



Full Length Research Paper

# Impact anthropique et climatique sur la dynamique de la nappe des sables quaternaires du littoral nord du Sénégal

Mahécor DIOUF<sup>1,2</sup>, Pape Babacar Diop THIOUNE<sup>1,2</sup>, Alassane BA<sup>2</sup>, El Hadji Bamba DIAW<sup>2</sup>,

<sup>1-</sup> Université de Thiès, Ecole doctorale (ED2DS), Thiès, Sénégal, +221 773284879, [agromahec@gmail.com](mailto:agromahec@gmail.com)

<sup>2-</sup> Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement, Ecole Polytechnique de Thiès, Thiès, Sénégal, +221 773331980, [elhbdiauw@ept.sn](mailto:elhbdiauw@ept.sn)

Received April 2017 – Accepted June 2017



\*Corresponding author. E-mail:

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License.

## Résumé :

Cet article étudie l'évolution morpho-dynamique de la nappe du littoral nord du Sénégal suite aux prélèvements effectués et aux changements climatiques. L'analyse de la dynamique de la nappe laisse apparaître deux morphologies différentes dans la zone d'étude. Une zone à piézométrie positive, l'aquifère des sables est bien alimenté par infiltration et il repose sur un substratum marno-calcaire. Une zone à piézométrie négative localisée à côté du littoral, est caractérisée par un substratum constitué de sables grossiers entraînant des flux d'eau importants par infiltration profonde. La nappe est aussi très sollicitée à ce niveau avec de forts prélèvements pour satisfaire les besoins en eau des cultures et l'alimentation en eau potable des populations sur toute l'année.

Au cours des 30 dernières années, la crête piézométrique de la nappe des sables du quaternaire du littoral nord du Sénégal est passée de près de 28,35 m en 1982 à moins de 24,85 m en 2010.

Ce rabattement continu du niveau piézométrique est le fruit d'une longue période pluviométrique déficitaire. Les plus fortes baisses piézométriques sont observées dans la zone côtière, durant la période 2000 à 2006 au niveau des piézomètres de Cayar, Semelle, Keur Koura, Thiathour. En 2003, il est enregistré une hausse du niveau de la nappe aux environs de Mourel, malgré le déficit pluviométrique. Cette situation s'explique par l'influence de la brèche de Dounde Baba DIEYE qui a entraîné un déplacement de l'embouchure jusqu'aux environs du village de Taré.

**Mots-clés :** Nappe, piézométrie, climat, Niayes, Rabattement, pluviométrie

## Cite this article:

Mahécor DIOUF, Pape Babacar Diop THIOUNE, Alassane BA, El Hadji Bamba DIAW (2017). Impact anthropique et climatique sur la dynamique de la nappe des sables quaternaires du littoral nord du Sénégal. Revue Cames – Sci. Appl. & de l'Ing., Vol. 2(1), pp. 37-41. ISSN 2312-8712.

## 1. Introduction

Les besoins croissants en eau potable pour la consommation, l'agriculture et l'industrie ont entraîné une multiplication des ouvrages de captage destinés à mobiliser les eaux de la nappe des Niayes du Sénégal entraînant ainsi son rabattement progressif.

Cette situation s'accroît ces dernières années avec le Plan Sénégal Emergent (PSE) à travers le Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS) qui est directement lié à la disponibilité et à l'utilisation des ressources en eau, notamment les eaux souterraines, qui sont les seules disponibles dans la zone des Niayes. A cette situation, s'ajoute le changement global induisant la hausse du niveau de la mer qui fragilise cet écosystème.

Cet article de recherche «Impact anthropique et climatique sur la dynamique de la nappe des sables quaternaires du littoral nord du Sénégal » s'inscrit dans cette vaste perspective dont l'objet est de mettre en évidence l'impact de la variabilité climatiques et des ponctions sur l'évolution interannuelle de nappe.

## 2. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude se trouve sur le littoral nord du Sénégal à l'Est de la route nationale N°2. Elle est située entre les latitudes 14°3' et 16° N et les longitudes 16° et 17°5' W. Elle s'étend sur une longueur de 180 km avec une largeur variant entre 5 et 30 km à l'intérieur des terres (Cissé, 2003). Elle couvre une superficie de 2300 km<sup>2</sup>.

