

GOUVERNEMENT IMPÉRIAL d'ÉTHIOPIE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

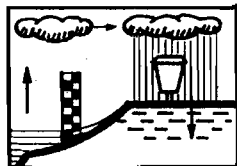
Ministère des Ressources en Eau

Ministère des Affaires Étrangères

B.C.E.O.M. - O.R.S.T.O.M. - I.G.N.

PROJET DU WABI SHEBELLE

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE L'OGADEN



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

BUREAU CENTRAL HYDROLOGIQUE - PARIS



GOVERNEMENT IMPERIAL

d'ETHIOPIE

Ministère des Ressources en Eau

REPUBLIQUE FRANCAISE

Ministère des Affaires Etrangères

LEBOUIN (Olivier), LOLLIER (Jean-Louis) et al.

PROJET DU WABI SHEBELLE

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

de l'OGADEN

A 5822 ex2

BCECM - ORSTOM
IGN

Service Hydrologique
ORSTOM - PARIS

Décembre 1972

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : *5872 ex2*

Cote : *A*

S O M M A I R E

	Pages
<u>INTRODUCTION</u>	
1. <u>Le CADRE des ETUDES HYDROGEOLOGIQUES</u>	
1.1 Limites et objectifs	
1.2 Travaux antérieurs et documentation géologique	
1.3 Documents topographiques et planimétriques	2
1.4 Consistance des travaux et méthodes utilisées	2
2. <u>GENERALITES sur la GEOGRAPHIE REGIONALE</u>	3
2.1 Caractères généraux sommaires du bassin du WABI SHEBELLE	3
2.2 Caractères généraux de la zone étudiée : l'OGADEN	5
3. <u>GEOLOGIE et GEOMORPHOLOGIE de l'OGADEN</u>	16
3.1 Les formations géologiques et leur disposition	16
3.2 La structure de l'OGADEN	23
3.3 Géomorphologie de l'OGADEN	24
4. <u>EAUX SOUTERRAINES de l'OGADEN</u>	25
4.1 Nappe des Calcaires de KEBRI-DAHAR	25
4.2 Nappe des Calcaires de MUSTAHIL	32
4.3 Nappe alluviale du WABI SHEBELLE	37
4.4 Nappe alluviale du FAFEN et du JERER	45
4.5 Nappes locales d'alluvions et de cuvettes	50
4.6 Eaux souterraines de la Formation gypseuse principale	56
<u>CONCLUSION</u>	58
<u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	59

Le présent rapport est la synthèse des travaux réalisés de 1967 à 1971 par la Section Hydrogéologique de la Mission d'Etudes du WABI SHEBELLE.

Les chercheurs, ingénieurs et techniciens suivants ont participé à divers titres aux études hydrogéologiques :

- Daniel BAUDUIN, Maître de Recherches ORSTOM, Chef de la Section Hydrogéologique de la Mission Française
- Jean-Louis JULLIEN, Hydrogéologue ORSTOM
- ABERA WAKJIRA, Géologue éthiopien
- TEWOLDE SOLOMON, Technicien éthiopien

Dans la phase préliminaire de ses travaux, l'équipe hydrogéologique a bénéficié des conseils de M. le Professeur Jean AUROUZE, Consultant [3] .

A partir de 1969 et jusqu'à l'achèvement de ce rapport, la direction scientifique des études a été assurée par M. Gilbert CASTANY, Directeur-Adjoint au Bureau de Recherches Géologiques et Minières, B.R.G.M., agissant en qualité de Consultant pour l'ORSTOM [4] .

1. Le CADRE des ETUDES HYDROGEOLOGIQUES

1.1 Limites et objectifs

La reconnaissance hydrogéologique, entrant dans le cadre de l'étude générale du développement du bassin du WABI SHEBELLE, est limitée à sa partie méridionale. Nous appellerons cette région l'OGADEN. En réalité, ce terme régional englobe un territoire beaucoup plus vaste s'étendant au-delà des limites du bassin versant du WABI SHEBELLE, principalement vers l'est.

Cette région, zone la plus aride du bassin, ne peut compter en dehors des deux drains principaux (WABI SHEBELLE à régime permanent et FAFEN à régime intermittent) sur aucune alimentation régulière en eaux de surface.

La connaissance des ressources en eaux souterraines est donc un élément primordial dans le développement de cette région tant sur le plan agricole que sur le plan pastoral.

Les objectifs de l'étude hydrogéologique étaient les suivants :

- délimitation des unités géologiques pouvant constituer des réservoirs aquifères utilisables
- étude des nappes d'eaux souterraines, de leur potentiel et de leurs possibilités d'exploitation.

Le présent rapport expose les résultats acquis, les conclusions sur un premier bilan des ressources ainsi que sur l'exploitation possible des eaux souterraines.

Il va sans dire que la faible densité des sondages ainsi que l'absence totale d'études géophysiques n'ont pas permis un examen détaillé des différents aquifères.

L'étude hydrogéologique présentée dans ce rapport doit plutôt être considérée comme une étude de reconnaissance des terrains aquifères et de leurs potentialités ; elle peut cependant servir de base de départ aux recherches futures et permettre de les orienter.

1.2 Travaux antérieurs et documentation géologique

Avant la mise en place de la Mission d'Etudes du WABI SHEBELLE, peu d'études géologiques et aucune étude hydrogéologique n'avaient été entreprises dans l'OGADEN.

