



Full Length Research Paper

# Hydrodynamique de la nappe côtière du Saloum (Sénégal) : étude par modèle numérique

Seyni Ndoye<sup>(1)</sup>, Mamadou Issa Ba<sup>(2)</sup>, Serigne Faye<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup>Département de Génie Civil Ecole Supérieure Polytechnique - BP 5085 Dakar-Fann, Université Cheikh Anta Diop Dakar / Sénégal.

<sup>2</sup>Département de Géologie, BP 5005 Dakar Fann - Faculté des Sciences et Techniques Université Cheikh Anta Diop (Dakar, Sénégal)

Received June 2014 – Accepted December 2014



\*Corresponding author. E-mail: [seyeni.ndoye@ucad.edu.sn](mailto:seyeni.ndoye@ucad.edu.sn)

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

## Résumé

La nappe, contenue dans les formations du Continental Terminal caractérisées par la présence de sable, d'argile, de grès, d'argile sableuse et de silt, produit l'essentiel de l'eau destinée à l'alimentation domestique et agricole dans la zone du Saloum (centre ouest du Sénégal). L'aquifère du Saloum est limité au nord par un fleuve hypersalé et à l'ouest par la mer. Cet environnement associé aux conditions pluviométriques déficitaires, nous interpelle sur un besoin de compréhension du système tant du point de vue qualitatif que quantitatif. Ce papier présente les résultats d'une caractérisation hydrodynamique du système aquifère. Le modèle mis en place avec le logiciel Visual Modflow a permis de reproduire l'ensemble des caractéristiques du système aquifère, de dresser son bilan global et d'évaluer les débits d'échange aux limites. La calibration en régime permanent fait avec les valeurs de perméabilité puis avec celle de la recharge a été jugée acceptable avec une bonne corrélation de la piézométrie calculée et celle mesurée. Le bilan global révèle que l'alimentation de la nappe se fait essentiellement par infiltration des eaux de pluie et que les pertes aux limites sont considérables.

**Mots clés :** Aquifère Saloum, modèle, Visual MODFLOW, calibration, régime permanent, bilan.

## Cite this article:

Seyni Ndoye, Mamadou Issa Ba, Serigne Faye (2015). Hydrodynamique de la nappe côtière du Saloum (Sénégal) : étude par modèle numérique. Revue Cames – Sci. Appl. & de l'Ing., Vol. 1(2), 72-78. ISSN 2312-8712.

## 1. Introduction

Dans cette zone du Saloum, l'alimentation en eau potable des populations repose essentiellement sur l'exploitation des eaux souterraines de l'aquifère du Continental Terminal. Cette nappe, aux performances hydrauliques avérées s'étend sur une superficie d'environ 6000 Km<sup>2</sup>. L'exploitation croissante et non contrôlée de l'eau par les populations locales pourrait être à l'origine de conséquences néfastes sur la ressource à cause de la proximité des eaux de mer et des eaux hypersalées du fleuve Saloum. Nous assistons aujourd'hui à l'abandon de puits initialement utilisés par les populations locales du fait de la présence de chlorures en concentration très élevée (3195 mg/l) [1]. Inhérente au développement de l'activité économique, la demande en eau douce est de plus en plus forte. Afin de répondre aux besoins croissants en eau des populations et d'assurer la préservation de la ressource, il s'avère nécessaire de bâtir un plan de gestion

rationnel et durable de l'exploitation. Ceci passe par une bonne connaissance du système aquifère. Pour cela, les ressources en eau souterraine de la région doivent être bien évaluées tant du point de vue qualitatif que quantitatif. Ce papier présente les résultats d'une caractérisation hydrodynamique du système aquifère par modélisation hydrogéologique. L'utilisation de modèles d'écoulement des eaux souterraines est très répandue dans le domaine de l'hydrogéologie environnementale. De nombreuses études ont été menées au cours des dernières décennies en utilisant des logiciels tels que Visual MODFLOW, GMS, FEFLOW, SEAWAT [2-5]. Le modèle mis en place a permis de reproduire l'ensemble des caractéristiques du système aquifère, de dresser son bilan global et d'évaluer les débits d'échange aux limites. Les résultats de cette étude fournissent une plus grande compréhension de l'interaction entre la nappe et les étendues d'eau salée de la région pour une

meilleure gestion de l'exploitation des eaux souterraines.

## 2. Description générale de la zone d'étude

La zone d'étude (figure 1) est située au Centre Ouest du Sénégal et couvre partiellement les régions

administratives de Kaolack et de Fatick. Elle est limitée au Nord par le fleuve Saloum, à l'Ouest par l'Océan Atlantique, au Sud par la frontière gambienne, à l'Est par le méridien passant par Birkilane.

