

**ÉVALUATION DES CARACTÉRISTIQUES DES AQUIFÈRES
FISSURÉS DU BASSIN VERSANT DE LA BAYA OU BÂ
(EST DE LA CÔTE D'IVOIRE)**

**M. J. MANGOUA^{1*}, S. TOURE¹, B. T. A. GOULA¹, K B. YAO²,
I. SAVANE¹ et J. BIEMI²**

¹*Laboratoire Géosciences et Environnement, Université d'Abobo-Adjamé,
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.*

²*Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement,
Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.*

(Reçu le 26 Juin 2010, accepté le 20 Septembre 2010)

* Correspondance et tirés à part, e-mail : mjul_2@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Cette étude porte sur l'évaluation les potentialités des aquifères fissurés du bassin versant de la Baya à partir de l'analyse du bilan hydrologique, de l'épaisseur d'altérites, de la profondeur totale des forages et des débits d'exploitation. Les données hydrologiques couvrent une durée 30 ans. Quand aux paramètres hydrogéologiques, ils ont été analysés sur 150 forages. Les résultats mettent en évidence une bonne recharge des aquifères en dépit de la baisse de la pluviométrie. L'influence de l'épaisseur des altérites n'est pas linéaire; cependant les épaisseurs productives varient entre moins de 20 m et au-delà des 40 m. La profondeur totale des forages influenceraient négativement la productivité de ceux-ci. Les débits les plus élevés sont obtenus autour de 70 m. Les formations schisteuses qui constituent la majorité des formations géologiques du bassin sont moins productives que les formations granitiques. Ces résultats ont permis de connaître les potentialités en eaux souterraines. Ils orientent les prospections hydrogéologiques futures pour une implantation économique des forages dans ce bassin versant.

Mots-clés : *Recharge, Altérites, Forages, Transmissivité, Productivité, Potentialité, Côte d'Ivoire.*

ABSTRACT

Evaluation of the cracked aquifers characteristics of the Baya or Bâ's catchment area (East of Côte d'Ivoire)

This study deals with the evaluation of the cracked aquifers' potentialities of the Baya's catchment basin, it starts from the analysis of the hydrological

stock taking, thickness of the weathered material, total depth of the drillings and exploitation's flows. The hydrological data cover a duration of 30 years. As far as the hydrogeological parameters are concerned they were analysed on 150 drillings. The results highlight a good refill of the aquifers in spite of the pluviometry's declining. The influence of the thickness of the weathered material is not linear; however the productive thicknesses vary between less than 20 m and beyond the 40 m. the total depth of the drillings would influence negatively the productivity of the one. The highest flows are obtained around 70 m. Schist-like formations which constitute the majority of the geological formations of basin are less productive than the granitic formations. These results made it possible to know the underground water potentialities. They direct the future hydrogeological prospections for an economic digging of drillings in this catchment area.

Keywords: *Refill, Weathered material, Drillings, Transmissivity, Productivity, Potentiality, Côte d'Ivoire.*

I - INTRODUCTION

L'accessibilité à l'eau potable est l'un des objectifs majeurs des projets de développement à travers le monde. En Côte d'Ivoire, de nombreux efforts ont été consentis depuis 1973 en vue de desservir les centres urbains, périurbains et ruraux en eau de qualité. Cependant, des difficultés demeurent car l'eau potable n'est pas encore accessible à tous [1].

Les eaux de surface ont une qualité physico-chimique et bactériologique douteuse et nécessitent des traitements souvent très onéreux. C'est pourquoi, l'approvisionnement en eau potable est orienté vers la recherche des eaux souterraines profondes dont la qualité répond généralement aux normes internationales de l'OMS [2, 3]. Malheureusement, l'accès à l'eau souterraine n'est pas encore maîtrisé dans certaines parties de la terre où les aquifères présentent une certaine complexité. Les conditions d'accès sont variables selon la nature des roches qui constituent le sous-sol [4]. Délaisées jusqu'à présent pour des difficultés économiques liées à leur mise en valeur, les ressources en eau souterraines des aquifères discontinus, devraient permettre de combler le déficit en eau du bassin versant de la Baya.

Le bassin versant de la Baya connaît à l'instar des autres régions de la Côte d'Ivoire situées en milieu de socle, un problème d'alimentation en eau potable. Aussi, les eaux de surface, traitées par la Société de Distribution d'Eau de Côte d'Ivoire (SODECI) et destinées à l'alimentation en eau potable ne desservent pas toutes les populations surtout celles qui se retrouvent dans les villages et campements. Tous ces problèmes orientent les

populations vers les eaux de surface et les puits traditionnels qui sont réalisés dans les altérites. Les eaux souterraines constituent le recours incontestable pour les populations. La disponibilité, l'accessibilité et l'exploitabilité de ces eaux deviennent du coup la problématique majeure de la mobilisation de cette ressource. Pourtant une telle étude n'a pu être menée jusqu'à présent sur le bassin versant de la Baya. Dans les milieux de socle, plusieurs travaux [2, 5] ont mis en évidence deux principaux types de réservoirs : les réservoirs d'altérites et les réservoirs fracturés. L'ensemble altérites/socle se comporte alors comme un unique système aquifère, de type bicouche [6].

C'est ainsi des études menées en Afrique de l'Ouest ont montré que l'exploitation des eaux souterraines pouvait être significativement améliorée en captant directement les secteurs fracturés de la roche saine avec une profondeur autour de 50 m [7, 8]. D'autres [2] par contre soutiennent qu'il y a possibilité d'obtenir de gros débit à de grandes profondeurs.

