

## **Variation de l'humidité mensuelle de l'air sur le littoral ivoirien en période de déficit pluviométrique**

**Vamoryba FADIKA\*, Amidou DAO, Dabissi Djibril NOUFÉ, Kanon ÉLISSÉE  
et Bamory KAMAGATÉ**

*Université Nangui Abrogoua, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Laboratoire Géosciences et Environnement, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

\* Correspondance, courriel : [favamory@gmail.com](mailto:favamory@gmail.com)

### **Résumé**

Ce travail porte sur les variations de l'humidité de l'air d'une période humide à une période déficitaire de la pluviométrie sur le littoral situé au sud de la Côte d'Ivoire. La démarche méthodologie pour y parvenir consiste à l'application du test de stationnarité de Pettitt aux séries de hauteurs de pluie annuelle puis à la caractérisation des variations de certains paramètres liés à l'humidité de l'air en période de déficit pluviométrique. Les résultats montrent l'apparition de ruptures de stationnarité en 1982 sur les séries pluviométriques de Sassandra, Abidjan et Adiaké et en 1994 sur celle de Tabou. Des déficits de 19 % à 30 % de la pluviométrie sont notés après ces ruptures. Pendant ces périodes déficitaires les moyennes mensuelles de température augmentent jusqu'à  $+0,8^{\circ}\text{C}$  et celles de l'humidité relative baissent jusqu'à -5 %. Les plus importantes variations de températures sont observées à Abidjan et celle de l'humidité à Tabou. Les indices d'aridité de Martonne et pluviométrique annuel de Moral baissent respectivement de 18 à 25 % et de 21 à 29 % en périodes de baisse de la pluviométrie. Ces deux indices indiquent une stabilité du climat équatorial pendant ces périodes sur le littoral ivoirien sauf en 1990 et 1998 à Sassandra où l'ambiance climatique devient tropicale. Les variations de ces paramètres climatiques peuvent fragiliser un secteur économique comme l'agriculture.

**Mots-clés :** *humidité de l'air, déficit pluviométrique, température, littoral, Côte d'Ivoire.*

### **Abstract**

**Variation of the monthly humidity of air over the ivory coast in a period of pluviometric deficit**

This work focuses on changes in the humidity of the air from a wet period to a deficit period of rainfall on the coastline in southern Côte d'Ivoire. The methodological approach to achieve this is to apply the Pettitt stationarity test to the annual rainfall series and then to characterize changes in some parameters related to air humidity during periods of rainfall deficiency. The results show the appearance of stationarity ruptures in 1982 on the rainfall series of Sassandra, Abidjan and Adiaké and in 1994 on that of Tabou. Deficits of 19 % to 30 % of rainfall are noted after these ruptures. During these deficit periods, the monthly average temperatures increase up to  $+0.8^{\circ}\text{C}$  and the relative humidity up to -5 %. The most important temperature

variations are observed in Abidjan and that of humidity in Tabou. The aridity indices of Martonne and annual rainfall of Moral fall by 18 to 25 % and 21 to 29 % respectively in periods of falling rainfall. These two indices indicate a stability of the equatorial climate during these periods on the Ivorian coast except in 1990 and 1998 in Sassandra where the climatic atmosphere becomes tropical. Variations in these climatic parameters can weaken an economic sector such as agriculture.

**Keywords :** *air humidity, rainfall deficit, temperature, coastline, Côte d'Ivoire.*

## 1. Introduction

La température moyenne mondiale a augmenté de 0,85°C entre 1880 et 2012 avec le réchauffement de la terre et chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaudes à la surface de la terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850 [1]. Cela se perçoit par exemple par l'augmentation de l'amplitude thermique diurne et des séquences chaudes de même qu'une baisse des séquences fraîches dans l'année [2]. De plus, les projections des modèles climatiques prédisent d'importants changements climatiques pour le 21<sup>ème</sup> siècle dans le monde avec des impacts potentiels sur le cycle hydrologique. Ainsi, une augmentation de la température de 2 °C à 6 °C est prévue en Afrique de l'ouest à l'horizon 2100 [3, 4]. Les scientifiques réunis au sein du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) recommandent alors aux états une réduction des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de 45 % d'ici 2030 pour limiter l'augmentation de la température de la terre et donc les conséquences sur les écosystèmes [5]. Toutefois, une augmentation de la température du globe terrestre de 1,5 à 2°C provoquerait tout de même celle des séquences de sécheresse en Afrique de l'ouest [6]. En effet, une diminution de la pluviométrie est notée dans cette zone depuis la décennie 1970. Ainsi, une diminution des hauteurs d'eau accompagnée de raccourcissements des saisons s'observe en Côte d'Ivoire [7, 8, 9]. Le littoral ivoirien n'est pas en marge de cette évolution tout comme le reste de la zone qui bordent le Golfe de Guinée. Cet espace a connu une baisse tardive mais intense de la pluviométrie [10] notamment pendant les décennies 1980 et surtout 1990 [11], alors qu'en période de déficit pluviométrique l'humidité de l'air baisse [12]. Cette dernière est modulée par une température et une pluviométrie plus ou moins variables en Afrique selon le type de climat [13, 14].

En outre, les variations de la température et de l'humidité de l'air influencent la variabilité des régimes saisonniers de la pluviométrie [8, 15] duquel dépend fortement l'agriculture. Ces variations peuvent ainsi influencer de manière significative les conditions de vie des populations et des écosystèmes du littoral ivoirien. En effet, cette zone côtière un pôle économique assez important car les secteurs primaire et tertiaire qu'on y trouve représentent respectivement 22,7% et 51% du PIB [16]. Une étude des variations des paramètres climatiques de cet espace littoral s'avère donc nécessaire d'autant plus que les travaux antérieurs réalisés sur cette zone se sont peu intéressés à l'humidité de l'air. Les variations des paramètres climatiques notamment la température et l'humidité de l'air ont-elles affectées celle du régime de la pluviométrie du littoral de la Côte d'Ivoire. Ce travail a été initié pour trouver réponse à ces différents problèmes. Cet article a pour objectif de caractériser les fluctuations de l'humidité de l'air au niveau de la zone côtière ivoirienne dans un contexte de baisse de la pluviométrie et d'augmentation de la température.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel

#### 2-1-1. Présentation de la zone d'étude

Le littoral ivoirien s'étend sur une superficie de 32 960 km<sup>2</sup> et se localise entre les latitudes 4°00' et 5°30' Nord et longitudes 2°40' et 7°40' Ouest (**Figure 1**). La géomorphologie se compose d'un socle précambrien essentiellement granitique du cap des Palmes à Sassandra et de formations sédimentaires qui bordent les trois cinquièmes de la façade maritime. Les sols sont principalement de type ferralitiques, pseudopodzols de nappe, hydromorphes et formés sur des sables marins récents. La végétation est constituée de cultures, de forêt qui ne couvre plus qu'une faible surface, de savanes littorales, de mangroves, de palétuviers. Le climat est de type équatorial à quatre saisons dont deux saisons de pluies qui alternent avec deux saisons sèches. La grande saison des pluies se déroule d'avril à juillet, la petite saison sèche d'août à septembre, la petite saison des pluies d'octobre à novembre et la grande saison sèche de décembre à mars [9].

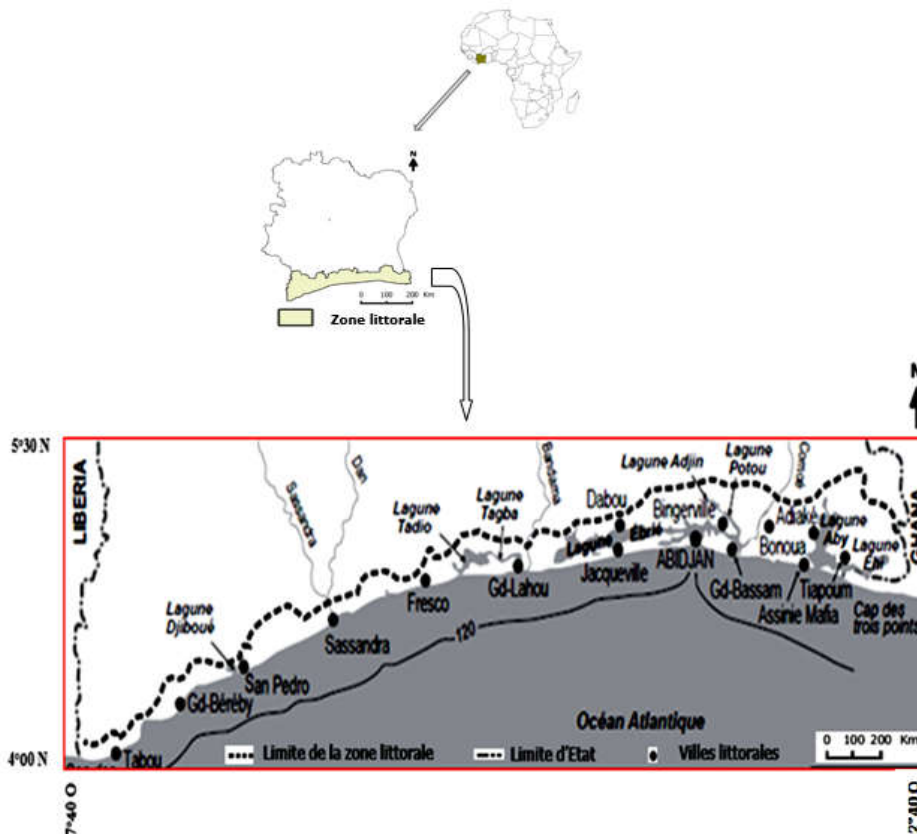


Figure 1 : Délimitation du littoral ivoirien [17]

#### 2-1-2. Données

Les données se composent des hauteurs de pluie annuelle, de valeurs mensuelles d'humidité relative et de températures moyennes mensuelles et annuelles des stations de Tabou, Sassandra, Abidjan et Adiaké sur la période 1950-2000. Ces données proviennent de la Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique.

## 2-2. Méthodes

La méthodologie consiste dans un premier temps à rechercher des changements significatifs (ruptures) et donc des tendances dans l'évolution temporelle des hauteurs de pluie annuelle sur le littoral ivoirien. Dans un deuxième temps, les variations de certains paramètres liés à l'humidité (indice d'aridité de Martonne, indice pluviométrique annuel de Moral, température et humidité relative moyennes) sont analysées par rapport à ces tendances.

### 2-2-1. Recherche de rupture de stationnarité dans les séries de hauteurs de pluie annuelle avec le test de Pettitt

Le test de Pettitt examine l'existence d'une rupture, à un instant inconnu, de la série à partir d'une formulation dérivée de celle de Mann-Whitney [18, 19]. Il consiste à découper la série principale de  $N$  éléments en deux sous séries à chaque instant  $t$  compris entre 1 et  $N - 1$ . La série principale présente une rupture à l'instant  $t$  si les deux sous séries ont des distributions différentes. L'hypothèse nulle  $H_0$ , de non rupture, est testée au moyen d'un test non paramétrique. Pour un risque  $\alpha$  de première espèce donné,  $H_0$  est rejetée si une certaine probabilité ( $\text{Prob}(K_N > k)$ ) calculée à partir de la série chronologique étudiée est inférieure à  $\alpha$ . On note (*Équation 1*):

$$\text{Prob}(K_N > k) \approx 2 \exp\left(-\frac{6k^2}{N^3 + N^2}\right) \quad (1)$$

La valeur de la probabilité ( $\alpha$ ) permet de déterminer le niveau de signification de la rupture ou son importance (*Tableau 1*).

**Tableau 1 : Probabilité associée au test de Pettitt**

| Probabilité associée  | Classe                     |
|-----------------------|----------------------------|
| $\alpha < 1\%$        | Rupture très significative |
| $1\% < \alpha < 5\%$  | Rupture significative      |
| $5\% < \alpha < 20\%$ | Rupture peu significative  |
| $\alpha > 20\%$       | Série homogène             |

Ce test a été choisi pour son utilisation dans de nombreuses études de détection de changement de la stationnarité, sa puissance, surtout en ce qui concerne le test de rupture sur la moyenne [19] et sa robustesse [18].

