Géologie et Hydrogéologique du Bassin Central de Somalie

MOHAMED CABDI MOHAMED «GANDI»

French Association for Somali Studies - Besançon

Géologie

Le cadre géologique.

Le secteur étudié correspond à un bassin localisé dans le centre et le Nord-Est du pays, il borde le versant sud de la montagne nord-somalienne et est limité au sud par le massif granitique de Bur Acaba-Lugh. Il est matérialisé sur la carte (annexe I) par le vingt forages pétroliers réalisés par les compagnies Agip, Sinclair, Amerado et Mobil.

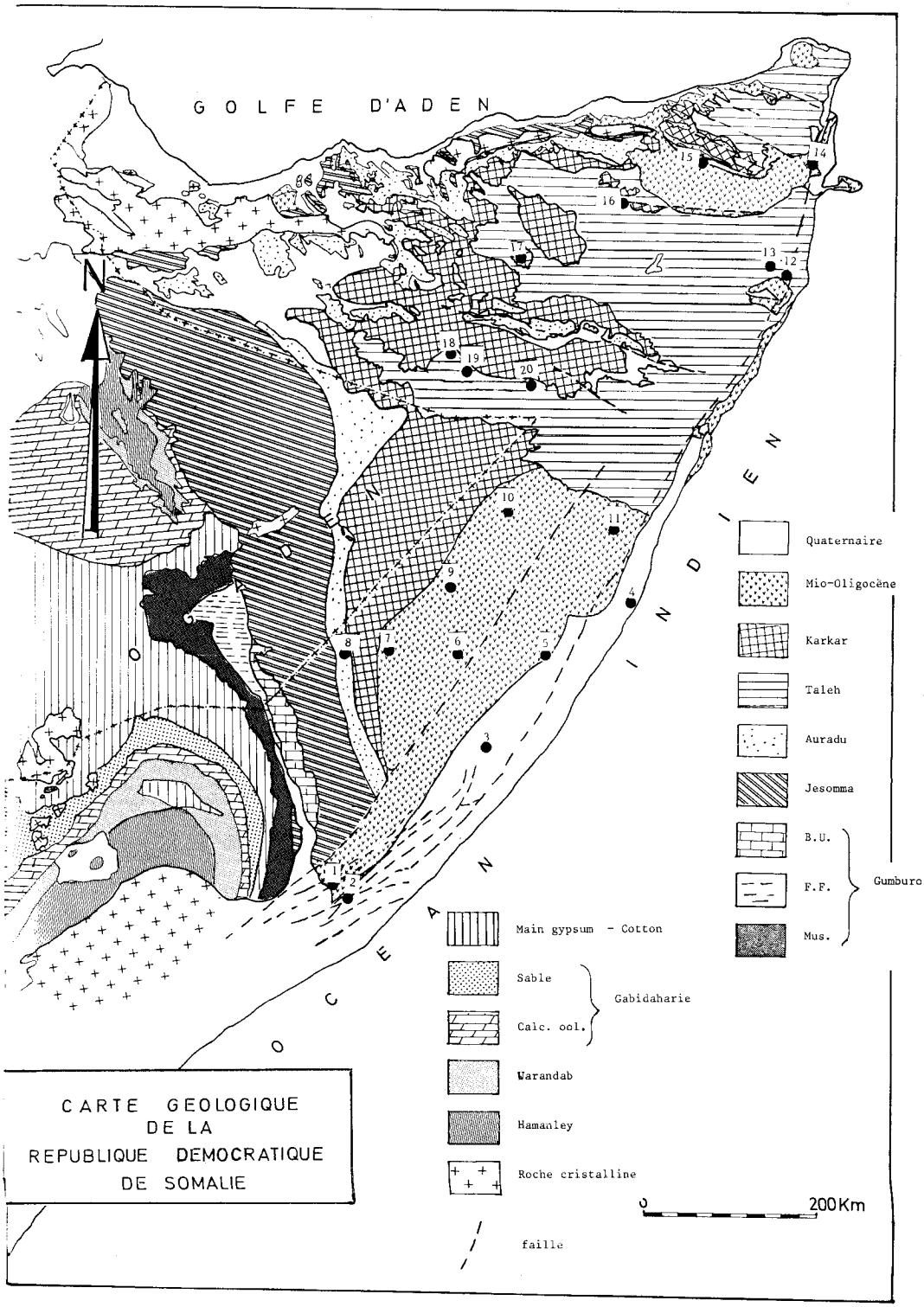
La carte géologique a été réalisée à partir d'informations provenant des cartes existantes, de renseignements fournis par les forages et d'interprétations personnelles basées sur la synthèse de ces données.

