

Research Article

ANALYSE DES IMPACTS DE L'ÉVOLUTION CLIMATIQUE RÉCENTE SUR LES RESSOURCES HYDRIQUES DANS LE DÉPARTEMENT DE LINGUÈRE DE 1970 À 2022

^{1,*} Ibra SARR, ¹ Boubacar NDAO, ² Bineta FAYE, ¹ Souleymane DIALLO

¹Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), UCAD, DAKAR, SÉNÉGAL.

²Laboratoire de géographie de l'Institut Fondamentale d'Afrique Noire, UCAD, DAKAR, SÉNÉGAL.

Received 13th June 2023; Accepted 14th July 2023; Published online 25th August 2023

RESUME

Les ressources en eau constituent un enjeu indispensable pour la vie. Elles sont cependant, sous la menace de la dégradation des conditions climatiques. La variabilité climatique a en effet, profondément bouleversé le milieu naturel est particulièrement les ressources en eau. C'est face à cette situation d'instabilité pluviométrique que cette étude est faite dont l'objectif principal est d'analyser les impacts de l'évolution climatique récente sur les ressources hydriques dans le Département de Linguère de 1970 à 2023. Pour mener à bien l'étude on a fait un inventaire des ressources en eau souterraine et en eau de surface disponible dans le Département. Une démarche méthodologique a été aussi mise en place combinant une enquête quantitative auprès des ménages ruraux et des entretiens semi-structurés avec les personnes ressources. A partir de ces enquêtes, les populations locales ont bien constaté la péjoration climatique et ses effets néfastes sur le potentiel hydrique. Selon eux, les ressources en eau accessibles sont caractérisées actuellement par la faiblesse en surface et la profondeur des nappes souterraines.

Mots-clés: variabilité climatique; ressources hydriques; impacts ; eau souterraine ; eau de surface.

INTRODUCTION

Les pays situés au sud du Sahara subissent, depuis le début des années 1970 des fluctuations climatiques permanentes avec des conséquences désastreuses dans le milieu physique (Nicholson S.E *et al.*, 2000; Le Barbé *et al.*, 2002 ; Aguiar L., 2009). Cette péjoration climatique a entraîné une diminution de plus 40% des précipitations (Hulme M *et al.*, 2001). De plus une mauvaise répartition des pluies dans le temps et dans l'espace est visible dans le milieu. Cette distribution interannuelle irrégulière des précipitations à l'échelle sous régionale a engendré des répercussions graves sur la recharge des nappes phréatiques. En effet, la pluviométrie constitue un élément capital pour les ressources hydriques. Ainsi, la baisse des pluies aboutit à des problèmes au niveau de la recharge des nappes d'où une diminution de 1 à 5 m, soit de 7 à 30 cm/an depuis 1965 (SGPRE, 2003).

Plusieurs scientifiques ont consacré leurs recherches sur la corrélation existante entre la variabilité pluviométrique et les perturbations hydrologiques qui en résultent (Mahé G et Olivry J C., 1999; Christensen N *et al.*, 2004 ; Aguiar L., 2009). C'est ainsi que Bricquet J P *et al.*, (1997), soulignent qu'un déficit de 13% de la recharge des nappes souterraines à partir des apports pluviométriques a été noté durant la décennie 1970-1980 puis au cours de la décennie suivante (1980-1990) ce déficit connaît une augmentation en passant à 27%. Cette diminution du niveau de l'aquifère a ébranlé la disponibilité de l'eau c'est-à-dire l'alimentation en eau potable des populations et son rôle clé dans les activités économiques. D'après, AMCOW, (2013), « la durabilité de la croissance économique et du développement de l'Afrique dépendra de ce qu'il adviendra des ressources en eau du continent. L'eau est un intrant clé des secteurs qui impulsent la croissance économique ».

Au Sénégal, les ressources hydriques dépendent totalement de la pluviométrie. Or, à l'instar des autres pays sahéliens, il subit depuis cinq (5) décennies une forte récession climatique. Cette situation a occasionné une baisse de 23% des pluies Bodian A (2014) alors que Diagne M (2000) parle de plus de 35% de diminution à l'échelle du pays. Cette conjoncture se caractérise par le retrait des isohyètes vers le sud malgré une légère reprise durant la dernière décennie. Devant cette conjoncture les nappes d'eau douce sont confrontées à des difficultés de se renouveler entraînant ainsi à la baisse des niveaux d'eau. Comme dans toutes les zones du Sénégal, dans la zone sylvopastorale la problématique de la disponibilité et de l'accessibilité à l'eau ont toujours constitué une préoccupation des populations. En effet, les conditions pluviométriques influent beaucoup dans l'exploitation et la recharge des nappes. Les pluies agissent directement sur le remplissage des nappes superficielles et des mares ou indirectement sur les nappes profondes. Toutefois, à l'instar des autres régions du pays, elle subit une forte l'instabilité pluviométrique, caractérisée par des déficits considérables des cumuls saisonniers (Sarr I., 2019 ; Sarr I., *et al.*, 2022).