### 2-2-2. Indice d'aridité de Martonne

L'indice d'aridité de Martonne ( $I$ ) est un indicateur quantitatif du degré de manque d'eau, présent à un endroit donné. Cet indice a donc pour objectif de déterminer le degré d'aridité d'une région. Il s'exprime selon l'*Équation 2*:

$$I = \left(\frac{P}{T+10}\right) \quad (2)$$

$P$  étant la hauteur annuelle des précipitations en mm et  $T$  : la température moyenne annuelle en °C.

L'aridité est d'autant plus grande que la valeur de  $I$  sera plus faible :

- pour  $I < 10$ , le climat est aride ;
- pour  $10 \leq I \leq 20$ , le climat est semi-aride ;
- pour  $20 < I < 50$ , le climat est froid, tempéré ou tropical ;
- pour  $I > 50$ , le climat est équatorial ou montagnard.

### **2-2-3. Indice pluviométrique annuel de Moral**

L'indice pluviométrique annuel de Moral ( $IM$ ) est adapté à la certification des climats dans la zone intertropicale et est exprimé par ***l'Équation 3*** :

$$IM = \frac{P}{T^2 - 10T + 200} \quad (3)$$

$P$  étant la hauteur de pluie annuelle (en mm) et  $T$  la température moyenne annuelle (en °C)

- pour  $IM < 1$ , le climat est sec ;
- pour  $IM > 1$ , le climat est humide.

L'objectif est de savoir si le climat est toujours humide malgré le contexte pluviométrique déficitaire.

### **2-2-4. Température moyenne mensuelle**

La température moyenne mensuelle au niveau du littoral est un très bon indicateur dans le temps de l'évolution de l'humidité. ***L'Équation 4*** permet d'estimer ce paramètre :

$$T_m = \frac{\sum T_{moy}}{N} \quad (4)$$

$T_m$  étant la température moyenne mensuelle,  $T_{moy}$  la température moyenne journalière et  $N$  le nombre de jour du mois considéré.

### **2-2-5. Humidité relative**

L'humidité relative s'exprime en pourcentage et se définit comme le rapport de la quantité d'eau effectivement contenue dans l'air et la capacité d'absorption à une température donnée. Les variations temporelles de ce paramètre sont analysées.

## **3. Résultats**

### **3-1. Rupture de stationnarité**

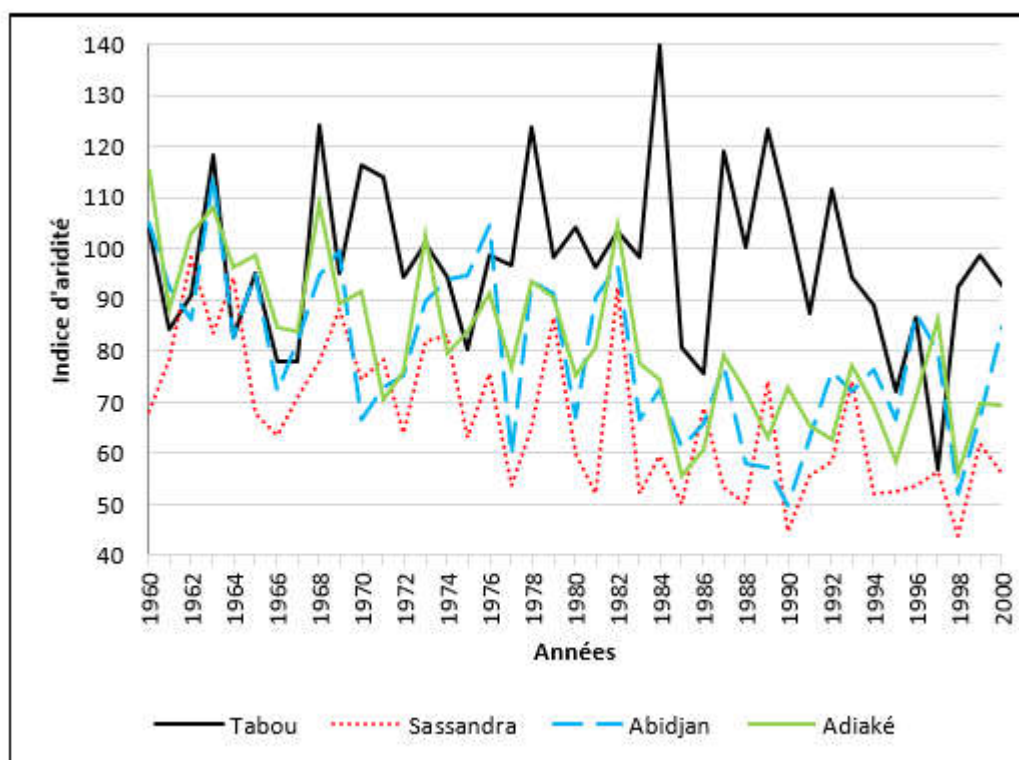
Le test de Pettitt fait apparaître trois ruptures de stationnarité très significatives en 1982 et une rupture significative en 1994 (***Tableau 2***). Les déficits pluviométriques sur les périodes consécutives aux ruptures varient de 26 à 30 % pour celles de 1982 et est de 19 % pour celle de 1994.

**Tableau 2 : Ruptures de stationnarité dans les séries de pluie sur la période 1950 - 2000**

| Stations  | Année de rupture | Ecart-moyen consécutif (%) | Classe de la rupture |
|-----------|------------------|----------------------------|----------------------|
| Tabou     | 1994             | -19                        | Significative        |
| Sassandra | 1982             | -30                        | Très Significative   |
| Abidjan   | 1982             | -26                        | Très Significative   |
| Adiaké    | 1982             | -27                        | Très Significative   |

### 3-2. Évolution de l'indice d'aridité de Martonne (I)

Les valeurs de l'indice d'aridité sont généralement supérieures à 50, caractéristique d'un climat de type équatorial (**Figure 2**). Cet indice est inférieur à 50 en 1990 et 1998 à la station de Sassandra où des valeurs respectives de 43,6 et 44,8 caractéristiques d'un climat tropical sont observées. Toutefois, une baisse moyenne de l'indice d'aridité est notée avec la baisse des hauteurs de pluie annuelle c'est à dire pendant la période consécutive à la rupture de stationnarité (**Tableau 3**). Les déficits de l'indice d'aridité sont de 18 % à Tabou et de 25 % sur le reste du littoral. Par ailleurs, les valeurs moyennes sur la période d'étude de l'indice d'aridité montrent que la station de Tabou semble moins aride que celle d'Adiaké qui est elle-même, moins aride que celle d'Abidjan. La station de Sassandra est la plus aride des stations étudiées (**Tableau 3**).