Le secteur d'étude qui s'étend de Pout à Rao est caractérisé par un climat sahélien sous l'influence de l'alizé maritime issu de l'anticyclone des Açores chargé d'humidité. Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 25°C (ANACIM, 2014).

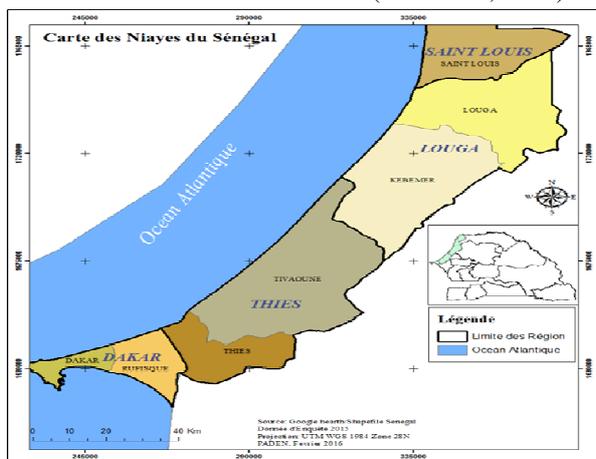


Figure 1 : carte de la zone d'étude

Le cycle annuel des précipitations observées dans la zone est caractérisé par une longue saison sèche de plus de neuf mois (Novembre - Juillet) et une courte période humide de moins de trois mois (Août-Octobre). La précipitation moyenne annuelle dans la zone d'étude sur la période 1982-2013 est de 300 mm. La zone a toujours connu une alternance de périodes humides et de périodes sèches (FAYE, 1995). Durant les 30 dernières années, cette région a connu dans sa globalité une forte diminution des précipitations.

La zone d'étude renferme une nappe côtière qui compte parmi les plus importantes ressources en eaux douces du Sénégal, communément appelées nappe des Niayes ou nappe des sables quaternaires du littoral Nord. Cette nappe contenue dans les réservoirs des sables marins et continentaux affleure le plus souvent dans les dépressions inter dunaires (Niayes). Les sables dunaires reposant sur un substratum imperméable entre Kayar et Saint Louis contiennent une importante nappe libre directement alimentée par les pluies (GAYE, 1990).

## 2. Données et méthode Compaction

Les données d'entrée constituent un échantillon de dix-huit piézomètres et de trois stations météorologiques qui représentent les points de mesure. L'approche proposée pour évaluer la dynamique de la nappe, objet de notre recherche, est de traiter les données piézométriques et météorologiques issues des différents points d'observation, d'analyser et d'interpréter les différentes situations piézométriques.

## 4. Résultats et discussions

### 3.1. Les ponctions sur la nappe

La figure 2 ci-dessous laisse apparaître une hausse de la production agricole dans la zone d'étude lors des six dernières années. La production des filières prioritaires (oignon et pomme de terre) a doublé entre 2010 et 2014. En effet, la production d'oignons est passée de 170 000 T en 2010 à 35 250 T en 2014 et atteint 412 000 T en 2016.

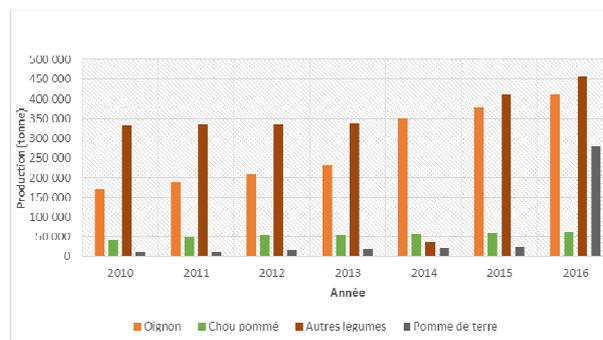


Figure 2 : Evolution des productions horticoles (Source : Direction de l'horticulture, 2016)

La même tendance est observée au niveau des autres légumes avec un cumul de 333 300 T en 2010 à 457 971 T en 2016.

