3903

CLUB DES AMIS DU SAHEL

Etude financée par le Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française

LES EAUX SOUTERRAINES DU SAHEL

Etude des ressources - Propositions d'études

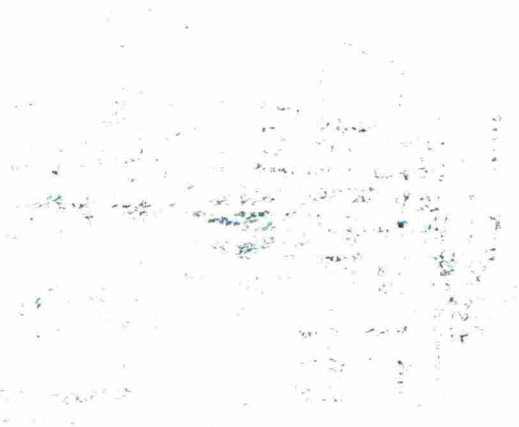
Typologie des captages

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

AGENCE D'ÉTUDES DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE A L'ÉTRANGER

CENTRE DE DOCUMENTATION
Date d'entrée Classement 00.806
Arrivé le

00806



CLUB DES AMIS DU SAHEL

Etude financée par le Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française

LES EAUX SOUTERRAINES DU SAHEL

Etude des ressources - Propositions d'études
Typologie des captages

par

J.-R. DAUM

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

AGENCE D'ÉTUDES DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE A L'ÉTRANGER

6-8, rue Chasseloup-Laubat, 75737 Paris Cédex 15
Tél.: (1) 783.94.00 - Câble BURGEOLOG Paris
Télex : nº 270844 F BURGEOL

B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex
Tél.: (38) 63.80.01 - Câble BURGEOLOG Orléans
Télex : nº 780258 F BURGEOL

CENTRE DE DOCUMENTATION
N° d'entrée : CILSS/ 00/806
Arrivé le

Juin 1977

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE I - DONNEES GENERALES

CHAPITRE II - LES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

CHAPITRE III - PROPOSITIONS D'ETUDES

CHAPITRE IV - TYPOLOGIE DES OUVRAGES

CIEH S
DOCUMENTATION

INTRODUCTION

La présente étude est une étude de synthèse. Elle a été réalisée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, à la demande et sur financement du Fonds d'Aide et de Coopération français (F. A. C.). Son but est de fournir au "Club des Amis du Sahel", des données nécessaires sur les eaux souterraines d'une zone comprise approximativement entre le 20ème et le 8ème degré de latitude Nord et intéressant les pays suivants :

. Gambie, Haute-Volta, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal et Tchad.

Cette synthèse est fondée sur une documentation importante (dont on trouvera la bibliographie pays par pays à la fin du chapitre II). Elle est illustrée par des cartes à l'échelle du 1/5 000 000.

Un premier chapitre est consacré à l'énoncé de données générales, à savoir :

- une description d'ensemble des principaux aquifères présents dans la zone d'étude, avec une distinction primordiale entre aquifères continus (nappes généralisées) et aquifères discontinus (nappes occasionnelles) ;

- une description générale des méthodes de prospection et d'exploitation des eaux souterraines, pour les aquifères continus et pour les aquifères discontinus ;

- l'explication de la manière dont ont été conçues les cartes des eaux souterraines, et l'utilisation des renseignements qu'elles fournissent.

Dans le chapitre suivant on trouvera, état par état, une description plus particulière des aquifères qui y sont rencontrés, avec les renseignements suivants :

- distinction entre aquifères continus et discontinus ,
- les faciès lithologiques rencontrés ,
- les aquifères profonds présents ,
- les possibilités de ces aquifères indiqués par les critères suivants :
  - . débits d'extraction possibles ,
  - . évaluation des ressources renouvelables ,
  - . évaluation des réserves exploitables.

./.

Dans le troisième chapitre sont consignés des propositions d'études, pays par pays, et qui comportent :

- la délimitation de la zone d'étude (reportée sur la carte n° 4) ,
- le but du projet ,
- les mesures envisagées.

Enfin, le quatrième et dernier chapitre est consacré à la typologie des ouvrages de captage à prévoir suivant :

- les débits désirés ,
- la profondeur du toit de l'aquifère ,
- la nature lithologique des terrains.

Ces résultats sont reportés schématiquement sur la carte n° 5.

CHAPITRE I

DONNÉES GÉNÉRALES

CILSS
DOCUMENTATION

CHAPITRE I - DONNEES GENERALES

1 - *DESCRIPTION D'ENSEMBLE*

Rappel des données pluviométriques

Dans la partie ouest de la zone d'étude les précipitations annuelles varient entre 100 mm et 1 400 mm, du Nord au Sud (Mauritanie, Sénégal et Mali).

Dans la partie centrale elles varient entre 100 mm et 1 000 mm (Mali, Haute-Volta), et entre 100 et 800 mm (Niger).

Dans la partie est, toujours du Nord au Sud, elles varient entre moins de 100 mm et 1 000 mm (Tchad).

Une carte des isohyètes (courbes d'égale hauteur d'eau tombée annuellement) tracées sur l'ensemble de la zone d'étude figure en annexe. On a reporté également sur cette carte les courbes d'égale hauteur de pluie efficace annuelle. La pluie efficace annuelle est le total sur l'année des excédents mensuels de la pluie sur l'évapotranspiration réelle correspondante. Elle représente, par conséquent, la quantité d'eau qui s'infiltre ou ruisselle. Les valeurs portées sur cette carte sont des moyennes calculées à partir de mesures enregistrées au cours des trente dernières années.

Description générale des eaux souterraines

Les deux aspects sous lesquels les eaux souterraines peuvent être présentes au sein des diverses formations géologiques rencontrées dans la zone d'étude, conduisent à faire une distinction primordiale entre deux types d'aquifères :

- *Les aquifères continus,* encore appelés *aquifères généralisés :*

  Ceux-ci sont représentés par des formations sédimentaires constituant un milieu poreux continu, ou un milieu fissuré (fractures, diaclases, cavités karstiques) continu.

  Les caractéristiques hydrodynamiques de tels aquifères peuvent varier dans l'espace (variations de perméabilité, variations d'épaisseur mouillée, mises en charges) et dans le temps (variations d'épaisseur mouillée, mises en charges), mais de tels aquifères peuvent être captés en tout point de leur domaine. L'eau est présente partout.

  La profondeur de l'eau sous la surface du sol varie, mais de manière continue. Les débits spécifiques (débit livré par mètre de rabattement) sont, bien entendu, variables suivant l'emplacement des captages et fonction des caractéristiques hydrodynamiques locales.

./.

De tels aquifères ont généralement de grandes dimensions, et de ce fait, sont le siège de réserves importantes.

. *Les aquifères discontinus :*

Contrairement au type précédent, on appelle aquifères discontinus des formations pouvant contenir de l'eau dans *certaines zones*, mais en être, par contre, dépourvues en d'autre

Les zones pourvues en eau, ont ce privilège du fait de la fissuration, de la fracturation ou d'une altération physico-chimique des roches, qui ne sont souvent qu'une caractéristique locale.

Il s'agit de formations géologiques compactes appartenant au socle éruptif et métamorphique (granites, gneiss, schistes, roches intrusives), mais aussi de formations sédimentaires consolidées (grés indurés, quartzites, calcaires ou dolomies compacts).

2 - METHODES GENERALES DE PROSPECTION

Celles-ci sont souvent différentes suivant qu'il s'agisse d'aquifères continus ou d'aquifères discontinus. En premier lieu, il faut, par conséquent individualiser les aquifères, ce qui a été fait pour la presque totalité de la zone d'étude.

- Aquifères continus :

Une bonne connaissance de l'aquifère et de ses possibilités sera obtenue par l'acquisition des renseignements suivants en un nombre suffisant de points, et avec une distribution spatiale régulière :

. profondeur du niveau de l'eau sous la surface du sol ,

. nature de l'aquifère : libre, ou en charge (artésien ou non) ,

. épaisseur de l'aquifère (déterminé par la profondeur du substratum) ,

. présence ou non d'aquifères profonds sous-jacents et nature de ceux-ci ,

. extension géométrique de l'aquifère et nature de ses limites (imperméable, alimentation, exutoire) ,

. résultats de pompages d'essai :
- transmissivité, coefficient d'emmagasinement, débit spécifique.

. débits d'échange avec les rivières ,

. débits d'infiltration par le haut (pluies) ,

. communication avec les aquifères voisins ou sous-jacents.

Ces divers renseignements sont obtenus par :

. l'examen de cartes (topographiques, géologiques), de photographies aériennes ,

./.

CHAPITRE II

LES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

CILSS
DOCUMENTATION

. l'exécution de forages de reconnaissance ,

. la mise en oeuvre de prospections géophysiques (électrique, sismique) ,

. l'exécution de pompages d'essai ,

. le relevé périodique de mesures

- de niveau (forages, piézomètres) ,
- de débits (cours d'eau) ,
- climatologiques (pluviométrie, températures, humidité de l'air, évaporation réelle, etc...).

D'une manière plus pratique pour les organismes chargés de l'exploitation et de la planification, ces divers renseignements permettent d'établir :

. l'évaluation du débit d'extraction possible pour un ouvrage futur, en fonction d'un rabattement admissible ;

. l'évaluation des ressources renouvelables de l'aquifère, c'est à dire les volumes qui peuvent être pompés annuellement sans toucher aux réserves, donc sans modification de l'aquifère ;

. l'évaluation des réserves exploitables, c'est à dire les volumes qui peuvent être puisés dans les réserves de l'aquifère en admettant un rabattement moyen fixé conventionnellement au tiers de l'épaisseur de l'aquifère sans toutefois dépasser un maximum de 100 m en dessous de la surface du sol.

- Aquifères discontinus :

Il s'agit dans un premier stade de pouvoir différencier au sein de tels ensembles, les zones susceptibles de contenir des eaux souterraines, des zones probablement stériles, afin d'éliminer ces dernières d'une prospection plus détaillée. L'examen en surface, de la nature des roches, de la fissuration, de la fracturation, de l'altération, ainsi que l'expérience acquise au cours d'études précédentes sur des formations lithologiques semblables, permettront de faire cette première distinction.

L'extension de ces observations à des niveaux plus profonds nécessitera la mise en oeuvre de forages de reconnaissance et le recours à des méthodes de prospection géophysique (sismique, électrique, gravimétrique).

Les zones retenues comme susceptibles de renfermer des quantités d'eaux non négligeables feront ensuite l'objet d'études plus précises :

. étude statistique des orientations des fractures et diaclases, relevé des pendages de couches, étude de la schistosité ;

. inventaire des sources, mesure de leurs débits, éventuellement emploi de traceurs, colorants, chimiques ou radioactifs ;

. méthodes géophysiques de détail (gravimétrique, électrique, magnétométrique) ;

. forages d'exploration avec essais de débits, et pompages d'essai ;

. essais de développement par acidification dans les formations calcaires.

CIEH - DOCUMENTATION

./.

3 - CONCEPTION DES CARTES JOINTES EN ANNEXES

Ces cartes ont été réalisées à l'échelle 1/5 000 000.

Carte n° 1 : carte des aquifères

Elle représente :

- une distinction entre les aquifères continus (généralisés) et les aquifères discontinus ;
- les différents faciès lithologiques (nature des roches) au sein de ces deux types d'aquifère ;
- les courbes d'égale profondeur sous la surface du sol du niveau statique de l'aquifère phréatique (seulement pour aquifères continus).

Sur cette carte figurent également en cartouches et par zones :

- le périmètre d'extension de l'aquifère profond sous-jacent captif ;
- les limites d'extension de l'artésianisme ;
- les courbes d'égale profondeur sous la surface du sol du niveau piézométrique statique de cet aquifère.

Cette carte permet tout d'abord, de définir par zone les méthodes de prospection à utiliser suivant le type d'aquifère présent. Elles permettent également de prévoir les modes de forages les plus appropriés en fonction de la nature des roches constituant l'aquifère.

Enfin, pour les aquifères continus, elles donnent un ordre de grandeur de la profondeur nécessaire des forages envisagés.

Carte n° 2 : carte pluviométrique

Cette carte représente :

- les couches d'égale hauteur d'eau tombée annuellement (isohyètes) ;
- les couches d'égale valeur de la pluie efficace (excédents pluviométriques).

Carte n° 3 : carte des études effectuées

Sur cette carte ont été reportés les périmètres des zones ayant fait l'objet d'études hydrogéologiques.

Chaque zone d'étude est affectée d'un numéro correspondant, sur la liste bibliographique pays par pays, à l'étude en question, avec ses références ainsi que la nature des études effectuées.