Cette variabilité pluviométrique, en effet a eu des impacts remarquables sur les ressources naturelles du Département et plus particulièrement celles hydriques. C'est cette situation de régression pluviométrique et de ces effets négatifs qui constitue l'une des motivations principales de cette étude.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

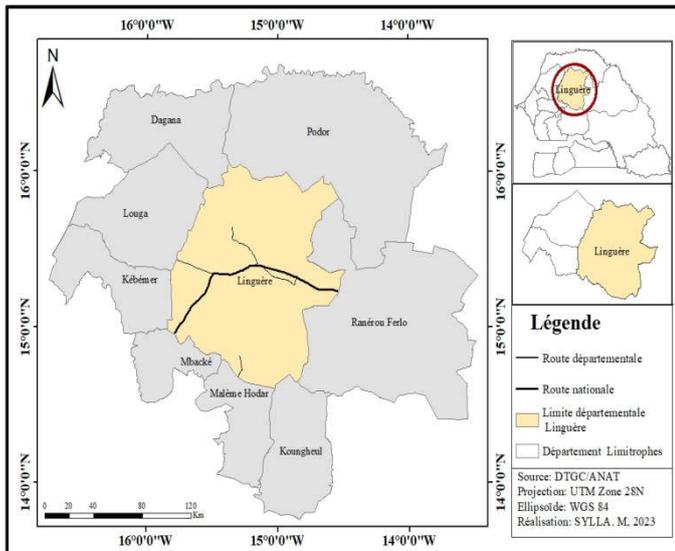
Localisation de la zone d'étude

Le Département de Linguère s'intègre à la zone sylvopastorale et se localise dans la partie septentrionale du Sénégal. Il est situé entre les latitudes 15°24' à 16°00' Nord et les longitudes 15°07' à 14°30' Ouest (figure 1) et couvre une superficie de 15375 km².

*Corresponding Author: Ibra SARR,

¹Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), UCAD, DAKAR, SÉNÉGAL.

Figure 1 : Localisation du Département de Linguère



Le département est marqué par la faiblesse de ses cumuls pluviométriques annuels. Il se trouve, en effet, entre les isohyètes annuelles moyennes 300 et 500 mm (Sarr I *et al.*, 2021). A l'instar de l'ensemble du pays, il est confronté à des séries de sécheresses depuis plus de cinquante ans.

La saison pluvieuse se caractérise par son irrégularité interannuelle dans l'espace et dans le temps. En effet, l'essentiel des pluies se concentre de juillet à septembre. Ces trois mois concentrent plus de 85 % des pluies annuelles moyennes (Sarr I., 2019). Les températures sont généralement élevées pour une bonne partie de l'année surtout durant la saison sèche avec les vents de l'alizé continental. Sur la période 1971-2019, la valeur moyenne des températures est de 29,1°C à Linguère. (Sarr., 2019).

Méthode de collecte et de traitement des données

Le travail de terrain s'est basé sur une démarche participative et inclusive en prenant en compte toutes les catégories d'acteurs impliqués dans la gestion des ressources en eau. C'est un travail qui s'est basé sur deux volets à savoir des enquêtes et des entretiens. Les enquêtes s'appliquaient à la population locale dans toute sa composante. Alors que les entretiens s'intéressent aux personnes ressources (les sous-préfets, les maires, les agents des eaux et forêts, les chefs du Centre d'Appui au Développement Local (CADL), les chefs de villages). Ces enquêtes et entretiens ont permis d'avoir des données quantitatives et qualitatives. L'enquête de terrain a été réalisé sur cinq communes : Barkédji, Déaly, Kamb, Ouarkhokh, et Sagatta Djoloff. A partir de ces communes, une vingtaine de village a été visitée. Ainsi, un total de 470 personnes a été interrogé et 25 entretiens ont été effectués auprès des autorités.

Les personnes interrogées ont été choisis sur certains critères : être chef de ménage, être un résidant permanent dans le village, avoir un âge minimum de 55 ans. Les investigations ont porté sur les ressources hydriques dont dispose le département et les impacts de la variabilité climatique sur ces ressources.

La collecte et le traitement des données de questions et fiches d'entretien ont été matérialisés à partir des logiciels de Sphinx Plus et SPSS. Pour le travail de la cartographie, Arc Gis a été utilisé. Les logiciels Word et Excel apparaissent comme les plus appropriés pour la saisie, les représentations des graphiques et des tableaux et le traitement des données

RESULTATS

Les ressources hydriques dont dispose le département

Pour faire l'état des lieux des ressources hydriques l'étude des eaux souterraines et celles superficielles a été faite.