Les ponctions sur la nappe pour l'irrigation et l'adduction d'eau potable s'accroissent ces dernières années avec la pression démographique et le PSE à travers le PRACAS dont la mise en œuvre dans les Niayes est liée à la disponibilité et à l'utilisation des ressources en eau et notamment les eaux souterraines, qui sont les seules disponibles dans la zone. La zone des Niayes, de par son climat et sa morpho-pédologie, est considérée comme le moteur de relance du développement horticole du pays. En effet, pour les légumes, elle est accréditée de plus de 60% des récoltes.

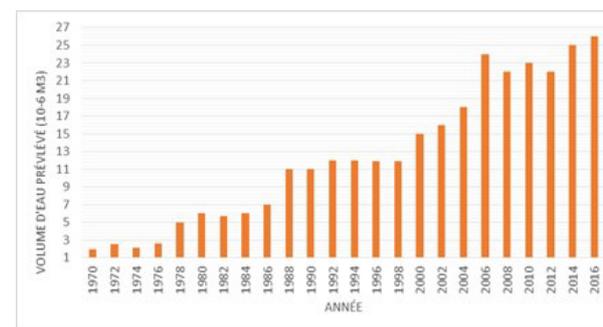


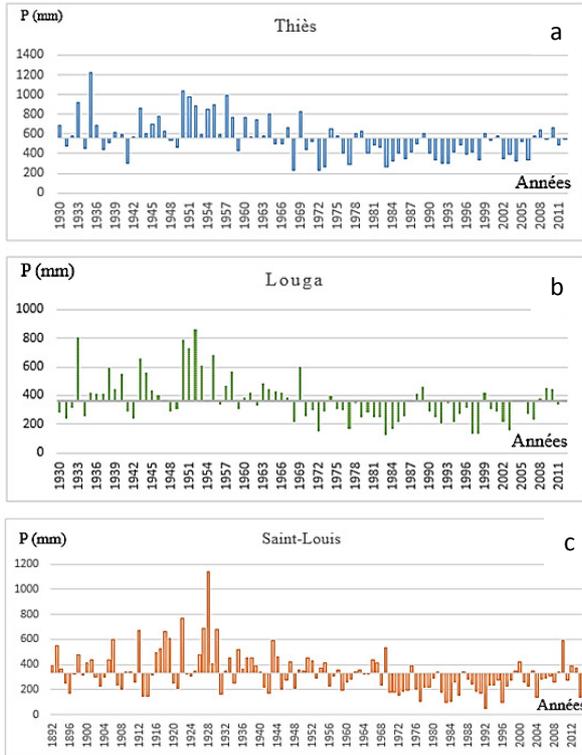
Figure 3 : Evolution des prélèvements dans la nappe pour l'adduction d'eau potable (Source : SONES, 2016)

La proximité de la zone des Niayes des grandes agglomérations (Dakar, Thiès, Louga et Saint Louis) et l'attractivité de la zone côtière ont largement contribué à la croissance exponentielle des prélèvements sur la nappe pour l'adduction d'eau potable (figure 3). De 1970 à 2006, les ponctions sur la nappe ont quadruplés pour atteindre 26 000 000 de m<sup>3</sup> en 2016. Les ponctions réelles sur la nappe restent sous estimées (Pernel, et al., 1992). On notera que la figure 3 ne tient pas compte des exploitations industrielles, des ouvrages non déclarés et des besoins agricoles.

### 3.2. Evolution inter annuelle des précipitations dans la zone d'étude

L'évolution interannuelle des précipitations sur la période de 1970 à 2014, montre une baisse importante de la pluviométrie aux alentours des années 1982. Cette baisse est synchronisée avec la grande période de sécheresse généralisée observée au Sahel, entamée dans les années 1970 jusqu'aux années 1990. La figure 4 laisse apparaître des périodes très déficitaires (1970-