Carte n° 4 : carte des zones d'études à effectuer

Carte n° 5 : typologie des ouvrages

./.

CHAPITRE II - LES RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

(la numérotation des aquifères correspond à celle de la carte n° 1)

1 - EAUX SOUTERRAINES DE LA GAMBIE

Ce pays fait, hydrogéologiquement parlant, partie du bassin sénégalo-mauritanien. Les deux aquifères continus du Continental terminal, et des sables et grés maestrichtiens y sont présents, surmontés par l'aquifère que constituent les alluvions du fleuve Gambie.

Aquifère alluvionnaire (A)

Ces alluvions sont des matériaux argilo-sableux, qui ne sont que localement très perméables. Le niveau statique est directement influencé par les fluctuations du fleuve. Dans l'estuaire les eaux de cet aquifère sont salées, et la salinisation remonte très loin, jusqu'à Georgetown.

Cet aquifère est peu intéressant au point de vue ressources.

Aquifère du Continental terminal (3/6)

Cet aquifère représente en ce qui concerne la Gambie 10 500 km^2 de superficie. Il est constitué de sables et de grés argileux. Localement il peut se mettre légèrement en charge sous des alluvions argileuses. Il est réalimenté par les pluies et par les apports du fleuve Gambie.

Pour une infiltration estimée à 100 mm de hauteur d'eau annuelle le volume des ressources renouvelables annuellement est d'environ 1 milliard de m^3.

En supposant un rabattement du tiers de l'épaisseur saturée, le volume des réserves exploitables se situe entre 6 et 13 milliards de m^3.

Aquifère des sables et grés maestrichtiens

Cet aquifère est fortement en charge. Son toit se situe entre 400 et 500 m sous la surface du sol, son épaisseur de l'ordre de 200 à 250 m. Le niveau piézométrique est à une dizaine de mètres sous le sol. L'intrusion des eaux salées ne le rend en pratique utilisable que dans sa partie située à l'Est de Banjul.

Le volume des réserves exploitables se situe entre 3 et 5 milliards de m^3, pour un rabattement de 100 m sous la surface du sol.

./.

2 - EAUX SOUTERRAINES DE LA HAUTE-VOLTA

La majeure partie du territoire est constituée par l'affleurement du socle précambrien (bouclier libéro-ivoirien). Le seul aquifère continu, représenté par les formations du Continental terminal, se situe dans la partie méridionale de la plaine d'effondrement du Gondo.

Aquifère continu

S'étendant plus largement sur le territoire du Mali, l'aquifère du Gondo (18) est constitué par des grés à ciment argileux, des argiles et des sables du Continental terminal et à sa base par la zone de fissuration et d'altération plus ou moins développée de schistes et de dolomies constituant le substratum de la région.

La profondeur de l'eau sous le sol varie entre 10 et 80 mètres. Pour la superficie intéressée par le territoire de la Haute-Volta, soit environ 11 000 km^2, les ressources annuellement renouvelables sont estimées à 430 millions de m^3 (infiltration annuelle 38 mm) L'épaisseur saturée décroit du Sud-Ouest au Nord-Est de 50 à 5 mètres. En supposant un rabattement du tiers de l'épaisseur saturée le volume des réserves exploitables est compris entre 1 et 3 milliards de m^3.

La qualité chimique de cette eau est excellente ou bonne, mais décroit de manière générale vers le centre de la plaine.

Vers l'Est cet aquifère s'étend aux dolomies d'Irma, mais en y revêtant un caractère discontinu.

Aquifères discontinus

- *socle précambrien* (12)

Toute cette zone est composée de roches cristallines, volcaniques et métamorphisées : granites, schistes, quartzites, roches vertes, dolérites.

Les ressources en eau y sont par conséquent liées à la fissuration, fracturation ou altération de ces roches. En ce qui concerne particulièrement les schistes l'altération se traduit par des zones à matériaux fortement argileux, pratiquement imperméables et l'eau doit être recherchée en profondeur, au-delà de ces zones, dans la roche compacte, mais fracturée ou fissurée.

Les alluvions des cours d'eaux, constituant de petits aquifères, peuvent être localement intéressantes.

Les ressources annuellement renouvelables de toute cette région couvrant 225 000 km^2, sont estimées entre 3 et 4 milliards de m^3 (infiltration annuelle équivalente 17 mm).

- *Formations du Gourma - groupe d'Ydouban* (16 et 17)

Au sein de ces formations, les calcaires et dolomies d'Irma, pourraient posséder, dans les zones fissurées et karstiques, des ressources

./.

intéressantes, bien que l'alimentation par les pluies soit faible. Ces possibilités sont encore mal connues et une exploration plus poussée devrait être entreprise.

- *Grès primaires et infracambriens* (11)

Ces formations sont également encore mal connues, mais le fait que certaines sources y libèrent des débits parfois importants, notamment dans la région de Bobo-Dioulasso, et que de nombreux cours d'eaux sont pérennes, doit être l'indice de ressources intéressantes, et des études plus approfondies mériteraient d'y être engagées.

Cette zone couvre, une superficie de 32 000 km^2, ce qui avec une infiltration annuelle de 60 mm, constitue environ 1,9 milliards de m^3 de ressources annuellement renouvelables.

3 - EAUX SOUTERRAINES DU MALI

Aquifère continus

- *Aquifère du continental intercalaire* : Fossé de Nara, régions bordières de l'Adrar des Ifoghas

. *Fossé de Nara : (15)*

Composé de grés, sables argileux et d'un conglomérat de base cet aquifère est peu épais (de l'ordre de 25 m). Des débits de 10 à 15 m^3/h ont été obtenus pour un rabattement de 20 mètres.

Cet aquifère s'étend vers le Nord sous le Continental terminal.

Les ressources renouvelables apparaissent comme négligeables et les réserves exploitables n'ont pas pu être estimées.

. *Régions bordières de l'Adrar des Ifoghas : (21a - 19/21b)*

Sur une surface de 56 500 km^2, cet aquifère est en charge pour sa majeure partie et rencontré à une profondeur de 120 à 150 m. Le niveau piézométrique se situe entre 35 et 60 m sous la surface du sol. Des débits de quelques dizaines de m^3/h ont été obtenus dans des forages profonds (150 à 200 m) pour des rabattements compris entre 3 et 10 mètres. L'infiltration étant pratiquement nulle, les ressources renouvelables le sont également.

Les réserves exploitables, calculées pour un rabattement de 10 mètres dans les zones où l'aquifère est libre (10 000 km^2), et pour un rabattement de 100 mètres sous le sol dans les zones en charge (46 500 km^2), se situent entre 15 et 30 milliards de m^3.

- *Aquifère du Crétacé-Eocène inférieur du détroit soudanais* (19)

Il est constitué de sables, argiles et calcaires.

Les forages récents ont des débits de l'ordre de 10 m^3/h pour des rabattements variant de 10 à 30 mètres.

./.

Les ressources renouvelables sont pratiquement nulles (infiltration nulle).

En admettant un rabattement moyen de 5 mètres, les réserves exploitables seraient de l'ordre du milliard de m^3.

- *Aquifère du Continental terminal*

. *Delta central, Azaouad et bassin de Taoudeni : (15)*

D'une extension considérable (194 000 km^2), c'est la plus grande réserve d'eau souterraine du Mali. La profondeur de la nappe sous le sol augmente progressivement du Sud au Nord. Elle est exploitée par des puits dont la profondeur varie entre 20 et 60 mètres.

L'infiltration étant faible (5 mm par an) les ressources annuellement renouvelable ne sont que d'environ 1 milliard de m^3. Les réserves exploitables, par contre se situent entre 60 et 150 milliards de m^3 pour des rabattements moyens supposés de 10 mètres dans l'Azaouad et de 40 mètres dans le delta intérieur du Niger.

. *Plaine du Gondo : (18)*

Le Continental terminal qui s'étend sur 22 000 km^2 pour la partie malienne a une épaisseur moyenne d'une cinquantaine de mètres et atteint quelquefois une centaine de mètres dans les zones d'effondrement des calcaires sous-jacents.

Les ressources renouvelables se situent entre 400 et 500 millions de m^3 par an. Les réserves exploitables se situent entre 2 et 5 milliards de m^3 pour un rabattement moyen de l'ordre de 10 mètres.

Aquifères discontinus

- *Socle précambrien (Adrar des Ifoghas, bouclier guinéen, libéro-ivoirien (12)*

Dans ces zones constituées de granites, gneiss, schistes, micaschistes et quartzites la présence d'eau est liée à l'altération et surtout à la fracturation de ces roches. Il est difficile d'évaluer les réserves exploitables.

Les ressources renouvelables sont de l'ordre de 2 milliards de m^3/an.

- *Série sédimentaire infracambrienne du Gourma (16, 17)*

Cette série est constituée de schistes, grés, quartzites, calcaires et dolomies.

Des débits de 10 m^3 ont été obtenus par des forages entre 50 et 100 m de profondeur. L'infiltration est pratiquement nulle d'où absence de ressources renouvelables.

Les réserves exploitables sont difficilement estimables.

./.

- *Grès infracambriens (région de Sikasso, Koutiala, San, Tominian, Bandiagara, Bafoulabé et Kénieba)* (11)

La présence d'eau est liée à la fracturation. Les grés de Koutiala, San et Tominian ont révélé des ressources non négligeables et l'eau est d'excellente qualité chimique. Les grés de Bandiagara sont encore mal connus mais devraient également posséder des ressources intéressantes.

Les ressources annuellement renouvelables sont estimées à 9 milliards de m^3, pour l'ensemble de cette région qui couvre 197 000 km^2.

- *Schistes cambriens de Nara* (13)

Ces schistes sont généralement très compacts. Localement cependant ces schistes peuvent être fracturés et l'exploration devrait être poursuivie dans cette zone où les besoins paraissent prioritaires.

L'infiltration est faible et les ressources renouvelables ont été estimées à environ 230 millions de m^3/an.

4 - EAUX SOUTERRAINES DE LA MAURITANIE

Aquifères continus

- *Alluvions du fleuve Sénégal* (1)

Couvrant une surface de 1 530 km^2, ces alluvions, localement très perméables sont alimentées par les pluies et par le fleuve. Les ressources renouvelables sont de l'ordre de 20 millions de m3/an. En admettant un rabattement moyen de 5 m, les réserves exploitables se situent entre 80 et 150 millions de m^3.

- *Sables dunaires de l'Aouker et du Waran-Adaker* (2)

L'eau est rencontrée à 20 ou 30 m sous le sol. Les ressources renouvelables sont faibles : environ 80 millions de m^3/an pour une superficie de 130 000 km^2. Les réserves exploitables sont comprises entre 20 et 50 milliards de m^3 pour un rabattement moyen de 5 mètres.

- *Continental terminal du bassin mauritanien* (3)

Cette nappe est libre ou semi-captive. L'alimentation directe par les pluies est pratiquement nulle. Cette nappe et par contre réalimentée par le fleuve Sénégal.

Les réserves exploitables se situent entre 20 et 50 milliards de m^3 pour un rabattement moyen de l'ordre de 15 mètres.

./.

- *Série éocène de Boutilimit-Aleg-Kaedi* (4b)

La nappe contenue dans ces formations de sables, grés et calcaires est rencontrée à une profondeur variant de 20 mètres au Sud, jusqu'à 100 mètres au Nord dans une dépression fermée. Elle est également alimentée presque exclusivement par les apports du fleuve Sénégal.

Les réserves exploitables se situent entre 2 et 5 milliards de m^3.

Aquifères discontinus

- *Série infracambrienne et primaire* (11)

Cette série, affleurant au Nord et à l'Est du socle cristallin, est constituée essentiellement de grés et localement d'argiles, calcaires et dolomies. On y exploite traditionnellement les zones d'altération superficielles et les alluvions, mais il existe également des zones de fracturation pouvant être intéressantes, ainsi que des zones de karstification notamment dans les faciès dolomitiques en bordure des massifs du Tagant et de l'Assaba. Les réserves exploitables des formations dolomitiques ont été estimées entre 60 et 120 millions de m^3 pour une superficie de 405 km^2.

Les ressources renouvelables pour l'ensemble de la zone sont faibles et représentent environ 130 millions de m^3/an pour une superficie totale de 78 000 km^2.

- *Socle cristallin et métamorphique* (12)

Couvrant une superficie de 58 000 km^2, il est constitué principalement de schistes avec des injections de granites, dolérites et roches bassiques. Les ressources renouvelables sont très faibles (peut-être quelques dizaines de millions de m^3/an).