Les eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent une composante importante dans la satisfaction des besoins en eau. Elles constituent la première ressource en eau de boisson pour les populations. L'exploitation des eaux souterraines pour la satisfaction des populations en eau s'est réalisée par la mise en œuvre d'ouvrages hydrauliques comme les puisards, puits ou forages.

Deux (2) nappes d'eaux souterraines sont identifiées dans la zone sylvo-pastorale : le Maestrichtien et le Continental Terminal.

- La nappe Maestrichtienne : La nappe Maestrichtienne couvre presque tout le Département de Linguère. Elle est le système aquifère le plus important au Sénégal. Elle est également la plus profonde des nappes d'eaux souterraines datant du Crétacé au Tertiaire. La nappe est caractérisée par d'épaisses séries sableuses à gréseuses et sablo-argileuses à argileuse du Maestrichtien. Elle couvre les 4/5 de la superficie du pays et s'étend sur environ près de 150.000 Km². Ses réserves sont évaluées entre 300 et 400 milliards de m³ d'eau et une recharge qui se situe entre 300 et 800.000 m³/an (CSE, 2010). Le Maestrichtien, avec une profondeur se situant entre 120 et 300 m est l'aquifère le plus exploité du bassin sédimentaire sénégalais avec près de 40% de l'ensemble des débits du bassin (Sy O., 2006). L'exploitation de cette nappe est faite par des forages à exhaure mécanique (Barral, 1982) implantés dans la localité par les pouvoirs publics. Ces derniers ayant des débits se situant entre 30 et 200 m³/h permettent ainsi à la population de la zone sylvo-pastorale de disposer de l'eau en quantité suffisante et durable. C'est dans ce cadre que d'importants ouvrages hydrauliques ont été installés depuis les années 1950 permettant ainsi un bon quadrillage du milieu en eau. Par exemple dans la partie septentrionale, elle est captée par les forages de Tèssékéré, de WidouThiengoly, ... avec des profondeurs respectives de 229 et 250 m et des débits de 30 et 65 m³/h. Dans la partie occidentale la nappe est exploitée par les forages de Boulal, Dépal avec des profondeurs de 240 et 231 m et des débits de 113 et 65 m³/h. De même, dans la partie australe on retrouve les forages de Touba Pakha qui se localise dans la Commune de Déaly avec une profondeur de 260 m et un débit de 35 m³/h.

Cependant, l'installation des forages a engendré une forte modification des conditions d'utilisation des parcours naturels. La fréquentation du bétail autour des forages se traduit par une surexploitation des ressources végétales et même par l'émondage des ligneux. Ainsi, une forte dégradation de la végétation est visible avec une disparition précoce du tapis herbacé, la rareté et le rabougrissement des végétations ligneuses.

- La nappe du Continental Terminal (CT) : Elle couvre la partie sud et orientale du département plus précisément dans l'Arrondissement de Barkédji. Cet aquifère, qui concerne tout le bassin sédimentaire du Sénégal, se situe dans les calcaires marneux de l'Eocène ou des sables du Quaternaire. C'est une nappe libre puisque qu'aucun horizon imperméable ne la sépare de la surface du sol (Diakitè B., 1992). Elle est directement approvisionnée par les infiltrations qui se produisent sur tout le territoire qu'elle occupe. La profondeur de la nappe se situe entre 30 et 100 mètres avec un niveau moyen de 40 mètres en surface

(Sarr. M. A., 2008). La remise en eau des vallées fossiles a permis la recharge de la nappe superficielle. Elle est ainsi captée par les céanes qui sont peu profonds et les puits profonds de 20 à 80 mètres.

Les eaux de surface

Le potentiel des eaux de surface est constitué par la vallée du Ferlo et d'un important réseau de mares.

La vallée du Ferlo

La vallée du Ferlo est une dépression limitée au Nord par le fleuve Sénégal et à l'Ouest par le lac de Guiers. L'alimentation en eau de la vallée dépendait des crues du fleuve Sénégal. A la fin du XIX^{ème} siècle, d'importantes crues se sont effectuées, certaines auraient même dépassé la localité de Yang-Yang. Celle de 1936 a atteint cette localité. Les eaux se sont arrêtées, d'après Michel P (1973) entre les localités de Mbeuleukhé et de Mbéyène au cours des années suivantes.

