MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1997

Présenté par :

SANOU Nouhoun

EXTENSION DES AQUIFERES DES GRES A GRANULES DE QUARTZ

319/97

MENTION :

Encadrement
L. MAR

DEDICACE

A mon très cher défunt père El Hadj Tidiane SANOU qui n'aura plus jamais l'occasion de lire ces lignes. Je lui reste reconnaissant pour tout ce qu'il a fait pour ses enfants que nous sommes.

A ma très chère mère Hadja Madjiélia DIABY KASSAMBA

A tous mes frères et soeur

REMERCIEMENTS

A l'issu de ces trois années de formation à l'Ecole Inter-Etat d'Ingénieurs et de l'Equipement Rural (EIER), et au terme de cette étude, modeste contribution à la reconnaissance des nappes souterraines de la region de Bobo, qu'il me soit permis ici, d'exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui , d'une manière ou d'une autre, à quelque moment que ce soit, ont contribuer à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.

Mes remerciements vont à :

- tout le personnel de la DRH-HB notamment à son Directeur Mr. Mamadou DIALLO et à Mr. Ouébabéni YE ;

- hydrogéologues de l'Assistance Technique du programme RESO : Mr. Fariborz JAMBAC et Mr. Abdoulaye SANGARE, pour leurs disponibilité constante et leurs conseils qui m'ont été d'un grand apport dans la réalisation de ce mémoire.

- Tous les professeurs de la formation initiale de l'EIER en général et en particulier à mon Maître de mémoire, Mr. Lamine MAR pour sa disponibilité et le climat de confiance qu'il a créé pour faciliter ce travail. Qu'ils daignent tous trouver en ces lignes le résultat de leur travail.

Je remercie sincèrement tous mes camarades de classe et tous mes amis pour les bons et surtout les mauvais moments passés ensemble ; et aussi pour leur esprit de collaboration malgré les difficultés rencontrées.

Je reste très reconnaissant à mes parents pour l'éducation et les sacrifices qu'ils m'ont toujours consentis.

A toutes ces personnes qui m'ont soutenu moralement, j'espère bien que le présent rapport ne déplaise.

RESUME

Le programme Etude des Ressources en Eau Souterraines (ERES), exécuté par la Direction Régionale de l'Hydraulique des Hauts-Bassins entre 1990 et 1993, a étudié l'aquifère des grès à granules de quartz (Ggq) de la série sédimentaire de la région de Bobo. Cette étude ne couvrait qu'environ 1500 km². La formation du Ggq s'étend cependant dans le sens Est-Ouest et dans le sens Sud-Nord sur plus de 300 km. La présente étude veut vérifier la continuité de cette unité sur ces extensions latérales.

La carte hydrogéologique de la zone, dessinée par Mr. Clément OUEDRAOGO (au 1/500 000) en 1996, a été le document de référence pour les travaux. Par superposition avec une carte des points d'eau, nous avons répertorié des ouvrages implantés dans les limites du Ggq. Au total, plus de 150 forages ont été recensés au titre de différents programmes d'hydraulique villageoise, sur la base de carte et de documents de forages.

Ce travail préliminaire a été suivi de travaux de terrain pour la collecte de données sur la conductivité et sur l'altitude des forages. Les coordonnées géographiques de certains ouvrages ont été vérifiées sur le terrain à l'aide d'un positionneur (GPS).

Tous les forages répertoriés n'ont pas été visités pour principalement des contraintes de temps. Plus de 70 forages dans une cinquantaine de villages ont été nivelés à l'aide d'un altimètre Paulin d'une précision de l'ordre du mètre.

Pour beaucoup d'ouvrages visités, leur pompe était en panne. Il n'a donc pas été possible de mesurer la conductivité et la température des eaux à tous les niveaux. A l'exception de quelques fortes valeurs qui ne reflètent pas en réalité la conductivité des eaux de l'aquifère du Ggq, les mesures faites fluctuent entre 10 µS/cm et 200 µS/cm. Le lien entre ces valeurs de conductivité et l'existence de failles profondes, affectant la disposition des couches des différentes formations n'a pas pu être établi. Toutefois ces résultats de la conductivité, qui traduisent une faible minéralisation des eaux, militent en faveur d'une qualité des eaux de cet aquifère acceptable pour des usages domestiques.

Les cuttings de quelques forages décrits ont permis une fois encore, de constater une forte variation lithologique de la formation.

La recharge naturelle des nappes, de détermination très délicate, a été appréciée en terme de variation annuelle des profondeurs d'eau pour chaque point d'observation. Les quelques courbes tracées à l'ordinateur montrent un certain décalage entre les pluies et les réponses des piézomètres à ces précipitations. Les maximums des profondeurs se situent entre Octobre et Novembre avec des minimums autour d'Avril, Mai et Juin

La carte piézométrique établie à partir du nivellement effectué et sur la base des niveaux statiques datant de la réalisation des ouvrages, n'a concernée que la partie Ouest de cette formation du Ggq ; le nivellement n'ayant essentiellement couvert que cette partie. Cette cartographie de la surface piézométrique a mis en évidence l'existence d'un dôme piézométrique et de 2 lignes de partage des eaux dont une partie s'écoule en direction du Mali voisin.

Cette contribution à l'étude des aquifères de la région, montre à quel point il est nécessaire, pour les différents intervenants dans ce milieu, de conjuguer leurs efforts de sorte à pousser encore plus loin, la frontière des connaissances sur les ressources en eau souterraine.

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION 3

II - CADRE DE L'ETUDE 4

II -1 Contexte climatique et hydrologique 4
II -2 Contexte géologique et hydrogéologique 6

III - TRAVAUX ANTERIEURS 10

III-1 Programme d'hydraulique villageoise BOAD 10
III-2 Projet Etude des Ressources en Eau Souterraine (ERES) 10
III-3 Programme Ressources en Eau du Sud-Ouest (RESO) 11
III-4 Autres Programmes 11
III-5 Synthèse préliminaire 12

IV - TRAVAUX REALISES 14

IV-1 Analyse des cuttings 14
IV-2 Nivellement 14
IV-2-1 méthodologie 14
IV-2-2 résultats 15

IV-3 Carte piézométrique 18

IV-3-1 objectifs 18
IV-3-2 mesures 18
IV-3-3 méthodologie 18
IV-3-4 interprétation 18

IV-4 Estimation de la recharge de la nappe 21

IV-4-1 relevés piézométriques 21
IV-4-2 methodologie 22
IV-4-3 résultats 22
IV-4-4 interprétation 22

IV-5 Productivité 22

IV-5-1 essai par paliers 22
IV-5-2 essai longue durée 23

IV-6 Conductivité électrique.....24

IV-6-1 objectifs 24
IV-6-2 mesures 24
IV-6-3 résultats 24

V - CONCLUSION 27

VI- BIBLIOGRAPHIE 28

VII- ANNEXES .

I - INTRODUCTION

L'eau est un facteur de développement. L'alimentation des populations en eau potable a toujours constitué une préoccupation pour les pays sahéliens et plus particulièrement le Burkina Faso.

De gros investissements sont mis en oeuvre à travers différents programmes d'hydraulique villageoise (PHV) avec la réalisation de beaucoup de forages, pour la satisfaction des besoins en eau potable. Les PHV ont leur mérite de fournir de l'eau potable aux populations. Mais ils doivent être intégrés dans des stratégies de reconnaissance de plus en plus approfondie des ressources en eau souterraine.

Les forages d'exploitation sont tout aussi des forages de reconnaissance pour autant que l'on mette l'organisation nécessaire en place afin de valoriser les informations qu'ils fournissent sur la géologie et l'hydrogéologie. Cependant, l'étude des aquifères exploités n'a pas toujours fait l'objet d'une préoccupation au niveau des PHV. Et pourtant une meilleure reconnaissance des potentialités des nappes d'eau souterraine est plus qu'importante car elle permet de mieux optimiser leur valorisation.

Le présent thème d'étude « *Extension des aquifères des grès à granules de quartz* » (Ggq) dans la zone du programme RESO, proposé par la Direction Régionale de l'Hydraulique des Hauts-Bassins (DRH-HB), s'inscrit dans un programme de recherche approfondie des ressources en eau souterraine de la région de Bobo, initié depuis 1992. Il constitue un aspect des études spécifiques de l'actuel programme de valorisation des Ressources en Eau du Sud-Ouest (RESO) exécuté par la DRH-HB.

Cette formation du Ggq, aquifère d'une série sédimentaire, a été reconnue sur une zone d'environ 1500 km² autour de la ville de Bobo-Dioulasso par le projet Etude des Ressources en Eau Souterraine (ERES). Or, sur la carte géologique du Burkina, cette unité s'étend vers l'Ouest jusqu'à la frontière avec le Mali et vers le Nord jusqu'à Dédougou, dans la province du Mouhoun. Elle se déroule ainsi sur un front de plus de 300 km. L'objectif est de vérifier la continuité de l'aquifère sur ses extensions latérales.

Ces études participent non seulement à la reconnaissance de cette importante formation hydrogéologique qu'est celle du Ggq notamment sur ses aspects de lithologie, de conductivité, de piézométrie et de productivité ; mais aussi à la mise en place progressive d'un schéma directeur d'exploitation des ressources hydrauliques de la zone : ce qui constituerait un outil de planification, de recherche et d'exploitation des ressources en eau souterraine des programmes à venir (hydraulique villageoise ou pastorale, AEP des centres urbains comme Bobo, hydraulique agricole, etc.).

Le travail s'articulera de la manière suivante :

- après avoir situé le cadre de cette étude, nous ferons le point des travaux antérieurs sur la zone d'étude ;
- le second point traitera des études faites dans le cadre de ce mémoire.

II - CADRE DE L'ETUDE

La zone d'étude concernée est celle du projet RESO. Située dans le Sud-Ouest du Burkina Faso, elle s'étend entre les parallèles 9° 28' N - 12° 10' N et les méridiens 2° 30' O 5° 40'O soit environ 60 400 km². Elle couvre les actuelles provinces :

- du Houet ;
- de la Comoé ;
- du Kénédougou ;
- du Poni ;
- de la Bougouriba ;
- de la Léraba ;
- du Ioba ;
- du Noumbiel ;
- et du Tuy.

La formation du Ggq, qui fait l'objet de la présente étude, ne couvre cependant pas toute la zone du projet. La bande qu'elle constitue couvre les deux provinces du Houet et de Kénédougou sur une largeur moyenne d'environ 350 kilomètres dans le sens Est-Ouest et de moins de10 kilomètres dans le sens Sud-Nord.

La figure n° 1 nous renseigne sur les limites de la zone du projet.

II-1 Contexte climatique et hydrologique

Le climat est de type sud-soudanien avec deux saisons bien marquées :

- une saison sèche de Novembre à Mai-Juin ;
- une saison des pluies de Juin-Juillet à Octobre.

La végétation est de type soudano-guinéenne.

La zone d'intervention du projet est drainée par 3 cours d'eau principaux qui sont le Mouhoun au centre ; au Sud le réseau hydrographique de la Comoé supérieure et au Nord le Banifing (affluent du Bani lui même affluent en territoire burkinabè du fleuve Niger). Mais sur la surface que représente les grès à granules de quartz, coulent la Léraba, le Kou et le Farakoba.

C'est une des régions les plus arrosées du pays. Les précipitations moyennes annuelles se situent entre 900 mm et 1150 mm. Elles peuvent atteindre 1300 mm/an au Sud de la zone.

La zone est circonscrite sur trois bassins versants hydrologiques :

- le bassin du fleuve Niger partagé avec le Mali ;
- le bassin du Mouhoun ;
- et le bassin de la Comoé qui s'étend sur la Côte d'ivoire.

Figure n° 1 : zone d'intervention du programme RESO

II-2 Contexte géologique et hydrogéologique

Le territoire du programme RESO s'étend sur 2 types de formations séparées en partie par la falaise de Banfora : une série sédimentaire couvrant environ 30 % de la zone et des formations du socle. Dans cet aperçu géologique, nous nous intéresserons seulement aux formations sédimentaires notamment à l'unité des grès à granules de quartz.

Cet ensemble sédimentaire du précambrien A (supérieur), fait partie du bassin de Taoudéni. Il se compose essentiellement de 2 groupes qui sont :

- le groupe de la falaise (# 700 m) ;
- le groupe de Bobo (# 1000 m).

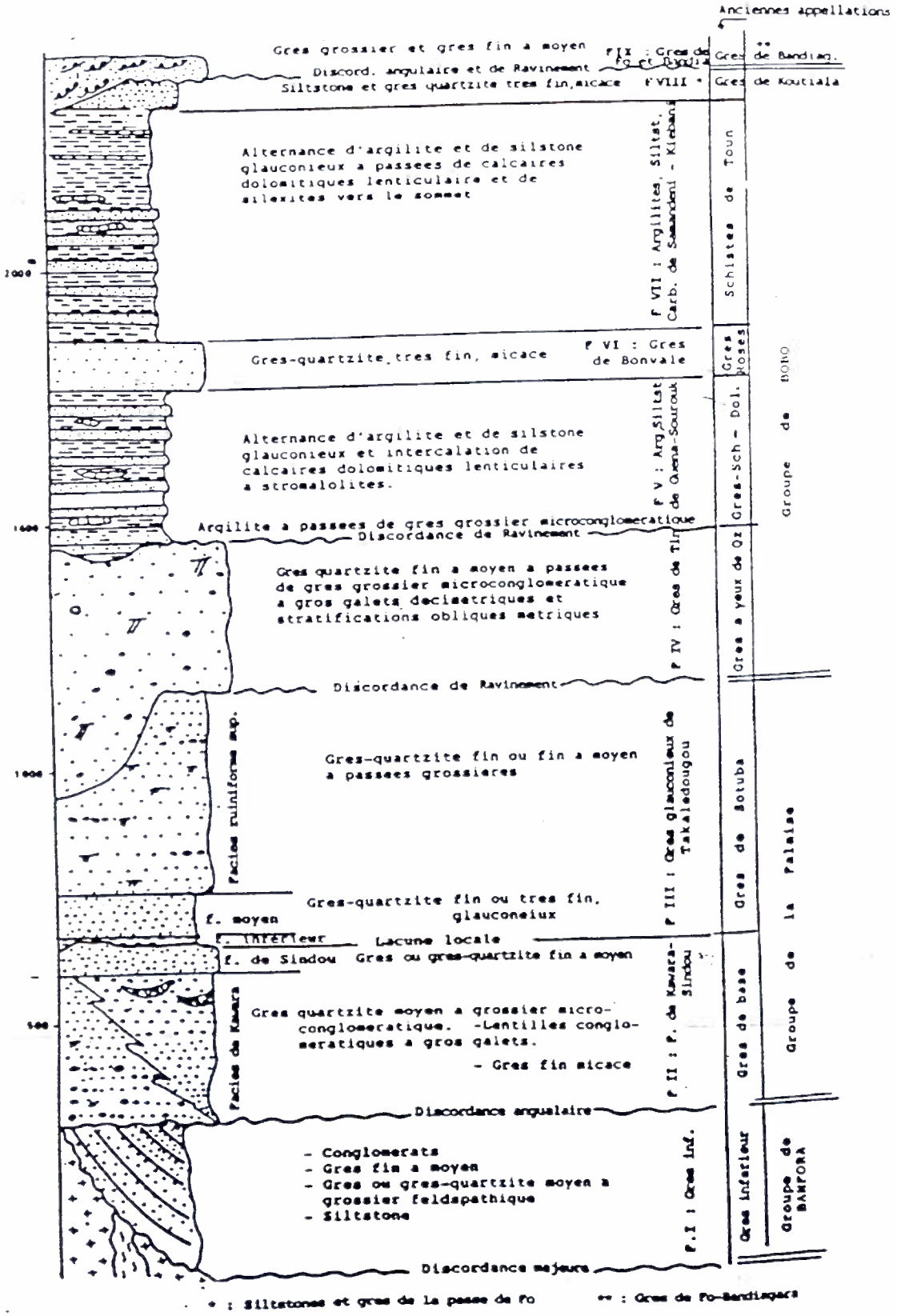
Ce sont des formations principalement gréseuses qui affleurent en bandes parallèles orientées S.SW – N.NE, presque parallèlement à la falaise de Banfora. Le pendage, Nord-Ouest, est faible ; de l'ordre de 2 °. De la base vers le sommet nous avons :

- **les grès inférieurs ;**
- **la formation des grès de Kawara – Sindou (Gks) :** constituant l'essentiel de la falaise de Banfora, elle repose en discordance sur le socle cristallin ou cristallophylien. Son épaisseur , de l'ordre de 90 m, peut atteindre 250 m ;
- **la formation des grès fins glauconieux de Takalédougou (Gfg)** d'épaisseur variant entre 150 m et 500 m. Sa partie inférieure est composée par alternance de grès grossiers conglomératiques glauconieux et de minces niveaux de grès très fins, silteux rougeâtre, à débit schisteux caractérisant la base de la formation. Le contact avec la formation sous-jacente semble progressif ;
- **la formation des grès à granules de quartz (Ggq)** marquée par la présence de granules de quartz ;
- **les silstonnes, argilites et carbonates de Guena – Sourkoudinga (Sac) :** cette formation, d'épaisseur estimée à environ 300 m, débute au contact de la formation sous-jacente par des grès très fins roses contenant des passés de grès grossiers et de minces niveaux d'argilite et calcaire dolomitique. Ce faciès de contact est surmonté par un grès quartzite très fin, arkosique, gris-cendre à rose. Le reste de la formation est constitué par alternance d'argilites gréseuses vertes, de silstonnes et de grès fins roux avec par endroits, de gros bancs de grès très fins ou des niveaux plus ou moins épais de dolomie et calcaire dolomitique à stromatolites ;
- **des dolérites et gabbro-doléritiques** intrusions du post-paléozoïque.