- *Région du Hodh* (13)

Cette région est constituée par l'affleurement de pélites (roches sédimentaires consolidées à grain très fin, donc pratiquement imperméables), traversées localement par des intrusions de dolérites. Ces pélites sont cependant souvent fissurées et diaclasées jusqu'à 15 à 20 mètres de profondeur et peuvent de ce fait posséder quelques ressources en eau. D'autre part des expériences précédentes ont montré que l'eau pouvait être recherchée également avec succès en bordure des filons de dolérite (zone fissurée et altérée, très perméable).

5 - EAUX SOUTERRAINES DU NIGER

Aquifères continus

- *Continental terminal du bassin du Niger* (20)

Cette série est constituée de grés argileux, de sables et d'argiles. La nappe est libre. Dans la partie orientale on trouve sous cette nappe, deux niveaux aquifères captifs.

./.

Les ressources annuellement renouvelables ont été estimées à 1,2 milliards de m^3.

Les réserves exploitables se situent entre 40 et 90 milliards de m^3 pour un rabattement moyen de l'ordre de 15 mètres.

- *Continental intercalaire (grès, sables, argiles) (21a-21b, 19)*

Cet aquifère est libre dans les régions du Tégama et du Damergou, il est captif sous un important toit argileux (pouvant atteindre 600 m) dans le bassin nigérien.

Les ressources renouvelables de la partie aquifère libre, qui couvre une superficie de 220 000 km^2, n'ont été estimées qu'à environ 650 millions de m^3/an, étant donné la faible infiltration des eaux de pluies. Les réserves exploitables de cette zone, en supposant un rabattement moyen de 10 m, se situent entre 100 et 220 milliards de m^3.

Les réserves exploitables de la zone captive seraient comprises entre 30 et 60 milliards de m^3, en admettant un rabattement moyen limité à une profondeur de 100 m sous le sol.

- *Grés d'Agadès (22)*

Cette série est le siège d'une nappe en charge, parfois artésienne. A l'Ouest du méridien d'In Gall les eaux se chargent en sels.

La réalimentation de cet aquifère se fait uniquement par la zone en affleurement au pied du massif de l'Aïr et celle-ci reste faible.

Les réserves exploitables, pour un rabattement limité à 100 m sous le sol, ont été estimées entre 13 et 27 milliards de m^3.

- *Grés de Teloua (23)*

Au Nord des grés d'Agadès, cette formation constitue un aquifère souvent en charge, mais aux possibilités limitées. Les réserves exploitables ne seraient que de 1 à 2,5 milliards de m^3 pour une superficie équivalente à celle des grés d'Agadès.

- *Grés primaires (24)*

Cette série est le siège de quatre nappes superposées, séparées par d'épaisses formations argileuses. Géographiquement ces grés se situent entre les grés de Téloua et le socle de l'Aïr.

Ces quatre nappes sont de bas en haut :

. *La nappe de l'Ordovicien :*

Elle est généralement artésienne. L'eau a une très bonne qualité chimique mais est malheureusement très profonde (souvent plus de 800 m sous le sol). Les réserves exploitables sont composées entre 2 et 5 milliards de m^3 pour un rabattement limité à 100 m sous le sol.

./.

. *La nappe du Dévonien supérieur :*

Ses ressources sont beaucoup plus faibles, car les grés sont ici plus argileux. Seuls quelques niveaux de grés plus grossiers en bordure de l'Aïr, peuvent être exploités.

. *La nappe du Viséen inférieur (grés de Farazekat) :*

Très souvent artésienne, elle peut livrer jusqu'à une trentaine de m^3/h par forage (Tessellamane). Dans la partie Sud de l'aquifère les eaux se chargent en sels. Les réserves exploitables seraient comprises entre 13 et 30 milliards de m^3 pour un rabattement moyen limité à 100 m sous le sol.

. *La nappe du Namurien (grés de Tagora) :*

Les possibilités de cette nappe sont mal connues.

- *Séries des bassins de Bilma et de Termit-Agadem* (Crétacé moyen et supérieur) (25)

Les niveaux supérieurs gréseux de ces séries sont susceptibles de contenir une nappe généralisée, mais les informations sont incomplètes et il n'est pas possible à l'heure actuelle d'estimer ces ressources.

L'exploration de ces formations mériterait d'être développée dans le bassin de Termit, par contre les régions au Nord d'Agadem se trouvent au delà des zones de pâturages.

- *Bassin des Koramas* (27)

Etant donné la forte infiltration des eaux de pluie (120 mm), les ressources renouvelables de cette série sablo-argileuse qui couvre une superficie de 15 000 km^2 sont importantes, soit environ 2 milliards de m^3. Par contre les réserves exploitables paraissent faibles (estimées entre 1,5 et 4 milliards de m^3), étant donné la faible perméabilité de ces formations.

- *Formations plio-quaternaires du Manga* (28)

Elles couvrent une superficie de 105 000 km^2.

Dans les niveaux supérieurs se trouve une nappe libre dont les ressources renouvelables ont été estimées à environ 300 millions de m^3/an, et dont les réserves exploitables seraient comprises entre 30 et 60 milliards de m^3, pour un rabattement moyen de l'ordre de 6 mètres (1/3 de l'épaisseur saturée).

Sous cette nappe et sur une superficie de 26 000 km^2 dans la partie orientale de cette zone se trouve la nappe captive appelée "nappe moyenne sous pression des formations du Tchad", et qui est artésienne autour du lac Tchad. Ses réserves exploitables ont été évaluées pour la partie nigérienne entre 6 et 13 milliards de m^3, pour un rabattement limité à 100 m sous le sol.

Plus profondément encore (au-delà de 500 m sous le sol) se trouverait une troisième nappe fortement en charge et qui mériterait d'être reconnue plus précisément.

./.

- *Nappe du Continental terminal des Pays-Bas* (31)

Mieux connu dans sa partie tchadienne, cet aquifère bien qu'ayant des ressources renouvelables pratiquement nulles, aurait pour la partie nigérienne des réserves exploitables, comprises entre 9 et 18 milliards de m^3.

Aquifères discontinus

Le socle cristallin et métamorphique est représenté par :

- *Le bouclier voltaïque (région du Liptako)* (16)

Les ressources en eau sont liées à l'altération et à la fracturation de ces formations.

- *L'Aïr* (12)

Les ressources possibles sont plutôt à chercher dans les zones fissurées des calcaires métamorphiques et des quartzites que dans les zones d'altération des gneiss et granites, ces dernières étant constituées de matériaux fortement argileux.

- *Le Damagarim et le Mounio* (12)

Dans ces massifs constitués de granites et d'arkoses, les ressources sont essentiellement localisées dans les alluvions des thalwegs.

6 - EAUX SOUTERRAINES DU SENEGAL

Aquifères continus

- *Alluvions du fleuve Sénégal* (1)

Sur une superficie de 4 000 km^2 (en excluant la zone salée du delta) ces alluvions composées de sables, limons et argiles ont des ressources renouvelables de l'ordre de 50 millions de m^3/an, et des réserves exploitables comprises entre 200 et 400 millions de m^3, ceci en admettant un rabattement moyen de 5 mètres.

(2)

- *Aquifère des sables dunaires, région des Niayes (de Dakar à St Louis)*

L'aquifère est libre, et alimenté par les pluies, mais sujet à l'intrusion des eaux salées. Sur une superficie de 5 000 km^2 les ressources renouvelables sont de l'ordre de 200 millions de m^3/an, et les réserves exploitables se situent entre 2,5 et 6 milliards de m^3 pour un rabattement moyen de 10 mètres. Mais il faut remarquer que l'exploitation des réserves entraînerait un envahissement des eaux salées.

./.

- *Aquifère du Continental terminal* (3)

Il couvre les 4/5 du bassin sénégalais soit 105 000 km^2 et est libre en majeure partie.

La profondeur du niveau de l'eau sous le sol varie entre 10 et 80 mètres (notamment dans une dépression fermée à l'Est du bassin). Les ressources renouvelables sont estimées à environ 7 à 8 milliards de m^3/an, et les réserves exploitables entre 45 et 95 milliards de m3, pour un rabattement moyen de l'ordre de 10 mètres.

- *Formations de l'Eocène* (4a - 8)

Dans la partie occidentale du bassin sénégalais les calcaires et dolomies karstifiés du Lutétien contiennent une nappe qui peut être considérée comme continue. Les ressources renouvelables sont de l'ordre de 750 millions de m^3/an.

Les réserves exploitables sont difficilement appréciables car les formations calcaires sont mêlées à des niveaux argileux et marneux, mais elles peuvent être supposées supérieures à 10 milliards de m^3.

- *Aquifère captif des sables et grès maestrichtiens* (6)

C'est l'aquifère le plus important du Sénégal. La profondeur du toit peut dépasser 500 mètres sous le niveau du sol. Les forages peuvent livrer des débits de l'ordre de 150 à 200 m^3/h.

Les réserves exploitables se situent entre 40 et 80 milliards de m^3 en supposant un rabattement limité à 100 m sous la surface du sol.

Aquifères discontinus

Le socle cristallin et métamorphique(12) affleure sur environ 32 000 km^2 dans le Sud-Est du pays. Il est constitué de schistes, injectés de granites et de roches basiques. Les ressources en eau sont liées à l'altération et la fracturation de ces roches. Les ressources renouvelables annuellement ont été estimées à environ 800 millions de m^3.

7 - EAUX SOUTERRAINES DU TCHAD

Aquifères continus

- *Série plio-quaternaire du centre du bassin (Kanem et Chari)* (28, 30)

Comme au Niger, mais sur une superficie plus grande (235 000 km^2) cette série est le siège d'un aquifère supérieur libre et d'un aquifère profond captif (nappe moyenne sous pression des formations du Tchad), ce dernier ne s'étend que sur 130 000 km^2 autour du lac Tchad.

. *Aquifère libre :*

Les ressources renouvelables sont de l'ordre de 3,5 milliards de m3/an, et les réserves exploitables comprises entre 65 et 145 milliards de m^3 pour un rabattement moyen de l'ordre de 6 mètres.

./.

. *Aquifère captif :*

Les réserves exploitables ont été estimées entre 30 et 60 milliards de m^3, en supposant un rabattement limité à 100 mètres sous la surface du sol.

- *Aquifère du Continental terminal des Pays-Bas et du Batha* (31)

La profondeur de la nappe peut atteindre jusqu'à 80 mètres. Les ressources renouvelables sont pratiquement inexistantes, les réserves exploitables se situent entre 30 et 65 milliards de m3 pour un rabattement de l'ordre de 5 mètres.

- *Aquifère du Continental terminal des Koros et du Salamat* (31)

La profondeur de l'eau peut atteindre également 90 mètres sous le sol. Les ressources renouvelables de cette zone où la pluviométrie est plus importante sont de l'ordre de 13 milliards de m^3/an.

Les réserves exploitables calculées pour un rabattement moyen de l'ordre de 5 mètres se situent entre 40 et 80 milliards de m^3.

- *Aquifère de Borkou - Ennedi* (32)

Représenté par des grés grossiers, du Cambrien au Viséen cet aquifère s'étend sur une surface de 115 000 km^2. Si les ressources renouvelables sont négligeables du fait de la faible pluviométrie, cet aquifère est très productif. Les forages dans la région de Largeau livrent des débits de l'ordre de 40 m^3/h. En supposant un rabattement moyen de 10 mètres les réserves exploitables se situent entre 60 et 120 milliards de m^3.

- *Aquifère du carbonifère marin* (33)

Située au Nord-Est de la région de Borkou - Ennedi, cette série de grés, marnes et calcaires est mal connue au point de vue ressources aquifères. Les réserves exploitables devraient se situer cependant entre 2 et 5 milliards de m^3, pour un rabattement moyen de l'ordre de 5 mètres.

- *Aquifère des grés nubiens* (34)

Cet aquifère est également mal connu au Tchad, mais pourrait, par analogie avec les grés nubiens du Soudan et de la Libye, posséder des ressources intéressantes.

Aquifères discontinus

Le socle cristallin (12) et métamorphique est représenté principalement par le massif de l'Ouaddaï - Guéra, constitué surtout de granites où la présence de l'eau est liée à l'altération et à la fracturation. Les zones de piémont constituées d'argiles sableuses sont généralement stériles.