Cependant, à partir de 1956, les eaux du fleuve n'inondent plus la vallée du Ferlo à la suite de la construction de la digue de Keur Momar Sarr. Les anciens chenaux sont jalonnés par des mares temporaires dont leur durée de vie reste très éphémère, à cause d'une importante évaporation et d'une forte pression humaine et animale. La construction des barrages de Diama (en amont) en 1985 et de Manantali (en val) en 1988 sur le fleuve Sénégal a permis une reconfiguration du réseau hydrographique de la vallée du Ferlo. Ainsi, l'alimentation du lac de Guiers et donc indirectement de la vallée du Ferlo par le canal de la Taouéys ont rendues possible grâce à un important volume d'eau en amont de Diama (Sarr M A., 2008).

Les mares temporaires

Ce sont des dépressions ou des cuvettes à forte teneur en argile disséminées un peu partout dans le département. Ces dernières, qui sont marquées par leur existence saisonnière, sont surtout localisées dans les vallées mortes ou fossiles du Ferlo. Ces mares, de tailles variables sont issues des eaux de ruissellement. Selon la taille, la profondeur et le mode d'alimentation les pasteurs ont répertorié différents types de mares Sy. O (2009) :

- La *fetere* : les plus petites mares se sont des flaques d'eau qui se localisent dans les cuirasses ferrugineuses de la partie orientale ;
- La *beeel* : mare de taille moyenne
- La *wendu* : plus étendue que la feteree et la beelel, elle a une durée de vie de 3 à 4 mois après la saison des pluies ;
- La *lumbol* : Plus vaste que le wendumais peu profonde.

Ces différentes mares jouent un rôle particulièrement important dans l'alimentation en eau dans le Ferlo aréique. Elles servent de points d'abreuvement pour le bétail mais restent également une source d'alimentation de la population et 67% de la population peulh l'utilisent au début de la saison des pluies comme boisson (Sy. O, 2006). Au début des années 2000, les autorités administratives se sont lancées dans un vaste programme de transformation des grandes mares en bassin de rétention ou en mares aménagées dans le Département de Linguère. Cinq ont été transformées :

- Mbaye Hawa dans la Commune de Ouarkhokh ;
- Piterki dans la Commune de Ouarkhokh ;
- Mogré dans la Commune de Barkédji ;
- Loumbel Lana dans la Commune de Barkédji ;
- Koumouk dans la Commune de Thièl.

Plusieurs objectifs ont été visés par les dirigeants d'alors :

- stocker et mobiliser les eaux de ruissellement;
- renforcer l'agriculture familiale par le développement des activités de contre saison;
- développer, sécuriser et diversifier la production agricole par l'aménagement de près d'une dizaine d'hectares autour de chaque ouvrage et développer la pisciculture;
- préserver et améliorer les écosystèmes;
- offrir une plus grande disponibilité de l'eau au cheptel
- protéger les infrastructures (routes, ponts) et lutter contre l'érosion hydrique.

L'exploitation de ces mares relève ainsi d'une grande importance par l'utilisation conséquente des pâturages, au moment où le fourrage est en quantité suffisante et de bonne qualité. Elles ont contribué à la diminution significative des grands mouvements de transhumance. Elles constituent également une indispensable source et atténuent la forte pression exercée au niveau des points d'eau permanents à savoir les forages et les puits. Cette préférence des populations locales aux mares qu'aux forages s'explique par leur particularité. En effet, ces points d'eaux sont marqués par leur accessibilité facile et gratuite. Par conséquent, les eaux des forages n'étant pas gratuites, les populations sont obligées de payer une taxe financière. Le montant à acquitter varie d'une localité à une autre ; ainsi dans la Commune de Sagatta Djolof les consommateurs versent 100F CFA par tête de bovin et 50F CFA par tête de petits ruminants alors qu'aux niveaux des maisons, il y a l'installation des compteurs. La non gratuité des eaux de forage est régie par l'arrêté ministériel n°5180 MDRH du 13 mai 1985. L'arrêté stipule que « tous les usagers des forages sont tenus de participer à leur coût de production sur la base de prix fixés ».

Il est aussi important de signaler que d'importantes activités sont pratiquées à la bordure de ces mares. Des activités, comme l'aquaculture, le maraîchage et l'agriculture par irrigation y sont développées. Avec la tendance régressive de la pluviométrie qui va avec la baisse des rendements agricoles, ces différentes activités sont considérées comme une alternative pour garantir la sécurité alimentaire. En plus, de ce rôle alimentaire qu'elles exercent, elles permettent aussi aux acteurs de trouver une économie subsidiaire pour leur survie en procurant aux ménages des revenus complémentaires. Malgré la réussite de ces aménagements, plusieurs difficultés sont notées. D'abord, dans le domaine sanitaire la consommation de ces eaux, peu salubres, est compromise par les risques de parasitose gastro-intestinale. Plusieurs maladies infectieuses liées à l'alimentation de ces eaux sont signalées. Ensuite, certains facteurs compromettent la disponibilité de l'eau pendant toute l'année. Par exemple, l'ensablement observé aux abords des mares, les ravinements liés à l'érosion hydrique et aux piétinements des animaux entravent le bon fonctionnement des mares. Il faut noter aussi que Linguère qui se trouve dans le domaine sahélien, est caractérisé par des températures élevées durant presque toute l'année plus de 40°C au mois de mai-juin. Cette situation se traduit par une forte évaporation des eaux des mares. Ces aménagements sont exclusivement alimentés par les pluies. Ainsi, tout déficit pluviométrique peut engendrer un abaissement de leur recharge ainsi qu'un tarissement précoce.

