



UNIVERSITE  
JEAN LOROUGNON GUEDE

**UFR ENVIRONNEMENT**

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union-Discipline-Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
de la Recherche Scientifique

## MASTER

Génie de l'Eau et de l'Environnement

### THÈME :

**Caractérisation hydrogéologique d'un système aquifère en zone de socle : cas des Départements de Boundiali et de Kouto (Nord de la Côte d'Ivoire).**

Présenté par :

**KONATE Dotémé**

### JURY

**Président : M. KONAN-WAIDHET Arthur Brice, Maître de Conférences, Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Directeur : M. DIBI Brou, Maître de Conférences, Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Encadreur : M. SOMBO Abé Parfait, Maître-Assistant, Université Jean LOROUGNON GUEDE**

**Examineur : M. KOUASSI Kouakou Hervé, Maître-Assistant, Université Jean LOROUGNON GUEDE**

ANNEE ACADEMIQUE :  
2017-2018

N° D'ORDRE .....

N° CE : CI0412001373

LABORATOIRE :  
SCIENCES ET  
TECHNOLOGIES DE  
L'ENVIRONNEMENT

Soutenu publiquement  
le 02/08/2019

## TABLE DES MATIERES

	Pages
<b>TABLE DES MATIERES</b> .....	<b>i</b>
<b>DÉDICACE</b> .....	<b>iii</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>iv</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	<b>ix</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Présentation du milieu naturel de la zone d'étude</b> .....	<b>5</b>
<b>1-1. Situation géographique de la zone d'étude</b> .....	<b>5</b>
<b>1-2. Climat</b> .....	<b>6</b>
<b>1-3. Hydrographie et Hydrologie</b> .....	<b>6</b>
<b>1-4. Couverture végétale ou relief</b> .....	<b>7</b>
<b>1-5. Contexte géologique et hydrogéologique de la zone d'étude</b> .....	<b>7</b>
<b>1-5-1. Cadre géologique</b> .....	<b>7</b>
<b>1-5-2. Cadre hydrogéologique</b> .....	<b>8</b>
<b>DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES</b> .....	<b>10</b>
<b>2-1. Matériel</b> .....	<b>11</b>
<b>2-1-1. Données</b> .....	<b>11</b>
<b>2-1-1-1. Données cartographiques</b> .....	<b>11</b>
<b>2-1-1-2. Données de forages</b> .....	<b>11</b>
<b>2-1-2. Matériel et outils de traitement des données</b> .....	<b>12</b>
<b>2-2. Méthodologie</b> .....	<b>12</b>
<b>2-2-1. Méthodes d'analyse des caractéristiques lithostructurales de l'aquifère de socle</b> .....	<b>12</b>
<b>2-2-1-1. Analyse géostructurale</b> .....	<b>12</b>
<b>2-2-1-2. Analyse lithologique</b> .....	<b>13</b>
<b>2-2-2. Méthodes d'analyse des caractéristiques hydrodynamiques des aquifères de socle de la zone d'étude</b> .....	<b>14</b>
<b>2-2-2-1. Étude piézométrique</b> .....	<b>14</b>
<b>2-2-2-2. Analyse de la transmissivité</b> .....	<b>14</b>

2-2-2-3. Analyse de la perméabilité .....	16
2-2-2-4. Analyse du débit spécifique.....	16
2-2-3. Méthodes d'analyse relationnelles des paramètres hydrogéologiques .....	16
<b>TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>18</b>
<b>3-1. Résultats .....</b>	<b>19</b>
<b>3-1-1. Caractéristiques lithostratigraphiques de la nappe d'altérite .....</b>	<b>19</b>
3-1-1-1. Description des paramètres lithologiques .....	19
3-1-1-2. Analyse géostratigraphique de la zone d'étude.....	19
3-1-1-3. Analyse lithologique.....	21
<b>3-1-2. Analyse des paramètres hydrodynamiques.....</b>	<b>24</b>
3-1-2-1. Analyse de la carte piézométrique de la zone d'étude .....	24
3-1-2-2. Description des propriétés hydrodynamique .....	25
3-1-2-3. Analyse spatiale des paramètres hydrodynamiques .....	26
<b>3-1-3. Analyses relationnelles des paramètres hydrogéologiques des aquifères de socle.....</b>	<b>29</b>
3-1-3-1. Analyse statistiques classique des propriétés hydrogéologiques .....	29
3-1-3-2. Analyse statistique en composante principale (ACP) des paramètres .....	34
<b>3-2. Discussion .....</b>	<b>37</b>
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>19</b>
<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>50</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>55</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>55</b>

## DÉDICACE

Je dédie ce mémoire à:

- Allah, le tout puissant pour m'avoir montré le chemin de la vérité et pour m'avoir permis d'arriver à ce niveau d'étude ;
- mon père N'ganon KONATE pour son soutien et ses bénédictions si bienfaitantes ;
- ma mère BAMBA Tayiriyé, pour ses conseils et bénédictions à mon égard. puisse ce travail être un présent pour ton affection infinie et ton espérance ;
- mes oncles de la famille KONATE et plus particulièrement à KONATÉ Nibah et KONATÉ Fantéme, pour leur soutien moral et financier durant mon cursus scolaire et universitaire ;
- mes frères, sœurs et cousins (es) et de façon particulière à KONATE Kiloma et KONATE Nanourou Siaka pour tout le soutien et l'encouragement qu'ils m'ont donné.

On ne choisit pas sa famille, moi j'ai l'impression de vous avoir choisi.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il m'est agréable d'exprimer ma reconnaissance à toutes les personnes, qui, par leur collaboration, leurs conseils, leur encouragement ont contribué à la réalisation de ce travail.

- ✚ Au Professeur Tidou Abiba SANOGO Epse KONE, Présidente de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa et Collaborateurs, pour l'effort consenti tout au long de ces difficiles années et les moyens mis en œuvre pour le bon déroulement de l'année académique.
- ✚ Je suis également reconnaissant à M. KOUASSI Kouakou Lazare, Maître de conférences et Directeur de l'UFR Environnement qui a accepté d'accomplir la lourde tâche qui consiste de nous guidé dans les activités académiques. Nous lui disons sincèrement merci pour nous avoir inculqué l'amour du travail bien fait.
- ✚ J'adresse mes vifs remerciements et ma profonde gratitude à M. DIBI Brou, Maître de Conférences, Directeur du Laboratoire des Sciences et Technologie de l'Environnement (LSTE) de l'UFR Environnement et à M. KONAN-WAIDHET Arthur Brice, Maître de Conférences qui m'ont fait confiance et accepté de diriger et présider respectivement ce mémoire. Je vous réitère ma sincère reconnaissance pour votre disponibilité, votre engagement tout au long de ce travail de recherche. Merci pour tout !
- ✚ Je remercie le responsable de filière (GEE), M. KOUADIO Zile Alex, Maître-Assistant. Merci infiniment pour votre disponibilité, vos encouragements à mon égard.
- ✚ Grand merci à M. SOMBO Abé Parfait, Maître-Assistant à qui je renouvelle mes remerciements et ma profonde gratitude pour avoir eu confiance en moi et d'avoir bien voulu accepter de m'encadrer. je le suis gré de m'avoir montré la voie de la rigueur et chaque page de ce mémoire me rappelle que sa réalisation n'a été possible que grâce à ses conseils. Merci Docteur pour votre encadrement fructueux et votre inestimable soutien scientifique et moral.
- ✚ Mes remerciements vont encore à l'équipe d'Enseignants intervenant dans la filière (GEE) pour la qualité de la formation transmise en particulier, le Docteur KOUAME Kouassi Innocent pour ses enseignements complets en Management de l'environnement, le Docteur ADJIRI OI Adjiri et le Docteur KOUASSI Kouakou Hervé. Merci à tous d'avoir su prêter une oreille attentive à toutes nos préoccupations et rester disponible à chaque fois que nous leur sollicitons.
- ✚ Mes remerciements vont à l'endroit de M. COULIBALY Lancine, Directeur Régional de l'Hydraulique Humaine (DRH) de la Bagoué pour avoir bien voulu m'accepté dans

cette direction. Merci pour votre présence continue, votre encouragement et votre gentillesse appréciée par tous. Merci aussi à l'équipe du Conseil Régionale de la Bagoué, pour m'avoir fournir des informations et données utiles de la zone d'étude.

- ✚ Je témoigne mon amitié à tous mes amis de l'UJLoG et tous les camarades de promotion Master GEE 2017-2018, pour les bons moments passés ensemble et les échanges scientifiques.
- ✚ Merci à M. AFFESSI Christian qui a contribué aux traitements des données. Sa disponibilité et ses encouragements ont apporté une contribution active à la réalisation de cette étude. Sois en infiniment remercié.
- ✚ À mes tuteurs : COULIBALY Adam et Mme, KONATÉ Abdoulaye et Mme, Mme FOFANA Nakaridja et KONÉ Brahim, trouvez ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour les séjours passés auprès de vous tout au long de ma formation scolaire et universitaire.

Je voudrais également saisir l'occasion pour exprimer ma gratitude à tous ceux qui m'ont apporté leur soutien. Mon seul regret sera de ne pas pouvoir, nommément, les citer tous. Mais je voudrais rassurer chacune d'elle de toute ma profonde reconnaissance.

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

<b>ACPN</b>	: Analyse en Composante Principe Normée ;
<b>AEP</b>	: Alimentation en Eau Potable ;
<b>BID</b>	: Banque Islamique de Développement ;
<b>CIEH</b>	: Comité Inter Etats d'Etudes Hydrauliques ;
<b>DRA</b>	: Direction Régionale de l'Agriculture ;
<b>DRH</b>	: Direction Régionale de l'Hydraulique ;
<b>GEE</b>	: Génie l'Eau et de l'Environnement ;
<b>HB</b>	: Haute Bagoué ;
<b>MNA</b>	: Modèle Numérique d'Altitude ;
<b>OMS</b>	: Organisation Mondiale de la Santé ;
<b>ONEP</b>	: Office Nationale de l'Eau Potable ;
<b>PPU-VE</b>	: Programme Présidentiel d'Urgence-Visite d'Etat ;
<b>RGPH</b>	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat ;
<b>UTM</b>	: Universal Translation Mercator.

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau I</b> : Synthèse des paramètres lithostructuraux .....	19
<b>Tableau II</b> : Synthèse des paramètres hydrodynamiques .....	25
<b>Tableau III</b> : Coefficients de corrélation.....	31
<b>Tableau IV</b> : Matrice de corrélation.....	35



## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Localisation des Départements de Boundiali et Kouto .....	5
<b>Figure 2</b> : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude .....	6
<b>Figure 3</b> : Carte géologique de la zone d'étude .....	8
<b>Figure 4</b> : Profil d'altération typique développé au sein de roches de socle .....	9
<b>Figure 5</b> : Carte de fracture à droite et carte localisation des ouvrages hydrauliques à gauche .....	11
<b>Figure 6</b> : Carte piézométrique de la nappe d'altérites des localités de Kouto et Boundiali	Erreur !
<b>Signet non défini.</b>	
<b>Figure 7</b> : Carte de fractures et débits des ouvrages correspondants (A) et Histogramme circulaire (rosace directionnelle) en nombre des linéaments de fractures (B).....	20
<b>Figure 8</b> : Lithologie de l'aquifère de socle : (a) Bloc diagramme de la zone d'étude : (1) face 1 et (2) face 2 et (b) Coupe lithostratigraphique de 3 forages : (A) Blédiéméné ; (B) Tombougou et (C) Sienré .....	22
<b>Figure 9</b> : Carte des épaisseurs d'altérites .....	23
<b>Figure 10</b> : Carte des niveaux d'altérites mouillées.....	24
<b>Figure 11</b> : Histogramme des classes de débits d'exploitation de la région .....	26
<b>Figure 12</b> : Carte de distribution des débits d'exploitation.....	27
<b>Figure 13</b> : Carte de distribution des débits spécifiques .....	27
<b>Figure 14</b> : Carte de spatialisation des Transmissivités de la zone étudiée .....	28
<b>Figure 15</b> : Carte des conductivités hydraulique de la zone étudiée.....	29
<b>Figure 16</b> : Relation entre AE et profondeur socle .....	29
<b>Figure 17</b> : Relation entre débits et profondeur totale des forages .....	30
<b>Figure 18</b> : Graphes de variation des paramètres lithostructuraux en fonction du débit d'exploitation de forages .....	30
<b>Figure 19</b> : Productivité des ouvrages en fonction du type de formation.....	33
<b>Figure 20</b> : Mise en évidence des classes de profondeur potentiellement productives : (A) profondeur totale et débit moyens dans les granites ; (B) profondeur totale et débit moyens dans les schistes .....	33
<b>Figure 21</b> : Relation entre la transmissivité et le débit des forages .....	34
<b>Figure 22</b> : Projection des variables dans le plan F1-F2.....	36
<b>Figure 23</b> : Projection des variables dans le plan factoriel F1-F3 .....	37

## **LISTE DES ANNEXES**

<b>Annexe 1</b> : Quelques données de 20 forages .....	54
<b>Annexe 2</b> : Droite de Jacob à la remontée après l'arrêt du pompage d'essai.....	54

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

Dans le monde, l'eau est un élément indispensable aussi bien pour l'alimentation humaine que pour la production végétale et animale (Baali, 2001). En Côte d'Ivoire, l'accès à l'eau potable est un défi majeur malgré qu'elle dispose de meilleure potentialité en eau de surface. De plus en plus, les eaux de surface ne sont pas pérennes à cause de la valeur élevée de l'évapotranspiration ou la qualité bactériologique et physico-chimique de celles-ci n'est plus garantie. Leur utilisation pour l'alimentations en eau potable des populations nécessitent par conséquent des traitements très onéreux. Ainsi, l'approvisionnement en eau potable des populations est tournée vers l'exploitation des eaux souterraines (Priva, 2012). La qualité bactériologique et physico-chimique de ces eaux répond généralement aux normes internationales de l'OMS (Faillat, 1986 ; Biémi, 1992). Elle constitue l'une des sources d'approvisionnement la plus abordable économiquement en raison de sa qualité, de sa proximité avec le lieu de consommation et de son faible coût de traitement. En milieu de socle comme c'est le cas de la zone d'étude, les ressources en eau souterraine constitue la seule source en eau potable durable destinée à la consommation de certaines populations. L'accès à cette eau souterraine potable est conditionné par la réalisation d'ouvrages (forages en général) de bonne qualité, capables de durer dans le temps.

Cependant, la plupart de ces ouvrages ne sont pas implantés dans des aquifères présentant un stockage important, et/ou une recharge importante. Dû par les méconnaissances des conditions du système géologique complexe composé d'aquifère d'altération et de fractures fonctionnant comme un ensemble. Plusieurs forages réalisés en vue d'exploiter ces eaux sont déclarés négatifs ou ont des débits très faibles ( $Q < 1 \text{ m}^3/\text{h}$ ). En outre, beaucoup de ces ouvrages hydrauliques réalisés a des coûts importants tarissent après 1 à 2 ans d'exploitation.

Des études pour améliorer la connaissance des conditions de circulation et de stockage de la ressource en eau souterraine en milieu de socle sont donc nécessaires. Elles permettront d'organiser au mieux la mobilisation maximale de cette ressource. La connaissance de la géométrie, de la structure du système aquifère et la connaissance des paramètres hydrodynamiques sont nécessaires pour comprendre son fonctionnement (Maréchal *et al.*, 2004 ; Leray *et al.*, 2013 ; Izquierdo, 2014). C'est dans ce contexte que cette étude intitulé « **Caractérisation hydrogéologique d'un système aquifère en zone de socle : cas des départements de Boundiali et Kouto, Nord de la Côte d'Ivoire** » a été initiée.

L'objectif principal de cette étude est de comprendre le fonctionnement hydrogéologique des aquifères de socle des départements de Boundiali et de Kouto.

Il s'agit de façon spécifique de :

- étudier les caractéristiques lithostructurales du système aquifère ;

## INTRODUCTION

- étudier les caractéristiques hydrodynamiques du système aquifère ;
- étudier les relations existantes entre les paramètres hydrogéologiques.

Pour atteindre ces objectifs ce travail est articulé comme suit :

Une première partie intitulée **Généralités**, consacrée à la présentation du milieu naturel de la zone d'étude.

Une deuxième partie intitulée **Matériel et Méthodes**, décrivant le matériel et la méthodologie dans cette étude.

Une troisième partie correspondant aux **Résultats et discussion** qui, restituent les principaux résultats, les interprétations et la discussion.

Une conclusion et des perspectives suivies de la bibliographie termineront cette étude qui est a débuté par une introduction.

# **PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS**

# GÉNÉRALITÉS

## 1. Présentation du milieu naturel de la zone d'étude

Cette partie présente la synthèse bibliographique du milieu naturel de la zone d'étude en s'appuyant sur les travaux antérieurs. Elle présente les concepts des outils utilisés pour la caractérisation de l'aquifère, leurs conditions de mise en œuvre, leurs limites et leurs apports respectifs dans la procédure de compréhension des aquifères de socle. Elle rapporte aussi les résultats intéressants obtenus par des études antérieures sur des sites de nature similaire au contexte de socle des départements de Kouto et de Boundiali.

### 1-1. Situation géographique de la zone d'étude

Les départements de Kouto et de Boundiali sont situés en pleine savane au Nord de la Côte d'Ivoire à 735 km d'Abidjan. Ils sont compris dans le référentiel UTM (29) entre les longitudes 730 000 et 810 000 m et entre les latitudes 1 020 000 et 1 130 000 m (Figure 1). Ils s'étendent sur une superficie de 8 466 km<sup>2</sup> soit environ 3% de la superficie totale du territoire national pour une population estimée à 257 282 habitants (RGPH, 2014). La zone d'étude est limitée à l'Est par la région du Poro, au Nord par le département de Tengrela, à l'Ouest par les régions de Folon et de Kabadougou et au Sud par les régions du Béré et de Worodougou.

