



INFLUENCE DES MAREES ET DE LA PLUVIOMETRIE SUR LE COMPORTEMENT HYDRODYNAMIQUE DE LA NAPPE DU QUATERNAIRE : CAS DE VRIDI-AKO (COTE D'IVOIRE)

OCEANIC TIDAL AND PLUVIOMETRIC INFLUENCE ON THE HYDRODYNAMIC ATTITUDE OF THE QUATERNARY LAYER OF VRIDI-AKO (IVORY COST)

**KOUASSI K. A.¹, KOUASSI F. W.¹, SORO G. E.¹, YAO A. B.²,
NIANTCHE K. B. V.¹, YAO K. S.³, GOULA B. T. A.¹**

¹Laboratoire Géosciences et Environnement, UFR Sciences et Gestion de
l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02

²Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Eau,
Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa

³Laboratoire de physique et de géologie marine du CRO
(Centre de Recherches Océanologiques) BP. V 18 - Abidjan 01

kouameauguste@yahoo.fr

RESUME

Dans le but de faire de la Côte d'Ivoire un véritable pôle pétrolier du Golfe de Guinée, le site de Vridi-Ako est choisi pour abriter la deuxième raffinerie nationale dénommée « Raffinerie de la paix ». Cette étude est suscitée pour analyser le fonctionnement hydrodynamique de la nappe du Quaternaire à Vridi-Ako. Ainsi, les variations de la pluviométrie, les coupes lithologiques de sondages, les fluctuations de la marée océanique et les battements de la nappe sont ainsi étudiées pour apprécier la contribution de ces paramètres sur son alimentation. Les coupes lithologiques a montré des formations géologiques dominées par les sables à moins de 10 m de profondeur ; ce qui constitue un atout favorable à une recharge rapide de la nappe. L'étude piézométrique a montré l'existence d'un dôme piézométrique central à partir duquel prennent naissance quatre directions d'écoulement différentes vers les systèmes hydrauliques environnant. Une analyse plus fine des contextes

pluviométrie/piézométrie et marée/piézométrie sur une chronique d'observation plus longue pourrait confirmer ou infirmer le soupçon de leur influence remarqué sur l'hydrodynamique de la nappe du Quaternaire dans la zone de Vridi-Ako. La nappe du Quaternaire du site de Vridi-Ako a une recharge moyenne annuelle de 429 mm.an⁻¹.

Mots clés : Fonctionnement hydrodynamique, Piézométrie, Marée océanique, nappe du Quaternaire, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

In order to make Côte d'Ivoire a real oil pole of the Gulf of Guinea, the site of Vridi-Ako is chosen to house the second national refinery called "Refinery of peace". This study is designed to analyze the hydrodynamic functioning of the Quaternary aquifer in the area of the project site. Variations in rainfall, lithological sampling, ocean tide and groundwater fluctuations are studied to estimate the contribution of these parameters to Quaternary aquifer recharge.

Lithological sections showed geological formations dominated by sands within 10 m depth; which is an asset favorable to a fast recharging of the water table. The piezometric study has shown the existence of a central piezometric dome from which four different flow directions originate towards the surrounding hydraulic systems. A more detailed analysis of the rainfall / piezometry and tide / piezometry contexts on a longer observation history could confirm or refute the suspicion of their noticeable influence on Quaternary aquifer hydrodynamics in the Vridi-Ako area. The Quaternary aquifer of the Vridi-Ako site has an average annual recharge of 429 mm.year⁻¹.

Keywords: Hydrodynamic running, Piezometry, Ocean tide, Quaternary aquifer, Ivory Coast.

INTRODUCTION

Au cours de ces dernières décennies, la pénurie d'eau est devenue un problème crucial vécu par toutes les sociétés du monde et particulièrement, celles des pays en voie de développement (Baali., 2001). Dans les grandes villes africaines, le problème d'approvisionnement en eau potable se pose avec plus d'acuité.

Abidjan, la plus grande ville ivoirienne est essentiellement alimentée en eau potable à partir des eaux souterraines de la nappe du Continental Terminal également appelée "nappe d'Abidjan". Ces dernières décennies, cette ressource est confrontée à des menaces dues à l'expansion accélérée du District d'Abidjan et à la croissance de la population qui contribuent à la dégradation quantitative et qualitative des eaux souterraines (Kouadio et al., 1998 ; Oga, 1998 ; Jourda et al., 2006). La forte croissance de la demande a entraîné une inadéquation entre l'offre et la demande en eau. En effet, les travaux d'Etien (2010) ont montré que la production journalière totale cumulée est d'environ 350000 m³ pour des besoins estimés 500000 m³/jour soit un déficit journalier de 150000 m³. De plus, l'urbanisation galopante et la péjoration climatique observée ces trois dernières décennies ont entraîné la réduction drastique de la quantité d'eau infiltrée et devant participer à la recharge effective de la nappe d'Abidjan (Soro et al., 2006 ; Kouassi et al., 2010 ; Yao et al., 2015).

C'est pour répondre aux besoins des populations que l'exploitation de d'autres sources alternatives est de plus en plus envisagée (Konan, 2011 ; Kohou, 2014). Ainsi, l'exploitation de la nappe du Quaternaire dans la zone de Vridi-Ako est envisagée pour l'alimentation en eau potable des populations. Ce site de Vridi-Ako devra abriter la deuxième raffinerie nationale dénommée « Raffinerie de la paix » de Côte d'Ivoire. Cependant, des études antérieures ont montré que la nappe du Quaternaire d'Abidjan de par sa structure géologique laisse entrevoir des risques de pollution provenant de sources diverses. Il s'agit des dépôts d'ordures, des eaux de pluie chargées de sels, et des eaux saumâtres lagunaires et océaniques (Aghui et Biémi, 1984 et Oga et al., 1998). Cette étude est donc envisagée pour analyser les mécanismes de recharge de la nappe du Quaternaire dans la zone du site du projet. L'approche méthodologique adoptée consiste à une étude statistique des paramètres hydrodynamiques de la nappe en relation avec les fluctuations de la marée océanique et de la pluviométrie.

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le projet de la raffinerie de la paix de Vridi-Ako est situé dans le District d'Abidjan, plus précisément dans la commune de Port-Bouët (Figure 1). Il s'inscrit dans un rectangle côtier entre les latitudes 5°00 et 5°30 N et entre les longitudes 3°00 et 6° 00 W. Ses limites physiques sont constituées par la lagune Ebrié au Nord, le Golfe de Guinée au Sud, le canal de Vridi à l'Est et à l'Ouest par le lac BAKRE.