La couverture superficielle est localement (latérites - alluvions) est importante.

La figure n°2 donne la stratigraphie de ce sédimentaire tandis que celle de l'annexe 2 fait une coupe schématique des formations de la série.

Figure n°2 : colonne stratigraphique du sédimentaire Ouest Burkinabè



L'appellation grès à granules de quartz a cependant connu une évolution qui mérite d'être signalée.

La reconnaissance photogéologique de 1968, feuille de Bobo, identifie le Ggq sous le terme de grès à yeux de quartz : ce sont des grès souvent friables, sub-homogènes avec quelques galets de quartz roulés ou quartzites. Les yeux de quartz peuvent être absents sur d'assez grandes surfaces. Localement, ils sont cimentés par un ciment argilo-ferrugineux.

Sur la carte géologique du Burkina, le Ggq est représenté par les grès à galets de quartz.

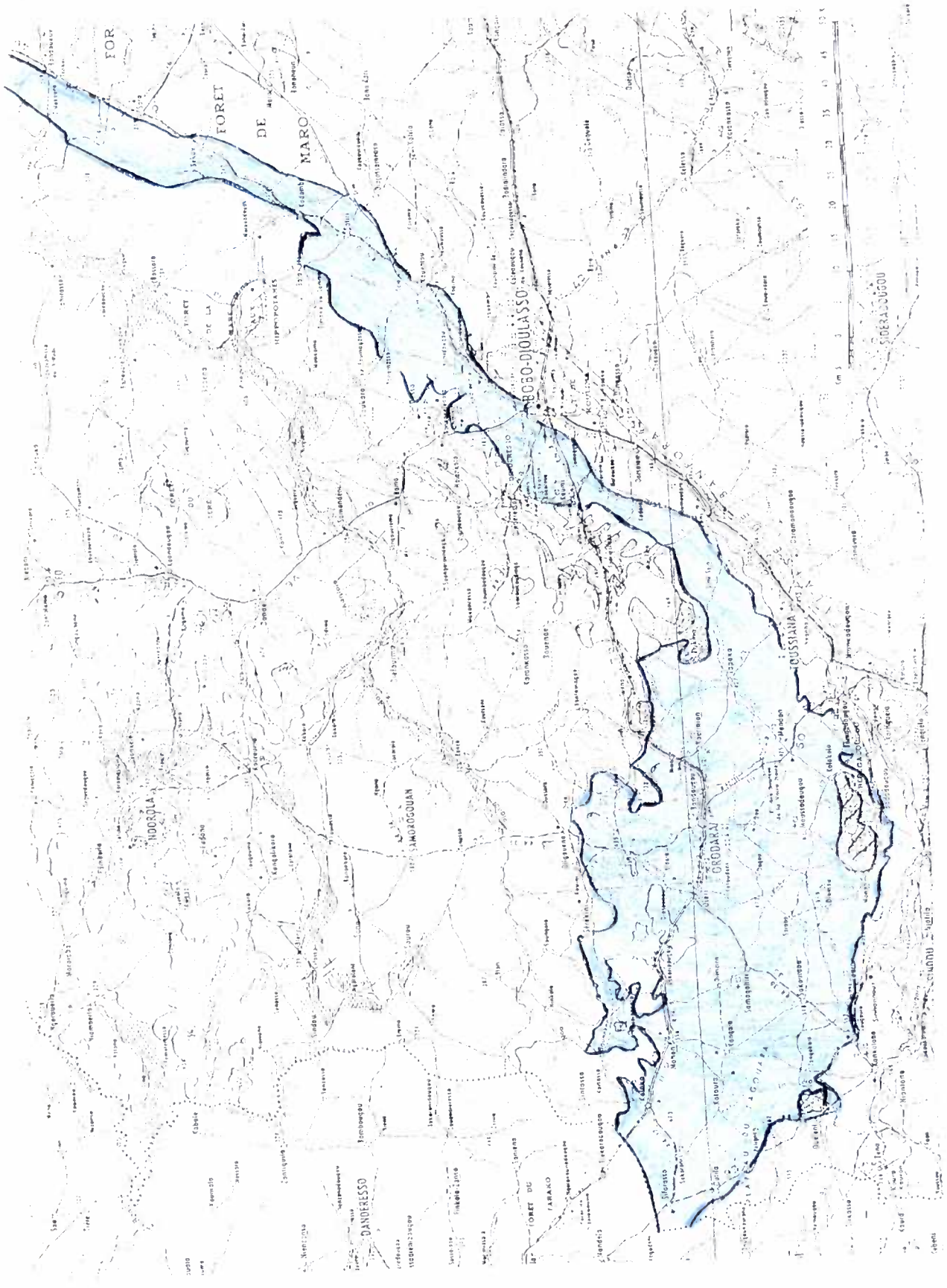
Toutes ces appellations ont cédé progressivement la place à celle de grès à granules de quartz. Cependant les 2 cartes présentent une différence au niveau de l' extension latérale de cette formation .

Dans le cadre du programme RESO, les limites des formations du sédimentaire sur la zone du projet, ont été redessinées à différentes échelles (1/200 000, 1/500 000, 1/1000 000). Cette cartographie a été réalisée sur la base d'une étude photogéologique complétée par des observations de terrain et l'examen de documents de forages et rapports. C'est cette dernière carte, donnée sur la figure n°3, qui sera considérée pour la suite des travaux.

La carte hydrogéologique est calquée sur la carte géologique. Les unités géologiques (Sac, Ggq, Gfg et Gks) identifiées ci-dessus, renferment des aquifères profonds, distincts et individualisés. Les formations hydrogéologiques ainsi mises en évidence sont celles du Gks, du Gfg, du Ggq1.du Ggq2 et du Sac. Les caractéristiques de chaque unité diffèrent des autres.

Les nappes superficielles des formations latéritiques et d'alluvions sont de faible capacité, vulnérables et en relation étroite avec les pluies. Elles peuvent être en continuité avec les aquifères profonds. Le risque de pollution est élevé pour ces nappes du fait qu'elles sont le domaine des nombreux puits perdus et latrines de la ville de Bobo.

Figure n°3 : limites de la formation du Ggq



III TRAVAUX ANTERIEURS

Beaucoup d'ouvrages (forages et puits) ont été réalisés dans la zone du projet au titre de l'actuel Ministère chargé de l'hydraulique surtout, mais aussi par des particuliers (personnes morale ou physique). Au total plus de 1100 forages ont été recensés dans le cadre de l'inventaire des points d'eau de la zone par SAHEL CONSULT en 1996.

Dans ce qui va suivre, nos observations seront circonscrites sur l'étendue de l'unité hydrogéologique des grès à granules de quartz.

III-1 PHV financement BOAD

Ce programme d'hydraulique villageoise (PHV) sur prêt de la Banque Ouest Africaine de Développement, a intéressé les anciennes provinces du Houet et du Kénedougou. Pour la satisfaction des besoins en eau des populations rurales, 367 forages positifs ont été réalisés.

Sur l'ensemble de ces ouvrages environ 14 % ont été implantés dans les limites de la formation du Ggq.

Le tableau n° 1 de l'annexe 3 fait le point de ces forages captant le Ggq.

Les profondeurs de ces ouvrages sont inférieures à 100 m. Elles varient entre 35 m et 86 m.

Les conductivités vont de 13 µS/cm à plus de 180 µS/cm. Les fortes valeurs notées notamment à Samagan et Sakaby restent douteuses.

Les débits de fin développement sont de l'ordre de 2 à 6 m^3/h. Ils atteignent par endroits 18 m^3/h (Kangala et Sakaby).

Une prolongation du Projet BOAD a été suscitée par les responsables, sur un reliquat financier. Cette étude, conçue sur des données piézométriques, visait l'élaboration d'un schéma directeur d'exploitation des ressources en eau de la région.

C'est ainsi que le premier réseau d'observation régional des nappes souterraines a été mis en place. La répartition de ces ouvrages n'a pas repondu à un besoin d'une étude cohérente des nappes souterraines de la zone. Sur les 45 piézomètres de ce réseau, 22 ont concerné l'aquifère du Ggq (cf. tableau n°2, annexe 3).

Les profondeurs de ces piézomètres vont de 20 m à plus de 102 m.

III-2 Projet Etude des Ressources en Eau Souterraine (ERES)

Ce projet a été initié au départ pour pallier à des problèmes d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Bobo-Dioulasso. Il a finalement été réorienté en une étude des potentialités des ressources en eau souterraine de la zone sédimentaire de la région de

Bobo. C'est le premier projet à entreprendre réellement et parallèlement des études géologique et hydrogéologique à l'échelle régionale. Mais il ne couvrait qu'une superficie d'environ 1500 km² axée sur la ville de Bobo.

Pour une meilleure connaissance des ressources en eau, aussi bien de surface que souterraine, de gros efforts ont été déployés au cours de ce programme ERES en vue d'améliorer le réseau d'observation existant.

Les acquis de ce projet sont entre autres l'identification des unités hydrogéologiques en particulier celle des grès à granules de quartz ; et une amélioration des connaissances des phénomènes hydrogéologiques au niveau de la zone des sources de Nasso (ONEAI-ONEA II) en partie alimentée par les nappes du Ggq.

Sur une trentaine de forages réalisés (26 piézomètres et 3 forages test) 13, dont 2 forages test ont eu pour objectif la reconnaissance de la formation hydrogéologique du Ggq.

La liste de ces forages est donnée en annexe 3, tableau n° 3. Ces forages de reconnaissance, ont atteint des profondeurs variant de 37 m à plus de 200 m.

III-3 Programme RESO

C'est un programme à double orientation :

- un volet réalisation d'infrastructures (forages, barrages, mini-réseau d'AEP) au bénéfice des populations rurales ;
- l'élaboration d'un schéma directeur, outil de planification à long terme.

Les forages neufs ou les anciens, réhabilités au titre de ce projet RESO, et répertoriés au moment de la production de ce rapport, sont indiqués dans le tableau n° 4 de l'annexe 3.

Ces forages RESO ont des profondeurs de plus de 40 m en moyenne et dépassent les 100 m pour certains.

Les conductivités notées sont en général inférieures à 70 µS/cm. Excepté à Wolonkoto où on a trouvé 154 µS/cm au niveau d'un forage, les autres fortes valeurs semble être douteuses.

Pour l'essentiel des débits de ces forages, ils fluctuent entre 4 m^3/h, et 21 m^3/h.

III-4 Autres projets

Le programme d'hydraulique villageoise de l'Ouest, financé par l'USAID et antérieur au PHV BOAD, a permis de 1980 à 1984, la réalisation d'environ 500 forages et puits modernes dans les anciennes provinces de la Bougouriba, du Houet , du Kénédougou et du Poni. Beaucoup de ces ouvrages, implantés sur le Ggq, ne sont pas fonctionnels pour cause de panne des pompes. Dans ses conclusions , ce programme encourageait déjà des investigations en vue d'une meilleure connaissance géologique et hydrogéologique de la région.

Outre ces différentes actions ci-dessus citées, d'autres forages ont été réalisés soit toujours au titre du Ministère chargé de l'hydraulique, soit par des particuliers (personnes morale ou physique). Le tableau n°5 de l'annexe 3 fait le point des ouvrages USAID et divers qui ont été recensés sur l'unité du Ggq.

Nous avons pour ces ouvrages divers, des profondeurs inférieures à 70 m.

Les débits relevés se limitent à 16 m^3/h.

Les listes de forages données en annexe 3-1ne sont pas exhaustives. La plus part des forages ont été repérés à l'aide d'un positionneur GPS. Il faudra prendre en compte les forages implantés sur le Sac mais qui captent les aquifères du Ggq.

III-5 Synthèse préliminaire

Il ressort que pour beaucoup de programmes, aucune synthèse des données de forages n'est envisagée à long terme. Pire ces données sont introuvables pour certains ouvrages. Il n'existe pas d'actions concertées des différents intervenants dans la région en matière d'hydraulique villageoise ; chacun agissant selon sa philosophie si bien que la qualité des données géologiques surtout (analyses des cuttings), est souvent mise à rude épreuve. De ce fait, une étude hydrogéologique sérieuse de la zone ne pouvait être entreprise ; elle se heurtait au problème de fiabilité et/ou au manque de données.

Ce n'est que depuis 92 que de très gros efforts sont faits dans ce sens. Les stratégies adoptées avec le projet ERES ont permis de disposer d'assez d'informations sur les unités de la série sédimentaire de la région et particulièrement celle des grès à granules de quartz dont les nappes ont été recoupées par plusieurs ouvrages. Les résultats probants atteints ne sont pas figés.

Le programme RESO, poursuit ces investigations louables. La présente étude en est une démonstration.

L'unité du Ggq, à l'instar des autres de la zone sédimentaire, a été mis en évidence sur environ 1500 km^2 comme un aquifère distinct et individualisé d'épaisseur moyenne de 300 à 500 m. Ce sont des grès feldspathiques moyens à très grossiers, micro-conglomératiques, rouges à blanc-crème à la cassure. Ils comportent des stratifications obliques à feuillets courbes ou en gouttières.

A l'Ouest de Bérégadougou, dans le Kénédougou, la base du Ggq est constituée par un grès quartzite fin à très fin et de nombreuses petites granules de quartz millimétriques roulées dispersées dans l'aquifère.

Dans la région de Tin au Nord de Orodara, ces grès qui affleurent plus largement sont fins à moyens, à passées grossières micro-conglomératiques avec de petites granules de quartz bien roulées de même que de rares galets décimétriques.

La formation se délimite au sommet par des horizons imperméables constituant la base du Sac et en profondeur par une couche épaisse d'argile jaune rouge, plus ou moins gréseuse appartenant au toit du Gfg. Notons cependant qu'aucun ouvrage ne traverse la formation sur toute sa puissance (épaisseur) de près de 500 m.

