ème Quartile	8,775	8,2	8,075
Moyenne	8,13968254	7,57142857	7,65952381
Variance (n-1)	0,7790527	0,85277714	1,05522857
Ecart-type (n-1)	0,88263962	0,92345933	1,02724319



Statistique PRCPTOT	1989_1998	1999_2008	2009_2018
Nb. d'observations	126	126	126
Nb. de valeurs manquantes	0	0	0
Minimum	929,277541	916,376876	953,344454
Maximum	1418,35617	1530,9993	1504,45318
1er Quartile	1041,13889	1042,68745	1078,03939
Médiane	1107,02051	1122,58295	1120,71903
3ème Quartile	1194,6253	1221,31793	1169,86736
Moyenne	1119,35404	1137,19077	1138,09954
Variance (n-1)	11401,1485	15969,2133	11138,3815
Ecart-type (n-1)	106,776161	126,369353	105,538531



Statistique R1MM	1989_1998	1999_2008	2009_2018
Nb. d'observations	126	126	126
Nb. de valeurs manquantes	0	0	0
Minimum	106,2	104	108
Maximum	142,6	144,7	140,8
1er Quartile	113,475	110,8	115,325
Médiane	119,95	114,75	118,8
3ème Quartile	126,175	120,475	125,1
Moyenne	120,562698	116,857937	120,596032
Variance (n-1)	70,4225175	68,7131765	60,2346241
Ecart-type (n-1)	8,39181253	8,28934114	7,76109684



Sur le bassin, les résultats montrent une augmentation du PRCPTOT (0.5mm par an sur les trente dernière année), une diminution des jours secs (CDD) et humides (CWD) consécutifs ainsi que le nombre de jours pluvieux (R1mm). La fréquence des précipitations (augmentation du CWD) et de l'intensité (augmentation du PRCPTOT) témoignent d'une irrégularité des précipitations du fait de la non uniformité des événements pluvieux. Effet Servat et al., 1998 ont montré que les déficits pluviométriques calculés en référence aux ruptures identifiées sont généralement inférieurs à 20%. En Afrique de l'Ouest, ces déficits pluviométriques sont de l'ordre de 20%, mais peuvent parfois être supérieurs à 25%. D'autres travaux sur le bassin versant du N'zi, a aussi confirmé les conclusions des travaux antérieurs cités selon lesquelles:

- l'amplitude du phénomène n'est pas uniforme ;
- toutes les périodes de l'année ont subi une diminution des précipitations ;
- le déroulement des saisons des pluies semble un peu modifié ;
- le nombre annuel de jours de pluie a baissé ;
- les hauteurs précipitées ont fortement diminué. Brou,2005 et Kouassi Amani, 2008 .

Dans le même ordre d'idée, Mahé et al. (2000) et Mahé (2009) soulignent une baisse de plus de 80 % des débits du Bani à Douna au Mali depuis les années 50, conséquences de la diminution persistante des pluies depuis 1970- 1978. En dehors de la zone ouest-africaine, les effets de la variabilité climatique ont atteint l'Afrique du Nord. En Algérie, les travaux de H. Meddi et M. Meddi (2009) montrent une baisse des précipitations annuelles qui dépasse 36 % dans la région de Mascara et à l'extrême ouest.

Aussi les cartes montrent la baisse également du nombre jour sec consécutif à tout dans le centre du bassin avec des valeurs de CDD comprise entre 37 et 46 jours dans la zone de Tiebissou, Sakassou et Bouaké. Les déficits pluviométriques les plus élevés sont enregistrés dans le Nord du bassin qui correspond à la zone à climat soudanien. En dessous de cette zone, les déficits pluviométriques sont faibles. Des études sous régionales ont également démontré que l'Afrique de l'ouest a connu une hausse significative des températures maximales (Abatan et al., 2016; Barry et al.,2017). Nos résultats sont également en accord avec les travaux de Donat et al, 2013 ainsi que ceux de Morak et al, 2013 qui ont mis en évidence d'importants changements généralisés dans les extrêmes de température correspondant au réchauffement à l'échelle mondiale accentué ces deux dernières décennies. Tous ces travaux ne font confirmer les résultats obtenus après l'analyse des données.

## CONCLUSION AND PERSPECTIVES

L'étude analyse les tendances et la répartition spatial des indices de précipitations extrêmes dans le bassin du Bandama. Quatre indices recommandés par l'ETCCDI ont été calculés sur la période 1989 à 2018 à l'aide du logiciel ClimPACT2. Ainsi, l'analyse montre une diminution générale du nombre de jours de pluie consécutifs, du nombre de jours de pluvieux et du nombre de jour sec consécutif sauf pour les précipitations totales (PRCPTOT) qui augmentent sur toute la zone d'étude. Ces différentes tendances observées peuvent avoir un impact négatif sur la production agricole, les cultures de cette région étant fortement dépendantes des précipitations, notamment en termes de fréquence, de durée et d'intensité.

## REFERENCES

Abatan, A.A., Abiodun, B.J., Lawal, K.A., and Gutowski, W.J. (2016). Trends in extreme temperature over Nigeria from percentile-based threshold indices: TRENDS IN EXTREME TEMPERATURE INDEXES OVER NIGERIA. Int. J. Climatol. 36, 2527–2540

BROU Y. T. (2005). Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université des Sciences et Techniques de Lille, France, 212p.

Donat, M. G., Alexander, L. V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., Dunn, R. J. H., Willett, K. M., Aguilar, E., Brunet, M., Caesar, J., Hewitson, B., Jack, C., Klein Tank, A. M. G., Marengo, J., Peterson, T. C., Renom, M., Oria Rojas, C., Rusticucci, M., Salinger, J., Sclafani, A. S., Sekele, S. S., Srivastava, A. K., Trewhin, B., Villarreal, C., Vincent, L. A., Zhai, P., Zhang, X. & Kitching, S., 2013. Updated Analyses of Temperature and Precipitation Extreme Indices since the Beginning of the Twentieth Century: The Hadex2 Dataset. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 118, 2098-2118.

KOUASSI A. M. « Caractérisation d'une modification éventuelle de la relation pluie-débit en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire ». Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 210 p.

Mahé G., Olivry J. C., Dessouassi R., Orange D., Bamba F., Servat E., 2000, Relations eaux de surface-eaux souterraines d'une rivière tropicale au Mali. C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes, 330, p. 689-692.

Mahé G., 2009. Surface/groundwater interactions in the Bani and Nakambe rivers, tributaries of the Niger and Volta basins, West Africa. Hydrol. Sci. J., 54, p. 704-712.

Meddi H., Meddi M., 2009, Variabilité des précipitations annuelles du Nord-ouest de l'Algérie. Sécheresse, vol. 20, n° 1, p. 57-65.

SERVAT E., PATUREL J. E., KOUAME B., TRAVAGLIO M., OUEDRAOGO M., BOYER J. F., LUBES-NIEL H., FRITSCH J. M., MASSON J.M., MARIEU B. (1998). Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et centrale. IAHS Publication, n°252, pp.323-337.

## ACKNOWLEDGMENT

Les auteurs remercient tous les dirigeants de l'IRD, de l'UNIVERSITE FELIX HOUPHOUET BOIGNY du CCBAD, tous les acteurs du projet LMI-NEXUS ainsi que leurs collaborateurs.