Ces différentes ressources subissent les effets néfastes de la variabilité climatique.

Les impacts de la variabilité climatique sur ces ressources.

Les impacts sur les ressources en eau de surface

L'évaluation des impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau de surface n'est mesurable qu'à partir de

l'évolution des mares c'est-à-dire leur durée de rétention, profondeur et superficie. En effet, ne disposant pas de cours d'eau pérenne, durant la saison des pluies on note la présence d'une multitude de petites mares endoréiques. Elles exercent un rôle important sur les activités pastorales. Les mares servent des points d'abreuvement des animaux et constituent la principale source d'approvisionnement en eau, pendant la saison pluvieuse pour le cheptel, mais également des sources d'alimentation pour environ 79% des populations (Sy O., 2006). Ce qui entraîne une diminution de la pression sur la nappe maestrichtienne exploitée par les forages.

Ces mares sont, actuellement sous l'influence de la péjoration climatique. Il y a une importante corrélation entre le cumul annuel pluviométrique et le remplissage des mares. En effet, la saison des pluies est actuellement caractérisée par des débuts tardifs et des fins précoces. Cette situation de raccourcissement de l'hivernage ne permet pas un remplissage normal des eaux saisonnières. Il en résulte d'une diminution des eaux de surface c'est à dire les mares. Leur durée de rétention en eau est de 3 à 4 mois (août à novembre) c'est-à-dire qu'elles tarissent aussitôt après l'hivernage. Cela est dû aux conditions thermiques du milieu. Il est marqué par des températures très élevées (supérieure à 35°C) découlant d'une évaporation extrêmement forte. La conséquence est donc un dessèchement rapide des mares pendant la saison sèche. Les impacts de la variabilité climatique peuvent être aussi mesurés à partir des résultats des enquêtes de terrain. Les populations locales ont fait part de la diminution ou du dessèchement des eaux superficielles, liés aux aléas pluviométriques. Ce qui fait dire à Sagna P (1988) que « le déficit pluviométrique qui s'est amorcé en 1968 s'accompagne d'un dessèchement de la zone sahélienne. Celui-ci se traduit par un épuisement des eaux superficielles ».

Dans le Département, les effets de l'évolution climatique se manifestent aussi par la raréfaction des mares de nos jours qui tendent à disparaître. Plus 80% des villageois interrogés affirment en effet, que 70% des mares ont disparu ou sont en voie de disparition avec une réduction de leur quantité, de leur profondeur mais surtout de leur superficie. La diminution des volumes d'eau précipités et par conséquent des mares fait reconnaître à M. Top, âgé de 75 ans habitant de Ouarkhokh : « jadis, les pluies étaient abondantes, il y avait dans notre village plusieurs mares, je comptais une dizaine. Aujourd'hui, avec la diminution des pluies, toutes les mares sont presque asséchées. En plus, j'ai remarqué que les mares, qui existent jusqu'à présent, s'assèchent aussitôt après l'arrêt des pluies alors que l'eau stagnait jusqu'au mois de février voire même mars ». Une réduction de la capacité de remplissage de ces points d'eau est aussi constatée. Cela résulterait de l'ensablement causé par une absence de végétation et de la diminution de la fréquentation du cheptel. Cette situation entraîne l'amenuisement d'année en année des mares. Ainsi, selon S. KA, un habitant de Welloumbel un village peulh qui se trouve dans la Commune de Déali « la superficie de notre mare a considérablement diminué. Elle était estimée environ à 500 km² avant 1973, mais elle fait aujourd'hui moins de 150 km² ». Cette situation est surtout perceptible dans les villages de Mbacké Djolof, Thiare et de Sine qui se localisent dans la Commune de Sagatta Djolof. En effet, dans ces localités, il n'y a actuellement que des flaques d'eau et les mares ont perdu presque 90% de leur superficie. La baisse des ressources hydriques de surface, en l'occurrence les mares, se répercute sur les eaux souterraines.