Les nappes soupçonnées sont au nombre de 2, séparées par un niveau de grès compact et dur ; elles appartiennent à des roches réservoirs de tendre grès, blanc-crème ou rouge très poreux et perméable. Il s'agit de la nappe supérieure du Ggq1 et de celle du Ggq 2 plus profonde. Ce sont des nappes ~~détritiques et~~ de type souvent captif. Des caractéristiques de ces aquifères sont données ci-dessous :

Unité hydro-géologique	Caractéristiques		Utilisateur potentiel
	C (µS/cm)	Productivité(m^3/h)	
Ggq 1	5 – 30	250	En partie par l'ONEA
Ggq 2	+ 150	+ 300	

Source : rapport final ERES - SOGREAH

Tableau n° 1 : caractéristiques des nappes du Ggq

Un essai de pompage longue durée réalisé sur un forage test avec suivi sur des piézomètres, a donnée :

- la transmissivité de l'ordre de : $T = 6 \times 10^{-2}$ m²/s ;
- le coefficient d'emmagasinement $S = 5,5 \times 10^{-4}$

Le débit de pompage était de 360 m^3/h.

IV TRAVAUX REALISES

IV-1 Analyses de cuttings

Par le passé, les descriptions de cuttings se faisaient par des personnes étrangères au métier de géologue ; ce qui a souvent entamé de beaucoup la qualité des données que l'on avait. Les aspects de géologie étant mis en arrière plan, nous avons pris pour référence, dans le cadre du recensement des points d'eau antérieurs au projet ERES, les limites du Ggq données par la carte hydrogéologique de la zone. La démarche adoptée au programme RESO est tout autre car elle met en avant la géologie, base fondamentale de l'hydrogéologie.

Les cuttings de 7 forages dans 6 villages, ont pu ainsi été décrits par un géologue confirmé. Ceci permet dans un premier temps de confirmer la localisation de ces ouvrages sur le Ggq ou pas ; aussi et dans la mesure du possible d'apprécier la stratigraphie d'ensemble de cette formation.

Les résultats de ces descriptions sont traduits sous forme de coupes géologiques de forages données sur les figures n° 1 en annexe 4.

A l'exception du forage n° 96/RESO/085 de Bekuy, les autres traversent des formations du Ggq. Ce qui concorde avec les valeurs de conductivité trouvés en ces endroits. Le forage de Bekuy capte les grès fins glauconieux.

La nature lithologique du Ggq n'a pas pu être ressortie à travers ces descriptions du fait l'hétérogénéité très marquante des couches et en l'absence d'ouvrage traversant la formation sur toute sa puissance. Dans tous les cas les roches réservoirs sont de type gréseux.

IV-2 Nivellement

A terme, il serait indiqué de connaître l'altitude des ouvrages réalisés dans le cadre des différents programmes. Ce nivellement a pour objectif de déterminer, avec une précision acceptable, la cote des ouvrages sélectionnés situés dans les limites du Ggq. Les résultats de ce travail serviront à la préparation des esquisses de cartes piézométriques.

IV-2-1 méthodologie

Le nivellement a été réalisé à l'aide d'un altimètre Paulin, appareil d'une précision de l'ordre du mètre. L'utilisation de cet appareil, fonctionnant comme un baromètre, requiert des points de base d'altitude connue.

Les cotes de référence ici ont été des points cotés répertoriés sur les cartes topographiques au 1/200 000 et au 1/500 000 couvrant la zone ; et la carte des points nivelés dressée par Mr. Marc LEGENDRE en Mai 1990. Ces valeurs étant données par rapport au niveau de la mer alors le nivellement est absolu.

Pour mieux traduire la réalité du terrain, étant donné que la pression atmosphérique varie beaucoup avec le temps, la démarche suivante a été adoptée :

- débuter toujours les mesures sur un point coté et relever systématiquement le temps pour chaque mesure ;
- les mesures faites sur des points d'altitude inconnue à encadrer par celles faites sur des points cotés entre lesquelles la variation atmosphérique est supposée linéaire.

Ainsi, plus la variation horaire entre 2 points cotés est faible, plus cette hypothèse de la variation linéaire est acceptable. Pour ce faire nous avons essayer de ne pas trop nous écarter d'une variation horaire de 2 heures. Du fait de la répartition des points cotés par rapport aux ouvrages d'une part , et de la contrainte de temps d'autre part, cet aspect n'a pas facilité le travail à ce niveau.

Les mesures ont été vérifiées pour certains ouvrages et la cote n'est retenue que lorsqu'il y avait une cohérence entre les valeurs; c'est à dire un écart de plus ou moins 2 mètres. Pour les points où la vérification n'a pas pu être faite, la seule mesure a été considérée.

Les mesures sur les points cotés permettent ainsi de tracer un graphique ayant pour axe des abscisses des temps et comme axe des ordonnées les variations (Δh) entre cotes réelles et les données de l'altimètre. Par ce graphique, on détermine la correction à apporter sur les lectures de l'altimètre pour un temps donné. Ce qui permet de retenir les cotes des ouvrages par l'équation suivante :

$$\text{Cote retenue} = \text{Mesure} + \text{Variation } (\Delta h)$$

Un exemple du graphique est donné en annexe 4, figure n° 2.

IV-2-2 résultats

Les cotes ainsi déterminées, diffèrent de celles de l'inventaire des points d'eau de la zone du projet RESO en 1996 version provisoire. Ces valeurs sont issues d'un nivellement plus grossier (altimètre de moindre précision que le Paulin).

Les résultats du dépouillement de ces données altimétriques sont présentés dans le tableau qui suit :

PROVINCE	DEPARTEMENT	VILLAGE	PROJET	N° OUVRAGES	COORDONNEES			Obs.
					Longitude X	Latitude Y	Altitu. Z (m)	
	BOBO	Dafinso	BOAD	10BB43	4° 14' 10"	11° 16' 19"	356	
		Dindérsso	BOAD	10BB30	4° 25' 43"	11° 13' 27"	346	
		Kouentou	BOAD	10BB08	4° 07' 17	11° 19' 31"	356	
		Kouentou	USAID		4° 04' 28"	11° 19' 35"	356	
		Koumi	BOAD	10BB10/2	4° 25' 39"	11° 08' 51"	363	
		Koumi	BOAD	10BB10/1	4° 25' 43"	11° 08'	365	
		Koumi	USAID		4° 25' 46"	11° 07' 55"	365	
		Logofourso	BOAD	10BB12	4° 22' 34"	11° 07' 16"	387	
		Sakaby	BOAD	10BB37/2	4° 16' 59"	11° 13' 01"	382	
		Sakaby	BOAD	10BB37/1	4° 17' 11"	11° 12' 35"	388	
		Santidougou	BOAD	10BB38	4° 13' 01	11° 17' 14"	351	
		Santidougou	UNICEF		4° 13' 01"	11° 17' 09"	350	
	SATIRI	Sala	BOAD	10ST08	4° 06' 07"	11° 21' 56"	358	
		Satiri	BOAD	10ST09	4° 02' 15"	11° 26' 31"	328	
KENEDOUGOU	DJIGOUERA	Diassaga	ODE				438	
		Diassaga	USAID	R			435	
	KOLOKO	Bakaribougou	USAID		5° 03' 01"	11° 03' 01"	510	
		Dioufourma	BOAD	12KL13	5° 20' 25"	10° 56' 49"	540	
		Gouanabougou	BOAD	12OU06	5° 25' 27"	11° 00' 23"	513	
		Gouanabougou	RESO				510	
		Kangala	BOAD	12KL06/	5° 14' 12"	10° 57' 44"	549	
		Kangala	BOAD	12KL06/	5° 14' 19"	10° 57' 37"	554	
		Kangala	BOAD	12KL06/1	5° 13' 50"	10° 58' 07"	555	
		Kangala	BOAD	12KL06/2	5° 14' 04"	10° 57' 54"	560	
		Kokouna	USAID	R	5° 21' 50"	10° 59' 31"	549	
		Kotoura	BOAD	12KL08	5° 16' 34"	10° 58' 16	550	
		Kotoura	USAID	R	5° 16' 21"	10° 58' 20"	548	
		Kotoura	USAID	R	5° 16' 22"	10° 58' 10"	552	
		Lanfiéra	USAID		5° 06' 17"	11° 03' 14"	504	
		Laranfiéra	RESO	96/RESO/058	5° 06' 09	11° 03' 06"	506	
		Mahon	BOAD	12KL11	5° 13' 20"	11° 02' 16"	574	
		Mahon	USAID		5° 13' 19"	11° 02' 27"	570	
		Niamyédougou	USAID		5° 09' 38"	11° 02' 51"	552	
		Sayaga	BOAD	12KL09/1	5° 19' 17"	10° 59' 04"	550	
		Sayaga	BOAD	12KL09/2	5° 19' 18"	10° 58' 56	552	
		Sayaga	USAID		5° 19' 18"	10° 59' 05"	552	
		Sifarasso	FEER		5° 26' 49"	11° 03' 31	515	
		Sifarasso	USAID		5° 26' 53"	11° 03' 31	513	
		Sifarasso	USAID	R	5° 27' 07"	11° 03' 30"	529	
		Sifarasso 1	RESO	96/RESO/148	5° 27' 18"	11° 03' 47"	517	
		Sokoroni	USAID		5° 23' 10"	11° 02' 41"	498	
		Sokouraba	FEER		5° 10' 05	10° 50' 39"	516	

PRO-VINCE	DEPARTEMENT	VILLAGE	PROJET	N° OUVRAGES	COORDONNEES			Obs.
					Longitude X	Latitude Y	Altitu. Z (m)	
	KOLOKO	Sokouraba	USAID		5° 10' 15"	10° 50' 54"	517	
		Sokouraba	USAID		5° 09' 58"	10° 50' 06"	523	
	KOURI-GNON	Dan	USAID	R	4° 50' 19"	10° 54' 09"	479	
		Sipigui	BOAD	10KR05	4° 47' 37"	10° 53' 33"	447	
	ORO-DARA	Diéri	DIVERS		5° 01' 02"	10° 59' 31"	527	
		Diéri	USAID	R	5° 00' 58"	10° 59' 29"	526	
		Diousougou	BOAD		4° 00' 13"	11° 02' 18"	539	
		Diousougou	USAID	R	4° 59' 53	11° 02' 01"	551	
		Koua 1	RESO	96/RESO/004	4° 57' 32"	10° 56' 17"	539	
		Koua 2	RESO	96/RESO/005	4° 56' 48"	10° 55' 45"	553	
		Lidara	USAID	R	4° 57' 03"	11° 01' 59"	543	
		Nialé-Salé	USAID	R	4° 55' 29"	11° 00' 37"	540	
		Salé	RESO	96/RESO/018	4° 55' 19"	11° 01' 08"	535	
		Tin	BOAD	12OR04/1	4° 57'	11° 05' 12"	474	
		Womon	RESO	96/RESO/020	4° 57' 36"	10° 59' 32	570	
	OUELENI	Kobada	USAID		5° 20' 56"	10° 54' 52"	492	
		Sarkandiala	USAID		5° 18' 19"	10° 54' 37"	531	
		Selle	BOAD	12OU03	5° 22' 44"	10° 58' 33"	522	
		Sountourkou	USAID		5° 24' 28"	10° 58' 30"	510	
	SAMO-GOHIRI	Diole	USAID		5° 05' 17"	11° 02' 53"	520	
		Lougoua	BOAD	12SG01	5° 08' 30"	10° 57' 54"	507	
		Samogohiri	BOAD	12SG03	5° 07' 14	10° 55' 42"	498	
		Samogohiri	USAID		5° 06' 41"	10° 56' 48	496	
		Samogohiri	USAID		5° 07' 24"	10° 55' 58"	497	
		Samogohiri P	RESO	96/RESO/056	5° 07' 15"	10° 55' 46"	500	
		Saraba	BOAD	12SG04	5° 03' 11"	10° 51' 48"	479	
		Todié	BOAD	12SG05	5° 05' 09"	10° 50' 38"	500	

Tableau n° 2 : résultats du nivellement des ouvrages

IV-3 Carte piézométrique

IV-3-1 objectifs

La carte de la surface piézométrique est fonction du temps car dressée avec des relevés d'une période donnée. Elle est l'une des synthèses les plus importantes d'une étude hydrogéologique. En effet, elle traduit les fonctions capacitive et conductive du réservoir et du comportement hydrodynamique de l'aquifère.

L'esquisse de la carte piézométrique poursuit trois buts :

- définir si possible, les sous unités de cette formation du Ggq ;
- apprécier les sens et directions d'écoulement des nappes ;
- et analyser la morphologie de la surface piézométrique.

IV-3-2 mesures

Les relevés des niveaux piézométriques sur lesquels reposent l'établissement des cartes piézométriques, doivent se faire dans des conditions de stabilité de la nappe ; c'est-à-dire quand le niveau dans l'ouvrage de mesure n'est pas sous l'influence d'un quelconque pompage.

Pour le travail demandé à ce niveau, il nous était pratiquement impossible de relever les profondeurs d'eau dans les forages d'exploitation. Ces niveaux sont inaccessibles soit par la présence des pompes soit par leur fermeture hermétique. Seuls deux mesures de niveau statique ont été faites. Aussi, il n'existe pas de données récentes sur les forages de la zone concernée et pour la période concernée. C'est pourquoi, pour contourner cette difficulté, nous avons considéré les données datant de la foration des ouvrages en supposant que les variations piézométriques d'une année à l'autre pour une même période donnée, restent acceptables pour les objectifs visés.

Les données ayant servies à l'esquisse de la carte sont données en annexe 4, dans le tableau n° 1.

IV-3-3 méthodologie

La répartition des points de mesures n'a pas répondu à une contrainte d'échelle mais plutôt à une disponibilité des données dans les différents villages situés sur les limites du Ggq. Ainsi, on a retenu dans la mesure du possible, un point de mesure par village de sorte à avoir une assez bonne couverture de la zone.

La cote piézométrique (H) est obtenue par différence entre l'altitude Z du point de mesure et la profondeur d'eau h en ce point. La cote H représente la charge hydraulique de la nappe en cet endroit précis.

$$H = Z - h$$

Les courbes isopièzes, c'est-à-dire les courbes d'égal niveau piézométrique, ont été dessinées à l'aide du logiciel SURFER. Les points ont été repérés par coordonnées cartésiennes (en km) obtenues par conversion de leurs coordonnées géographiques : 1 ° correspondant à 110 km. L'interpolation linéaire a été adoptée.

C'est sur ces bases que la carte des hautes eaux a été esquissée et produite. La carte des basses eaux n'a pas été dessinée en raison d'une insuffisance de données sur les niveaux statiques pour la période (Avril, Mai).