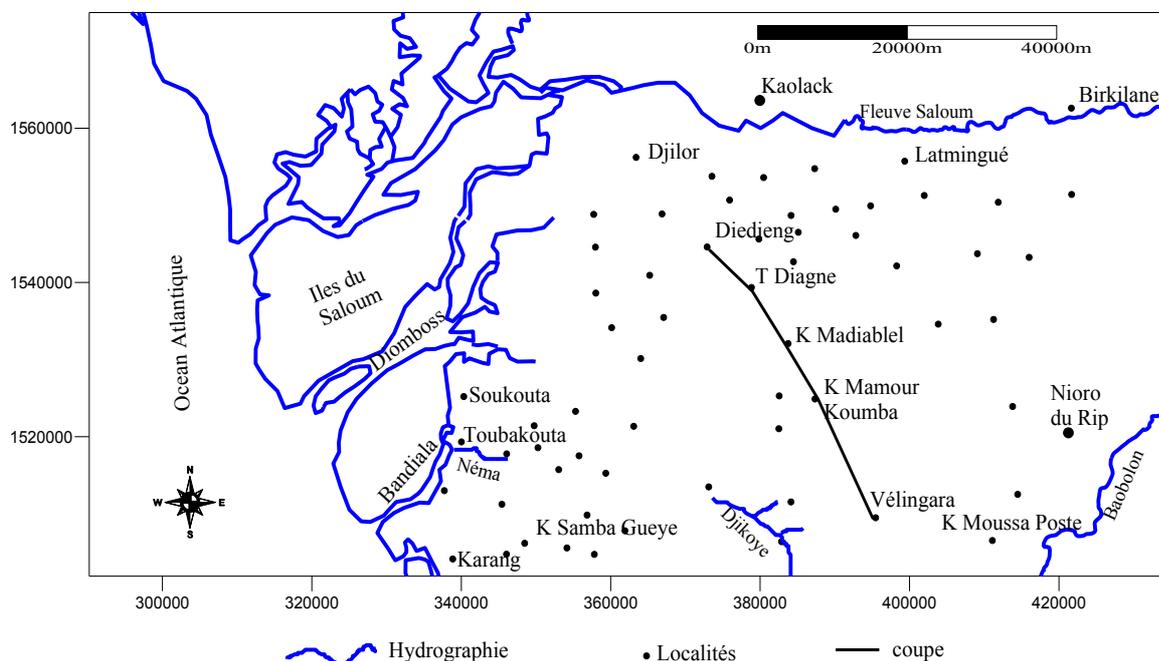


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

La géomorphologie de la région est représentée par une vaste plaine qui s'étend de la côte avec des altitudes de 0 m dans le système estuarien jusqu'à 40 m au dessus du niveau marin à l'intérieur des terres [6]. Le Système hydrologique est constitué par le fleuve Saloum, par ses deux bras qui sont le Diomboss et le Bandiala et de nombreux petits ruisseaux appelés localement "bolons". En aval du fleuve Saloum se trouve un grand estuaire occupé par la mangrove, les prairies marécageuses et des vasières dénudées à sols salés appelés, "tannes". La salinité dans le fleuve Saloum croît graduellement de l'amont (36.7 ‰) vers l'aval (90 ‰) avec un maximum de 110 ‰, noté à Kaolack. L'hydrographie est aussi représentée par la présence au Sud de la région du Djikoye et du BaoBolon appartenant au fleuve Gambie et la Néma qui est la seule rivière pérenne à 5 km au Sud de Toubakouta. Le climat de la région est du type Soudano-Sahélien avec des précipitations variant entre 600 et 800 mm. Cette région est caractérisée par une saison humide qui va de juillet à octobre avec l'essentiel des précipitations en août et une longue saison sèche allant de novembre à juin. La température moyenne est de 28°C avec des conditions climatiques assez pénibles en saison sèche, dues à des températures maximales absolues avoisinant les 40°C. L'évapotranspiration moyenne annuelle en 2012, calculée à partir des données obtenues au service météorologique national, est de 1800 mm à Nioro et 2400 mm à Kaolack. Le couvert végétal est caractérisé par une savane arborée avec prédominance des épiphytes. Les espèces ligneuses et sous ligneuses comme *Acacia*, *Combretum*, *Tamarindus* occupent les

zones exondées en association avec quelques herbacées annuelles (*Cenchrus*, *Andropogon* et *Pennisetum*). La mangrove, composée de *Rhizophora*, *d'Avicennia* et *Canocarpus*, occupe les vasières. Les herbacées halophytes (*Sesuvium*, *Philoxerus* ou *Paspalum*) sont rencontrés au niveau des tannes.

## 3. Géologie et hydrogéologie

Dans ce secteur qui appartient au bassin sédimentaire mésozoïque sénégal-mauritanien, la stratigraphie est connue pratiquement du Trias au Quaternaire [7]. Les formations géologiques qui font l'objet de notre étude sont celles du Continental Terminal faites de grès, de sable, sable argileux d'argile et de silt (figure 2). Le Continental Terminal du bassin sénégal-mauritanien est une formation détritique d'origine marine présentant les marques d'une intense altération ferrallitique avec des concrétionnements et des cuirassements ferrugineux, la néoformation de kaolinite des mouvements importants de la silice [8]. Les variations latérales et verticales de faciès sont très fréquentes, notamment avec des passés de grès à canalicules plus ou moins argileux et des niveaux latéritiques perméables [9]. Le Continental Terminal est représenté dans le Saloum par des terrains allant de l'Oligo-Miocène au Pliocène. Il est généralement discordant sur les formations les plus anciennes et est souvent recouvert par le Quaternaire. Son épaisseur est très variable ; de quelques mètres à Toubakouta (20 m), il atteint son maximum (80 à 100 m) au centre de la région correspondant à d'anciennes vallées incisées dans le substratum [10].