Les impacts sur les ressources en eau souterraine

Les ressources en eau souterraine ont une importance capitale dans le milieu puisque constituant les seules alternatives en l'absence d'un écoulement de surface pérenne. Les eaux souterraines constituent en effet, la source principale pour l'alimentation des villages en eau

potable. L'étude de l'évolution des niveaux piézométriques dans le Département de Linguère paraît importante. Cependant, ne disposant pas des données des différentes stations piézométriques, l'analyse de la variation du niveau des nappes devient impossible. Devant cette situation on a plutôt recouru aux enquêtes de terrain pour faire l'analyse. Les eaux souterraines sont variables par leur profondeur et leur qualité. En effet, depuis quelques années avec la forte pression sur la ressource mais surtout la diminution pluviométrique, on assiste à l'abaissement du niveau de ces eaux. Par conséquent, la recharge de ces ressources hydriques dépend des apports pluviométriques d'une part et des écoulements de surface d'autre part. Ainsi, le déficit hydrique, remarqué ces dernières décennies, a fortement bouleversé leur remplissage. La péjoration climatique se manifeste par une baisse de la charge des nappes. La diminution de cette dernière se traduit par son approfondissement. Certaines personnes âgées révèlent que la nappe ne dépassait pas 7m et c'était elles-mêmes qui creusaient leurs puits avant les années de sécheresse. Elles affirment par ailleurs que le niveau actuel de la nappe est très profond et peut dépasser même 20 m. Cette situation se matérialise par des difficultés à creuser des puits voire une impossibilité selon la population locale. D'après le rapport du CSE (2010), l'épuisement des stocks d'eau souterraine est plus prononcé dans le nord du Sénégal où la baisse du niveau des nappes phréatiques se situe entre 5 et 10 mètres. Selon toujours ce rapport les impacts des perturbations pluviométriques sur les ressources en eaux souterraines se manifestent à deux niveaux : « à l'échelle saisonnière où les potentiels hydrostatiques sont affectés par des fluctuations sinusoïdales de grande ampleur ; à l'échelle interannuelle où l'on note une baisse continue des niveaux piézométriques de base indiquant une nette tendance à l'épuisement des stocks au cours de la période de déficit pluviométrique ». Les perturbations pluviométriques ont ainsi entraîné l'abaissement du niveau de la nappe phréatique et du tarissement de beaucoup de puits et *céannes* dans les villages.

DISCUSSION

Les enquêtes de terrain et les observations directes ont permis de mettre en évidence les impacts de l'évolution climatique récente sur les ressources hydriques dans le Département de Linguère de 1970 à 2022. En effet, le milieu, à l'instar de tout le pays subit depuis plus de 50 ans de forte variabilité pluviométrique. Cette situation de perturbations climatiques a des conséquences néfastes sur la disponibilité de l'eau. Ces dernières ont connu une évolution similaire à celle de la pluviométrie. Elle se traduit principalement par une importante baisse de la charge des nappes souterraines ainsi que la durée de vie des eaux de surfaces constituées essentiellement par les mares. Ces résultats sont identiques à ceux menés par (Hubert P. *et al.*, 2007 et Abrate T. *et al.*, 2013). Selon ces études, la baisse importante des totaux pluviométriques annuels qui s'est produite à la fin des années 1960 est en grande partie à l'origine de l'amenuisement des ressources en eau. Dans cette même logique Faye (2017) indique que la ressource est actuellement menacée par la péjoration climatique. Toujours selon lui cette situation a engendré dans la partie occidentale du pays une baisse des nappes phréatiques (avec parfois des prélèvements dépassant les capacités de renouvellement) et des intrusions salines marquées dans les basses vallées du Sine Saloum, au niveau des deltas des fleuves Casamance et Sénégal, ainsi que de la Grande Côte. Alors que Ndione J.A (1998) dans une étude faite dans le Sénégal oriental affirme que la déficience pluviométrique a profondément modifié les ressources hydriques. L'étude montre que les eaux souterraines qui dépendent dans une certaine mesure de la pluviométrie d'une part et d'autre part des écoulements de surface, ont vu leurs conditions d'alimentation fortement perturbées car marquées actuellement par