LISTE DES
ETUDES EFFECTUEES

(les numéros des études effectuées sont reportés sur les périmètres correspondants de la carte n° 3)

GAMBIE

(1) Hydrological and topographical studies of the Gambia river basin
Final report, ref. 4 047.0 (May 1974), vol. 5 : maps, vol. 6

The Gambia provinces groundwater study. Howard Humphreys and sons

ENGLAND - THE UNITED NATIONS

HAUTE-VOLTA

(2) Géologie de la bordure sud du Gourma et hydrogéologie du groupe d'Ydouban — R. REICHELT

(REPUBLIQUES DU MALI ET DE HAUTE-VOLTA)

Rapport de fin de mission 1962-1963 - DAK 63 A21
Bureau de Recherches Géologiques et Minières Dakar

- étude géologique
- forages
- essais de pompages

(3) Reconnaissance hydrogéologique des cercles de Boussé et Ouagadougou

F. PIRARD - *août 1965* - *diffusé par le C.I.E.H.*
BRGM

- inventaire des ressources en eau des villages
- inventaire des équipements à prévoir
- reconnaissance hydrogéologique générale
  - . observations des niveaux
  - . analyses chimiques

./.

(4) Inventaire des ressources en eaux souterraines du cercle de Zorgho

M. GRAVOST - *Rapport B.R.G.M. 70 ABI 008 BOB*
1970 *Arch. Dir. hydraulique et Equip. Rural, Ouagadougau*

- étude des nappes
- chimie des eaux
- étude de l'exploitation des puits

(5) Inventaire des ressources en eaux souterraines du cercle de Tougan

J.C. MAILLARY *Rapport B.R.G.M. 69 ABI 002 BOB*
1969 *Arch. Dir. hydraulique et Equip. Rural, Ouagadougou*

- essais de pompages
- analyses chimiques

(6) Inventaire des ressources en eaux souterraines du cercle de Nouna

C. SAUVEL *Rapport B.R.G.M. 69 ABI 003 BOB*
1969 *Arch. Dir. hydraulique et Equip. Rural, Ouagadougou*

- étude des variations piézométriques
- analyses chimiques
- étude des puits

(7) Reconnaissance hydrogéologique du cercle de Koudougou

J.C. MAILLARY *Rapport B.R.G.M. BOB 67 A05*
1967 *Arch. Dir. hydraulique et Equip. Rural, Ouagadougou*

- étude hydrogéologique
- analyses chimiques
- étude de l'exploitation
- étude des ressources et des besoins

(8) Rapport sur l'inventaire des ressources hydrauliques du cercle de Yako

J.C. MAILLARY *Rapport B.R.G.M. BOB 66 A38*
1966

- étude des nappes
- étude chimique
- étude de l'exploitation

(9) Inventaire des ressources en eaux souterraines des cercles de Kaya et Pissila

G. GAGNIERE *Rapport B.R.G.M. 72 OUA 001*
1972

- étude des nappes
- étude chimique
- étude de l'exploitation

(10) Inventaire des ressources en eaux souterraines du cercle de Boulsa

G. GAGNIERE *Rapport B.R.G.M. 73 OUA 002*
1973

- étude des nappes
- étude chimique
- étude exploitation

./.

(11) Inventaire des ressources en eaux souterraines du cercle de Dedougou

M. CAUDRON *Rapport B.R.G.M.* *73 OUA 001*
1973

- étude des nappes
- étude chimique
- étude de l'exploitation

(12) Inventaire des ressources en eaux souterraines et détermination des besoins en eaux dans les cercles de Diapaga et Fada N'Gourma

J. VADON *Rapport B.R.G.M.* *75 ABI 001 OUA*
1975

- étude des nappes
- étude chimique
- étude de l'exploitation

(13) Hydrologie du Nord-Dori

J. LEMOINE *Rapport BURGEAP* *R 178 et 178 bis*
1954

- inventaire points d'eaux
- étude des nappes
- analyses chimiques
- analyses granulométriques
- étude de mise en valeur

(14) Données hydrogéologiques de base pour l'équipement de cinq cercles dans le Sud de la Haute-Volta (Garango - Koupéla - Manga - Pô - Tenkodogo)

Y. DERREAL *Rapport BURGEAP* *R 357*
1965 *Dir. Géol. et Min., Haute-Volta*

(15) Etude hydrogéologique des cercles de Houndé et Boromo

B. GEORGE *Rapport BURGEAP* *330 B*
1963 *Arch. Dir. Géol et Min., Haute-Volta*

(16) Données hydrogéologiques de base pour l'équipement des cercles de Léo et de Zabré - aperçu statistique des résultats de l'inventaire des points d'eau

Rapport BURGEAP *R 397*
Dir. Géol. et Min., Haute-Volta

(17) Inventaire des ressources en eaux souterraines du cercle de Diebougou

J.F. BERAUD *Rapport BURGEAP* *R 114*
1974 *Arch. Dir. hydraul. et Equip. Rural, Ouagadougou*

(18) Etude B.R.G.M. - S.C.E.T.
1973

(19) Etude BURGEAP
1974

(20) Etude BURGEAP
1976 *à paraître*

./.

MALI

(21) Etude géologique et hydrogéologique de la plaine du Gondo

M. DEFOSSEZ *Rapport Serv. Géol. et Prosp. Min. AOF DAKAR 1957*

- étude géologique
- étude de la nappe - variations de niveau
- mesures de débit
- analyses d'eau

(22) Rapport O.N.U. - P.N.U.D. - 1975 - Renforcement des services gouvernementaux chargés de découvrir et de mettre en valeur les eaux souterraines.

Conclusions et recommendations du projet 2 parties - NIORO-NARA - GONDO

- études des besoins
- études des aquifères
- étude de leur alimentation
- éléments de bilan
- recommendations

(23) Mission d'hydraulique pastorale dans la région de Mopti

CHAPUIS - GRAVOST & LEROY *Rapport B.R.G.M. 1972 Arch. Min. Production*

- visites des points d'eau
- élaboration d'un programme général d'hydraulique pastorale
  amélioration des puits existants
  forage de nouveaux puits
- évaluation du coût des programmes
- politique d'entretien des ouvrages

(24) Opérations "Arachides" - Opération annexe "Creusement de puits" Zone Kita - Banamba

R. BISCALDI *Rapport B.R.G.M. 74 RME 005 AF 1974 Arch. Dir. hydraul. et Energie*

- conditions hydrogéologiques de la région
- description des méthodes de prospection et du matériel à mettre en oeuvre
- estimation des coûts de prospection

- Annexe : Etude photogéologique R. BISCALDI et J. Y. SCANVIC 1974

- tirages des calques dessinés sur photos aériennes
- fiche technique par villages
  observations de terrain et résultats de la photointerprétation

./.

(25) Recherches hydrogéologiques dans les cercles de Kayes et Yelimane
Hydrogéologie de détail - Géophysique - Campagne de forages

H. PLOTE ET G. MARTIN *Rapport B.R.G.M.* *74 DAK 002*
1974

Essai de synthèse - H. PLOTE - cercles de Bafoulabé, Yélimane, Kenieba, Kayes

Cercles de Kayes et Yélimane

- étude hydrogéologique
- étude géophysique village par village
- forages

(26) Recherches hydrogéologiques dans les cercles de Bafoulabe et Kenieba

H. PLOTE ET G. MARTIN *Rapport B.R.G.M.* *75 DAK 002*
1975

- hydrogéologie de détail
- géophysique
- campagne de forages

MAURITANIE

(27) Reconnaissances hydrologiques et structurales par sondages électriques au Sénégal, en Mauritanie et en Casamance - *novembre 1956 - juillet 1957*

Compagnie Générale de Géophysique

(28) Inventaire des points d'eau et années d'observations climatologiques

1961 - 1962 en Aouker M. BARRETO *(1963)*

Rapport B.R.G.M. *DAK 63 A1*
Arch. Serv. G. R. Nouakchott

- fiches points d'eau
- analyses chimiques

(29) Etudes BURGEAP dans le Sud-Est mauritanien
1956 - 1961

Rapports BURGEAP n° 218 , 232 , 236 , 241 , 244 , 257 , 269 , 276 , 300

. Etude des ressources en eau en vue de l'équipement hydraulique
. Inventaire systématique des points d'eau

Programme d'équipement d'hydraulique pastorale et villageoise, en Assaba et dans le Hodh

Rapport BURGEAP n° 315 août 1962

./.

(30) Rapport de synthèse exploitant et interprétant les mesures périodiques des niveaux piézométriques effectués entre mai 1960 et juin 1964 dans le Sud-Ouest mauritanien

(vallée du Sénégal - lac R'Kiz - lac d'Aleg)

J. DEPAGNE - R. GOUZES *Rapport B.R.G.M. DAK 67 A5*
1967 *Arch. Serv. G. R. Nouakchott*

- comportements des nappes
- analyses d'eau
- calcul des volumes infiltrés

(31) Interprétation des variations naturelles du niveau des nappes aquifères en Mauritanie et au Sénégal

J. ABADIE, J. DEPAGNE, R. GOUZES, A. MARTIN, J. PUTALLAZ - *1969* -

Rapport B.R.G.M. 69 DAK 7
Arch. C.I.E.H. Ouagadougou

- nappe d'Akjoujt (Mauritanie)
- nappes du Sud-Ouest mauritanien (Mauritanie)
- nappe de la région des Niayes (Sénégal)
- nappe de la presqu'île du Cap Vert (Sénégal)
- nappe du Sénégal central et de la Casamance

NIGER

(32) Hydrogéologie des régions à l'Ouest et au Sud de l'Aïr

F. JOULIA *Rapport B.R.G.M. DAK 65 A 16*
1965 *Arch. Minist. T. P., Mines et Hydraul., Niamey*

- étude géologique
- étude des différents aquifères
- caractéristiques hydrauliques
- chimie des eaux

(33) Etude pour le développement des régions de socle hydrogéologique de l'Ouest nigérien

Implantation de puits par sondages à la tarière mécanique

J. GREIGERT *Rapport B.R.G.M. 75 AGE 009*
1975

- étude de 62 sites de puits . 153 sondages réalisés entre 3 et 25 m de profondeur

(34) Modernisation de la zone pastorale nigérienne

Proposition d'un programme de construction de captages d'eau dans la zone d'élevage permanent des bovins

J. GREIGERT *Rapport B.R.G.M. 73 NIA 001*
1973 *Min. Econ. rurale Dir. Elevage*

- description des ouvrages proposés
- coût des ouvrages
- programme des travaux avec ordres d'urgence

./.

(35) Les eaux souterraines de la République du Niger

J. GREIGERT *Rapport B.R.G.M. 68 ABI 006 NIA*
1968 *Arch. Minist. T. P. Transp. Mines et Urbanisme, Niamey*

- étude hydrogéologique de tous les aquifères
- étude de l'exploitation

(36) Atlas hydrogéologique de l'Adar Doutchi

J. GREIGERT *Rapport B.R.G.M. 68 ABI 004 NIA*
1967 *Arch. Serv. G. R., Niamey*

- étude des différentes nappes
- étude des fluctuations piézométriques, alimentation
- étude des captages
- chimie des eaux
- relations des nappes entre elles

(37) Contribution à l'étude hydrogéologique de la zone sédentaire du Niger

E. BOECKH *Rapport DAK 65 A 20 BRGM & Bundesanstalt für Bodenforschung (Hanovre)*
1965
Arch. Minist. T.P. Mines et Hydraul., Niamey

- programme puits F.E.D. - résultats
- résultats de sondages de reconnaissance
- problèmes de captage
- étude de la salure

(38) Reconnaissance hydrogéologique du Niger oriental

Rapport de fin de travaux 1960 - 1963
Essai d'esquisses hydrogéologiques

F. PIRARD *Rapport B.R.G.M. DAK 64 A 11*
1964 *Arch. Minist. T. P. Mines et Hydraul., Niamey*

- hydrogéologie des différentes régions et des différentes nappes
- climatologie
- chimie des eaux
- forages - étude des débits

(39) Contribution à l'étude hydrogéologique du Continental terminal

M. TIRAT *Rapport B.R.G.M. 64 A1*
1964 *Arch. Min. T. P. et Mines, Niamey*

- géologie
- données climatiques
- piézométrie des nappes
- chimie des eaux
- inventaire des points d'eau

./.

(40) Hydrogéologie de la Haute-Maggia

C. SAUVEL *Rapport de fin de campagne 1964 - 1965*
1966 *Rapport B.R.G.M. Nia 66 A1*
Arch. serv. G. R., Niamey

- géologie
- climatologie
- coupes de forages
- ressources en eau des différentes nappes
- essais de débit
- chimie des eaux

(41) Etude hydrogéologique des "Mares" du Damergou
Reconnaissance hydrogéologique de terrain

Essai de synthèse provisoire - G. MARTIN - *1976* - *Archives B.R.G.M.*

- reconnaissance de sites de captages des nappes superficielles
- étude plus détaillée en cours - sondages à la tarière mécanique

(42) Reconnaissance hydrogéologique dans les Koramas

G. MARTIN *Archives B.R.G.M.*
1976

- forages de reconnaissance dans les sables quaternaires

(43) Hydrogéologie du Damagarim et du Mounio

R. BISCALDI *Rapport B.R.G.M. NIA 63 A3*
1963

- classification des nappes
- minéralisation des eaux
- proposition de constructions d'ouvrages de captage et d'études complémentaires

(44) Alimentation en eau de la ville de Zinder

Simulation sur modèle mathématique de la nappe du Gogo

P. UNGEMACH *Rapport B.R.G.M. 76 AGE 003*
1976

- simulations prévisionnelles d'exploitation

SENEGAL

(45) Interprétation des variations naturelles du niveau des nappes aquifères en Mauritanie et au Sénégal

J. ABADIE, J. DEPAGNE, R. GOUZES, A. MARTIN, J. PUTTALAZ - 1969 -
Rapport B.R.G.M. 69 DAK 7
Archives C.I.E.H., Ouagadougou

- nappe de la région des Niayes
- nappe de la presqu'île du Cap Vert
- nappe du Sénégal central et de la Casamance

./.