Cette étude consiste à caractériser les aquifères fissurés du bassin versant de la Baya et favoriser une optimisation de l'alimentation en eau, au regard des données disponible sur les forages de cette région. La résolution de cette problématique passe par la mise en évidence de la recharge des aquifères, l'optimisation des profondeurs de forage et la caractérisation hydrodynamique. En somme, elle vise à évaluer la disponibilité et l'accessibilité de ces eaux souterraines.

L'évaluation de la recharge du bassin sera menée à travers le modèle GR2M, suivie de l'interprétation comparée de la relation débits/épaisseurs d'altérites, débits/profondeurs totales et la caractérisation des paramètres hydrodynamiques en rapport avec les formations géologiques est la démarche adoptée pour atteindre les objectifs.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Présentation de la zone d'étude

Le bassin versant de la Baya est localisé à l'Est de la Côte d'Ivoire entre les longitudes 2°50 et 3°50W et les latitudes 6°90 et 8°20N sur une superficie d'environ 6324,041 Km² (*Figure 1*). Le paysage géomorphologique est constitué de plaine monotone occupée par les cultures de rente et d'exportation (café, cacao, anacarde, hévéas) et les cultures vivrières. On y rencontre par endroit des collines et montagnes qui culminent à 700 m en moyenne [28]. Le climat est de type tropical humide. Le bassin est drainée principalement par la rivière Baya ou Bâ.

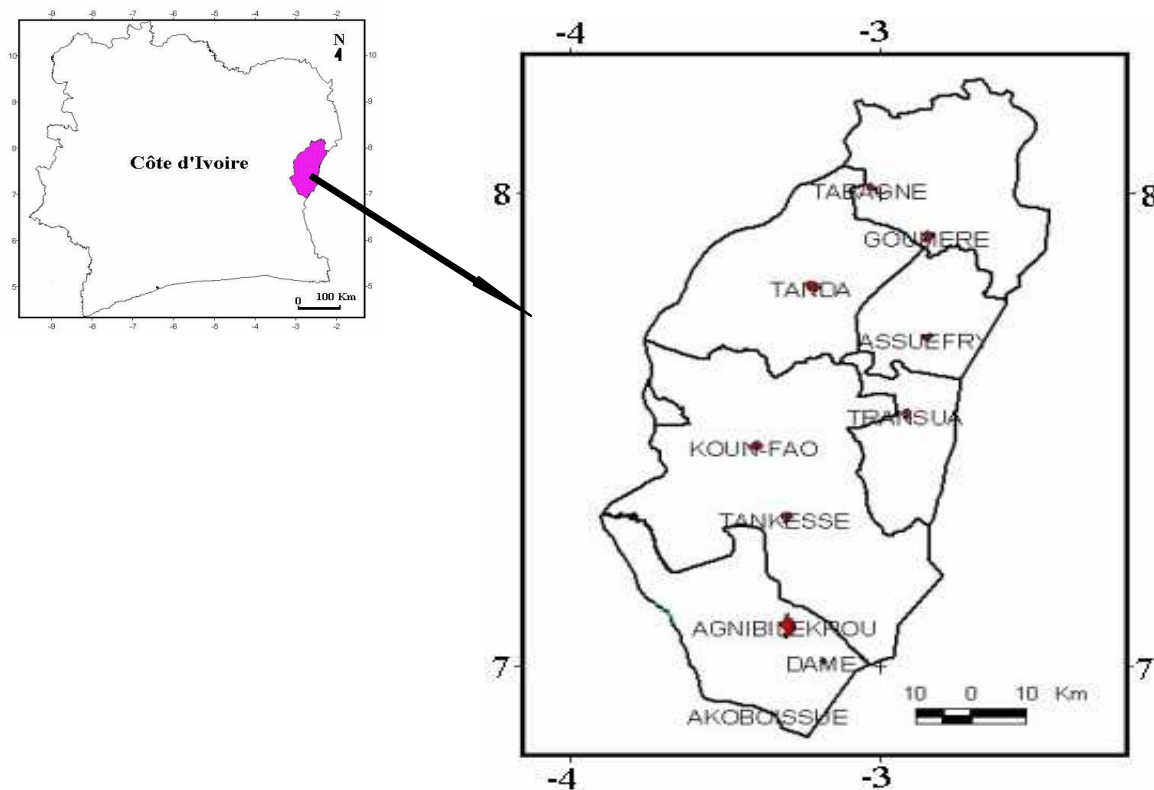


Figure 1 : *Le bassin versant de la Baya*

D'un point de vue géologique, la région est localisée dans le domaine Baoulé-Mossi constitué de formations birimiennes et tarkwaiennes. Ces formations sont un ensemble volcano-sédimentaire dans lequel apparaissent en intrusion des volcanites et des granitoïdes éburnéens [9]. Plusieurs phases de déformation ont affecté le bassin et ont abouti à la mise en place d'une fracturation développée.

Au plan hydrogéologique, on rencontre dans le bassin des aquifères d'altérites et de fissures. L'alimentation en eau potable des populations se fait au moyen des forages captant le plus souvent les aquifères fissurés. Les zones d'altération quand elles sont épaisses, peuvent contenir des circulations importantes d'eau qui sont parfois exploitées par des puits.

II-2. Données et méthodes

II-2-1. Données

Cette étude a nécessité l'utilisation de plusieurs types de données:

- Les données climatologiques utilisées (pluies et ETP) concernent les stations météorologiques de Bondoukou, Tanda, Nassian et Agnibilékrou.

Les données hydrologiques sont les débits du cours d'eau Baya ou Bâ recueillies aux stations hydrométriques de N'dakro, Broukro, Yébouakro et de Yaoubo. Elles couvrent la période de 1965 - 1995.

