

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE L'OSCILLATION NORD ATLANTIQUE SUR LA VARIABILITÉ PLUVIOMÉTRIQUE EN GUINÉE

Siba HABA^{1*}, Zoumana BAMBA², Idrissa DIABY¹
et Tambada MANSARE²

¹ Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Faculté des Sciences, Département de physique, Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Energétique Appliquée (LEREA), BP 1147, Conakry, République de Guinée

² Centre de Recherche Scientifique de Conakry Rogbane (CERESCOR), BP 1615, Conakry, République de Guinée

(reçu le 03 Novembre 2021 ; accepté le 26 Décembre 2021)

* Correspondance, e-mail : haba.siba44@gmail.com

RÉSUMÉ

Les effets du changement climatique en Guinée, montre que la sécheresse, les pluies tardives et violentes et les inondations sont trois risques climatiques majeurs. Sur la base d'observations couvrant une trentaine d'années, nous avons observé que la Guinée est sous l'influence du phénomène climatique qui s'établit entre la dépression d'Islande et l'anticyclone des Açores. Les différentes phases ont des effets sur la pluviométrie de la Guinée. L'Oscillation Nord Atlantique (ONA) et la pluviométrie évolue en opposition de phases. Il est important de noter que pour les stations les plus au Nord, la corrélation est plus forte que pour celles situées plus au sud.

Mots-clés : *Oscillation, Nord Atlantique, pluviométrie, phase de l'Oscillation Nord Atlantique et Indice de corrélation.*

ABSTRACT

Study of the influence of the North Atlantic Oscillation on rainfall variability in Guinea

Guinea climate change effects show that drought, late rain and violent flooding are three major hazards. The diagnostic based on observation during thirty years in the present work shows that Guinea is under atmospherically rocking

phenomenon which is established between island depression and sweet flag anticyclone. Different stages have different significant repercussions on rainfall in the north and north-west of guinea. North-Atlantic Oscillation (NAO) fluctuation and the rain full have opposite stages. The NAO positive stage corresponds most of the time to the decrease of rainfall period. It's important to notice that for the farthest northern station; correlation is stronger than the ones located in the south.

Keywords : *Oscillation, North Atlantic, rainfall, index of the NAO and correlation Index.*

I - INTRODUCTION

L'Afrique est l'un des continents les plus vulnérables à la variabilité et aux changements du climat. Les secteurs économiques importants de l'Afrique dont l'agriculture sont vulnérables à la sensibilité courante du climat, avec des impacts économiques énormes. Cette vulnérabilité est aggravée par des défis de développement existants comme pauvreté endémique avec accès limité au capital, y compris des marchés, infrastructures et technologies, dégradation d'écosystèmes, désastres et conflits inter-Etats (*migration de la population liée à l'occupation anarchique des terres*). Le changement climatique en Afrique Occidentale et Centrale non sahélienne s'est traduit par une sécheresse, qui s'est manifestée à partir de la fin de la décennie 1960 et le début des années 70 [1]. La variabilité climatique s'est traduite quant à elle par une fréquence accrue des événements extrêmes tels que les inondations et les sécheresses [2]. Ces phénomènes ont provoqué des déplacements massifs de population [3], une paralysie économique, et dans certains cas, famine et pertes en vie humaines. Les sécheresses et les inondations sont fréquentes en Afrique ont souvent des conséquences dramatiques sur les différents secteurs de la vie socioéconomique [4]. Ainsi, pour de nombreuses régions, la variation future de la pluviométrie reste une des préoccupations principales qu'il s'agisse de variations saisonnières (*pour assurer la sécurité alimentaire*) ou interannuelles (*en vue d'une possible adaptation au changement climatique décadaire*). L'enjeu de l'étude de ce phénomène à long terme est de réduire la vulnérabilité aux effets pervers de la variabilité climatique. Les effets profonds de la variabilité climatique sur la ressource en eau, pourraient réduire considérablement leur capacité de gestion des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur bien-être. L'Océan Atlantique tropical présente une variabilité très complexe avec des échelles de temps diverses. L'hypothèse la plus innovante de ces dernières années serait une relation possible avec les régions extratropicales et en

particulier que cette variabilité serait en rapport avec la NAO (North Atlantic Oscillation). Comme d'autres pays de la sous-région, la Guinée n'est pas à l'abri des fluctuations climatiques. Le déficit pluviométrique enregistré au nord du pays depuis les années 70 et qui persiste encore le prouve à suffisance. Pour aider les décideurs politiques et bailleurs de fonds à prendre des décisions stratégiques sur de longues périodes, restent sans nuls doutes indispensables. Des études basées sur les données des archives de la Direction Nationale de la Météorologie DNM et les informations provenant de sources internationales confirment l'existence d'une corrélation significative entre la pluviosité en zone côtière guinéenne et les processus océaniques [5].