(46) Etude hydrogéologique de la région de Kadougou - Bakel (Sénégal oriental)

A. MARTIN *Campagne 1962 Rapport B.R.G.M. 63 A12*
1963 *Arch. Minist. T. P., Transports et Télécommunications, Dakar*

Etude hydrogéologique des terrains anciens du Sénégal oriental

(campagne 1962 - 1963) - CAMUS H. & DEBUISSON J. *(1964)*
Rapport B.R.G.M. DAK 64 A6
Arch. Serv. Hydraul., Dakar

(47) Etude hydrogéologique de la Casamance (Sénégal)

R. GOUZES *Rapport B.R.G.M.*
1961 *Arch. Minist. T. P. Habitat et Urbanisme, Dakar*

- étude géologique
- étude climatologique
- étude de la nappe phréatique
- étude chimique

(48) Etude sur modèles mathématiques de la nappe des sables quaternaires et calcaires lutétiens entre Tivaouane et St Louis du Sénégal

J.P. SAUTY *Rapport B.R.G.M. 75 SGN 049 AME*
1974

- synthèse des données hydrogéologiques
- études de divers programmes d'exploitation future

(49) Nappe profonde du Sénégal (nappe maestrichtienne)

M. AUDIBERT, X. POUL, Y. VUILLAUME (1971)
Rapport B.R.G.M. 71 RME 035

Interprétation des observations périodiques de 1967 à 1970
Interprétation des mesures isotopiques
Fonctionnement hydraulique du système

(50) Hydrogéologie du Sénégal central

J. MARCHAND
1958 *Rapport Serv. Géol. & Prosp. Min. AOF, Dakar*

(51) . Etude hydrogéologique des calcaires lutétiens de la région de Bambey (1ère phase)

Y. NOEL *Rapport B.R.G.M. 75 DAK 01*
1975 *Arch. Dir. Hydraul & Equipement rural*

. Etude hydrogéologique du Continental terminal de Siné Gambie (1ère phase)

Y. NOEL *Rapport B.R.G.M. 75 DAK 04*
Arch. Dir. Hydraul. & Equip. Rural

. Etude hydrogéologique du Continental terminal entre le Siné et la Gambie (2ème phase) et rapport de synthèse

C. DILUCA *Rapport B.R.G.M. 76 DAK 02*
1976

./.

(52) . Etude hydrogéologique pastorale de la zone sud-ouest du Ferlo

E. DAGASSAN *Rapport B.R.G.M. DAK 67 A3*
1967 *Arch. Dir. Elevage et Ind. animales, Dakar*

. Etude hydrogéologique en vue du développement pastoral dans le Ferlo et la région du lac de Guiers

DASSIBAT C., MERMILLOD J., GOUZES R.
1969 *Rapport B.R.G.M. 69 DAK 6*
Arch. Dir. Elevage et Ind. animales, Dakar

(53) . Etude hydroagricole du bassin du fleuve Sénégal - Etude hydrogéologique du Delta

M. AUDIBERT *B.R.G.M.*
1970

. L'hydrogéologie du bassin versant du Sénégal et de ses affluents

note B.R.G.M.

P. ELOUARD
1960

. Etude hydrogéologique de la vallée du fleuve Sénégal

P. ILLY - *juin 1973* - *F.A.O.*

(54) Mise au point des connaissances hydrogéologiques du Sénégal

G. MARTIN et H. MOUSSU *Rapport B.R.G.M. 75 DAK 12 - F.A.C.*
1975

Analyse bibliographique - Cartes détaillées des zones étudiées

TCHAD

(55) Programme quadriennal d'aménagement hydraulique de l'Ouaddai

Hydrogéologie de l'Ouaddai - Rapport de synthèse

H. PLOTE *Rapport B.R.G.M. 70 YAO 004 LAM*
1970 *Arch. Minist. T. P. Fort-Lamy*

- géographie humaine et économique
- climatologie
- géologie
- aperçu pédologique
- hydrogéologie des terrains sédimentaires
- hydrogéologie du socle cristallin et métamorphique
- minéralisation des eaux souterraines

./.

(56) Etude des ressources en eau du bassin du lac Tchad en vue d'un programme de développement

Commission du bassin du lac Tchad (Cameroun, Niger, Nigéria, Tchad)

P.N.U.D. - F.A.O. Rome 1973

- étude hydrogéologique
- documentation relative aux forages
- ressources en eaux de surface

(57) Rapport de fin de mission - Campagne des 116 forages FEDOM

G. GAGNIERE *Rapport B.R.G.M. LAM 64 A8*
1964 *Arch. Minist. T. P., Fort-Lamy*

(58) Contribution à l'hydrogéologie du Nord Kanem

Prospection par sondages électriques à l'Est du Bahr el Ghazal entre les 14e et 16e parallèles

J. ABADIE, R. CLUSEAU, J.L. SCHNEIDER
1964
Rapport B.R.G.M. DS 64 A63
Arch. Minist. T. P., Fort-Lamy

(59) Notice explicative de la carte hydrogéologique au 1/1 500 000 de la République du Tchad

J.L. SCHNEIDER *Rapport B.R.G.M. 70 RME 029*
1970

(60) Construction de puits au Kanem - IGIP (1969 - 1972)

Arch. Bureau de l'Eau, Fort-Lamy

(61) Mission au Tchad - janvier 1973 - pour la mise au point d'un programme exceptionnel du F.A.C. pour le développement de l'élevage au Tchad

J. BARBEAU *B.R.G.M.*

- projet d'aménagement de points d'eau pour la piste du bétail
- projet d'étude hydrogéologique et géophysique du Nord Ouaddai

(62) Dossier : Rapports techniques

J. BARBEAU *B.R.G.M.*

. Hydrauliquepastorale - zone d'Aourak-Koal
Bilan de l'équipement en puits

. Equipement en puits - Tranche F.E.I.D.O.M. - 1959 -
zone des Soulia Kécherdes
début de l'équipement du Manga

. Sondages profonds de la zone sud - Recherches hydrogéologiques et pétrolières
Implantation de puits d'hydraulique pastorale au Kanem (district du Nord Kanem

. Quaternaire des abords orientaux du lac Tchad

. Possibilités de financement de l'hydraulique au Tchad

. Plan de l'eau au Tchad

. Implantation de puits dans le Chari-Baguirmi, le Logone, Moyen Chari, le Guera, Mayo-Kebbi

CHAPITRE III - PROPOSITIONS D'ETUDES ET DE REALISATIONS

Les projets d'études qui devraient être engagés pour une meilleure connaissance des ressources en eaux souterraines et des possibilités de leur exploitation, ainsi que les projets de réalisations souhaitables (puits et forages d'exploitation) sont décrits dans ce chapitre, pays par pays.

Chaque projet proposé fait l'objet d'une fiche numérotée dont le numéro correspond sur la carte n° 4 au périmètre intéressé par le projet en question.

Au total 31 projets d'études ont été proposés :

. 1 concernant la GAMBIE ,

. 3 concernant la HAUTE-VOLTA ,

. 5 concernant le MALI ,

. 6 concernant la MAURITANIE ,

. 4 concernant le NIGER ,

. 9 concernant le SENEGAL ,

. 3 concernant le TCHAD.

Sur ces fiches figure une description générale du sujet de l'étude, de son but, des moyens à mettre en oeuvre, ainsi qu'une évaluation du personnel nécessaire, de la durée de l'étude et de l'ordre de grandeur de son coût. Il est évident que chaque étude dans le cas où elle serait approuvée et décidée, devra faire, par la suite, l'objet d'un programme plus détaillé et d'un devis plus précis.

L'estimation du coût des différents projets a été faite sur les bases suivantes :

- coût du mois ingénieur expatrié (hydrogéologue, agronome, agrostologue) avec support logistique : 2 500 000 Fr CFA ,
- prix de revient d'un mois de prospection géophysique (électrique) faisant intervenir une équipe légère avec support logistique : 5 000 000 Fr CFA ,
- prix de revient du mètre linéaire de forage équipé : 50 000 Fr CFA.

CHAPITRE III

PROPOSITIONS D'ÉTUDES

CILSS
DOCUMENTATION

GAMBIE (1)

TITRE :

Détermination des ressources en eaux souterraines et exploration hydrogéologique des formations oligocènes. Etude de la salinisation des eaux souterraines

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

6 mois

SITE :

L'ensemble du pays

INTRODUCTION :

Au point de vue hydrogéologique la Gambie fait partie intégrante du bassin sénégalais. L'aquifère alluvionnaire et celui du Continental terminal sont réalimentés par le fleuve Gambie. Des ressources intéressantes pourraient exister dans les formations calcaréo-gréseuses de l'Oligocène. La nappe profonde du Maestrichtien (en moyenne 400 à 500 m sous le sol) ne semble pas devoir être sollicitée pour les besoins actuels.

BUT DU PROJET :

Détermination des ressources du Continental terminal et des alluvions ainsi que celles des formations oligocènes sous-jacentes.

MESURES ENVISAGEES :

- synthèse des données nécessaires à la détermination des ressources de la nappe phréatique - étude de la salinité - 4 mois ;
- prospection géophysique - 3 mois ;
- forages profonds : 10 - 2 mois.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 géophysicien

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. hydrogéologue 4 mois	10
2 mois (surveillance forages)	5
. prospection géophysique 3 mois	15
. forages, analyses, essais	60
. divers, matériel, véhicules	10
	100

HAUTE-VOLTA (1)

TITRE :

Etude approfondie des ressources en eaux souterraines des grès infracambriens de Dedougou, Bobo-Dioulasso, Banfora

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

6 mois

SITE :

Sud-Ouest de la Haute-Volta, région comprise entre l'axe Dedougou, Bobo-Dioulasso, Banfora et la frontière malienne (zone (1) sur la carte n° 4)

RESUME :

Evaluation des ressources en eaux souterraines en vue du développement agro-industriel de la région.

INTRODUCTION :

Les grès infracambriens de cette région sont le siège de sources importantes (ex. source de Kou) et de cours d'eau pérennes tels que la Volta Noire. Ces indices laissent supposer des possibilités intéressantes de ressources, mais qui ne pourront être connues qu'après une campagne de reconnaissance approfondie.

BUT DU PROJET :

Evaluer les réserves exploitables et les débits possibles des ouvrages de captage, dans le cadre de l'aménagement agro-industriel prévu pour cette région.

MESURES ENVISAGEES :

- examen de photos aériennes ;
- inventaire des sources ;
- géophysique ;
- forages de reconnaissance et d'exploitation.

STAFFING :

Personnel expatrié : 1 hydrogéologue ,
1 géophysicien.

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. 1 mois photos aériennes	2,5
. 6 mois hydrogéologue	15
. 3 mois géophysique	15
. 30 forages à 100 m	150
	182,5

HAUTE-VOLTA (2)

TITRE :

Projet pilote de recherche d'aquifères et d'équipement hydraulique pastoral

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

4 mois

SITE :

Extrème Nord de la Haute-Volta, région comprise entre les affleurements du socle cristallin et la frontière malienne.

RESUME :

Etude des ressources exploitables pour l'alimentation en eau du bétail.

INTRODUCTION :

Les formations sédimentaires de cette région sont représentées par des schistes argileux, des grés, des quartzites, des calcaires et des dolomies. Les faciès calcareo-dolomitiques, notamment, souvent bien fracturés et karstifiés devraient posséder des ressources non négligeables.

BUT DU PROJET :

Création de points d'eau en vue d'une généralisation de l'équipement pastoral

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance de zones favorables à l'implantation d'ouvrages de captage ;
- étude de la fracturation et de la karstification ;
- éventuellement prospection géophysique ;
- sondages de reconnaissance et d'exploitation
- évaluation des débits possibles.