- la documentation géologique se limitait ainsi à quelques cartes à petite échelle et à quelques ouvrages généraux sur la géologie de l'ETHIOPIE.

Comme documents cartographiques, on peut citer dans l'ordre de parution :

- 1°) - la carte géologique au 1/8 000 000 de DANIELLI (1941)
- 2°) - l'esquisse géologique de la péninsule SOMALIE au 1/6 000 000 de STEFANINI
- 3°) - la feuille de KEBRI-DAHAR de la "Carta Geologica della Somalia et d'ell OGADEN" dressée en 1967 par l'AGIP Mineraria, dans le cadre de recherches pétrolières
- 4°) - la carte géologique de la corne de l'AFRIQUE au 1/2 000 000 de MOHR (1963).

Deux ouvrages généraux traitent de la géologie de l'ETHIOPIE :

"Geologia d'ell Africa Orientale" de DANIELLI (1943)

"Geology of ETHIOPIA" de MOHR (1963)

En hydrogéologie, seules étaient disponibles quelques coupes de puits et forages d'exploitation d'eau dressées par les services du Water Resources Department ainsi que quelques coupes de forages du Service des Mines d'ETHIOPIE.

1.3 Documents topographiques et planimétriques

Les cartes topographiques utilisées sont toutes des cartes à petite échelle. Il s'agit d'une carte au 1/1 000 000 ainsi que son agrandissement au 1/500 000 établi par le "War Office" (1946). Ces cartes sont de qualité insuffisante tant en planimétrie qu'en topographie.

La Mission d'Etudes du WABI SHEBELLE a dressé à partir de la couverture aérienne au 1/50 000 du bassin une série de fonds planimétriques à des échelles diverses.

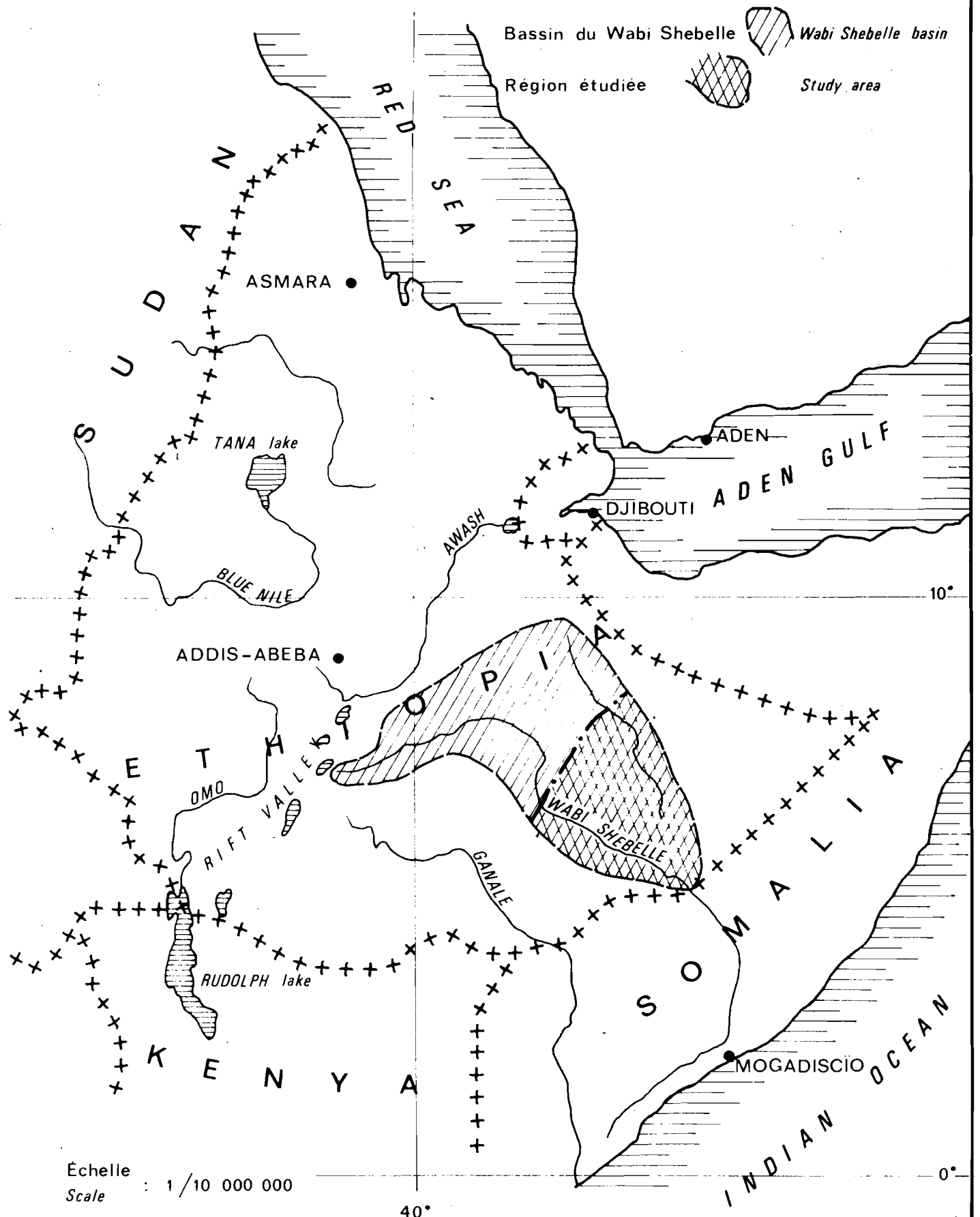
Ces fonds planimétriques existent à l'échelle du 1/100 000, du 1/250 000 et du 1/1 000 000 pour tout le bassin et à l'échelle du 1/50 000 pour la Basse Vallée du WABI SHEBELLE. De très bonne qualité, ils ont servi de fonds de base aux cartes géologiques ou aux croquis hydrogéologiques.