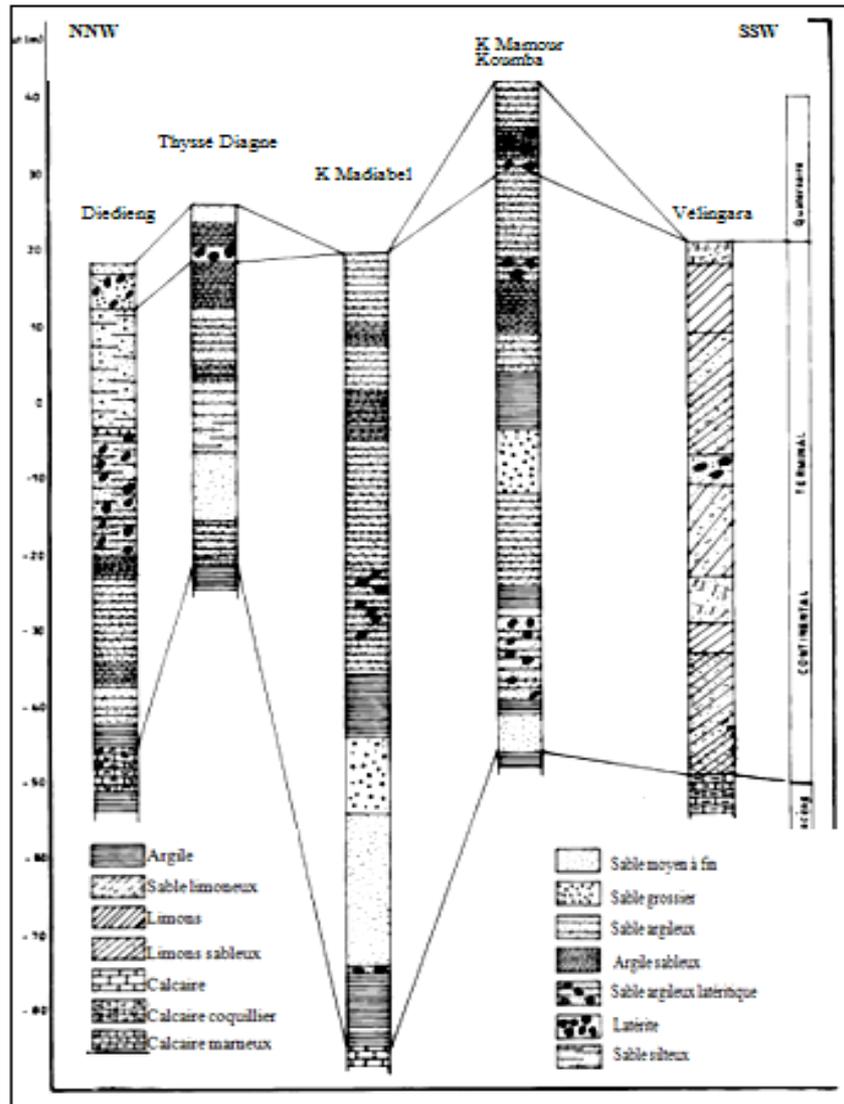


Figure 2. Géologie de la zone d'étude [1]

Deux aquifères sont rencontrés au niveau de la zone ; la nappe profonde du Maastrichtien et celle superficielle contenue dans les formations géologiques du Continental Terminal. L'intérêt hydrogéologique majeur de la région est représenté par la nappe du Continental Terminal qui assure l'essentiel (95 %) de l'alimentation en eau potable des populations. L'aquifère repose sur un substratum argileux compact et parfois localement calcaire. Le toit de ces argiles plonge vers le sud de manière irrégulière de la côte -20 à -40 m à proximité de la mer à l'Ouest et au Nord dans les environs du Saloum, à -100m vers l'intérieur au Sud-est de la région. Son épaisseur, réduite à proximité du littoral ( $\leq 20$ m) et au Nord sur une bande de 15 km de large, le long du Saloum, augmente vers le centre progressivement et peut atteindre 70 à 80m. Cet aquifère est alimenté par les infiltrations suite aux précipitations et son exploitation se fait par des puits et forages. La recharge est évaluée à  $9.4 \text{ mm an}^{-1}$  à l'aide des méthodes classiques et du bilan des chlorures [11]. Les paramètres hydrodynamiques sont très variables. Les valeurs de perméabilités obtenues par pompage d'essai [10] sont très inégales et sont comprises entre

$1.710^{-5}$  et  $2.2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ . Les plus fortes valeurs sont rencontrées au niveau de la zone centrale et vers le Sud-ouest où l'on note un faciès sablonneux (sable grossier à moyen) avec des canalicules de grès et des passées argileuses [9]. Les valeurs de transmissivité sont comprises entre  $2 \cdot 10^{-4}$  et  $3.510^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  et le coefficient d'emmagasinement tourne autour de  $3.510^{-4}$  [9]. La piézométrie (figure 3) de l'aquifère est caractérisée par la présence d'un dôme piézométrique au Sud Ouest du secteur. Ce dôme, orienté suivant un axe Nord Sud, permet un écoulement divergeant perpendiculaire à cet axe vers la mer et le bassin de la Gambie. Au Nord du dôme, la nappe s'écoule en direction du creux piézométrique situé au Nord-est [12]. Cette nappe est captée à des profondeurs variables allant de 5 à 7 m à l'Ouest à 35 m au Sud-est où l'exhaure se fait grâce à la traction animale. L'analyse de la piézométrie de 1976 [10], de celle de 2000 [1], de 2003 [12] et de 2012 [13] montre que la morphologie générale de la piézométrie dans l'aquifère n'a pas beaucoup évolué. On note cependant une baisse du niveau piézométrique vers la zone centrale pouvant être due aux mauvaises conditions pluviométriques dans la

région durant ces trois dernières décennies. Au niveau du dôme, les niveaux piézométriques sont restés relativement stables [1]. Partant de ces considérations,

il a donc été judicieux de travailler en régime permanent.