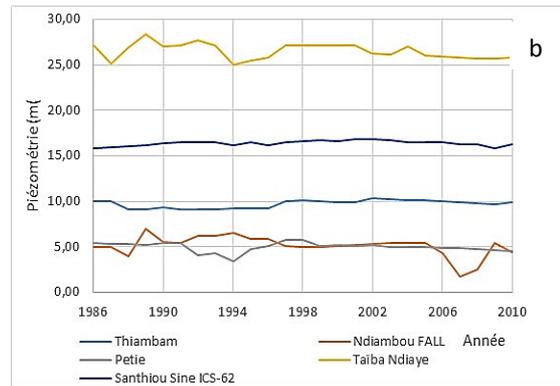
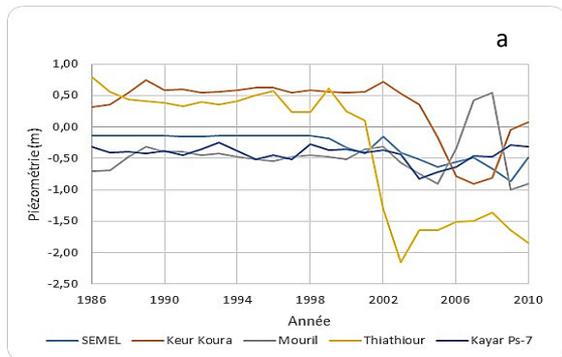
2006) avec des isohyètes inférieurs à 300 mm et des périodes moyennes (2006-2014) avec des isohyètes supérieurs à 300 mm. A l'échelle mensuelle, excepté les mois d'Août et Septembre, la hauteur de pluie est inférieure à la valeur de l'évapotranspiration potentielle sur toute l'année. Cette situation se traduit par une reprise évaporatoire de la réserve d'eau constituée dès le mois d'Octobre réduisant ainsi la possibilité de recharge de la nappe.



**Figure 4 : Evolution de la précipitation dans la zone d'étude: a-Thiès, b-Louga et c-Saint Louis (Source : ANACIM, 2014)**

**3.3. Tendence interannuelle du niveau de la nappe**

Les figures 5a et 5b ci-dessous montrent un maintien de la nappe à un niveau relativement stable jusqu'au début des années 1998 et une décharge rapide d'amplitude deux (02) mètres à Thiathour entre 1998 et 2002. La même tendance est observée à Keur Koura, Mouril, Kayar et à Ndiambou FALL.



**Figure 5 : Evolution interannuelle du niveau de la nappe (Source : DGPRES, 2015)**

Les variations du niveau piézométrique se présentent en dents de scie à Taïba Ndiaye avec une recharge d'amplitude 3,35 m entre 1986 et 1989 et une décharge de même valeur entre 1999 et 1994.

Pendant la période 1998 à 2006, un rabattement est observé au niveau de toutes les stations piézométriques de la zone d'étude, à l'exception de celle de Mouril où une hausse du niveau piézométrique est observée entre 2003 et 2008. Le rabattement observé s'explique par :

- les fortes ponctions sur la nappe pour les besoins de l'horticulture, de l'adduction d'eau potable et des industries ;
- la grande période de sécheresse généralisée observée au Sahel entre les années 1970 et 1990.

Entre les années 2004 et 2008, une forte recharge de la nappe d'amplitude 1,33 m à hauteur de Mouril et Keur Koura est observée. Cette période correspond à l'ouverture de la brèche (océan atlantique) qui avait envailli le village de Dounde Baba Dieye. Depuis cette ouverture (2003) jusqu'à nos jours, l'embouchure est prolongée jusqu'à hauteur du village de Taré. L'infiltration des eaux de surface entraîne une recharge locale de la nappe à hauteur de Mouril et Keur Koura.

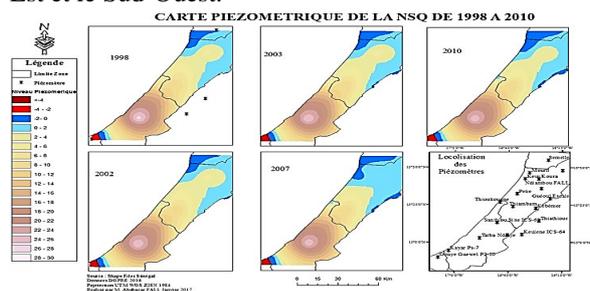
Le niveau de la nappe est relativement stable sur toute la période d'étude à Santhiou Sine ICS-62 avec un niveau piézométrique compris entre 15 et 17 mètres du dessus du niveau de la mer.

