

Changement climatique observé sur le littoral sénégalais, Région de Dakar, depuis 1960 : tendances et perception des populations de Dakar

Cheikh FAYE¹, Djibrirou Daouda BA^{2*} et Abdoulaye DIAGNE³

¹ *Université Assane Seck de Ziguinchor, UFR Sciences et Technologies, Département de Géographie, Laboratoire de Géomatique et d'Environnement, BP 523 Ziguinchor, Sénégal*

² *Université Gaston Berger, UFR de Lettres et Sciences Humaines, Laboratoire Leïdi, Dynamique des Territoires et Développement, BP 234 Saint - Louis, Sénégal*

³ *Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Département de Géographie, Laboratoire de géographie humaine, BP 5005 Dakar, Sénégal*

* Correspondance, courriel : djibrirouba@yahoo.fr

Résumé

Face au changement climatique, la fréquence et l'intensité des événements extrêmes comme les inondations et les sécheresses entraînent d'énormes défis en matière de gestion des ressources en eau dans les grandes villes. Bien que les connaissances scientifiques sur les menaces climatiques et l'évolution des régimes climatiques soient essentielles, il est important de considérer les impacts par rapport à la façon dont les menaces sont perçues et traitées par la population locale. Cet article se propose d'évaluer la tendance et la perception des populations sur l'évolution des températures et des précipitations. Les données sont issues du résultat d'une enquête exploratoire réalisée auprès de 200 ménages à Dakar. Le logiciel Sphinx a été utilisé depuis la conception du questionnaire jusqu'à l'analyse des résultats. Le traitement statistique des résultats a été complété pour davantage de précision à l'aide d'Excel. L'analyse des réponses permet de dégager les tendances. Les résultats des traitements statistiques montrent une tendance significativement à la hausse moyenne des températures maximales, minimales et moyennes, et une tendance à la baisse des précipitations annuelles et saisonnières de par leur ampleur et leur intensité. Ces tendances ont été vérifiées avec la perception des populations. Cette découverte pourrait être utile pour la formulation d'une politique de gestion des catastrophes (inondations et sécheresses) efficace et d'un plan d'adaptation très applicable à d'autres domaines similaires.

Mots-clés : *variabilité pluviométrique, réchauffement climatique, tendance, Dakar.*

Abstract

Climate change observed on the Senegalese coast (Dakar Region) since 1960 : trends and perception of Dakar populations

In the face of climate change, the frequency and intensity of extreme events such as floods and droughts pose huge challenges to water management in large cities. While scientific knowledge of climate threats and changing climate patterns is essential, it is important to consider the impacts in terms of how threats are perceived and addressed by the local population. This article aims to evaluate the trend and perception of

populations on the evolution of temperatures and precipitations. The data come from the results of an exploratory survey of 200 households in Dakar. The Sphinx software has been used since the design of the questionnaire to analyze the results. The statistical treatment of the results has been completed for more precision using Excel. The analysis of the answers reveals the trends. The results of the statistical treatments show a significant upward trend in average maximum, minimum and average temperatures, and a downward trend in annual and seasonal rainfall by their magnitude and intensity. These trends have been verified with the perception of the populations. This discovery could be useful for the formulation of an effective disaster (flood and drought) management policy and an adaptation plan that is very applicable to other similar areas.

Keywords : *rainfall variability, global warming, Trends, Dakar.*

1. Introduction

L'attractivité d'une destination dépend de nombreux facteurs liés directement ou indirectement au climat [1], notamment des conditions thermiques et pluviométriques favorables à l'implantation des hommes et aux développements des activités économiques. Dans le contexte de changements climatiques observés à toutes les échelles et dans différentes régions du globe [2] il est légitime de se questionner sur les impacts que pourrait avoir la modification du climat sur les activités humaines en général, et sur les activités urbaines d'un territoire en particulier. Ces changements et leurs conséquences potentielles font l'objet de préoccupations grandissantes pour les décideurs politiques des espaces concernés car les enjeux socio-économiques sont parfois considérables [3 - 5]. Le changement climatique est en train de devenir une préoccupation majeure pour l'humanité, mais la plupart des populations, qui sont les plus vulnérables, ne sont pas conscients des conséquences réelles du réchauffement de la planète. Il est reconnu comme une menace majeure pour les communautés même dans les zones urbaines. Des études [6 - 9] ont montré que les températures en Afrique de l'Ouest en général, au Sénégal en particulier ont connu une hausse considérable au cours des dernières années semblables au phénomène observé à l'échelle mondiale. Les températures en Afrique de l'Ouest, et particulièrement dans le Sahel, ont évolué quelque peu plus rapidement que la tendance mondiale, avec des augmentations allant de 0,2°C à 0,8°C par décennie depuis la fin des années 1970 dans les zones sahélo-saharienne, sahélienne et soudanienne [10].

La hausse observée est toutefois plus importante sur les températures minimales (plus de 1°C) que sur les températures maximales (0,5°C). Selon les observations sur le climat, il s'avère que l'Afrique (le Sénégal y compris) a subi une hausse des températures (de l'ordre de 0,6 à 0,7 °C) plus rapide que la moyenne mondiale [11]. L'exemple de la station de Dakar-Yoff dans la région de Dakar en est une parfaite illustration. Depuis 1994, la hausse des températures s'est nettement accélérée et devient continue. La période actuelle 1995-2013 a été particulièrement chaude (*Figure 1*). Les écarts de température entre la période actuelle et la période 1950-1994 ont atteint 0,9 °C pour les températures moyennes. La hausse des températures minimales est de 1 °C contre 0,7 °C pour les températures maximales. Les anomalies de températures moyennes et de précipitations annuelles montrent des températures qui ont été progressivement augmentées et des précipitations qui ont diminué. Cette variation saisonnière est couramment observée dans tout le pays et aux différentes saisons. Selon [12] le climat de Dakar est de type canarien et subit l'influence de l'alizé maritime qui adoucit les températures. L'analyse des résultats de la Figure 1 a montré l'évolution et la configuration des précipitations. La moyenne des précipitations à Dakar diminue chaque année. Cette diminution entre 1995-2013 et 1960-1994 est de l'ordre de 28,4 mm et montre qu'il existe une tendance décroissante linéaire. Dans la ville de Dakar, il est noté une augmentation des inondations liées au retour d'années à pluviométrie excédentaire durant les années 2000 même s'il est