1.4 Consistance des travaux et méthodes utilisées

Avant d'entreprendre l'étude des ressources en eaux souterraines, il était nécessaire de fixer de façon relativement précise le cadre géologique de l'OGADEN. Nous avons vu que les données géologiques existantes étaient très sommaires et en tout cas insuffisantes. Une carte géologique de l'OGADEN à l'échelle du 1/250 000 en sept coupures a été réalisée par interprétation photogéologique avec contrôles sur le terrain.

CARTE DE SITUATION

LOCATION MAP



Une deuxième carte géologique couvrant tout le bassin à l'échelle du 1/1 000 000 a également été établie. Elle s'appuie pour sa partie Sud sur la carte géologique au 1/250 000 et pour sa partie Nord sur l'interprétation photogéologique et sur les observations géologiques effectuées par la Section pédologique au cours de ses prospections. Ces deux ensembles de cartes avec leurs notices ont fait l'objet d'une publication distincte [1, 2].

La dynamique et la géochimie des aquifères peu profonds ont été étudiées à partir des points d'eau existants. Ces points d'eau ont été visités plusieurs fois au cours d'un cycle hydrologique. Les données relatives à ces observations ont été rassemblées dans un fichier des puits.

Les aquifères présentant des possibilités d'exploitation les plus intéressantes ont été explorés à l'aide de forages. C'est ainsi que :

- Les fluctuations de la nappe alluviale du WABI SHEBELLE ont été suivies à l'aide de trois lignes de piézomètres.
- Le toit du Calcaire de KEBRI-DAHAR, sous le recouvrement gypseux, a été recherché par deux forages profonds.

Enfin, certaines zones présentant du fait de leur structure des caractéristiques hydrogéologiques particulières ont fait l'objet d'études plus détaillées (région de KELAFO).

2. GENERALITES sur la GEOGRAPHIE REGIONALE

Après avoir situé le bassin du WABI SHEBELLE dans son contexte physique général, on présentera rapidement dans ce chapitre les différents facteurs physiques et climatiques de l'OGADEN qui conditionnent le régime des eaux souterraines.

2.1 Caractères généraux sommaires du bassin du WABI SHEBELLE

2.1.1 Limites - Relief - Hydrographie (graphique n° 1)

Le bassin du WABI SHEBELLE est situé dans la partie sud-est de l'ETHIOPIE et s'inscrit entre les parallèles 5° et 9° 30' Nord et les méridiens 38° 30' et 45° Est. Il est bordé au nord par le bassin de l'AWASH et la dépression de la RIFT VALLEY, à l'ouest par le bassin du GANAIE et à l'est par une région désertique s'étendant jusqu'au golfe d'ADEN. Sa superficie totale jusqu'à la frontière avec la SOMALIE (y comprise celle du bassin du FAFEN) est d'environ 190 000 km², ce qui en fait, à égalité avec le bassin du NIL bleu, le plus grand bassin hydrographique d'ETHIOPIE.

[1, 2] - Références bibliographiques à consulter en fin d'ouvrage.

Le bassin du WABI SHEBELLE est adossé au nord au grand massif basaltique d'âge tertiaire qui occupe tout le centre de l'ETHIOPIE et culmine à 4 000 mètres. Il s'abaisse très rapidement pour atteindre une altitude d'environ 150 mètres à la frontière somalienne.

Le WABI SHEBELLE est un fleuve permanent recevant la majorité de ses apports des affluents issus des hauts plateaux. Par contre, les affluents de son cours inférieur, de même que le FAFEN qui constitue un bassin indépendant, sont des rivières à écoulement temporaire.

Le WABI SHEBELLE poursuit son cours en SOMALIE où il se perd par évaporation dans une vaste zone d'épandage.