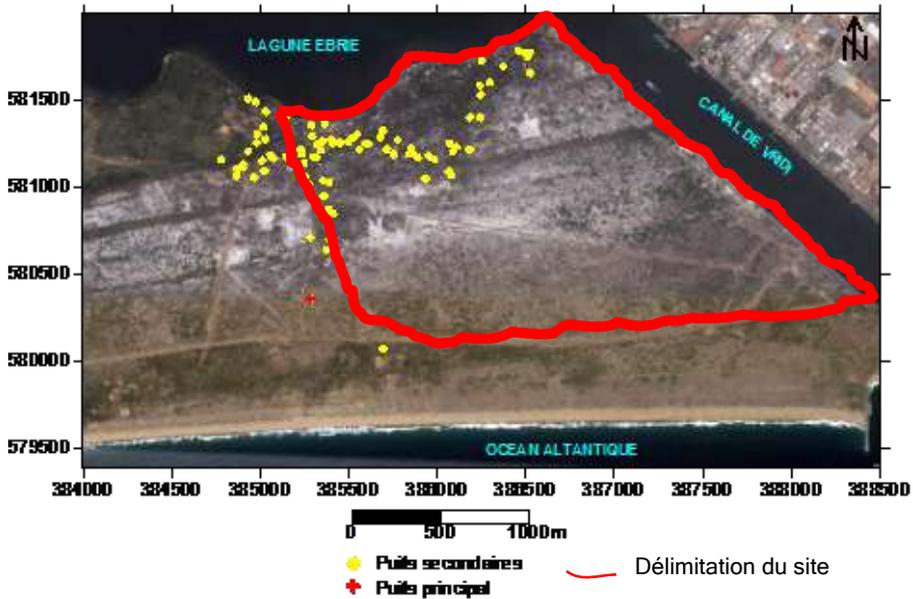


Figure 1 : Localisation de la zone du site du projet de la raffinerie de Vridi-Ako (Google Earth)

La région est sous l'influence du climat équatorial de transition marqué par quatre dans le cycle annuel : une grande saison des pluies de mars à juin suivie d'une petite saison sèche entre juillet et août ; une petite saison pluvieuse intervient dans le mois de septembre pour prendre fin au mois de novembre et une grande saison sèche de novembre à février (Yao et al., 2015).

Les formations du Quaternaire sont constituées de sables argileux des bas plateaux, les vases et sables des dépressions fluvio-lagunaires, les sables des cordons marins et les vases de marécages permanents (Delor et al., 1992). Ces formations renferment la nappe la plus vulnérable de la région d'Abidjan. Cette nappe phréatique dont le niveau piézométrique est très proche de la surface du sol, inonde à chaque pluie les plaines côtières. D'après Aghui et Biémi (1984), la perméabilité des sables argileux des bas plateaux varie de 10^{-4} m.s^{-1} à 10^{-3} m.s^{-1} et celle des sables des cordons marins est de l'ordre de 10^{-3} m.s^{-1} . Suivant les ouvrages, le débit produit se situe entre $2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ et $22 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Les eaux de la nappe du Quaternaire sont utilisées par les populations urbaines et rurales. Elles constituent même pour certains villages côtiers tels que Modeste, Maffiblé, Abouabou, la principale source d'eau d'approvisionnement en eau de boisson.

MATERIEL ET METHODES

Pour cette étude, les données techniques de treize (13) sondages, les coupes lithologiques de foration, les mesures piézométriques et des levés topographiques issues des missions de terrain effectuées entre juillet 2010 et février 2011 ont été utilisées (Figure 2). Les données de marée horaires exploitées dans ce travail sont celles calculées par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM). Les paramètres qui ont servi au calcul de ces données sont disponibles sur le site www.shom.fr. Quant aux données pluviométriques de la station d'Abidjan-aéroport utilisées, elles proviennent de la SODEXAM (Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire et Météorologique).

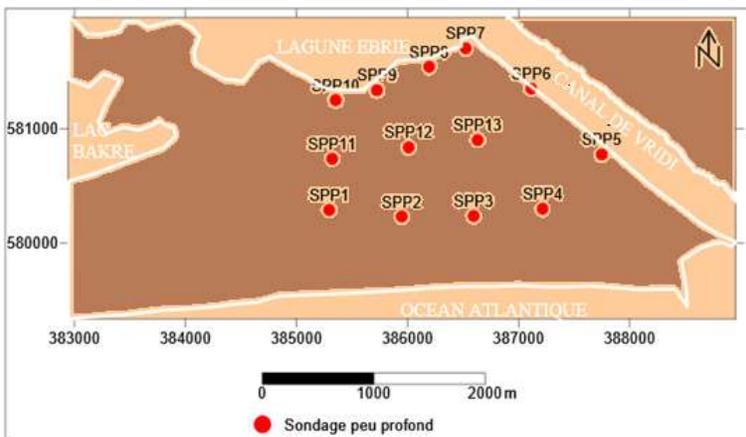


Figure 2 : Répartition spatiale des sondages

Réalisation des cartes lithologiques de l'aquifère du Quaternaire de Vridi-Ako

Treize sondages peu profond (SPP) et profond ont été sélectionnées et analysées. Ces sondages ont été réalisés par carottage. Le carottage est une technique de prélèvement d'un échantillon dans le sol grâce à un tube. La "carotte" ainsi prélevée rend compte de l'activité géologique du sol, grâce à son étude stratigraphique. Le principe consiste à faire pénétrer dans le sous-sol un tube appelé carottier. Au fur et à mesure que le carottier descend, il se remplit de l'échantillon de matériau à prélever. Il est remonté pour extraction de la carotte, et son conditionnement. Le carottier est par la suite redescendu dans le

trou à la cote précédemment atteinte. On obtient ainsi la reconstitution lithologique des terrains traversés à travers les carottes extraites (Robert, 2010).

Détermination des niveaux piézométriques et des courbes isopièzes

Les mesures des niveaux piézométriques ont été effectuées juste après la grande saison des pluies (pendant les mois de juillet à août 2010) avec quelques fois l'enregistrement d'événements pluvieux pendant les mesures. Les cartes piézométriques représentent à une date donnée, la distribution spatiale des charges et des potentiels hydrauliques (Kouassi, 2013).

Les cotes piézométriques ont été déterminées à partir de la formule de Castany (1998) dans le cas d'une nappe libre, comme celle du Quaternaire (Eq.1) :

$$H = Z - (P - H_m) \quad (1)$$

avec :

H : Cote piézométrique (m)

Z : Cote sol ou élévation du terrain naturel (m)

P : Profondeur mesurée (m)

H_m : Hauteur margelle

A l'issue de la détermination des cotes piézométriques, le tracé des courbes piézométriques nécessite le choix d'une équidistance et d'une technique de tracé.