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Présentation de la zone d'étude

La Guinée est un pays côtier de l'Afrique de l'Ouest. Elle est située entre 7°05' et 12°51' de latitude Nord et 7°30' et 15°10' de longitude Ouest. Elle est limitée au Sud-Est par la Côte d'Ivoire et au Nord-Est par le Mali, au Sud par le Libéria et la Sierra Leone, à l'Ouest par l'Océan Atlantique et au Nord-ouest par la Guinée Bissau et au Nord par le Sénégal. Ce territoire couvre une superficie de 245.857 km². En juillet 2014, la population était de 11 474 383 habitants soit une densité moyenne de : 38,5 hab./km² habitants au km² (estimation. Sur la base d'un taux de croissance démographique estimé à 2,63 % Le PIB par habitant en est de 527,26 USD (2013) [6]. La Guinée comprend quatre Régions naturelles : la Guinée Maritime ou Basse Guinée, la Moyenne Guinée, la Haute Guinée et la Guinée Forestière. Ces régions naturelles correspondent chacune à un type de climat avec des particularités de température, de pluviométrie, de sol, de faune, de flore et de relief. Le réseau hydrographique est inégalement réparti entre ces quatre zones. Ces régions naturelles ont l'avantage de présenter des caractéristiques climatiques, hydrologiques et écologiques bien différentes. Qualifiée de château d'eau de l'Afrique de l'Ouest, la Guinée est un pays montagneux, très accidenté et abondamment arrosé. Le territoire a un vaste bassin hydrographique d'où prennent leurs sources les plus grands fleuves de l'Afrique de l'Ouest (Sénégal, Gambie, Niger) [7].



Carte des stations Météorologique de la Guinée [DNM]

II-2. Données

Les approches méthodologiques développées concernent la collecte, le traitement et l'analyse des données climatiques. Elles s'appuient sur les méthodes d'observation directe et recherche documentaire. L'analyse des données climatiques portent sur les données climatiques fournies par la direction nationale de la Météorologie et les sites qui fournissent les données NAO sur internet.

II-2-1. Données pluviométriques

Les données pluviométriques utilisées résultent des moyennes de pluie annuelle sur une période de 30 ans (*de 1971-2000*) pour les 12 (douze) stations synoptiques couvrant le territoire national lissées à $n = 3$ pour diminuer les distorsions. Les stations synoptiques de : Conakry, Boké, Kindia, Faranah, Siguiri, Koundara, Kissidougou, Macenta Labé, Kankan, Nzérékoré et Mamou représentatives des zones climatiques des quatre régions naturelles du pays ont été sélectionnées pour décrire la variabilité des deux principaux éléments du climat.

II-2-2. Données Nao

Elles sont extraites du site web de la Division of the National Center for Atmospheric Research [8]. Ces indices sont basés sur la différence de pression au niveau de la mer entre Lisbonne (*Portugal*) et Stykkisholmur/Reykjavik

(Islande) [9] et il a été utilisé comme un simple paramètre, mais responsable de la majorité de la variabilité climatique dans le bassin Atlantique de l'hémisphère Nord [10]. Cet indice est ramené à des moyennes lissées pour réduire certaines distorsions des séries.

II-3. Calcul du coefficient de corrélation

En Statistique, étudier la corrélation entre deux ou plusieurs variables aléatoires ou statistiques *numériques*, c'est étudier l'intensité de la liaison qui peut exister entre ces variables. Le type le plus simple de liaison est la relation affine. Dans le cas de deux variables *numériques*, elle se calcule à travers une régression linéaire. La mesure de la corrélation linéaire entre les deux se fait alors par le calcul du coefficient de corrélation linéaire. Ce coefficient est égal au rapport de leur covariance et du produit non nul de leurs écarts types. Le coefficient de corrélation est compris entre -1 et 1. Calculer le coefficient de corrélation entre deux variables *numériques* revient à chercher à résumer la liaison qui existe entre les variables à l'aide d'une droite. On parle alors d'un ajustement linéaire [11].