- Les données techniques des forages proviennent des directions départementales de l'hydraulique villageoise d'Abengourou et de Bondoukou. Elles concernent 150 forages.

II-2-2. Méthodes

Plusieurs méthodes permettent de déterminer la lame d'eau infiltrée. Le modèle GR2M [10] a été utilisé pour évaluer la recharge de l'aquifère. Son importance est qu'il permet une meilleure transformation de la pluie en lame d'eau écoulée sur le bassin versant et partant, une détermination de l'ETR à partir de la pluie et de l'ETP.

La recharge a été évaluée suivant les conditions de calage et de validation du modèle GR2M. Le calage du modèle a porté sur la période 1986-1995 et validation sur la période 1965-1985. Toutes les données d'entrée (pluies, ETP et des débits) sont à l'échelle mensuelle.

Une analyse comparative réalisée d'une part avec les débits des forages et les épaisseurs d'altérites, les débits et les profondeurs totales des forages et, d'autre part, de la transmissivité en relation avec la lithologie a permis d'évaluer les potentialités en eau de cette région.

III – RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1. Résultats

III-1-1. Bilan hydrologique

La recharge a été estimée par le modèle GR2M sur la période de 1965 à 1995. Il nous a permis de déterminer les lames d'eau écoulée et infiltrée d'une part et générée aussi l'évapotranspiration réelle (ETR) d'autre part. Le bilan hydrologique effectué avec le modèle GR2M fournit les résultats consignés dans le **Tableau 1**

Ces résultats montrent que la lame d'eau infiltrée ne représente que 13,33 % de la pluviométrie contre plus de 79,30 % qui retournent dans l'atmosphère sous-forme d'évapotranspiration. Le reste, près de 07,37 % participe à l'écoulement.

Il ressort de l'examen de ces résultats un apport très important de la pluviométrie dans l'alimentation de la nappe souterraine dans cette zone. Ainsi l'on comprend aisément les répercussions sur les ressources en eau souterraines lors d'une éventuelle diminution de la pluviométrie.

Tableau 1 : récapitulatif des résultats bilan du modèle GR2M

Paramètres	Quantité
Précipitation (mm)	1054,10
ETP (mm)	1523,10
ETR (mm)	835,89
Ecoulement (mm)	77,66
Infiltration (mm)	140,56
Volume (10⁹m³)	9

III-1-2. Analyse hydrodynamique de l'aquifère de fissure du bassin versant de la Baya

Cette étude vise d'une part, à mieux expliquer la productivité des ouvrages de captage et d'autre part, à comprendre le fonctionnement hydrodynamique des réservoirs fracturés en vue de leur exploitation rationnelle.

Des analyses statistiques effectuées sur 150 forages ont permis de montrer les rapports entre différents paramètres tels que : débits/épaisseur d'altération, débits/profondeurs totale de foration et productivité des forages/lithologie

III-1-2-1. Relation entre profondeurs totales des forages et les débits

En vue de déterminer la profondeur optimale d'obtention des forages productifs sur le bassin versant de la Baya un graphe de répartition des débits en fonction de la profondeur totale de l'ouvrage a été établi (**Figure 3**).

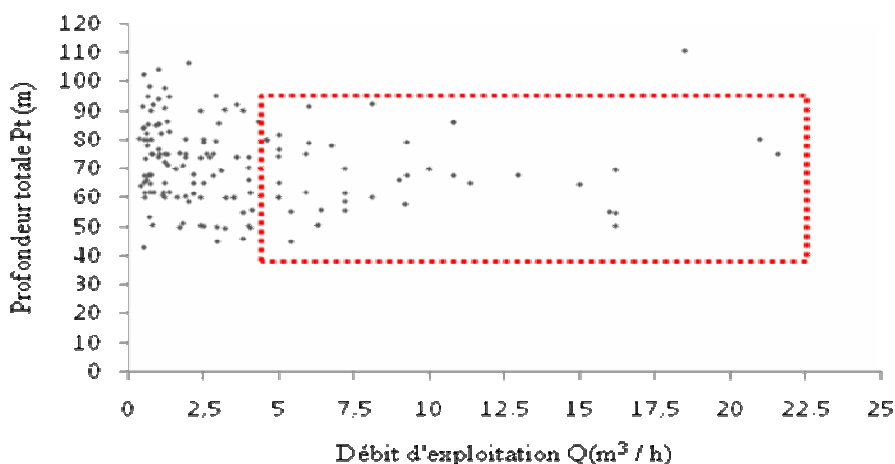


Figure 3 : Relation entre débits et profondeur totale des forages

Son analyse révèle la présence possible des faibles débits ($Q < 2 \text{ m}^3/\text{h}$) à toutes les profondeurs. Les débits moyens ($2 \text{ m}^3/\text{h} < Q < 4 \text{ m}^3/\text{h}$) se rencontrent généralement entre 40 et 90 m. Les profondeurs comprises entre 40 à 80 m sont marquées par des débits plus importants et pouvant atteindre $21,6 \text{ m}^3/\text{h}$ rencontré à Touvokro. Bien que les profondeurs supérieures à 80 m soient caractérisées par les faibles débits, la rencontre inopinée de gros débits (à Pambariba $21 \text{ m}^3/\text{h}$ à 80,07 m; à Bosse Gnamienkro $10,87 \text{ m}^3/\text{h}$ à 85,87 m ; à Kouassi Seranou $8,1 \text{ m}^3/\text{h}$ à 92,25 m et Yao Nango $18,5 \text{ m}^3/\text{h}$ à 110,56 m) indique la présence de quelques rares fractures productives à de grandes profondeurs.