Analyse de l'influence de la marée océanique sur les niveaux piézométriques

La sensibilité entre les deux paramètres est déterminée par la superposition dans le même graphique des cotes piézométriques et des hauteurs de la marée. Il faut noter que les hauteurs de marée ont été enregistrées du 1^{er} juillet au 7 octobre correspondant à la période de mesure de niveau piézométrique. Une hauteur moyenne de marée a été calculée pour chaque campagne de mesure. La procédure est la même pour la relation entre cotes piézométriques et hauteurs de pluie. La seule différence est que les hauteurs de pluie considérées n'ont pas fait l'objet de calcul de moyenne.

Estimation de la recharge de la nappe

Pour la détermination quantitative de la recharge des nappes, plusieurs méthodes ont été proposées et testées (Biemi, 1992 ; Savané, 1997 ; Lallahem, 2002 ; Yao *et al.*, 2015). La plupart de ces méthodes est basée sur l'approche du bilan hydrologique dont l'équation générale est (Eq.2).

$$P = ET + R + I \quad (2)$$

avec :

P : précipitation

ET: évaporation directe et transpiration des plantes

R : ruissellement de surface et ruissellement hypodermique

I : infiltration

L'infiltration ou la recharge des aquifères est évaluée à partir de l'équation 3 (Eq.3) :

$$I = P - (ETR + R) \quad (3)$$

avec :

I : lame d'eau infiltrée (mm);

P : pluviométrie (mm);

ETR : l'évapotranspiration réelle (mm)

R : la lame d'eau ruisselée (mm).

La pluie étant connue, il faut estimer l'ETR et le ruissellement, afin d'en déduire l'infiltration. La détermination de l'ETR a été réalisée à partir de la méthode de Thornthwaite (1954).

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse des coupes lithologiques

Les échantillons de sol remontés lors de la foration des treize (13) sondages peu profonds (SPP) ont mis en évidence des formations sédimentaires du Quaternaire dominées par des sables et quelques rares couches d'argiles compacte et molle. Les différentes coupes ont été rassemblées selon leur

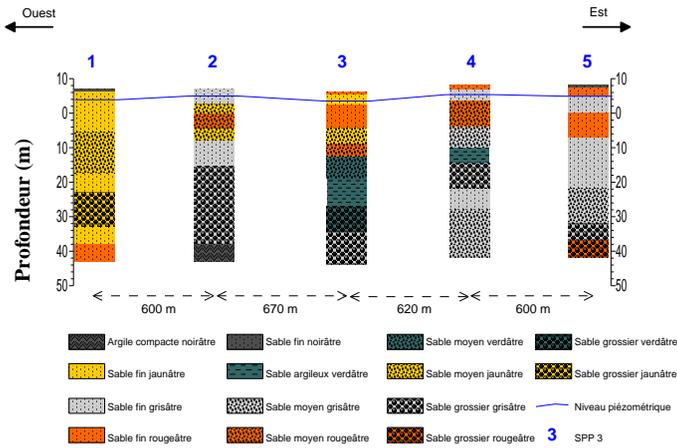
position relative pour donner un aperçu général de la lithologie de l'ensemble du site (Figure 3). Les trois coupes sont les suivantes :

Coupe 1 : SPP 10 – SPP 9 – SPP 8 – SPP 7

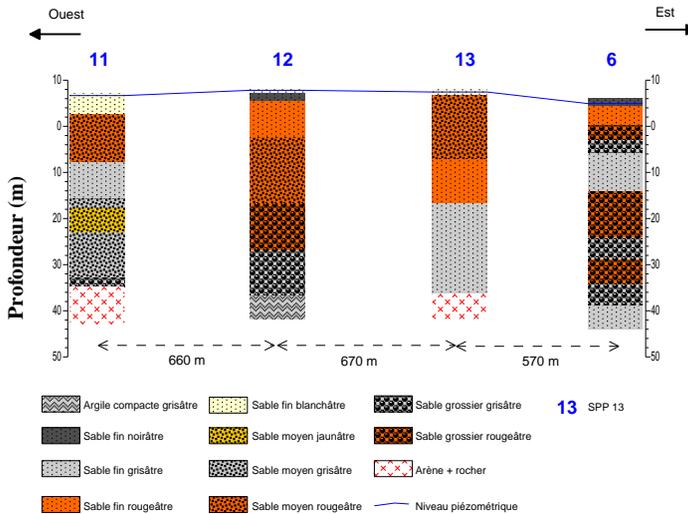
Coupe 2 : SPP 11 – SPP 12 – SPP 13 – SPP 6

Coupe 3 : SPP 1 – SPP 2 – SPP 3 – SPP 4 – SPP 5

Coupe 01 : SPP 01 – SPP 02 - SPP 03 – SPP 04 - SPP 05



Coupe 02 : SPP 11 – SPP 12 - SPP 13 – SPP 06



Coupe 03 : SPP 10 – SPP 09 - SPP 08 – SPP 07

Influence des marées et de la pluviométrie sur le comportement hydrodynamique de la nappe du quaternaire : Cas de Vridi-Ako (Côte d'Ivoire)

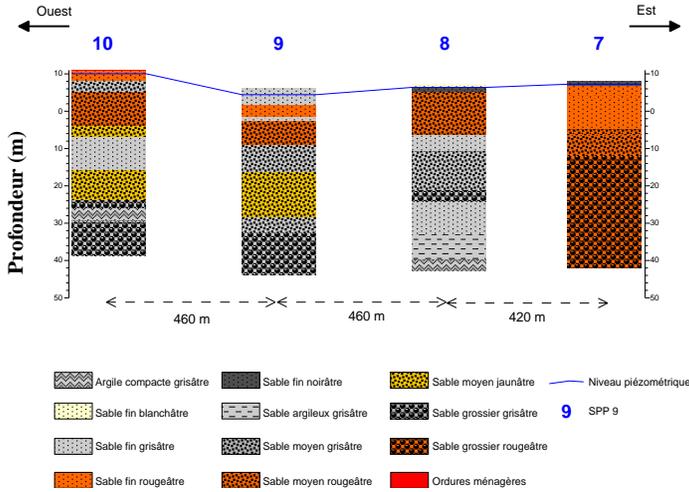
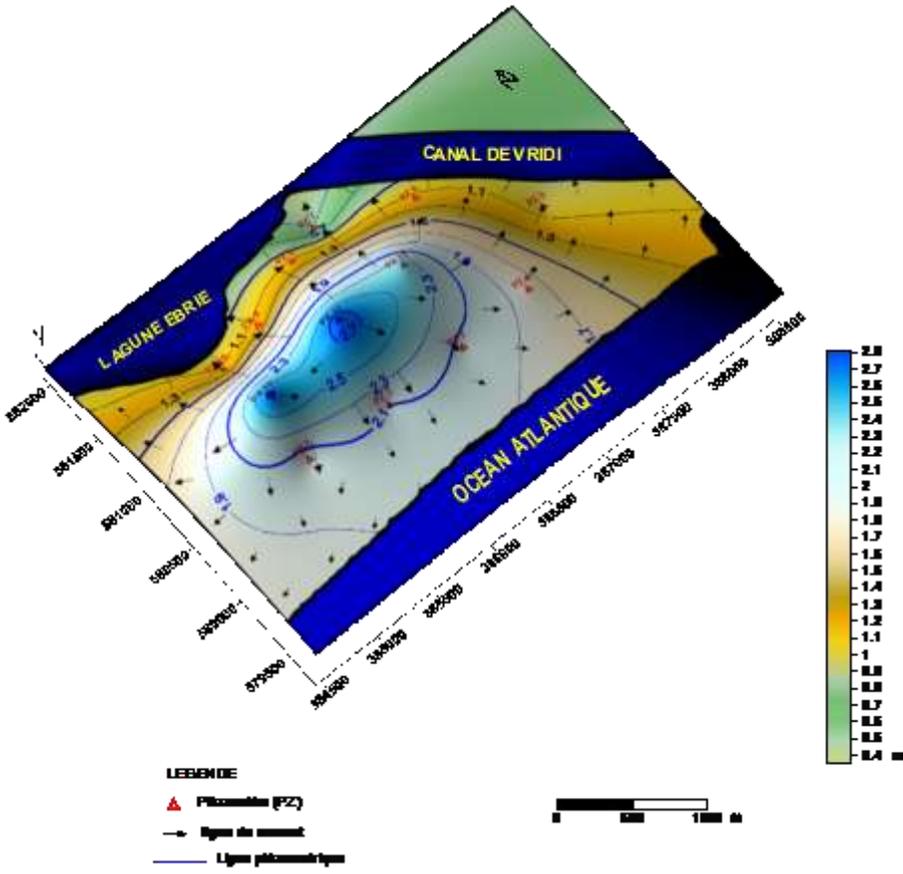