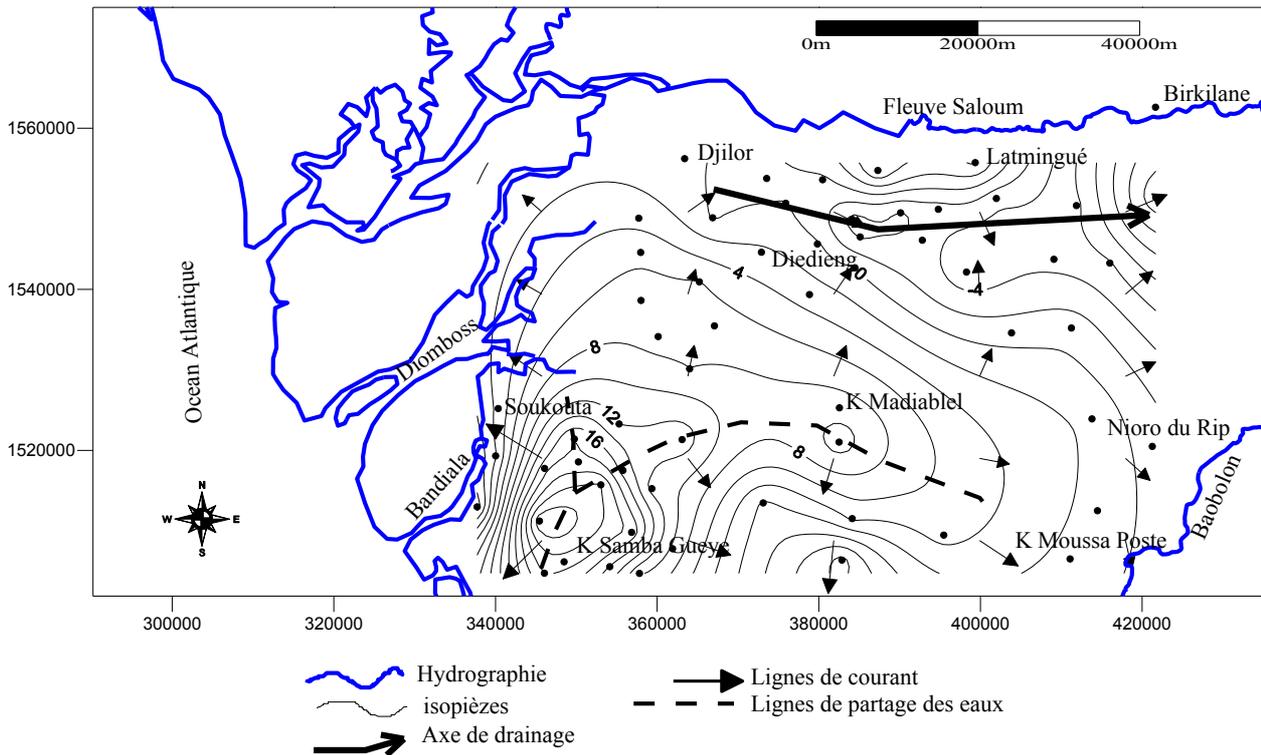


Figure 3. Carte piézométrique de la nappe du Saloum en 2012 [13]

#### 4. Modèle numérique

L'objectif de cette modélisation est interprétatif. Avec la multitude et l'inégale répartition des données, elle devrait permettre de vérifier la cohésion de ces dernières afin de mieux cerner l'écoulement pour la compréhension de l'avancée du biseau salé. L'outil informatique qui a été utilisé pour cette étude est le programme MODFLOW [14] développé par l'USGS. Ce modèle résout l'équation de la diffusivité (écoulement) par la méthode des différences finies et dans des configurations bi ou tridimensionnelles.

Avec le schéma hydrogéologique défini précédemment, le modèle choisi serait une nappe monocouche libre en régime permanent à écoulement bidimensionnel. Un maillage régulier (figure 4) de 2 km de cotés a été adopté sur toute la zone ce qui correspond à une superficie nette d'environ 6000 km<sup>2</sup> subdivisée en 1500 mailles utiles au niveau desquelles la charge piézométrique est calculée à chaque simulation.

A partir de la configuration piézométrique de l'aquifère et des différentes formations géologiques rencontrées, les conditions aux limites se résument ainsi (figure. 4) :

- à l'Ouest où nous avons l'Océan les conditions aux limites sont des potentiels zéro imposé (Conditions de Dirichlet) ;
- au Nord-Ouest avec la présence du fleuve nous avons des conditions de charge et dans le Nord-Est, où l'écoulement est parallèle à la limite, des flux nuls.
- des conditions de flux imposés traduit en condition de charge imposé sur la limite Est et Sud-est
- au Sud-Ouest du système, nous avons des limites de flux nuls (conditions de Newman).

Les paramètres d'entrée du modèle sont relatives à la géométrie de l'aquifère (toit, mur), la perméabilité, la recharge de l'aquifère, les conditions aux limites et les débits sortants. Le modèle est calibré en régime permanent, sur les valeurs des coefficients de perméabilité en utilisant la piézométrie de 2000 comme référence et sur les valeurs d'infiltration obtenues par le calcul de la recharge par la méthode géochimique [11]. Les cartes piézométrique et du substratum sont obtenues par krigeage avec une grille régulière de 2 km de cotés et ce grillage va se superposer au maillage du modèle.

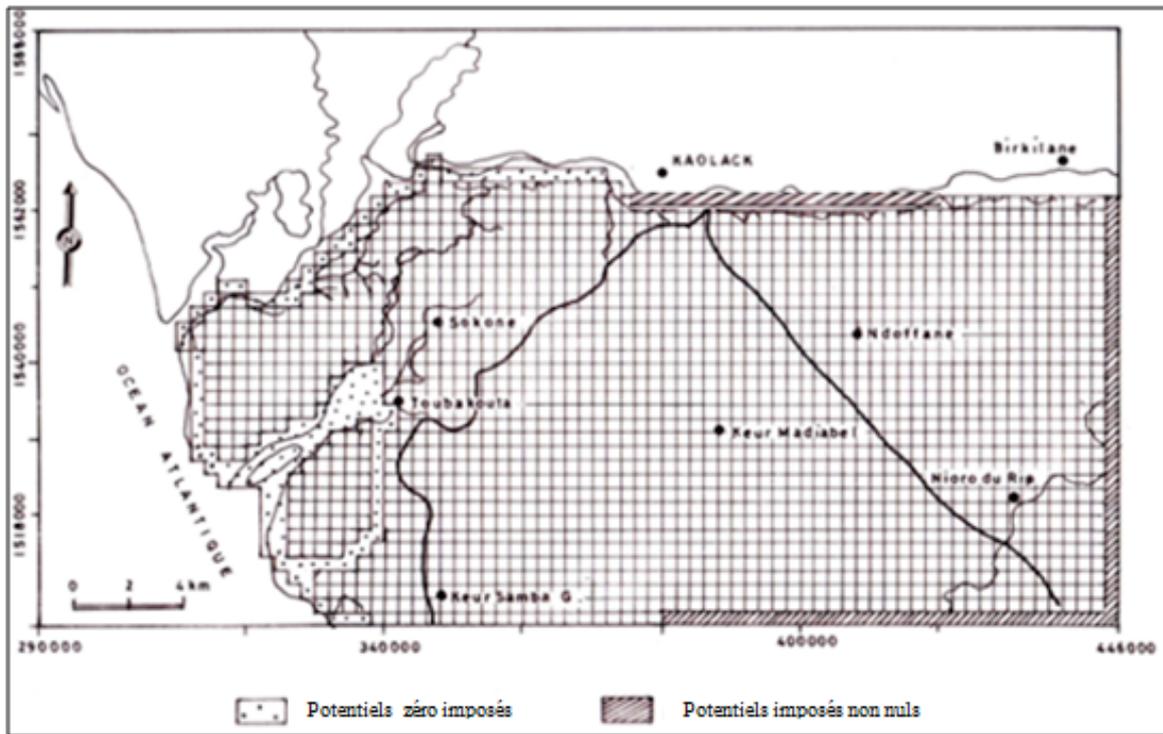


Figure 4. Maillage et conditions aux limites

## 5. Résultats et discussions

L'ajustement a porté sur les perméabilités et les valeurs de recharge et a nécessité plusieurs passages pour pouvoir restituer des charges piézométriques de l'état de référence. Les valeurs de perméabilités ( $K$ ) obtenues sur la nappe après calibration sont comprises entre  $10^{-7} \text{ ms}^{-1}$  et  $9 \cdot 10^{-2} \text{ ms}^{-1}$ . Cet ajustement des valeurs de  $K$  est