A l'analyse, la tranche de profondeur optimale à proposer pour la réalisation des forages économiques est comprise entre 40 à 80 m. Les profondeurs comprises entre 40 m et 80 m sont caractérisées par des débits plus importants pouvant atteindre $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Il faut signaler que, même si au-delà des 80 m on rencontre des forages à faibles débits, il y'a quand même des débits importants appartenant à la classe des débits très fort. Les débits des ouvrages tendent à baisser en général. Cette situation n'est certainement pas liée à la profondeur, puisque qu'on n'observe pas de débit avant les 40 premiers mètres dans le bassin. S'il est vrai que l'étude du diagramme ne révèle l'existence d'aucune relation mathématique définie entre la profondeur atteinte et le débit optimum des forages, elle permet néanmoins de dire que les fractures les plus productives du bassin se rencontrent entre 40 et 80 m de profondeur. Ces résultats tout en confirmant en partie les travaux des études antérieures effectuées en Côte d'Ivoire et dans la sous région permettent de dire que cette profondeur optimale pourrait se situer dans le bassin versant de la baya autour de 70 m.

Cette fixation de la profondeur optimale est renforcée par les fréquences d'apparition des débits en fonction de la profondeur (**Tableau 2**). L'intervalle de profondeur compris entre 40 -70 m à une fréquence d'apparition de 49,33% avec un débit moyen de $4,53 \text{ m}^3/\text{h}$ tandis que les forages qui ont les profondeurs supérieures à 70 m ont une fréquence d'apparition de 50,67 % c'est-à-dire plus de la moitié de ces ouvrages ont une profondeur totale de plus de 70 m avec un débit moyen $3,27 \text{ m}^3/\text{h}$ (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Evolution du débit moyen par classe de profondeur totale

Classe de profondeur (m)	Nombre de forage	Débit moyen (m^3/h)
40-70	74	4,53
>70	76	3,27
Total	150	

1

III-1-2-2. Relation entre couche d'altérites et débits

La variation des débits d'exploitation en fonction des épaisseurs d'altérites (**Figure 4**) montre que l'importance des débits des ouvrages ne semble pas établir une relation particulière avec l'épaisseur des altérites d'une manière générale. Le diagramme révèle très clairement que dans le bassin versant de la Baya, les forts et très forts débits sont fournis par des épaisseurs d'altérites variant de 2 à 92,31 m de façon générale. Les épaisseurs d'altérites ayant généralement des débits faibles à moyens ($Q < 2 \text{ m}^3/\text{h}$) sont obtenues à tous les niveaux. Mais ce qu'il faut retenir c'est que les débits forts et très forts sont plus présents après les 25 m jusqu'au 70 m. Il faut signaler qu'à une épaisseur d'altérite 92,31 m nous avons eu un débit de $18,5 \text{ m}^3/\text{h}$ dans le village de Yao Nango.

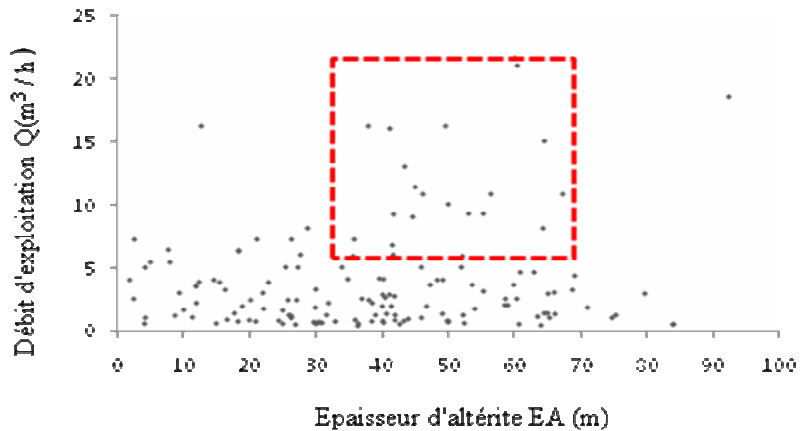


Figure 4 : Variation des débits en fonction de l'épaisseur des altérites

En vue de déterminer la classe d'épaisseur qui fournit les débits les plus intéressants, une étude comparant les débits en fonction des classes d'épaisseur (au pas de 10 m) à été menée (**Figure 5**).

Les moyennes de débits enregistrés par classe (**Figures 5a**) sont plus importantes pour les altérites de moins de 20 m d'épaisseur et au-delà de 40 m d'épaisseur. Avec surtout un mode pour la classe [40 - 70]. Il faut dire que ces débits se situent tous dans la classe des débits moyens ($Q > 2 \text{ m}^3/\text{h}$). Mais avec une baisse entre 20 et 40 m d'épaisseur d'altérite.

Les classes d'altérites favorisant un débit moyen important, les plus couramment rencontrées sont de 0 à 10 m ; 10 à 20 m ; 40 à 70 m et 70 m et plus. Ces classes représentent respectivement 07,33 % ; 11,33 % ; 45,34 % et 04,67 % pour l'ensemble des forages (**Figure 5b**).