Figure 3 : Coupes lithologiques des sondages réalisés sur le site du projet

Analyse des cartes piézométriques

Le sens d'écoulement des eaux est influencé par l'existence d'un dôme piézométrique au centre du site qui en constitue une aire d'alimentation (Figure 4). Ce dôme piézométrique central gouverne donc le sens d'écoulement des eaux souterraines vers le pourtour du site en créant deux (2) axes majeurs : l'axe Nord-Sud ; et l'axe Ouest-Est qui induisent quatre directions d'écoulement différentes (Figure 5). Ces écoulements préférentiels se font selon les cartes à partir du dôme (centre du site) vers l'Océan atlantique, la lagune Ebrié, le lac M'Brakré et vers le Canal de Vridi. Ensuite, il y a le sens d'écoulement qui part toujours du dôme vers le lac M'Brakré, et enfin vers le Canal de Vridi qui relie cette eau saumâtre à l'Océan Atlantique (axe Ouest-Est).



Influence des marées et de la pluviométrie sur le comportement hydrodynamique de la nappe du quaternaire : Cas de Vridi-Ako (Côte d'Ivoire)

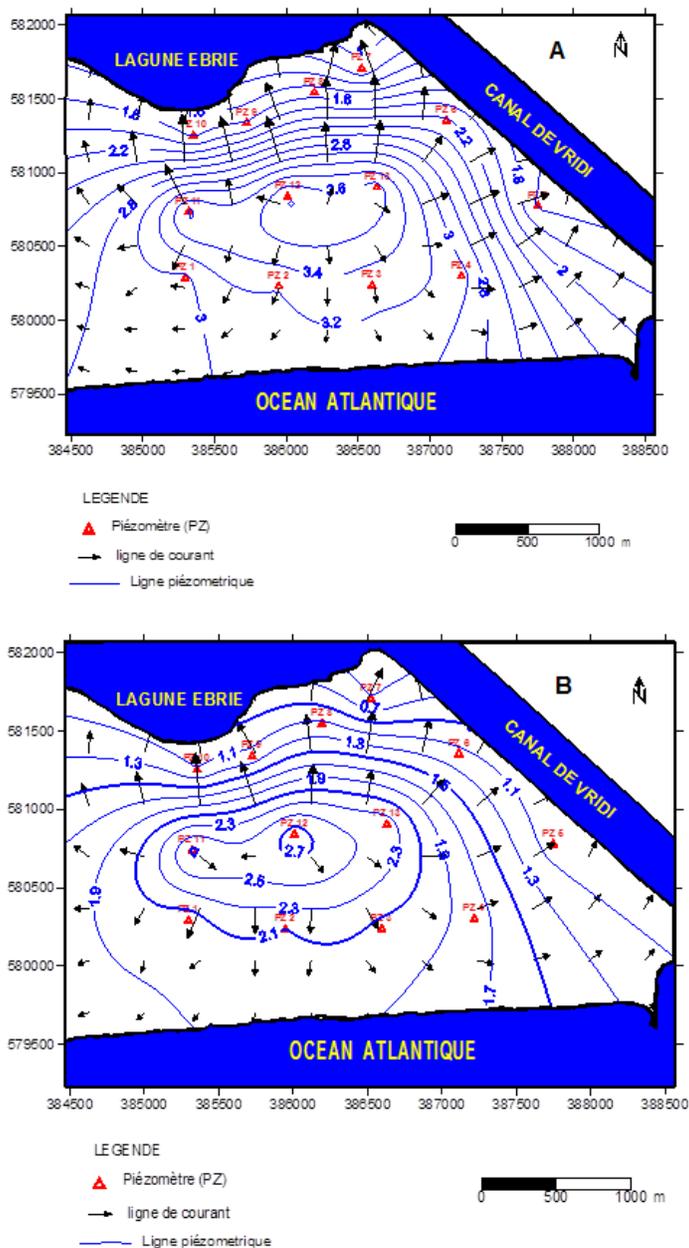
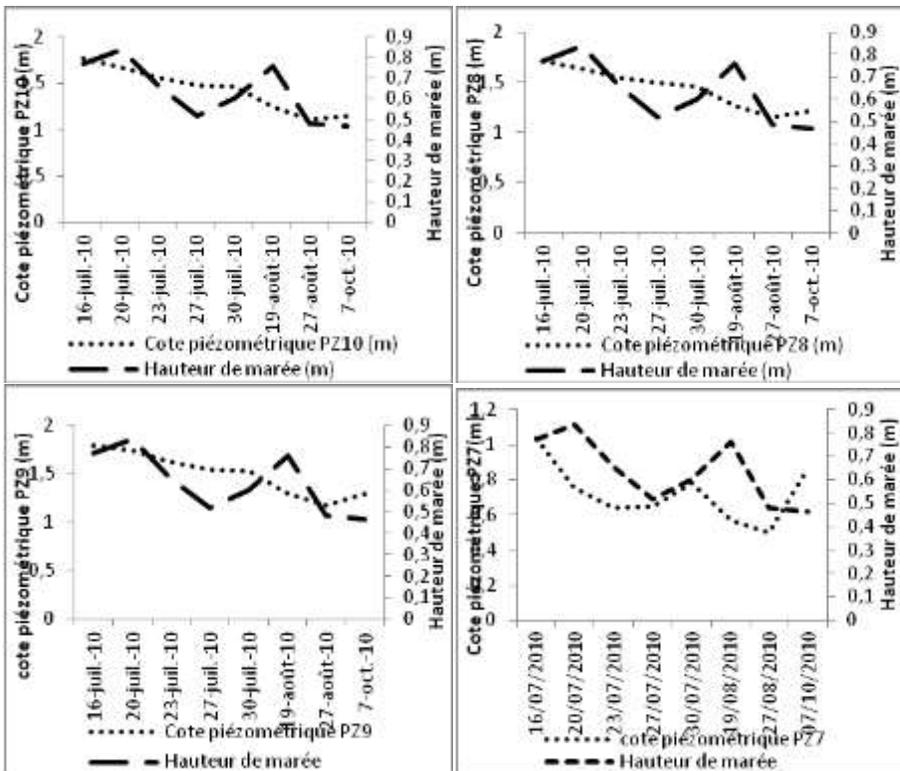