IV-3-4 interprétation

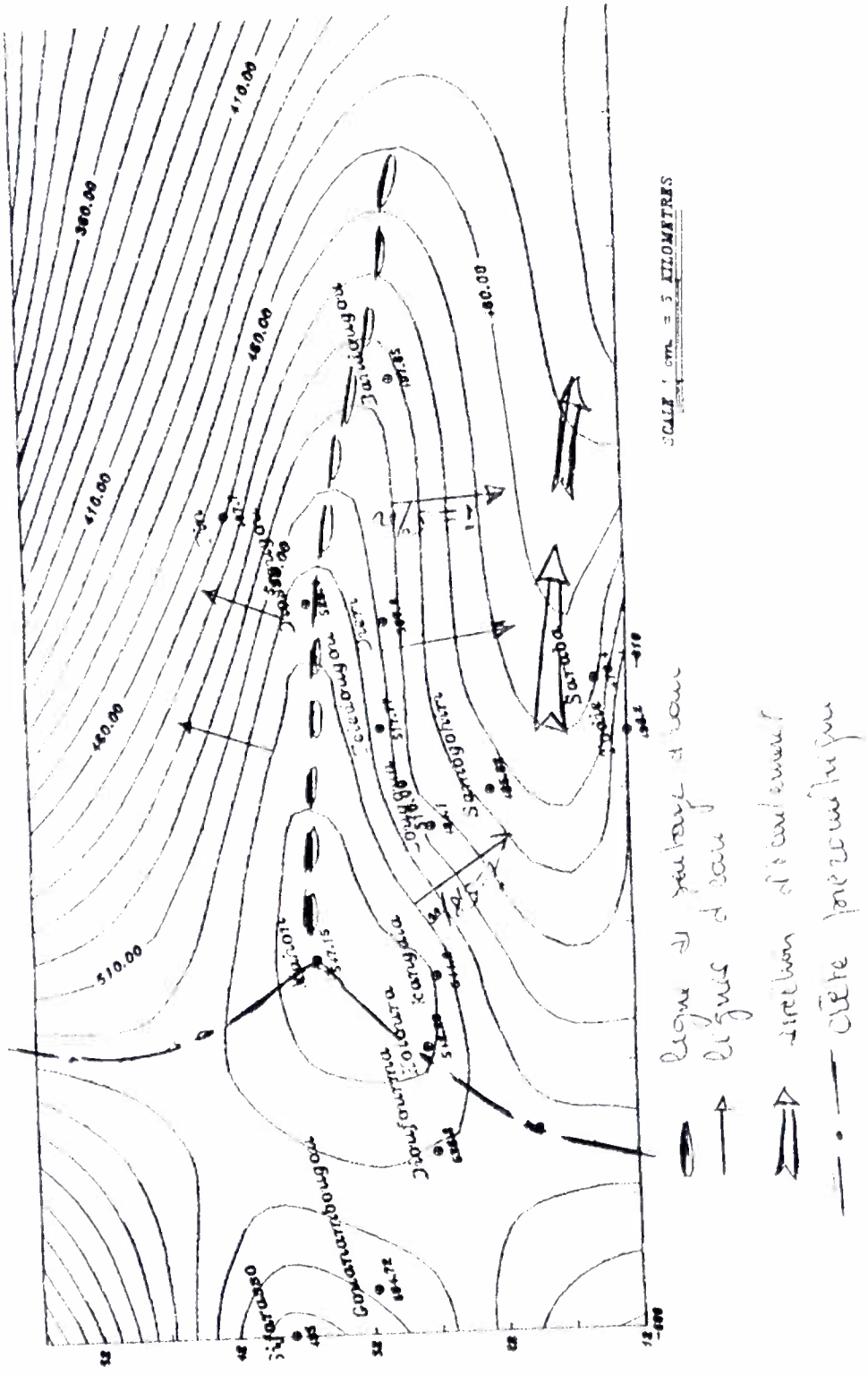
La carte a été dressée pour la période Novembre-Décembre sur la base du nivellement. Cette période semblent correspondre aux niveaux maxi observés dans les piézomètres. Le nivellement n'ayant pas couvert assez d'ouvrages de la partie de l'unité s'étendant vers Nord, nos observations piézométriques seront limitées à la partie Ouest.

Les observations suivantes, portées d'ailleurs sur la carte à la figure n°4, ont été faites ;

- existence d'une crête piézométrique plus à l'Ouest de la zone qui donne naissance à deux sous unités-hydrogéologiques dont l'une s'étend vers le Mali voisin ;
- un dôme piézométrique se dessine un peu plus à l'Ouest, autour du village de Mahon ;
- les lignes d'eau, perpendiculaires aux courbes isopièzes, définissent une direction d'écoulement passant entre Samogohiri et Saraba ; et une ligne de partage des eaux (dans la direction Diossougou – Bandougou). Cette direction semble être en relation avec le cours d'eau koba qui drainerait la nappe.

Le gradient moyen calculé à partir de cette carte piézométrique se situe autour de 0,005.

Figure n° 4 : carte piézométrique des hautes eaux



IV-4 Estimation de la recharge de la nappe

Les ressources en eau souterraine sont très sollicitées pour la satisfactions des besoins en eau. Les nappes du Ggq ne font pas exception à la règle (c'est d'ailleurs l'aquifère le plus sollicité). L'exploitation de ces eaux souterraines implique à long terme, la prise en compte du débit d'exploitation et de la durée de cette exploitation ; d'où la nécessité de connaître la recharge.

La notion de réserve est liée au temps ; elle se détermine dans l'espace pour une période donnée. Ce n'est pas une notion figée. Pour une nappe libre, la recharge ou encore appelée la réserve régulatrice, est la quantité d'eau gravitaire contenue dans la zone de fluctuation piézométrique (niveaux annuels minimum et maximum).

Le calcul de la recharge est cependant une approche très délicate. Il fait intervenir des paramètres très variables d'un site à l'autre. Une des méthodes pour son estimation est donnée en terme de millimètre d'eau par la formule suivante :

$$W_{(mm)} = \Delta h_{(mm)} \times n_e \quad \text{pour les nappes libres}$$
$$W_{(mm)} = \Delta h_{(mm)} \times S \quad \text{pour les nappes captives}$$

avec : W recharge annuelle
Δh variation annuelle du niveau d' eau
n_e porosité efficace
S coefficient d'emmagasinement

Les études antérieures sur le Ggq ont montré que nous sommes en présence de nappes profondes de type souvent captif. Les roches réservoirs sont très hétérogènes à l'image des valeurs de conductivités données plus loin. Il s'en suit donc une variation des paramètres n_e et S. Nous pourrions considérer pour les calculs, des valeurs moyennes.

La méthode exposée ne prend pas en compte les écoulements souterrains latéraux qui, s'ils existent et s'ils sont importants, nous amènent à des sous estimations de la recharge. Aussi cette recharge est certainement fonction du contexte géomorphologique ; elle ne serait pas la même dans une zone de concentration des eaux que sur une crête.

Pour toutes ces imprécisions et toutes ces difficultés, nous avons estimé qu'il était plus indiqué de présenter seulement les variations annuelles des profondeurs d'eau pour chaque site d'observation.

IV-4-1 relevés piézométriques

Les piézomètres réalisés sont implantés dans la partie déjà étudiée de la formation des grès à granules de quartz. De nouveaux sont prévus sur les extensions latérales dont un déjà exécuté à Samogohiri. Présentement et pour des raisons diverses, tous ces piézomètres recensés ne sont pas suivis.

L'analyse des fluctuations piézométriques nécessite une série d'au moins 10 ans pour aboutir à des calculs de moyennes de niveaux annuels. Nous nous contenterons ici d'un historique d'au plus 4 ans pour les points d'observations. Le pas de mesure n'a pas toujours été le même. Il passe d'une mesure par semaine à une par mois.

IV-5-3 méthodologie

Les données, récoltées au niveau du service hydrologique de la DRH-HB chargé du suivi, ont faits l'objet d'une analyse critique. Quelques erreurs notammant liées à la saisie ont été vérifiées et corrigées en accord avec le responsable du suivi piézométrique.

Quelques courbes piézométriques ont été faites sur ordinateur (logiciel EXCEL 5.0). Elles représentent la variation du niveau d'eau en fonction de la pluviométrie et du temps. L'échelle utilisée est une échelle arithmétique.

Un pas de temps mensuel a été choisi. Pour les mesures hebdomadaires, la valeur minimale des mesures hebdo a été retenue comme celle du mois en question.

IV-5-4 résultats

Les résultats sont présentés sous forme de tableau en annexe.

IV-4-5 interprétation

Un certain décalage existe entre les précipitations est la réaction des piézomètres. De façon générale les courbes semblent se répéter d'une année à l'autre ; Les amplitudes des fluctuations variant d'un point d'observation à un autre.

IV-5 Productivité

IV-5-1 essai par paliers de courtes durées

La productivité d'un ouvrage de captage se définit comme étant le débit maximum que l'on peut en extraire pour un temps donné en restant dans les limites admissibles de rabattements. Le débit critique, qui impose le rabattement maximal, se détermine par un essai par paliers. Ce sont des essais de courte durée qui évaluent l'ouvrage et son environnement immédiat. Ils permettent de définir le débit d'exploitation de l'ouvrage ainsi que son équipement.

Ces types de pompage ont été réalisés sur des forages du programme RESO. Les résultats déjà traités sont donnés ci-après.

Ces données sont à prendre avec un certain recul car les essais n'ont pas respectés certaines conditions de base. Il s'agit notamment du captage sur toute la puissance de l'aquifère. En effet, aucun de ces ouvrages ne sonde l'aquifère jusqu'à sa base.

N° Ouvrage	Village	Haut. Crépine (m)	Dernier palier Q m³/h	ND (m)	S (m)	Durée par Palier (min)	date	Q exp m³/h
96/RESO/056	Samogohiri	41,69	12,3	12,75	2,04	45	07/06/96	11
96/RESO/057	N'Wouna	9,78	6	40,21	14,24	45	10/03/97	4
96/RESO/058	Laranfiera	8,85	7 *	25,82	18,68	45	08/06/96	4,8
96RESO/061	Diassaga	5,7	4	23,09	16,66	45	25/06/96	3,2
96/RESO/062	Kouentou	6,81	2,95	18,67	9,86	60	06/12/96	2,8
96/RESO/080	Balla	11,92	12,2	22,8	8,23	45	09/07/96	9
97/RESO/134	Wolonk. Ka	11,91	12	23,68	8,76	45	02/02/97	>8
97/RESO/137	Wolonk.N.D	8,92	11,6	25,01	24,14	45	03/02/97	>12
97/RESO/140	Wolonkoto	6,01	14	6,89	1,34	45	02/02/97	>14
97/RESO/150	Sifarasso 2	23,58	7,8	41,92	22,67	45	05/02/97	5,4
97/RESO/145	Gouanaboug	18,25	8	23,75	16,53	45	06/02/97	>8,6
97/RESO/160	Samogohiri	26,08	12	15,54	4,36	45	10/03/97	>10,8
97/RESO/163	Kangala	2,9	12	27,99	6,39	60	04/03/97	11
97/RESO/165	Sarkandiala	22,80	6 *	37,47	19,08	45	24/02/97	4

Source : AQUATER * donnée douteuse

Tableau n° 2 : résultats de quelques essais par paliers

Dans la documentation (Principes et Méthodes de l'hydrogéologie), il est conseillé des paliers de 1 à 3 heures. Dans la présente situation, nous avons par essai 4 paliers exceptés à Kouentou (96/RESO/062) et à Kangala (97/RESO/163) où le nombre de paliers est de 3. La durée d'un palier est de 60 minutes pour les cas de Kouentou et Kangala ; et de 45 minutes pour les autres.

Ces essais par paliers permettent aussi de suivre la vie des ouvrages : deux essais de ce genre, réalisés sur un même ouvrage à des dates différentes, offrent la possibilité d'apprécier le colmatage de l'ouvrage et ainsi, de prendre les mesures qui s'imposent pour sauver cet ouvrage.

IV-5-2 essai longue durée

La productivité d'un captage est aussi fonction de la transmissivité T. Ce paramètre ainsi que le coefficient d'emmagasinement se déterminent par un pompage de longue durée avec suivi sur un piézomètre. Cet essai, réalisé en un seul palier, permet non seulement d'évaluer la ressource en eau exploitable, mais aussi de cerner au cas elles existent des conditions aux limites.

Un essai de ce genre a été fait à Kangala sur l'extension Ouest pendant un temps de 72 heures suivi d'une extrapolation sur 8 mois. Les résultats obtenus sont les suivants :

- le débit : $Q = 2,5 \times 10^{-3}$ m³/s
- la transmisvité calculée sur la remontée : $T = 7,65 \times 10^{-4}$ m²/s
- rabattement final de : 0,59 m

V-6 Conductivité électrique

IV-6-1 objectifs

La conductivité électrique est un paramètre qui mesure la capacité de l'eau à conduire un courant électrique par mouvement ionique. Elle est étroitement liée à la température et permet de bien apprécier la minéralisation de l'eau. La conductivité est considérablement influencée par la température : une légère différence de cette dernière peut entraîner une forte variation du paramètre. Sa mesure nécessite celle de la température correspondante.

En ce qui concerne les eaux souterraines, la variation de ce paramètre, pour une température donnée, est en relation avec les hydrofaciès rencontrées. C'est de ce fait un moyen important d'investigation.

Les objectifs recherchés à travers ce paramètre sont:

- d'une part de juger de la potabilité des eaux exploitées par leur minéralisation qu'elle reflète assez bien ;
- et d'autre part de confirmer ou d'infirmer la thèse de la discontinuité d'ordre tectonique soutenue par certains ou de savoir si les unités aquifères sont isolées les unes des autres à l'échelle régionale.

IV-6-2 mesures

Une campagne de mesures a permis de suivre la conductivité au niveau d'une trentaine de forages et piézomètres. Le prélèvement de l'eau pour mesure se faisait par pompage au bout d'une minute environ. Ces mesures ont été faites à l'aide d'un conductivimètre. La température a été relevée pour chaque mesure.

Pour beaucoup de forages, on a déploré la panne des pompes. C'est bien d'investir mais il faut aussi et surtout penser à la pérennité de ces ouvrages car ils coûtent chers en temps et en argent. La conductivité n'a donc pas pu être mesurée à tous les niveaux.

IV-6-3 résultats

Il faut d'abord noter que pour des contraintes de temps, l'extension nord de la formation n'a pas fait l'objet de beaucoup de mesures.

La conductivité est l'inverse de la résistivité. Les eaux de résistivité comprise entre 5 000 ohm/cm et 10 000 ohm/cm sont dites de minéralisation faible ; ceci correspond à une fourchette de conductivité allant de 100 µS/cm à 200 µS/cm. La minéralisation est dite très faible si la résistivité est supérieure à 10 000 ohm/cm; c'est à des conductivités inférieures à 100 µS/cm (source : « *Forage d'eau* »).

Pour l'essentiel de nos mesures, les valeurs varient sensiblement d'un point à un autre. Elles fluctuent entre 10 µS/cm à plus de 150 µS/cm pour une température de l'ordre de 30 °C. Cette variation traduit sans doute l'hétérogénéité de l'aquifère ou l'existence de niveaux distincts.

On s'aperçoit ainsi que les valeurs de conductivité trouvées sont inférieures à la valeur guide de 400 µS/cm de la CEE (source : polycopié de chimie des eaux – EIER) pour les eaux de consommation. Alors la minéralisation des eaux du Ggq n'étant pas excessive, elles conviennent comme eau de boisson. Du reste, ceci est à confirmer par une série d'analyse bactériologique et chimique sur les extensions de cette formation.

L'influence de la tectonique sur les aquifères entraînerait en principe une disparité au niveau de la conductivité ; l'existence de failles pouvant établir une liaison hydraulique entre les horizons stratigraphiques. Le mélange de ces eaux de conductivités diverses (eaux du Sac, Ggq et Gfq notamment) donnerait des valeurs de conductivités dispersées fonction du degré d'apport de chaque formation.

Les mesures n'étant pas faite à la même température, il n'est pas aisé de trancher sur cette question de failles affectant la disposition des couches au niveau hydraulique. Pour l'essentiel des données, une certaine tendance se dégage, confirmant la continuité (donc pas d'influence de la tectonique) établie lors du programme ERES.

Il y a une certaine uniformité entre les mesures faites sur différents ouvrages dans un même village. Cependant quelques cas sont à signaler :

- les fortes valeurs relevées pour les forages à Satiri (562 µS/cm), Santidougou (280 µS/cm) et à Diassaga (302 µS/cm) sont en mettre probablement au compte de la corrosion des tuyauteries qui explique la coloration de eau au repos (elle rougit) ; c'est d'ailleurs pour cette raison que ces forages ne sont pas utilisés par les populations ;
- à Diéri l'eau du forage où on a mesuré 760 µS/cm a une odeur infecte ;
- à Sifarasso, la valeur de 588 µS/cm nous fait croire qu'une autre nappe serait captée à ce niveau. Il est toute fois nécessaire de revoir la coupe lithologique de ce forage USAID réhabilité.