STAFFING :

1 hydrogéologue ,
1 géophysicien

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. hydrogéologue 4 mois	10
. prospection géophysique 2 mois	10
. 20 forages	100
	120

HAUTE-VOLTA (3)

TITRE :

Projet d'équipement hydraulique de la Haute-Volta
Inventaire des ressources en eau souterraine et des besoins en eau des populations

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

4 ans

SITE :

Sous-préfectures de Banfora, Bobo-Dioulasso, Gaoua, Kombissiri, Orodara, Saponé, Bogandé, Tiebélé, Ziniaré

RESUME :

Inventaire des ressources et évaluation de l'état des ouvrages existants

INTRODUCTION :

Les trois sous-préfectures de Bogandé, Tiébélé et Ziniaré n'ont fait l'objet que d'un inventaire partiel. Il s'avère nécessaire de compléter les données existantes. Les autres sous-préfectures citées n'ont fait l'objet d'aucun inventaire, un inventaire complet reste donc à faire.

Au total 1976 villages et lieux dits sont à étudier pour l'inventaire. 2 500 villages environ feront l'objet d'une évaluation de l'état des ouvrages existants.

BUT DU PROJET :

Etude préliminaire pour la mise en oeuvre d'un programme d'équipement hydraulique de la Haute-Volta.

cf. rapport hydraulique villageoise - devis estimatif

Ministère du Développement Rural - Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural - service IRH - août 1976 -

MESURES ENVISAGEES :

Inventaire des ressources et des besoins

STAFFING :

1 équipe d'inventaire :	1 hydrogéologue 2 techniciens	(intervention d'un bureau d'études spécialisé)
1 équipe pour l'examen des ouvrages :	1 chef puisatier 1 aide hydrogéologue 1 chauffeur	(équipe de l'administration)

BUDGET :

227 millions de francs CFA

MALI (1)

TITRE :

Projet pilote d'équipement hydraulique des villages de la partie occidentale sud du Mali

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

6 mois

SITE :

Région du socle cristallin et des grés infracambriens, située au Sud de l'axe routier Dakar-Bamako-Ségou, entre la frontière du Sénégal et de la Haute-Volta.

RESUME :

Implantation de puits et de forages pour l'alimentation en eau des villages

BUT DU PROJET :

Equipement hydraulique villageois

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance de sites favorables
- exécution de forages de reconnaissance transformables éventuellement en forages d'exploitation

STAFFING :

1 hydrogéologue

BUDGET :

	Millions de francs maliens
1 hydrogéologue 6 mois	30
60 forages	300
	330

MALI (2)

TITRE :

Projet pilote d'équipement hydraulique villageois et pastoral de la partie occidentale nord du Mali

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

6 mois

SITE :

Région des pélites de Nara et du socle cristallin, située au Nord de l'axe routier Dakar-Bamako-Ségou, entre la frontière mauritanienne et le 6ème méridien ouest

RESUME :

Implantation de forages pour l'alimentation en eau des villages et pour les besoins de l'élevage pastoral

BUT DU PROJET :

Equipement hydraulique villageois et pastoral

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance de sites favorables ;
- exécution de forages de reconnaissance transformables éventuellement en forages d'exploitation ou suivis de puits

STAFFING :

1 hydrogéologue

BUDGET :

	Millions de francs maliens
. 1 hydrogéologue 6 mois	30
. 60 forages	300
	330

MALI (3)

TITRE :

Etude des ressources en eau souterraine du fossé de Nara

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

1 an

SITE :

à cheval sur la frontière mauritanienne entre le 6ème et le 7ème méridien ouest

RESUME :

Recherche de nouvelles ressources exploitables

INTRODUCTION :

Les ressources disponibles actuellement ne permettent pas une exploitation rationnelle des pâturages par ailleurs reconnus comme riches

BUT DU PROJET :

Etude des ressources en eau en vue d'un aménagement hydraulique pastoral ultérieur

MESURES ENVISAGEES :

- interprétation de photos aériennes ;
- prospection géophysique ;
- forages de reconnaissance (5 à 350 mètres)

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 pédologue
1 botaniste
1 géophysicien

BUDGET :

	Millions de francs maliens
. 1 hydrogéologue 1 an	60
. 1 pédologue 2 mois	10
. 1 botaniste 2 mois	10
. prospection géophysique 4 mois	40
. 5 forages (350 m)	200
	320

MALI (4)

TITRE :

Projet pilote d'équipement hydraulique pour les besoins de l'élevage pastoral dans le Sud Gourma

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

4 mois

SITE :

Région sud du Gourma entre le 1er et le 3ème méridien ouest

INTRODUCTION :

Cette région possède des pâturages très intéressants pour le bétail, mais est dépourvue pour l'instant de points d'eau.

BUT DU PROJET :

Pourvoir aux besoins de l'élevage en eau de consommation

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance de sites favorables ;
- éventuellement prospection géophysique ;
- exécution d'une trentaine de forages de reconnaissance pouvant être transformés en forages d exploitation

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 géophysicien

BUDGET :

	Millions de francs maliens
. 1 hydrogéologue 4 mois	20
. prospection géophysique 2 mois	20
. 30 forages à 100 m	300
	340

MALI (5)

TITRE :

Etude de la réhabilitation des palmeraies de l'Adrar des Ifoghas

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

Etudes préliminaires : 2 mois

SITE :

Adrar des Ifoghas et régions bordières

RESUME :

Etude des possibilités de ressources en eaux souterraines pour l'irrigation et les besoins humains

INTRODUCTION :

Les palmeraies de cette région sont susceptibles d'un développement important permettant d'améliorer les conditions économiques de la région

BUT DU PROJET :

Réhabilitation des palmeraies

MESURES ENVISAGEES :

- évaluation des problèmes hydrauliques et agronomiques ;
- forages de reconnaissance

STAFFING

1 hydrogéologue
1 agronome

BUDGET :

	Millions de francs maliens
. hydrogéologue 2 mois	10
. agronome 2 mois	10
. 20 forages de reconnaissance (50 m)	100
	120

MAURITANIE (1)

TITRE :

Evaluation des ressources en eaux souterraines de la nappe du Continental terminal

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

3 ans

SITE :

Bassin mauritanien au Sud de Bennichab, entre les méridiens 14° et 16° jusqu'au fleuve Sénégal

RESUME :

Etude de synthèse des ressources en eau du Continental terminal et des calcaires éocènes

INTRODUCTION :

La nappe du Continental terminal constitue une des plus importantes réserves d'eau souterraine de la Mauritanie. Une meilleure connaissance de ses possibilités est nécessaire pour le développement économique de cette région. Les études couvriront également la zone d'affleurement des grés et calcaires éocènes, en bordure orientale du bassin, et qui devrait posséder des réserves non négligeables.

BUT DU PROJET :

répondre aux besoins de l'hydraulique urbaine (Nouakchott, Nouadhibou), villageoise, pastorale et minières (Akjoujt)

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance hydrogéologique ;
- prospection géophysique (position du substratum imperméable et du biseau salé) ;
- forages de reconnaissance et essais d'exploitation (totalisant 1 200 m)

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 géophysicien

BUDGET :

	Millions U. M.
. 1 hydrogéologue 1 an	6
. prospection géophysique 6 mois	6
. forages (1 200 m au total)	12
. dépenses diverses	4
	28

MAURITANIE (2)

TITRE :

Etude de reconnaissance hydrogéologique de la nappe du Maestrichtien

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

6 mois

SITE :

bassin mauritanien

RESUME :

Détermination des caractéristiques de la nappe

INTRODUCTION :

La nappe captive du Maestrichtien est bien connue au Sénégal, et y est exploitée avec des débits excellents. En Mauritanie elle n'a été mise en évidence que ponctuellement (régions de Boutilimit, R'Kiz, Idini et Boulanouar).

Une meilleure connaissance de ses possibilités ainsi que de sa qualité chimique serait utile au développement économique de la région.

BUT DU PROJET :

Evaluation du potentiel hydraulique de la nappe

MESURES ENVISAGEES :

- prospection géophysique ;
- forages de reconnaissance et essais d'exploitation ; (2 400 m au total)

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 géophysicien

BUDGET :

	Millions U. M.
. hydrogéologue 4 mois	2
. prospection géophysique 5 mois	5
. forages (2 400 m)	24
. divers, topographie, analyses, essais	2
	33

MAURITANIE (3)

TITRE :

Création d'un couloir de transhumance du bétail dans la chaîne des Mauritanides

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

4 mois

SITE :

Chaîne des Mauritanides, entre le bassin mauritanien et le Tagant et l'Assaba.

INTRODUCTION :

Le renouvellement des pâturages ne peut être assuré que par le déplacement du cheptel. Ce déplacement nécessite l'existence de relais de points d'eau à distance acceptable les uns des autres.

BUT DU PROJET :

Création de couloir de transhumance pour une meilleure utilisation des pâturages

MESURES ENVISAGEES :

- mission d'études ;
- réalisation de points d'eau.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 agrostologue
1 vétérinaire
1 spécialiste de l'équipement hydraulique

BUDGET :

		Millions U. M.
. hydrogéologue	4 mois	2
. agrostologue	2 mois	1
. vétérinaire	1 mois	0,5
. spécialiste équipement	2 mois	1
. forages (ou puits) (60)	.....	60
		64,5

MAURITANIE (4)

TITRE :

Equipement pastoral de la région du Dhar de Nema, de l'Assaba et du Hodh (création de couloir de transhumance)

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

4 mois

SITE :

Dhar de Nema, Assaba, Hodh

INTRODUCTION :

Le renouvellement des pâturages ne peut être assuré que par le déplacement du cheptel. Ce déplacement nécessite l'existence de relais de points d'eau à distance acceptable les uns des autres.

BUT DU PROJET :

Création de couloir de transhumance pour une meilleure utilisation des pâturages

MESURES ENVISAGEES :

- mission d'études ;
- réalisation de points d'eau.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 agrostologue
1 vétérinaire
1 spécialiste de l'équipement hydraulique

BUDGET :

	Millions U. M.
. hydrogéologue 4 mois	2
. agrostologue 2 mois	1
. vétérinaire 1 mois	0,5
. spécialiste équipement 2 mois	1
. forages (ou puits) ..... (60)	60
	64,5

MAURITANIE (5)

TITRE :

Mise en valeur des ressources en eau des dolomies karstiques en piémont des massifs du Tagant et de l'Assaba

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

4 mois

SITE :

piémont des massifs du Tagant et de l'Assaba de part et d'autre de la passe de Diouk

RESUME :

Projet intégré d'estimation des ressources et de l'aménagement

INTRODUCTION :

Ces formations dolomitiques concentrent le ruissellement d'un bassin versant étendu et devraient posséder des ressources renouvelables importantes. Elles sont encore mal connues.

BUT DU PROJET :

Mise en valeur agricole de la région par création de micropérimètres irrigués

MESURES ENVISAGEES :

- forages de reconnaissance - essais d'exploitation ;
- évaluation des ressources en eau ;
- étude de l'équipement et de l'aménagement agricole.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 spécialiste de l'aménagement agricole

BUDGET :

	Millions d'U. M.
. 1 hydrogéologue 4 mois	2
. 1 spécialiste aménagement 2 mois	1
. 6 forages 100 m	6
. divers	1
	10

MAURITANIE (6)

TITRE :

Etude de la réhabilitation des palmeraies

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

études préliminaires 3 mois

SITE :

pratiquement l'ensemble du pays, de la frontière sénégalaise au 19ème parallèle

RESUME :

étude des possibilités de ressources en eaux souterraines pour l'irrigation et les besoins humains

INTRODUCTION :

Les palmeraies sont susceptibles d'un développement important permettant d'améliorer les conditions économiques de la région

BUT DU PROJET :

Réhabilitation des palmeraies

MESURES ENVISAGEES :

- évaluation des problèmes hydrauliques et agronomiques ;
- forages de reconnaissance.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 agronome

BUDGET :

		Millions de U. M.
. hydrogéologue	2 mois	1
. agronome	2 mois	1
. 20 forages de reconnaissance		10
		12

NIGER (1)

TITRE :

Etude de synthèse du Continental intercalaire captif du bassin du Niger

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

2 ans

SITE :

Tout le bassin du Niger

RESUME :

Etude de synthèse hydrogéologique et hydrodynamique de l'aquifère captif du continental intercalaire - étude de l'artésianisme

INTRODUCTION :

D'extension considérable (165 000 km^2) la zone captive de cet aquifère constitue une ressource importante pour cette région qui concentre une grande partie des besoins villageois, agricoles et pastoraux.

BUT DU PROJET :

Connaissance quantitative des ressources, possibilités d'utilisation à des fins agricoles de la zone artésienne.