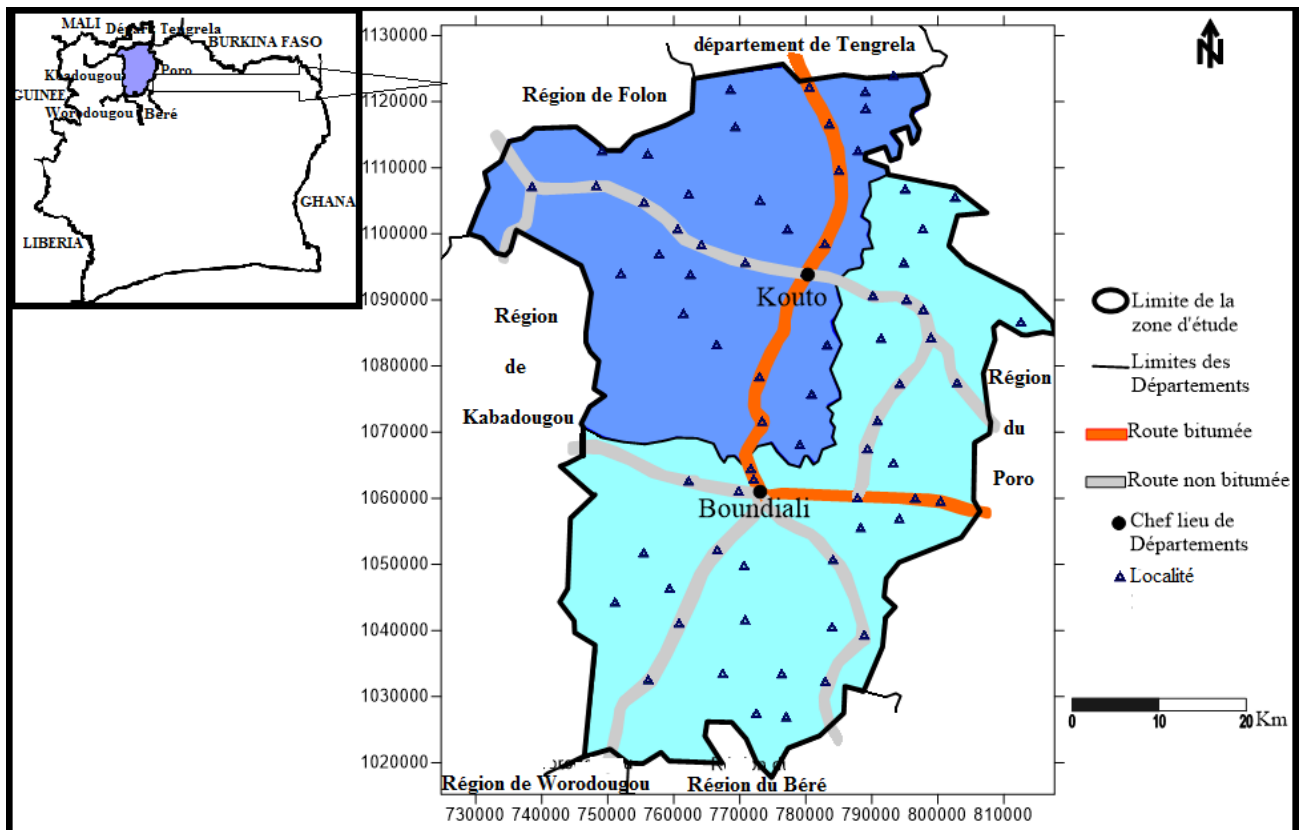


Figure 1 : Localisation des départements de Boundiali et Kouto

## GÉNÉRALITÉS

### 1-2. Climat

Le climat de la zone d'étude est de type soudanais (régime tropical de transition) marqué par une alternance de deux saisons, une saison sèche et une saison pluvieuse (Adja, 2009). La saison sèche part du mois d'octobre et s'achève en avril. Elle est caractérisée par le vent sec et frais du harmattan qui souffle du Nord vers le Sud. La saison des pluies débute en mai pour s'arrêter en septembre avec un maximum en août (Figure 2). La pluviométrie moyenne annuelle est estimée à 1325 mm sur la période 2009-2018 sur les deux départements. On compte en moyenne 77 jours de pluies dans l'année dans ces localités. Les hauteurs annuelles de pluies se situent autour de 1 050 à 1 560 mm d'eau, ce qui représente une très bonne moyenne comparée à celle de l'ensemble du pays (DRA, 2018).

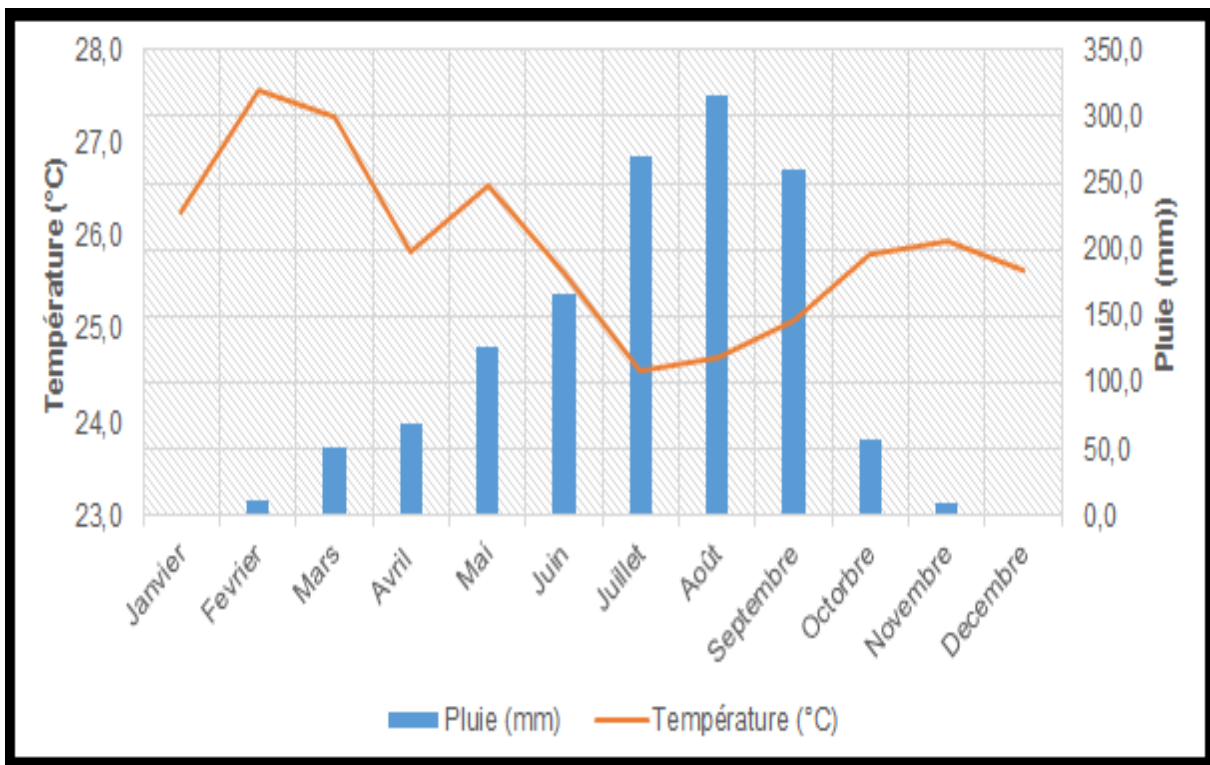


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude

### 1-3. Hydrographie et Hydrologie

Les départements de Boundiali et de Kouto sont abondamment drainés et arrosés par deux fleuves importants: le Bandama et la Bagoué. Ils constituent donc des sources d'approvisionnement en eau des populations rurales. La Bagoué qui est un affluent du fleuve Niger est le principal cours d'eau qui traverse cette région (Adja, 2009). A Kouto, elle draine un bassin de 4 740 Km<sup>2</sup>. Le Bandama coule du Nord vers le Sud et la Bagoué du Sud vers le Nord dans la zone d'étude (Girard, 1960). Les orientations de ces cours d'eaux permettent de signaler la présence d'une dorsale dans cette région.



## GÉNÉRALITÉS

On distingue deux périodes hydrologiques : une période de crue de trois mois de juillet à septembre accentué en août et une période d'étiage marquée par une pénurie d'eau de novembre à avril. La plupart des cours d'eau de cette zone tarissent en saison sèche.

### **1-4. Couverture végétale ou relief**

La région de la Bagoué se trouve entièrement dans la savane. On trouve fréquemment, dans la zone montagneuse à l'Ouest de Boundiali et dans la zone schisteuse, une savane relativement arborée et arbustive avec des forêts claires par endroit. Les espèces comme le Karité, le Baobab, le Tamarinier, le Fromager, le Néré, etc. sont rencontrés dans cette région.

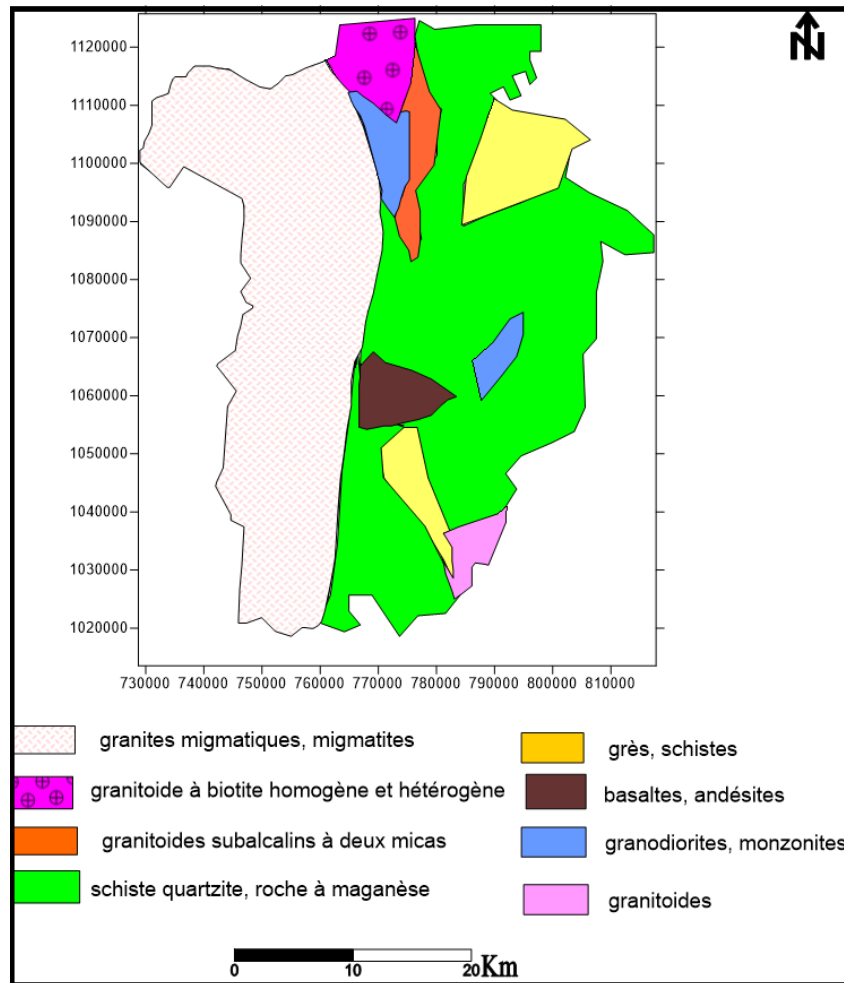
Quant au relief, il présente les caractéristiques topographiques de la région Nord de la Côte d'Ivoire. On observe un paysage pittoresque aux alentours de Boundiali formé par les massifs granitiques qui affleurent en surface et constituent de véritables massifs. Ils oscillent entre 550 et 600 m d'altitudes. Il existe également des plaines se trouvant à 450 m d'altitudes. Des plateaux latéritiques se sont développés et forment aujourd'hui des collines de taille moyenne au Sud.

### **1-5. Contexte géologique et hydrogéologique de la zone d'étude**

#### **1-5-1. Cadre géologique**

A l'instar des régions du Nord ivoirien, les départements de Boundiali et Kouto sont situés sur des formations Birimiennes et antébirimiennes (Ouédraogo, 2016 ; Soro, 2017). A l'Ouest de la zone d'étude, de nombreux massifs granitiques donnent un relief prononcé. L'Est est marqué par la présence des schistes qui se rencontrent sous forme de bandes parallèles et le Nord-Est du bassin de la Bagoué, réapparaissent les granites (Girard., 1960) (Figure 3). Les coupes géologiques des forages permettent de distinguer des formations d'amphibolites avec des filons de quartz, de gneiss, de migmatites et de granites. L'épaisseur du manteau d'altérites recouvrant le socle fissuré varie entre 7 et 60 m. Les altérations sont composées d'argiles vertes à chlorites-serpentine lorsque le substratum a un caractère amphibolique. Lorsque le substratum est constitué par des migmatites ou des granitoïdes, les altérites sont composées d'arènes granitiques associées à des argiles kaoliniques. Les zones riches en biotites et amphiboles (amphibolites) sont plus associées à des argiles verdâtres.

## GÉNÉRALITÉS



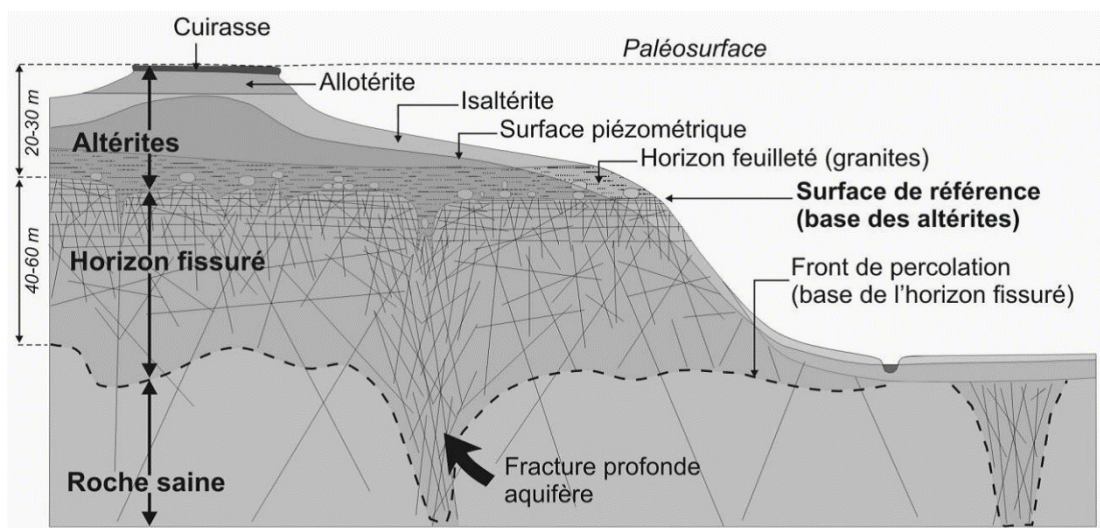
**Figure 3 :** Carte géologique de la zone d'étude extrait de la carte géologique de la Côte d'Ivoire au 1/200000

### 1-5-2. Cadre hydrogéologique

On rencontre dans ces localités (Boundiali et Kouto) du haut vers le bas les aquifères d'altérites et les réservoirs de fissures (Sawadgo, 1984) comme partout en Côte d'Ivoire. Les aquifères d'altérites résultent de la décomposition du socle (Maréchal *et al.* 2003). Ils constituent une couche de nature capacitive et généralement peu perméable mais poreuse. La couche de fissure ou de socle porte des fractures horizontales dans les premiers mètres. La densité des fractures diminue avec la profondeur (Lachassagne, 2005) (Figure 4). Ces différentes formations, à l'état sain, présentent une porosité et une perméabilité très faibles. Cependant, les phénomènes tectoniques et physico-chimiques qui affectent les roches locales induisent une porosité et une perméabilité dites secondaires, permettant à ces formations de devenir des aquifères souvent de grande productivité (Dewandel., 2006). D'un point de vue hydrogéologique, les zones d'altérites constituent des réservoirs fortement capacitifs des hydrosystèmes en zone de socle (Goné, 2001). C'est l'aquifère qui reçoit le premier, les eaux d'infiltration en provenance des

## GÉNÉRALITÉS

précipitations et dont les réserves sont captées par les puits traditionnels et les puits modernes (Lasm *et al.* 2004). Dans ces aquifères peu profonds, la saison sèche se caractérise par un rabattement plus ou moins important du niveau d'eau ; ce qui pourrait dans certains cas conduire à l'assèchement des puits (Dibi, 2008). Il est donc à noter que, les aquifères d'altérites sont exploités par des puits traditionnels ou villageois et produit des débits faibles par rapport aux aquifères de fissures et de fractures captés par les forages dans le cadre des programmes d'approvisionnement en eau potable. Les altérites provenant des roches granitiques sont composés d'un mélange de sables et d'argiles avec une proportion plus importante de sable. La partie sableuse constitue les arènes, qui au plan hydrogéologique constituent le niveau le plus perméable (Ligban, 2009). Mais les d'altérite sous schistes sont dominés par une phase argileuse importante. Ils sont peu perméables et de porosité importante liée à la taille des grains. Le niveau statique est très variable dans cette zone, il oscille de quelques mètres à près de 50 m localement.



**Figure 4** : Profil d'altération typique développé au sein de roches de socle (Iachassagne, 2005)

Cette première partie de notre étude a permis de faire une synthèse bibliographique sur la zone. On retient qu'il existe deux principaux fleuves (la Bagoué et le Bandama) qui drainent les localités étudiées. Les hauteurs des précipitations annuelles oscillent entre 1 050 et 1 560 mm. Les Départements de Boundiali et Kouto sont situés sur des formations Birimiennes et antébirimiennes. Les principales couches géologiques sont les granites et les schistes recouvertes par un manteau d'altérites. Deux types de réservoir sont rencontrés dans cette zone : l'aquifère d'altérites et de fracture ou fissure.

## **DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2-1. Matériel

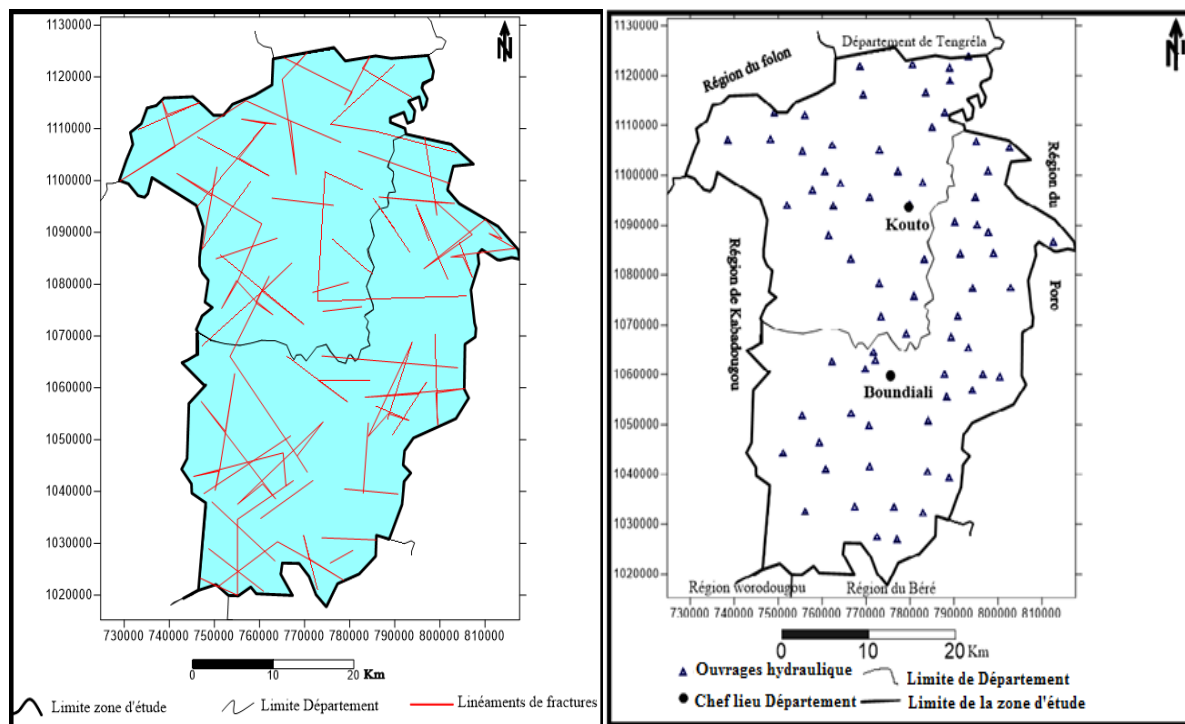
La compréhension du fonctionnement hydrogéologique du système aquifère en zone de socle des Départements de Kouto et de Boundiali a nécessité trois types de matériel à savoir : les données, le matériel et les outils de traitement de données.

#### 2-1-1. Données

Les données utilisées dans cette étude sont composées des données cartographiques et les données de forages.

##### 2-1-1-1. Données cartographiques

Ce sont des cartes du Modèle Numérique d'Altitude (MNA) de résolution 90 m, de la carte géologique de la zone d'étude à l'échelle 1/200 000. Une carte linéaire de la Région a été recueillie auprès de l'entreprise Score (Score, 2018) traduisant les phénomènes géologiques profonds tels que les fractures, les failles (figure 5a). La figure 5b représente la répartition des localités des ouvrages hydrauliques étudiés.