encore prématuré d'affirmer l'existence réelle d'une tendance à la hausse. Le réchauffement global conjugué à la variabilité accrue des précipitations et la recrudescence de phénomènes extrêmes (sécheresse, inondations) a des impacts néfastes sur l'environnement et les activités socioéconomiques. Sans mesures d'adaptation appropriées, les populations et leurs activités sont de plus en plus fragilisées. Des études ont montré que les effets néfastes et dévastateurs des inondations sont plus importants dans les pays en développement comme le Sénégal, en illustrent les inondations de Dakar de 2005 et de 2009 [13, 14]. Les populations ont été confrontées à des problèmes d'inondation et l'étendue des dégâts sera de plus en plus grave en raison du manque d'informations sur les scénarios d'inondation induits par les changements climatiques et le manque de mesures d'adaptation efficaces [15]. Les populations ont compté sur les connaissances locales pour adopter des stratégies d'adaptation multiples et variées [16] mais très souvent inefficaces face aux inondations. Cet article étudie la tendance et la perception des populations sur l'évolution des températures et des précipitations dans la région de Dakar, région qui connaît depuis quelques décennies une modification importante de ses conditions bioclimatiques et environnementales. Il s'appuie sur un « substratum scientifique » tout en s'ouvrant sur d'autres aspects novateurs permettant de mettre en exergue les tendances pluviométriques et leurs enjeux pour l'environnement. C'est ce qui justifie notre motivation à vouloir apporter une contribution sur une étude complémentaire des faciès climatiques, certes explorée, mais encore dénuée d'ouvrages spécifiques. L'analyse de l'évolution des précipitations dans la région de Dakar et les tendances qu'on peut y détecter vers la fin du XX^{ème} siècle, après une longue période de sécheresse (décennies 1970 et 80) sont du plus grand intérêt pour une région où les ressources écologiques et hydriques constituent les enjeux économiques majeurs des populations locales et par voie de conséquences, de la gestion durable de l'environnement [16].

Les indicateurs environnementaux disponibles, avant le retour timide de la pluviométrie sur la période récente [26], faisaient état d'une diminution des précipitations, d'une accentuation de l'irrégularité pluvieuse, d'un raccourcissement de la saison humide et d'un amenuisement du potentiel écologique [15]. Cet article constitue donc une contribution de l'étude d'un milieu naturel vulnérable dans un contexte environnemental alliant une hétérogénéité et des fragilités spécifiques [13]. En caractérisant les variations temporelle et spatiale de la pluviométrie, cet article permet donc une connaissance climatique du milieu, un volet incontournable pour la mise en place de stratégies d'adaptation et de nouvelles formes de pratiques et d'innovations dans le système de production. Les réponses politiques et les pratiques sociales ne peuvent être efficaces que si elles sont étayées par des connaissances précises sur les mécanismes climatiques, environnementaux et sociaux impliqués dans les évolutions à maîtriser, connaissances qui sont en partie produites dans cette étude. Cet article analyse les tendances des températures et des précipitations ainsi que la perception que les populations ont du changement climatique dans la région de Dakar. Longtemps ignorée, la perception du changement climatique est devenue un champ de recherche très exploré ces dernières années [17 - 23]. En réponse au constat du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [2] qui avait souligné de graves carences dans ce domaine en Afrique et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest, le sujet est devenu à la fois pertinent et passionnant. Pour preuve, les références citées ci-après ne datent que des cinq dernières années. Il s'agit d'un examen des évolutions climatiques vécues et perçues par les populations au cours des dernières années, et les stratégies d'adaptations envisagées dans la région de Dakar.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation de la zone d'étude

La région de Dakar est une presqu'île d'une superficie de 550 km² située à l'extrême ouest du Sénégal (*Figure 1*).