➤ *Expression littérale du coefficient de corrélation*

On suppose qu'on a les tableaux de valeurs suivants : $X(x_1, \dots, x_n)$ et $Y(y_1, \dots, y_n)$ pour chacune des deux séries. Alors, le coefficient de corrélation liant ces deux séries défini comme suit :

$$r_p = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad (1)$$

La moyenne arithmétique des valeurs de X et Y sont respectivement :

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2)$$

$$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \quad (3)$$

La covariante de ces deux valeurs X et Y étant :

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y}) \quad (4)$$

Les écarts types de X et Y sont :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2} \quad (6)$$

Le coefficient de corrélation devient alors

$$r_p = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (7)$$

si, r vaut 0, les deux courbes ne sont pas corrélées linéairement. Les courbes sont d'autant mieux corrélées que r est loin de 0 (proche de -1 ou 1) [11].

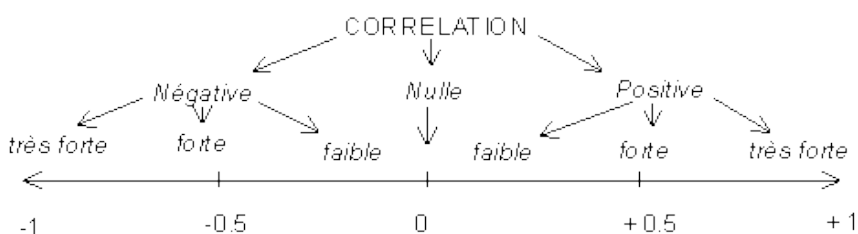


Figure 1 : Interprétation du coefficient de corrélation

Plus le coefficient de corrélation est proche de 1, plus les données sont fortement corrélées (une augmentation de l'un s'observe chez l'autre. Si le coefficient est proche de -1, les données sont négativement corrélées : lorsqu'une augmentation de l'un s'observe, une diminution s'observe chez l'autre). Si la valeur est proche de 0 (négative ou positive), on dit qu'il n'y a pas de corrélation.

II-4. Méthodes d'analyse de la variabilité pluviométrique

Le calcul des indices pluviométriques par les méthodes de Nicholson [14] permet de mettre en évidence les périodes excédentaires et déficitaires au sein d'une série chronologique. L'indice de Nicholson se définit comme une variable centrée réduite exprimée par l'Équation suivante :

$$I_i = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma} \quad (8)$$

avec, I_i : indice annuelle de la variable pluviométrique ou hydrologique ; X_i : Module annuelle de la variable enregistrée au cours de l'année i ; \bar{X} : Moyenne interannuelle de la variable sur la période d'étude ; σ : Ecart type de la série hydroclimatique sur la période d'étude.

II-5. Le calcul de l'indice l'oscillation Nord Atlantique

Aujourd'hui, l'indice NAO classique est calculé comme la différence de pression entre les Açores et l'Islande. Il apparaît comme une simplification de l'indice original, dont il garde cependant la signification première : décrire et quantifier simplement la « force des vents d'Ouest » sur le bassin Atlantique Nord. Des calculs annexes ont été introduits depuis pour affiner l'indice. Ainsi, l'indice NAO peut être obtenu en décomposant les fluctuations du champ de pression de surface ou de géo-potentiel en composantes principales ou en modes de variabilité. Il peut aussi être déduit d'une étude en régimes ou encore être calculé en considérant les déplacements géographiques de l'anticyclone des Açores et de la dépression d'Islande. Considérons les relevés de pression journaliers d'une station météorologique proche de l'anticyclone des Açores (*ça peut être Lisbonne, Ponta Delgada, Gibraltar, etc.*) et d'une station proche de la dépression d'Islande (*Reykjavik, Stykkisholmur, Akureyri, etc.*). Le choix des stations dépend notamment de la période sur laquelle on veut calculer l'indice et de la qualité des mesures pour une période donnée, sachant que toutes les observations font l'objet de traitements statistiques préalables pour éliminer les signaux artificiels (*changements d'instruments, modification de la fréquence des observations, etc.*). Puis l'indice du NAO d'hiver (NAO_{hiv}) qui représente la moyenne des mois de décembre, janvier et février, on obtient ainsi une série temporelle avec une valeur par an. Soient $A_{m,y}$ et $D_{m,y}$ les moyennes mensuelles de la pression dont m est le mois ($m = 1$ à 12) et y l'année ($y = y_1$ à y_2). Pour chaque mois sont calculés la moyenne et l'écart type, pour A (*l'Anticyclone des Açores*) et D (*la dépression d'Islande*) séparément et sur une période de référence :