Les plus grandes variations sont observées au niveau des piézomètres situés dans la Niayes typique (moins de 15 km de la côte). Le niveau piézométrique est inférieur à 0,72 m dans cette zone. L'analyse des figures 5a et 5b montre une réaction rapide de la nappe aux fluctuations pluviométriques à hauteur de Semel, Keur Koura, Mouril, Thiathour et Kayar (Healy et al., 2002). Ces zones sont caractérisées par des valeurs de transmissivité (1,02 m<sup>2</sup>/s) et de perméabilité (5.10<sup>-4</sup> m/s) très élevées (DIAW et al., 2016).

**3.4. Evolution morpho-dynamique de la nappe des sables quaternaire du littoral nord du Sénégal :**

La figure 6 ci-dessous montre l'évolution morpho-dynamique de la nappe suivant les années humides et les années sèches pendant la période 1982-2013. Notre choix porte sur les cartes piézométriques des années 1998, 2002, 2003, 2007 et 2010. La morphologie de la nappe est marquée par un bombement piézométrique au centre de la zone d'étude à Taïba (à l'ouest de Kébémér). A partir de ce dôme, les courbes isopièzes suivent un gradient longitudinal décroissant en

direction de l'océan atlantique. Ce bombement piézométrique s'affaïsse progressivement vers le Nord-Est et le Sud-Ouest.



**Figure 6 : Evolution morpho-dynamique de la nappe (Source : DGPRES, 2016)**

Le dôme piézométrique d'une hauteur maximale de 28,35 m au-dessus du niveau de la mer en 1998 a subi un fort rabattement d'amplitude 3,5 m en 2010.

Des creux piézométriques se sont installés progressivement au Nord-Ouest et au Nord-Est de Thiaba NDIAYE vers les années 1998 pour devenir une véritable dépression locale atteignant -2,16 m (au-dessous du niveau de la mer) en 2003 au Nord de la zone d'étude.

Le dôme piézométrique qui était de 28,35 m au-dessus du niveau de la mer en 1989 a connu un fort rabattement jusqu'à 25,7m en 2007. Le niveau piézométrique le plus bas de la nappe est aussi observé en 2010 à Gouye Guewel P2-10 avec -8,51 m au-dessous du niveau de la mer. Cette période correspond aux longues séries de précipitations déficitaires enclenchées depuis les années 1988 jusqu'à nos jours. A Thiathour, nous avons observé entre 1998 et 2002 une décharge d'amplitude 2,9 m. Cette situation observée à hauteur de Ndande, à la limite entre l'aquifère des sables du quaternaire et celui des calcaires du lutétien est concomitante à la baisse des apports pluviométriques. Cette période est marquée par un rabattement généralisé au niveau de l'ensemble des piézomètres (Lazar et al., 2010).

La période 2007-2010 est marquée par une forte recharge de la nappe à hauteur de Mourel et Keur Koura. La piézométrie passe du niveau le plus bas (-0,95 m) au niveau le plus haut (0,75 m). Le rabattement observé entre les années 1982 et 2003 s'explique par le déficit pluviométrique observé sur toute l'année, à l'exception des mois d'Août et de Septembre à Thiès et Louga, entraînant ainsi une reprise évaporatoire des eaux de pluie. L'analyse piézométrique de la nappe laisse apparaître deux morphologies différentes dans la zone d'étude :

- Une zone à piézométrie positive : l'aquifère est bien alimenté par infiltration. Dans cette zone, l'aquifère des sables repose sur un substratum marno-calcaire (DIOUF, 1996). Ce qui limite les échanges par infiltration profonde et drainage vers l'océan atlantique.

- Une zone à piézométrie négative : Cette aire est localisée à côté du littoral et est caractérisée par un substratum constitué de sables grossiers, entraînant des flux d'eau importants par infiltration profonde. La nappe est aussi très sollicitée à ce niveau avec d'importants prélèvements pour satisfaire les besoins en

eau des cultures (zone horticole) et l'adduction d'eau potable sur toute l'année.