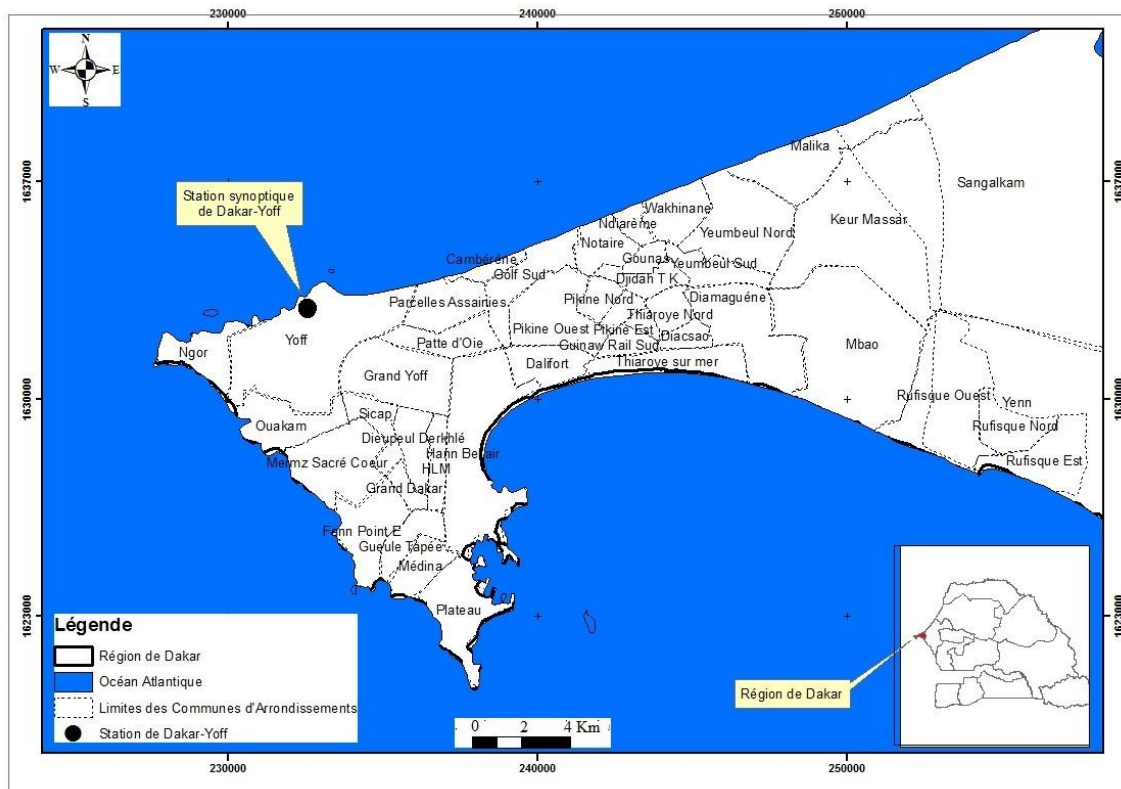


Figure 1 : Localisation de la région de Dakar et de la station synoptique de Dakar-Yoff
(Source CSE / Sénégal)

Plus petite région du pays (avec seulement 0,28 % de la superficie totale nationale), Dakar renferme l'essentiel des infrastructures et concentre 3137196 habitants [24]. Le climat de la région de Dakar, du fait de sa position avancée dans l'Atlantique, est caractérisé par un microclimat de type côtier. Celui-ci est fortement influencé par les alizés maritimes et la mousson qui s'établissent respectivement de novembre à juin et de juillet à octobre suivant des directions N-NW et S-SE [7, 12]. Ce microclimat fortement influencé par l'alizé maritime, est marqué par l'existence d'une fraîcheur et d'une humidité quasi-permanente et relativement forte (de l'ordre de 25 %). Toutefois, l'harmattan, alizé continental saharien, se fait sentir faiblement en saison sèche. La température y varie entre 17° et 25°C de décembre à avril et de 27° à 30 ° C de mai à novembre. Quant à la période humide, elle est caractérisée par une durée relativement courte, variant entre 3 et 4 mois (entre juillet et octobre). La région de Dakar se situe généralement entre les isohyètes 300 et 600 mm.

2-2. Méthodes

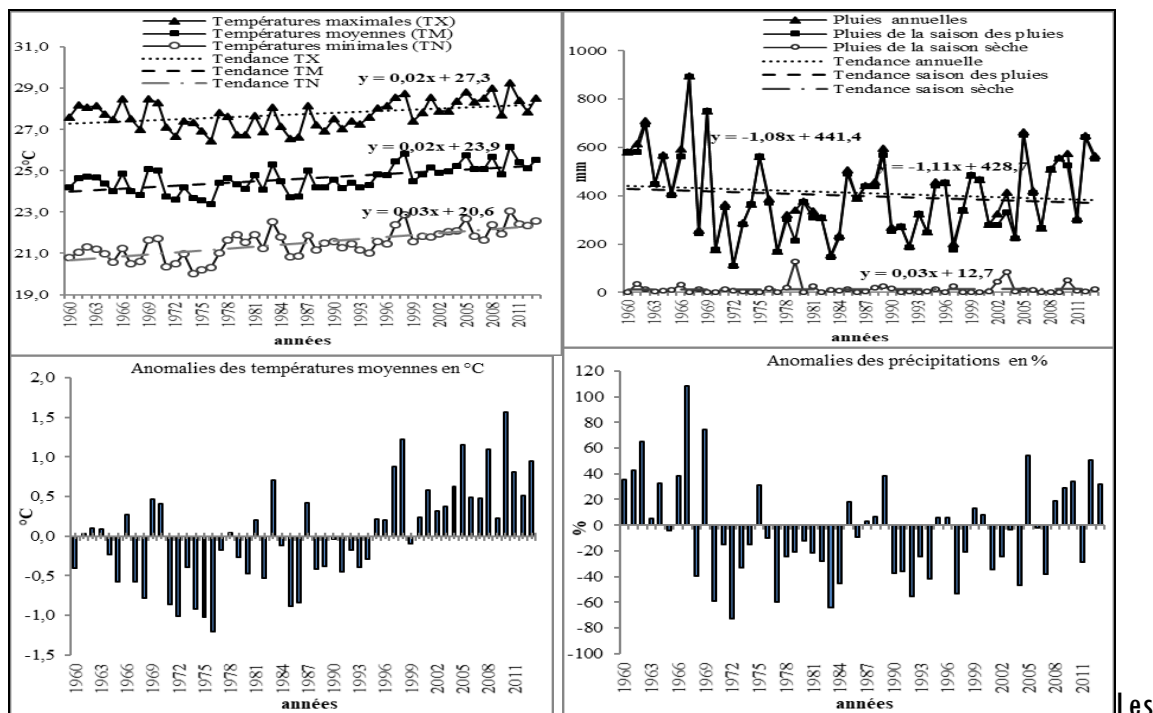
Les données servant de base à cette étude ont été récoltées auprès de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) et par le biais d'une enquête. Les données météorologiques telles que les données de températures et de précipitations moyennes de la station de Dakar-Yoff de 1960 à 2013 ont été obtenues et analysées. Le critère lié à la taille de l'échantillon est basé sur les recommandations de l'Organisation Météorologique Mondiale, qui préconise l'utilisation d'une période minimale d'observation de 30 ans pour toute étude sur l'évolution du climat [25]. Pour éviter la présence de lacunes dans les séries pluviométriques concernées susceptible de biaiser leur analyse ou réduire de façon significative ce biais, il a été proposé d'utiliser cette station de Dakar-Yoff aux données complètes. Les perceptions des populations sur les variables climatiques et les résultats de l'analyse des précipitations sont comparées en fonction des

deux saisons. De même, des discussions de groupes ont été menées dans la zone avec surtout des enseignants qui ont une longue expérience. Au total, 200 personnes ont été choisies au hasard pour l'entrevue et interrogées. L'enquête a eu lieu au mois de novembre 2015 (et a duré un mois), période de transition entre la saison chaude et la saison froide à Dakar. Le questionnaire comporte des questions portant sur les thématiques relatives à l'évolution du climat, mais aussi sur les conséquences potentielles pour les activités du répondant et la possibilité d'une adaptation. Le traitement des réponses s'est fait en plusieurs étapes. Après les enquêtes quantitatives et qualitatives, le logiciel Sphinx a été utilisé pour le traitement statistique des résultats, traitement complété pour davantage de précision avec Excel. L'analyse des réponses permet de dégager les tendances.