$$\bar{A}_m = \frac{1}{y_2 - y_1 + 1} \sum_{y_1}^{y_2} A_{m,y} \quad (9)$$

L'écart type

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{y_2 - y_1} \sum (A_{m,y} - \bar{A}_m)^2} \quad (10)$$

Ensuite, à chaque donnée mensuelle est normalisée en soustrayant la moyenne du mois correspondant puis en divisant par son écart type :

$$A'_{m,y} = \frac{A_{m,y} - \bar{A}_m}{\sigma_m} \quad (11)$$

On fait le même calcul pour $D_{m,y}$ et l'indice NAO pour un mois m et une année y donnés est défini par :

$$NAO_{m,y} = A'_{m,y} - D'_{m,y} \quad (12)$$

III - RÉSULTAT

III-1. Comparaison à l'aide d'outils mathématiques

Elle consiste à calculer les différents coefficients de corrélation entre d'une part, des valeurs la NAO et d'autres part des données pluviométriques, Pour la plupart des stations le coefficient de corrélation est faible de l'ordre de 0,042.

III-2. Comparaison visuelle

Pour chacune des sources de valeurs de la NAO et de l'indice pluviométrique, produire un graphe et observer une évolution des différents graphes puis comparer.

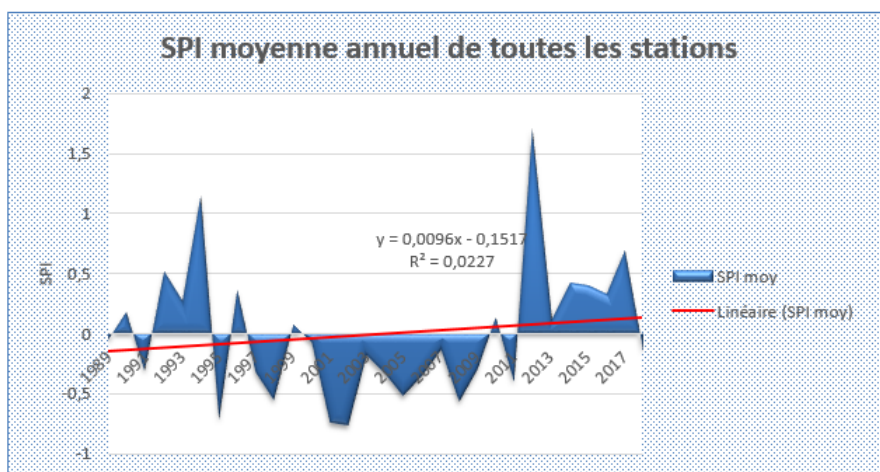


Figure 2 : Évolution de l'indice pluviométrique de la Guinée de 1989-2018

Sur la **Figure 2**, la valeur de l'indice pluviométrique est positive durant la première décennie (1971-1980) ce qui signifie que pendant cette période la pluviosité est élevée et décroît avec une prédominance des valeurs négatives durant les deux dernières décennies (1981-2000), cette période correspond à un déficit pluviométrique.