2.1.2 Climat

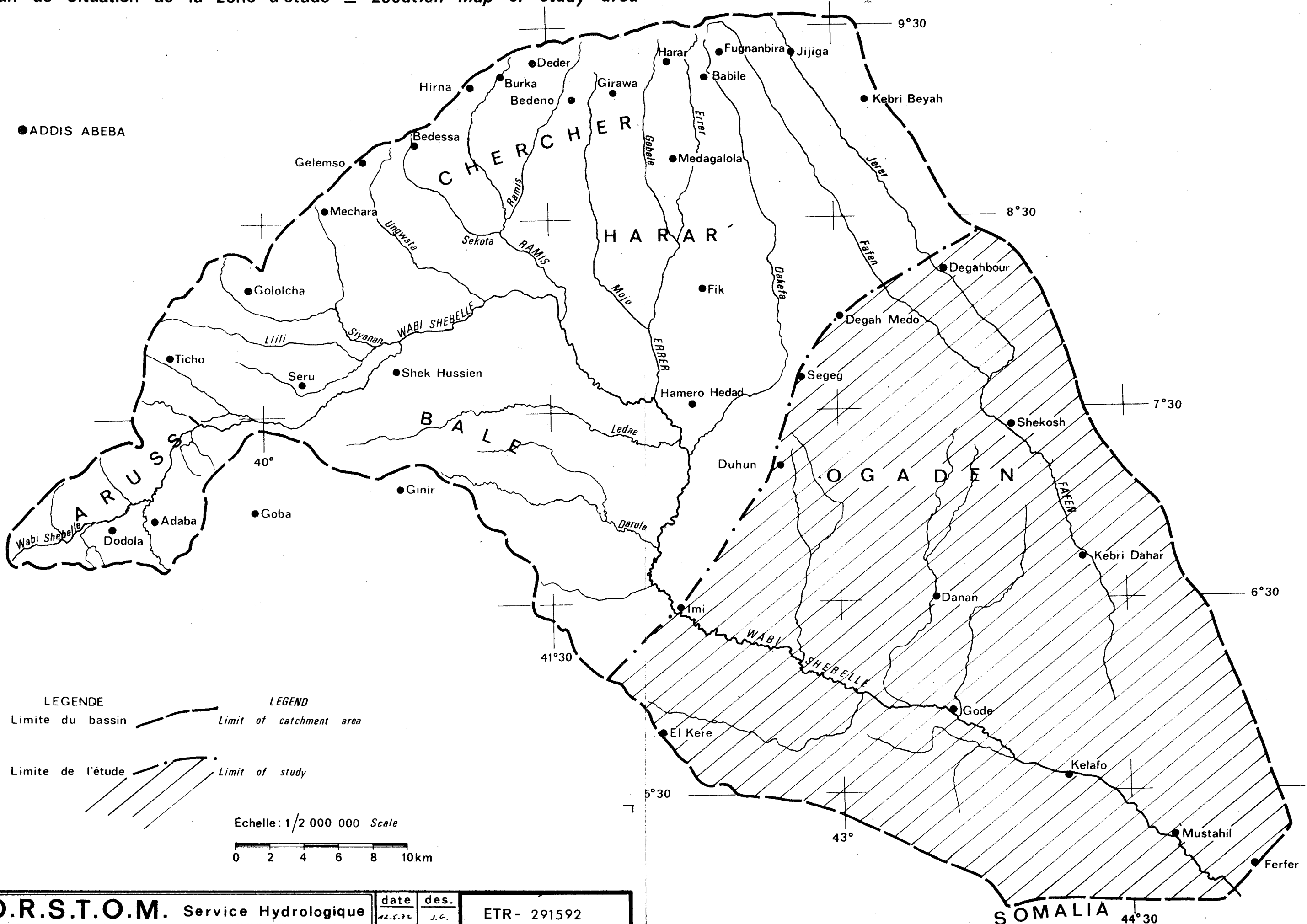
Le régime climatique du bassin est sous la dépendance du relief qui s'abaisse du nord-ouest au sud-est.

En fonction de ce relief, on peut distinguer sommairement trois régions climatiques :

- a) - la zone des hautes terres, d'altitude supérieure à 2 000 mètres, caractérisée par :
 - une pluviométrie annuelle moyenne de 1 800 à 800 mm répartie en une saison sèche d'hiver de novembre à février et une saison des pluies de mars à octobre avec un creux pluviométrique en Juin
 - des températures peu élevées qui peuvent même parfois descendre en-dessous de 0° pendant les mois d'hiver
 - une végétation allant de la forêt à la savane boisée.
- b) - la zone intermédiaire, d'altitude comprise entre 2 000 mètres et 1 000 mètres, caractérisée par :
 - une pluviométrie moyenne de 800 à 400 mm répartie en deux saisons bien distinctes (de mars à mai et de juillet à octobre)
 - des températures plus élevées.
 - une végétation de type savane arbustive.
- c) - la zone semi-aride de l'OGADEN, d'altitude inférieure à 1 000 mètres, caractérisée par :
 - une pluviométrie inférieure à 400 mm répartie en deux saisons des pluies d'égale importance (avril-mai et octobre-novembre)
 - des températures élevées : les maximums sont de l'ordre de 40°C
 - une végétation à épineux de type semi-désertique.

Gr.2

Plan de situation de la zone d'étude - Location map of study area



O.R.S.T.O.M. Service Hydrologique

date 22.5.72

des. J.C.