3. Résultats et discussion

3-1. Résultats

Les résultats de cette analyse portant sur la tendance et la perception du changement climatique dans la région de Dakar. Si la **Figure 2** donne l'évolution des températures et des pluies annuelles, la **Figure 3** donne les résultats de la perception des populations sur le changement de température et de précipitations au cours des dernières années.



traits discontinus représentent la tendance respective de chaque paramètre

Figure 2 : Évolution des températures et des pluies annuelles : moyennes annuelles de TN, de TX et leur moyenne ; taux de précipitations en saison sèche, en saison des pluies et sur toute l'année

3-1-1. Températures : Tendances et perception des populations

Les données de température de 54 ans (1960-2013) ont été utilisées pour l'analyse de la tendance. La température moyenne annuelle pour cette période a été de 24,6°C pour un maximum de 26,2°C noté en 2010 et un minimum de 23,4°C en 1976. Durant l'année 2010, l'année la plus "chaude" de la série, la

température maximale a atteint $29,3^{\circ}\text{C}$ et la température minimale $23,1^{\circ}\text{C}$. Quant à l'année 1976 qui est l'année la plus "froide" de la série, sa température maximale n'a pas dépassé $26,5^{\circ}\text{C}$ et sa température minimale seulement $20,3^{\circ}\text{C}$. L'évolution des températures annuelles est constante de 1960 à 1994 mais connaît une légère hausse entre 1995 et 2013. Le taux de hausse des températures était remarquable après 1994. Cette augmentation entre 1995-2013 et 1960-1994 est en moyenne de $0,9^{\circ}\text{C}$ (soit une hausse de 3,5 %). L'évolution des températures montre qu'il y avait une plus grande variation de la température moyenne durant les années 1990 et 2000 que durant les années 1960 et 1970. L'analyse des tendances de la température a montré la tendance croissante aux échelles annuelle et saisonnière des températures minimales et des températures maximales. La tendance est de $0,271^{\circ}\text{C}/\text{an}$ pour les températures maximales, et de $0,511^{\circ}\text{C}/\text{an}$ pour les températures minimales. Sur la période 1960-2013, le réchauffement a été plus important pour les températures minimales (avec une hausse de $0,7^{\circ}\text{C}$ en moyenne) que pour les températures maximales (avec une hausse de $0,1^{\circ}\text{C}$ en moyenne), bien que la différence entre les deux soit très faible, $0,6$ (**Figure 3**).

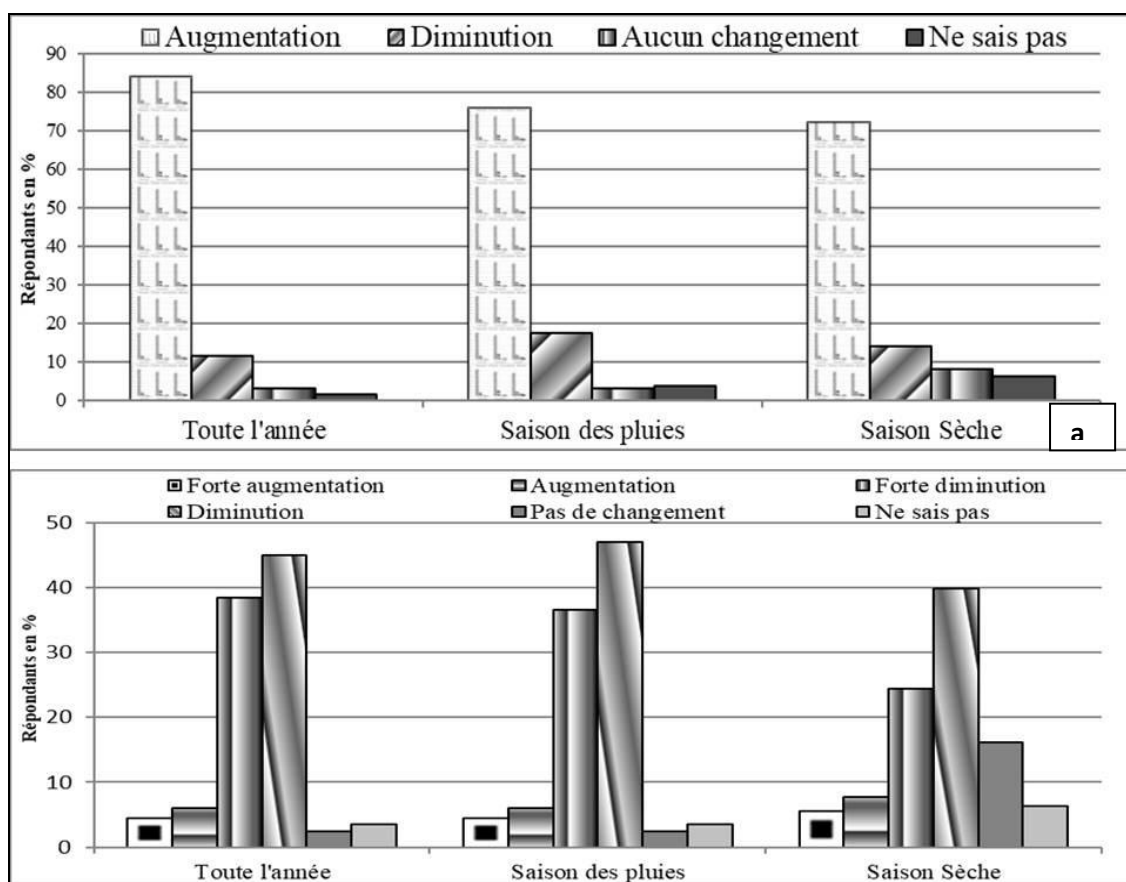


Figure 3 : Perception des répondants ($N = 200$) sur les températures (a) et sur les précipitations (b) de la période actuelle par rapport à celle il y a de cela 20 ans