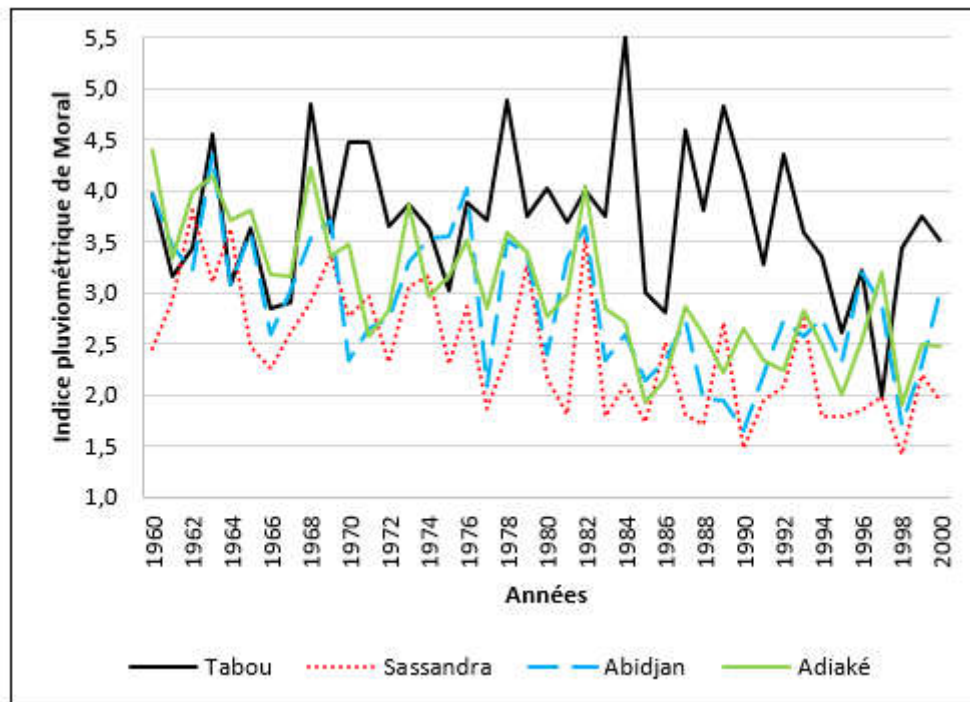
**Figure 2 : Évolution de l'indice d'aridité de Martonne sur le littoral de 1960 à 2000**

**Tableau 3 : Variations moyennes de l'indice d'aridité de Martonne**

|                                                     | Tabou | Sassandra | Abidjan | Adiaké |
|-----------------------------------------------------|-------|-----------|---------|--------|
| Indice d'aridité moyen sur la période 1960-2000     | 99,9  | 66,8      | 83,0    | 83,6   |
| Indice d'aridité moyen sur la période avant rupture | 102,1 | 74,9      | 90,9    | 91,6   |
| Indice d'aridité moyen après l'année de rupture     | 83,3  | 56,5      | 68,5    | 69,0   |
| Ecart-moyen consécutif (%)                          | -18   | -25       | -25     | -25    |

**3-3. Évolution de l'indice pluviométrique annuel de Moral**

Les indices pluviométriques de Moral (*IM*) sont supérieurs à 1, caractéristique d'un climat humide. Néanmoins, les valeurs de cet indice sont nettement en régression après 1982 (*Figure 3*). En effet, après cette année de rupture des déficits de l' *IM* de 21 % à Tabou et de 29 % respectivement à Sassandra, Abidjan et Adiaké (*Tableau 4*). Par ailleurs, la station de Tabou paraît plus humide que celle d'Adiaké qui est elle-même, plus humide que celle d'Abidjan. La station de Sassandra est la moins humide des stations étudiées avec une valeur moyenne plus faible de l'indice pluviométrique annuel de Moral (2,4). Les plus faibles de l' *IM* y sont observés aussi en 1990 (1,5) et 1998 (1,4) (*Figure 3*).



**Figure 3 : Évolution de l'indice pluviométrique de Moral sur le littoral de 1960 à 2000**

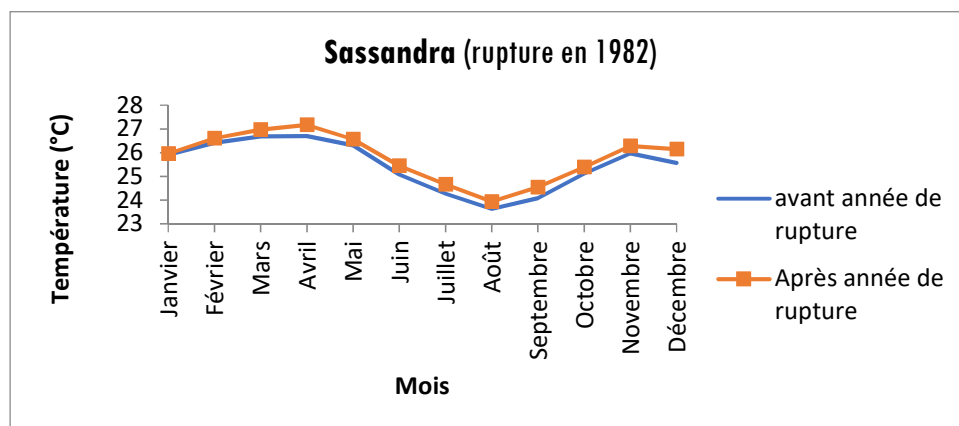
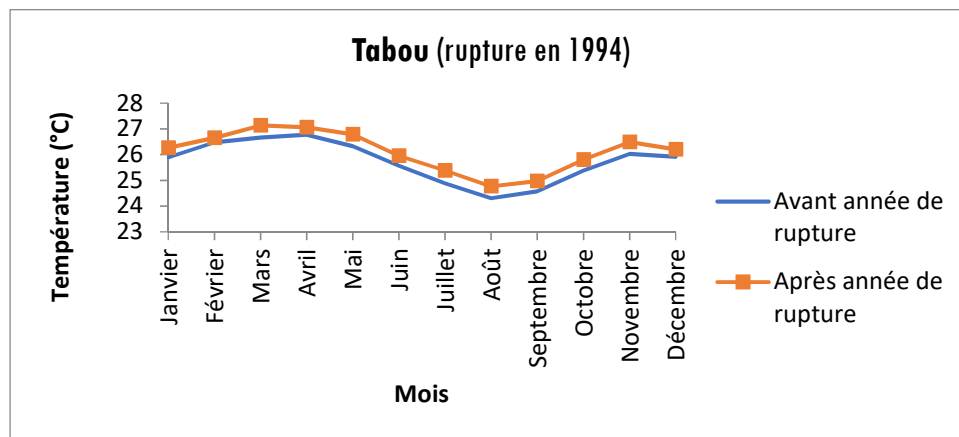