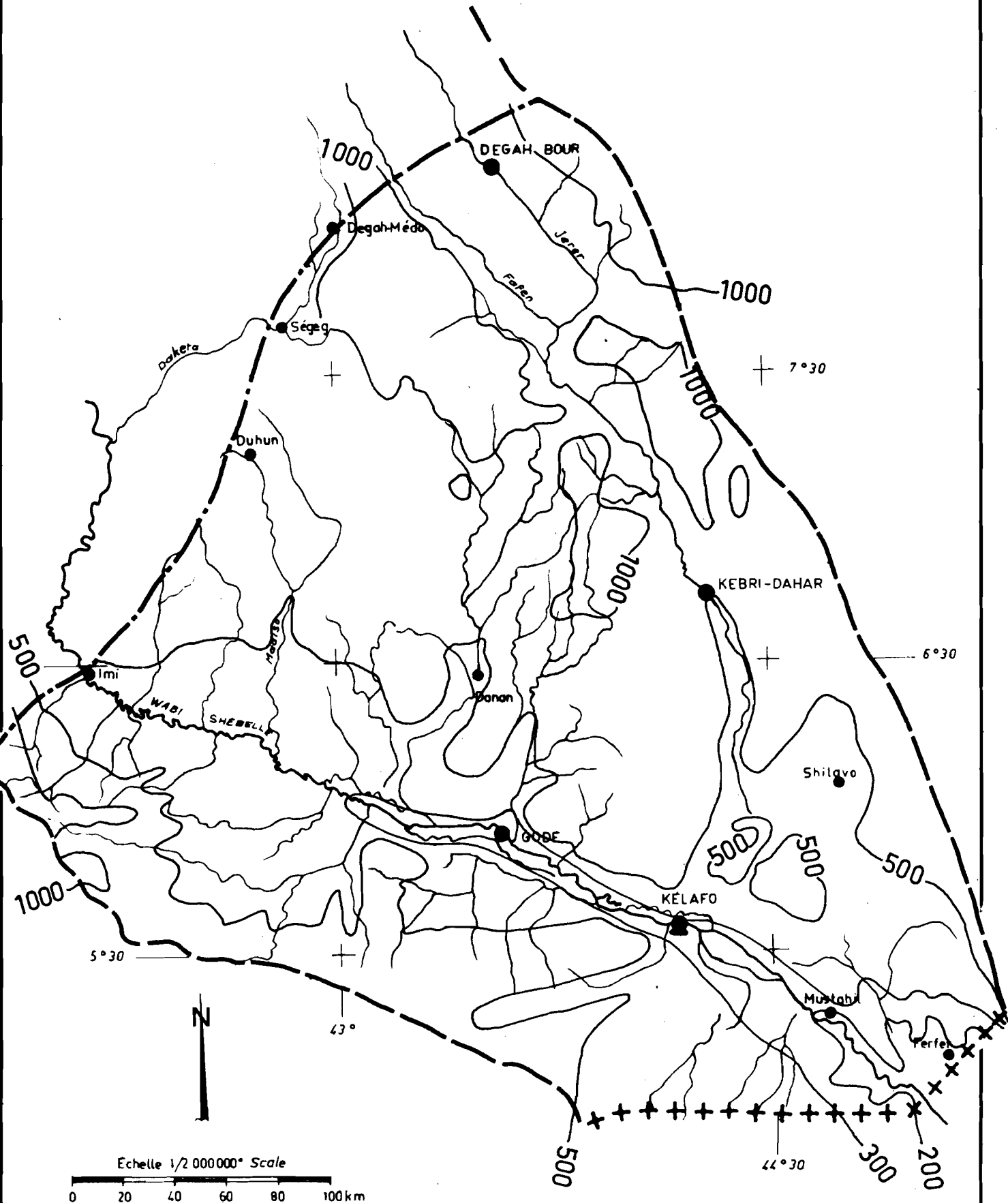
ETR- 291592

SOMALIA 44°30'

COURBES HYPSONOMETRIQUES - *HYPSONOMETRIC CONTOURS*

(en mètres)

(in meters)



Echelle 1/2 000 000° Scale

0 20 40 60 80 100 km

2.1.3 Grands traits géologiques (carte géologique au 1/1 000 000)

Pour plus de détails sur la géologie de bassin, on se reportera à la carte géologique générale du bassin au 1/1 000 000 et à sa notice explicative [2].

Le bassin est constitué de deux grandes unités géologiques :

- une région volcanique d'âge tertiaire au nord du bassin dite série de Trapp constituée en grande partie de basaltes, de cendres et de tufs volcaniques, avec substratum cristallin affleurant dans la région de HARAR.

- un grand bassin sédimentaire d'âge secondaire au sud composé d'intercalations de calcaires, de gypses, de marnes et de grès. Cette série sédimentaire s'étale du Jurassique supérieur au Crétacé. Ces formations ont une allure monoclinale à pendage général sud-est de quelques degrés. Elles sont accidentées par un réseau de fractures à deux directions générales NW-SE et NE-SW en relation avec la formation de la RIFT VALLEY.

2.2 Caractères généraux de la zone étudiée : l'OGADEN

2.2.1 Superficie - limites (graphique n° 2)

La zone étudiée est celle que nous avons décrite dans le paragraphe 2.1.2 comme étant la zone semi-aride de l'OGADEN. Elle couvre la partie sud-est du bassin et est limitée au nord par une ligne passant sensiblement par IMI, DUHUN, SEGEG, DEGAH-MEDO, DEGAHBOUR. Cette région s'inscrit entre les parallèles 8° 15' et 5° Nord et les méridiens 41° 35' et 45° 25' Est et couvre une surface d'environ 70 000 km². Elle correspond aux bassins inférieurs du WABI SHEBELLE et du FAFEN.

On trouvera en annexe une carte (graphique n° 31) plus détaillée de la région étudiée portant mention de tous les noms de lieux cités dans le rapport.

2.2.2 Relief (graphique n° 3)

L'OGADEN constitue un vaste plateau sédimentaire plongeant vers le sud-est et entaillé par deux rivières importantes, le WABI SHEBELLE et le FAFEN, et par leurs affluents.

L'altitude, d'environ 1 000 mètres dans la partie nord entre SEGEG et DEGAHBOUR, décroît graduellement pour atteindre 150 mètres à l'exutoire du WABI SHEBELLE.

Les formes de relief sont imposées par la lithologie des assises et par leur plus ou moins grande résistance à l'érosion.