La perception des populations sur le changement de température au cours des dernières années est donnée sur la **Figure 3 (a)**. La majorité des répondants (84 % des personnes interrogées) a mentionné qu'il y avait effectivement une augmentation de la température à l'échelle annuelle et saisonnière (76 % des personnes interrogées indiquent une hausse sur la saison des pluies et 72 % sur la saison sèche). Cependant, certains des répondants (11,5 % des personnes interrogées) ont mentionné qu'il y avait une diminution des températures à l'échelle annuelle durant ces dernières années, notamment durant la saisons des pluies (17,5 % des personnes interrogées) et un faible nombre de personnes (1,5 % des personnes interrogées) estime n'avoir aucune idée de ces variations de température en fonction des saisons. De même seulement 3 % des répondants affirment qu'il n'y avait aucun changement de température pendant cette période.

3-1-2. Précipitations : Tendances et perception des populations

Les totaux annuels de précipitations varient entre une valeur maximale de 895 mm (en 1967) et une valeur minimale de 117 mm (en 1972). L'écart entre le maximum et le minimum de la série est très élevé (avec 779 mm). La pluviométrie connaît donc une grande variabilité avec un coefficient de variation élevée avec 0,41. Toutefois, la pluviométrie de la saison sèche est plus aléatoire et variable ($CV = 1,62$) que celle de la saison des pluies ($CV = 0,42$). Contrairement aux températures, il n'y a pas de tendance très significative à l'augmentation ou à la diminution des précipitations sur l'ensemble de la période 1960-2013 mais il semble clairement exister une baisse des totaux pluviométriques. Cette baisse entre 1995-2013 et 1960-1994 est de l'ordre de 28,4 mm (soit une baisse de 6,9 %) dont 27 mm sur la saison des pluies et 1,4 mm sur la saison sèche. L'analyse de la pluviométrie montre une évolution en trois phases, dans la zone d'étude. La première phase qui va de 1960 à 1969 et considérée comme la référence climatique humide avec une valeur moyenne proche de 600 mm. La deuxième phase, de 1970 aux années 1990, est une période d'instabilité climatique, fortement marquée par une baisse continue des précipitations. La troisième phase dont il est encore prématuré d'affirmer l'existence s'individualise à partir de l'an 2000 et confirme l'installation d'une phase à pluviométrie excédentaire.

La **Figure 3 (b)** indique la perception des populations sur le changement de précipitations au cours des dernières années. Parmi les personnes interrogées, 83,5 % des répondants ont déclaré être tout à fait d'accord qu'il y a une baisse des précipitations au cours des dernières décennies (avec 38,5 pour une forte diminution et 45 % pour une diminution). Un pourcentage de 3,5 % des personnes interrogées estime n'avoir aucune idée sur la baisse des précipitations. Par contre, environ 10,5 % des personnes interrogées notent une augmentation des précipitations (dont 4,5 % des personnes interrogées sont noté une forte augmentation et 6 % une augmentation). Il y a donc souvent un grand déphasage entre la tendance observée au niveau des précipitations et la perception qu'ont les populations de cette tendance. Sur la **Figure 2**, il apparaît clairement qu'il y a une nette tendance à la baisse des précipitations durant ces 54 dernières années, alors que 10,5 % des répondants pensent le contraire. Ceux-ci indiqueraient certainement le retour des années à pluviométrie excédentaire par rapport aux années de sécheresse (durant les décennies 1970 et 80). De nombreux répondants ont aussi noté un changement sur le début de la saison des pluies durant les dernières années. Sur les répondants totaux, plus de la moitié (58,2 % des personnes interrogées) estime qu'il y a eu un début tardif de la saison des pluies au moment où juste 11,8 % affirment le contraire.

Il faut noter cependant que 30 % des répondants n'ont aucune réponse sur la question du décalage de début de saison des pluies. Par rapport aux précipitations saisonnières, 83,5 % des personnes interrogées (soit 36,5 % pour une forte augmentation et 47 % pour une augmentation) affirment leur baisse durant la saison des pluies et 64,4 % (soit 24,5 % pour une forte augmentation et 39,9 % pour une augmentation) durant la saison sèche sur ces dernières décennies. A l'opposé, un pourcentage de 10,5 % et de 13,3 % des répondants respectivement sur la saison des pluies et sur la saison sèche indique plutôt une hausse. De plus, 2,5 % et 16,1 % des répondants parlent d'absence de changement respectivement sur la saison des pluies et sur la saison sèche. Seulement les avis des personnes interrogées sont partagés sur la recrudescence des inondations par rapport à la question de l'augmentation ou de la diminution des précipitations. En effet, 41,8 % des répondants pensent que l'augmentation des précipitations justifie la recrudescence des inondations à Dakar. Par contre, d'autres (26,4 % des personnes interrogées) pensent qu'il n'y a aucun lien entre ces deux phénomènes, le reste des personnes interrogées ayant préféré ne donner aucune réponse.