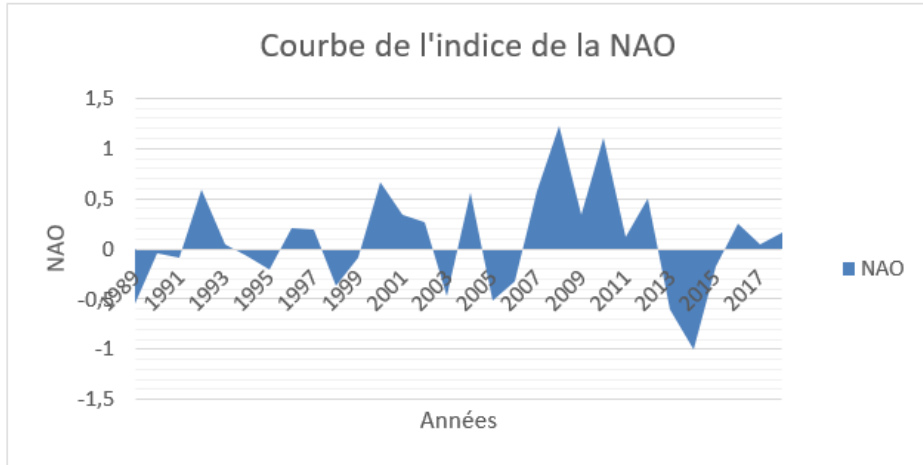


Figure 3 : Représentation de l'indice de la NAO de 1989-2018

Sur la **Figure 3**, l'indice NAO est pratiquement négatif pendant les dix premières années (1971-1980) ce qui correspond à la phase négative de la NAO et positif pendant la deuxième et la troisième décennie (1981-2000) c'est-à-dire pendant la phase positive.

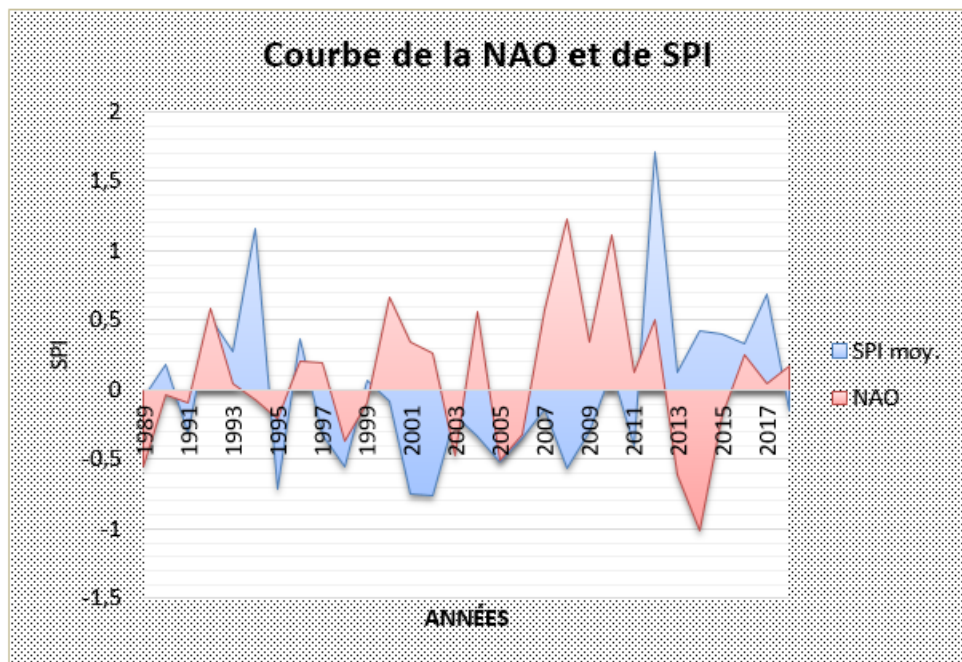


Figure 4 : Représentation de l'indice de la NAO et l'indice pluviométrique de 1989-2018

- Pendant la phase négative de la NAO, les Alizées sont plus faibles d'où la fortification des vents d'Ouest sur le bassin de la méditerranée et la Côte Ouest de l'Afrique du Nord dont la Guinée, ce vent étant riche en chaleur et en humidité est la cause de l'intensification des pluies pendant cette phase dont le mécanisme est soit par : l'ascendance orographique, l'ascendance frontale ou dynamique, l'ascendance thermique.
- Pendant la phase positive de la NAO, l'intensification des alizés due au renforcement de l'anticyclone des Açores induit un refroidissement en réponse à une évaporation de surface plus intenses et la déviation des vents d'Ouest vers l'Europe ce qui engendre la diminution du vent d'Ouest sur la zone (*la pluviosité*).