Les courbes hypsométriques de la carte 3 tracées d'après la carte topographique au 1/500 000 bien que schématiques montrent correctement la disposition générale des pentes.

2.2.3 Données climatiques générales

Les facteurs climatiques de l'OGADEN sont étudiés en détail dans le rapport sur "l'hydrologie générale du bassin du WABI SHEBELLE", à paraître parallèlement à ce rapport. On se contentera ici de donner un aperçu sur les principaux paramètres climatiques influant l'alimentation des eaux souterraines.

Le climat de l'OGADEN est de type équatorial à tendance semi-aride caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 400 mm répartie en deux saisons des pluies et des températures élevées favorisant une évaporation intense.

2.2.3.1 Les précipitations (graphiques n° 4 et n° 5)

Les données d'observations pluviométriques relatives à de longues périodes font défaut. Seules trois stations (DEGAHBOUR, KEBRI-DAHAR et KELAFO) avaient fonctionné de façon très intermittente avant les premières observations de la Mission en 1968. Il est donc difficile d'estimer la hauteur annuelle moyenne de précipitation sur l'OGADEN.

Tous les totaux annuels observés aux postes de l'OGADEN ont été groupés dans le tableau récapitulatif n° 1. Les valeurs des années 1969 à 1971 correspondent aux stations de la Mission.

De plus, les isohyètes pour les années 1969 et 1970 ont été tracées sur les cartes n° 4 et n° 5. Ces isohyètes couvrent tout l'OGADEN et la zone d'alimentation des Calcaires de KEBRI-DAHAR, laissant de côté les sommets des hautes terres du nord et de l'ouest du bassin.

L'examen du tableau n° 1 et des cartes d'isohyètes permet de faire les observations suivantes :

- l'irrégularité interannuelle est très forte. A la station de KEBRI-DAHAR pour laquelle nous disposons de neuf années de relevés, la hauteur maximale observée est de 469 mm, la hauteur minimale de 155 mm, soit trois fois moins. L'alimentation des nappes peu profondes d'alluvions ou de cuvettes d'épandage est influencée par cette irrégularité.

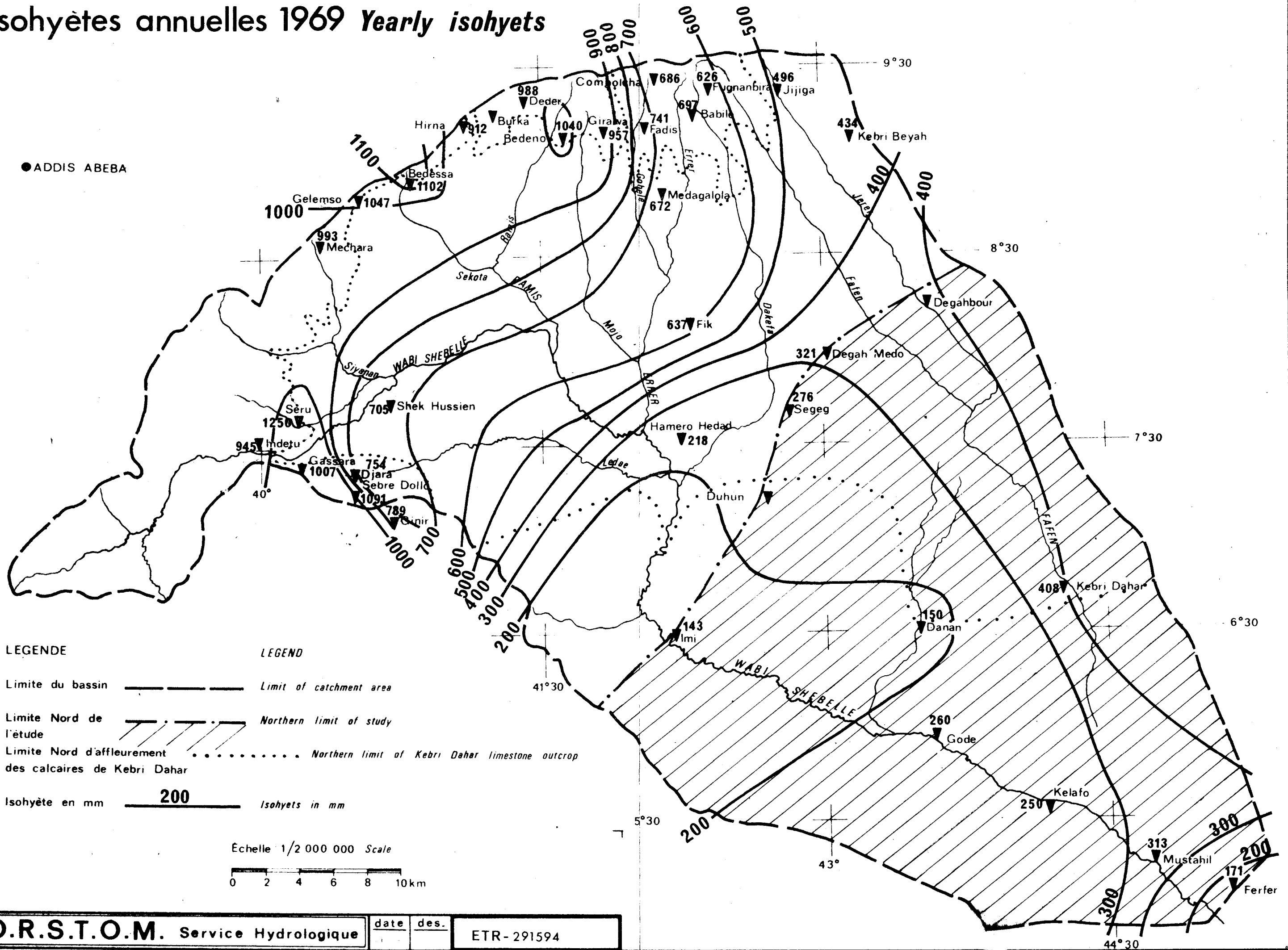
- les hauteurs annuelles de précipitations décroissent progressivement du nord-ouest vers le sud-est. Bien que l'on ne dispose pas de périodes d'observations très longues, la hauteur moyenne annuelle précipitée semble être de l'ordre de 400 mm au plus à DEGAHBOUR ; elle décroît progressivement pour atteindre une valeur de l'ordre de 150 mm à FERFER.