3-2. Discussion

Les températures moyennes de la zone d'étude ont augmenté de $0,431^{\circ}\text{C}/\text{an}$, ce qui est similaire aux résultats des études précédentes [11, 2] qui ont mentionné l'augmentation de la température au Sénégal. Pour [10] la hausse est plus importante sur les températures minimales (jusqu'à plus de $+1^{\circ}\text{C}$) que sur les températures maximales (jusqu'à $+0,5^{\circ}\text{C}$). [2] indique que l'Afrique a subi une hausse des températures de l'ordre de $0,6$ à $0,7^{\circ}\text{C}$, plus rapide, comme noté dans cette étude, que la moyenne mondiale dont la hausse est dans la fourchette $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ [4]. Au Sénégal, [26, 27], sur la base de scénarios d'émission de GES, prédisent un réchauffement de l'ordre de 2 à 4°C . D'autres études [7, 12, 15, 28] ont également souligné un contexte de réchauffement global et également signalé une augmentation de la température dans la plupart des régions de l'Afrique. Ces résultats sont en phase avec [11] pour qui, la période actuelle 1990-2007 a été particulièrement chaude en Afrique. En analysant à la fois la température minimale et maximale moyenne annuelle sur la période 1990-2007, [11] a constaté que la température maximale moyenne annuelle a augmenté à un taux plus élevé ($0,53^{\circ}\text{C}$) que la température minimale moyenne annuelle ($1,44^{\circ}\text{C}$). Des tendances similaires ont également été trouvées dans d'autres régions du monde. Par exemple [29, 30] ont indiqué un réchauffement très rapide des températures moyennes de l'air dans des territoires en France et une évolution du climat vers des influences plus chaudes, de l'ordre de $1,1^{\circ}\text{C}$ à l'échelle annuelle.

Les valeurs du réchauffement noté à Dakar sont bien proches de celles des tendances de la température annuelle moyenne de la surface terrestre pour le monde entier (de l'ordre de $0,011$ à $0,022^{\circ}\text{C}/\text{an}$) et pour l'hémisphère Nord (de l'ordre de $0,018$ à $0,031^{\circ}\text{C}/\text{an}$) sur la période 1976-2000 tel que rapporté par [2]. Dans le contexte sénégalais, l'augmentation des températures est plus faible dans la zone littorale du Sénégal que dans la zone continentale [12]. La conclusion de l'élévation de la température était conforme à la perception des populations. Par rapport à il y'a 20 ans, les populations percevaient une augmentation des températures minimales comme maximales aux échelles annuelle et saisonnière. Des résultats similaires ont été trouvés par d'autres chercheurs [1] dans le monde. Les populations locales ont perçu que les journées les plus froides sont en baisse et les journées de chaleur extrême sont plus prononcées que 20 à 30 ans en arrière. En conclusion, les températures Dakar ont augmenté à un rythme plus rapide que la température moyenne mondiale. Les pluies annuelles ont sensiblement diminué sur toutes les échelles : $-0,020$ mm/an sur l'année et sur la saison des pluies et $-0,024$ mm/an sur la saison sèche. Ce résultat a été soutenu par les précédentes études [7, 12]. Ces études ont révélé la diminution de la pluie. La perception des populations sur le changement climatique a révélé que la plupart d'entre-elles croient qu'il y a un changement dans les températures et la pluviométrie comme noté par quelques auteurs [19 - 23, 31] bien qu'il y'ait des répondants qui n'y ont aucune idée.

58,2 % des répondants ont mentionné que la saison des pluies se déplaçait. Le démarrage de la pluie est devenu tardif et la fin précoce, d'où une péjoration de la saison des pluies. Ce qui se traduit par une diminution importante et continue du nombre de jours de pluie comme noté un peu partout au Sahel [32 - 35] avec comme conséquences un changement des caractéristiques de la saison des pluies. La perception des populations est assez similaire à la tendance à la baisse observée sur les précipitations comme notée par d'autres chercheurs en Afrique de l'Ouest [36, 37], mais aussi au Sénégal [7, 12, 38]. Il est à noter aussi que la tendance observée et la perception des populations sur le démarrage de la saison des pluies ont été similaires. Même si la majorité des répondants ont été d'accord avec la diminution des précipitations annuelles et saisonnières comparées aux années humides, certains répondants ont indiqué une hausse des totaux annuels ces dernières années qui est à l'origine de la recrudescence des inondations dans la ville de Dakar. Les précipitations moyennes annuelles, mesurées à Dakar, connaissent une augmentation depuis la fin des années 1990. Cette amélioration pluviométrique a poussé certains à estimer la fin de la sécheresse [35, 39 - 41], ce qui ne semble pas être le cas ailleurs au Sahel. Cette amélioration pluviométrique contraste avec les années précédentes de sécheresse pluviométrique. La réalité statistique de la série rompt d'ailleurs

avec l'idée couramment admise d'une baisse prochaine des précipitations sur le continent africain [42]. C'est ce qui pousse certains à parler de la persistance de la sécheresse dont l'évolution est lente depuis la fin des années 1960 et d'un sahel dramatiquement déficitaire [34, 36] tandis que d'autres préfèrent parler d'un retour timide de la pluviométrie [43]. Un caractère mitigé des réponses sur les caractéristiques de la pluviométrie par rapport aux tendances observées, surtout dans un contexte de recrudescence des inondations, est noté. Il est très difficile d'identifier les causes spécifiques des risques d'inondation induites par le changement climatique, mais ces événements sont en partie les résultats de facteurs climatiques [7, 14]. Par conséquent, la tendance entre les données enregistrées et les perceptions des populations locales est la même. Les résultats de cette recherche réaffirment les phases d'évolution du climat (changement et variabilité) principalement dans un contexte de changement climatique, d'où la nécessité de mettre en œuvre un programme d'adaptation national au changement climatique au Sénégal.

4. Conclusion

Le but de l'article est l'analyse de la tendance et de la perception des populations sur l'évolution des températures et des précipitations. Les résultats de l'analyse confirment un tournant climatique des années 1970 (pour les précipitations) et des années 1990 (pour les températures). Les effets du changement climatique augmentent la vulnérabilité des sociétés dans les différentes parties du monde. La température augmente à un rythme très rapide dans la région de Dakar. De même, l'intensité des précipitations et leur ampleur ont diminué aux échelles annuelle et saisonnière bien que durant ces dernières années, le retour d'années à pluviométrie excédentaire, est marqué d'événements extrêmes comme les inondations. De plus, la tendance actuelle observée a été confirmée et justifiée par les perceptions des populations interrogées. Les inondations notées dans la ville de Dakar et causent d'importants dégâts sur la vie des populations et sur leurs activités économiques. L'analyse présentée ici montre que la combinaison des tendances notées avec les opinions des populations fournit des résultats très pertinents dans le cadre de la caractérisation du changement climatique. Elle constitue aussi une base solide dans le cadre de la définition de mesures d'adaptations mieux planifiées. Ainsi ces résultats peuvent donc être utiles pour la mise en œuvre de meilleure politique et stratégie de gestion des inondations efficaces dans la ville de Dakar.