**Figure 5** : Carte de fracture (SCORE, 2018) à droite et carte localisation des ouvrages hydrauliques à gauche.

##### 2-1-1-2. Données de forages

Les données de forages utilisées dans le cadre de cette étude concernent les fiches techniques de forages ou de puits fournies par la Direction Régionale de l'Hydraulique (DRH) de

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Boundiali. Les ouvrages de captages ont été réalisés entre 1965 et 1995 et en 2013 lors du Programme Présidentiel d'Urgence de l'Etat (PPU) et du programme BID-UEMOA en 2019. Au total 307 ouvrages ont été utilisés. Elles renseignent sur la profondeur totale forée (Pt), le rabattement (s) des pompages d'essai pratiqués, les débits air-lift (Qair) et d'exploitation (Q), l'épaisseur d'altérites (EA), l'épaisseur de socle (ES), le niveau statique (NS) de l'eau et les arrivées d'eau (AE). Elles ont permis d'effectuer les études hydrodynamiques et lithostructurales.

### 2-1-2. Matériel et outils de traitement des données

Pour le traitement des données, un certain nombre de logiciels et applications ont été utilisés tels que le (s):

- applications Google Maps et Google Earth Pro pour relever les coordonnées (longitude, latitude et altitude) de certains ouvrages hydrauliques ;
- tableur Microsoft Excel 2013 ont été utilisé respectivement pour le traitement numérique et pour le traitement de texte ;
- TCX converter et Google Earth Pro ont été utilisés pour déterminer les élévations des localités;
- Rose New, utilisé pour réaliser le diagramme directionnel de fractures ;
- Surfer 13 : a été utilisé pour la numérisation de la carte de la zone d'étude et pour l'élaboration de la carte piézométrique ;
- ArcGis 10.2 : pour le traitement des cartes de classification des épaisseurs d'altérite et des épaisseurs d'altérite saturée etc. ;
- STATISTICAS 7.2 et R 3.4.2 : ont servi pour et traitement statistique des données de forages en ACPN.

### 2-2. Méthodologie

Pour atteindre nos objectifs, la méthodologie mise en place se résume comme suit :

- Étude lithostructurales de l'aquifère de socle de la zone d'étude ;
- Étude hydrodynamique de la région d'étude ;
- Étude relationnelle des paramètres hydrogéologiques.

#### 2-2-1. Méthodes d'analyse des caractéristiques lithostructurales de l'aquifère de socle

##### 2-2-1-1. Analyse géostructurale

###### ❖ Profil d'altération

Cette étude est portée sur les observations des profils d'altération des formations du socle cristallins. Un inventaire et une description des différents états d'altération des formations du

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

sol de la zone d'étude sont effectués. Les épaisseurs de l'altération des formations sont obtenues en faisant la différence entre la profondeur totale (Pt) du forage et la profondeur du socle (ES). Une carte de distribution des épaisseurs d'altération est également établie par la technique de krigeage sur le logiciel surfer 13. Des échantillons sont prélevés pour chaque mètre (m) foré dans le but de déterminer la nature des formations géologiques qui composent le profil d'altération.

### ❖ Détermination de l'épaisseur mouillée

L'épaisseur de la partie mouillée ou saturée de la zone altérée du sous-sol a été obtenue à partir de la différence entre l'épaisseur d'altérites (EA) et le niveau statique (NS) d'eau dans les ouvrages. La caractérisation de la variation spatiale des niveaux d'altérites mouillés a nécessité la réalisation d'une carte des niveaux d'altérites mouillés. Cette carte a été obtenue à partir d'une interpolation par krigeage sous le logiciel ArcGis 10.2.

### ❖ Etude linéamentaire ou structurale

Les fractures ou fissures sont des objets rectilignes ou curvilignes identifiables sur les images satellitaires qui traduisent des phénomènes géologiques profonds tels que les fractures, les failles ou les contacts géologiques. L'identification des linéaments dans les images satellitaires est tributaire de la capacité qu'a le capteur à détecter les légères variations de la réflectance associées à ces phénomènes géologiques (Dubois, 1999). Selon El Hadani (1997), l'étude des linéaments permet de répondre à deux objectifs: l'orientation des campagnes de reconnaissance en définissant des zones potentiellement favorables, la sélection de sites ponctuels pour l'implantation de forages. Une étude linéamentaire particulière n'a pas été effectuée dans cette étude. En effet, une carte de fractures de la Bagoué a été établie en 2018 (Score, 2018). Celle-ci a été recueillie et numérisée sous Surfer 13 afin de réaliser une carte structurale de la zone d'étude qui est validée par les données des forages. Les fractures les plus importants ont été identifiées en fonction des forages ayant des débits importants ( $>5\text{m}^3/\text{h}$ ). En effet ces ouvrages sont situés sur ou très proches de ces fractures identifiés.

### 2-2-1-2. Analyse lithologique

Cette est effectuée à travers la réalisation d'un bloc diagramme à l'aide de Surfer 13 et qui présente une vue d'ensemble des caractéristiques hydrodynamiques du système aquifère. Ce diagramme permet d'observer du haut vers le bas, les niveaux des paramètres lithologiques tels que la surface du sol, le niveau du socle, l'arrivée d'eau et le niveau de l'eau.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2-2-2. Méthodes d'analyse des caractéristiques hydrodynamiques des aquifères de socle de la zone d'étude

Cette approche hydrogéologique nous permet de caractériser les propriétés hydrodynamiques du sous-sol à partir de l'analyse des données de forages et des pompages d'essais. Il s'agit des propriétés suivantes : la transmissivité (T), le débit spécifique (Qsp) et la conductivité hydraulique (K) et le niveau piézométrique (Zp).

Le pompage d'essai est une méthode définie pour déterminer les caractéristiques hydrauliques des formations géologiques. Cet essai consiste à l'application d'une décharge sur la nappe en fonction du temps pour pouvoir évaluer quantitativement et qualitativement le système aquifère.

#### 2-2-2-1. Étude piézométrique

L'étude piézométrique permet de déterminer à une date donnée, la distribution spatiale des charges et du potentiel hydraulique. C'est la synthèse la plus importante d'une étude hydrogéologique. Pour ce faire, les mesures des niveaux piézométriques doivent être effectuées dans des conditions de stabilisation et pour l'ensemble de la région cartographiée de cette période (Kouassi, 2013). Le niveau piézométrique a été déterminé en établissant une différence entre la cote au sol (Z en m) et le niveau statique NS (m) (Equation 1). Ainsi, pour chaque ouvrage étudié nous avons mesuré l'élévation du terrain avec le logiciel Google Earth Pro. A l'aide des logiciels Google Maps et Google Earth Pro, nous avons géoréférencé les localités des ouvrages hydrauliques. Ainsi la cote du sol Z (m) des forages ont été obtenu.

$$\mathbf{Zp = Z - NS} \quad \text{(Équation 1)}$$

avec ;

**Zp** : Cote piézométrique (m) ;

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

**NS** : Niveau Statique (m).

Une carte piézométrique a été élaborée à partir du logiciel Surfer 13 par la technique de krigeage.

#### 2-2-2-2. Analyse de le transmissivité

Plusieurs méthodes permettent de déterminer ce paramètre. Nous appliquons la méthode de Cooper-Jacob (1946, 1950) dans cette étude pour déterminer de la transmissivité. L'application de cette méthode suppose qu'un certain nombre de conditions soit satisfait : l'aquifère a une extension latérale infinie, le diamètre du puits est négligeable, le puits est parfait, l'aquifère est captif, l'aquifère est homogène, isotrope, d'épaisseur constante sur toute la zone influencée par



## MATÉRIEL ET MÉTHODES

le pompage, l'écoulement vers le puits est transitoire. Toutefois, les pompages d'essai réalisés ne vérifient jamais l'intégralité de ces conditions. Cependant, selon Kruseman (1974) et De Rider (1991) cette situation n'empêche pas l'usage de cette méthode car les conditions réelles sont voisines des conditions théoriques. La transmissivité peut être évaluée aussi bien avec les données de la descente qu'avec celles de la remontée.

Il faut faire remarquer qu'à la descente, les valeurs de la transmissivité sont entachées d'erreur due aux incertitudes dans la mesure causées par les pertes de charge (écoulement turbulent dans la nappe). Tandis qu'à la remontée, cette valeur obtenue est beaucoup plus fiable car régime non influencé (Lasm, 2000).

Nous avons donc utilisé dans le cadre de cette étude les données de la remontée pour la détermination de la transmissivité. Cette démarche a été conseillée par différents auteurs dans de pareilles circonstances (Kawecki, 1993 ; 1995) et (Lasm, 2000) lorsque le puit de pompage est aussi le puit d'observation.

### ❖ Méthode de la remontée de Cooper-Jacob

A l'arrêt du pompage, l'eau souterraine continue de s'écouler en direction de l'ouvrage de captage. Le niveau de l'eau dans le forage remonte et simultanément le niveau piézométrique de la surface de dépression s'élève. Dans ces conditions, le rabattement résiduel obtenu s'écrit comme suit:

$$Sr = \frac{Q}{4\pi T} \left( \ln\left(\frac{4Tt}{r^2S}\right) - \ln\left(\frac{4Tt'}{r^2S'}\right) \right) \quad \text{(Equation 2)}$$

avec :

**Sr** : rabattement résiduel (m) ;

**r** : distance entre le piézomètre d'observation et l'ouvrage ;

**S'** : coefficient d'emmagasinement de la remontée ;

**S** : coefficient d'emmagasinement de la descente ;

**t** : temps depuis le début du pompage (en seconde ou minute ou heure) ;

**t'** : temps de la remontée (s ou min ou h) ;

**T** : la transmissivité (m<sup>2</sup>/s) ;

**Q** : débit de la remontée (moyenne des débits du pompage) en m<sup>3</sup>/h.

En supposant que  $S=S'$  on obtient :

$$Sr = \frac{0,183Q}{T} \log\left(\frac{t+t'}{t'}\right) \Rightarrow T = \frac{0,183Q}{a} \log\left(\frac{t+t'}{t'}\right) \quad \text{(Equation 3)}$$

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le calcul se fait sur un graphique semi-logarithmique. On trace la courbe expérimentale de l'essai de rabattement résiduel  $Sr$  en fonction de  $(\frac{t+t'}{t'})$  ( $Sr=f(\log(\frac{t+t'}{t'}))$ ) sur du papier semi-logarithmique ( $\frac{t+t'}{t'}$  est porté en échelle logarithmique en abscisse). Normalement, tous les points ont tendance à s'aligner sur une droite.

On mesure la variation de rabattement résiduel et celle de  $\log(\frac{t+t'}{t'})$ . Ainsi  $a$ , la pente de la droite obtenue est  $a = \frac{\Delta Sr}{\Delta \log(\frac{t+t'}{t'})} = \frac{0,183Q}{T}$ .

$$\text{D'où } T = \frac{0,183Q}{a} \quad (\text{Equation 4})$$

### 2-2-2-3. Analyse de la perméabilité

La propriété de conduite d'un aquifère est contrôlée par sa perméabilité ou conductivité hydraulique. Celle-ci est la capacité du milieu à laisser circuler l'eau généralement exprimée par le coefficient de perméabilité  $K$  de Darcy. Elle dépend des caractéristiques du milieu et du fluide. Elle a la dimension d'une vitesse. Il n'y a aucun rapport direct entre la porosité et la perméabilité, mais pour être perméable la roche doit être obligatoirement poreuse (Castany, 1982). Les possibilités de circulation d'eau dans un aquifère dépendent de  $K$  et de son épaisseur mouillée ( $e$ ) en m. Cela induit la notion de transmissivité  $T$  s'exprimant en  $m^2/s$  :

$$T = K \cdot e \quad \text{d'où } K = \frac{T}{e} \quad (\text{Equation 5})$$

### 2-2-2-4. Analyse du débit spécifique

Les débits spécifiques ( $Qsp$ ) ont été évalués à la fin du troisième palier après pompage d'essai des forages. C'est une variable très importante dans la détermination de la productivité des ouvrages de captage (Neves & Morales, 2007). Il varie en fonction de la transmissivité de l'aquifère. Le  $Qsp$  est le rapport entre le débit de pompage ( $Q$ ) et le rabattement maximal ( $Sm$ ) d'un ouvrage.

$$Qsp = \frac{Q_{exploité}}{Sm} \quad (\text{Equation 6})$$

### 2-2-3. Méthodes d'analyse relationnelles des paramètres hydrogéologiques

Lors de l'exécution d'un forage et des pompages d'essais plusieurs informations sont enregistrées. Ces informations ( $Pt$ ,  $ES$ ,  $EA$ ,  $AE$ ,  $NS$ ,  $Q$ ) peuvent renseigner sur la nature et l'aptitude des aquifères à former de bons réservoirs d'eaux souterraines. Afin de mieux apprécier l'influence de ces paramètres sur les débits des forages, des analyses statistiques sont réalisées sur les données de forages de l'ensemble des localités étudiées. Deux types d'analyses ont donc été utilisés pour évaluer la productivité des ouvrages de la région. La première porte

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

sur les méthodes statistiques classiques mises en œuvre pour étudier les potentialités des aquifères de socle de ces localités (N'go *et al*, 2005 ; Dewandel *et al*. 2005). Elles ont consisté à mettre en relation les débits de forages et les paramètres physiques des forages (profondeur totale, épaisseur d'altérites), la nature lithologique des formations et les paramètres hydrodynamiques. La deuxième approche est basée sur l'établissement de corrélation entre l'ensemble de ces paramètres à partir d'une analyse multivariée (ACPN) (Caillez et Pages, 1976). Cette méthode permet de mettre en évidence les liens éventuels que présenterait deux ou plusieurs variables au cours de leur évolution (Dibi *et al*, 2004). Une interprétation des différents facteurs de même que la matrice de corrélation est effectuée.

Au regard de ce qui précède, nous pouvons retenir que pour atteindre nos objectif, il faut suivre une démarche méthodologique adaptée. Les études lithostructurales, hydrodynamiques et étude relationnelle des paramètres hydrogéologiques de la région d'étude ont été effectuées.

**TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET  
DISCUSSION**

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 3-1. Résultats

#### 3-1-1. Caractéristiques lithostratigraphiques de la nappe d'altérite

##### 3-1-1-1. Description des paramètres lithologiques

Le tableau I présente la synthèse des caractéristiques lithostratigraphiques obtenues des ouvrages étudiés de la zone d'étude.

**Tableau I** : Synthèse des paramètres lithologiques

<b>Paramètres</b>	<b>Pt (m)</b>	<b>ES (m)</b>	<b>EA (m)</b>	<b>e (m)</b>	<b>AE (m)</b>
<b>Minimum</b>	29,9	7,4	5,3	0	20
<b>Maximum</b>	80	55,4	60	37,54	69
<b>Moyenne</b>	53,37	33,23	20,14	11,4	39,83
<b>Ecart-type</b>	9,78	10,76	9,36	8,97	9,88
<b>CV (%)</b>	18	32	46	79	25

La profondeur totale des ouvrages dans la région varie de 29,90 à 80 m avec une profondeur moyenne de 53,37 m. La profondeur moyenne dans les granites est de 52,70 m et de 54,04 m dans les schistes. Les profondeurs de forages les plus importantes ont été observées dans les granites. Les coefficients de variation des paramètres (Tableau I) sont inférieurs à 100. Ce qui met en évidence une certaine homogénéité des variables donc une faible dispersion.

Les altérites ont des épaisseurs allant de 5,3 à 60 m avec une moyenne de 20,14 m et un coefficient de variation de 0,46 alors que les épaisseurs de socle foré varient de 7,4 à 55,4 m avec une valeur moyenne de 33,23 m.

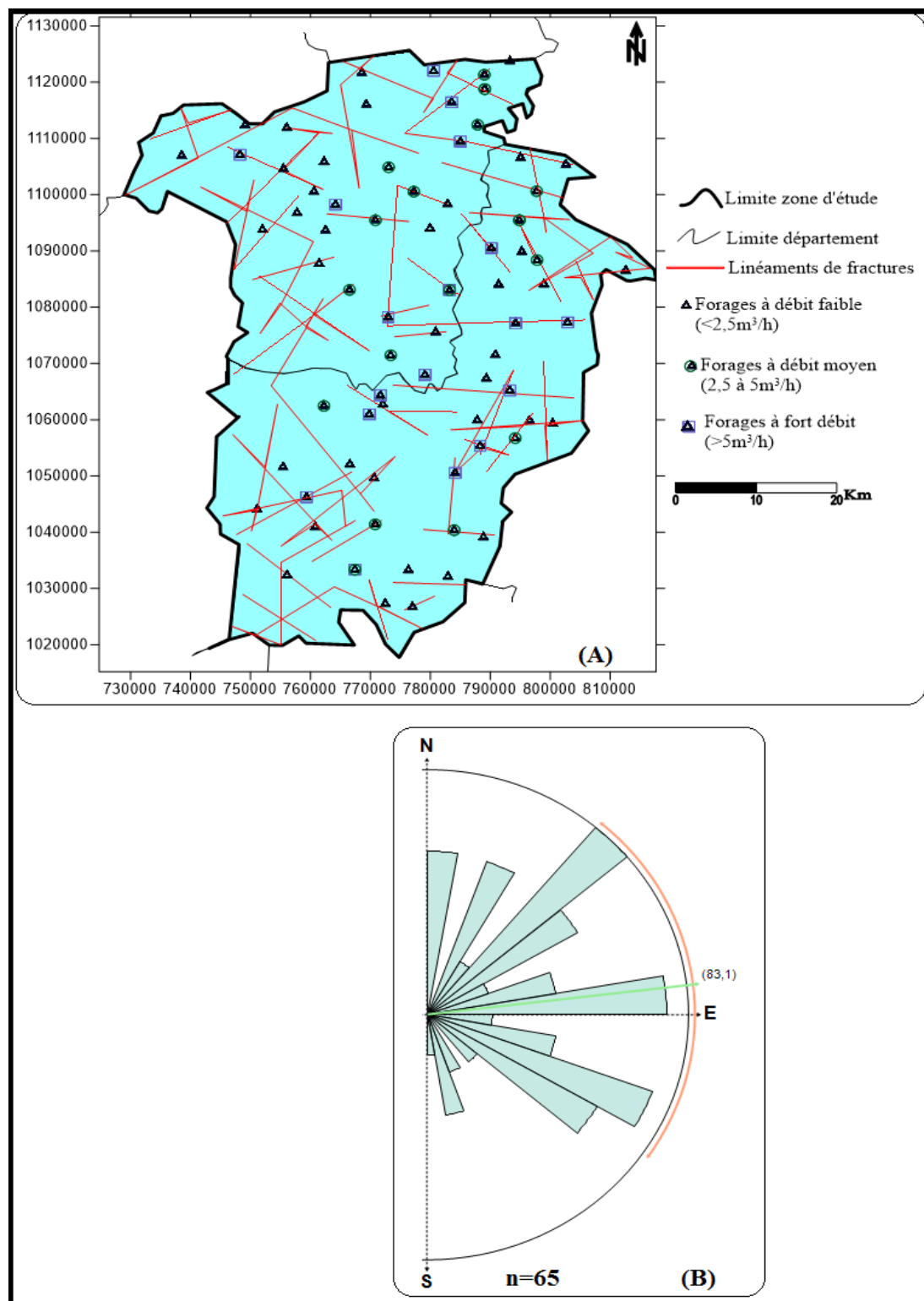
Dans la région d'étude, on dénombre deux arrivées d'eau (AE1 et AE2) dans les ouvrages. Elles correspondent aux fractures hydrauliquement actives. Mais ce sont les premières arrivées d'eau (AE) qui sont les plus productives. Les AE ont une profondeur moyenne de 39,83 m et varient de 20 m le minimum à 69 m le maximum.