**Tableau 4 : Variations moyennes de l'indice pluviométrique annuel de Moral (IM)**

|                                           | Tabou | Sassandra | Abidjan | Adiaké |
|-------------------------------------------|-------|-----------|---------|--------|
| Moyenne d'IM sur la période 1960-2000     | 3,8   | 2,4       | 3,0     | 3,1    |
| Moyenne d'IM sur la période avant rupture | 3,9   | 2,8       | 3,4     | 3,5    |
| Moyenne d'IM sur la période après rupture | 3,1   | 2,0       | 2,4     | 2,5    |
| Ecart-moyen consécutif (%)                | -21   | -29       | -29     | -29    |

### 3-4. Évolution des moyennes mensuelles de température

Les moyennes mensuelles de températures augmentent sur le littoral ivoirien en périodes déficitaires c'est-à-dire après rupture (**Figure 4**). Les températures mensuelles augmentent de moins de 1°C des périodes excédentaires aux périodes déficitaires. Les variations les plus importantes de +0,8°C entre ces deux périodes sont obtenues à Abidjan. Les températures les plus basses sont observés en août (23,6 à Sassandra à 24,8 °C à Tabou) pendant la petite saison sèche. Les températures les plus élevées sont notées en avril (26,8 à Tabou à 28,4 °C à Abidjan) au début de grande saison des pluies. Les augmentations de températures varient de +0,3 à +0,7 °C pour ces mois en considérant station par station. Abidjan, Adiaké, Tabou et Sassandra est l'ordre décroissant au niveau des stations du degré d'augmentation de la température mensuel en moyenne.