Figure 5 : Carte piézométrique de la nappe du Quaternaire de Vridi- Ako (2010): A) 16 juillet ; B) 7 octobre

Relation entre marée océanique et piézométrie

L'évolution comparée de la hauteur de la marée océanique et de la piézométrie montre une faible influence de la marée sur le niveau de l'eau dans les différents piézomètres du site de Vridi-Ako (Figure 6 a, b, et c). En effet, on observe une tendance générale à la baisse de la piézométrie alors que l'évolution de la hauteur de la marée présente deux montées des eaux (les 20/07/2010 et 19/08/2010). Dans pratiquement tous les piézomètres la marée océanique n'a pas d'influence sur l'évolution du niveau de la nappe à l'exception du piézomètre PZ7 où on observe une élévation du niveau de la nappe entre le 27 et 30 juillet 2010. Pour les piézomètres situés aux abords lagunaires (Figure 6-a), les résultats montrent une remontée des eaux vers la fin de la période d'observation.



a)

Il est important de souligner que les mesures du niveau piézométrique ont eu lieu entre 9H et 13H ; cette heure correspond généralement à la période de jusant (baisse du niveau de marée). La variation des hauteurs d'eau de la marée

Influence des marées et de la pluviométrie sur le comportement hydrodynamique de la nappe du quaternaire : Cas de Vridi-Ako (Côte d'Ivoire)

océanique s'effectue par une alternance de période de vives eaux et de mortes eaux.

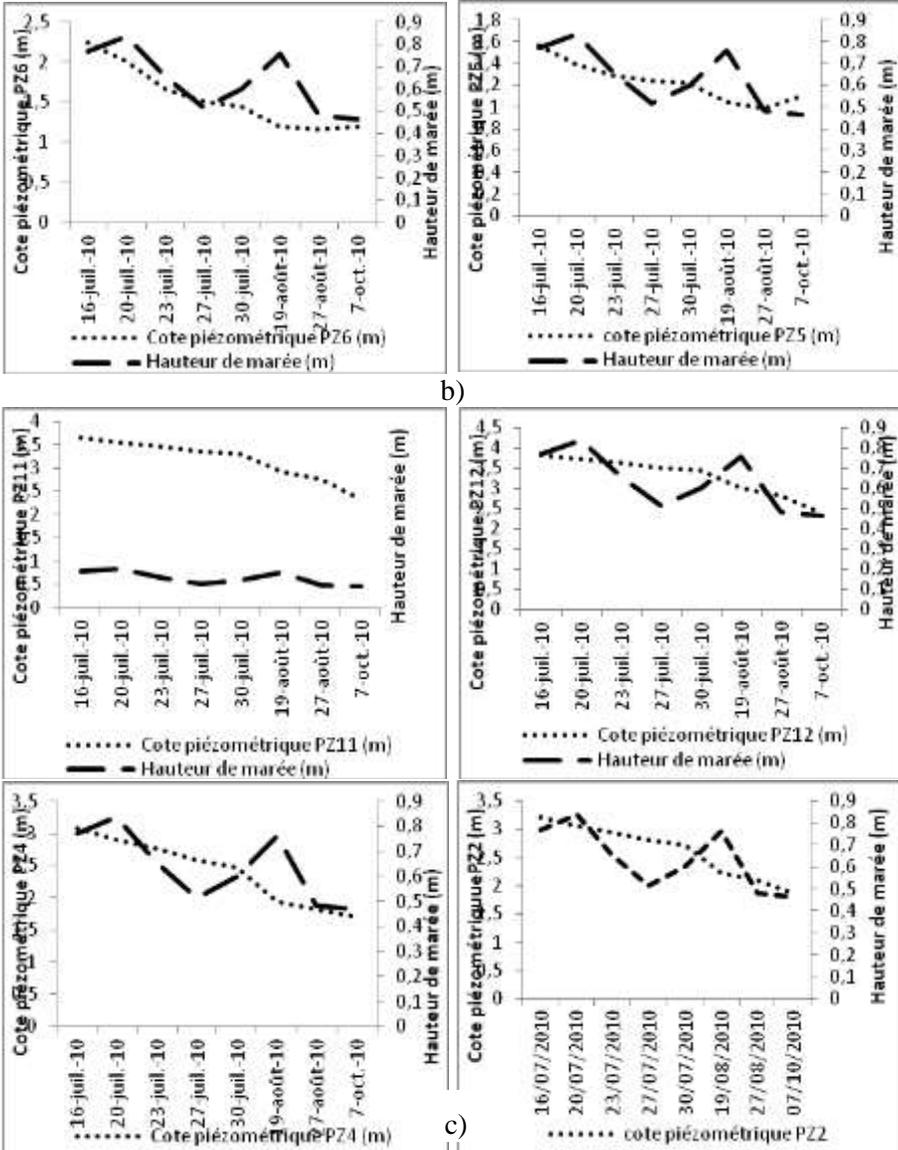
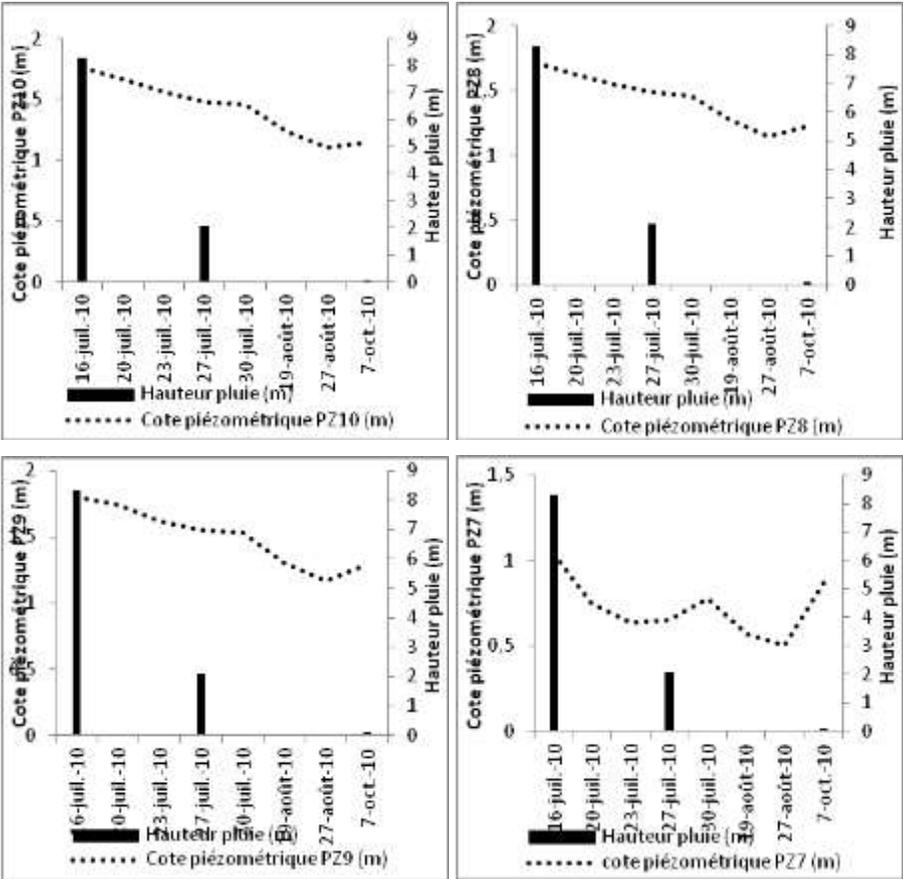