En dépit de tout ce qui précède, il y a nécessité de poursuivre les investigations à ce niveau par des mesures en laboratoire à la température normalisée de 25 °C sur les extensions latérales de cette aquifère.

Le résultats de ces mesures de conductivité sont consignés dans le tableau ci-dessous.

PROVINCE	DEPARTEMENT	VILLAGE	PROJET	N° OUVRAGES	COORDONNEES Long. X	COORDONNEES Latitude Y	Temp. °C	Cond.. µS/cm
HOUET	BOBO	Santidougou		PM	4° 13'	11° 17' 09"	30,2	147
		Santidougou	DIVERS				34	380
		Kimidougou	USAID		4° 14' 22	11° 17' 51	32	41
		Kouentou	RESO		4° 07' 18	11° 19' 38	32,5	24
	SATIRI	Satiri	UNICEF		4° 02' 17"	11° 26' 19"	34,9	562
		Satiri	BOAD		4° 02' 17	11° 26'	32,5	174
		Satiri	UNICEF		4° 02' 11"	11° 26' 14"	34,9	102
KENEDOUGOU	DJGOUERA	Diassaga	USAID	R	4° 51' 41	11° 05' 49	32	213
		Diassaga			4° 51' 57	11° 05' 42	31,6	302
	KOLOKO	Dioufourma	BOAD	12KL13	5° 20' 25"	10° 56' 49"	30,7	14
		Kokouna	USAID	R	5° 21' 50	10° 59' 31	29,9	24
		Kotoura	USAID	R	5° 16' 22	10° 58' 10		
		Sifarasso	FEER		5° 26' 49"	11° 03' 31	28,5	35
		Sifarasso	USAID	R	5° 27' 07"	11° 03' 30"	31.8	588
		Sokoroni	USAID		5° 22' 47"	11° 02' 11"	28,2	73
		Sokouraba	USAID		5° 09' 58"	10° 50' 06"	30,6	205
		Sokouraba	USAID		5° 10' 06	10° 50' 44	34,9	117
		Kolokolo	DIVERS		5° 51' 30	10° 48' 35	30,5	140
	KOURI-GNON	Dan	USAID	R	4° 50' 19"	10° 54' 09"	31,8	27
	ORO-DARA	Diéri	DIVERS		5° 01' 02"	10° 59' 31"	31,2	760
		Diéri	USAID	R	5° 00' 58"	10° 59' 29"	30,2	36
		Diéridéni	BOAD		4° 59' 47"	10° 58' 30"	29,7	30
		Diousougou	BOAD		4° 00' 13"	11° 02' 18"	34	21
		Diousougou	USAID	R	4° 59' 53	11° 02' 01"	31,5	17
		Dou 1	RESO	96/RESO/002	4° 54' 58"	10° 53' 52"	32,2	20
		Koua 1	RESO	96/RESO/004	4° 57' 32"	10° 56' 17"	32,1	21
		Koua 2	RESO	96/RESO/005	4° 56' 48"	10° 55' 45"	30,7	14
		Lidara	USAID	R	4° 57' 03"	11° 01' 59"	30,4	26
		Salé	RESO	96/RESO/018	4° 55' 19"	11° 01' 08"	30,2	17
		Tèlèdougou	BOAD	12OR06	5° 04' 50"	10° 59' 41"	32,7	20
	OUELENI	Sarkandiala	USAID		5° 18' 19	10° 54' 37	32,7	181
	SAMAGO-HIRI	Todié	BOAD	12SG05	5° 05' 09	10° 50' 38	16	20

Tableau n° 3 : Résultats des mesures de conductivités

Le tableau suivant permet de comparer les conductivités d'autres formations du sédimentaire avec celles du Ggq :

Unité hydro-géologique	Caractéristiques	
	C (µS/cm)	Productivité(m^3/h)
Gks	100	100
Gfg	20	80
Sac	300	200

Source : rapport final ERES - SOGREAH

V CONCLUSION

L'unité hydrogéologique des grès à granules de quartz héberge plusieurs forages mais aucun de ces ouvrages ne la traverse sur toute sa puissance. Les horizons recoupés par ces différents forages montrent une variation de la lithologie.

Dans le cadre de nos études, seulement une soixantaine de ces ouvrages recensés ont faits l'objet d'un nivellement à l'altimètre Paulin. Ce nivellement, en vue de l'établissement de la carte piézométrique, n'a concerné surtout que l'extension Ouest de la formation.

Les valeurs de conductivités trouvées soulignent une faible minéralisation des eaux du Ggq. Elles fluctuent entrent 10 µS/cm à plus de 150 µS/cm. Les investigations à ce niveau doivent être poursuivies de sorte à établir progressivement le lien entre la disposition des couches (tectonique) et la conductivité des eaux.

La cartographie de la surface piézométrique a permis de mettre en évidence l'existence de 2 lignes de partage des eaux et d'un dôme piézométrique localisé autour du village de Mahon dans le Kénédougou. Cette cartographie s'étant limitée à l'extension Ouest du fait du nivellement, il faudra l'envisager pour toute l'étendue de la formation. Pour ce faire, des mesures complémentaires sont à prévoir notamment l'altimétrie au Paulin et les profondeurs d'eau.

Il apparaît au terme de ces travaux, que le défit que constitue la reconnaissance des unités hydrogéologiques, doit entrer dans les préoccupations des services concernés de sorte à ce que cela soit une réalité à affiner au fur et à mesure. Tout projet d'hydraulique villageoise doit initier et mettre en place de nouvelles approches qui puissent permettre de pousser d'avantage les frontières de la connaissance des ressources en eau souterraine. Pour cela, une action concertée, une synergie entre les différents intervenants est à rechercher ; l'élaboration d'un schéma directeur et d'exploitation des ressources eau souterraine devant être à terme, l'objectif à atteindre.

BIBLIOGRAPHIE

- **G. CASTINY (1982)** : Principes et methodes de l'hydrogéologie, 236 p ; PARIS

- **A. MABILLOT (1988)** : Forage d'Eau 237p. St. ETIENNE

- **GEOHYDRAULIQUE (1989)**: Assistance technique pour le programme d'hydraulique villageoise dans les provinces du Houet et du Kénédougou:
Dosiers villages, pm : France

- **RISSAME Salifou (1990)** : Mémoire de fin d'études
Potentialités aquifères des migmatites indiférenciés de la feuille de Ouaga au 1/200 000, 47 p ; OUAGADOUGOU

- **SOGREAH (1994)** : Etude des Ressources en Eau Souterraine de la zone sédimentaire de la région de Bobo, rapport final, 560 p ; GRENOBLE

VII ANNEXES

VII-1 ANNEXE 1 LIEE A L'INTRODUCTION

VII-2 ANNEXE 2 LIEE AU CADRE D'ETUDE

VII-3 ANNEXE 3 LIEE AUX TRAVAUX ANTERIEURS

VII-4 ANNEXE 4 LIEE AUX TRAVAUX REALISES

VII-1 ANNEXE 1

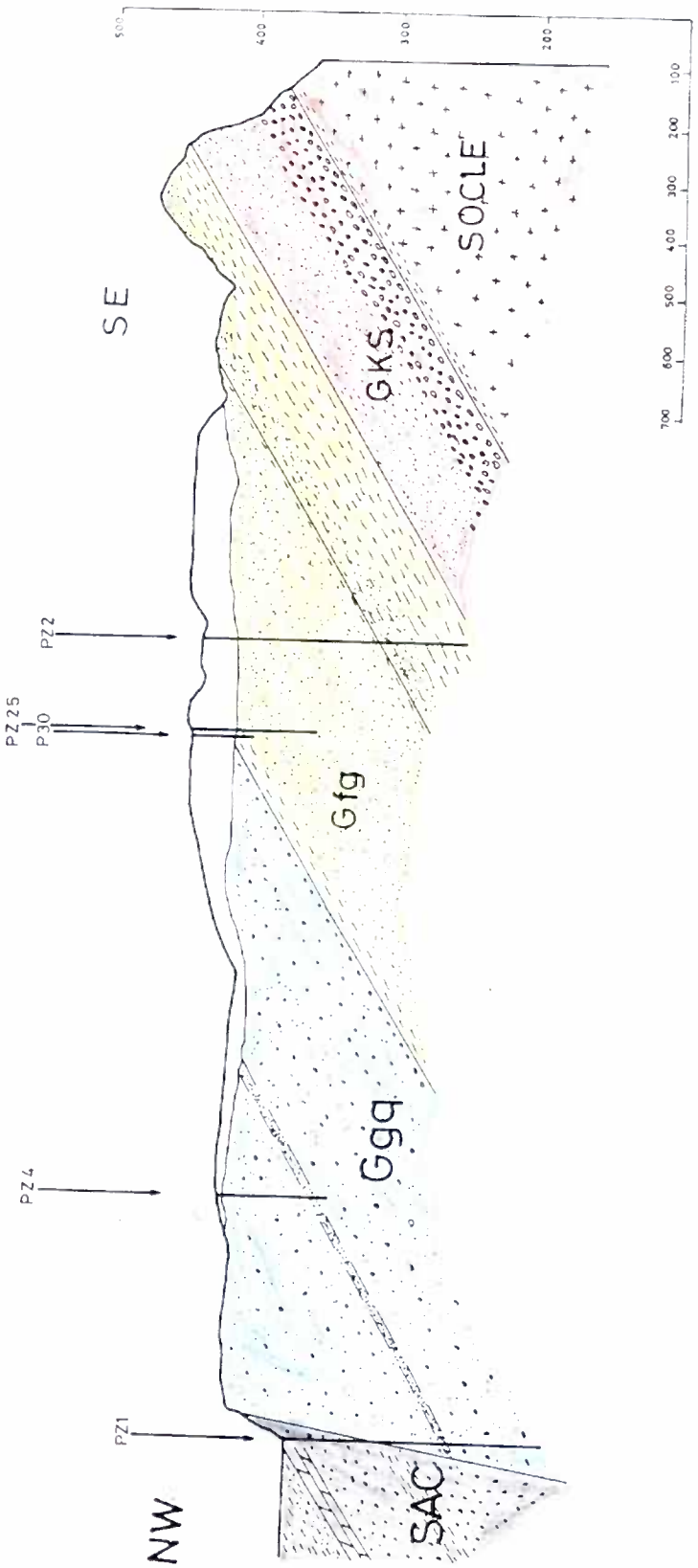
- **figure n° 1 :** Extension latérales des aquifères

figure n° 1 : Extension latérales des aquifères

VI-2 ANNEXE 2

- **figure n°1 :** coupe schématique de la série sédimentaire

figure n°1 : coupe schématique de la série sédimentaire



VII-3 ANNEXE 3

- **tableau n° 1 :** forages du programme BOAD captant l'aquifère du Ggq
- **tableau n° 2 :** piézomètres du projet BOAD intéressant l'aquifère du Ggq
- **tableau n° 3 :** piézomètres du projet ERES intéressant l'aquifère du Ggq
- **tableau n° 4 :** ouvrages du programme RESO recoupant le Ggq
- **tableau n° 5 :** ouvrages divers implantés dans le Ggq

tableau n° 1 : forages du programme BOAD captant l'aquifère du Ggq

PROVINCE	DEPARTEMENT	VILLAGE	N° OUVRAGES	COORDONNEES Longitude X	COORDONNEES Latitude Y	Débit m^3/h	Prof m	C.E. µS/cm	Temp. °C
HOUET	BAMA	Panamasso	10BM09/1	4° 12' 12"	11° 23' 35"	2	86	20	31
		Panamasso	10BM09/2	4° 12' 05"	11° 23' 07"	2	81	33	31
	BOBO	Dafinso	10BB43	4° 14' 10"	11° 16' 19"	2,2	40	14	29
		Kouentou	10BB08	4° 07' 17	11° 19' 31"	2,8	56	30	30,5
		Koumi	10BB10/1	4° 25' 43"	11° 08'	2,5	47	75	30
		Koumi	10BB10/2	4° 25' 39"	11° 08' 51"	4,2	39,5	36	29
		Logofourso	10BB12	4° 22' 34"	11° 07' 16"	7	60	24	29,5
		Sakaby	10BB37/1	4° 17' 11"	11° 12' 35"	6	56		
		Sakaby	10BB37/2	4° 16' 59"	11° 13' 01"	18	73,8	240 *	29
		Samagan	10BB21/2	4° 21' 14"	11° 08'	7	38,4	35	31
		Samagan	10BB21/1	4° 20' 52"	11° 07' 52"	5,4	36,3	340 *	30
		Santidougou	10BB38	4° 13' 01	11° 17' 14"	2	41	140	32
	SATIRI	Balla	10ST01/2	4° 04' 58	11° 29' 49"	5,8	79,9	20	30
		Balla	10ST01/1	4° 04' 58	11° 29' 57	4,5	72,8	34	30
		Kadomba	10ST05	4°00' 07"	11° 29' 59"	9,8	35,5	117	30
		Mogobasso	10ST18	4° 06' 14"	11° 25' 59"	27,7	40,4	30	33
		Sa'a	10ST08	4° 06' 07"	11° 21' 56"	4,1	56,3	66	30
		Satiri	10ST09	4° 02' 15"	11° 26' 31"	5	35	140	30,5
		Sokourani	10ST10	4° 06' 58"	11° 30' 42"	1	40	75	31
		Molokadoum	10ST07	4° 02 *	11° 34 *	3,8	47,1	175	30
KENEDOUGOU	DJIGOUERA	Kaka	12DJ02	4° 49' 18"	11° 04' 38"	1	78		
		Kéléni	12DJ03	4° 54' 49"	11° 05' 53"	3	58		
	KOLOKO	Bama	12KL01	5° 17' 31	11° 01' 19"	9	60,8	40	28,5
		Dioufourma	12KL13	5° 20' 25"	10° 56' 49"	5	49,4	183	29
		Kangala	12KL06/2	5° 14' 04"	10° 57' 54"	18	54	31	28
		Kangala	12KL06/1	5° 13' 50"	10° 58' 07"	14	54,3	75	29
		Koloko	12KL07	5° 18' 40"	11° 04' 51	6	60,8	39	29,5
		Kotoura	12KL08	5° 16' 34"	10° 58' 16	5	43,5	92	28,5
		Mahon	12KL11	5° 13' 20"	11° 02' 16"	2	54,4	183	28,5
		Nifamasso	12KL12	5° 23' 05"	11° 05' 11"	4	61,3	213	29
		Savaga	12KL09/1	5° 19' 17"	10° 59' 04"	6,2	48,5	60	29
		Savaga	12KL09/2	5° 19' 18"	10° 58' 56	8,6	48,5	30	29
	KOURIGNON	Kourignon	10KR02	4° 48' *	10° 59' *	3	54		
		Kourignon b.	10KR09	4° 44' *	10° 57' *	2	60		
		Sipigui	10KR05	4° 47' 37"	10° 53' 33"	10	47		
		Syin	10KR06	4° 43' *	10° 59' *	6	78		
	ORODARA	Bandougou	12OR01	4° 52 *	10° 59 *	4	66	13	30
		Diousougou	12OR02	4° 00' 13"	11° 02' 18"	4	35	22	29
		KOtoudéni	12OR03	5° 01 *	10° 57' *	14,4	54,3	22	29
		Télédougou	12OR06	5° 04' 50"	10° 59' 41"	5	49,4		29
		Tin	12OR04/1	4° 57'	11° 05' 12"	1	44		30,5
		Tin	12OR04/2	4° 57' 23"	11° 05' 08"	6	61		29
	OUELENI	Gouanabougou	12OU06	5° 25' 27"	11° 00' 23"	4,2	37,6	172	28
		Selle	12OU03	5° 22' 44"	10° 58' 33"	5	54,5		28,5
	SAMAGOHIRI	Lougoua	12SG01	5° 08' 30"	10° 57' 54"	4	46,6		28,5
		Samogohiri	12SG03	5° 07' 14	10° 55' 42"	14,4	55		28
		Saraba	12SG04	5° 03' 11"	10° 51' 48"	2	66,5		30
		Todié	12SG05	5° 05' 09"	10° 50' 38"	22	48,7		29
	TOUSSIANA	Tapogo	10TS03	4° 42' 34"	10° 55' 48"	6,2	60		
		Wenpeya 2	10TS05/1	4° 39' *	10° 52' *	8	61		
		Wenpeya 2	10TS05/2	4° 39' *	10° 52' *	2	79		