suivi de celui de l'infiltration efficace. Les valeurs de recharge obtenues après calibration sont très variables et oscillent entre 0 et 17 mm/an.

L'analyse des résultats du modèle montre que la répartition des charges piézométriques calculées est proche de la piézométrie de référence (figure 5).

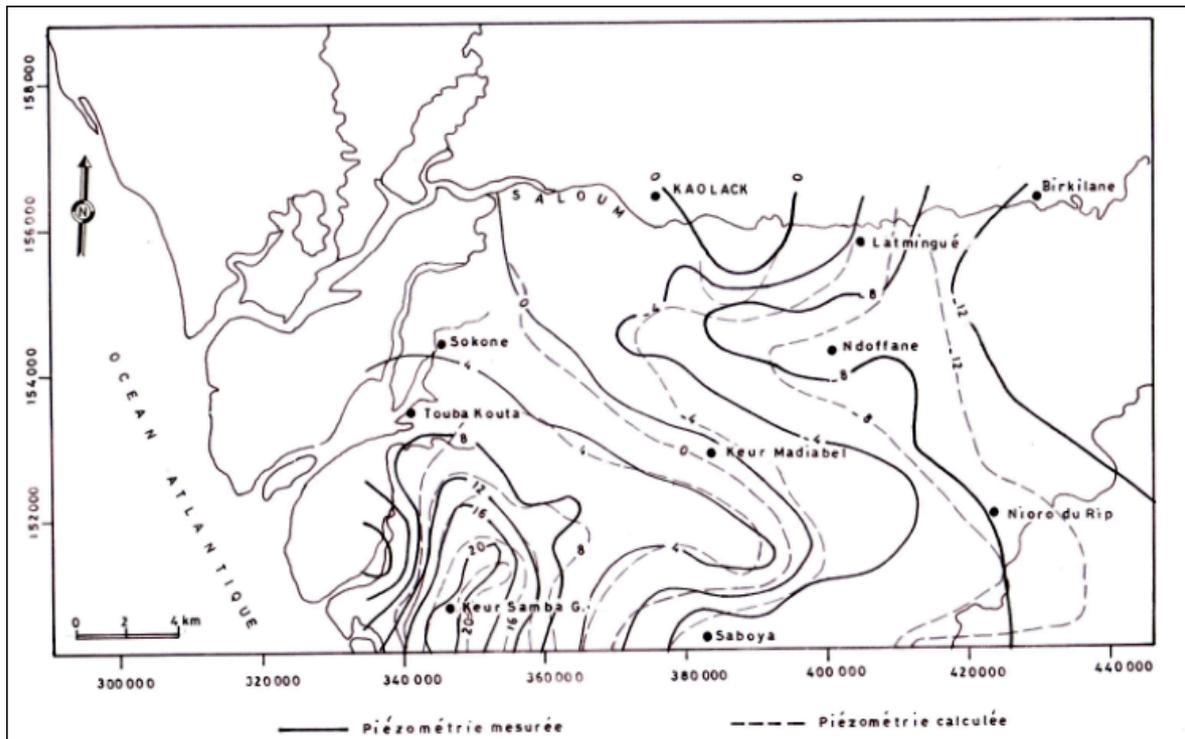


Figure 5. Comparaison entre la piézométrie observée et celle calculée par le modèle

Le modèle obtenu paraît tout à fait représentatif du comportement moyen de la nappe c'est à dire sa piézométrie et ses débits. Le décalage entre la piézométrie calculée et celle mesurée est faible (figure 6) et reste inférieur à 2 m sauf à Soukouta (4m de décalage)

où un meilleur calage n'a pu être obtenu, en dépit des nombreuses simulations au cours desquelles, les valeurs de K ont été réajustées dans les limites admissibles.

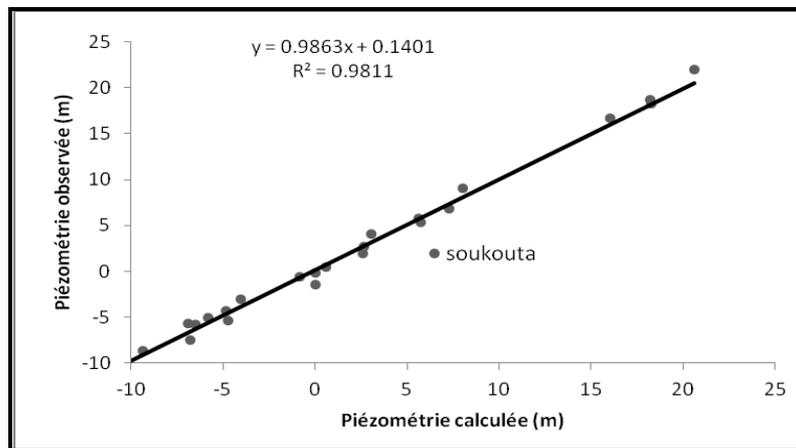


Figure 6. Piézométrie observée vs piézométrie calculée

Le bilan des débits (tableau 1) montre que l'alimentation de la nappe est assurée pour l'essentiel par l'infiltration des eaux de pluie. Il montre également un équilibre parfait des débits d'entrée et de sortie. Les pertes aux limites sont importantes et les prélèvements par les forages très faibles ce qui montre une sous exploitation de la nappe. Cette décharge de l'aquifère se fait essentiellement vers la mer à l'ouest, le fleuve Gambie au sud et vers le creux piézométrique à l'est. Les débits échangés aux limites, comme le montre la carte de magnitude des vitesses d'écoulement de l'eau (figure 7), sont très variables d'un secteur à un autre. Les vitesses de circulation sont importantes dans le creux piézométrique du fait de la présence de sable grossier et d'une pente hydraulique importante mais aussi au Sud avec la présence cours d'eau qui draine la nappe.