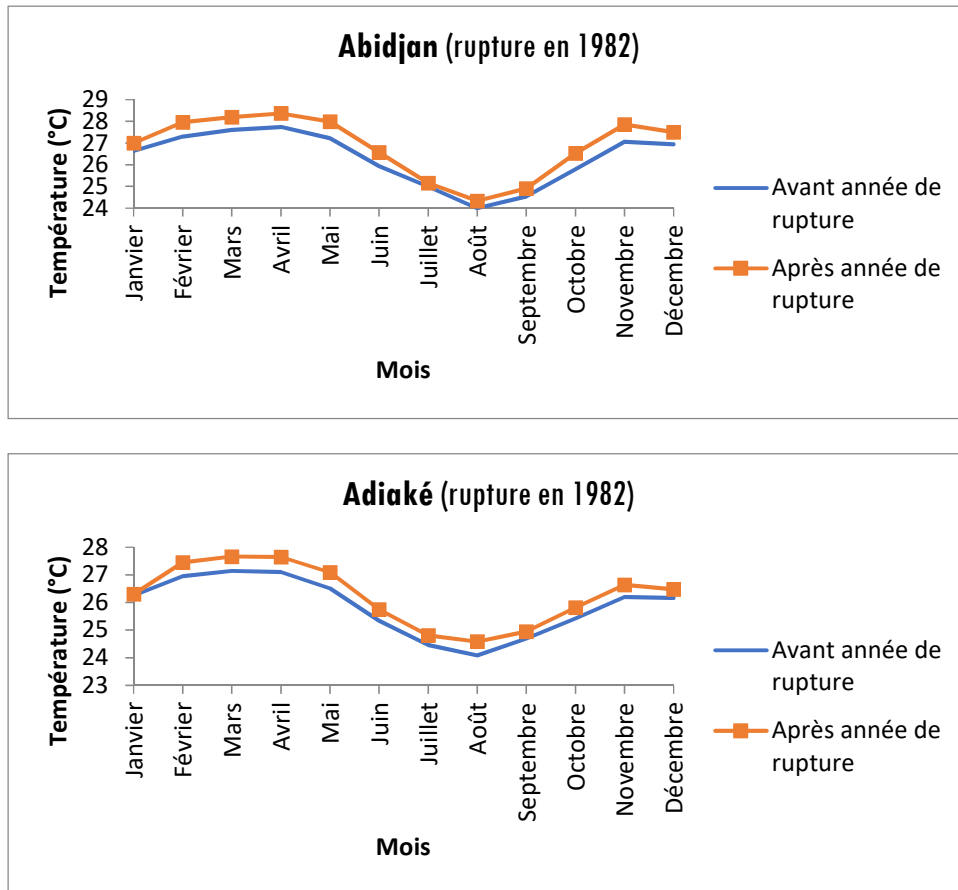
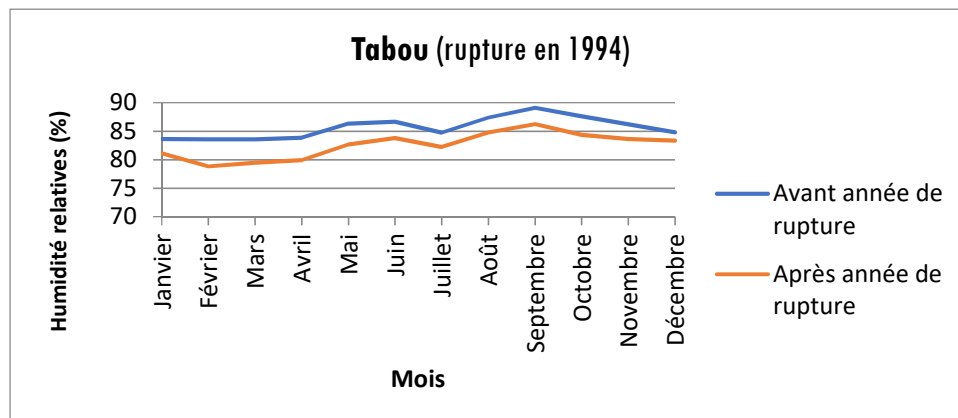
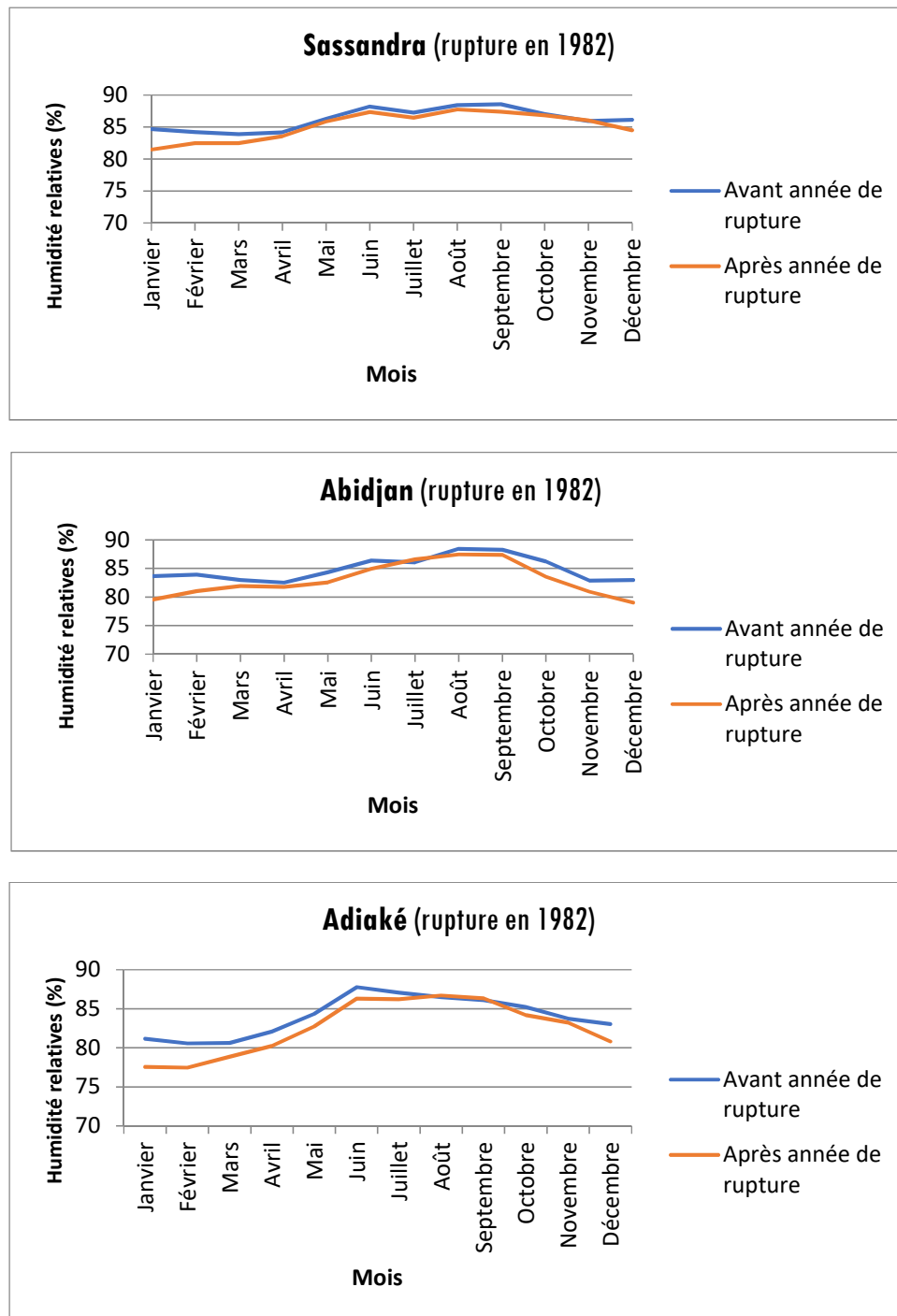


Figure 4 : Variation de la température moyenne mensuelle sur les périodes avant et après année de rupture

### 3-5. Évolution des moyennes mensuelles d'humidité relative

Les moyennes mensuelles d'humidité relative sur le littoral baissent en période déficitaire (*Figure 5*). Elles varient globalement en période déficitaire de 77 % à Adiaké à 83,6 % à Tabou et en période excédentaire de 86 % à Adiaké à 89,1 % à Tabou. L'humidité relative est élevée en septembre en petite saison des pluies où des diminutions de -1 à -3 % à chaque station en période déficitaire. L'humidité relative est plus faible généralement en janvier ou février en grande saison sèche où les diminutions sont plus importantes de -3 à -5 % à chaque station. En moyenne, le déficit d'humidité relative est plus net à la station de Tabou puis celles d'Abidjan, Adiaké et Sassandra.





**Figure 5 :** Variation de l'humidité relative moyenne mensuelle sur les périodes avant et après années de rupture

#### 4. Discussion

Les ruptures de stationnarité obtenues en 1982 et 1994 sur les séries de hauteurs de pluie annuelle du littoral ivoirien sont dites tardives [10, 20] car elles apparaissent après la période de rupture de la majorité des stations en Côte d'Ivoire 1966 - 1971 [10, 21]. Ces ruptures sont suivies de diminutions plus importantes que les 21 % observés en général sur la pluviométrie en Côte d'Ivoire. Seule la série de Tabou avec un déficit de