Source : Rapport final BOAD ,1990 – SOGREAH

N.B : 4° 39' * est une coordonnée non mesurée au GPS à la différence des autres

tableau n° 2 : piézomètres du projet BOAD intéressant l'aquifère du Ggq

PROVINCE	DEPARTEMENT	N° OUVRAGES	COORDONNEES			Prof	Débi	Cond	Tem
			Longitude X	Latitude Y	Altitude Z	m	m^3/h	µS/cm	° C
HOUET	BOBO	P05	11° 14' 0	04° 17' 00	373	20			
		P06	11° 15' 09	04° 17' 50	400	61,5			
		P09	11°17' 02	04° 16' 33	387	61,4			
		P07	11° 14' 40	04° 13' 28	382	35,1			
		P08	11° 16' 40	04° 13' 43	354	25			
		P10	11° 18' 00	04° 14' 14	350	25			
		P11	11° 19' 13	04° 15' 47	347	20			
		P14	11° 16' 53	04° 19' 36	395	102			
		P16	11° 15' 08	4° 19' 40	419	77,7			
		P17	11° 12' 57	04° 18' 35	426	70,4			
		P18	11° 11' 00	04° 21' 00	448	78,3			
		P19	11° 13' 11	04° 19' 54	418	80,3			
		P20	11° 14' 37	04° 23' 17	369	85,1			
		P23	11° 12' 35	04° 24' 25	377	30,2			
		P24	11° 11' 32	04° 25'59	352,73	25,6			
		P26	11° 09' 11	04° 26' 32	369,82	42,7			
		P27	11° 07' 37	04° 26' 58	417,69	85			
		P28	11° 08' 05	04° 25' 22	356,43	30,6			
		P29	11° 08' 42	04° 23' 15	420,75	84,2			
		P30	11° 08' 13	04° 21' 16	406	45			
		P36	11° 07' 20	04°23' 05	385	50,3			
		P37	11° 05' 41	04° 25' 53	386	48			

Source : Rapport piézométrique de Mai 1990 – DRH-HB

tableau n° 3 : piézomètres du projet ERES intéressant l'aquifère du Ggq

PROVINCE	DEPARTEMENT	N° OUVRAGES	COORDONNEES			Prof	Débi	Cond.	Temp.
			Longitude X	Latitude Y	Altitude Z	m	m^3/h	µS/cm	° C
HOUET	BOBO	Pz 01	4° 25' 17	11° 12' 50	360,19	180			
		Pz 04	4° 23' 28	11° 12' 02		77,7			
		Pz 05	4° 14' 45	11° 18' 35	346,59	60			
		Pz 07	4° 26' 16	11° 11' 31	351,49	37			
		Pz 08	4° 26' 11	11° 11' 31	355,54	76			
		Pz 12	4° 16' 11	11° 20' 10	353,07	58			
		Pz 14	4° 23' 15	11° 08' 42	372,50	160			
		Pz 15	4° 25' 56	11° 11' 33	358,54	156			
		Pz16	4° 25' 51	11° 11' 26	355,88	52			
		Pz 17	4° 26' 07	11° 11' 03	353,07	52			
		Pz 20	4° 26' 41	11° 10' 59		46			
		Pz 24	4° 21' 20	11° 09' 18		96,9			
		F 3	4° 25' 26	11° 11'33	352,20	201,6			

Source : Rapport final du programme ERES, Mai 1993 - SOGREAH

tableau n° 4 : ouvrages du programme RESO recoupant le Ggq

PROVINCE	DEPARTEMENT	VILLAGE	N° OUVRAGES	COORDONNEES Longitude X	COORDONNEES Latitude Y	Prof m	Débi m³/h	Tem °C	C.E. µS/cm
HOUET	BEKUY	*Sara*	*96/RESO/080*	*3° 55'*	*11° 40'*	*61,35*	*10*	*31,1*	*11*
		Korokouan	96/RESO/085	3° 53' 4	11° 38' 3	95,95	1,3	30,4	305 *
		Lassina	96/RESO/088	3° 53' 40	11° 38 30	53,26	30	29,9	67
	BOBO	Kouentou	96/RESO/044	4° 07' 24"	11° 19' 35"				
		Kouentou	96/RESO/062	4° 07' 18"	11° 19' 38"	73,6	2,6	30,7	23
	SATIRI	Mogobasso	96/RESO/068	4° 05' 54"	11° 25' 30"	98	<0,5		
KE EDOUGOU	DJIGOUERA	Diassaga	96/RESO/061	4° 53' 47	11° 05' 21"	60,98	5	29,9	377 *
		Diassaga	*Réhabilitation*	*4° 51' 41*	*11° 05' 49*	*55,44*	1,35		
	ORODARA	Dioufourma		5° 21' 07"	10° 56' 50				
		Gouanabougou	96/RESO/145			43,15	7,2	29,2	8
		Kangala	97/RESO/163			66,17	12,5	27,7	66
		Laranfiéra	96/RESO/058	5° 06' 09	11° 03' 06"	79,4	7	29,5	16
		Sayaga	96/RESO/017	5° 20' 57"	10° 59' 60"	87,84	6	27	37
	KOLOKO	Sifarasso 1	97/RESO/148	5° 27' 18"	11° 03' 47"	73,6	5,2	28,2	23
		Sifarasso 2	97/RESO/150	5° 27' 05"	11° 03' 45	85,8	6,6	25,7	35
		Wolonk.Kag.	97/RESO/134	5° 11' 14"	11° 05' 44"	85,65	19,5	29,2	360 *
		Wolonk.Naf.	97/RESO/137	5° 07' 52"	11° 09' 40"	43,15	12,7	28,1	154
		Wolonkoto	97/RESO/140			67,55	20,8	29,2	314 *
		Kokouna	R	5° 21' 50"	10° 59' 31"	31,29	2,5		
		Kotoura	R	5° 16' 21"	10° 58' 20"	46,37	5,15		
		Kotoura	R	5° 16' 22"	10° 58' 10"	43,21	5		
		Sifarasso	R	5° 27' 07"	11° 03' 30"	52,3	2,5		
	KOURIGNON	Kimkourignon	96/RESO/055	4° 47' 10"	10° 59' 50"	55	7	28,3	10
		Kimkourignon	96/RESO/054	4° 47' 10"	10° 59' 50"				
		Mina	R	4° 49' 05	11° 01' 03	47,61	5,5		
		N'Wouna	96/RESO/057	4° 48' 4	10° 55' 5	70,09	4,5	28,1	20,4
		Dan	R	4° 50' 19"	10° 54' 09"				
	ORODARA	Dou 1	96/RESO/002	4° 54' 58"	10° 53' 52"	67	9	25,8	13
		Dou 2	96/RESO/003	4° 54' 42"	10° 55' 40"	37,33	7	27,3	55
		Koua 1	96/RESO/004	4° 57' 32"	10° 56' 17"	98,63	15	27	17
		Koua 2	96/RESO/005	4° 56' 48"	10° 55' 45"	82,33	7	27,4	59
		Orodara		4° 57' 45"	10° 56' 21"	113,9			
		Orodara		4° 55' 27"	11° 01' 04"	67			
		Salé	96/RESO/001	4° 55' 19"	11° 01' 08"	67	7,8	24,2	25
		Sirakoro	96/RESO/018	4° 59' 27"	10° 59' 10"	87,88	10	27	12
		Tin (Soly)	96/RESO/059	4° 57' 34"	11° 04' 23"	91,05	9	28,6	384 *
		Womon	96/RESO/020	4° 57' 36"	10° 59' 32	88,85	2,58	26,7	27
		Diéri	R	5° 00' 58"	10° 59' 29"	54,64	6		
		Diousougou	R	4° 59' 53	11° 02' 01"				
		Lidara	R	4° 57' 03"	11° 01' 59"				
		Nialé-Salé	R	4° 55' 29"	11° 00' 37"				
	OUELENI	*Sarkandia Y.*	*97/RESO/165*	*5° 19' 44"*	*10° 56' 20"*	*54,93*	*6,5*	*28,2*	*31*
	SAMA-GOHIRI	Samogohiri P	96/RESO/056	5° 07' 15"	10° 55' 46"	104,5	17,5	27,3	34
		Samogohiri 2	97/RESO/160			84,77	19,5	27,6	12
	TOUSSIANA	Pandouasson	96/RESO/051	4° 40' 03"	10° 55' 28"	113,6		27	<31
		Kouanhya	96/RESO/019	4° 38' 00"	10° 57' 43"	122,5	0	néant	néant

Source : Ingénieur conseil du pogramme RESO - AQUATER

R : Réhabilitation forage USAID

* : donnée douteuse

tableau n° 5 : ouvrages divers implantés dans le Ggq

PROVINCE	DEPARTEMENT	VILLAGE	PROJET	COORDONNEES Longitude X	COORDONNEES Latitude Y	Prof m	Débi m³/h	Conducti. µS/cm	Températ. °C
HOUET	BAMA	Panamasso	UNICEF	4° 12'	11° 23' 09"				
	BOBO	Koumi	CFD	4° 25' 15"	11° 08' 42"				
		Koumi	CFD	4° 25' 21"	11° 08' 02"				
		Samagan	CFJA	4° 21' 17"	11° 08' 01"				
		Koumi	FEER	4° 26' 12"	11° 08'				
		Kouentou	RESO	4° 07' 24"	11° 19' 35"				
		Koumi	UNICEF	4° 25' 53"	11° 08' 05"				
		Santidougou	UNICEF	4° 13' 01"	11° 17' 09"				
		Koumi	USAID	4° 25' 46"	11° 07' 55"				
		Koumi	USAID	4° 26' 33"	11° 03' 02"				
		Dindérsso	USAID	4° 25' 35"	11° 13' 23"				
		Kouentou	USAID	4° 03' 28"	11° 19' 35"	50	4		
		Kimidougou	USAID	4° 14' 22"	11° 17' 51"				
		Dindersso		4° 25' 59"	11° 13' 23"				
		Kouentou		4° 08' 01"	11° 20' 05"				
		Santidougou		4° 13'	11° 17' 09"				
	SATIRI	Kadomba	UNICEF	4° 00' 06"	11° 30' 00"				
		Sala	UNICEF	4° 05' 43"	11° 21' 47"				
		Satiri	UNICEF	4° 02' 17"	11° 26' 19"				
		Satiri	UNICEF	4° 02' 11"	11° 26' 14"				
		Sala	USAID	4° 06' 14"	11° 21' 55"	46	4		
KENEDOUGOU	DJOURERA	Diassaga	ODE						
		Diassaga	USAID						
	KOLOKO	Wolonkoto	CFJA	5° 09' 05"	11° 06'				
		Sifarasso	CFJA	5° 26' 46"	11° 03' 30"				
		Kangala	CFJA	5° 13' 37"	10° 58' 17"				
		Wolonkoto	FEER	5° 09' 07"	11° 05' 50"				
		Sokouraba	FEER	5° 10' 05"	10° 50' 39"				
		Sifarasso	FEER	5° 26' 49"	11° 03' 31"				
		Kangala	UNICEF	5° 13' 41"	10° 58' 11"				
		Wolonkoto	USAID	5° 08' 59"	11° 05' 51"	49	16		
		Wolonkoto	USAID	5° 08' 52"	11° 05' 57"	58	15		
		Bakaribougou	USAID	5° 04' 01"	11° 03' 01"	42	2		
		Nantandougou	USAID	5° 13' 14"	11° 06' 18"	43	16		
		Bama	USAID	5° 12' 05"	11° 01' 31"	61	0		
		Diamyédougou	USAID	5° 07' 18"	11° 02' 51"	55	3		
		Sokouraba	USAID	5° 09' 58"	10° 50' 06"	12	7		
		Sokouraba	USAID	5° 10' 15"	10° 50' 54"	62	10		
		Koloko	USAID	5° 18' 47"	11° 04' 59"	61	4		
		Koloko	USAID	5° 18' 45"	11° 04' 47"	58	5		
		Kokouna	USAID	5° 21' 50"	10° 59' 31"	35	2		
		Sifamasso	USAID	5° 23' 04"	11° 05' 09"	62	4		
		Mahon	USAID	5° 13' 10"	11° 02' 25"	50	3		
		Mahon	USAID	5° 13' 19"	11° 02' 27"	53	4		
		Sokoroni	USAID	5° 23' 10"	11° 02' 41"	36	6		
		Sokoroni	USAID	5° 22' 42"	11° 02' 11"	40	3		
		Sifarasso	USAID	5° 27' 07"	11° 03' 30"	56	0		
		Sifarasso	USAID	5° 26' 53"	11° 03' 31"	52	1		
		Lanfiéra	USAID	5° 06' 17"	11° 03' 14"				
		Sayaga	USAID	5° 19' 18"	10° 59' 05"	29	2		
		Kotoura	USAID	5° 16' 21"	10° 58' 29"	46	3		
		Kotoura	USAID	5° 16' 22"	10° 58' 10"	46	3		
	KOURIGNO	Dan	USAID	4° 59' 19"	10° 54' 09"				
	ORO-DARA	Dieri	DIVERS	5° 01' 02"	10° 59' 31"				
		Orodara	ONEA	4° 55' 14"	10° 59' 17"				
		Orodara	ONEA	4° 55' 13"	10° 59' 13"				
		Dieri	PARTIC	5° 00' 15"	10° 59' 30"				
		Dieri	USAID	5° 00' 58"	10° 59' 29"	55	3		
		Dieri	USAID	5° 01' 02"	10° 59' 21"	56	4		
		Tin	USAID	4° 56' 59"	11° 05' 26"	43	4		
		Diousougou	USAID	4° 59' 51"	11° 02' 01"	53	3		
		Lidara	USAID	4° 57' 03"	11° 01' 59"	55	3		
		Orodara	USAID	4° 54' 05"	10° 57' 29"				
		Orodara	USAID	4° 55' 29"	11° 00' 39"				
		Orodara	USAID	4° 52' 01"	10° 58' 35"				
		Nialé-Salé	USAID	4° 55' 29"	11° 00' 37"	62	4		
	OUELENI	Kobada	USAID	5° 20' 56"	10° 54' 52"	33	5		
		Sountourkou	USAID	5° 24' 28"	10° 58' 30"	48	3		
		Outila	USAID	5° 26' 01"	10° 59' 33"	40	4		
		Sarkandiala	USAID	5° 18' 19"	10° 54' 37"	28	1		
		Pelignan	USAID	5° 23' 18"	10° 55' 37"				
	SAMO-GOHIRI	Samogohiri	USAID	5° 06' 41"	10° 56' 48"	54			
		Samogohiri	USAID	5° 07' 24"	10° 55' 58"	54			
		Diole	USAID	5° 05' 17"	11° 02' 53"	67	10		
	TOUS-SIANA	Tapogo	CFJA	4° 42' 29"	10° 56' 06"				
		Tapogo	USAID	4° 42' 25"	10° 55' 55"	61	3		