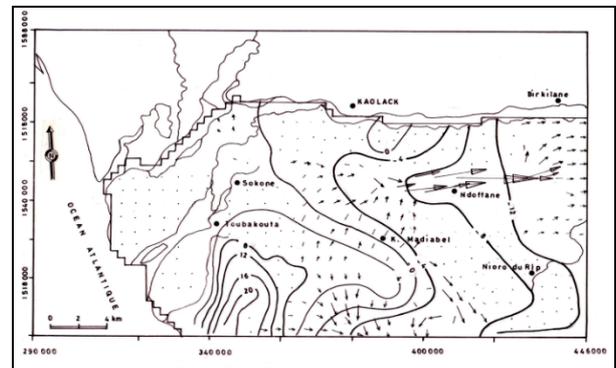


Figure 7. Intensité du flux d'écoulement après calibration

En fonction de l'intensité du flux d'écoulement, nous avons identifié des zones appelées "zones de budget" (figure 8) au niveau desquels le débit est quantifiable. Le bilan des débits dans ces zones choisies (tableau 2) montre que le volume d'eau qui entre dans le système par ses limites est faible et se fait essentiellement dans le secteur nord ouest (zone 4) avec  $77 \text{ m}^3 \text{ jour}^{-1}$ . Les pertes d'eau du système sont importantes et se font principalement dans le secteur du creux piézométrique à l'est avec  $8726 \text{ m}^3 \text{ jour}^{-1}$  et au sud (zone 10) avec un débit journalier de  $14279 \text{ m}^3$ . Cette perte énorme dans ce secteur Sud est peut être due à un drainage de la nappe par le fleuve Djikoye. L'examen des termes du bilan montre que la décharge aux limites océaniques (zone 2 et 3) est évaluée à  $969 \text{ m}^3 \text{ jour}^{-1}$ . La rivière de la Néma qui résulte de l'exfiltration vers la surface témoigne de cette sortie vers la limite océanique. Avec ce débit de sortie important et un débit d'entrée nul, le flux de sortie peut constituer une éventuelle barrière à l'avancée du biseau salé.

ENTREE ( $\text{m}^3/\text{jour}$ )		SORTIE ( $\text{m}^3/\text{jour}$ )	
Emmagasinement	0	Emmagasinement	0
Apports aux limites	48.73	Sortie aux imites	31810.64
Infiltration de l'eau de pluie	34109.14	Forages	2347.5
<b>Total</b>	<b>34158.14</b>	<b>Total</b>	<b>34158.14</b>

Tableau 1. Bilan global de débits

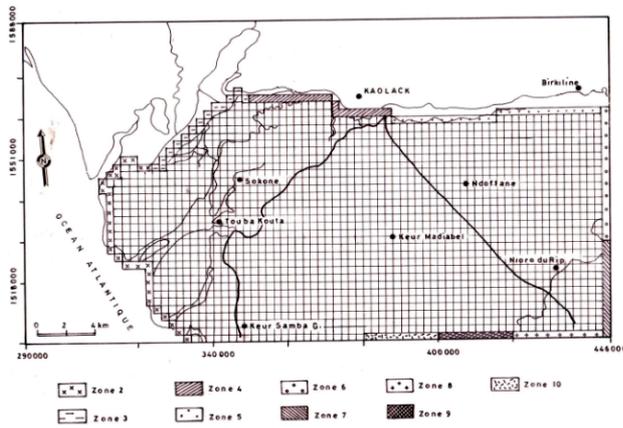


Figure 8. Zone de budget

Dans les environs du Saloum, les vitesses d'écoulement très faibles (figure 7) et le déséquilibre entre les entrées et sorties peuvent être à l'origine d'une avancée lente du biseau salé dans ce secteur.

Tableau 2. Débits échangés aux zones de budget

Zones de budget	Entrée (m <sup>3</sup> /j)	Sortie (m <sup>3</sup> /j)
Zone 2	0	444.58
Zone 3	0	525.15
Zone 4	77	33.48
Zone 5	92.9	442.77
Zone 6	0	8726.6
Zone 7	0	531.38
Zone 8	0	1483.1
Zone 9	0	3437
Zone 10	0	14279

## 6. Conclusion

Ce travail de modélisation nous a permis d'analyser le comportement hydrodynamique dans le système à partir de certains paramètres connus et d'autres qui ont été estimés. La phase de calage s'est effectuée en tenant compte des valeurs ponctuelles, de la morphologie de la piézométrie et des renseignements obtenus sur l'étude des isotopes stables.

Il ressort de cette étude que le bilan de la nappe montre un important potentiel encore exploitable du réservoir avec des apports d'eau aux limites très faibles (48.73 m<sup>3</sup>/j) et des pertes estimées à 31810.64 m<sup>3</sup>/j. L'essentiel des rentrées d'eau aux limites se fait au niveau du secteur Nord Est (zone de budget 4) avec un débit journalier de 77 m<sup>3</sup>. Les pertes d'eau aux limites se font essentiellement dans la zone du creux piézométrique et au sud avec le drainage de la nappe par le fleuve Djikoye. Les flux d'échanges entre la nappe et ses limites, de même que les vitesses d'écoulement simulées ont permis de relativiser l'impact du fleuve Saloum sur la nappe.

Au sortir de ce travail qui nous a permis de préciser les éléments relatifs à la définition des ressources en eau du système aquifère, ce modèle peut servir comme outil de gestion, en envisageant par un travail complémentaire, sa mise en exploitation suivant différents schémas possibles.