Figure 6 : Evolution de la hauteur de marée et de la piézométrie en fonction du temps ; a) piézomètres situés aux abords de la lagune Ebrié ; b) piézomètres situés aux abords du canal de Vridi ; c) Piézomètres situés au centre de la zone d'étude

Relation entre hauteur de pluie et piézométrie

Sur la période d'étude (16 juillet au 7 octobre 2010), seulement trois jours de pluie ont été observés. La première hauteur de pluie enregistrée le 16 juillet (8,3 mm) n'a pas eu d'influence notable sur la tendance générale à la baisse du niveau de l'eau observé dans les piézomètres. Par contre, à la suite du deuxième événement pluvieux enregistré, on constate une légère hausse de la cote piézométrique de la nappe de courte durée avec cependant, un retour à la baisse. Dans les piézomètres situés aux abords lagunaires et ceux situés le long du canal de Vridi, on observe une légère remontée vers la fin de la période d'observation contrairement à ceux situés au centre de la zone d'étude où la tendance est restée à la baisse du niveau piézométrique.



a)

Influence des marées et de la pluviométrie sur le comportement hydrodynamique de la nappe du quaternaire : Cas de Vridi-Ako (Côte d'Ivoire)

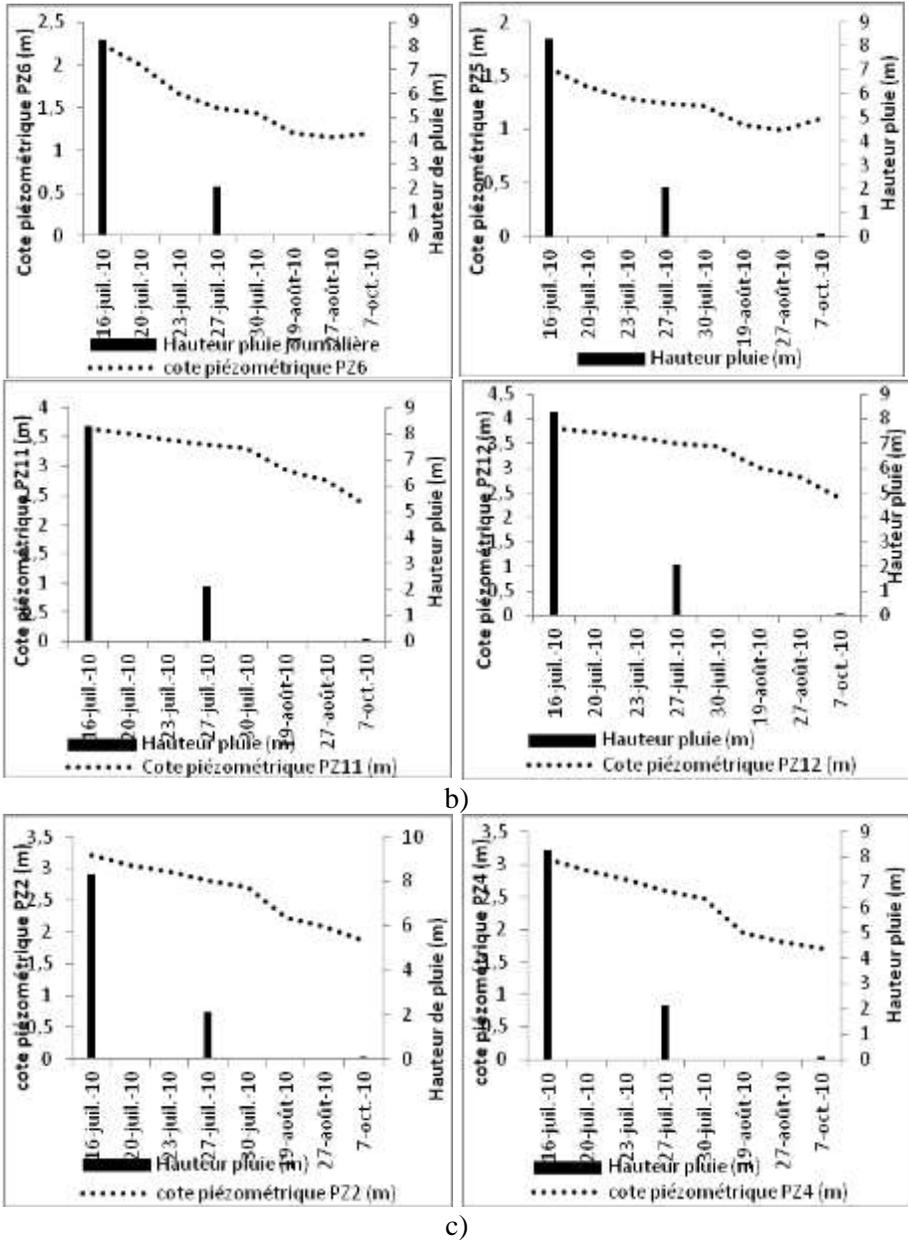


Figure 7 : Evolution de la cote piézométrique en fonction de hauteur de pluie journalière ; a) piézomètres situés aux abords de la lagune Ebrié ; b) piézomètres situés aux abords du canal de Vridi ; c) Piézomètres situés au centre de la zone d'étude