Le roches cristallines affleurent dans le nord, prés de la côte, dans la région de Nogal, et au sud prés de Bur Acaba. Ces deux ensembles sont constitués de roches métamorphisées par des montées de granite et de granodiorite. Ce sont des gneiss, des schistes, des quartzites et des marbres. Cependant, on a aussi identifié des diorites et des gabbros dans le nord et du minerai de fer dans le sud. [1]

Les massifs du nord s'inscrivent dans une évolution aboutissant à la séparation de l'Afrique et de l'Arabie. Le massif méridional est très ancien. Beltrandi et Pyre l'ont daté du début du Cambrien (615 millions d'annés) et il a été pénéplané au début du Jurassique.

Ces roches cristallines sont recouvertes par des formations sédimentaires allant du Trias au Quaternaire, qui ont été subdivisées en formations: Adigrat et Hamanley du Permo Trias au Dogger, Urandab et Gabridaharre pour le Malm, Cotton, Gumburo et Jesomma pour le Crétacé et Auradu, Taleh, Karkar e Merca Somal pour le Tertiaire.

On trouve aussi des coulées de basalte au nord et au sud, celles du nord ont été datées de l'Oligocène au Miocène par Mohr en 1963, alors que celle du rift (au sud) ont été datées du Crétacé terminal — Oligocéne par Schwartz et Arden (1960). Stéfanini (1925) montre la présence de venues basaltiques dans le sud, tout au long de la ligne nord-ouest-sud-est Lugh-Isciabaidoa. Le roches sédimentaires gypsiferes ont été recouvertes par des laves, des cendres volcaniques cimentées, lasquelles ont été recouvertes, à leur tour, par une épaisse venue basaltique, datant du Tertiaire terminal.



Annexe 1 - *Carte établie d'apres la carte de G. Merla, G. Abbate, P. Canuti, M. Sagri et P. Tacconi* (modifié) 1973

Enfin, on note au sud de Mogadiscio que les coulées de basalte gris-clair spilitique sont intercalées avec des schistes (argiles feuilletées) depuis le Crétacé supérieur jusqu'au Paléocène. Le volcanisme a débuté au Crétacé terminal dans le sud et a continué au Pliocène, au Quaternaire sur l'ensemble du pays.

Stratigraphie. (Formations rencontrées)

— *Formation de Urandab* (Oxfordien-Kimméridgien).

Elle est formée essentiellement de sédiments fins (argileux) à Epistomina ornata, Pseudocyclammina sequana[3], et de calcaires et dolomies à Exogyra, Modiola plicata et Mythilus.

— *Formation de Gabridaharre* (Portlandien-Tithonique).

Elle est principalement composée d'un faciès carbonaté (calcaires argileux et calcaires oolitiques), de sédiments évaporitiques (Dusa Mareb) et d'un faciès argileux (Obbia et Gal Caio). Les faunes dominantes son Idoceras Duranger (Macrofaune) et Lenticulina, Ammobaculites, Epistomina (Microfaunes) (données pétrolières). Beltrandi et Pyre ont une formation équivalente, appeléee Garbaharre.

— *Formation de Cotton* (Néocomien-Albien).

On y distingue un faciès évaporitique (Dusa Mareb) intercalé parfois de calcaires et un faciès crayeux. Les Orbitolines, les Cyclammina, les Globogérines, les Epistomina et les Haplophragmoides (données pétrolières) ont parmis de dater cette formation du Barrémien au Cénomanien.

— *Formation de Gumburo* (Cénomanien-Sénonien).

Elle est formée d'un faciès détritique dans le nord et le sud du secteur étudié, d'un faciès carbonaté (calcaire, dolomie et calcaire argileux), de dépôts plus fins (Galcaio et Marai Ascia) et, enfin, d'un faciès évaporitique et carbonaté. Les Globotruncana et les Oligostégines ont servi à sa datation.