19 % ne respecte pas cette tendance, les trois autres séries de pluie du littoral ont en effet des déficits qui varient de 26 à 30 %. Ce comportement de la série de Tabou s'explique par le fait que les décennies 1970 et 1980 n'y soient pas déficitaires en pluviométrie. La pluviométrie ne baisse à cette station que pendant la décennie 1990 [9, 11] d'où l'obtention de la rupture en 1994 avec le test stationnarité de Pettitt. Cela confirme aussi que le comportement interannuel de l'espace littoral ivoirien se distingue de celui des régions intérieures [22]. Les valeurs de l'indice d'aridité obtenues à la Sassandra en 1990 et 1998 respectivement 43,6 et 44,8 caractérisent un régime climatique tropical alors qu'elle se situe en climat équatorial. La diminution de la pluviométrie et de l'humidité et une augmentation de la température sont la cause de cette modification climatique temporaire à Sassandra. En effet, en période déficitaire pluviométrique de l'humidité de l'air baisse [12]. Ainsi, une diminution de -1 à -5 % de l'humidité mensuelle moyenne de l'air de même qu'une augmentation de la température mensuelle moyenne jusqu'à +0,8°C sont notées aux stations du littoral ivoirien étudiées dans ce travail. Ces deux variations de ces deux paramètres influencent la variabilité des régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'ouest. Ces variations provoquent par exemple une baisse de la pluviométrie. Ainsi, un raccourcissement des saisons des pluies de 30 à 35 jours a été noté dans le bassin versant du N'zi en Côte d'Ivoire [8] de même que la réduction d'un mois de la grande saison des pluies à Tabou en période déficitaire [9]. Ces modifications saisonnières peuvent s'étendre à la réduction du nombre et/ou de la fréquence des jours de pluie et à la variation de la date de début et de fin des saisons culturales. Tout cela perturbe le calendrier cultural et provoque un plus faible rendement [7, 23, 24].

En outre, les populations migrent de plus en plus vers les zones forestières du Sud et de l'ouest de la Côte d'Ivoire où la pluviométrie est encore abondante, il en résulte une accélération la déforestation [7]. La diminution de la pluviométrie peut provoquer la réduction de la recharge des nappes d'eau souterraine comme au Centre-Est et Est de la Côte d'Ivoire où elle a baissé de 19 à 33 % [25, 26]. En effet, une réduction des mois de recharge de trois à deux puis à un est notée après rupture. Le manque de pluie n'arrive pas à contrer une forte évapotranspiration qui l'est encore plus avec l'augmentation de la température [26]. A Sassandra, la part des précipitations susceptible d'atteindre les nappes souterraines (infiltration efficace) qui atteignait 691 mm avant rupture, est tombé à 235 mm, soit une perte de 66 % [27]. Mais la période de déficit pluviométrique peut s'accompagner aussi d'augmentation de la hauteur d'eau enregistrée pendant certains mois comme en août qui serait caractéristique du Sud et surtout de l'ouest de la Côte d'Ivoire [22]. L'augmentation de la température et la baisse de l'humidité de l'air traduisent l'assèchement du climat au niveau du littoral ivoirien. L'augmentation de la température ferait suite à une augmentation de l'albédo consécutive à la déforestation provoquée par les activités humaines [28]. La réduction progressive du couvert forestier diminue les apports continentaux en vapeur d'eau à l'atmosphère. Cela contribue ainsi à la diminution de l'humidité de l'air en affaiblissant la mousson. Ainsi, la surexploitation de la forêt dans plusieurs régions littorales du Golfe de Guinée notamment comme celle de la Côte d'Ivoire accroît la régression des apports d'eau à l'atmosphère donc le déficit pluviométrique [21]. En outre, la forte urbanisation et l'industrialisation d'Abidjan réduiraient la couverture végétale et expliqueraient les écarts moyens de température plus élevées à Abidjan.

## 5. Conclusion

Ce travail permet de mettre évidence des périodes de diminution de la pluviométrie annuelle après la date de rupture de stationnarité de 1982 à Sassandra, Abidjan et Adiaké et celle de 1994 à Tabou. Des déficits de 19 à 30 % sont notés pendant ces périodes où les moyennes mensuelles de température augmentent jusqu'à +0,8 °C et celles d'humidité relative baissent jusqu'à -5 %. L'indice d'aridité de Martonne, indicateur

quantitatif du degré de manque d'eau dans un endroit, baisse dans ses conditions de 18 à 25 %. Mais cette diminution qui traduit une augmentation de l'aridité sur le littoral ivoirien n'affecte pas la nature du climat qui conserve sa caractéristique équatoriale sauf en 1990 et 1998 à Sassandra. Pendant ces deux années, l'indice d'aridité devient respectivement 43,6 et 44,8 caractéristiques d'un climat tropical. La station de Sassandra est la plus aride mais les plus fortes augmentations des températures mensuelles sont notées à celle d'Abidjan. Les plus grandes baisses d'humidité relative de l'air sont observées à Tabou.

## Références

- [1] - GIEC, Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. *Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, (2014) 161 p, [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_fr.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf)*
- [2] - K. N. D ATCHÉREMI, J. P. R. JOURDA, M. B. SALEY, K. J. KOUAMÉ, R. BALLIET, Etude de l'évolution des extrêmes pluviométriques et de température dans le bassin versant de rivière Davo (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire) à partir de certains indices du logiciel RCLIMDEX. *Larhyss Journal*, 36 (2018) 99 - 117
- [3] - P. ROUDIER, A. DUCHARNE and L. FEYEN, Climate change impacts on runoff in West Africa : a review. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18 (2014) 2789 - 2801, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01058894>
- [4] - K. E. KOUAKOU, B. T. A. GOULA and A. M. KOUASSI, Analyze of climate variability and change impacts on hydro-climate parameters : Case study of Côte d'Ivoire. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3 (2012) 1 - 8
- [5] - FUTURA, GIEC : que nous apprend le dernier rapport sur le réchauffement climatique ? *Futura planète* (2018), <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/climatologie-giec-nous-apprend-dernier-rapport-rechauffement-climatique-49406/>
- [6] - N. A. B. KLUTSE, V. O. AJAYI, E. O. GBOBANIYI, T. S. EGBEBIYI, K. KOUADIO, F. NKRUMAH, K. A. QUAGRAINE, C. OLUSEGUN, U. DIASSO, B. J. ABIODUN, K. LAWAL, G. NIKULIN, C. LENNARD and A. DOSIO, Potential impact of 1.5 °C and 2 °C global warming on consecutive dry and wet days over West Africa. *Environmental Research Letters*, 13 (2018). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aab37b/pdf>
- [7] - T. BROU, Variabilité climatique, déforestation et dynamique agro-démographique en Côte d'Ivoire. *Sécheresse*, 21 (1) (2010) 1 - 6
- [8] - A. M. KOUASSI, K. F. KOUAMÉ, Y. B. KOFFI, K. B. DJÉ, J. E. PATUREL et S. OULARÉ, Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'Zi (Bandama) en Côte d'Ivoire. *Cybergéo : European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage* 513 (2010) 29 p.
- [9] - V. FADIKA, *Variabilité hydroclimatique et modélisation hydrologique de quelques bassins versants côtiers du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire*. Thèse Unique de Doctorat, Université Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, (2012)
- [10] - J. E. PATUREL, E. SERVAT, B. KOUAMÉ, H. LUBÈS, J. MASSON, J.F. BOYER, M. TRAVAGLIO et B. MARIEU, Variabilité pluviométrique en Afrique humide le long du Golfe de Guinée. Approche régionale intégrée. *Variabilité climatique et variabilité des ressources en eau, PHI-V / Document technique en hydrologie*, 16 (1997) 1 - 31
- [11] - V. FADIKA, B. T. A. GOULA, F. W. KOUASSI, I. DOUMOUYA, K. KOFFI, B. KAMAGATE, I. SAVANE et B. SHROHOUROU, Variabilité interannuelle et saisonnière de l'écoulement de quatre cours d'eau de l'Ouest côtier de la Côte d'Ivoire (Tabou, Dodo, Néro et San pédro) Dans un contexte de baisse de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest. *European Journal of Scientific Research*, 21 (3) (2008) 406 - 418