l'augmentation de la profondeur des puits associée à un tarissement ou un assèchement de ces derniers. Ces résultats sont également similaires aux travaux de Faye C et Mendy A (2018), qui concluent que la baisse des précipitations s'est manifestée dans le bassin versant de la Gambie par une hausse des déficits qui sont attestés par plusieurs paramètres hydrologiques. Ils certifient que ces déficits hydrologiques évalués varient entre - 11,4% pour le potentiel d'infiltration et - 49,8% pour le potentiel de ruissellement en passant par -14,2% pour la pluie moyenne et - 27% pour la pluie efficace. Ces affirmations correspondent également aux études menées par Sambou P.C (2015) et Sarr I (2019). Ils affirment que les impacts sur les ressources en eau de surface ne sont mesurables que durant la saison des pluies. Ils parlent du tarissement précoce des mares. Leur durée reste, cependant variable en année excédentaire, les mares peuvent avoir une durée assez importante, tandis que si la saison est déficitaire ils tarissent aussitôt après la fin de l'hivernage. Pour Aguiar L (2009), la récession pluviométrique a entraîné une nette réduction de plus de 90% des superficies des eaux de surface dans la zone des Niayes. Ce dernier dit avoir constaté une nette réduction de leurs étendues. Il atteste que leurs superficies supérieures à 1000 hectares en 1954, se sont réduites de près de 9/10 en atteignant moins de 100 hectares en 1982. En 32 ans, la superficie des mares s'est rétrécie d'un peu plus de 900 hectares. Toutefois, ces différentes allégations semblent être en contradiction avec les recherches de (Leduc C. *et al.*, 2001 et Favreau, G 2002). Ces chercheurs disent avoir constaté une augmentation de la recharge dans certaines nappes phréatiques des bassins sédimentaires tertiaires du Niger. Cette situation s'explique d'après ces derniers par une évapotranspiration faible et une augmentation du ruissellement due au déboisement, avec une recharge plus forte, grâce à l'eau de surface accumulée dans les bas-fonds endoréiques.

Cependant, Decroix L *et al.*, (2015), insistent sur une autre cause de la baisse de la recharge des eaux liée à la croissance démographique d'où la surexploitation de l'eau. D'après ces chercheurs, l'augmentation de la population qui est à l'origine de la surexploitation va avoir des impacts non négligeables (quantité, qualité).

CONCLUSION

En sommes, le département dispose d'importantes réserves d'eau souterraine, mais également de la disponibilité de certaines mares pendant presque toute l'année. Ces dernières sont devenues maintenant très stratégiques dans le développement des activités agropastorales. Toutefois, les conditions pluviométriques influent beaucoup dans l'exploitation et la recharge des nappes. Les pluies agissent directement sur le remplissage des nappes superficielles et des mares ou indirectement sur les nappes profondes. Ainsi, actuellement l'approvisionnement en eau potable reste un épineux problème dans le milieu avec une forte instabilité pluviométrique et la surexploitation de la ressource. Il est ainsi nécessaire d'engager des politiques d'aménagements efficaces afin de satisfaire les besoins en eau dans tous les domaines. Cette ressource est assujettie aujourd'hui à des contraintes qu'il urge de lever pour en faire le levier du développement de la localité. En effet, dans un contexte d'instabilité pluviométrique et de rareté des ressources en eau, les autorités doivent développer une politique hydraulique tournée de plus en plus vers l'exploitation des eaux de surface saisonnières ou mares. Compte tenu de la croissance démographique soutenue et du développement pastoral et agricole accéléré, on peut logiquement craindre que, dans un avenir proche, les ressources en eau disponibles ne suffisent plus à satisfaire tous les besoins.