— *Formation de Jésomma* (Maestrichtien).

On observe une série détritique à l'ouest, un faciès carbonaté (calcaire et dolomie) au nord-est et des argilites à Jesomma. La présence de Globogérines et d'Amphalocyclus permet de la dater.

— *Formation de Auradu (Danien-Cuisien).*

On y rencontre une série composée de calcaires, de calcaires argileux et marneux et de dolomies, et, vers le centre, des séries détritiques. On l'a daté grâce à la présence de Kathina, de Miscellanea, d'Orthophragmina, de Daviesina et de Sakesaria.

— *Formation de Taleh* (Lutétien).

Elle se compose d'un faciès évaporitique (dans le nord-ouest), de calcaires et dolomies dans le nord-est (avec des Nummulites, des Lockhartia et des Sakesaria) et d'un faciès à dominance de craies et de marnes.

— *Formation de Karkar* (Auversien-Ludien).

Elle est formée d'une série détritique (Obbia), d'un faciès calcaire nummulitique et d'un faciès calcaire argileux à Hétérostégines. Ces microfaunes permettent de la dater de l'Eocène supèrieur.

— *Formation de Merca Somal* (Tongrien-Somelien).

Elle est caractérisée par une série à dominante détritique contenant quelques bancs calcaires.

Hidrogéologie

Dans le chapître Géologie, nous avons mis en évidence les formations qui contiennent des évaporites (Taleh, Crétacé Moyen et Inférieur, dans le sud) et celles qui n'en contiennent pas (Jesomma [Mestrichtien], Auradu, Crétacé Supérieur et Jurassique dans le nord-ouest). Certaines de ces séries sont des formations continentales fluviatiles et lacustres. Leur connaissance sera utile pour l'étude hydrogéologique de ce bassin.

On commencera par les aquiféres peu profonds, puis on terminera par l'aquifère profond, susceptible de contenir de l'eau douce.

Etude de la nappe phréatique

Cette nappe correspond au premier aquifére recontré par les forages et est désignée par «nappe phréatique» pour des raisons de commodités.

— *Chimie de l'eau.*

Le donnèes on été fournies, d'une part par un groupe allemand «Deutsche Gesselschaft für technische Zusammenalbeit» (GTZ) GMbH, et, d'autre part, par le Ministère des Mines et Ressources en eau de la Somalie. Les 25 prélèvements ont été faits entre Février et Mars 1981 (pour GTZ GMbH) et entre Novembre et Décembre 1976 (par le Ministère somalien); dans les deux cas, ils correspondent à une période sèche.

Les concentrations (en meq/1) de chaque élément ont été rapportées dans les diagrammes de Piper et de Schoeller-Berkaloff. On a pu ainsi classer les prélèvements en deux familles d'eaux: les eaux sulfatees calciques et magnésiennes et les eaux chlorurées sodiques. On trouve un cas particulier d'eau hyperchlorurée calcique à Galcaio.

A partir de ces mesures, on a tracé ensuite la carte des courbes d'isoconcentrations totales (en mg/1). Une limite de potabilité a été fixée à 4g/1 et on peut ainsi délimiter 4 zones: Les zones Z1, Z2, Z3 ont des concentrations totales supérieures à 5g/1 et seule la zone Z4 a des teneurs totales inférieures à 4g/1.

D'après le formations géologiques et la stratigraphies, on aurait dû avoir un secteur minéralisé dans le centre et le nord en raison de l'affleurement de la formation de Taleh, gypsifére et anhydritique. Cette diminution dans la Zone 4 (carte) peut s'expliquer:

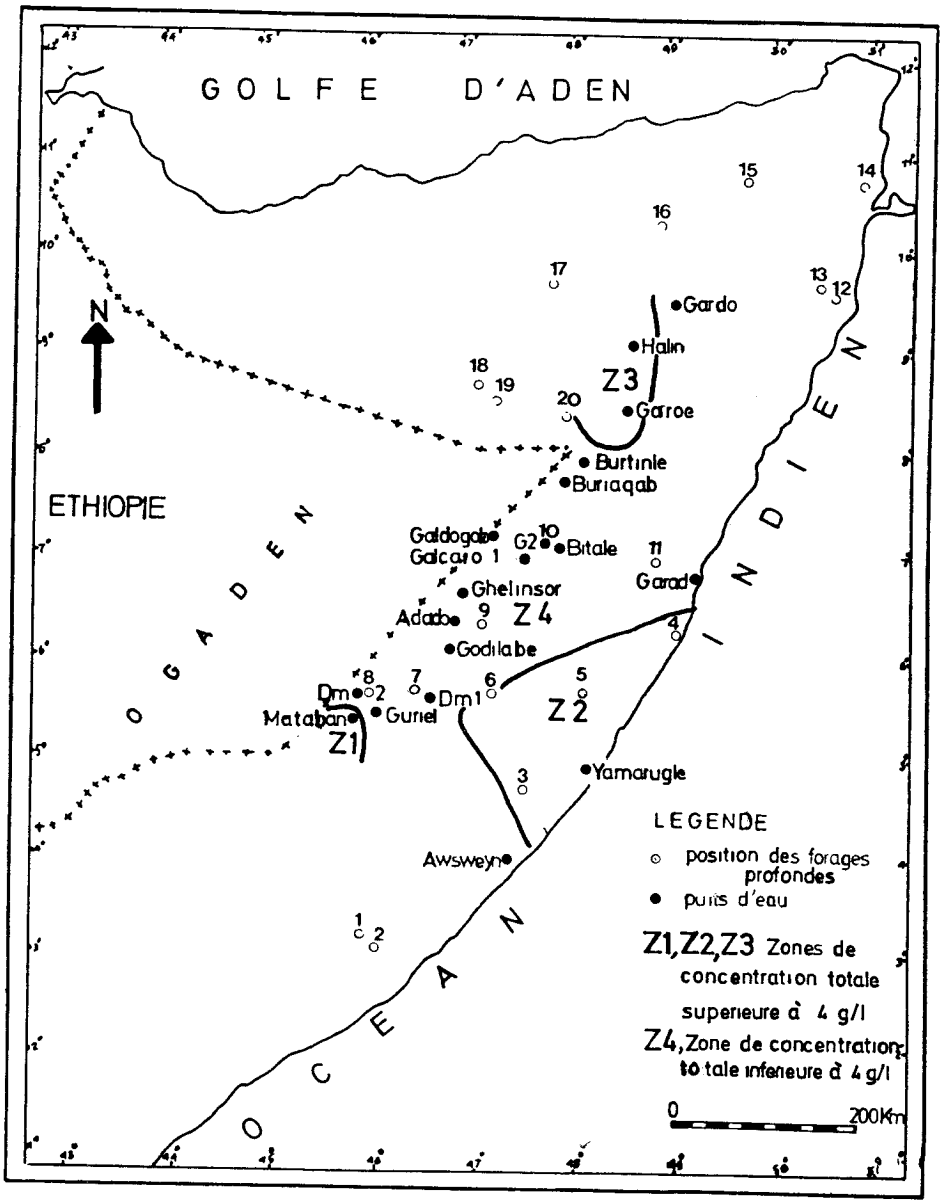
— d'une part par la pluviosité continue dans la région nord montagneuse pendant les quatre saisons donnant naissance à des ruisseaux intermittents. Ceux-ci alimentent la nappe de cette zone e diminuent les concentrations.

— d'autre part, une nappe plus profonde, à eau douce, à Jesomma, influence la qualité des eaux dans le centre.

— *Thermodynamique.*

Cette étude permet de connaitre l'évolution de la composition chimique des eaux, du point de vue de la dissolution des minéraux, de la précipitation d'autres minéraux et de la concentration par évaporation. Elle nous permet de déterminer si l'eau est agressive, incrustante ou équilibrée vis-à-vis du milieu rencontré. Pour chaque échantillon, nous avons mesuré les concentrations en ions majeurs (Cl^-, PO_4^{3-}, So_4^{2-}, HCO_3^-, NO_3^-, NH_4^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NA^+, K^+, F^- et No_2^-).