Bilan hydrologique

Les paramètres du bilan hydrologique dans le bassin sont consignés dans le tableau 1. L'analyse montre que la pluviométrie moyenne annuelle à la station Abidjan-Aéroport est de 1994 mm. L'évapotranspiration réelle (ETR) vaut 1547,1 mm ; soit 77, 6% de la pluie totale enregistrée est perdue par évapotranspiration. Il ressort donc que sur la zone d'étude, la pluie efficace qui contribue à l'alimentation de la nappe et au ruissellement représente 22,4% de la pluie tombée. Le surplus disponible pour l'écoulement est pratiquement compris entre 38,8 et 100 mm sur l'ensemble des mois excepté les mois de janvier, février mars et avril. L'excédent du bilan (P-ETR) est de 446,9 mm. Le ruissellement de surface est estimé à 17,9 mm (pour un coefficient de ruissellement de 4%). La recharge annuelle est estimée à 429 mm à la station d'Abidjan-aéroport (Port-Bouët).

Tableau 1 : Bilan hydrologique selon Thornthwaite (1954) à la station d'Abidjan-aéroport (2010)

Mois	Pluie (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	Surplus disponible (m)	Réserve du sol (mm)	Variation de la RFU (mm)	Déficit du bilan (mm)	Excédent du bilan (mm)
Janvier	60	164,4	60	0	0	0	104,4	0
Février	92	156,2	92	0	0	0	64,5	0
Mars	152	183,3	152	0	0	0	31,3	0
Avril	130	194,6	130	0	0	0	64,6	0
Mai	248	175,8	175,8	72,1	0	0	0	72,2
Juin	394	135,2	135,2	100	72,1	72,1	0	258,8
Juillet	220	125	125	100	100	27,9	0	95
Aout	57	118,2	118,2	38,8	100	0	0	-61,2
Septembre	205	117,3	117,3	100	38,8	-61,2	0	87,7
Octobre	162	143,5	143,5	100	100	61,2	0	18,5
Novembre	146	140,6	140,6	100	100	0	0	5,4
Décembre	128	157,5	157,5	70,5	100	0	0	-29,5
Total	1994	1811,6	1547,1	681,4	610,9	100	264,8	446,9
Recharge annuelle = 429 mm soit 4 290 m³/ha								

Discussion

La lithologie du site de Vridi-Ako est composée de sable fin, sable moyen, sable grossier et d'argile compacte noirâtre. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Aghui et Biémi (1984) et également confirmés par ceux de Kolia (2013) sur la nappe du Quaternaire qui montrent que la nappe du Quaternaire est constituée de sables fins, de sables moyens, et de sables grossiers.

L'étude de la piézométrie et de l'hydrodynamique de la nappe du Quaternaire de Vridi-Ako indique l'existence d'un dôme piézométrique central à partir duquel prennent naissance quatre directions d'écoulement différentes vers l'Océan atlantique, la lagune Ebrié, le lac M'Brakré et vers le Canal de Vridi. Cette situation serait à la base de la tendance à la baisse du niveau piézométrique observée au moment de l'étude. L'écoulement de la nappe du Quaternaire de Vridi-Ako vers les systèmes hydrauliques environnant suppose qu'il peut y avoir un échange d'eau de part et d'autre au cours de l'année. En saison pluvieuse, l'eau douce repousse le biseau salée vers l'océan et quand c'est la saison sèche il y a intrusion saline vers les forages. La baisse du niveau piézométrique pourrait être en relation avec le fait que très peu de jours de pluie ont été enregistrés au moment de l'étude.

L'analyse de la relation entre les hauteurs de marée et le niveau piézométrique a montré une faible influence de la marée sur l'évolution de la piézométrie ; ce résultat pourrait être lié à la durée de l'expérimentation. En effet, selon les travaux de Yao *et al.*, 2015 et de Kouassi *et al.*, 2010 sur la nappe du Continental d'Abidjan, la recharge de la nappe n'est pas systématique. En effet, il faut attendre 1 à 4 mois plus tard pour observer une remontée du niveau piézométrique. Toutefois, une analyse fine des contextes pluviométrie/piézométrie et marée/piézométrie pourrait prouver leur influence sur l'hydrodynamique de la nappe du Quaternaire dans la zone de Vridi-Ako.

L'observation des marégrammes indique que pour des périodes de vives eaux où la hauteur de marée est élevée c'est-à-dire au-delà de 0,95 m et corrélée par le jusant ramène à un important flux d'eau vers la mer qui vient percoler la bande de terre en bordure de la lagune et du canal, et c'est cette force avec laquelle l'eau vient qui va occasionner une infiltration importante d'eau pour relever le niveau de la nappe dans ces piézomètres. L'élévation du niveau de la nappe est plus ressentie au niveau du piézomètre 7 car il reçoit plus d'eau lors du jusant. Mais l'élévation du niveau de la nappe dans les piézomètres 5 et 6 qui reçoivent également un important flux d'eau est faible car le canal est protégé sur ces rives par des blocs de granites qui vont servir d'écran pour l'entrée d'eau dans la nappe au niveau du canal. L'effet n'est pas immédiatement ressenti au niveau des autres piézomètres situés en terre ferme car la distance que doit parcourir l'eau de mer pour atteindre la nappe est grande. Ces résultats s'accordent à ceux de Fadili *et al.* (2012) sur l'aquifère karstique côtier d'Oualidia (Maroc) qui ont montré une influence de la marée sur la hauteur de l'eau dans le puits, tout aussi bien en période journalière que synodique. Selon ces travaux, une remontée de 13 cm est enregistrée au cours de la période imputable à la remontée du niveau de la mer.

L'estimation de la recharge de la nappe de Vridi-Ako par la méthode de Thornthwaite (1954) a donné une infiltration totale de 429 mm.an^{-1} . Ce résultat est proche de celui de Kouamé (2007) dans la zone d'Akouédo ($395,25 \text{ mm.an}^{-1}$). Des valeurs de l'ordre de 245 mm.an^{-1} ont été trouvées par certains auteurs (Kouamé, 2007 ; Kouassi *et al.*, 2010) dans la région d'Abidjan. La disparité des résultats est liée à la diversité des méthodes utilisées. En effet, selon Pasquier (1986) l'infiltration dépend de la pente des terrains, de la nature du sol et de la zone non saturée, de la couverture végétale et des cultures, du climat et du régime de précipitations. Or, la méthode de Thornthwaite (1954) ne prend pas en compte tous ces paramètres.