- la zone d'affleurement des Calcaires de KEBRI-DAHAR qui remonte très au Nord du bassin est plus arrosée. La pluviométrie moyenne annuelle sur cette zone est de l'ordre de 500 mm mais certaines parties reçoivent de 700 à 1 000 mm en moyenne par an. La nappe des Calcaires de KEBRI-DAHAR bénéficiera donc d'une bonne alimentation.

Isohyètes annuelles 1969 *Yearly isohyets*

Gr.4

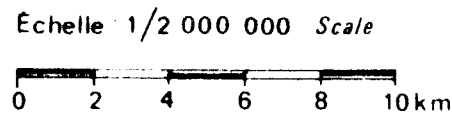
● ADDIS ABEBA



LEGENDE

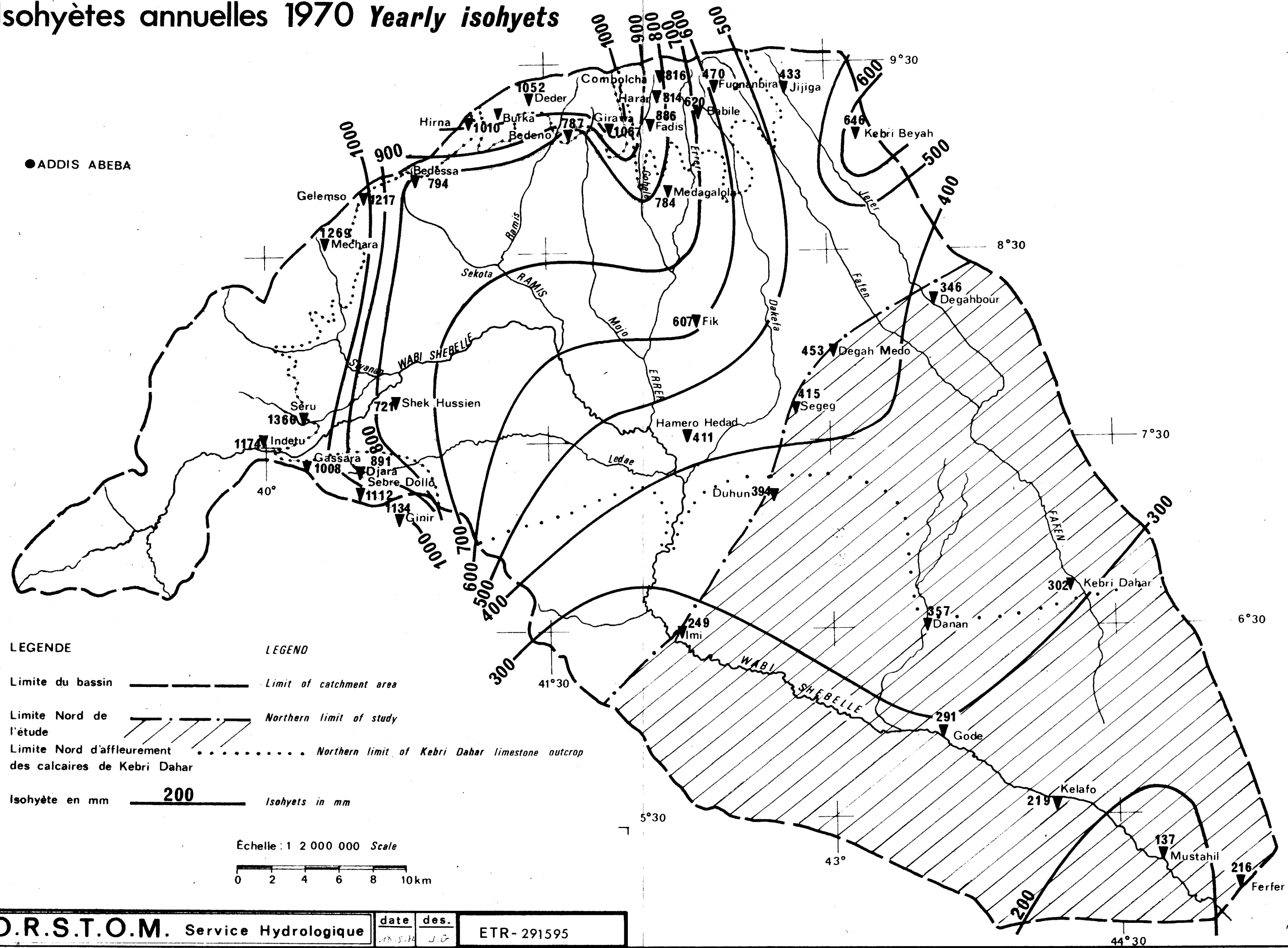
LEGEND

- Limite du bassin Limit of catchment area
- Limite Nord de l'étude Northern limit of study
- Limite Nord d'affleurement des calcaires de Kebri Dahar Northern limit of Kebri Dahar limestone outcrop
- Isohyète en mm Isohyets in mm