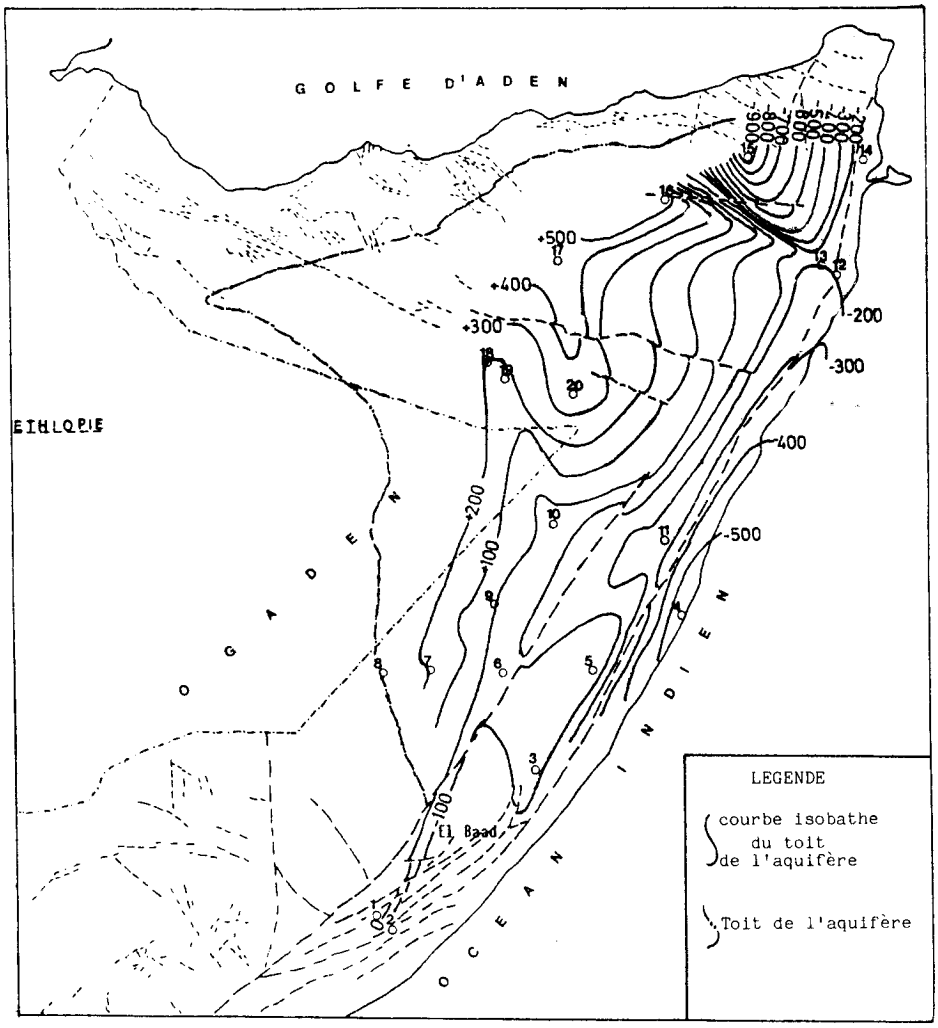
L'étude géologique montre une forte proportion de minéraux évaporitiques



Carte de zonation du bassin étudié

(gypse, anhydrite, etc.) et nous avons donc décidé d'appliquer la thermodynamique à un ensemble de minéraux de cette famille ou avoisinants: trona, thénardite, gypse, dolomie, halite, nahcolite.

On constate que les eaux son en équilibre avec la calcite, la dolomie, le gypse, le trona et la halite. Par contre, elles sont agressives vis-à-vis de la nahcolite et



Annexe II - *Carte du toit de l'aquifère*

de la thénardite. Ceux-ci peut s'expliquer dans le mesure où ces deux derniers minéraux cristallisent lors des remontées capillaires (en période sèche) sur les zones d'alimentation des eaux souterraines ou de ruissellement. Piégés en surface, ils ne participent plus qu'en proportion faible à la géochimie des eaux souterraines.

Etude de l'aquifére profond

La nappe phréatique a déjà ètè étudiés dans le cadre d'un projet des Nations Unies, par la société allemande GTZ et par le Ministère des Mines et Ressources en eau de la République démocratique de Somalie. Par contre, et malgré les nombreux forages pétroliers réalisés dans cette région, c'est la première fois qu'on met en évidence l'existence d'un aquifère profond susceptible de contenir de l'eau douce. C'est l'objet du présent travail.