CONCLUSION

L'étude de la piézométrie et de l'hydrodynamique de la nappe de la nappe du Quaternaire de Vridi-Ako indique l'existence d'un dôme piézométrique central à partir duquel prennent naissance quatre directions d'écoulement différentes vers l'Océan atlantique, la lagune Ebrié, le lac M'Brakré et vers le Canal de Vridi. L'écoulement de la nappe du Quaternaire de Vridi-Ako vers ces systèmes hydrauliques environnant suppose qu'il peut y avoir un échange d'eau de part et d'autre au cours de l'année. Cet échange est plus au moins ressenti au niveau des piézomètres situés en bordure lagunaire et du canal de Vridi. Une analyse fine des contextes pluviométrie/piézométrie et marée/piézométrie pourrait prouvée leur influence sur l'hydrodynamique de la nappe du Quaternaire dans la zone de Vridi-Ako.

Cette étude a été réalisée au cours d'une période sèche, il serait important de la compléter par une autre couvrant une période humide, accompagnée de l'analyse de l'évolution de la conductivité de la nappe. Elle donnerait plus d'informations sur le comportement hydrodynamique de l'aquifère et le transfert de masse face aux variations du niveau marin.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGHUI N. et BIEMI J. (1984). Géologie et hydrogéologie des nappes de la région d'Abidjan. Risques de contamination. Ann. Un. Nat. de Côte d'Ivoire, série C (Sciences), tome 20, pp 313-347.
- BAALI F. (2001). Eude hydrogéologique hydrochimique de la région karstique de Chéria N-E Algérien. Magister University Annaba Algérie, 100 p.

- BIEMI J. (1992). Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahariens du socle précambrien de l'Afrique de l'Ouest : Hydrostructurale, hydrodynamique, hydrochimie et isotopie de des aquifères discontinus des sillons et aires granitiques de la Haute Marahoué (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat d'Etat, Université Nationale de Côte d'Ivoire. Abidjan, 478 p.
- DELOR C., DIABY I., SIMEON Y., YAO B., TASTET J.P., VIDAL M., CHIRON J.P. et DOMMANGET A. (1992). Notice explicative de la carte Géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200000, Feuille Abidjan. Mémoire de la Direction de la Géologie de Côte d'Ivoire, n°3, Abidjan, Côte d'Ivoire, 26 p.
- ETTIEN B .F-E (2010): Etude de faisabilité de l'utilisation de la lagune Aghien pour l'alimentation en eau potable du district d'Abidjan, Mémoire Master spécialisé génie sanitaire et environnement : Option Eau et Assainissement, 2iE(Ouagadougou) Burkina Faso, 70 p.
- FADILI A., MEHDI K., RISS J., MALAURENT PH., BOUTAYEB K., et GUESSIR H., 2012. Influence de la marée océanique sur la variation du niveau piézométrique de l'aquifère karstique côtier de Oualidia (Maroc). Publication Africa Geoscience Review, Vol. 19, No. 3, 135-150, 2012.
- KOHOU A. E. (2014). Evaluation des potentialités en eau de surface des bassins du Bandama et de la Comoé pour l'alimentation en eau potable du district d'Abidjan (Côte d'Ivoire), Mémoire de DEA, Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), 72p.
- KONAN O. B (2012): Contribution du logiciel WEAP à l'Evaluation et à la planification de la gestion des ressources en eau dans la région du GRAND-ABIDJAN : l'analyse de l'état en 2010 et des projections pour 2020, Mémoire de DEA, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan (Cocody), 40p.
- KOUADIO L., ABDOULAYE S., JOURDA P., LOBA M., RAMBAUD A. (1998). Conséquences de l'Association Scientifique Européenne pour l'Eau et la Santé, vol.3, n°1, pp. 61-75.la pollution urbaine sur la distribution d'eau d'alimentation publique à Abidjan. Cahiers de
- KOUAME K. I. (2007). Pollution psycho-chimique des eaux dans la zone de la décharge d'Akouédo et analyse du risque de contamination de la nappe d'Abidjan par un modèle de simulation des écoulements et du transport des polluants. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé. 205p.
- KOUASSI K. A (2013) : Modélisation hydrodynamique en milieu poreux saturé par approche inverse via une paramétrisation multi-échelle : cas de l'aquifère du Continental Terminal d'Abidjan (Côte d'Ivoire), Thèse unique, Spécialité: Hydrogéologie Option: Géosciences et Environnement, Université Nangui Abrogoua, 268 p.
- KOUASSI K. A.; KOUASSI F. W.; GOULA B.T.A.; KOUAMÉ K. I.; DIBI B.; SAVANE I. (2010): Conceptual model of Ivorian sedimentary costal basin: case of

- Abidjan Continental Terminal aquifer. *European Journal of Scientific Research*; ISSN 1450-216X, Vol.44, n°3, pp.400-419.
- LALLAHEM S. (2002). Structure et Modélisation hydrodynamique des eaux souterraines: Application à l'aquifère crayeux de la bordure nord du bassin de Paris, Thèse de Doctorat, Université de Lille, 242p.
- OGA Y.M.S., MARLIN C. ET DEVER L. (1998). Recharge des nappes du Continental Terminal et du Quaternaire dans la région du Grand Abidjan (Côte d'Ivoire). Conférence internationale ABIDAN'98. Variabilité des ressources en eau en Afrique au XXème siècle, pp.127-130.
- PASQUIER F., (1986). Hydrodynamique de la nappe du Gäu (cantons de Soleure et Berne), Thèse de Doctorat, Université Neuchâtel, 142p.
- ROBERT J.-F. (2010) : Forage et carottage dans les roches, Techniques de l'Ingénieur, Réf. C356V1, 17p.
- SAVANE I., (1997). Contribution à l'étude géologique des aquifères discontinus du socle cristallin d'Odienné (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). Apport de la télédétection et d'un système d'information hydrogéologique à référence spatiale. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody, Abidjan, 410p.
- SORO N., LASM T., KOUADIO B., SORO G., AHOUSSE K., (2006). Variabilité du régime pluviométrique du Sud de la Côte d'Ivoire et son impact sur l'alimentation de la nappe d'Abidjan. *Sud Sciences et Technologies*, n° 14, pp. 30-40.
- THORNTHWAITE C.W. (1954). An approach toward a rational classification of climate, *Transactions American Geophysical Union*, Vol. 27, pp 55-99.
- YAO A. B., KOUAME K. I., KOUASSI K. A., KOFFI K., GOULA B. T. A. ET SAVANE I. (2015). Estimation de la recharge d'une nappe côtière en zone tropicale humide: Cas de la nappe du Continental Terminal d'Abidjan (Côte d'Ivoire), *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 12, n° 4, pp. 888-898.