REFERENCES

- Abrate, T., Hubert P et Sighomnou, D.** (2013). A study on hydrological series of the Niger River, *Hydrological Sciences Journal*, vol. 58, n° 2 : 1-9.
- Aguiar, L.** (2009). Impact de la variabilité climatique récente sur les écosystèmes des Niayes du Sénégal entre 1950 et 2004, Thèse de Doctorat, Université du Québec à Montréal, 185 p
- AMCOW** (African Ministers' Council on Water (2013). Sécurité en eau et développement résilient au changement climatique, Document d'Information Technique, 130 p
- ANSD.** (2010). Situation économique et sociale de la région de Louga en 2010
- Barral H.** (1982). Le Ferlo des forages, ORSTOM, DAKAR, 85 p
- Bodian, A.** (2014). Caractérisation de la variabilité temporelle récente des précipitations annuelles au Sénégal (Afrique de l'Ouest), *Physio-Géo*, 2014, Volume 8 : 297-312
- Bricquet, J.P., Bamba, F., Mahé G., Toure, M. et Olivry J.C.** (1997). Variabilité des ressources en eau de l'Afrique Atlantique, *PHI-V*, 6 : 83-95.
- Christensen, N., Wood, A., Voisin, N., Lettenmaier, D. et Palmer, R.** (2004). Effects of Climate Change on the Hydrology and Water Resources of the Colorado River Basin. *Clim. Change*, 62 : 337-363.
- CSE.** (2010). Recueil d'expérience de gestion durable des terres au Sénégal, 98 P
- Descroix, L., Genthon, P., Peugeot, C., Mahé, G., et Abdou, M. M.** (2015). Paradoxes et contrastes en Afrique de l'Ouest : Impacts climatiques et anthropiques sur les écoulements, *Géologues*, n°187 : 41-52
- Diagne, M.** (2000). Vulnérabilité des productions agricoles aux changements climatiques au Sénégal, 250 P
- Diakite, B.** (1992). Etude et gestion des pâturages naturelles dans la CR de Labgar (zone sylvo-pastorale Sénégal), Thèse de Docteur Vétérinaire, EISMV, 148 p
- DIOP, A.T.** (2007). Dynamique écologique et évolution des pratiques dans la zone sylvo-pastorale du Sénégal : Perspectives pour un développement durable, Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, ISE, FST, UCAD, 2007, 296 p
- Favreau, G.** (2002). Le déboisement : origine d'une hausse de la recharge et des nitrates en aquifère libre semi-aride (Sahel, Niger). *Pangea*, 38 : 25-34
- Faye, C.** (2017). Les défis de la pollution de l'eau, une menace pour la santé publique : atouts et défauts des lois et politiques de l'eau au Sénégal, *Larhyss Journal*, n°32, 2017 : 107-126
- Faye, C et Mendy, A.** (2018). Variabilité climatique et impacts hydrologiques en Afrique de l'Ouest : Cas du bassin versant de la Gambie (Sénégal), *EWASH et TI Journal*, 2018 Volume 2 : 54-66
- Hubert, P., Bader, J.C et Bendjoudi, H.** (2007). Un siècle de débits annuels du fleuve Sénégal, *Journal des Sciences Hydrologiques*, vol. 52, n° 1 : 68-73.
- Hulme, M.** (2001). Climatic perspectives on Sahelian desiccation : 1973-1998, *Global Environmental Change* 11 : 19-29.
- Le Barbe, L., Lebel, T., et Tapsoba, D.** (2002). Rainfall variability in West Africa during the years 1950-90, *Journal of Climate*, vol. 15, n° 2 : 187-202.
- Leduc, C., Favreau, G., et Schoeter, P.** (2001). Longterm rise in a Sahelian water-table : the continental terminal in South-west Niger. *Journal Hydrol.*, 243 : 43-54
- Mahé, G., et Olivry, J C.** (1999). Assessment of freshwater yields to the ocean along the intertropical Atlantic coast of Africa. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Séries*, 328 : 621-626.

- MICHEL, P.** (1973). Les Bassins des fleuves Sénégal et Gambie : Etude géomorphologique, ORSTOM, 810 p
- Ndione, J.A.** (1998). Contraintes et évolution climatique récente du Sénégal oriental : impacts sur le milieu physique, Thèse de Doctorat de 3ème cycle, UCAD, 416 p
- Nicholson, S. E., Sorne, B., et Kone B.** (2000). An Analysis of Recent Rainfall Conditions in West Africa, Including the Rainy Seasons of the 1997 El Nino and the 1998 La Nina Years, Journal Climate, 13 : 2628-2640.
- Sagna, P.** (1988). Etude des lignes de grains en Afrique de l'Ouest, Thèse de doctorat de 3ème cycle, géographie, FLSH, UCAD, 1988, 540 p
- Sambou, P. C.** (2015). Evolution climatique récente et stratégies d'adaptation des populations dans les arrondissements de Sakal et de Ndande, dans la région de Louga : Thèse Unique de Doctorat, département de Géographie, FLSH, UCAD, 2015, 461 p
- Sarr, I.** (2019). Variabilité climatique récente dans la zone sylvopastorale de 1951 aux années 2010 : Impacts et stratégies d'adaptation dans le Département de Linguère, Thèse de Doctorat Unique, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 408p.
- Sarr, I., Faye, M., Faye, B., Niang, G., Dangoura, M.** (2021). Caractérisation de la variabilité pluviométrique dans la zone sylvopastorale au nord du Sénégal, GéoVision, N° 6, Volume 1 : 121-134
- Sarr, I., Mbaye, G., Dangoura, M., Sylla, M., Ndao, B.** (2022). Impacts sociaux de la variabilité climatique (1951-2020) et perceptions de la population locale dans l'arrondissement de SagattaDjolo (Département de Linguère, Sénégal), Revue Internationale Dônni, Vol.2, N°1 : 181-195.
- Sarr, M.A.** (2008). Evolution récente du climat et de la végétation du Sénégal (cas du bassin versant du Ferlo), Thèse de doctorat niveau régime, Université Jean Moulin Lyon 3, 388 p
- SGPRE** (Service de la Gestion et de la Protection des Ressources en Eau (2003) : Suivi piézométrique des nappes de la presqu'île du cap vert et du littoral Nord. Rapport de synthèse, Ministère de l'hydraulique (SEN), 22 p.
- Sy, O.** (2006). Problématiques de la dynamique et de l'aménagement de la zone fluvio-lacustre et de l'espace ferlien du Sénégal, Thèse de doctorat, Université Bordeaux, 387 p
- Sy, O.** (2009). Que deviendra le Ferlo du Sénégal sans ses mares ? Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi-Dynamiques des territoires et développement, n°7 : 81-92