##### 3-1-1-2. Analyse géostratigraphique de la zone d'étude

La carte des linéaments de fractures et de failles (Figure 7A) a été réalisée. Elle compte soixante-cinq (65) fractures et failles de longueurs variables allant de quelques centaines de mètres à des dizaines de kilomètres. Cette carte met en évidence les fractures les plus productives et les moins productives en fonction des débits de forages. Ainsi on constate que les fractures donnant des débits importants (fort et moyens) se trouvent un peu partout mais accentuées plus au Nord et au Centre-Est de la zone.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'histogramme circulaire (Figure 7B) de la fracturation présente un double intérêt. Il permet de faire ressortir les maxima directionnels, d'une part, et de réaliser une étude comparative des intensités relatives de chaque famille, d'autre part (Ta et al, 2008). Pour ce faire l'angle des linéaments a été mesuré par rapport à le Nord du linéament avec un rapporteur.



**Figure 6** : Carte de fractures et débits des ouvrages correspondants (A) et Histogramme circulaire (rosace directionnelle) en nombre des linéaments de fractures (B)

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

La principale direction des fractures représentées sur la rosace directionnelle sont : N40-50°. Elle donne deux (2) à débit moyen et quatre (4) ouvrages hydrauliques à débit faible et aucun forage à débit fort. Les directions secondaires sont le N80-90° et N110-120° sont également représentées. Elles aboutissent à cinq (5), quatre (4) et trois (3) forages respectivement à débit faible, moyen et fort. Les directions tertiaires sont le N0-10, N20-N30° et N120-130° génèrent quatre (4) forages de débit moyen, deux (2) de faible débit et trois (3) à débit fort.

### 3-1-1-3. Analyse lithologique

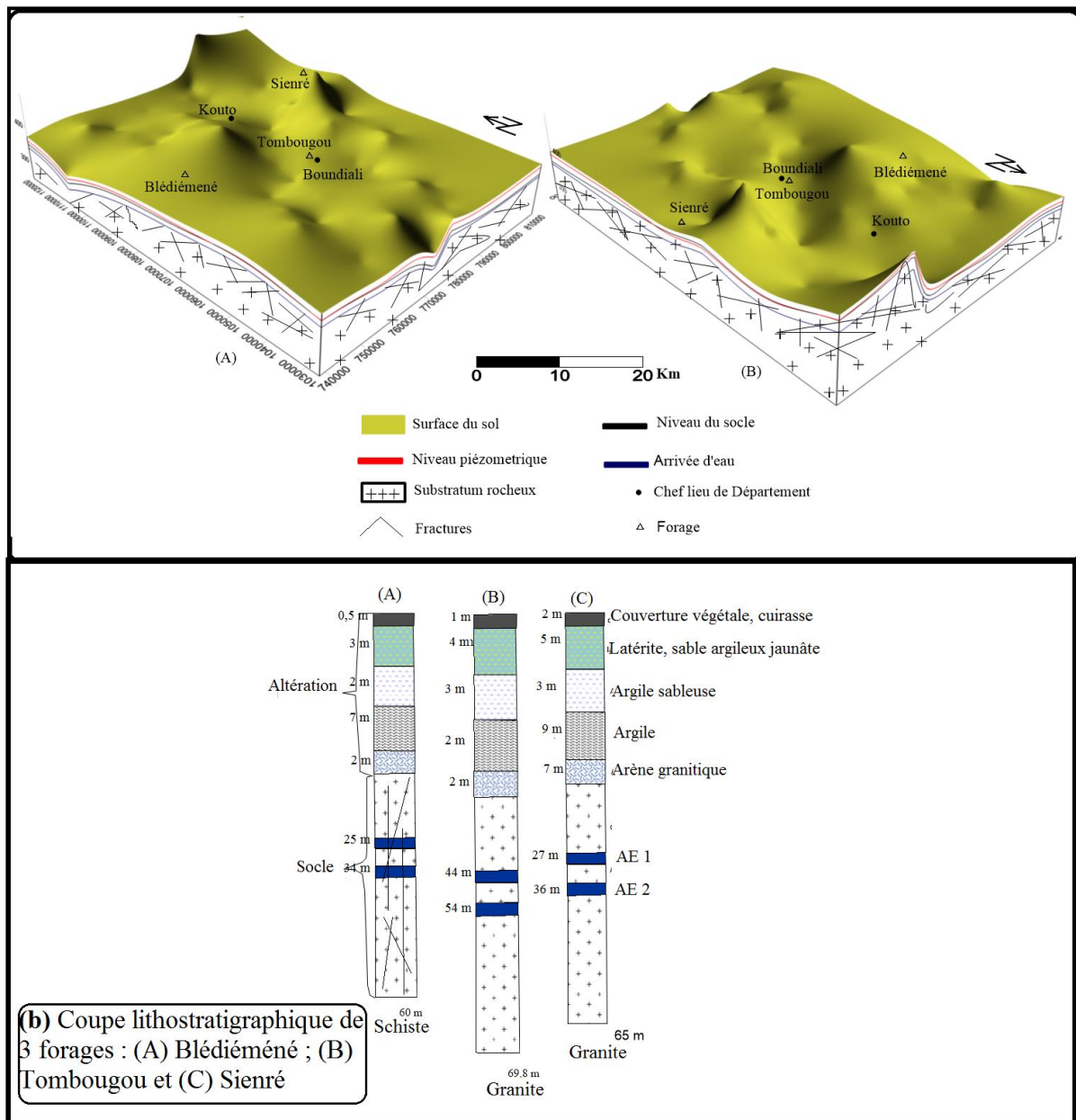
#### ❖ Bloc diagramme de paramètres lithologiques

La figure 8a présente à travers un bloc diagramme une vue d'ensemble des caractéristiques hydrogéologique du système aquifère de la zone d'étude. Le bloc diagramme permet d'observer du haut vers le bas, le niveau piézométrique de l'eau comprise à des altitudes de 310 à 490 m. Le niveau piézométrique se situe aussi bien dans les altérites que dans la zone de contact socle – altérites. On distingue également des arrivées d'eau uniquement dans le substratum rocheux. Le profil d'altération montre une structuration verticale. Les cas de Tombougou, Sienré et celle de Blédiéméné sont présentés ici. On observe de haut en bas (Figure 8b) :

- terre arable de faible épaisseur 0,5 à 2 m);
- latérite ou du sable argileux jaunâtre d'épaisseur plus ou moins constante de 3 à 5 m sur l'ensemble de la zone ;
- argile sableuse d'épaisseur variant entre 2 et 3 m ;
- argile dont l'épaisseur est comprise entre 2 et 9 m
- arène grenue qui est une zone intermédiaire entre le socle fracturé et les altérites. Son épaisseur varie d'un point à un autre de la zone d'étude.

L'analyse faite de ces différentes coupes de forage montre une hétérogénéité entre les différents profils d'altération.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION



**Figure 7 :** lithologie de l'aquifère de socle : (a) Bloc diagramme de la zone d'étude : (1) face 1 et (2) face 2 et (b) Coupe lithostratigraphique de 3 forages : (A) Blédiéméné ; (B) Tombougou et (C) Sienré

### ❖ Analyse spatiales élémentaire des paramètres lithologiques

L'épaisseur d'altération varie d'un point à un autre (de 5 à 60 m) dans la région d'étude avec une moyenne de 20,14 m. La carte des épaisseurs d'altération obtenues est représentée à la Figure 9. Sur cette figure, on remarque que les fortes épaisseurs s'identifient au Sud et au Nord de la zone d'étude. Elles se trouvent au niveau des formations schisteuses. Quant aux valeurs plus faibles (8 à 20 m), elles se rencontrent fréquemment à l'Est, au Nord et l'Ouest. Les valeurs intermédiaires de (20 à 40 m) des épaisseurs d'altérites, plus étendue se rencontre dans le reste de la zone d'étude.



## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les ouvrages étudiés ont des profondeurs maximum de 80 m. L'épaisseur d'altération saturée est très variant d'une zone à une autre de la région d'étude. L'épaisseur saturée moyenne est de 11,4 m. La carte des altérites saturées obtenues est représentée à la Figure 10. Cette figure fait remarquer que les valeurs faibles (de 0 à 17 m) d'épaisseur d'altérites mouillée, se rencontrent dans la quasi-totalité de la zone d'étude. Les fortes valeurs d'épaisseurs s'identifient dans une très petite proportion au Sud et au Nord de la zone d'étude et se trouvent au niveau des formations granitiques (Figure 10). Les valeurs intermédiaires de (17 à 35 m) des épaisseurs d'altérites mouillées se rencontrent essentiellement au Centre et au Nord de la zone.

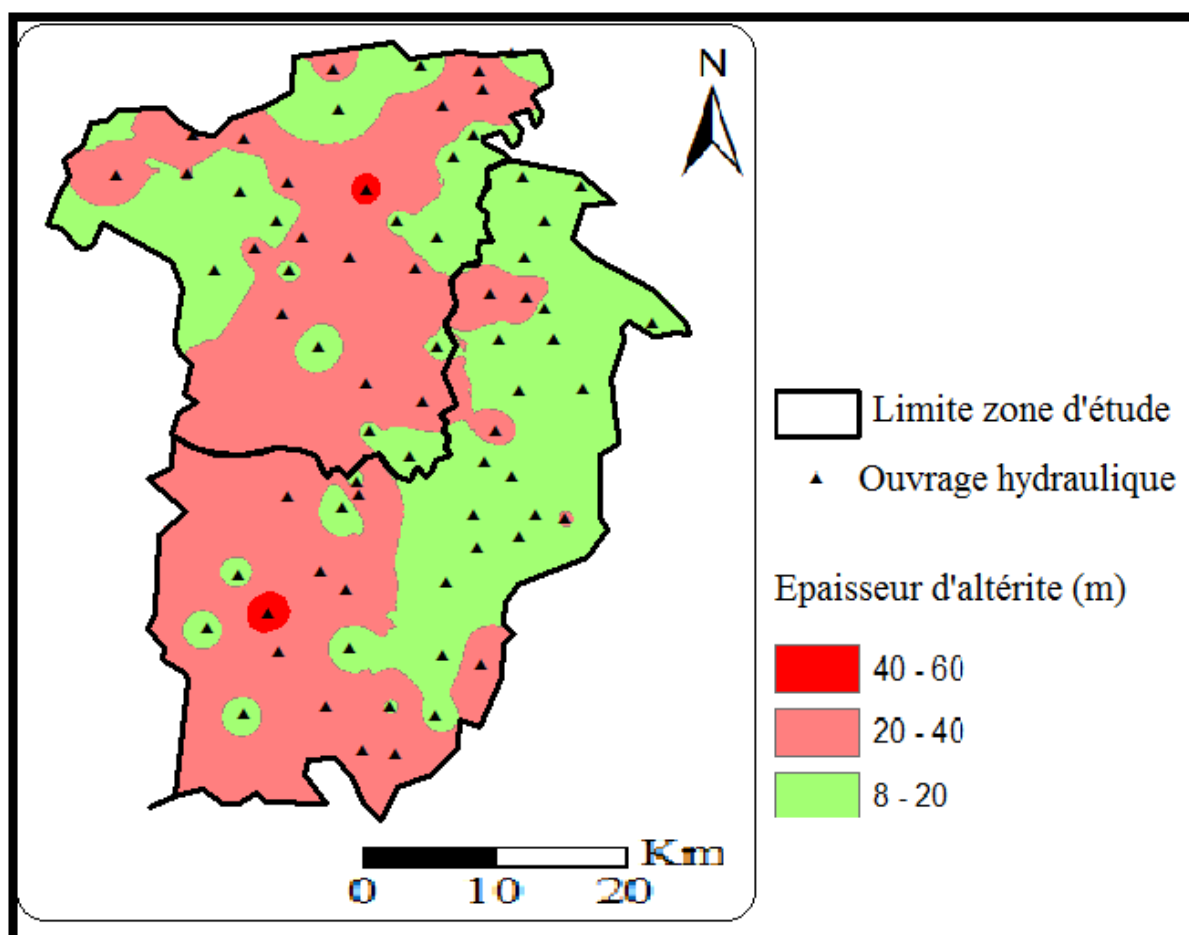


Figure 8 : Carte des épaisseurs d'altérites

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

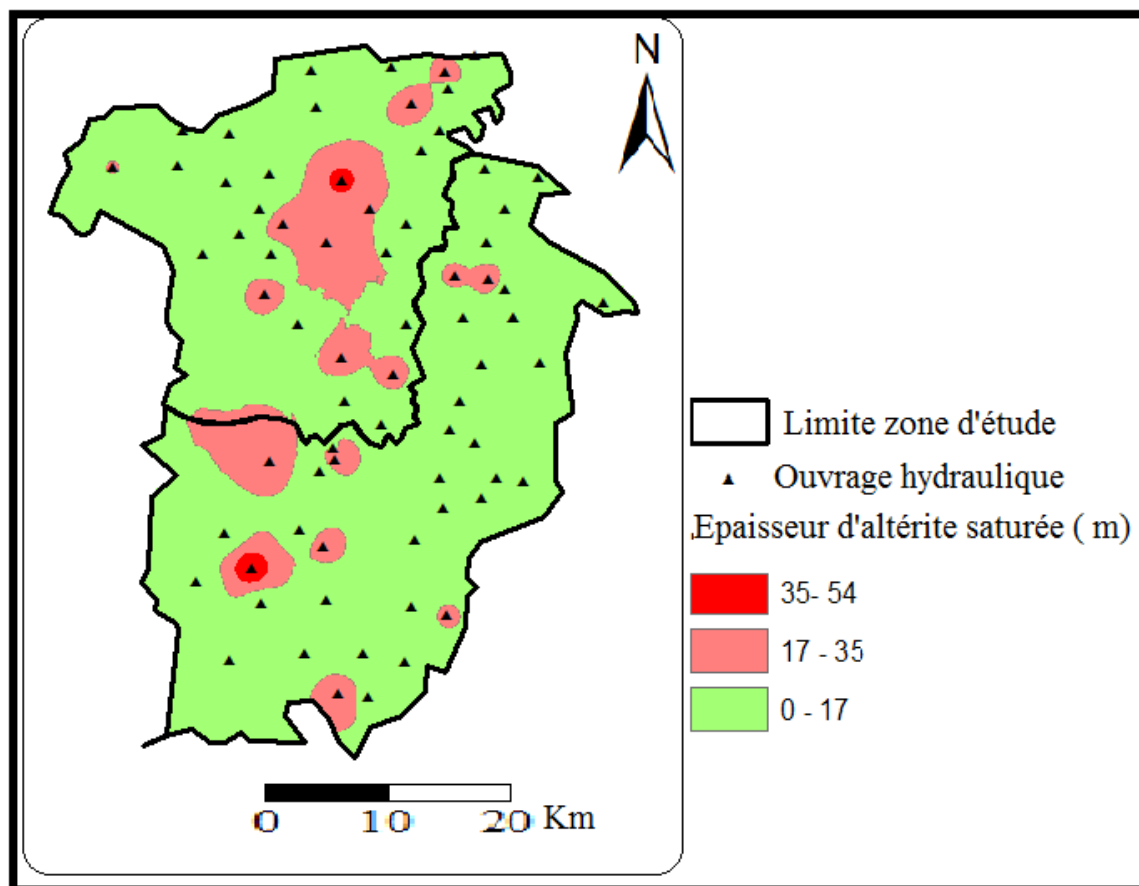


Figure 9 : Carte des niveaux d'altérites mouillées

### 3-1-2. Analyse des paramètres hydrodynamiques

#### 3-1-2-1. Analyse de la carte piézométrique de la zone d'étude

L'analyse de la carte piézométrique permet de distinguer trois différentes zones : une zone à faible niveau piézométrique de 310 à 360 m de observée au Nord, au Nord-Est et au Centre ; une zone à fort niveau piézométrique de 440 à 490 m se trouvant au Nord et à l'Ouest et une zone intermédiaire dominante de 370 à 430 m rencontrée partout (figure 6). Cette carte montre que la morphologie de la nappe est marquée par la présence de dômes piézométriques du secteur. Cette figure montre que les eaux souterraines de cette zone circulent dans tous les sens (pas de direction préférentielle). Mais le drainage ou les écoulements les plus importants des eaux souterraines sont de l'Ouest vers l'Est et du Sud vers le Nord. Un ensemble de dômes piézométriques situé sur l'axe Nord-Est et autour de Boundiali respectivement aux piézomètres 340 m et 360 m appelé crête piézométrique ou ligne de partage des eaux.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

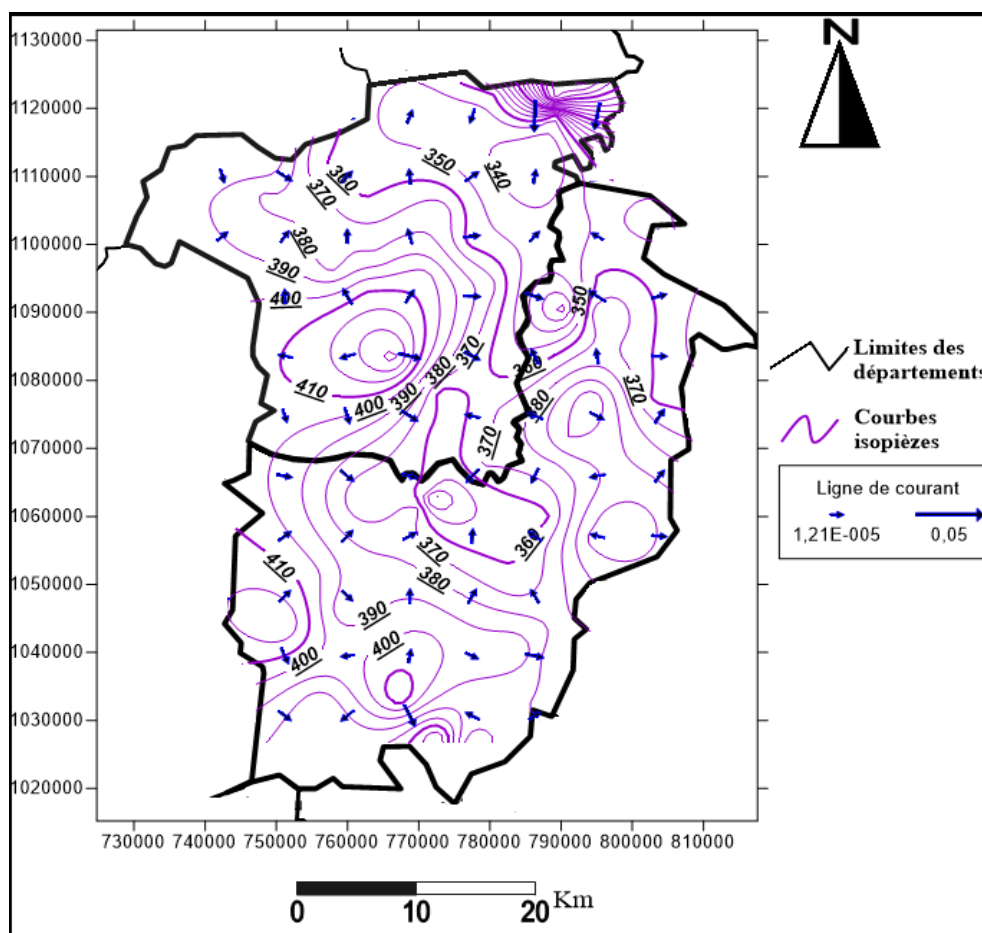


Figure 10 : Carte piézométrique de la nappe d'altérites des localités de Kouto et Boundiali

### 3-1-2-2. Description des propriétés hydrodynamique

Les paramètres hydrodynamiques tels que le Débit spécifique ( $Q_{sp}$ ), la Transmissivité ( $T$ ) et la Conductivité hydraulique ( $K$ ) des ouvrages ont été déterminé. La synthèse de ces paramètres hydrodynamiques du sol est présentée dans le Tableau II. Ce qui a permis de réaliser des cartes de distribution des paramètres.