## REFERENCES

- [1] NDOYE S., 2003. Comportement hydrodynamique et hydrochimique de la nappe côtière du Continental Terminal du Saloum. *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle* Univ. Cheikh Anta Diop de Dakar, 152 p
- [2] Ahmed E. Hassan, A methodology for validating numerical ground water models. *Ground Water* 2004; 42: 347-362
- [3] Q. C. Yang, J. Liang, Z. P. Yang, Numerical Modeling of Groundwater Flow in Daxing (Beijing), China. *Energy Procedia* 14 (2012) 1671 – 1676
- [4] Qingchun Yang, Wenxi Lun, Yanna Fang, Numerical Modeling of Three Dimension Groundwater Flow in Tongliao (China). *Procedia Engineering*, volume 24, 2011, 638–642
- [5] Carma San Juan, Kenneth E. Kolm, Conceptualization, characterization and numerical modeling of the Jackson Hole alluvial aquifer using ARC/INFO and MODFLOW. *Engineering Geology*, volume 42, Issues2-3 June 1996, Pages 119–137
- [6] DIOP EL. S., 1986. Estuaires holocènes tropicaux. Etude géographique physique comparée des rivières du sud: du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (République de Guinée). *Thèse es science* Univ. L. Pasteur Strasbourg, tome I, 522 p
- [7] BELLION J.C., 1987 Histoire géodynamique post paléozoïque de l'Afrique de l'ouest d'après l'étude de quelques bassins sédimentaires (Sénégal, Taoudeni, Iullemeden, Tchad). *Thèse es Sciences Univ. D'Avignon et des pays du Vaucluse*. 296p.
- [8] LAPPARTIENT J.R., 1985. Le Continental Terminal et le Pléistocène ancien du bassin sénégal-mauritanien. Stratigraphie, Sédimentologie, diagenèse, altération, reconstitution des paléorivages au travers des cuirasses. *Thèse es sciences*, Marseille, 272 p.
- [9] NOEL Y., 1975. Etude hydrogéologique du Continental Terminal de Sine Gambie (première phase). *Rapport de synthèse*, BRGM DKR 75 30 p.
- [10] DILUCA C., 1976. Etude hydrogéologique du Continental Terminal entre le Sine et la Gambie (deuxième phase). *Rapport de synthèse*, BRGM DKR 76, 33p.
- [11] GAYE C. B. 1990. 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 es Sciences*. Univ. Cheikh Anta Diop de Dakar 245 p.
- [12] FAYE S., 2005. Apports des outils géochimiques et isotopiques à l'identification des sources de salinité et à l'évaluation du régime d'écoulement de la nappe du Saloum. *Thèse Doctorat d'Etat es Sciences*. Université Ch A. Diop Dakar/ Sénégal.  
NDOYE S, GAYE C. B., RAZACK M, S. FAYE (2012) - Characterization of the origin of groundwater salinity in the Saloum superficial coastal aquifer (Senegal). *Water Management Issues in Africa conference* 28-31 March 2012
- [13] Mc DONALD M.G., HARBAUGH A.W., 1988. Three dimensional finite difference groundwater flow model. *Technique of water resources investigations of the U.S.G.S Book 6, Modelling Techniques*.



ISSN (Online) : 2312-8712

**Editeur en Chef** : SG Cames, Prof. Bertrand Mbatchi

**Directeur de Publication** : Le CAMES

**Rédacteur en Chef** : Prof. Meissa Fall, Université de Thiès

Rédacteurs : Dr Mapathé Ndiaye – Dr. Adama Dione

**Spécialiste PAO** : Diarga Diouf, Irempt/Resafad UCAD/Min. Education Sénégal

Génie de l'eau et de l'Environnement – Hydraulique  
Génie des Procédés – Géologie Appliquée - Hydrologie  
Génie Civil – Infrastructures – Géologie de l'Ingénieur  
Génie Electrique – Géologie Minière - Hydrogéologie  
Génie Mécanique – Mécanique - Modélisations  
Electronique – Automatisation -Génie Informatique  
Etc.