Source : DRH-HB

VII-4 ANNEXE 4

- **figure n° 1-a** : coupe géologique du forage 96/RESO/056 – Samogohiri
- **figure n° 1-b** : coupe géologique du forage 96/RESO/059 – Tin
- **figure n° 1-c** : coupe géologique du forage 96/RESO/066 – Diassaga
- **figure n° 1-d** : coupe géologique du forage 96/RESO/148 – Sifarasso
- **figure n° 1-e** : coupe géologique du forage 96/RESO/150 – Sifarasso
- **figure n° 1-e** : coupe géologique du forage 96/RESO/163 – Kangala
- **figure n° 2** : exemplaire de graphique de nivellement
- **tableau n° 1** : données pour l'établissement de la carte
- **tableau n° 2** : variations annuelles des profondeurs d'eau
- **figure n° 3** : courbes piézométriques

tableau n°1-a : coupe géologique du forage 96/RESO/056 – Samogohiri

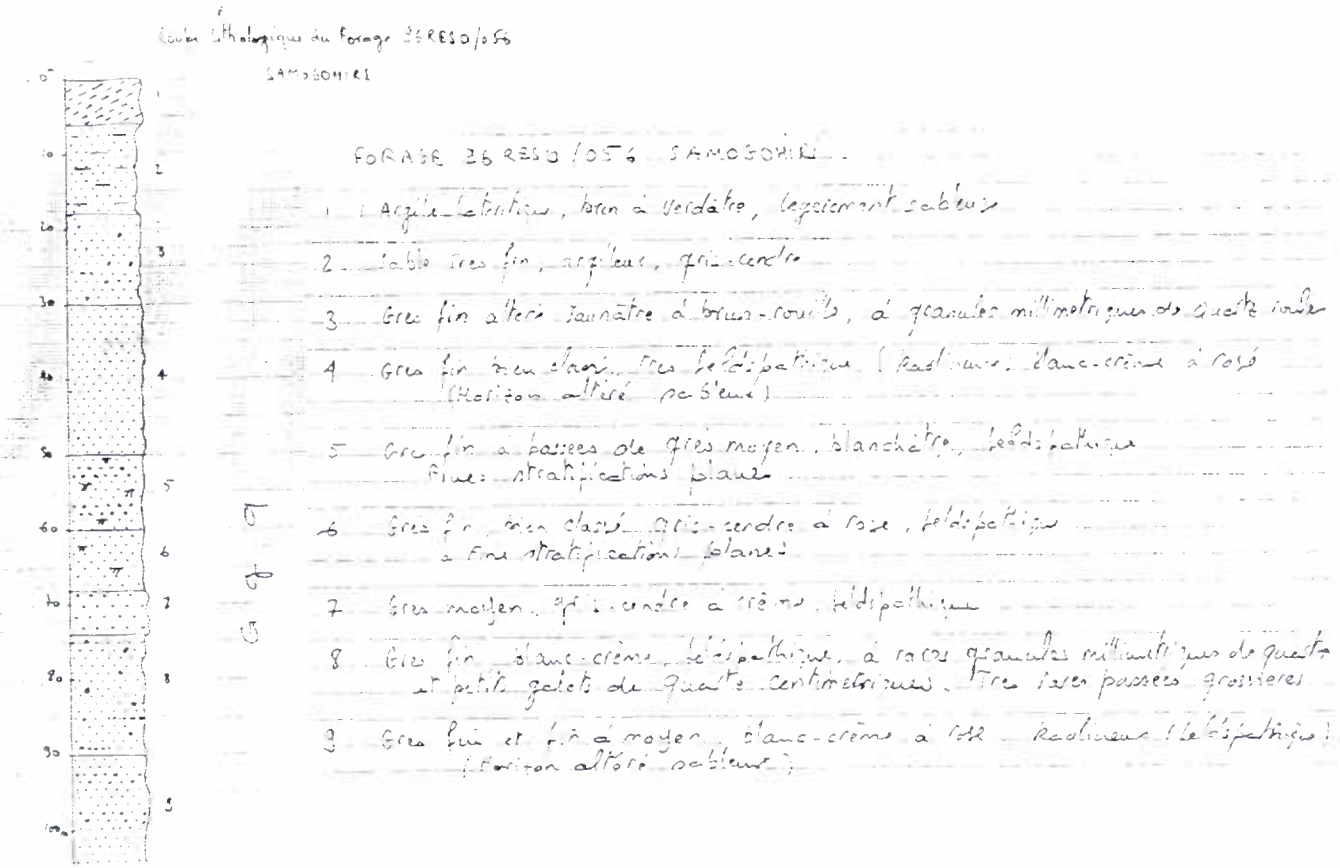


tableau n°1-b : coupe géologique du forage 96/RESO/059 – Tin

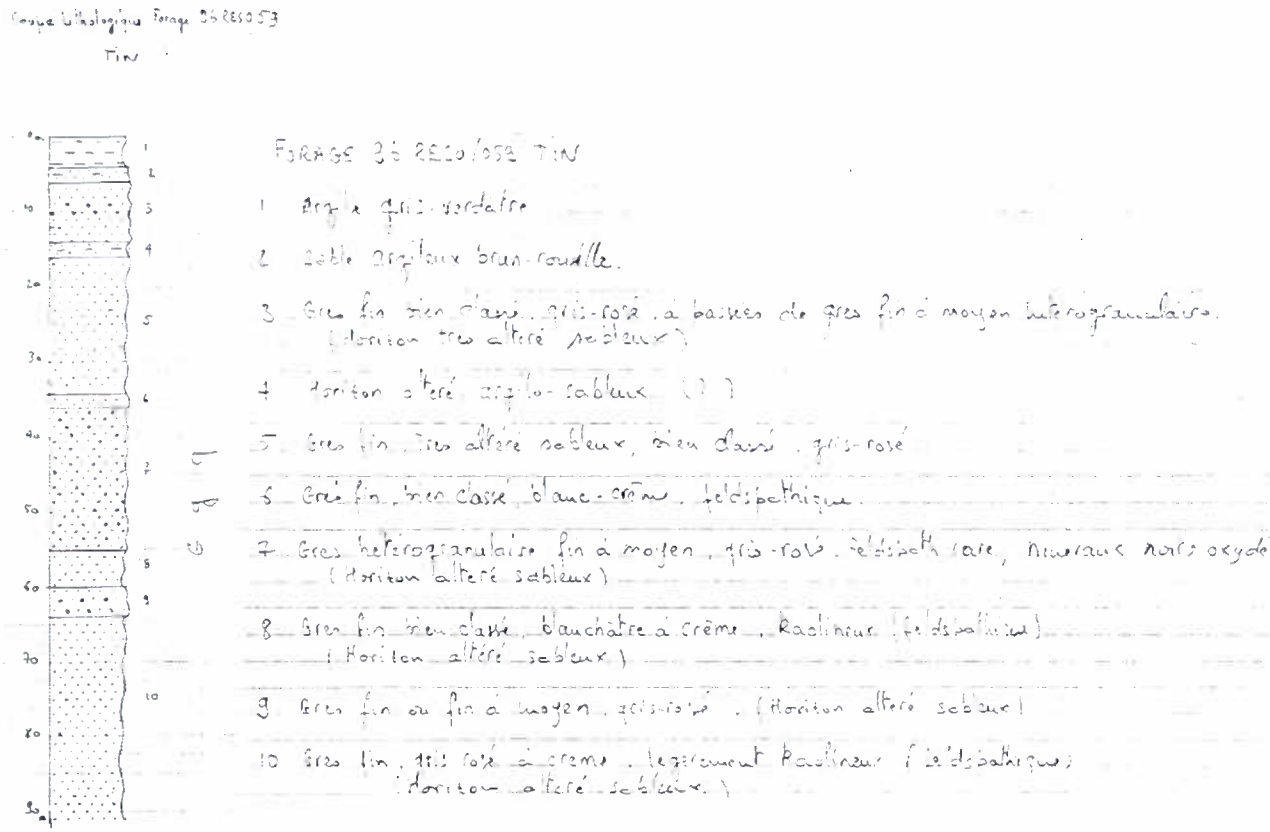


tableau n°1-c : coupe géologique du forage 96/RESO/061 – Diassaga

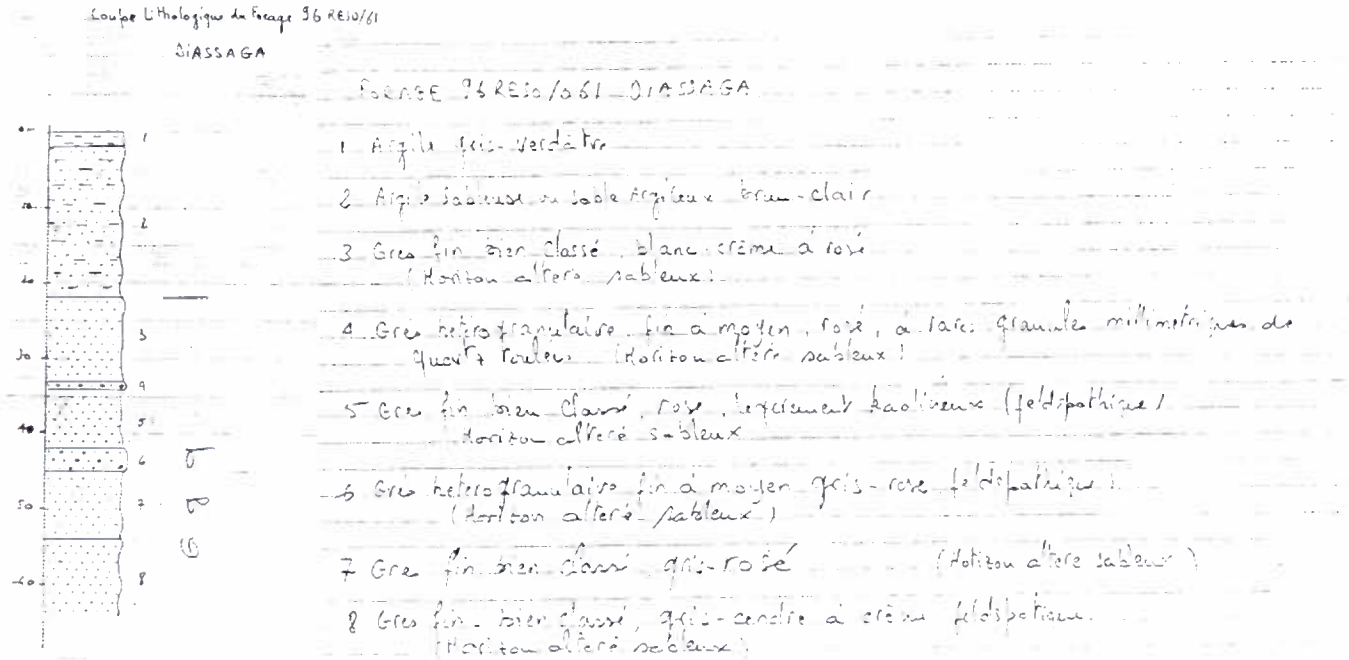


tableau n°1-d : coupe géologique du forage 96/RESO/148 – Sifarasso

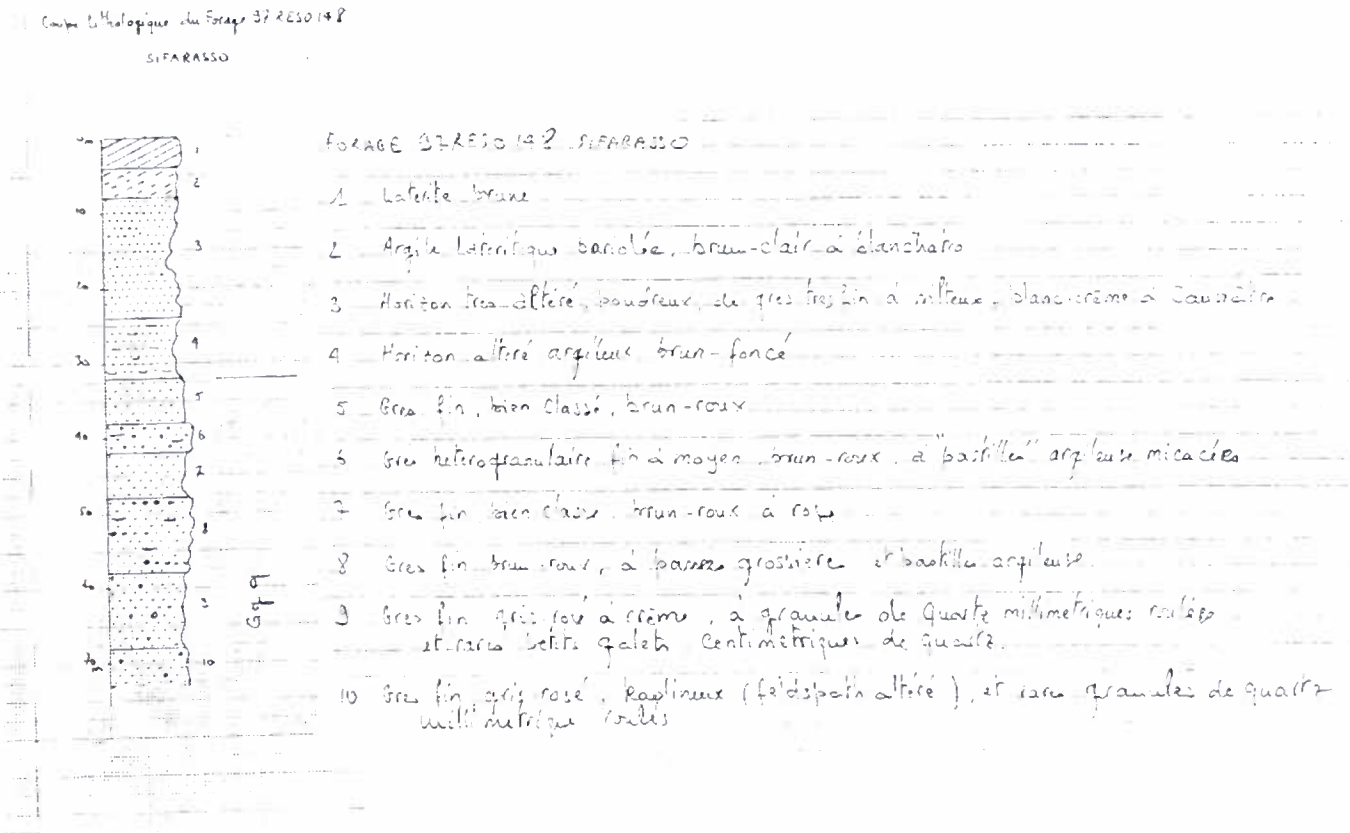


tableau n°1-a : coupe géologique du forage 96/RESO/150 – Sifarasso

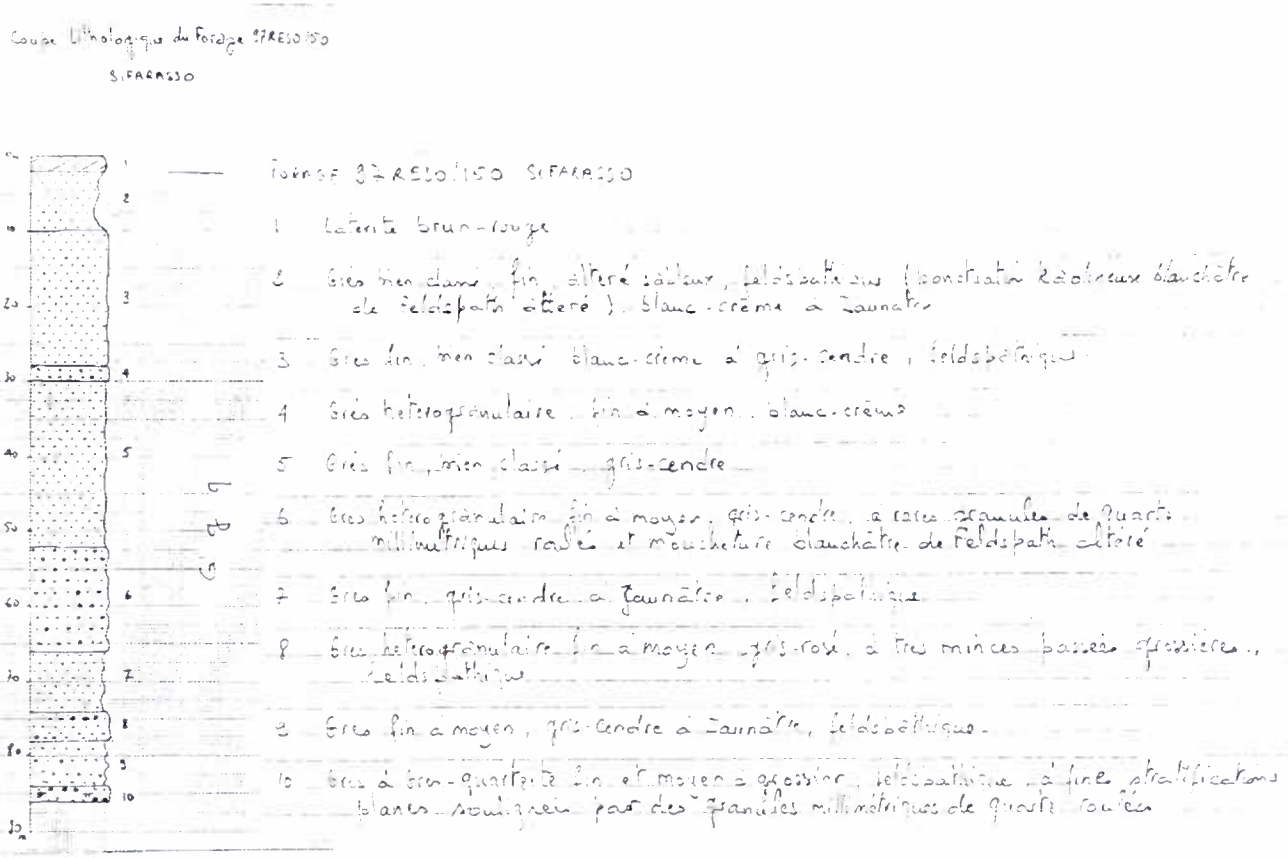
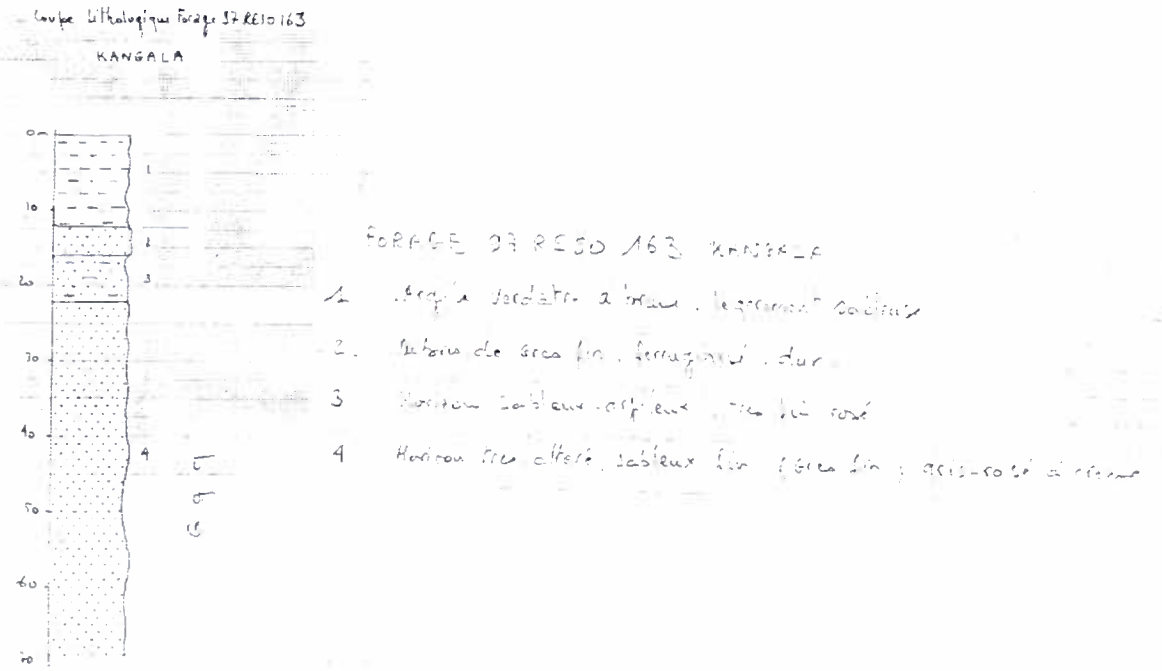
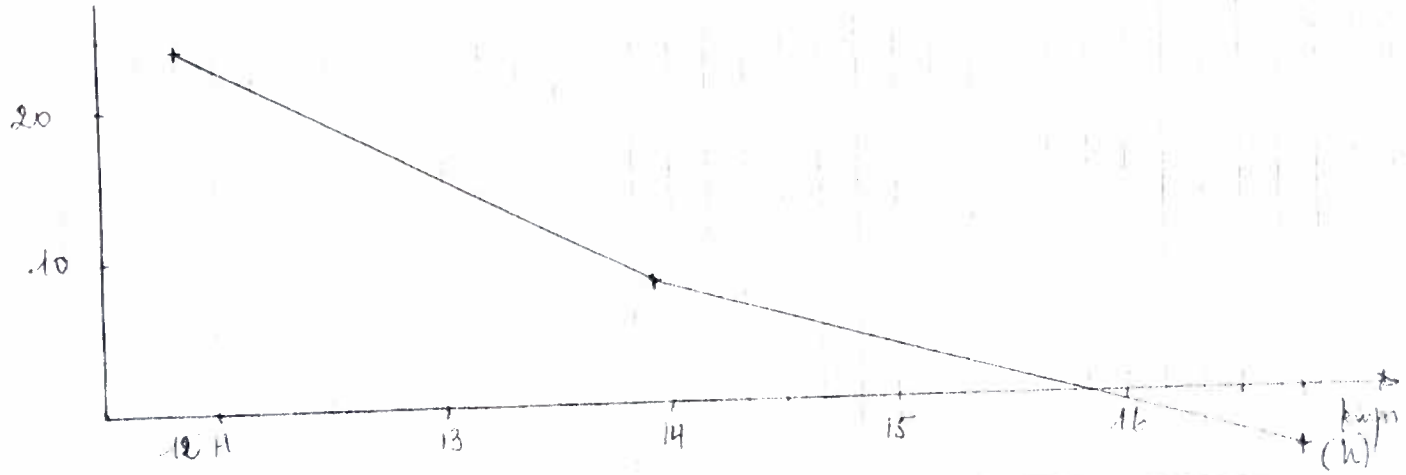


tableau n°1-f : coupe géologique du forage 96/RESO/163 - Kangala





Points	OUVRAGE	X_{mes}	Y_{mes}	Mesure	Temps	COTE	OBSR
TOUSSIAMASSO	Route	–	–	485	11H 50	509	P. côté
BANDOUGOU	ROAD	4° 51'38	10° 58'46	513	11H 55	536	
"	US	4° 52'04	10° 58'38	505	12H 05	529	
NIALÉ	US R	4° 55'29	11° 00'37	521	12H 30	541	→ 540
NIALÉ - SALÉ	PÉSO	4° 55'28	11° 01'01	518	12H 40	535	
NIALÉ	US R	4° 55'29	11° 00'37	523	12H 50	539	→ 540
TOUSSIAMASSO	Route	–	–	501	13H 55	509	P. côté
DANT	US R	4° 50'19	10° 54'09	475	14H 00	480	→ 479
SIPIGUI	ROAD	4° 47'37	10° 53'33	443	14H 55	447	
KOLOKOLO	DIVERS	4° 51'30	10° 48'35	484	15H 55	483	
"	DIVERS	4° 51'48	10° 48'06	482	16H 05	481	
DANT	US R	4° 50'19	10° 54'09	481	16H 35	475	→ 479
TOUSSIAMASSO	Route	–	–	513	16H 45	509	P. côté

P. côté : Point de côte connue ici Route = 509 m.

509 : Point ayant servi à tracer le graphique.

tableau n° 1 : données pour l'établissement de la carte piézométrique

Village	COORDONNEES			PROFOND. D'EAU (m)	DATE DE MESURE	COTE PIEZO. (m)
	Latitude X	Longitude Y	Altitude Z			
Logofourso	4° 22' 34	11° 07' 16	387	18	12/87	369
Koumi	4° 25' 39	11° 08' 51	328	23,38	12/87	339,62
Saraba	5° 03' 11	10° 51' 48	479	8,6	15/12/87	470,4
Tin	4° 57' 00	11° 05' 12	474	6,3	20/12/87	467,7
Lougoua	5° 08' 30	10° 57' 54	507	12,9	27/12/87	494,1
Kotoura	5° 16' 34	10° 58' 16	550	7,71	29/12/87	542,29
Todié	5° 05' 09	10° 50' 38	500	1,8	30/12/87	498,2
Kangala	5° 14' 04	10° 57' 54	560	15,8	31/12/88	544,2