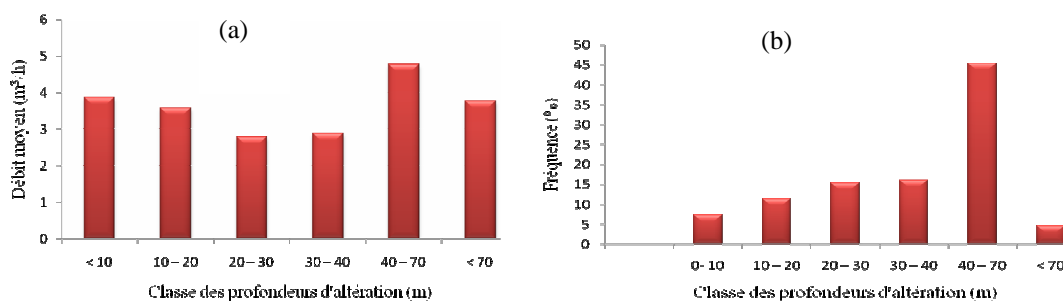


Figure 5 : a) variation du débit moyen par classe d'épaisseur d'altérites ;
 b) fréquence d'apparition des forages productifs par classe d'épaisseur

III-1-2-3. Relation entre épaisseur d'altération et nature pétrographique des roches

L'analyse de cette relation (**Tableau 3**), montre que les épaisseurs d'altérites les plus importantes de façon décroissante se rencontrent au niveau des formations d'argile sableuse (en moyenne 71,13 m), ensuite viennent les arènes (54,92 m), les grès (46,16 m), les schistes (43,24 m), les dolérites (30,67 m), les granites (27,48 m) et les amphibolites (22,19 m). Il faut signaler que les formations les plus importantes et les plus couramment rencontrées dans la zone d'étude sont les schistes, les grès, les schistes ardoisés et les granites.

Tableau 3 : Valeurs moyennes de l'épaisseur d'altération et du débit moyen en fonction de la lithologie

Formation géologique	Nombre de forage	Epaisseur moyenne d'altérite (m)
Arène	05	54,92
Dolérite	02	30,67
Granite	51	27,48
Schiste	78	43,24
Grès	11	46,16
Amphibolite	01	22,19
Argile sableuse	03	71,13

III-1-2-4. Relation entre productivité et nature pétrographique des roches

Une approche de mise en relation de la productivité des forages et la nature pétrographique des roches de la zone d'étude a été effectuée. Pour ce faire,

les formations géologiques les plus représentatives ont été considérées. Il s'agit des arènes, les schistes + les schistes ardoisés, les grès et les formations granitiques. Quand aux autres formations (dolérites, argileuse sableuse et amphibolites), elles sont moins représentatives (**Tableau 4**).

Le **Tableau 4** présente la répartition des différentes classes de débits considérées en fonction de la nature pétrographique des roches.

Tableau 4 : Valeurs moyennes de débit en fonction de la lithologie

Formation géologique	Nombre de forage	Débit moyen (m ³ /h)
Arène	05	5,80
Granite	51	4,29
Schiste	78	3,75
Grès	11	2,60

L'analyse du **Tableau 4** révèle que les arènes et les granites sont les plus productifs parmi les formations les plus représentatives avec respectivement un débit d'exploitation moyen égale à 5,80 m³/h et 4,29 m³/h. Il faut aussi souligner que les formations schisteuses et les grès, ont des débits moyens non négligeables. Cependant, on remarque que le plus gros débit d'exploitation est rencontré dans les formations schisteuses (21,6 m³/h). Au regard des résultats du **Tableau 4**, la relation suivante par ordre de productivité croissante peut être établie : Grès < Schiste < Granite < Arène.

Il ressort de cette que les granites (34 % des formations géologiques) sont plus productifs que les schistes. En effet, les granites ont un débit moyen d'exploitation égal à 4,29 m³/h, contre 3,75 m³/h pour les schistes (52 % des formations géologiques).

III-1-2-5. Relation entre débit d'exploitation et Transmissivité

Le graphe des transmissivités ne donne aucune relation significative (**Figure 6**). Cela montre que la productivité des forages n'est probablement pas influencée par la transmissivité.

III-1-2-6. Relation entre Transmissivité et nature pétrographique des roches

Les résultats consignés dans le **Tableau 5** montrent que les grès et les schistes présentent les transmissivités les plus élevées. Les transmissivités moyennes les plus faibles sont rencontrées au niveau des granites. Les schistes sont plus transmissifs que les granites.

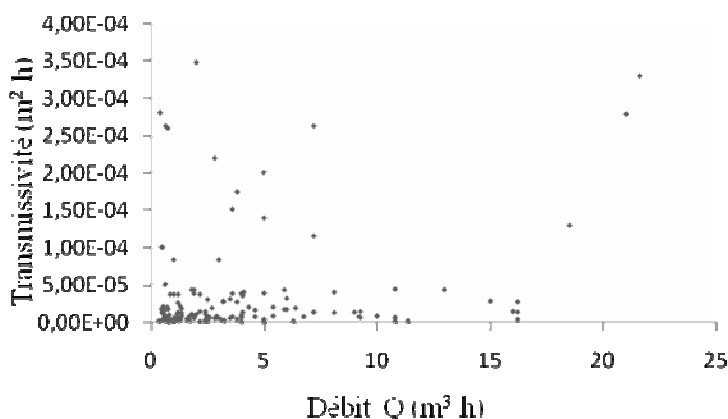


Figure 6 : Variation des débits en fonction de la transmissivité

Tableau 5 : Valeurs de transmissivité moyenne en fonction de la géologie

Unité géologique	Transmissivité (m ² /s)
Schiste	2,97.10 ⁻⁵
Granite	2,02.10 ⁻⁶
Grès	1,98.10 ⁻⁵
Arène	7,04.10 ⁻⁵

III-2. DISCUSSION

A la lumière des résultats présentés, il ressort du bilan hydrologique global, que l'évapotranspiration réelle (ETR) est le terme le plus dominant avec une valeur de 835,89 mm (soit 79,30 % des précipitations). La dominance de ce terme sur le bassin versant est due à la mise à nu des sols due à l'agriculture. Les prélèvements massifs d'eau pour l'irrigation augmentent l'évapotranspiration au détriment des écoulements [11]. Cette valeur obtenue reste sensiblement identique à celle obtenue sur le bassin versant de la Comoé à Sérébou et à Akacomoékro [12] respectivement de 835,6 mm et de 829,3 mm au niveau de ces deux stations.