MESURES ENVISAGEES :

- synthèse des données existantes ;
- forages de reconnaissance - essais de pompage ;
- prospection géophysique ;
- modèle hydrodynamique mathématique.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 géophysicien
1 hydrodynamicien

BUDGET :

	Millions de Francs CFA
. hydrogéologue 2 ans	60
. hydrodynamicien 4 mois	10
. prospection géophysique 4 mois	40
. forages profonds (4 000 m au total)	200
. divers, essais, analyses, etc	10
	320

NIGER (2)

TITRE :

Projet d'équipement hydraulique des villages de la région du Liptako

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

8 mois

SITE :

Sud-Ouest du Niger, dans l'angle de la frontière du Mali et de la Haute-Volta

RESUME :

Implantation de puits et de forages pour les besoins en eau des villages

INTRODUCTION :

Cette zone est constituée par l'affleurement du socle voltaïque composé principalement de schistes, quartzites, granites et roches basiques. Les ouvrages de captage doivent être implantés dans les zones d'altération, de fissuration ou de fracturation.

BUT DU PROJET :

pourvoir aux besoins des villages

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance de sites favorables ;
- prospection géophysique sur avis de l'hydrogéologue ;
- creusement de puits (exhaure traditionnelle)
  ou réalisation de forages (pompes à main type Vergnet)

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 géophysicien

BUDGET :

	Millions de Francs CFA
. 1 hydrogéologue 8 mois	20
. prospection géophysique 3 mois	15
. une centaine d'ouvrages, puits ou forages	250
	285

NIGER (3)

TITRE :

Equipement hydraulique de la région du Damagarim et du Mounio et de la région des Koramas

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

4 mois

SITE :

Sud du Niger (9ème et 10ème méridiens) frontière du Nigéria

RESUME :

Implantation de puits et de forages pour les besoins en eau des villages

INTRODUCTION :

Cette zone d'affleurement du socle cristallin est constituée principalement de granites et d'arkoses, recouverts en partie par des sables éoliens dans les massifs du Damagarim et du Mounio.

Dans le bassin des Koramas, le Continental terminal aquifère sablo-argileux est surmonté par des sables plioquaternaires silteux ou argileux

BUT DU PROJET :

Pourvoir aux besoins des villages

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance de sites favorables ;
- réalisation de puits ou de forages (80 ouvrages).

STAFFING :

1 hydrogéologue

BUDGET :

	Millions de Francs CFA
. 1 hydrogéologue 4 mois	10
. 50 puits ou forages	125
	135

NIGER (4)

TITRE :

Etude de la réhabilitation des palmeraies dans la région de l'Aïr et du bassin de Termit-Agadem.

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

études préliminaires 4 mois

SITE :

Massif de l'Aïr, bassin de Termit et d'Agadem

RESUME :

étude des possibilités de ressources en eaux souterraines pour l'irrigation et les besoins humains

INTRODUCTION :

Les palmeraies sont susceptibles d'un développement important permettant d'améliorer les conditions économiques de ces régions

BUT DU PROJET :

Réhabilitation des palmeraies

MESURES ENVISAGEES :

- évaluation des problèmes hydrauliques et agronomiques ;
- forages de reconnaissance.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 agronome

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. hydrogéologue 4 mois	10
. agronome 4 mois	10
. 20 forages de reconnaissance (50 m)	50
	70

SENEGAL (1)

TITRE :

Etude hydrogéologique de la Casamance

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

8 mois

SITE :

Sud du territoire sénégalais, entre la Gambie et la Guinée-Bissau

RESUME :

Etude des possibilités d'exploitation des aquifères ,

- des sables quaternaires (vallées) ,
- du Continental terminal ,
- du mio-pliocène.

INTRODUCTION :

La casamance fait l'objet de nombreux projets de développement, les possibilités offertes par les eaux souterraines sont assez mal connues (peu de forages profonds). Une étude plus approfondie des ressources possibles est nécessaire.

BUT DU PROJET :

détermination des possibilités d'exploitation des eaux souterraines, pour leur utilisation dans les projets de développement de la région.

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance hydrogéologique ;
- prospection géophysique ;
- 40 forages dont une vingtaine à 150 m (mio-pliocène).

STAFFING :

2 hydrogéologues
1 géophysicien

BUDGET :

global de l'ordre de 500 millions Frs CFA.

SENEGAL (2)

TITRE :

Etude hydrogéologique de la bordure sud-est du bassin sédimentaire

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

Sud-Est du bassin sénégalais, secteur étendu de Tambacounda

RESUME :

Etude des relations nappe phréatique du Continental terminal et nappe profonde maestrichtienne. Etude de l'alimentation de la nappe maestrichtienne.

INTRODUCTION :

Cette région est hydrogéologiquement mal connue et constitue la zone de réalimentation de la nappe profonde maestrichtienne. La continuité hydraulique verticale supposée, doit être précisée.

BUT DU PROJET :

connaître le taux de réalimentation de la nappe maestrichtienne

MESURES ENVISAGEES :

- 5 sondages de reconnaissance au maestrichtien (150 m);
- 10 piézomètres à la nappe phréatique (75 m) ;
- interprétation des résultats, contrôle des fluctuations.

STAFFING :

hydrogéologue 6 mois

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. forages et piézomètres - (essais, prélèvements, carottages, etc ...)	70
. Contrôle d'exécution 4 mois hydrogéologue	10
. choix des implantations, datations, rapport 2 mois	15
contrôle fluctuation et interprétation dépense par an 1,5 millions CFA	95

SENEGAL (3)

TITRE :

Programme d'hydraulique villageoise au Sénégal oriental

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

8 mois - 1ère tranche -

SITE :

Sud-Est du Sénégal, région du socle cristallin

RESUME :

Campagne de reconnaissance et d'équipement immédiat

INTRODUCTION :

L'alimentation en eau des villages de cette région se fait actuellement à partir des petites nappes d'alluvions situées dans les vallées des cours d'eau temporaires. Ces ressources sont directement tributaires des fluctuations pluviométriques, et au cours de ces dernières années de nombreux puits se sont asséchés. Il s'avère nécessaire de prospecter des ressources plus permanentes en exécutant des forages dans les formations du socle, dans les zones a priori propices, c'est-à-dire les zones d'altération et surtout de fissuration et de fracturation.

BUT DU PROJET :

alimentation en eau des villages

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance hydrogéologique ;
- prospection géophysique lorsqu'elle s'avère utile sur l'avis de l'hydrogéologue ;
- exécution de forages équipés de pompes à main ou de forages avec contre-puits.

STAFFING :

1 hydrogéologue (reconnaissance)
1 géophysicien
1 hydrogéologue surveillance des forages

BUDGET :

- pour l'étude de 75 villages et l'équipement de 50 à 60

		Millions de francs CFA
. 1 hydrogéologue (reconnaissance)	4,5 mois	11,250
. prospection géophysique	4,5 mois	22,500
. hydrogéologue (contrôle forages)	7,5 mois	18,750
. logistique main d'oeuvre, véhicules		45
ateliers forages (5 000 m de forages) équipement ...		175
frais technicien		5
		277,5

SENEGAL (4)

TITRE :

synthèse du Paléocène dans la région de M'Bour

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

SITE :

région côtière au Sud-Est de Dakar
cf. zone (4) sur carte n° 4

RESUME :

Synthèse des résultats de forages. Estimation du bilan. Etude de la salinité

INTRODUCTION :

De nombreux forages ont été exécutés dans cette région. On capte généralement la nappe maestrichtienne, mais l'eau a une minéralisation excessive. Une étude de synthèse, basée sur les corrélations entre forages, les observations des niveaux piézométriques et une étude de la salinité permettrait de mieux connaître le mécanisme hydraulique de la nappe du Paléocène et les conditions d'exploitation pour l'obtention d'eaux suffisamment douces.

BUT DU PROJET :

préserver la qualité des eaux souterraines utilisées

MESURES ENVISAGEES :

- prospection géophysique pour l'étude de la salinisation ;
- mesure des niveaux (2 ans) et contrôle de la salinité par le Service Hydrogéologique National ;
- synthèse.

STAFFING :

1 géophysicien - 3,5 mois -

(hydrogéologue, technicien du Service Hydrogéologique National)

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. 3 mois de prospection géophysique	18
. mesures, contrôle et synthèse (Service Hydrogéologique National)	5
	23

SENEGAL (5)

TITRE :

Synthèse hydrogéologique du Sénégal

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

10 mois

SITE :

l'ensemble du pays

RESUME :

Synthèse, analyse et corrélation de tous les résultats d'études effectuées à ce jour sur les différents aquifères du pays.

INTRODUCTION :

Le Sénégal comprend 6 grands ensembles aquifères :

- les sables quaternaires (presqu'île du Cap Vert, littoral Kayar - St Louis) ;
- le Continental terminal (bassin sénégalais) ;
- l'oligo miocène de Casamance ;
- les marno-calcaires éocène (région de Koki-Diourbel) ;
- le Paléocène de la région de M'Bour et du Cap Vert ;
- la nappe profonde du Maestrichtien (bassin sénégalais).

BUT DU PROJET :

présentation des données globales pour une utilisation pratique

MESURES ENVISAGEES :

- collecte des données des différentes études ;
- synthèse ;
- préparation, impression et édition d'un rapport.

STAFFING :

1 hydrogéologue - 10 mois dont 2 sur le terrain -

BUDGET :

TOTAL 15 millions de francs CFA (Service Hydrogéologique National)

ou 35 millions de francs CFA si confié à une société

SENEGAL (6)

TITRE :

Etude hydrogéologique complémentaire de la presqu'île du Cap Vert

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

22 mois

SITE :

presqu'île du Cap Vert

RESUME :

Amélioration des connaissances hydrogéologiques des 4 zones :

- calcaires paléocènes de Tassette-M'Bour ;
- sables quaternaires de Meouane-Sakal ;
- région du lac Tamna-canon de Kayar ;
- massif de N'Diass.

INTRODUCTION :

Les deux premières phases du projet OMS ont permis d'approcher le potentiel en eau des divers aquifères, mais les forages et les informations géophysiques sont encore peu nombreux. Vu la complexité des problèmes et l'ampleur des besoins, des connaissances approfondies , en particulier dans ces quatre secteurs importants, sont nécessaires.

BUT DU PROJET :

meilleure connaissance des ressources et exploitation de celles-ci.

MESURES ENVISAGEES :

- 3 mois et demi de prospection géophysique ;
- 17 forages d'exploitation (6 dans les sables quaternaires, 3 paléocène, 3 calcaires de Noto, 5 au maestrichtien) ;
- 14 sondages de reconnaissance (10 maestrichtien, région de Kiréne) ;
- 28 piézomètres (4 dans les calcaires de Noto).

STAFFING :

1 hydrogéologue - 22 mois -
1 hydrogéologue - 8 mois - (forages)
1 géophysicien - 4 mois -

BUDGET :

TOTAL environ 300 millions de francs CFA

SENEGAL (7)

TITRE :

Etude du comportement hydraulique de la nappe maestrichtienne du bassin sénégalais (modèle mathématique)

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

7 mois

SITE :

bassin sénégalais

RESUME :

étude du mécanisme de la nappe sur modèle mathématique et simulations de programmes prévisionnels d'exploitation.

INTRODUCTION :

La piézométrie de cette nappe est assez bien connue, de même que la géométrie et les limites du réservoir. Par contre son alimentation et sa vidange sont peu ou pas connues, et pourraient être définies par le calage sur un modèle des données existantes. Ce modèle permettrait ensuite d'étudier le comportement de la nappe suivant différents programmes d'exploitation.

BUT DU PROJET :

Mise en exploitation rationnelle de la nappe ;

Intensification rationnelle de l'exploitation.

MESURES ENVISAGEES :

- réalisation d'un modèle global à petite échelle ;
- réalisation d'un modèle détaillé pour la simulation des captages et l'étude de l'interface eaux douces - eaux salées

3 phases : 1) récolte des données 2) élaboration des modèles et calage

3) simulation de l'exploitation

STAFFING :

1 hydraulicien à Dakar pendant 1 mois et demi
1 hydrogéologue 4 mois sur le terrain, 1 mois rapport
1 hydraulicien, 1 analyste, 1 programmeur (conception du modèle), 1 mois
équipe de pompages d essai de la Direction de l'Hydraulique
équipe de nivellement topographique

BUDGET :

TOTAL environ 50 millions de francs CFA.

SENEGAL (8)

TITRE :

Création d'un réseau national d'observation hydrogéologique

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

20 mois

SITE :

ensemble du pays

RESUME :

- inventaire des piézomètres et des points de mesure possible existants
- conception et préparation du réseau
- réalisation des travaux (piézomètres, équipement)

INTRODUCTION :

Les nappes du Sénégal commencent à être assez bien connues, mais leur fonctionnement et en particulier les recharges annuelles ne sont étudiées que localement et sporadiquement. Un contrôle continu assuré par des mesures périodiques régulières s'impose pour l'exploitation rationnelle et optimale de ces nappes.