Références

- [1] - C. TRITZ, S. SCHIAVONE, S. ROME, S. BIGOT, L. DAVID and I. POCHELON, Perception du changement climatique par les professionnels du tourisme : exemple dans le département de la Drôme (France). Laurent Bigot et Sandra Rome. Les climats régionaux : observation et modélisation, Grenoble, France, *AIC*, 25 (2012) 745 - 750
- [2] - GIEC, Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, Genève, Suisse, (2007) 103 p.
- [3] - UNDP, Climate Change and the Millennium Development Goals. Disponible sur http://www.undp.org/climatechange/cc_mdgs.shtml, (1998)
- [4] - M. DENEUX, Rapport sur l'évaluation de l'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact prévisible sur la géographie de la France à l'horizon 2025, 2050 et 2100, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2 (2002) 296 - 329
- [5] - D. D. BA, Sécheresse climatique, dynamique actuelle et perspectives des activités agropastorales dans le Ferlo et la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal (Région de Matam). Thèse de doctorat unique, Université Gaston Berger de Saint-Louis. Section de géographie, (2018) 196 p.

- [6] - GIEC, Changements climatiques 2013. Les éléments scientifiques, Résumé à l'intention des décideurs. OMM, PNUE, (2013) 14 p.
- [7] - C. DIOP, Etude comparative des quartiers de Ndénatte, Nord-Foire-Azur, Hann-Montagne-IV et Hann Mariste à Dakar : Caractérisation climatique, dégradation du cadre environnemental et impacts sanitaires, Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2013) 287 p.
- [8] - M. RASHID, J. SHAOFENG and Z. WENBIN, Analysis of climate variability, trends, and prediction in the most active parts of the Lake Chad basin, *Africa Scientific Reports* 9, 9, 6317 (2019) <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42811-9>
- [9] - C. FAYE, A. A. SOW et J. P. NDONG, Étude des sècheresses pluviométriques et hydrologiques en Afrique tropicale : caractérisation et cartographie de la sécheresse par indices dans le haut bassin du fleuve Sénégal. *Physio-Géo*, 9 (2015) 17 - 35
- [10] - CILSS, Climate and Climate Change. The Atlas on Regional Integration in West Africa. Environment Series. CEDEAO-Club /Sahel/OCDE, Disponible sur : www.atlas-westafrica.org, (2008)
- [11] - B. SARR, Le réchauffement climatique. *In* : Le Sahel face aux changements climatiques Centre Régional. Enjeux pour un développement durable, AGRHYMET/CILSS, Bulletin Mensuel *Numéro spécial*, (2010) 5 - 8
- [12] - M. FAYE, F. FALL, G. FAYE and E. VAN HECKE, La variabilité pluviométrique et ses incidences sur les rendements agricoles dans la région des Terres Neuves du Sénégal oriental », *Belgeo* [Online], 1 (2018) Online since 20 June 2018, connection on 17 June 2019. URL : DOI : 10.4000/belgeo.22083
- [13] - I. DIOUF, Etude de l'impact des inondations dans les communes côtières de la région de Dakar : le cas de la Commune d'Arrondissement de Thiaroye sur mer, Mémoire de maîtrise, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2010) 127 p.
- [14] - M. D. THIAM, Le syndrome des inondations au Sénégal, Presses Universitaires du Sahel, (2011) 224 p.
- [15] - D. M. POKHREL and B. PANDEY, Bidya, Climate Change Adaptation: Strategic Vision in Agriculture, *Journal of Agriculture and Environment*, 12 (2011) 104 - 112
- [16] - O. NDIONE, Les conséquences économiques et spatiales des inondations dans la commune d'arrondissement de Guinaw Rail Nord, Mémoire de maîtrise, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2008) 138 p.
- [17] - O. MAREGA, Changements socio-environnementaux et évolution des pratiques agropastorales en Afrique sahélienne : étude comparée entre le Ferlo (Sénégal), le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger) », thèse de doctorat, Université Diderot-Paris, 7 (2016) 700 p.
- [18] - M. A. BAUDOIN, L'adaptation aux changements climatiques au sud du Bénin : Une analyse de la politique internationale et des besoins locaux, *Geo-Eco-Trop*, 34 (2010) 155 - 169
- [19] - M. A. BAUDOIN, L'adaptation aux changements climatiques au sud du Bénin: Une analyse de la politique internationale et des besoins locaux, *Geo-Eco-Trop*, 34 (2010) 155 - 169
- [20] - O. MERTZ, C. MBOW, A. REENBERG and A. DIOUF, Farmers' perception of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel, *Environmental Management*, 43 (2009) 804 - 816
- [21] - A. OFUOKO, Rural farmers' perception of climate change in central agricultural zone of Delta state, Nigeria, *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 12 (2011) 63 - 69
- [22] - F. AJIBFUN, Analysis of perception and adaptation to climate change among arable crop farmers in Ikogosi Warm Spring communities of Ekiti State, Nigeria, *In* : Lund Conference on Earth System Governance. April 18-20, 2012, Lund, Denmark. Ref., 0233 (2012) 29 p.
- [23] - B. Y. FOSA-MENSAH, P. VLEK and D. MACCARTHY, Farmers' perception and adaptation to climate change: a case study of Sekyedumase district in Ghana, *Environment, Development and Sustainability*, 14 (2012) 495 - 505.
- [24] - P. OZER, Y. C HOUNTONDI, M. B. AHOMADEGBE, B. DJABY, BAKARY. T. ALINE and F. DE LONGUEVILLE, Évolution climatique, perception et adaptation des communautés rurales du plateau d'Abomey