La lame d'eau infiltrée, déterminée à partir du modèle GR2M qui est de 140,56 mm reste sensiblement identique à celle obtenue sur la Comoé (144,9 mm) à Akacomoékro [13]. Mais différents des valeurs obtenues dans les régions d'Abidjan [14] et d'Aboisso [15]. Ces valeurs sont respectivement de 411 mm et 386 mm. La différence entre ces valeurs peut s'expliquer par la différence des précipitations d'une part (1610 mm à Abidjan, 1564 mm à

Aboisso, et 1054,56 mm sur le bassin de la Baya). Tout ceci confirme l'importance des précipitations dans la recharge de la nappe, comme cela a été signalé en Afrique du sud [16]. D'autre part ceci pourrait être dû à une partie de la période d'étude (1983-1995) qui est une période sèche [13].

La variation des débits en fonction de l'épaisseur montre que l'importance des débits des forages ne semble pas établir une relation particulière avec la puissance des altérites. Cette hypothèse se justifie par le fait que l'on ne tient pas compte, ni de la nature des altérites, ni de la roche mère dont elles sont issues [4]. En effet, certains auteurs [7, 17] ont montré que la productivité des forages augmente avec l'épaisseur des altérites sur les roches cristallines et cristallophylliennes et diminue lorsqu'il s'agit des schistes birimiens de Côte d'Ivoire. Cependant, on constate que les débits d'exploitation moyens et forts ($Q > 2 \text{ m}^3/\text{h}$) se rencontrent généralement dans les zones où les épaisseurs d'altérites sont comprises entre 10 et 70 m. Dans le bassin versant de la Baya les débits forts ($Q > 4 \text{ m}^3/\text{h}$) s'observent entre 25 et 70 m. ce résultat vient en complément à d'autres travaux effectués en Côte d'Ivoire (dans la boucle du cacao [7], à Agboville [4] et à Bondoukou [18]), au Burkina Faso [19] et au Togo [8]. Où les débits moyens et forts se rencontrent généralement entre les 10 et 40 m voire 45 m d'épaisseurs d'altérites et au-delà des 50 m aucun débit intéressant ne pouvait être obtenu. Toutefois, une importante épaisseur des altérites peut devenir un facteur de productivité dans la réalimentation des aquifères fissurés à condition que celles-ci présentent une bonne perméabilité et ne soient pas soumis aux variations saisonnières. Dans le cas contraire, elles tendent à s'opposer à la réalimentation des fractures sous-jacentes. C'est ce qui expliquerait la tendance à la baisse des débits en fonction de l'épaisseur [4].

Au regard des forages étudiés dans cette région, la profondeur optimale de productivité est comprise entre 40 et 80 m. Ces résultats, tout en confirmant en partie ceux des études antérieures effectuées en Côte d'Ivoire et dans la sous-région, permettent de conclure que cette profondeur optimale pourrait se situer autour de 70 m sur le bassin versant de la Baya.

Cette fixation de la profondeur optimale est renforcée par les fréquences d'apparition des débits en fonction de la profondeur. L'intervalle de profondeur 40 à 70 m a une fréquence d'apparition de 49,33 % avec un débit moyen de $4,53 \text{ m}^3/\text{h}$ tandis que les forages qui ont les profondeurs supérieures à 70 m ont une fréquence d'apparition de 50,67 % c'est-à-dire plus de la moitié de ces ouvrages ont une profondeur totale de plus de 70 m avec un débit moyen de $3,27 \text{ m}^3/\text{h}$.

Ce taux très élevés des forages à débits faibles est certainement dû au fait que ceux-ci sont implantés très souvent par rapport à l'humeur des chefs locaux, non loin de leurs habitations d'une part et d'autre part, sans que le choix du site n'ait fait l'objet d'une prospection hydrogéologique combinant les

méthodes de la géophysique, de la photo-interprétation et celle de la télédétection. En effet, la photo-interprétation et surtout la télédétection sont des outils modernes adaptés à la recherche de fractures souterraines en zone de socle fissuré. La géophysique vient en appuie pour révéler la position exacte au sol du forage susceptible de fournir un gros débit, ceci contribuerait à diminuer le taux élevé d'échec dans l'exécution des ouvrages de captage.

Les formations granitiques ($4,29 \text{ m}^3/\text{h}$) semblent être plus productives que les formations schisteuses ($3,75 \text{ m}^3/\text{h}$) après celui des arènes ($5,80 \text{ m}^3/\text{h}$). En Côte d'Ivoire plusieurs travaux effectués dans ce sens confirment nos résultats. En effet dans la région de Korhogo [20] et dans la région de Bondoukou [18, 21] plusieurs auteurs ont obtenu des résultats similaires. Cependant dans la partie sud de la Côte d'Ivoire force est de reconnaître que sous certaines conditions (redressées, fracturées, avec des plis ouverts et occupant les zones topographiquement bas) les formations schisteuses deviennent très productrices. Sur le bassin de la Mé [22], dans la Marahoué [3], dans la région des montagnes [23], dans la région de Dabou [24] et dans la région d'Aboisso [25] ces auteurs sont tous unanimes que les schistes sont les formations géologiques les plus productives en Côte d'Ivoire. On constate donc au vu de ces résultats que, la productivité des ouvrages varie selon la nature pétrographique de la roche avec un effet non moins négligeable du critère géomorphologique.