## Conclusion

Au cours des 30 dernières années, la crête piézométrique de la nappe des sables du quaternaire du littoral nord du Sénégal est passée de près de 28,35 m en 1982 à moins de 24,85 m en 2010. Ce rabattement continu du niveau piézométrique est le fruit d'une longue période pluviométrique déficitaire. Les plus fortes baisses piézométriques sont observées dans la zone côtière, durant la période 2000 à 2006 au niveau des piézomètres de Cayar, Semelle, Keur Koura, Thiathour. En 2003, il est constaté une hausse du niveau de la nappe aux environs de Mourel malgré le déficit pluviométrique. Cette situation s'explique par l'influence de la brèche de Dounde Baba DIEYE qui a entraîné un déplacement de l'embouchure jusqu'aux environs du village de Taré.

Les observations ont montré que le niveau piézométrique de la nappe n'est pas influencé de manière instantanée par les précipitations. La nappe subit ainsi un retard appelé effet mémoire dû aux déficits pluviométriques répétés depuis les années 1970. La reconstitution des stocks des réserves souterraines nécessitera plusieurs années consécutives de pluviométrie abondante.

## Références

- [1] Cissé I., Tandia A. A., Fall S. T., Diop E. S., Usage incontrôlé des pesticides en agriculture urbaine et périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal. Cahier Agriculture 12 : pp. 181-6, 2003.
- [2] Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM), Rapport d'activités, Dakar : ministère des transports, 2014.
- [3] Serigne FAYE, Modélisation hydro dynamique des nappes du littoral nord entre Cayar et Saint Louis : impact des futurs prélèvements envisagés dans le cadre de l'approvisionnement en eau de Dakar et environs, Thés, département de géologie, université Cheikh Anta Diop de Dakar 1995
- [4] Gaye Cheikh Bécaye, Etude isotopique et géochimique du mode de recharge par les pluies et de décharge évapotranspiration des aquifères libres sous climat semi-aride au Nord du Sénégal. Thèse de doctorat, Université Cheikh A Diop (Dakar) 1990; 245 p.
- [5] Société Nationale de l'eau du Sénégal (SONES), Rapport d'activités, Dakar : ministère de l'agriculture et de l'équipement rural, 2016.
- [6] Pernel, F. & Gageonnet M., 1992. Réévaluation de la ressource en eau du littoral Nord: synthèse des données modélisation hydrodynamique et simulations prévisionnelles. BRGM, R35 030, 52 p.
- [7] Direction de l'horticulture (DHort), Rapport d'activités, Dakar : ministère de l'agriculture et de l'équipement rural, 2016.
- [8] Direction de la gestion et de la planification des ressources en eau (DGPRES), Suivi piézométrique des nappes du littoral nord. Rapport d'activité, Dakar : ministère de l'hydraulique et de l'assainissement, 2016
- [9] Healy, R.W. & Cook P.G., 2002. «Using groundwater levels to estimate recharge». Hydro. Journal, 10: 9-109.

- [10] El hadji Bamba DIAW, Mamadou Lamine Lo, Mamadou Wade, Seydou Ndao, Ablaye Diallo, and Grégoire SISSOKO; Modélisation numérique du transport de solutés : prévision des risques de contamination de la nappe des Niayes (Sénégal) par les pesticides, International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 17 No. 4 ; pp. 1358 à 1372 ; 2016.
- [11] Lazar A.A. Aguiar, Michelle Garneau ; Anne-Marie Lézine, Pascal Maugis : Evolution de la nappe des sables quaternaires dans la région des Niayes du Sénégal (1958-1994) : relation avec le climat et les impacts anthropiques, Article de recherche, Sécheresse 2010.
- [12] Same DIOUF, application de la géophysique (électrique et sismique) a l'étude de la géométrie du réservoir de l'aquifère du littoral nord Sénégal (de Taïba à Rao), thèse de doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Université Cheikh anta DIOP de Dakar, 1995, 154 pages.