— *Le diagraphies*

Les diagraphies utilisées sont la polarisation spontanée, le gamma ray, le neutron, la résistivité (petit et grande normale).

— *Qualité de l'eau*

Nous possédons quelques données sur la salinité de certains puits. Elles ont été fournies par les pétroliers et elles sont résumées dans le tableau (annexe III) qui indique le nom des forages, les données chimiques et la profondeur exprimée en mètres par rapport à la surface du sol.

Annexe III: *Qualité des eaux*

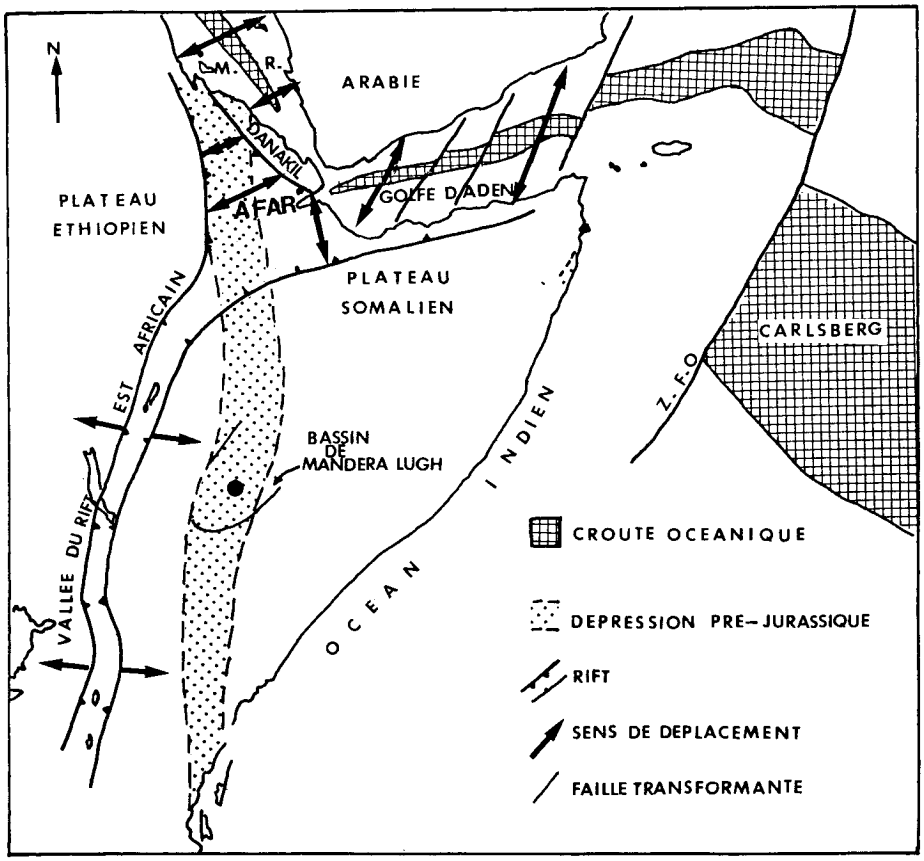
Nom du forage	Données chimique	Profondeur en (m)
Buron	700 ppm NaCl	317,6m
	300 ppm NaCl	474,8m
	900 ppm NaCl	937,5m
	600 ppm NaCl	1287m
	500 ppm NaCl	1379m
	600 ppm NaCl	1496m
	1000 ppm NaCl	2355,4m
	900 ppm NaCl	2382m
	1600 ppm NaCl	2406m
Faro Hills	eau douce	986,4m
Yaguri	1800 ppm NaCl	1390m
	1440 ppm NaCl	1600m
Bur Hisso	1000 ppm NaCl	1363,9m
	1000 ppm NaCl	1517m
Sagallek	eau douce	400 à 970 m
Cotton	eau douce	264 à 2264 m
	9000 ppm NaCl	1229 à 1264 m
Hordio	eau douce	134 à 634 m
Darin	eau douce	1075 à 1955 m
	460 ppm NaCl	1499,2 à 1518,6m
	290 ppm NaCl	1657,7 à 1773,1m
	350 ppm NaCl	1860 à 1876,5m

Nous avons effectué quelques tests au puits de El Baad (le 29/5/1981) creusé jusqu'à 148m. L'eau y remonte jusq'à la surface en raison de l'artésianisme de l'aquifère. Nous avons goûté l'eau et trouvé excellente. C'est la seule donnée, avec les résultats pétroliers, que nous possédons, pour affirmer que l'eau de l'aquifère profond est douce. On pouvait y alimenter tous les jours, 250 chameaux et 200 vaches, ainsi que toute la population alentour.