En somme dans le bassin versant de la Baya les formations granitiques sont plus productives que les formations schisteuses.

Les transmissivités ne donnent aucune relation significative, cela montre que la productivité des ouvrages n'est probablement pas influencée par la transmissivité au droit du forage. Les grès et les schistes présentent les transmissivités les plus élevées. Les transmissivités moyennes les plus faibles sont rencontrées au niveau des granites. Les grès et schistes sont donc plus transmissifs que les granites. Donc les schistes sont plus transmissifs que les granitoïdes. Ces résultats sont semblables à ceux déterminés par plusieurs auteurs [3, 15, 23, 26 et 27] qui ont travaillé sur la Côte d'Ivoire dans les formations cristallines et cristallophylliennes, dont les transmissivités varient de l'ordre des 10^{-5} à $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ pour les schistes et de 10^{-6} à $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ pour les granitoïdes.

Les structures feuilletées et redressées des schistes birimiens qui constituent des zones de moindre résistance, leur confère l'avantage d'être plus transmissifs que les granitoïdes. En fait, compte tenu de leur aspect feuilleté, ils ont tendance à débiter plus facilement. La position sub-verticale à verticale ou ardoisée acquise par les sillons schisteux à la suite de la tectonique tend à faciliter leur altération. Le produit d'altération est constitué d'argiles qui sont moins perméables que les arènes granitiques. Par contre,

l'existence de fracturation reste un élément essentiel dans la capacité transmissive des roches cristallines et cristallophylliennes car, en l'absence de phénomènes tectoniques et de désagrégation, ces roches sont pratiquement imperméables [3, 23]. Les fractures générées conditionnent une bonne ou mauvaise transmissivité selon qu'elles sont ouvertes ou fermées. La carte de fracturation de la région permettrait de confirmer ces résultats.

IV - CONCLUSION

L'étude du bilan hydrologique, des relations épaisseurs d'altérites/débits d'exploitation, de la lithologie par rapport aux paramètres hydrodynamiques permet de mettre en évidence les potentialités en eaux souterraines du bassin versant de la Baya. Il ressort que les eaux souterraines sont disponibles et généralement exploitables dans les formations géologiques présent sur le bassin versant de la Baya. La recharge se fait correctement sur la période d'étude. L'épaisseur d'altérites semble influencer les débits d'exploitation. L'intervalle de profondeur compris entre 40 et 70 m sont généralement les plus favorables. La profondeur optimale est autour de 70 m. Les schistes qui constituent les formations lithologiques majeures sont généralement les moins productifs que les formations granitiques. Par conséquent, ces connaissances doivent maintenant permettre l'exploitation raisonnée et la gestion durable de ces ressources en eaux souterraines, de façon à entreprendre de nouvelles phases de développement économique, respectueuses de l'environnement, dans le bassin versant de la Baya.

RÉFÉRENCES

- [1]- E. K. KOUADIO, I. SAVANÉ, T. LASM ET J. BIÉMI, « Hydrogéologie Prospecting in Crystalline et Metarmorphic Area by Spatial Analysis of Productivity Potential », *European Journal of Scientific Research*, 22, 3 (2008) pp 373-390
- [2]- J. P. FAILLAT, « Aquifères fissurés en zone tropicale humide : structure, hydrodynamique (Afrique de l'Ouest) », thèse Univ. Languedoc (Montpellier), (1986) 543p.
- [3]- J. BIÉMI, « Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versant subsahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : Hydrostructural, hydrodynamique et isotopie des aquifères discontinus de sillons et aires granitiques de la haute Marahoué (Côte d'Ivoire) », Thèse de Doct. d'Etat ès-Sciences Naturelles, Université d'Abidjan, (1992) 479p.

- [4] - Y. A. N'GO, D. L. GONE, I. SAVANE et M. M. GOBLE « Potentialité en eaux souterraines des aquifères fissurés de la région d'Agboville (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire) : Caractérisation hydro climatique et physique », *Afrique SCIENCE* 01 (1) (2005) pp 127-144
- [5] - A. BERNARDI, M. DETAY et H. MARCHARD de GRAMONT, « Recherche d'eau dans le socle africain. Corrélation entre les paramètres géo-électriques et les caractéristiques hydrodynamiques des forages en zone de socle », *Hydrogéol.*, 04 (1988) pp 245-253
- [6]- J. C. GRILLOT, « Régime des eaux souterraines en milieu cristallin altéré : un exemple en zone intertropicale humide d'altitude (Madagascar) », *Journal des Sciences Hydrologiques*, 37, 2, 4 (1992) pp 105-117
- [7] - J. BERGER, J. CAMERLO, J. C. FAHY et M. HAUBERT, « Etude des ressources en eaux souterraines dans une région de socle cristallin : la boucle du cacao (Côte d'Ivoire) ». *Bull. BRGM*, section III, 2è série, n°4 (1980-81) pp 273-291
- [8] - D. ASSOUMA, « Etude par modèle mathématique de la structure et du fonctionnement d'un aquifère de socle exploité, en région tropicale (alimentation en eau potable de la ville de Dapaong-Togo) ». Thèse de doct. 3è cycle, Univ. Orléans, (1988) 183p.
- [9] - S. TOURE, « Pétrologie et géochronologie du massif de granitoïdes de Bondoukou (Nord-est de la Côte d'Ivoire) : Evolution magmatique et contexte géodynamique au protérozoïque inférieur (Paléoprotérozoïque) ; relation avec les formations volcaniques et volcano-détritiques du Zanzan, Koun, Tanda ; implications paléogéographiques. », Thèse de Doct. d'Etat ès-Sciences Naturelles, Université d'Abobo-Adjamé, (2008) 467p.
- [10]- A. B. SANDRA, « Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne ». Thèse Unique, Univ. Montpellier, (2004) 440p.
- [11]- J. WELLENS, F. TRAORE, M.-J. NIAMIAN, H. KARAMBIRI, M. DIALLO, N. F. COMPAORE, D. DAKOURE, J. DEROUANE et B. TYCHON, « Elaboration du bilan d'eau du bassin versant du Kou et analyse critique des principaux composants » 2007
- [12]- E. K. KOUAKOU, A. T. B. GOULA, I. SAVANE « Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau de surface en zone tropicale humide : Cas du bassin versant transfrontalier de la Comoé (Côte d'Ivoire- Burkina Faso). *European Journal of Scientific Research*, 16, 1, (2007) pp 31-43
- [13]- E. K. KOUAKOU, « Impacts de la variabilité climatique et du changement climatique sur les ressources en eau Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant de la Comoé (Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Ghana, Mali) » Thèse Unique, Univ. Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire), (2010) 224p
- [14]- SOGREAH, « Etude de la gestion et de la protection de la nappe assurant l'alimentation en eau potable d'Abidjan. Etude sur modèle mathématique ». *Rapport final, synthèse des résultats, Volume 2, RCI, Ministère des Infrastructures Economiques, Direction et Contrôle des Grands Travaux (DCGTx)* (Côte d'Ivoire), (1996) 30p.