## Comité Internationale de lecture

1. Prof. **Yves BERTHAUD**, Directeur de l'UFR Ingénierie - Université de la Sorbonne - Pierre et Marie Curie (Paris VI) - [yves.berthaud@gmail.com](mailto:yves.berthaud@gmail.com) (*Mécanique*)
2. Prof. **Fabrice GATUINGT**, - ENS Cachan / Département/Secteur Génie Civil LMT - 61 Avenue du président Wilson 94230 CACHAN (Tél : 33 (0)1 47 40 53 69 - Fax : 33 (0)1 47 40 74 65) - [fabrice.gatuingt@dgc.ens-cachan.fr](mailto:fabrice.gatuingt@dgc.ens-cachan.fr) (*Génie Civil*)
3. Prof. Emeritus **Tuncer B. EDIL**, University of Wisconsin-Madison - 2226 Engineering Hall / 1415 Engineering Drive - Madison, WI 53706-1691 - Tel: 608/262-3225 - [edil@engr.wisc.edu](mailto:edil@engr.wisc.edu) (*Geotechnical Engineering*)
4. Prof. **Dante FRATTA**, Associate Professor, University of Wisconsin-Madison - 2208 Engineering Hall - 1415 Engineering Drive / Madison, WI 53706-1691 - Tel: 608/265-5644 - [fratta@wisc.edu](mailto:fratta@wisc.edu) (*Civil and Environmental Engineering*)
5. Prof. **James M. TINJUM**, - University of Wisconsin-Madison - 2214 Engineering Hall - 1415 Engineering Drive / Madison, WI 53706-1691, Tel: 608/262-0785 - [tinjum@epd.engr.wisc.edu](mailto:tinjum@epd.engr.wisc.edu) (*Civil and Environmental Engineering*)
6. Prof. **Serigne FAYE**, Département de Géologie - Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) - [sfaye@ucad.sn](mailto:sfaye@ucad.sn) (*Hydrogéologie*)
7. Papa Malick NGOM, Département de Géologie - Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal) - [papam.ngom@ucad.edu.sn](mailto:papam.ngom@ucad.edu.sn) (*Géologie - Géologie de l'Ingénieur*)
8. Dr **Ayité Sénah Akoda AJAVON**, Maître de Conférences des Universités, ENSI - Université de Lomé - Lomé TOGO - [asajavon@yahoo.fr](mailto:asajavon@yahoo.fr) (*Génie Electrique*)
9. Dr. **Farid BENBOUDJEMA**, Maître de conférences HdR - ENS Cachan / Département/Secteur Génie Civil LMT - 61 Avenue du président Wilson 94230 CACHAN (Tél : 33 (0)1 47 40 53 69 - Fax : 33 (0)1 47 40 74 65) <http://www.lmt.ens-cachan.fr/benboudjema> - [farid.benboudjema@dgc.ens-cachan.fr](mailto:farid.benboudjema@dgc.ens-cachan.fr) (*Génie Civil*)
10. Prof. **Salif GAYE**, Directeur de l'IUT - Université de Thiès (Sénégal) - [sgaye@univ-thies.sn](mailto:sgaye@univ-thies.sn) (*Génie Mécanique*)
11. Prof. **Claude LISHOU**, ESP-Dakar (Université Cheikh Anta Diop de Dakar) - [claudio.lishou@gmail.com](mailto:claudio.lishou@gmail.com) (*Informatique*)
12. Prof. **Codou MAR**, ESP-Dakar (Université Cheikh Anta Diop de Dakar) - [cgmare@gmail.com](mailto:cgmare@gmail.com) (*Génie Chimique et Biologie Appliquée*)
13. Prof. **Joseph BATHIEBO** - Unité de Formation et de Recherche en Sciences Exactes et Appliquées (U.F.R. S.E.A.) - Tel.: +226 76 65 09 42 / [jbathiebo@univ-ouaga.bf](mailto:jbathiebo@univ-ouaga.bf); [djbathiebo@gmail.com](mailto:djbathiebo@gmail.com) (*Génie Civil*)
14. Dr **Félix Adangba AMARI**, Professeur de Génie Civil - Département Bâtiment & Urbanisme / Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro BP 1093 Yamoussoukro - Tel: (225) 07 87 52 99 / [amarifelixad@yahoo.fr](mailto:amarifelixad@yahoo.fr) (*Génie Civil*)
15. Prof. **Francois TSOBNANG**, 2iE, Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement - [ftsobnang@gmail.com](mailto:ftsobnang@gmail.com) (*Matériaux et Physique de l'Ingénieur*)
16. Dr **Roger Marcelin FAYE**, Maître de Conférences - Ecole Supérieure Polytechnique - B.P 5085 Dakar-Fann SENEGAL / [roger.faye@ucad.edu.sn](mailto:roger.faye@ucad.edu.sn) (*Génie Electrique*)

**Volume 1 - N° 2 :**

1. **Konaté, P. Yoboue, E. Soro, O. Asseu, P. Tety, X. Lin-Shi (2015)**. Implementations of a reduced-order Estimator for an Asynchronous Machine drive system. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), pp. 37-45. ISSN 2312-8712.
2. **Mahamane Djoudou (2015)**. Préparation et Calcul du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la région lacustre de la rive gauche du Delta intérieur du Niger au Mali : Estimation de sa Précision. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 46-56. ISSN 2312-8712.
3. **Makhaly Ba, Babacar Diop, Oumar Kamara (2015)**. Etude comparative des caractéristiques des bétons hydrauliques et des bétons bitumineux à base de granulats de basaltes de Diack et de quartzites de Bakel. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 57-64. ISSN 2312-8712.
4. **Adama Dione, Meissa Fall, Yves, Berthaud, Farid Benboudjama, Alexandre Michou (2015)**. Implementation of Resilient Modulus - CBR relationship in Mechanistic-Empirical (M. -E) Pavement Design. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 65-71. ISSN 2312-8712.
5. **Seyni Ndoye, Mamadou Issa Ba, Serigne Faye (2015)**. Hydrodynamique de la nappe côtière du Saloum (Sénégal) : étude par modèle numérique. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 72-78. ISSN 2312-8712.
6. **Seybatou Diop, Momar Samb, Fary Diome, Meissa Fall (2015)**. Etude de caractérisation des matériaux de la carrière de Sindia (Sénégal occidental) pour une utilisation en géotechnique routière. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 79-85. ISSN 2312-8712.
7. **Moustapha Diène, Cheikh Hamidou Kane, Déthié Sarr (2015)**. Overview of the aquifer system in the Senegalese and Mauritanian sedimentary basin. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 86-91. ISSN 2312-8712.
8. **Mapathé Ndiaye, Mohamadou Moustapha Thiam, Seydou Coulibaly, Oustasse Abdoulaye Sall (2015)**. Astronomical Calibration of the Danian Formation of Ndayane : Paleogeographic and Paleoclimatic Implications. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 92-96. ISSN 2312-8712.
9. **Ouoba S., Cherblanc F., Bénét J.-C., Koulidiati J. (2015)**. Modélisation numérique des mécanismes d’atténuation naturelle des polluants organiques volatiles dans les sols du Burkina Faso : application au trichloréthylène (TCE). *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 97-103. ISSN 2312-8712.
10. **S. Gueye, I. Gueye, L. Thiaw, G. Sow, A. Ndiaye, M. Thiam (2015)**. Conception d’un régulateur solaire avec commande MPPT. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 104-108. ISSN 2312-8712.
11. **Fagla B. F. Z., Gradeck M., Baravian C., Vianou A., Dègan G., Lebouché M. (2015)**. Etude Thermique Expérimentale des Suspensions Newtoniennes en Solutions du Glucose et de l’Eau en Ecoulement dans une Conduite Horizontale à Section Constante. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 109-121. ISSN 2312-8712.
12. **Fagla B. F. Z., Gradeck M., baravian C., vianou A., lebouche M. (2015)**. Etude Thermique Expérimentale des Suspensions Non-Newtoniennes en Solution de Carboxyméthylcellulose en Ecoulement dans une Conduite Horizontale à Section Constante. *Revue Cames – Sci. Appl. & de l’Ing.*, Vol. 1(2), 122-133. ISSN 2312-8712.