Samogohiri	5° 07' 14	10° 55' 42	498	12,18	15/12/87	485,82
Tèlèdougou	5° 04' 50	10° 59' 41	528	10,23	26/12/87	517,77
Dioufourma	5° 20' 35	10° 56' 49	540	11,7	28/12/87	528,3
Mahon	5° 13' 20	11° 02' 16	574	26,85	30/12/88	547,15
Diossougou	5° 00' 13	11° 02' 18	539	10,6	12/88	528,4
Sifarasso	5° 27' 18	11° 03' 26	529	34	18/11/96	495
Diéri	5° 00' 48	10° 59' 29	526	18,8	14/11/96	507,2
Diassaga	4° 52' 11	11° 12' 25	435	4,3	11/96	430,7
Bandougou	4° 52'	10° 59	537	39,35	11/87	497,65
Gouanabougou	5° 25' 27	11° 00' 23	513	8,28	29/12/96	504,72

tableau n° 2 : variations annuelles des profondeurs d'eau

1 9 9 4

Ouvrage	Mini		Maxi		variation
	date	mesure	date	mesure	An. (cm)
P10	juin	14,38	sept	12,52	186
F3	avril	4,23	septembre	3,75	48
Pz10	avril	4,08	novembre	4	8
Pz16	mai	9,15	novembre	8,33	82
Pz17	avril	5,41	novembre	5,25	16
Pz18	avril	18,94	novembre	18,79	15
Pz24			sept	52,7	

1 9 9 5

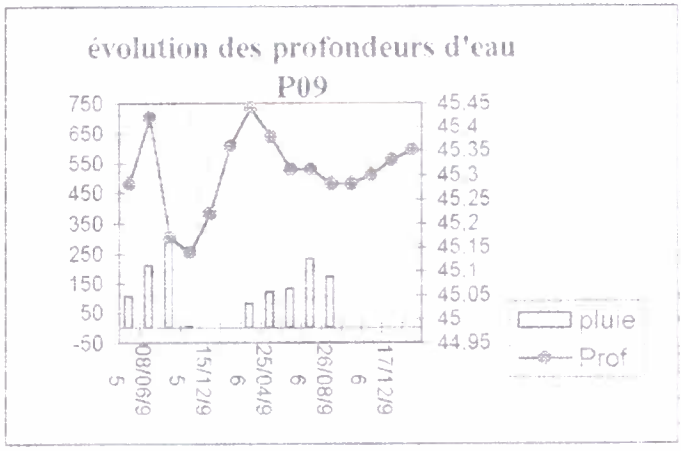
P10	juin	13,75	oct	13,03	72
P11	juin	14,15	dec	13,92	23
P14	juin	84,1	oct	83,9	20
P18			août	66,09	
P19	avril	69,55	nov	69,17	38
P20	juin	83,09	octobre	82,8	29
P24	avril	4,61	octobre	4,16	45
P26	avril	27,83	octobre	27,72	11
F3	juill	4,37	octobre	4,09	28
Pz10	avril	4,1	octobre	4	10
Pz16	avril	9,24	nov	5,55	369
Pz17	avril	5,52	sept	4,04	148
Pz18	avril	19,06	oct	18,82	24
Pz24	juill	53,16	dec	52,79	37

1 9 9 6

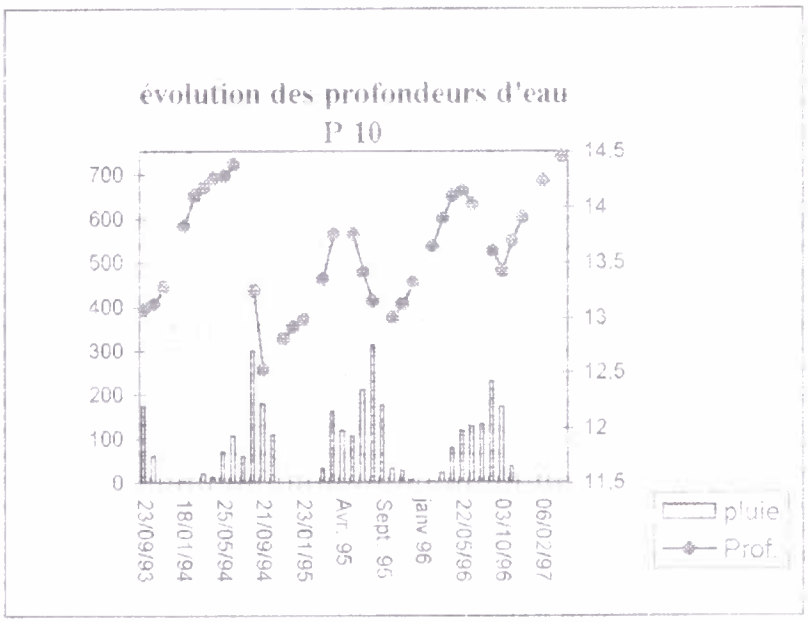
P10	mai	14,15	octobre	13,42	73
P11	mai	14,18	octobre	14,05	13
P14	mai	84,2	octobre	84	20
P18	mai	66,56	octobre	66,18	38
P19	juin	69,5	octobre	69,4	10
P20	mai	83,16	octobre		
P24	mai	4,63	août	4,32	31
P26	avril	27,87	octobre	27,78	9
F3			octobre	4,11	
Pz10	mai	4,13	août	4,08	5
Pz16			août	5,85	
Pz17	mai	4,68	août	4,56	12

Figure n° 3:

date	pluie	Prof
08/06/95	104	45.28
04/07/95	208.9	45.42
16/08/95	310.7	45.17
15/12/95	5.2	45.14
02/02/96		45.22
19/03/96		45.36
25/04/96	78.2	45.44
22/05/96	118.1	45.38
25/07/96	131.8	45.31
26/08/96	230.1	45.31
03/10/96	170	45.28
19/11/96		45.28
17/12/96		45.3
06/02/97		45.33
09/04/97		45.35



date	pluie	Prof.
23/09/93	173	13.07
25/10/93	57.6	13.12
11/11/93		13.27
20/12/93		
18/01/94	1.7	13.83
23/02/94		14.1
20/03/94	19.7	14.18
20/04/94	12.6	14.26
25/05/94	71.4	14.28
29/06/94	104	14.38
juil. 94	58.8	
30/08/94	301	13.24
21/09/94	178	12.52
oct. 94	108	
23/11/94	0.9	12.81
23/12/94		12.91
23/01/95		12.98
Fév.95		
15/03/95	31	13.34
19/04/95	160	13.75
Avr. 95	117	
08/06/95	104	13.75
04/07/95	209	13.41
16/08/95	311	13.15
Sept. 95	176	
06/10/95	32.6	13
15/11/95	27.4	13.12
15/12/95	5.2	13.31
janv.96		
02/02/96	3.2	13.64
19/03/96	21.5	13.9
25/04/96	78.2	14.1
22/05/96	118	14.15
21/06/96	127	14.02



21/06/96	126.6	14.02
juil.96	131.8	
28/08/96	230.1	13.59
03/10/96	170	13.42
19/11/96	35.9	13.69
17/12/96		13.91
janv.97		
06/02/97		14.24
mar-97		
09/04/97		14.45