- (Bénin), In : Boko M., Vissin E.W., Afouda F. (eds.), Climat, agriculture et ressources en eau d'hier à demain, Cotonou, Bénin, (2013) 440 - 445
- [25] - AGENCE NATIONALE DE LA STATISTIQUE ET DE LA DEMOGRAPHIE, Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage (RGPHAE), Rapport définitif, (2014) 418 p.
- [26] - OMM, Guide des pratiques hydrologiques : acquisition et traitement des données, analyses, prévision et autres applications. Organisation Météorologique Mondiale- N°168, Genève, (1994) 829 p.
- [27] - P. C. SAMBOU, Evolution climatique récente et stratégies d'adaptation des populations dans les arrondissements de Sakal et Ndande, dans la région de Louga, thèse de Doctorat unique, FLSH-UCAD, (2015) 456 p.
- [28] - HE M. GAUTAM, M., Variability and trends in precipitation, temperature and drought indices in the State of California *Hydrology*, 3 (2) (2016) 14, DOI: 10.3390/hydrology3020014
- [29] - H. DIAWARA, Analyse de l'évolution contemporaine de la température de l'air et des précipitations sur le territoire du Mali. *European Scientific Journal (ESJ)*, 15 (2) (2019) 154 - 168
- [30] - C. CUCCIA, Changements climatiques observés en Bourgogne depuis 1961 : Etude des variations de températures et de précipitations, Mémoire de Master, Recherche Géobiosphère, Université de Bourgogne, (2008) 52 p.
- [31] - E. LEROY, S. ROME, S. BIGOT, Variabilité spatio-temporelle de la température de l'air (1950-2009) dans le département de la Drôme (région Rhône-Alpes, France). Bigot & Rome, Association Internationale de Climatologie, Grenoble, France. *Association Internationale de Climatologie*, 25 (2012) 469 - 474
- [32] - O. MERTZ, C. MBOW, A. REENBERG, L. GENESIO, E. LAMBIN, ERIC. S.D'HAEN, M. ZOROM, K. RASMUSSEN, D. DIALLO, B. BARBIER, I. B. MOUSSA, A. DIOUF, J. NIELSEN and SANDHOLT, Adaptation strategies and climate vulnerability in the Sudano-Sahelian region of West Africa, *Atmospheric Science Letters*, 12 (2011) 104 - 108
- [33] - A. KHEAZNA, H. AMARCHI, O. DERDOUS, F. BOUSAKHRIA, Drought monitoring in the Seybouse basin (Algeria) over the last decades. *Journal of water and Land Development*, 33 (2017) (IV-VI) 79 - 88
- [34] - A. OTMANE, K. BABA-HAMED, A. BOUANANI et L.W. KEBIR, Mise en évidence de la sécheresse par l'étude de la variabilité climatique dans le bassin versant de l'oued Mekerra (Nord-Ouest algérien), *TSM*, 9 (2018) 23 - 37
- [35] - L. DESCROIX, A. DIONGUE NIANG, G. PANTHOU, A. BODIAN, Y. SANE, H. DACOSTA, M. MALAM ABDOU, J.-P. VANDERVAERE, G. QUANTIN, Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest à travers deux régions: La sénégalie et le bassin du Niger moyen. *Climatologie*, 12 (2015) 25 - 43
- [36] - P. OZER, Y. C. HOUNTON DJI, A. NIANG, S. KARIMOUNE, M. LAMINOUE and M. SALMON, Désertification au Sahel : Historique et perspectives, *BSGL*, 54 (2010) 69 - 84
- [37] - O. SERDECZNY, S. ADAMS, F. BAARSCH, D. COUMOU, A. ROBINSON, W. HARE, M. SCHAEFFER, M. PERRETTE, J. REINHARDT, Climate change impacts in Sub-Saharan Africa : from physical changes to their social repercussions. *Regional Environmental Change*, 17 (6) (2017) 1585 - 1600
- [38] - M. B. SYLLA, M. NIKIEMA, P. GIBBA, I. KEBE & N. A. B. KLUTSE, Climate change over West Africa: Recent trends and future projections. In J. A. Yaro, & J. Hesselberg (Eds.), *Adaptation to climate change and variability in rural West Africa*, (2016) 25 - 40
- [39] - C. FAYE, Analysis of drought trends in Senegalese coastal zone on different climatic domains (1951-2010). *Anallele Uniiversiitãããã diin Oradea, Seriiã Geografiie XXVIII*, N° 2 (2018) 231 - 244
- [40] - S. SAMBOU, H. DACOSTA et J-E. PATUREL, Variabilité spatio-temporelle des pluies de 1932 à 2014 dans le bassin versant du fleuve Kayanga/Gêba (République de Guinée, Sénégal, Guinée-Bissau) », *Physio-Géo*, 12, 1 (2018) 61 - 78

- [41] - F. FNIGUIRE, N. E. LAFTOUHI, M. E. SAIDI, Z. ZAMRANE, H. EL HIMER, N. KHALIL, Spatial and temporal analysis of the drought vulnerability and risks over eight decades in a semi-arid region (Tensift basin : Morocco). *Theoretical and Applied Climatology*, (2016) 1 - 10
- [42] - Y. C. HOUNTONDI, N. SOKPON, J. NICOLAS and P. OZER, Ongoing desertification processes in the sahelian belt of West Africa: an evidence from the rain-use efficiency, *In: Röder A., Hill J. Recent Advances in Remote Sensing and Geoinformation Processing for Land Degradation Assessment. ISPRS Series*, Taylor and Francis, (2011) 173 - 186
- [43] - L. AMRAOUI, M. A. SARR and D. SOTO, Analyse rétrospective de l'évolution climatique récente en Afrique du Nord-Ouest, *Physio-Géo*, Vol. 5 (2011), URL : <http://physio-geo.revues.org/1959> ; DOI : 10.4000/physio-geo.1959
- [44] - D. D. BA, P. M. NDIAYE and C. FAYE, Variabilité pluviométrique et évolution de la sécheresse climatique dans vallée du Fleuve Sénégal, *Revue Togolaise des Science*, Vol. 12, 1 (2018) 57 - 71