- [15]- B. DIBI, « Cartographie des sites potentiels d'implantation des points d'eau dans la région d'Aboisso (sud-est de la cote d'ivoire) : apport du SIG et de l'analyse multicritère » Thèse Unique, Univ. de Cocody (Côte d'Ivoire), (2008) 164p.
- [16]- A. D.HUGHES, « Incorporating groundwater recharge and discharge functions into an existing monthly Rainfall-runoff model » *Institute for Water Research*, Rhodes University, Grahamstown 6140, South Africa (2004) pp 297-311
- [17]- R. BISCALDI, « Etude statistique des forages et carte hydrogéologique des régions à substratum éruptif et métamorphique en Afrique Occidentale ». *BRGM-CIEH, vol. 2*, Ouagadougou, (1967) 437p.
- [18]- M. T. YOUAN, « Contribution de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques à la prospection hydrogéologique du socle précambrien d'Afrique de l'ouest : cas de la région de Bondoukou (Nord-est de la côte d'ivoire) » Thèse Unique, Univ. de Cocody (Côte d'Ivoire), (2008) 237p.
- [19]- R. SOURISSEAU, « Hydraulique villageoise dans le département du sahel (Haute Volta) ». *Rapport final. Rép. de Haute volta- BRGM*, (1981)
- [20]- J. R. P. JOURDA, « Méthodologie d'application des techniques de Télédétection et des systèmes d'information géographique à l'étude des aquifères fissurés d'Afrique de l'Ouest. Concept de l'hydrotechnique spatiale : cas des zones tests de la Côte d'Ivoire ». Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody, (Côte d'Ivoire), (2005) 430 p.
- [21]- S. COULIBALY, « Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques et physico-chimiques des aquifères fissurés du Nord-est de la Côte d'Ivoire : Cas du département de Bondoukou » Mémoire de DEA, Univ. d'Abobo-Adjamé, (Côte d'Ivoire), (2009) 70p.
- [22]- N. SORO, « Contribution à géologie et hydrogéologie du Sud-est de la Côte d'Ivoire : Bassin versant de la Mé » Thèse de Doct. 3^{ème} cycle, Univ. de Grenoble, (France), (1987) 239p.
- [23]- T. LASM, « Hydrogéologie des réservoirs fracturés de socle : analyses statistiques et géostatistiques de la fracturation et des propriétés hydrauliques. Applications à la région des montagnes de Côte d'Ivoire (domaine archéen) » Thèse de Doct. Université de Poitiers, (France), (2000) 222p.
- [24]- B. DIBI, « Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraine de la région de Dabou ». Mémoire de DEA des Sciences de la terre et ressources minières, Université de Cocody, (Côte d'Ivoire), (2002) 70p.
- [25]- B. DIBI, D. INZA, B. T. A. GOULA, I. SAVANE et J. BIEMI (2004) : « Analyse statistique des paramètres influençant la productivité des forages d'eau en milieu cristallin et cristallophyllien dans la région d'Aboisso (Sud-Est de la Côte d'Ivoire) ». *Sud Sciences et Technologies*, N°13 de décembre 2004, pp 25-31

- [26]- I. SAVANE, «Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique 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 ès-Sciences Naturelles, Université de Cocody, (Côte d'Ivoire) (1997) 322p.
- [27]- S. TAPSOBA, «Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Dabou (Sud de la Côte d'Ivoire) : Hydrochimie, Isotopie, et indice cationique de vieillissement des eaux souterraines». Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Univ. de Cocody, (Côte d'Ivoire), (1995) 201p.
- [28]- [28]Y. SIMEON, C. DELOR, Z. ZEADE, Y. KONE, B. D. YAO, M. VIDAL, I. DIABY, G. KONAN, D. B. IRIE, D. N'DA, A. DOMMANGET, J.P. CAUTRU, C.GUERROT, et J-C. CHIRON, « Carte Géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200000 ; Feuille AGNIBILEKROU », Mémoire de la Direction des Mines et de la Géologie, n°8, Abidjan, Côte d'Ivoire. (1995) 19p.