Tableau II : Synthèse des paramètres hydrodynamiques

Paramètres	Q ( $m^3/h$ )	$Q_{sp}$ ( $m^3/h$ )	T ( $m^2/s$ )	K ( $m/s$ )
Minimum	0,2	0,02	$1,23 \cdot 10^{-06}$	$1,33 \cdot 10^{-07}$
Maximum	18	4,35	$2,21 \cdot 10^{-04}$	$2,79 \cdot 10^{-05}$
Moyenne	3,31	0,4	$2,01 \cdot 10^{-05}$	$2,69 \cdot 10^{-06}$
Ecart-type	3,43	0,63	$3,23 \cdot 10^{-05}$	$4,76 \cdot 10^{-06}$
CV (%)	103	161	161	177

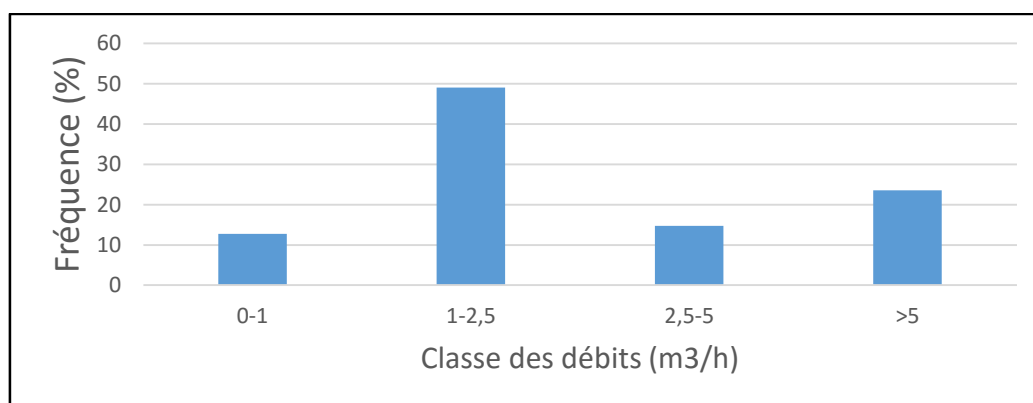
## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les débits d'exploitation (Q) des ouvrages réalisés varient de 0,20 à 18 m<sup>3</sup>/h avec une moyenne de 3,31 m<sup>3</sup>/h. Le débit le plus important (18 m<sup>3</sup>/h) a été observé dans un granite. Les débits spécifiques (Q) des ouvrages réalisés varient de 0,02 à 4,35 m<sup>2</sup>/h avec une moyenne de 0,4 m<sup>2</sup>/h. Le débit spécifique le plus important (4,35 m<sup>2</sup>/h) a été observé dans un granite là où le plus grand débit d'exploitation est trouvé. Les transmissivités se situent entre 1,23.10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s à 2,21.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s et les conductivités hydrauliques sont comprises entre 3,57.10<sup>-08</sup> m/s et 9,91.10<sup>-06</sup> m/s. Nous avons obtenu des coefficients de variation (CV) supérieurs à 100 pour tous ces paramètres traduisant ainsi une forte dispersion des valeurs et l'hétérogénéité des milieux fissurés.

### 3-1-2-3. Analyse spatiale des paramètres hydrodynamiques

#### ❖ Analyse de débits d'exploitation (Q)

Une classification des débits d'exploitation selon le Comité Inter Etats d'Etude Hydrauliques (CIEH) est faite. Le résultat de cette classification des débits d'exploitation indique que 61,76% des ouvrages donnent des débits très faibles et faibles. En effet, les Q moyens représentent 14,71% de la population et 23,53% représentent les débits forts. Cependant, plus de 85,29% des ouvrages ont des débits supérieurs à 1 m<sup>3</sup>/s. L'histogramme de distribution des débits de forages dans cette région est donné par la Figure 11.



**Figure 11** : Histogramme des classes de débits d'exploitation de la région (CIEH, 1978)

La carte de spatialisation des débits d'exploitation montre que ceux-ci ont une forte distribution et sont très inégalement répartis sur la zone. En effet, les débits faibles s'observent fréquemment à l'Ouest, au Nord et au Sud-Ouest aussi bien dans les granites que dans les schistes. Les plus forts débits se rencontrent dans des foyers de zone au Nord et au Centre-Est de la région. Les débits moyens sont rencontrés plus que les débits forts et moins que les plus faibles. Ils se trouvent plus sur les formations de schistes au Centre-Ouest mais aussi au Sud et au Nord-Ouest (Figure 12).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

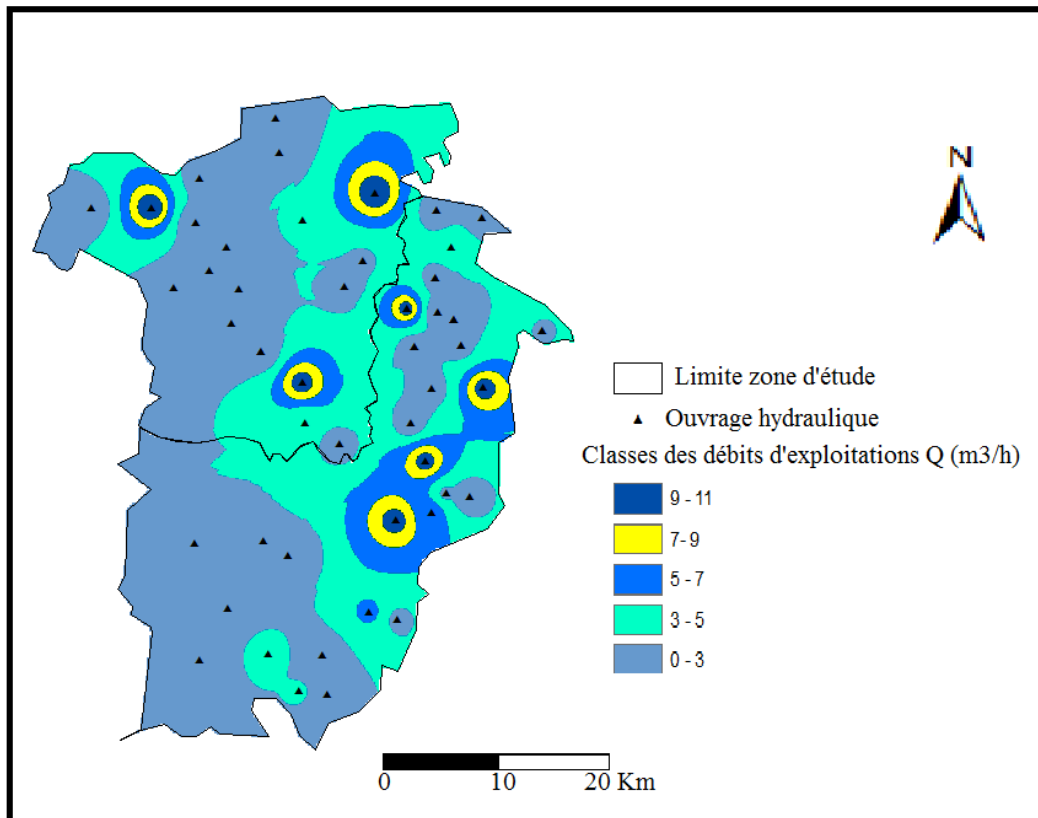


Figure 12 : Carte de distribution des débits d'exploitation

### ❖ Analyse de débit spécifique (Qsp)

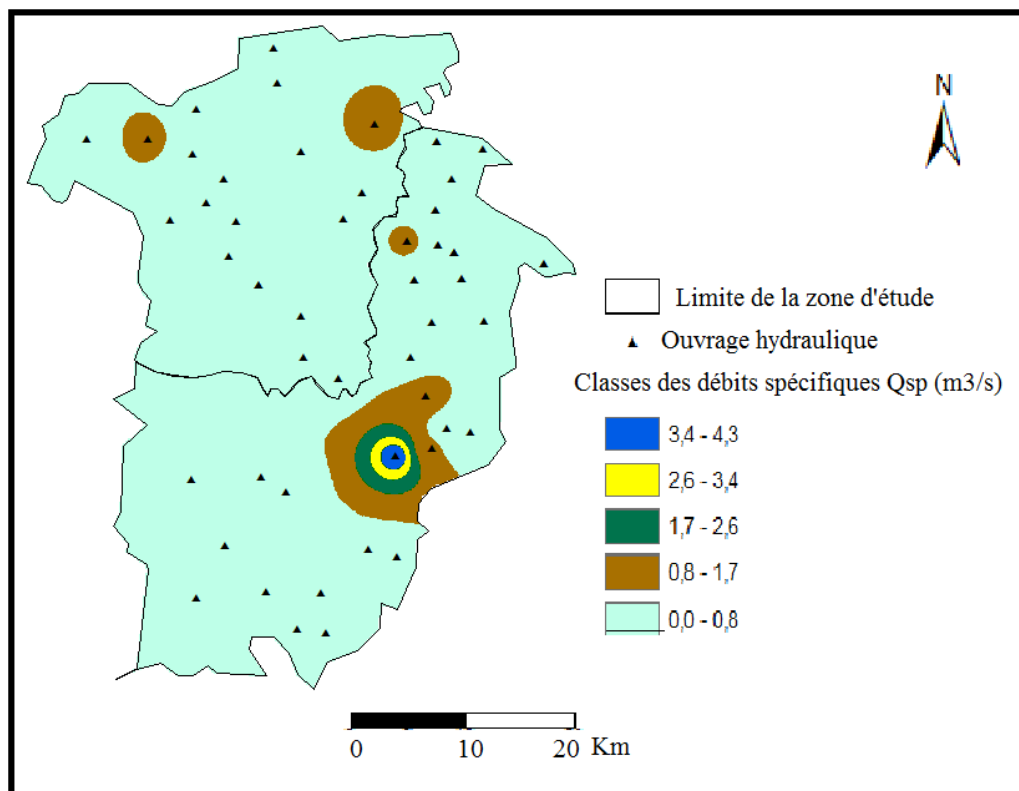


Figure 13 : Carte de distribution des débits spécifiques

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le débit spécifique, qui est une variable très importante dans la caractérisation de la productivité des ouvrages, est très faible (moins de  $0,8 \text{ m}^2/\text{h}$ ) dans la quasi-totale de de notre zone d'étude. Mais ils sont significatifs dans le Sud-Est de la région avec des valeurs atteignant  $4,5 \text{ m}^2/\text{h}$  (Figure 13).

### ❖ Analyse des transmissivités et des conductivités.

La transmissivité a une moyenne de  $2,01 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  et est fortement distribuée. Les valeurs fortes (rouge et jaune) s'observent à l'Est de la zone à Poundiou. Les valeurs faibles (de 0 à  $0,89 \text{ m}^2/\text{s}$ ) se rencontrent dans la quasi-totalité cette région. Une petite portion de la zone est caractérisée par des valeurs intermédiaires variant de  $0,89$  à  $1,32$  (Figure 14).

La conductivité (Figure 15) a la même variation que la transmissivité au niveau des valeurs faibles. Quant aux valeurs fortes, elles s'identifient au Nord de la région d'étude dans la localité de N'déou et de Tiasso dans les granites. Des valeurs intermédiaires sont également observées à l'Ouest dans les formations de schistes.

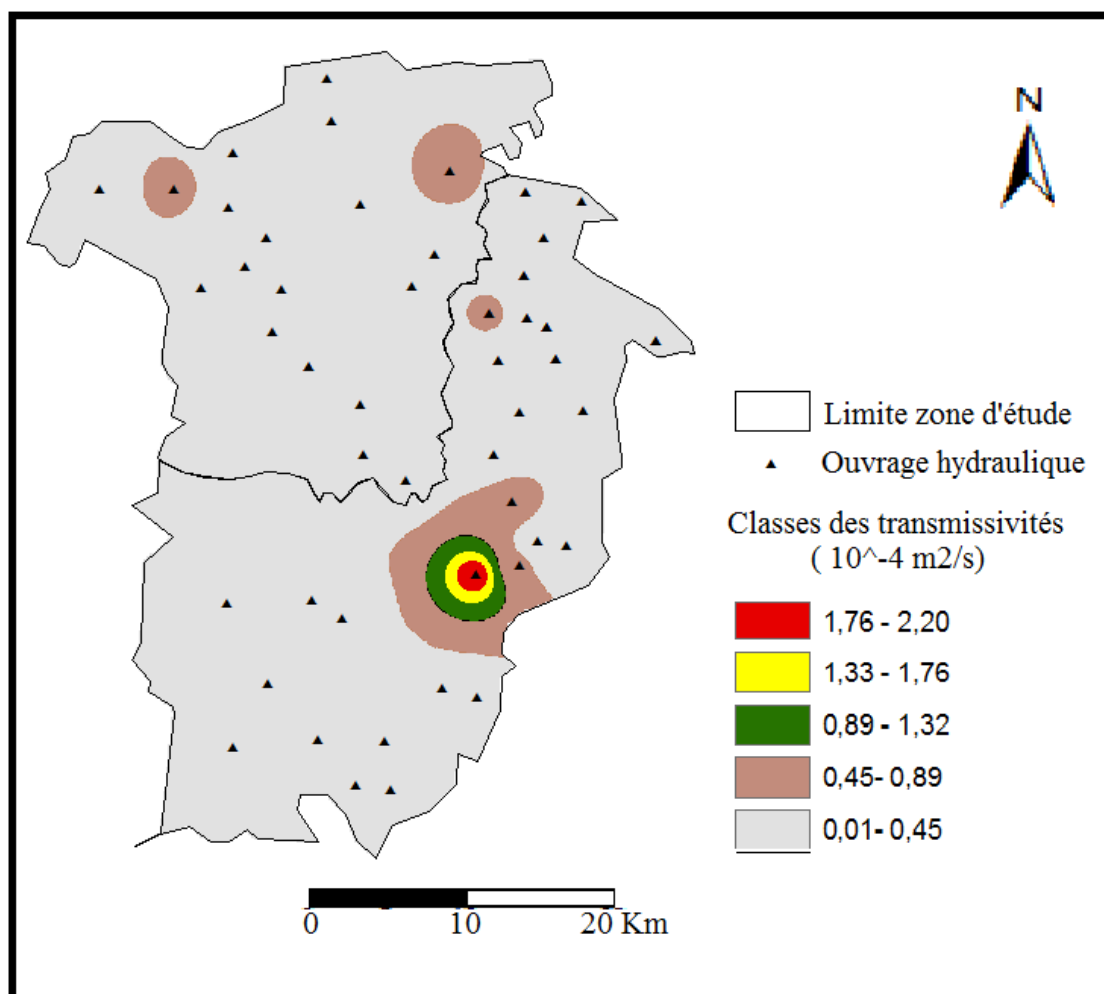


Figure 14 : Carte de spatialisation des Transmissivités de la zone étudiée

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

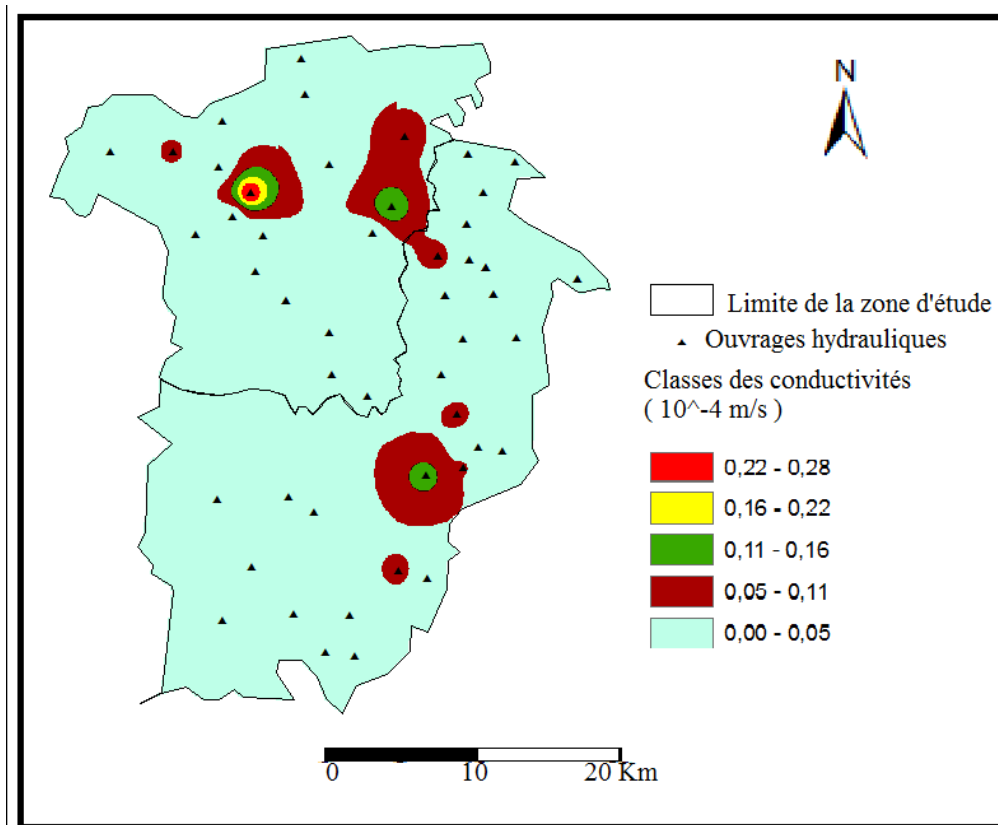


Figure 15 : Carte des conductivités hydraulique de la zone étudiée

### 3-1-3. Analyses relationnelles des paramètres hydrogéologiques des aquifères de socle

#### 3-1-3-1. Analyse statistiques classique des propriétés hydrogéologiques

##### ❖ Relation entre les arrivées (AE) d'eau et profondeur du socle des ouvrages

La relation étudiée entre ces deux paramètres lithostructuraux a révélé que les arrivées d'eau ne sont pas toutes équivalentes et que les plus productives se localisent autour des 40 premiers mètres dans le socle (Figure 16).