Dans la première partie du paraghraphe précédent, nous avons mis en évidence une relation entre la nappe phréatique (qui d'après les faciès affleurant dans l'ensemble du secteur étudié devait normalement avoir une forte minéralisation, supérieure à 4g/1) et une nappe plus profonde qui est responsable de la diminution de cette concentration. En effet, vue la profondeur de l'aquifère profond et celle de la nappe phréatique, il semble que la nappe profonde alimente celle-ci. Ceci nous permet aussi d'avoir une idée de la qualité de l'eau profonde. Sa salinité ne dépasse pas 4g/1.

— *Géométrie de l'aquifère*

A partir des données lithologiques, des diagraphies et des données chimiques, nous avons essayé de définir l'aquifère suceptible de contenir de l'eau douce. Pur les données chimiques, nous sommes fixés comme limite de potabilité une équivalence en NaCl de 1000 ppm. En se basant tantôt sur ces résultats chimiques et tantôt sur les faciès qu'il traverse, nous avons pu esquissé le toit de l'aquifére à eau douce (carte, annexe IV).



Annexe IV

Cet ensembre aquifère défini est composé de plusieurs petits aquifères séparés entre eux par des bancs marno-argileux ou calcaire et dolomie compacts. Ils peuvent être continus ou discontinus. Cet aquifère est captif, maintenu sous pression par un toit et un mur imperméables, constiutués par des niveaux argileux, marneux ou de calcaire et dolomie compacts et d'âges différents.

Ce travail correspond à l'étude géologique et hydrogéologique du bassin sédimentaire du centre et du nord-est de la République Démocratique de Somalie.

A partir des cartes existantes, des renseignements fournis par les forages et des interprétations personnelles, nous avons réalisé une carte géologique. L'étude des faciès et des faunes nous a permis de replacer les séries dans les formations géologiques et de préciser leur nature.

La deuxième partie a été consacrée à l'étude hydrogéologique. Dans un premier temps, on a étudié les «nappes phréatiques» du point de vue chimique et thermodynamique. Puis, à l'aide des diagraphies et des données chimiques pétrolières, nous avons mis en évidence un aquifère profond susceptible de contenir de l'eau douce.

Nom du forage	Données chimiques	Profondeur en (m)
Buron	700 ppm NaCl 300 ppm NaCl 900 ppm NaCl 600 ppm NaCl 500 ppm NaCl 600 ppm NaCl 1000 ppm NaCl 900 ppm NaCl 1 600 ppm NaCl	317,6m 474,8m 937,5m 1 287m 1 379m 1 496m 2 355,4m 2 382m 2 406m
Faro Hills	eau douce	986,4m
Yaguri	1 800 ppm NaCl 1 440 ppm NaCl	1390 m 1600m
Bur Hisso	1 000 ppm NaCl 1 000 ppm NaCl	1363,9m 1517 m
Sagaleh	eau douce	400 à 970 m
Cotton	eau douce 9 000 ppm NaCl	264 à 1164m 1229 à 1264m
Hordio	eau douce	134 à 634m
Darin	eau douce 460 ppm NaCl 290 ppm NaCl 350 ppm NaCl	1075 à 1955m 1499,2 à 1518,6m 1657,7 à 1773,1m 1860 à 1876,5 m

Annexe V

References

Beltrandi et Pyre, 1973, «Geological Evolution of Southwest Somali», ASGA bassin sédimentaire du Littoral Africain, Paris.

Schwarts et Arden, 1960 «Geologic history of Red Sea», in *Bull. of the Americ. Assoc. of Petrol. Geol.*, vol 44, n. 10, Oklahoma, USA.

Barnes, S.U. 1976, «Geology and Oil Prospects of Somalia, East Africa», *Bulletin of Petroleum Geologists*, Tome I, TULSA, USA, p. 389-413.