BUT DU PROJET :

- observation de la réalimentation des nappes ;
- étude des relations rivières - nappes ;
- contrôle des effets de l'exploitation sur les réserves des nappes.

MESURES ENVISAGEES :

- inventaire actuel } 6 mois d'étude
- conception du réseau } dont 2 mois de tournée sur le terrain
- exécution des piézomètres : environ 40 dans les nappes phréatiques
  : environ 20 dans les nappes intermédiaires
  : 10 dans la nappe profonde maestrichtienne
  : 12 sur la bordure du fleuve Sénégal

STAFFING :

1 hydrogéologue 6 mois, inventaire et conception ,
1 hydrogéologue 13 mois pour la supervision de l'exécution des piézomètres.

BUDGET :

	Millions de francs CFA
- exécution des piézomètres (environ 7 000 m) tests et équipements	300
- intervention de 1 hydrogéologue	60
(nivellement exécuté par les géomètres de la Direction de l Hydraulique)	360

SENEGAL (9)

TITRE :

Etude hydrogéologique du Continental du Ferlo et du Sénégal oriental

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

8 mois

SITE :

- Ferlo central
- région au Sud de la route Kaolack - Tambacounda à l'Est de Birkelane

RESUME :

FERLO - Etude du mécanisme d'écoulement de la nappe - problème des dépressions fermées

REGION BIRKELANE - TAMBACOUNDA - Etude hydrogéologique en vue de l'exploitation

INTRODUCTION :

Secteur du FERLO : l'existence de dépressions fermées dans la nappe du Continental terminal rend son exploitation difficile, au bénéfice de la nappe maestrichtienne. L'explication du mécanisme de ces entonnoirs est nécessaire pour l'exploitation de la nappe.

Secteur BIRKELANE - TAMBACOUNDA : découverte de zones favorables à l'exploitation.

BUT DU PROJET :

exploitation de la nappe du Continental terminal, en vue de ménager les réserves de la nappe maestrichtienne.

- programmes de développement agricole (irrigation de complément)

MESURES ENVISAGEES :

- géophysique ;
- forages d'essais (5) piézomètres (20), pompages d'essai ;
- carte hydrogéologique et rapport ;
- nivellement.

STAFFING :

1 hydrogéologue
1 géophysicien, 3 mois

./.

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. géophysique	15
. exécution des forages, piézomètres, et pompages d'essai	100
. contrôle hydrogéologique et rapport	20
. nivellement	1
	134

TCHAD (1)

TITRE :

Aménagement de points d'eau sur les axes de transhumance dans l'Ouaddaï, le Salamat, le Batha et le Guera

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

6 mois

SITE :

Région comprise entre le 18ème et le 22ème méridien et entre le 15ème parallèle et la frontière de l'Empire Centre africain

RESUME :

implantation de points d'eau (puits ou forages) le long des pistes de bétail

BUT DU PROJET :

pourvoir aux besoins des hommes et du bétail sur les pistes de transhumance

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance hydrogéologique ;
- implantation et réalisation de points d'eau.

STAFFING :

personnel expatrié : 2 hydrogéologues

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. 2 hydrogéologues , 6 mois	30
. puits, forages .... (100 à 50 m)	250
	280

TCHAD (2)

TITRE :

Etude de l'exploitation de l'aquifère du Continental terminal dans le bassin des Koros

DATE DE DEMARRAGE :

DUREE :

1 an

SITE :

partie méridionale du Tchad (entre le 10ème et le 8ème parallèle)

RESUME :

étude et exploitation des ressources en eaux souterraines pour l'équipement villageois et agricole

INTRODUCTION :

La nappe phréatique du Continental terminal est alimentée directement par les cours d'eau mais dans les régions d'inter-fleuves la surface libre peut atteindre 90 mètres sous la surface du sol.

BUT DU PROJET :

- équipement hydraulique des villages et des zones de culture

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance hydrogéologique ;
- prospection géophysique ;
- forages de reconnaissance ;
- réalisation de puits et de forages d'exploitation

STAFFING :

1 hydrogéologue 8 mois
1 géophysicien 3 mois
1 spécialiste irrigation 2 mois

BUDGET :

	Millions de francs CFA
. 1 hydrogéologue, 8 mois	20
. prospection géophysique, 3 mois	15
. 1 spécialiste irrigation	5
. 50 forages et puits	250
	290

TCHAD (3)

(NIGER)

TITRE :

Etude des aquifères profonds de la région du Manga-Kanem (en coordination avec le Niger dans le cadre de la C. B. L. T.)

DATE DE DEMARRAGE :

projet à moyen terme

DUREE :

1 an

SITE :

régions périphériques du lac Tchad. Au Sud du 15ème parallèle bassin du Manga (Niger) et du Kanem (Tchad)

RESUME :

Reconnaissance et étude hydrogéologique :

- de la nappe captive du pliocène (nappe moyenne sous pression de formations du Tchad) et de son artésianisme ;
- de la nappe profonde du Continental terminal reconnue en Nigéria.

INTRODUCTION :

La nappe phréatique des formations quaternaires a son niveau libre parfois à plus de 80 mètres sous le sol.

Les aquifères sous-jacents, captifs et en partie artésiens, devraient offrir des possibilités d'exploitation intéressantes.

L'aquifère le plus profond (Continental terminal) reconnu et exploité au Nigéria est encore inexploré dans ces régions.

BUT DU PROJET :

Implantation de zones d'élevage (engraissement du bétail) et éventuellement de zones agricoles.

Etude de la nappe profonde pour l implantation de forages puits en vue d'améliorer les conditions d'exploitation des pâturages.

MESURES ENVISAGEES :

- reconnaissance hydrogéologique par forages moyens (aquifère pliocène) et profonds (Continental terminal) ;
- étude de l'artésianisme ;
- étude des possibilités de l'implantation de zones d'élevage intensif (ranchs) ,

  de zones agricoles.

./.

STAFFING :

2 hydrogéologues
1 agronome
1 agrostologue

BUDGET :

		Millions de francs CFA
. 2 hydrogéologues, 1 an		60
. 1 agronome, 6 mois		15
. 1 agrostologue		15
forages moyens (200 - 300 m)	10	150
forages profonds (500 - 600 m)	5	150
		390

CHAPITRE IV

TYPOLOGIE DES OUVRAGES

CILS
DOCUMENTATION

CHAPITRE IV

TYPOLOGIE DES OUVRAGES DE CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES

Le choix d'un ouvrage de captage des eaux souterraines est conditionné par les facteurs suivants :

- nature lithologique des terrains à traverser ,
- caractère aquifère des terrains (porosité, fissuration, fracturation) ,
- profondeur à laquelle l'eau est rencontrée ,
- profondeur du niveau statique prévisible de l'eau ,
- débit d'extraction possible, ou souhaité.

En fonction de ces différentes données, plus ou moins bien connus sur l'ensemble de la zone du Sahel, les types d'ouvrage de captage qui semblent les mieux adaptés aux différentes régions, ont été reportés de manière schématique sur la carte n° 5.

Etant donné la petite échelle de cette carte, il est évident que cette définition n'a pas un caractère impératif et définitif, mais qu'elle doit être considérée comme une prévision d'ensemble, compte-tenu des connaissances actuelles. Les ouvrages devront être définis de manière plus précise par la suite, en fonction des conditions locales et des résultats des études et investigations de détail.

Les différents types d'ouvrage de captage proposés se résument de la manière suivante :

(P) Puits :

Il s'agit de puits classiques, connus et pratiqués dans ces régions, de diamètre 1,40 - 1,80 ou 2,50 mètres, cuvelés, cimentés, busés ou à parois nus, suivant la nature des terrains.

Le principal avantage de ces ouvrages réside dans la possibilité d'utilisation des moyens d'exhaure traditionnels (dellou à traction manuelle ou animale) ne nécessitant aucun entretien particulier et permettant également un puisage collectif simultané.

Toutefois, au-delà d'une certaine profondeur du niveau de l'eau (environ 50 mètres) le puisage manuel et même animal devient très pénible et limite ainsi les débits extractables. Dans ce cas il devient préférable d'avoir recours à des forages équipés de pompes.

./.

De même dans les formations compactes du socle, ainsi que dans les grés et les calcaires l'exécution de puits profonds devient peu rentable vu le faible avancement du fonçage. Au-delà d'une vingtaine de mètres dans ce type de terrains il est préférable d'avoir recours au forage marteau fond de trou ou rotary. Les puits mentionnés sur la carte dans les régions du socle restent cependant valables pour les petits aquifères alluvionnaires des vallées, ainsi que pour certaines zones d'altération superficielles contenant de l'eau.

(F_1) Forages d'une profondeur de l'ordre de 50 mètres :

Ces forages peuvent être exécutés dans les formations sédimentaires tendres, mais en général pour ces formations et pour ces profondeurs il serait préférable de réaliser des puits, notamment en zone pastorale, ce qui évite la mise en place de pompes dont l'entretien pose toujours des problèmes.

Ce type de forages a donc été surtout suggéré dans les formations dures du socle cristallin. Ils seront en général exécutés au marteau fond de trou, qui permet un avancement rapide (un ouvrage de 50 mètres peut être foré et équipé en un jour). Le diamètre du forage est malheureusement limité (en général 5" 1/2) et implique la mise en place de pompes adéquates (pompes à main type Vergnet ou pompes électriques immergées 4").

Les expériences précédemment acquises (Mali, Côte d'Ivoire, Togo) ont montré que ce type de forages, pratiqué dans des formations schisteuses ou granitiques, donnait souvent des débits satisfaisants lorsqu'ils étaient conduits au-delà des franges d'altération, dans les zones fissurées et fracturées. Une profondeur de 50 ou 60 mètres est en général suffisante.

(F_2) Forages d'une profondeur de l'ordre de 100 mètres

Ces forages peuvent être exécutés en gros diamètre dans les formations sédimentaires tendres (sables, sables argileux). Lorsque le niveau statique de l'eau se situe à moins de 30 mètres de profondeur sous le sol (nappes en charge), l'exécution d'un contre puits communiquant dans lequel se déversera l'eau du forage permettra d'éviter la mise en place de pompes. Les contre puits auront en général une profondeur de 30 à 40 mètres et permettront l'emploi des moyens d'exhaure traditionnels.

Dans les formations sédimentaires dures (grés, calcaires, dolomies) les forages au marteau fond de trou pourront être descendus jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 100 mètres. La fissuration ou la fracturation de ces roches, contrairement aux schistes ou aux granites, existe en général jusqu'à ces profondeurs et même au-delà, d'où une augmentation de la productivité des ouvrages avec la profondeur. Ces forages pourront être réalisés également en plus gros diamètre (rotary), ce qui permet l'utilisation d'une gamme de pompes plus étendue, mais le temps de foration sera considérablement accru.

(F_3 et F_4) Forages d'une profondeur de l'ordre de 300 mètres et de 600 mètres

Ces forages ont pour but la reconnaissance plus précise et l'exploitation des aquifères captifs profonds connus, à savoir la nappe des sables et grés maestrichtiens au Sénégal et en Mauritanie, la nappe du Continental intercalaire au Niger, la nappe pliocène et la nappe du Continental terminal au Niger et au Tchad.

./.

L'exploitation de ces nappes doit être orientée de manière à tirer parti au maximum de l'artésianisme. Dans les zones non artésiennes, lorsque le niveau statique se situe à moins de 30 ou 40 mètres sous le sol, on pourra utiliser le système des contre puits. Dans les zones où le niveau de l'eau reste plus profond, on sera obligé d'avoir à utiliser les différents types de pompes, mais on s'efforcera au maximum d'éviter l'implantation de tels ouvrages dans ces zones, l'intérêt du recours aux nappes captives profondes résidant principalement dans la possibilité de se dispenser de pompage.

CONCLUSION

Une description synthétique des ressources en eaux souterraines des pays de la zone sahélienne a été faite dans ce rapport. Une liste bibliographique des études effectuées à ce jour, permet d'accéder, si besoin est, à des renseignements plus précis et à valeur plus locale. Des propositions d'études et de travaux de reconnaissance débouchant directement sur l'exploitation des eaux souterraines, ont été faites pour chacun des pays intéressés, accompagnées d'une estimation de leur coût. Enfin des recommandations générales concernant l'exécution des ouvrages de captage, ont été émises en fonction des caractères propres des différents types d'aquifères.

CILSS DOCUMENTATION