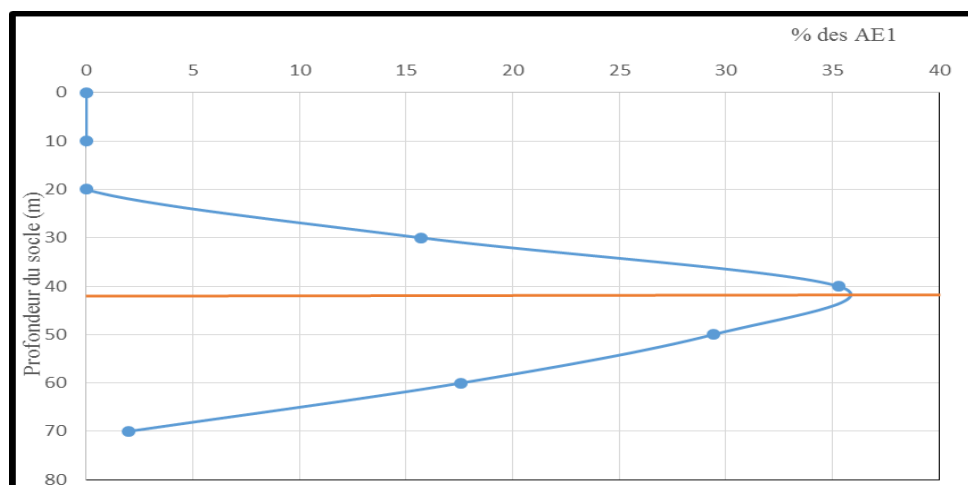
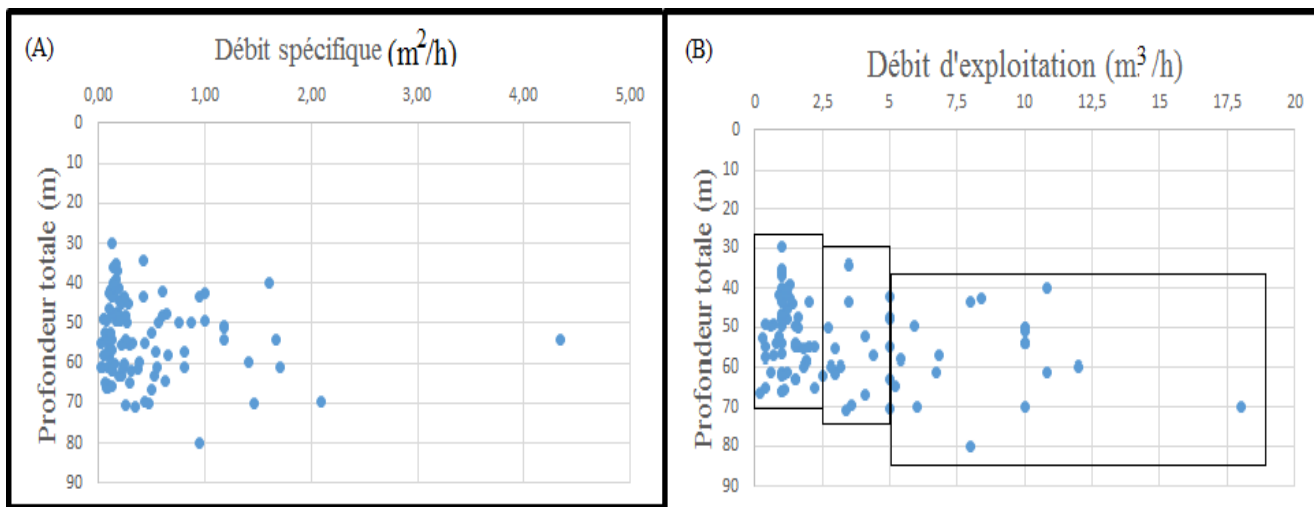


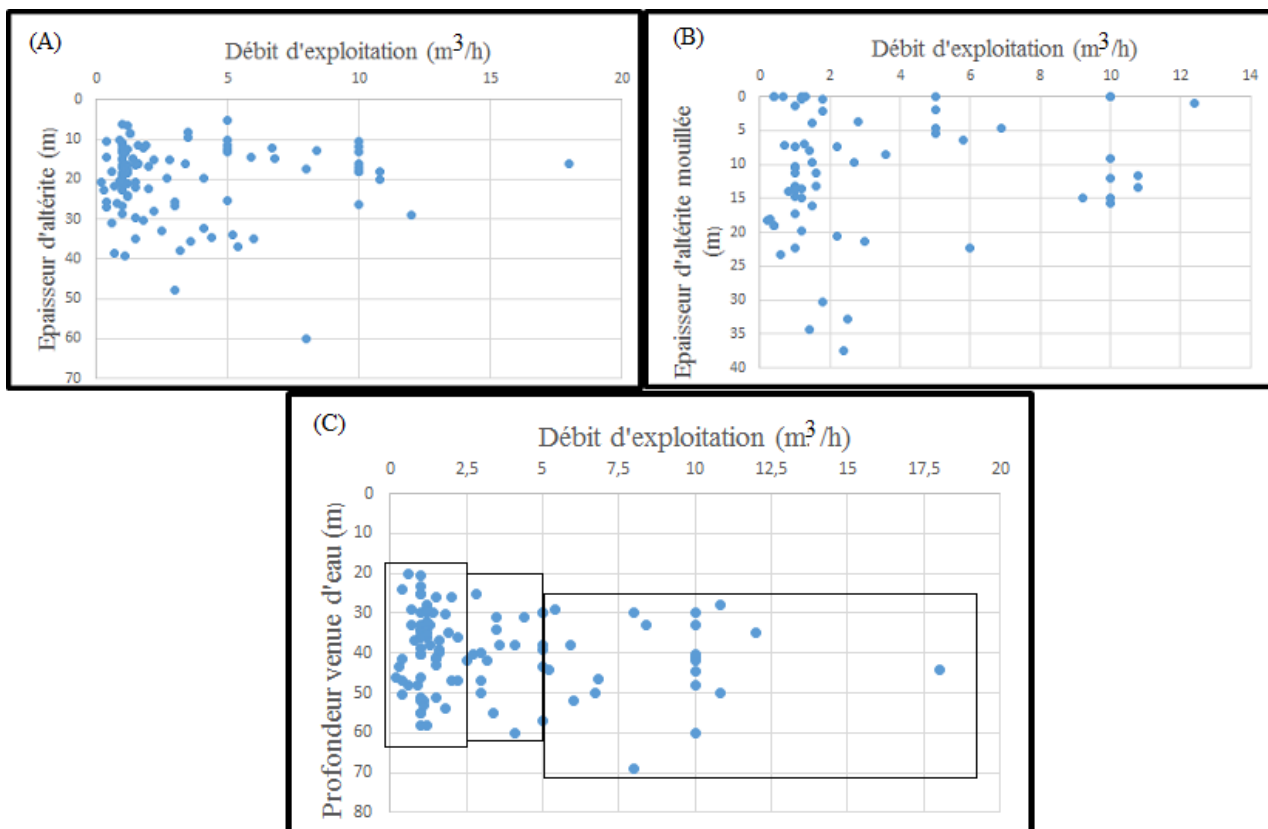
Figure 16 : Relation entre AE et profondeur socle

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### ❖ Relation entre Débits et paramètres des ouvrages



**Figure 17** : Relation entre débits et profondeur totale des forages



**Figure 18** : Graphes de variation des paramètres lithostratigraphiques en fonction du débit d'exploitation de forages

Les coefficients de corrélation des nuages de points entre les couples de paramètres sont indiqués dans le tableau ci-dessous (Tableau III). Il montre une absence de relation significative



## RÉSULTATS ET DISCUSSION

entre les différents paramètres pris individuellement avec le débit. Cela se traduit par des valeurs de coefficients de corrélation faibles.

**Tableau III** : Coefficients de corrélation

Couple de paramètres	Coefficient de corrélation
Profondeur Totale-Débit exploité	0,0444
Profondeur Totale-Débit spécifique	0,0162
Epaisseur d'altérite-Débit exploité	0,00006
Epaisseur d'altérite mouillée-Débit exploité	0,0237
Profondeur venue d'eau-Débit exploité	0,0148

Les commentaires suivants s'appuient sur les graphes les Figures 17 et 18 ci-dessus.

- Profondeur totale en fonction débit d'exploitation

Le graphe de la Figure 17 met en évidence la relation entre le débit d'exploitation (Q) en (B) et la profondeur totale (Pt) en (A) des ouvrages. Toutes les classes de Q se rencontrent dans des forages possédant des profondeurs totales supérieures à 30 m. Spécifiquement, les débits forts (>5 m<sup>3</sup>/h) s'observent dans les forages à de profondeur totale importantes (au-delà de 40 m) (Figure 17B). Ce qui signifie que pour la zone d'étude les fractures les plus importantes hydrogéologiquement sont situées plus en profondeur.

- Profondeur totale en fonction du débit spécifique

Le passage du débit estimé au débit spécifique met en évidence la productivité des forages. L'allure du nuage de points n'a pas changé (Figure 17A). C'est toujours dans la plage 30-80 m de profondeur, que se situent tous les débits spécifiques des ouvrages. A partir de 40 m de profondeur, les débits spécifiques deviennent importants. Ce qui confirme la remarque faite par la dernière phrase du paragraphe précédent.

L'évolution du débit spécifique est similaire à celle du débit d'exploitation. On pourra dans la suite de l'analyse se consacrer à l'analyse du débit d'exploitation par rapport aux autres paramètres.

- Epaisseurs d'altération (EA) en fonction du Débit d'exploitation (Q)

Dans le but de déterminer également la classe des épaisseurs d'altérites qui fournit les débits les plus intéressants dans la région, une étude de la relation entre le débit d'exploitation et les épaisseurs d'altérites a été menée (Figure 18A). L'analyse de ce graphe montre qu'il est difficile de trouver une influence des épaisseurs d'altérites sur le débit d'exploitation. En effet, dans

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

notre zone d'étude il n'existe aucun lien entre ces paramètres. Les Q très faibles à forts se rencontre à des épaisseurs d'altérites allant jusqu'à 40 m. A l'exception d'un forage à débit fort ( $8 \text{ m}^3/\text{h}$ ) obtenu avec un EA de 60 m observé à Kaniélé.

- Epaisseurs d'altération saturée (e) en fonction du Débit d'exploitation (Q)

Des forages à faible débit sont obtenus pour des altérites mouillées d'épaisseur comprise entre 0 et 40 m. Les moyens et forts débits sont exclusivement obtenu avec des altérites mouillée d'épaisseur 0 à 25 m. dans notre zone d'étude, on ne rencontre plus de débits important (moyen et fort) au-delà de 25 m d'épaisseur d'altérites saturée (Figure 18B). Cela signifie que la capacité des altérites à libérer l'eau contenue en elles est liée à sa taille. Paradoxalement, des débits intéressants existent où la couche d'altération n'est pas du tout saturée. Les forts débits observés dans les altérites non saturée peuvent être expliqué par le fait que le réseau de fractures capté par ceux-ci est drainé par d'autres réservoirs d'altérites situés plus à l'amont.

- Profondeur d'arrivée d'eau (AE) en fonction du Débit d'exploitation (Q)

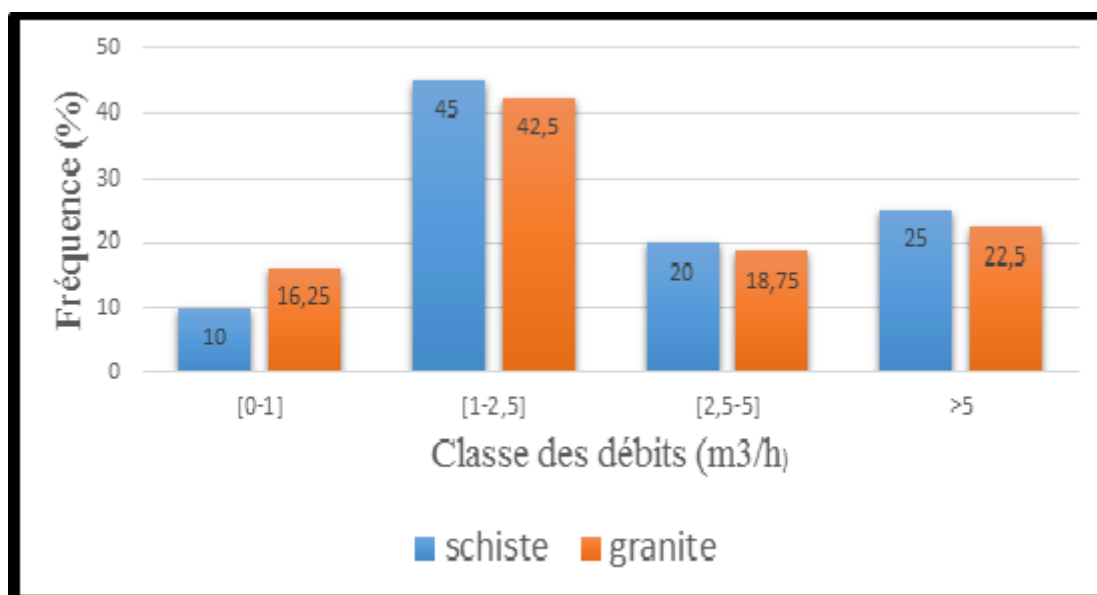
La distribution des points sur ce graphe a à peu près la même structure que sur le graphe de la profondeur totale en fonction du débit d'exploitation ou celui de l'épaisseur d'altération en fonction du débit. Il n'y a pas de tendance particulière, la profondeur de venue d'eau pour toutes les classes de débit des forages de la zone de l'étude se situe entre 20 m et 70 m. On a donc des venues d'eaux plus ou moins importantes à toutes les profondeurs. La quasi-totalité des débits supérieurs à  $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  sont obtenus dans la tranche de 25 à 50 m (Figure 18C).

- Débit en fonction du type de formation géologique

Les roches du socle foré appartiennent principalement à deux grandes catégories que sont les schistes et les granites. Vingt (20) forages sont réalisés dans les schistes et quatre-vingts (80) forages dans granites. Le débit des ouvrages varie en grande partie de la nature pétrographique de la roche encaissante. Ainsi, une analyse permettant d'apprécier la relation qui pourrait lier les débits des forages à la nature pétrographique des roches de la région de Boundiali a été effectuée. Elle est illustrée par la Figure 19.

L'analyse du graphique révèle que les schistes sont les formations géologiques qui fournissent les débits les plus élevés de la région. En effet, 20% des ouvrages sur schistes ont des débits compris entre  $2,5$  et  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  contre 18,75% pour les granites et 25% des forages ont des débits supérieurs à  $5 \text{ m}^3/\text{h}$  dans les schistes contre 22,5% dans les granites. Ce qui donne une proportion de plus de 45% de forages dans les schistes ayant des débits importants (débit supérieur à  $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ) contre 41,25% dans les granites.

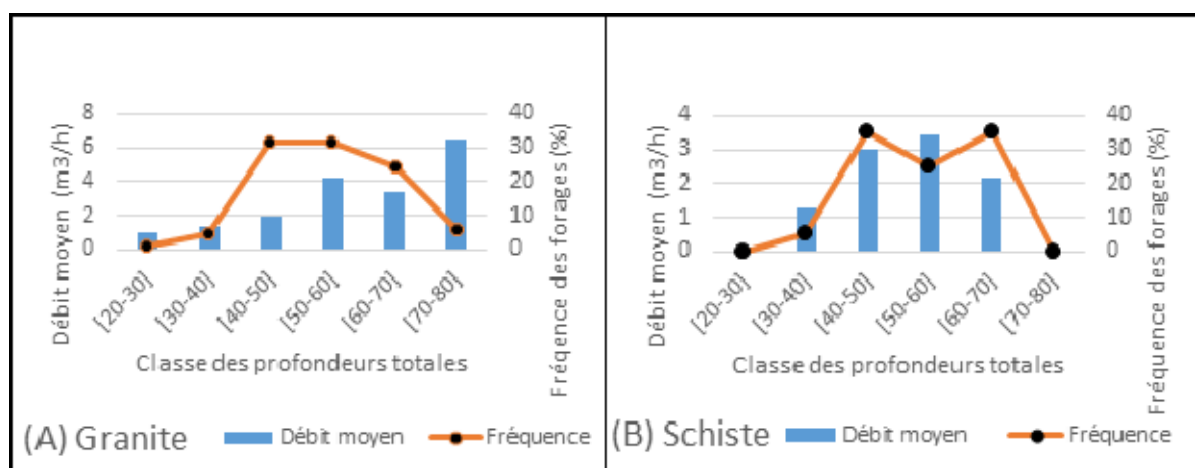
## RÉSULTATS ET DISCUSSION



**Figure 19 :** Productivité des ouvrages en fonction du type de formation

- Profondeur optimale productive

En vue de déterminer les profondeurs optimales productives dans les régions de Kouto et de Boundiali, nous avons effectué une analyse de la moyenne des débits des forages (captant les altérites ou le socle fissuré/fracturé) par classe de profondeur totale dans chaque unité géologique du socle (Figure 20).



**Figure 20 :** Mise en évidence des classes de profondeur potentiellement productives : (A) profondeur totale et débit moyens dans les granites ; (B) profondeur totale et débit moyens dans les schistes

Le graphe (Figure 20B) montre que dans les schistes, les intervalles compris entre 40 et 60 m sont les seuls qui fournissent des débits moyens supérieurs à  $2,5\text{m}^3/\text{h}$ . les classes [40-50] et [50-60] sont les classes de profondeur les plus productives. Les schistes sont moins productifs au-delà de 60 m et en deçà de 40 m.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans les granites (Figure 20A), les profondeurs situées entre 50 et 80 m sont les seules qui fournissent des débits moyens supérieurs à  $2,5\text{m}^3/\text{h}$ . Les classes ]50-60] ; ]60-70] et ]70-80] sont les classes de profondeur les plus productives. Il semble que les granites sont plus productifs en allant plus en profondeur et moins productifs si les profondeurs sont inférieures à 50 m.

- Débit d'exploitation (Q) et transmissivité (T).

L'étude de la relation entre la transmissivité et le débit d'exploitation de forage a été réalisée par la méthode de régression de type puissance (Figure 21). Elle a permis de déterminer l'équation de la courbe. La relation qui lie ces deux variables est exprimée par l'équation suivante :

$$T = 6.10^{-6} \times Q^{0,9718}$$

Le coefficient de corrélation entre ces deux variables est égal à 0,78. Cette corrélation est bonne et que cette équation peut être utilisée pour estimer l'une ou l'autre des variables, lorsqu'elle fait défaut au niveau de quelques ouvrages dans la zone de cette étude.

Avec: T en  $\text{m}^2/\text{s}$  et Q en  $\text{m}^3/\text{h}$ .

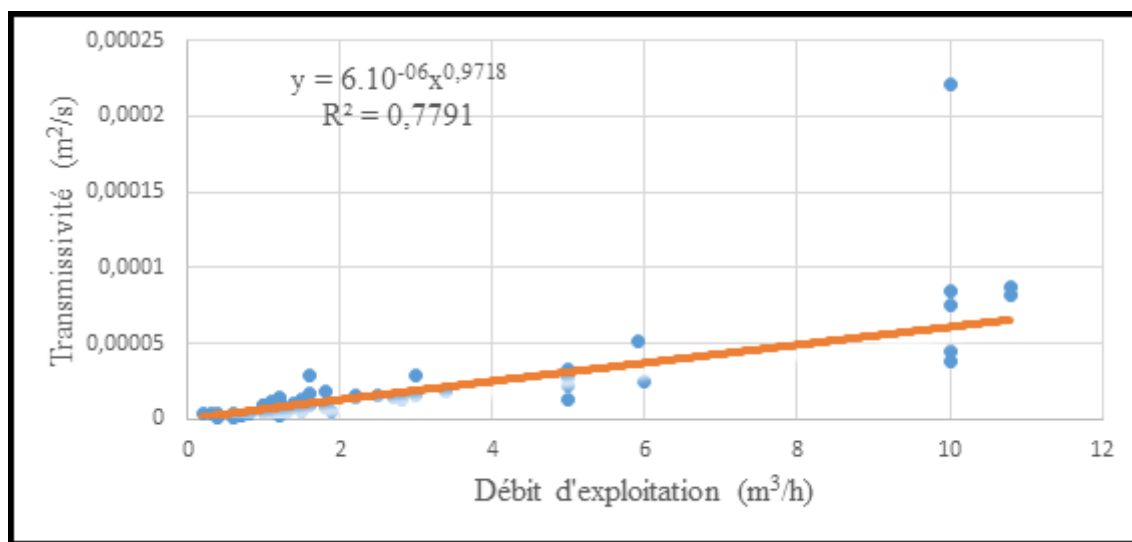


Figure 21 : Relation entre la transmissivité et le débit des forages

### 3-1-3-2. Analyse statistique en composante principale (ACP) des paramètres

L'analyse ACP considère toutes les variables prises individuellement dans l'analyse précédente. Elle permet donc d'étudier simultanément les relations entre l'ensemble de ces variables et de déceler éventuellement les variables influencées par plusieurs paramètres.

#### ❖ Analyse de la matrice de corrélation

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau suivant présente les résultats de calculs de corrélation entre les différents paramètres.