- [12] - A. B. YAO, *Evaluation des potentialités en eau du bassin versant de la Lobo en vue d'une gestion rationnelle (Centre Ouest de la Côte d'Ivoire)*. Thèse Unique de Doctorat, Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire, (2015) 225 p.
- [13] - G. MAHÉ, J. C. OLIVRY, R. DESSOUASSI, D. ORANGE, F. BAMBA et E. SERVAT, Relations eaux de surface eaux souterraines d'une rivière tropicale eau Mali. *Centre de Recherche Académique. Paris*, 330 (2000) 689 - 692
- [14] - T. LEBEL et T. VISCHEL, Climat et cycle de l'eau en zone tropicale : un problème d'échelle. *Centre de Recherches des Géosciences*, 337 (2005) 29 - 38
- [15] - I. BOUBACAR, *Caractérisation des saisons des pluies au Burkina Faso dans un contexte de changement climatique et évaluation des impacts hydrologiques sur le bassin versant du Nakanbé*. Thèse de doctorat, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, (2013)
- [16] - ENCARTA, Côte d'Ivoire : données-clés de l'économie. *Microsoft Encarta 2009 [DVD]*. Microsoft Corporation (2008)
- [17] - A. N. G. KOUASSI, *Le tourisme littoral dans le sud-ouest ivoirien*. Thèse de doctorat, Université d'Abidjan, (2001)
- [18] - H. LUBÈS-NIEL, J. M. MASSON, E. SERVAT, J. E. PATUREL et J. F. BOYER, Caractérisation de fluctuations dans une série chronologique par application de tests statistiques. *Etude bibliographique, Rapport 3, Programme ICCARE. ORSTOM, Montpellier, France*, (1994) 125 - 155
- [19] - H. LUBÈS-NIEL, J. M. MASSON, J. E. PATUREL et E. SERVAT, Variabilité climatique et Statistique. Etude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques. *Revue des Sciences de l'Eau*, (1998) 383 - 408
- [20] - Y. T. BROU, *Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université des Sciences et Technologies de Lille, France, (2005) 226 p.
- [21] - E. SERVAT, J. E. PATUREL, H. LUBÈS-NIEL, B. KOUAMÉ, J. M. MASSON, M. TRAVAGLIO et B. MARIEU, Différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne. *Revue des sciences de l'eau*, 12 (2) (1999) 363 - 387
- [22] - S. BIGOT, Y. T. BROU, J. OSZWALD et A. DIEDHIOU, Facteurs de la variabilité pluviométrique en Côte d'Ivoire et relations avec certaines modifications environnementales. *Sécheresse* 6 (1) (2005) 5 - 13
- [23] - S. C. ATIDEGLA, H. D. KOUMASSI et E. S. HOUSSOU, Variabilité climatique et production maraîchère dans la plaine inondable d'Ahomey-Gblon au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(5) (2017) 2254 - 2269
- [24] - M. FAYE, A. FALL, G. FAYE et E. V. HECKE, La variabilité pluviométrique et ses incidences sur les rendements agricoles dans la région des Terres Neuves du Sénégal oriental. *Belgeo*, 1 (2018), <http://journals.openedition.org/belgeo/22083>
- [25] - E. A. ASSEMIAN, F. K. KOUAMÉ, É. V. DJAGOUA, K. AFFIAN, J. P. R. JOURDA, M. ADJA, T. LASM et J. BIEMI, Etude de l'impact des variabilités climatiques sur les ressources hydriques d'un milieu tropical humide : Cas du département de Bongouanou (Est de la Côte d'Ivoire). *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 26 (3) (2013) 247 - 261, <https://doi.org/10.7202/1018789ar>
- [26] - R. M. N FOSSOU, T. LASM, N. SORO, T. SORO, G. SORO, O.Z. DE LASME, D. BAKA, O. Z. ONETIE and R. OROU, Variabilité climatique et son impact sur les ressources en eaux souterraines : cas des stations de Bocanda et de Dimbokro au Centre-Est de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). *Larhyss Journal*, 21 (2015) 97 - 120
- [27] - T. D. SORO, N. SORO, Y. M. S OGA., T. LASM, G. SORO, K. E. AHOUSI et J. BIEMI, La variabilité climatique et son impact sur les ressources en eau dans le degré carré de Grand-Lahou (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire). *Physio-Géo*, 5 (2011) 55 - 73
- [28] - A. A. ASSANI, Analyse de la variabilité temporelle des précipitations (1916-1996) à Lubumbashi (Congo-Kinshasa) en relation avec certains indicateurs de la circulation atmosphérique (oscillation australe) et océanique (El Niño/La Niña). *Sécheresse*, 10 (4) (1999) 245 - 252