IV - CONCLUSION

Au cours de la dernière décennie, la problématique des changements climatiques a été reconnue comme l'un des problèmes majeurs du développement à l'échelle locale et régionale voir même à l'échelle internationale. Les études menées sur la variation de la pluviométrie et de l'indice NAO ont permis de constater que le climat a effectivement évolué au cours des dernières décennies en Afrique de l'Ouest, le changement ne s'est pas effectué uniformément sur toute l'année même si globalement sur chacun des mois la pluviométrie a diminué. L'analyse des résultats présentés montre que le phénomène de la variabilité du climat dans la zone d'étude peut avoir entre autres comme facteur l'influence de la NAO. Bien que sa position géographique soit relativement loin du balancier (NAO), la Guinée est sous l'influence du phénomène du balancement atmosphérique qui s'établit entre la dépression d'Islande et l'anticyclone des Açores. Ce phénomène dit de "téléconnexion" se montre relativement forte et significative notamment au Nord-ouest du pays. La connaissance de la corrélation de cette téléconnexion peut aider à la planification et à la gestion des ressources en eau dans le but de lutter contre la sécheresse. Dans cette bande, les fluctuations de l'Oscillation Nord Atlantique et la pluviométrie évoluent en opposition de phase. Il faut en effet distinguer les deux phases de la NAO qui ont des durées de l'ordre de la décennie. La phase positive de la NAO correspond le plus souvent à une période de baisse de la pluviométrie. Il est important de noter la nuance liée à la latitude qui montre que pour les stations les plus au Nord, la corrélation est plus forte que pour celles situées plus au sud. Il faut noter la faiblesse des valeurs du coefficient de corrélation, liée à une périodicité quasi décennale qui s'explique par l'existence de liens entre les deux phénomènes. Comme partout, le développement socio-économique du pays s'accompagne d'une profonde

modification des rapports que l'homme entretient avec la ressource en eau. La question de la gestion de l'eau reste donc encore un défi à relever. Dès lors, on comprend aisément que cette étude revêt une grande importance pour la planification et la gestion des ressources en eau à moyens et à longs termes dans le cadre d'un processus de développement socio-économique durable.

RÉFÉRENCES

- [1] - M. OUEDRAOGO, Contribution à l'étude de l'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest. Analyse des conséquences d'une sécheresse persistante : normes hydrologiques et modélisation régionale, Thèse de l'Université de Montpellier II, France, (2001) 257
- [2] - A. M. KOUASSI, Caractérisation d'une modification éventuelle de la relation pluie débit et ses impacts sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire, Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, (2007) 210
- [3] - P. H. BOIS, Hydrologie Générale, Institut Nationale Polytechnique de Grenoble, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble, (2000) 180
- [4] - C. CASSOU et L. TERRAY, Dual influence of Atlantic and Pacific SST anomalies on the North Atlantic/Europe winter climate. *Geophys. Res. Lett.*, 28 (2001) 3195 - 3198
- [5] - M. L. DIALLO, K. BANGOURA, S. CAMARA, B. CONDE, S. SANGARE, M. L. TRAORE, Synthèse des études sectorielles de vulnérabilité/adaptation des ressources aux changements climatiques en Guinée. (Projet plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques (pana-cc) gui/03/g37), (2006)
- [6] - <http://populationsdumonde.com/fiches-pays/guinee>, (Juin 2014)
- [7] - Programmes d'Action Nationaux d'Adaptation : une sélection d'exemples et d'exercices tirés des ateliers régionaux de préparation aux PANA, UNFCC/LEG, Genève 2004, (2007)
- [8] - <https://ncar.ucar.edu/National Center for Atmospheric Research>
- [9] - J. M. HURRELL et H. VAN LOON, Climatic change, (1997) 36 - 301
- [10] - S. SUANEZ, L1 HIS14A La dynamique atmosphérique rééquilibrage du bilan radiatif et moteur du déplacement des masses d'air
- [11] - M. FRECHET, « Sur l'usage du soi-disant coefficient de corrélation », Rapport pour la 22^e session de l'IIS à Londres, Bulletin de l'IIS, (2011)