**Tableau IV** : Matrice de corrélation

Variables	T	Qsp	EA	Pt	AE	Q	ES	NS
<b>T</b>	1,000							
<b>Qsp</b>	<b>0,970</b>	1,000						
<b>EA</b>	-0,036	-0,035	1,00					
<b>Pt</b>	0,034	0,034	0,148	1,000				
<b>AE1</b>	0,112	0,112	-0,117	<b>0,671</b>	1,000			
<b>Q</b>	<b>0,780</b>	<b>0,781</b>	-0,032	0,129	0,072	1,000		
<b>ES</b>	0,053	0,052	<b>-0,622</b>	<b>0,653</b>	<b>0,577</b>	0,153	1,000	
<b>NS</b>	-0,077	-0,078	-0,025	-0,009	-0,136	-0,166	0,037	1,000

L'analyse du Tableau IV permet de souligner plusieurs corrélations entre les variables. Les corrélations les plus significatives sont celles entre T et Qsp (0,97), entre Q et Qsp et Q et T (0,7806). La relation entre la transmissivité et le débit spécifique est confirmée par la matrice de corrélation. Ce qui montre bien que le débit spécifique est également de sa connexité avec le forage. Il existe également des corrélations moyennes entre Pt et ES (0,6534), AE et ES (0,5770) et enfin entre AE et Pt (0,6712). Ces différentes relations évoquent l'influence de la transmissivité sur la productivité des ouvrages, de l'épaisseur d'altération et des arrivées d'eau sur le niveau d'eau dans les aquifères (niveau statique). On peut enfin souligner la corrélation négative entre EA et ES (-0,6225) qui indique que, une forte épaisseur d'altération rencontrée susciterait un ouvrage sur une faible épaisseur de socle.

### ❖ Analyse dans l'espace des variables

#### ▪ Plan factoriel F1-F2

Dans la structure du plan F1-F2 (Figure 22), les variables Pt, AE, EA, ES, Q, Qsp et T sont très bien représentés. Le facteur 1 est corrélé dans sa partie positive avec les paramètres tels qu'EA et NS. Dans sa partie négative il est corrélé avec Q, Qsp et T. Ces paramètres évoquent la présence de fracture ou d'eaux souterraines. Ils sont caractéristiques de la productivité des forages. En effet, la transmissivité est la capacité d'un aquifère à se laisser traverser par l'eau et partant son rapport avec la productivité. Il en est de même avec du débit de forage et du débit spécifique qui restent liés à la productivité. La relative opposition sur l'axe 1 de T, Qsp et Q avec EA et NS indique qu'ils évoluent de façon inversement proportionnelle. Ce qui veut dire

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

que, plus l'épaisseur d'altérites et le niveau statique sont petits, plus les productivités des ouvrages de captage augmentent. Le facteur 1 caractérise donc la productivité des ouvrages.

Le facteur 2 est caractérisé par les variables Pt, ES et AE et à un fort degré par NS. La relation entre Pt et AE indique que la probabilité de trouver des arrivées d'eau est fonction de la profondeur totale forée et de l'épaisseur du socle foré. La corrélation entre ces paramètres exprime la variation du niveau d'eau avec les arrivées d'eau. De tout ce qui précède, on peut dire que le facteur 2 exprime la variation du niveau d'eau dans les aquifères.

### ▪ Plan factoriel F1-F3

Dans ce plan, les variables EA, Q, Qsp et T sont bien représentés et le facteur 1 est toujours défini par les mêmes variables que précédemment (NS, T, Qsp, et Q) sauf EA. Mais il est aussi corrélé par les variables AE et ES. Il caractérise la productivité des ouvrages (Figure 23). Quant au facteur 3, il est défini par les variables Pt (profondeur totale), AE1, NS, EA et ES. La relation entre les paramètres Pt et ES (0,6534) et entre Pt et AE (0,6712), indique que l'épaisseur de socle foré, ou épaisseur sous la base des altérites meuble augmente avec la profondeur totale du forage et que les premières arrivées d'eau sont fonction de cette profondeur. Ces paramètres sont certes déterminants dans la productivité des ouvrages, mais ils caractérisent surtout le coût du forage. De ce fait, le facteur 3 représente, le coût d'investissement pour réaliser un forage, en optimisant la profondeur de forage.

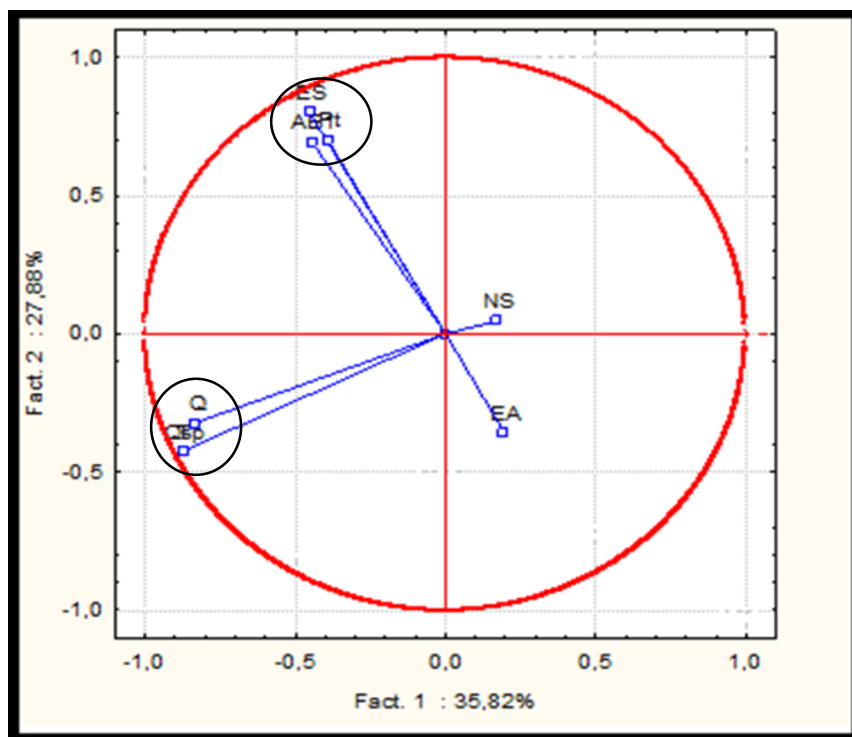


Figure 22 : Projection des variables dans le plan F1-F2

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

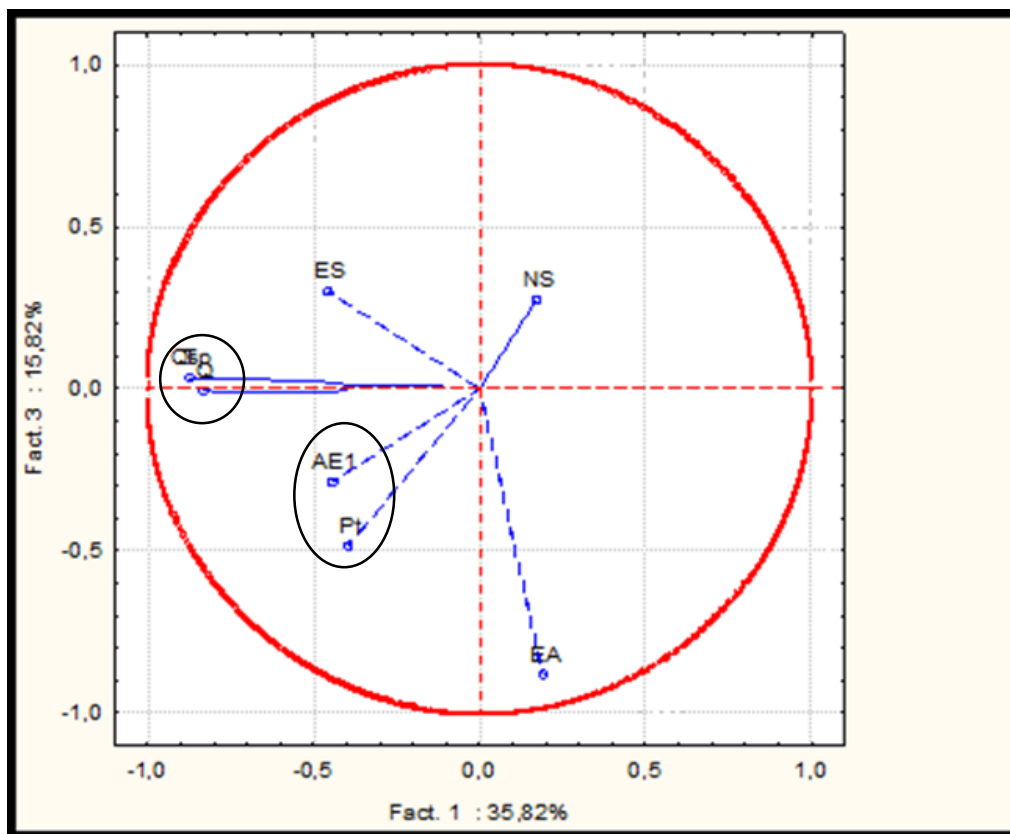


Figure 23 : Projection des variables dans le plan factoriel F1-F3

### 3-2. Discussion

Cette étude a mis en évidence les caractéristiques lithologiques et hydrodynamiques du système aquifère de la zone d'étude.

Dans les localités de Boundiali et Kouto, que ce soit au niveau des granites ou des schistes, les forages ont des profondeurs totales qui ne dépassent pas les profondeurs limites de forage proposées dans la littérature, 80 m sur granites, 100 m sur schistes. Selon Kouadio *et al.*, 2010, il existe une profondeur au-delà de laquelle, les chances de trouver un horizon aquifère s'amenuisent, surtout au sein des roches de socle altérée. D'ailleurs les travaux de Savadogo, 1984 ; Banks, 1992 ; Biémi, 1992 ; Kouadio, 2005 et Soro, 2010 ont ainsi défini la profondeur optimale ne dépassant pas 100 m à atteindre lors de campagne de forages pour obtenir des productivités satisfaisantes au niveau des roches cristallines. Pour Gombert, 1997, ceci permet d'éviter les surcreusements inutiles très souvent constatés lors des campagnes de forages, sans aucune amélioration sur la productivité des ouvrages. Selon Durand, 2001 la productivité des forages est aussi liée à certains paramètres tels que la profondeur des forages (Pt), et l'épaisseur des altérites (EA). Les profondeurs de forage plus élevées (80 m) obtenues dans la région étudiée sont liées à une fixation des profondeurs par le projet ou à cause du débit escompté non

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

atteint. En effet, la profondeur maximale forée lors des programmes d'hydraulique est généralement fixée dès le départ du projet ainsi qu'un débit jugé positif. Si ce débit positif est atteint, le forage est arrêté immédiatement sans tenir compte de la possibilité de trouver des débits plus conséquents en profondeur. Si non certains forages sont prolongés à la recherche du débit imposé. D'autres auteurs (N'go *et al.*, 2005) soutiennent que la possibilité d'obtenir des forages productifs est réelle à de grandes profondeurs. Dans nos deux départements étudiés, on peut retenir que les profondeurs varient de 29,9 à 80 m avec une moyenne de 52,70 m et de 54,37 m respectivement dans les granites et les schistes. Ces résultats sont similaires à ceux du département voisin, Katiola où l'on a des profondeurs variant de de 20,3 à 99 m pour une profondeur moyenne de 56,48 m dans les granites et de 51,06 dans les schistes. Les profondeurs plus productives obtenues à Boundiali et kouto se localisent entre 40 et 70 m dans le sous-sol. Ceci est conforme aux travaux effectués en Côte d'Ivoire par Biémi, 1992 ; Lasm, 2000 ; Jourda, 2005 ; N'go *et al.*, 2005 et Youan Ta, 2008, fixant l'existence de fissures ouvertes entre 50 et 70 m de profondeur. Dans le même contexte de socle, N'go *et al.*, (2005) et Koïta *et al.*, (2010) suggèrent les profondeurs comprises entre 40 et 70 m comme profondeurs optimales. Par ailleurs, Bidi *et al.*, (2004) soutiennent que les zones les plus productives se situent entre 40 et 60 m.

Les auteurs comme Wyns *et al.*, 2004 ; Dewandel *et al.*, 2006 et Lachassagne *et al.*, 2011 ont entrepris plusieurs travaux permettant de montré l'importance des horizons d'altérités dans l'alimentation en eau des réseaux de fractures. Dans notre cas, la valeur moyenne des horizons altérés sur granite (16,8 m) est approximative de celles proposées par Engelanc (1978) qui est de 15 à 20 m. Elle est aussi identique à celle observée sur les formations schisteuses (23,5 m) de notre zone d'étude. Ces épaisseurs d'altération sur les granites et sur les schistes ne sont pas contraires aux observations faites par CEFIGRE (1990) en Afrique de l'Ouest, qui estime l'extension des altérites de 10 à 20 m en domaine granito-gneissique, et de 15 à 40 m en domaine schisteux. Dans la zone d'étude, la tranche des altérites liée aux gros débits (supérieurs à 5 m<sup>3</sup>/h) se situe entre 10 et 50 m. De plus, lorsque la profondeur d'altération est importante la probabilité d'obtenir un débit important est grande dans cette région. Ce résultat est conforme aux travaux, en Côte d'Ivoire de Berger *et al.*, 1981 et N'go *et al.*, 2005, au Burkina Faso de Sourisseau, 1981 et au Togo d'Assouma, 1988. D'ailleurs Kouassi *et al.*, (2012) soutiennent que dans les formations granitiques, la majorité des forages productifs se situe entre 5 et 45 m. Néanmoins, il fait remarquer que cette relation n'est pas linéaire car dépendant de la nature de la formation sous-jacente. Dans le même ordre d'idée, Koïta *et al.*, (2010) soutiennent qu'une forte couche d'altération est généralement présente dans les localités où des débits importants sont



## RÉSULTATS ET DISCUSSION

rencontrés. On peut remarquer que le paramètre épaisseur d'altération pour certains auteurs ne saurait garantir l'obtention d'un débit. C'est le cas avec Dibi *et al* (2004) qui soutiennent que la productivité des aquifères dans les formations granitiques n'est pas influencée par l'épaisseur d'altération dans le cadre de ces travaux sur la productivité des forages à Aboisso. Retenons aussi que lorsque la couche d'altération est importante (40 m), la productivité du forage dépendra de la quantité d'eau contenue dans cette altération, qui a un rôle capacitif et d'alimentation des fractures sous-jacentes.

Les arrivées d'eau (AE) les plus productives des départements de Boundiali et Kouto, se situent entre 25 et 60 m. Ces résultats sont conformes aux travaux réalisés en Côte d'Ivoire par Camerlo et Fahy (1981) ; Engalenc (1981) ; Faillat (1986) ; Drogue *et al* (1987) ; Soro (1987) ; CEFIGRE (1990) ; Biémi (1992) et Lasm, (2000) qui trouvent des AE comprises entre 20 et 40 m. Le débit de ces arrivées d'eau est déterminé par comptage du nombre de fracture productive rencontrée lors de l'exécution d'un forage (Kouadio *et al.*, 2010). Dans notre étude, les AE se situent spécifiquement dans la zone de socle fracturée, depuis le toit du substratum rocheux.

Les différentes valeurs de transmissivité obtenues dans les zones de Boundiali et de Kouto varient entre  $1,13 \cdot 10^{-6}$  et  $2,21 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s avec une moyenne de  $2,01 \cdot 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s. Elles s'inscrivent dans la gamme des valeurs de transmissivité rencontrées en zone de socle fracturé d'Afrique de l'Ouest en général et sur le socle ivoirien en particulier (Faillat (1986); Biémi (1992); Dibi *et al* (2004) dans la région d'Aboisso ; Ahoussi (2008) dans la région d'Agboville ; Soro (2010) dans la région de Grand Lahou.

Le débit spécifique est une variable très importante dans la détermination de la productivité des ouvrages de captage (Neves et Morales, 2007). La gamme des débits spécifiques enregistrée à Boundiali et Kouto (0,02 à 4,35 m<sup>2</sup>/h) s'inscrit dans l'intervalle des valeurs observées dans la province du Kourwéogo, au Burkina Faso (Priva, 2012 et Ouedraogo, 1988) et en Côte d'Ivoire (Bernard et Mouton, 1981 et Soro, 2010). La plupart des valeurs de débit spécifique (Qsp) observées sont faibles dans la région et dépassent rarement les 1 m<sup>2</sup>/h.

L'étude de la productivité des ouvrages révèle que 85,29% des ouvrages ont des débits supérieurs à 1 m<sup>3</sup>/s. Selon Soro (1987) et Savané (1997), ces débits sont acceptables pour une alimentation en eau potable (AEP) des populations rurales. Et plus de la moitié (59,79%) des forages de la région a des débits faibles (<2,5 m<sup>3</sup>/h). Cela peut être imputé aux manques d'études approfondies (télétection, géophysique) pour de nombreuses implantations d'ouvrages hydrauliques (Faillat, 1986, Soro 1987). Il ressort de cette étude que les schistes sont plus productifs que les granites. Ces résultats sont en accord avec les travaux effectués sur le socle ivoirien par Biémi, 1992 ; Soro *et al*, 2010 et Gnamba *et al.*, 2014. Ils soutiennent que

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

les schistes sont les formations géologiques les plus productives en Côte d'Ivoire. Cela s'explique par le fait que les schistes présentent des structures en feuillées. Ils sont également redressés à la verticale, ce qui leur confère l'avantage d'être plus transmissifs que les autres formations. Le produit d'altération est constitué d'argiles qui sont moins perméables que les arènes granitiques. Toutefois, les ouvrages dans les granites sont productifs (jusqu'à  $Q = 18 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Ce résultat est conforme à ceux de Gnamba *et al.* (2014) à Katiola et de Dibi *et al.* (2004) à Aboisso.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le but de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance du comportement hydrodynamique des aquifères de socle dans les Départements de Boundiali et de Kouto. Les pompages d'essais contribuent à une meilleure connaissance du comportement hydrodynamique des aquifères en milieu de socle.

Les principaux sens d'écoulement d'eau souterraine sont similaires à ceux des eaux en surface de la région. La principale direction des accidents géologiques N40-50°. Les fractures majeures qui apparaissent au second plan sont de directions N80-90° et N110-120°.

Les débits d'exploitations varient de 0,2 à 18 m<sup>3</sup>/h avec une moyenne de 3,31 m<sup>3</sup>/h. Les débits de plus de 5 m<sup>3</sup>/h représente 24%. Les arrivées d'eau les plus productives se localisent dans les 40 premiers m du sous-sol. Elles sont situées exclusivement dans le socle fracturé. Les schistes sont plus productifs que les granites dans la zone d'étude. Les transmissivités calculées oscillent entre 1,23.10<sup>-6</sup> et 2,01.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s avec une moyenne géométrique de 1,09.10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup>/s. Les débits spécifiques varient entre 0,02 et 4,35 m<sup>2</sup>/h pour une valeur moyenne de 0,4 m<sup>2</sup>/h. La transmissivité et le débit sont étroitement liés avec un coefficient de corrélation de 0,80.

La profondeur des forages varie de 20,9 à 90 m avec une valeur moyenne de l'ordre de 53,37 m. Les forages ayant une profondeur totale comprise entre 40 et 70 m sont les plus productifs. Les épaisseurs des altérites sont comprise entre 5,30 et 60 m avec une valeur moyenne de 20,14 m. Les épaisseurs comprises entre 10 à 40 m sont liés aux débits forts (> 5 m<sup>3</sup>/h).

L'ACP a permis de montrer que le débit d'exploitation, la transmissivité et conductivité hydraulique évoluent dans le même sens. Il en est de même pour l'épaisseur de socle la profondeur de socle et les arrivées d'eau.

En perspective, les études doivent être approfondies afin d'appréhender les écoulements souterrains. Il est donc souhaitable de réaliser plusieurs piézomètres et de les équiper de sonde piézométrique automatique afin d'obtenir des données plus fiables. Effectuer des études de sondages géophysiques afin de mieux appréhender le caractère continu ou discontinu du système aquifère. Il convient aussi de faire la modélisation numérique de la nappe en régime permanent et transitoire afin de pouvoir appréhender les effets conjugués de la baisse de la pluviométrie et de l'exploitation intensive de ces aquifères de socle.

## **RÉFÉRENCES**

## RÉFÉRENCES

- Adja M. (2009). Étude de l'état hydrique saisonnier du bassin versant de la Bagoé dans un contexte de variabilité climatique. Départements de Boundiali et Tengrela (milieux Soudano-sahéliens au nord-ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, Université de Cocody - Abidjan, Côte d'Ivoire 209 p.
- Ahoussi K.E. (2008). Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Application de l'hydrochimie et des isotopes de l'environnement à l'étude des aquifères continus et discontinus de la région d'Abidjan-Agboville. Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 270 p.
- Ake G.E. (2001). Evaluation des ressources en eau souterraine de la région de Bonoua, Mémoire de DEA, Université de Cocody, 72 p.
- Assouma D. (1988). Etude par modèle mathématique de la structure et du fonctionnement d'un aquifère de socle exploité, en région tropical (Alimentation en eau potable de la ville de Dapaong-Togo). Thèse 3e cycle Université Orléans, 183 p.
- André F.B., Jules R.N.N., Guillaume E.M. & George E.E. (2016). Caractérisation hydrogéologique des aquifères de socle altéré et fissuré du bassin versant de l'Olézoa à Yaoundé (Cameroun), 29(2) : 59-105.
- Baali F. (2001). Eude hydrogéologique hydrochimique de la région karstique de Chéria N-E Algérien. Master, Université d'Annaba Algérie, 100 p.
- Banks D. (1992). Estimation of apparent transmissivity from capacity testing of boreholes in bedrock aquifers. *Applied Hydrogeology*, 4 : 5-19.
- Berger J., Camerlo J., Fahy J.C. & Haubert M. (1981). Etude des ressources en eau souterraines dans une région de socle cristallin : la « Boucle du Cacao » en Côte d'Ivoire. Bulletin BRGM, 2 : 329-338.
- Biemi J. (1992). Contribution à l'étude géologique, hydrogéologique et par télédétection des bassins versants subsahéliens du socle précambrien d'Afrique de l'Ouest : Hydrostructurale hydrodynamique, hydrochimique et isotopie des aquifères discontinus de sillons et aire granitique de la Haute Marahoué (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Cocody, Côte d'Ivoire 479 p.
- Caillez F. & Pages J.P. (1976). Introduction à l'analyse des données. SMASH, Paris, 616 p.
- Camerlo J. & Fahy J.C. (1981). Premiers résultats obtenus en Côte d'Ivoire dans les recherches d'eau axées sur les fractures secondaires des roches grenues du socle. Bulletin BRGM., Série II, Section III, 4: 289-291.
- CEFIGRE. (1990). L'hydrogéologie de l'Afrique de l'Ouest: synthèse des connaissances, socle cristallin et cristallophyllien et sédimentaire ancien, Edition 2, 126 p.

## RÉFÉRENCES

- Cosan Y. (1979). Une méthode d'étude des caractéristiques Hydrogéologiques des nappes de fissures. Société géologique de Belgique, 101 p.
- Dewandel B., Lachassagne P., Wyns R., Maréchal J.C. & Krishnamurthy. (2006). A generalized 3-D geological and hydrogeological conceptual model of granite aquifers controlled by single or multiphase weathering. *Journal. Hydrology*, 330 : 260-284.
- Dibi B., Inza D., Goula B.T.A., Savané I. & Biémi J. (2004). Analyse statistique des paramètres influençant la productivité des forages d'eau en milieu cristallin et cristalloyphyllien dans la région d'Aboisso (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Sud Sciences & Technologies*, 13 : 25-27.
- Dubois J. (1999). Identification des linéaments dans les images satellitaires par ajustement et suivi de segments. *Maitrise Mine et Ingénierie*, 66 p.
- Durand V. (2001) : Recherche des relations entre la structure des aquifères de socle et leur fonctionnement hydrogéologique à partir d'un signal. Traitement à deux échelles différentes de bassins versants. Mémoire DEA, Ecole des Mines de Paris et Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts, 50 p.
- El Hadani D. (1997). Télédétection et système d'information géographique pour la gestion et la recherche de l'eau. *Proceedings of Rabat Symposium S3*, 242 p.
- Engalenc M. (1978). Méthodes d'étude et de recherche de l'eau souterraine des roches cristallines de l'Afrique de l'Ouest. Comité interafricain d'études hydrauliques, série hydrogéologie, 2 : 193-318.
- Faillat J.P. (1986). Aquifères de fissures en Zones tropicales humides ; structure, hydrodynamique et hydrochimique (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat d'Etat, université des sciences et techniques du Languedoc, 536 p.
- Fall M.D. (2012). Modélisation hydrogéologique conceptuelle de la nappe des sables quaternaires du littoral nord du Sénégal entre Dakar et Saint-Louis. Mémoire de Master, Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement d'Ouagadougou, Burkina Faso, 88 p.
- Girard M.J. (1960). Etude du bassin versant de la haute Bagoé, Société d'Equipement de la Côte d'Ivoire, Rapport final, 136 p.
- Gnamba F.M., Oga Y.M.S., Gngangne T., Lasm T., Biémi J. & Kouakou Y.K.N. (2014). Analyse de la productivité des aquifères de fissures du socle paléoprotérozoïque de la région de Katiola (Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal*, 10(5) : 20-29.
- Gombert P. (1997). Variabilité spatiale de la productivité aquifère du socle sahélien en hydraulique rurale. *Hard Rock Hydrosystems*, 241 : 113-122.

## RÉFÉRENCES

- Guisado A. (2015). Réalisation d'une carte piézométrique et intérêt dans la limitation des Aires d'alimentation de captages. Mémoire de stage de Master, UFR Géosciences, Université de Bourgogne (Bourgogne, France), 36 p.
- INS (Institut National de la Statistique). (2014). Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) Résultats globaux. INS (Abidjan-côte d'Ivoire), 26 p.
- Jourda J.P. (2005). 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-Abidjan, Côte d'Ivoire, 430 p.
- Julie L. (2012). Modélisation de l'impact des forages océaniques sur les nappes côtières, Thèse, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 233 p.
- Koita M. (2010). Caractérisation et modélisation du fonctionnement hydrodynamique d'un aquifère fracturé en zone du socle-région Dimokro-Bongouanou (centre-est de la Côte d'Ivoire), UFR des sciences et techniques du languedoc, Université Montpellier II (Montpellier, France), Thèse, 235 p.
- Kouamé K.I. (2007). Pollution physico-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, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire), 230 p.
- Kouassi A.M., Ahoussi K.E., Yao K.A., Ourega W.E.J.A., Yao K.S.B. & Biemi J. (2012). Analyse de la productivité des aquifères fissurés de la région de Nzi-Comoé (Centre-est de la Côte d'Ivoire). *Larhyss Journal*, 10 : 57-74
- Kouassi K.A. (2013). Modélisation hydrodynamique en milieu poreux saturé par approche inverse via une paramétrisation multi-échelle : Cas de l'aquifère du Continental 51 Terminal d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire), 268 p.
- Kouassi K.J.M. (2017). Modélisation du fonctionnement hydrodynamique d'un aquifère d'altérite : cas de la ville de Daloa (Cote d'Ivoire), Mémoire de master, Université Jean Lorougnon Guédé-Daloa, 73 p
- Kouadio K.E. (2005). Stratégie de prospection des nappes de fissures par analyse spatiale du potentiel de productivité et optimisation de la profondeur des forages. Cas du Denguelé (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 181 p.



## RÉFÉRENCES

- Kouadio K.E., Soro N. & Savane I. (2010). Stratégie d'optimisation de la profondeur des forages en contexte de socle : application à la région du Denguélé, Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Revue des Sciences de l'Eau*, 23(1) : 1-15.
- Kruseman G.P. & De Ridder N.A. (1974). Analysis and Evaluation of Pumping Test Data, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, 2ème édition, 166 p.
- Lasm T. (2000). Hydrogéologie des réservoirs fracturés de socle: Analyses statistiques et géostatistiques de la fracturation et des propriétés hydrauliques. Application à la région des montagnes de Côte d'Ivoire (domaine Archéen). Thèse de Doctorat de l'université de Poitiers, France, 274 p.
- Lachassagne P.R., Wyns R. & Dewandel B. (2011). The fracture permeability of Hard Rock Aquifers is due neither to tectonics, nor to unloading, but to weathering processes. *Terra Nova*, 10 : 1365-3121.
- Lachassagne P.R & Wyns R. (2005). Aquifères de socle : nouveaux concepts, Application à la prospection et la gestion de la ressource en eau. *Geosciences*, 2 : 32-37.
- Maréchal J. & Dewandel B. (2004). Use of hydraulic tests at different scales to characterize fracture network properties in the weathered-fractured layer of a hard rock aquifer. *Water resources research*, 40 p.
- Neves M.A. & Morales N. (2007). Well productivity controlling factors in cristalline terrains of southeastern Brazil. *Hydrogeology Journal*, 15 : 471-482.
- N'Go Y.A., Gone D.L., Savane I. & Goble M.M. (2005). Potentialités en eaux souterraines des aquiferes d'Agboville (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire) : Caractérisation hydroclimatique et physique. *Afrique SCIENCE*, 1(1) : 127-144.
- Ouédraogo M. (2016). Caractérisation des aquifères de socle pour l'amélioration de la productivité des forages d'hydraulique villageoise dans le bassin versant du Bandama blanc amont (Nord de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, UFR des Sciences mécaniques et énergétiques, matériaux et géosciences (SMEMAG), Université Paris-Saclay (Paris, France), 241 p.
- Savané I., Goze B. & Gwin Q. (1997). Evaluation de la productivité des ouvrages dans le socle par l'étude des fractures et le GIS dans la région nord-ouest de la Côte d'Ivoire. *Hard Rock Hydrosystems*, 241 p.
- Sawadogo A.N. (1984). Géologie et hydrogéologie du socle cristallin de la Haute Volta : étude régionale du bassin versant de lma Sissili. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Grenoble, France, 350 p.

## RÉFÉRENCES

- SCORE. (2018). Programme BID-UEMOA d'hydraulique et d'assainissement en milieu rural. Rapport final, 31 p.
- Soro D.D. (2017). Caractérisation et modélisation hydrogéologique d'un aquifère en milieu de socle fracturé : cas du site expérimental de Sanon (Burkina Faso), Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie–Paris 6, France et Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement Burkina Faso, 303 p.
- Soro G., Soro N., Ahoussi K.E., Lasm T., Kouame F.K., Soro T.D. & Biemi J. (2010). Evaluation des propriétés hydrauliques des aquifères fracturés des formations cristalline et métamorphique dans la région des Lacs (centre de la Côte d'Ivoire). *Estudios Geologicos*, 66(2) : 1400-1425.
- Soro G. (2010). Evaluation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraine dans la région des lacs (Centre de la Côte d'Ivoire) : hydrogéologie et hydrochimie des aquifères discontinus du district de Yamoussoukro et du département de Tiébissou. Thèse unique. Université de Cocody. Abidjan (Côte d'Ivoire), 250 p.
- Soro N. (1987). Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du Sud-Est de la Côte d'Ivoire. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle Université Sciences, Technologie et Médicale de Grenoble, France, 243 p.
- Souriceau B. (1981). Hydraulique villageoise dans le Département du Sahel (Haute Volta). Rapport final BROM, 109 p.
- Ta Y.M. (2008). 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 de Doctorat de l'Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, 237 p.
- Ta Y.M., Lasm T., Jourda J., Kouame K., & Razack M. (2008). Cartographie des accidents géologiques par imagerie satellitaire Landsat-7 ETM+ et analyse des Réseaux de fracture du socle Précambrien de la région de Bondoukou (Nord-Est de la Côte d'Ivoire). *Revue Télédétection*, 8(2) : 119-135.
- Wyns R., Baltassat J.M., Lachassagne P., Legchenko A., Vairon J. & Mathieu F. (2004). Application of SNMR sounding for groundwater reserves mapping in weathered basement rocks (Brittany, France). *Bulletin Société Géologique France*, 175(1) : 21-34.
- Wyns R., Gourry J.C., Baltassat J.M. & Lebert F. (1999). Caractérisation multiparamètres des horizons de subsurface (0-100 m) en contexte de socle altéré. 2<sup>e</sup>me Colloque GEOFCAN. I. BRGM, UPMC. Orléans, France, 110 p.

## RÉFÉRENCES

Yao K.A., Kouassi A.M., Koffi Y.B. & Biemi J. (2010). Caractérisation hydrodynamique et hydrogéochimique des aquifères fissurés de la région de Toumodi (Centre de la Côte d'Ivoire). *Journal of Environmental Hydrology*, 18(26) : 50-90.

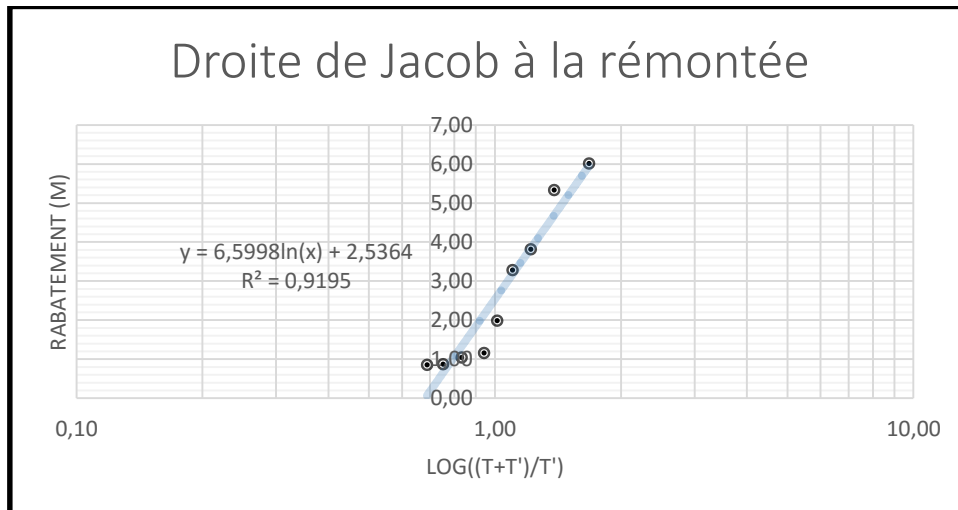
# **ANNEXES**

# ANNEXES

## Annexe 1 : Quelques données de 20 forages

Localités	ouvrages	Pt	Ps	AE1	AE2	rabat,	NS	Débit d'essai	Débit exploité	couches	Acquifere
Pinvoro	Forage	61,5	22,4	51,8	56,4	4,7	4,9	1,4	1,1	schiste birimien	socle fracturé
Pinvoro	Forage	52,5	29,9	43,3	47,9	4,5	3,6	0,3	0,3	schiste birimien	socle fracturé
sionfan	Forage	65	39,5	41,5		6,5	26,2	0,4	0,4	schiste birimien	socle fracturé
sionfan	forage	47,3	36	39	45,7	9,1	20	1,8	1,6	schiste birimien	socle fracturé
kasséré	forage	70,3	45	30		19,8	5,3	5	5	granite craton, biotite	socle fracturé
kasséré	forage	61	54,7	58		26,4	10,2	1,2	1,2	granite craton, biotite	socle fracturé
gbalo	forage	70	54	60	66	6,8	5,8	10	10	granite synclinaux, mica	socle fracturé
gbalo	Forage	70	35	52		12,6	5,7	6	6		socle fracturé
kofré	Forage	61	48,6	55		11,1	6	1	1	schiste birimien	socle fracturé
kofré	forage	66,2	55,4	58,3	64,5	10,9	9,9	10	1	schiste birimien	socle fracturé
koundé	forage	55	38,8	40	50,5	5	16,2	1,6	1,6	granite craton, biotite	socle fracturé
lafing	Forage	50	50	30		13,2	10,5	10	10	granite craton, biotite	alteration et socle fracturé
landiougou	Forage	62	47,2	52	56,4	7,5	4,2	1	1	granite craton, biotite	socle fracturé
landiougou	Forage	61,4	40,2	54,9	58,9	7,5	6,3	1	1	granite craton, biotite	socle fracturé
kasséré	forage	55	40	47	52	7,7	5,4	2,2	2,2	granite synclinaux, mica	socle fracturé
baya	Forage	63	46,5	51	60	6,9	2,3	1,5	1,5	granite synclinaux, mica	socle fracturé
baya	Forage	63	51,7	57		8,4	3,9	5	5	granite craton, biotite	alteration et socle fracturé
sienré	Forage	44	44	30		7	17,3	1,4	1,4	granite craton, biotite	alteration et socle fracturé
sienré	Forage	65	37	36	40	7,5	15,8	2,2	2,2		socle fracturé

## Annexe 2 : Droite de Jacob à la remontée après l'arrêt du pompage d'essai



## RESUME

L'approvisionnement en eau potable de la population des Départements de Boundiali et de Kouto est tributaire des eaux de surfaces. Le non pérennité et la croissance rapide de la population et de l'élevage, ont occasionné l'exploitation des eaux souterraines pour d'alimentation en eau potable. L'essentiel des ressources en eau souterraine est contenu dans les aquifères discontinus du socle. La compréhension du fonctionnement hydrogéologique de ces aquifères qui constitue l'objectif principal de cette étude, apparaît donc comme un enjeu majeur en hydrogéologie. Les pompages d'essais et les fiches techniques des forages ont servis à déterminer les propriétés hydrodynamiques par la méthode de la remontée de Cooper-Jacob et permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs et quantitatifs sur les caractéristiques hydrogéologiques des aquifères de socle des Départements Boundiali et de Kouto. La caractérisation de la piézométrie a été faite, une étude lithostructurale a été effectuée. Une étude statistique a porté sur la productivité des aquifères fissurés de la région par l'analyse comparative des débits et les paramètres physiques d'une part et l'analyse en composante principale Normée (ACPN) de ces paramètres caractéristiques de la productivité d'autre part. Les profondeurs les plus productives se rencontrent entre 40 et 70 m. La tranche de 10 à 40 m d'altérite offre les meilleurs débits. 59,79% des débits rencontrés dans la région sont faibles. Les schistes sont plus productifs que les granites.

**Mots-clés:** Aquifères de fissures, productivité, caractéristiques hydrogéologiques, transmissivité.

## ABSTRACT

Provision in drinking water of the population of the Departments of Boundiali and Kouto is tributary of the waters of surfaces. Non everlastingness and as well as the fast growth of the population and raising, caused the underground water exploitation for food in drinking water. The essential of resources in underground water is contained in the aquiferous discontinuous of the pedestal. The essential of resources in underground water is contained in the aquiferous discontinuous of the pedestal. The understanding of the working hydrogeological of these aquiferous that constitutes the main objective of this survey, appears therefore like a major stake in hydrogeology. The pumping of tests and the technical cards of the boring served to determined the streamlined properties by the method of the ascent of Cooper - Jacob and permitted to get qualitative and quantitative information on the characteristic hydrogeological of the aquiferous of pedestal of the Department Boundiali and Kouto. The characterization of the piézométric has been made, a survey lithostructurale has been done while s. A statistical survey was about the productivity of the aquiferous fissured on the one hand of the region by the comparative analysis of the debits and the physical parameters and the analysis in component main of these characteristic parameters of the productivity on the other hand ACPN. The most productive depths meet between 40 and 70 m. The slice of 10 to 40 m of regolith offers the best debits. 59.79% of the debits met in the region are weak. Schistes are more productive than the granites.

**Keywords:** Aquiferous of cracks, productivity, features hydrogeological, transmissivity.