Isohyètes annuelles 1970 *Yearly isohyets*

Gr. 5



● ADDIS ABEBA

LEGENDE

LEGEND

- Limite du bassin Limit of catchment area
- Limite Nord de l'étude Northern limit of study
- Limite Nord d'affleurement des calcaires de Kebri Dahar Northern limit of Kebri Dahar limestone outcrop
- Isohyète en mm Isohyets in mm

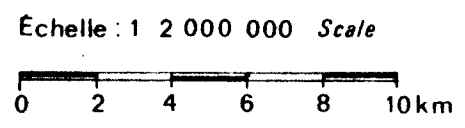


TABLEAU N° 1

TABLEAU RECAPITULATIF DES PRECIPITATIONS ANNUELLES SUR L'OGADEN (en mm).

Postes	Coordonnées	1955	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1964	1965	1966	1969	1970	1971
DEGAHBOUR	8° 13' N 43° 33' E	225,5		(344,5)		393,1	337,0						346,1	363,4
DEGAH-MEDO	7° 58' N 43° 01' E											320,9	452,6	340,6
SEGEG	7° 38' N 42° 43' E											276,2	415,5	324,6
DUHUN	7° 12' N 42° 37' E												394,1	479,5
IMI	6° 26' N 42° 06' E											143,1	249,3	127,3
DANAN	6° 30' N 43° 30' E											149,6	357,4	134,1
KEBRI-DAHAR	6° 45' N 44° 11' E			192,3	187,7	469,4		236,1	155,5	381,6	268,2	407,6	302,0	261,9
GODE	5° 58' N 43° 30' E											259,8	291,5	291,5
KELAFO	5° 36' N 44° 08' E		255,1	142,7	(66,0)		291,6					250,0	219,2	
MUSTAHLIL	5° 15' N 44° 39' E											313,5	137,0	427,1
FERFER	5° 05' N 45° 05' E											170,9	215,7	165,7

Entre parenthèses, données incomplètes.

Le tableau n° 2 rassemble les totaux mensuels des précipitations des années 1969 et 1970 pour toutes les stations de l'OGADEN. On constate que les précipitations sont groupées en deux saisons des pluies. Une première saison qui va de mars à mai et une seconde saison de septembre à novembre.

Ces deux saisons des pluies d'égale importance sont séparées par deux saisons sèches de décembre à février et de juin à août.

A mesure que l'on se dirige vers le Nord, la saison sèche d'été (juin à août) est moins accentuée et quelques averses peuvent apparaître au cours de cette période.

Les averses sont de type tropical. Elles sont très localisées et caractérisées par des intensités fortes conduisant à un ruissellement important.

2.2.3.2 L'évaporation et ses facteurs conditionnels

Les seules mesures d'évaporation et des paramètres conditionnant l'évaporation en OGADEN sont celles de la station climatologique de GODE installée en juillet 1968. Les mesures d'évaporation sont de deux types : mesures sur bac et mesure à l'évaporomètre PICHE. On peut étendre les valeurs d'évaporation obtenues à tout l'OGADEN, car les facteurs climatiques y varient peu. Les résultats de ces mesures sont rassemblés dans le tableau n° 3.

On remarque que le maximum d'évaporation se produit pendant la saison sèche d'été en juillet, août et septembre et que pendant les deux saisons des pluies, les évaporations sont les plus basses.

Le total annuel d'évaporation sur bac déduit des deux années complètes d'observation est de l'ordre de 3 800 mm, ce qui conduit à une évaporation moyenne sur nappe d'eau libre d'environ 3 000 à 3 200 mm par an. Cette valeur très forte aura une incidence sur les pertes des eaux de crues dans les cuvettes d'épandage.

Les deux facteurs les plus importants conditionnant l'évaporation sont les vents et les températures.

Les vents sont toujours très soutenus. Leurs vitesses moyennes journalières excèdent toujours 2 m/s et peuvent même dépasser 6 m/s pendant les mois de saison sèche d'été.

Leur direction générale est E-N.E. pendant les mois d'hiver de novembre à avril et S.W. de mai à octobre.

Les températures moyennes mensuelles sont toujours très élevées et comprises entre 27° et 30° C à GODE. Elles sont encore plus fortes à KEBRI-DAHAR où elles se situent entre 29° et 35° C.

Les moyennes mensuelles des températures maximales sont comprises entre 32° et 38° C. Les moyennes mensuelles des températures minimales entre 21° et 25° C. Les mois les plus chauds sont les mois de fin de saison sèche d'hiver (mars-avril).

TABLEAU N° 2

REPARTITION MENSUELLE DES PRECIPITATIONS SUR L'OGADEN - ANNEES 1969 et 1970 (en mm)

ANNEE 1969

Postes	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	TOTAL
DEGAHBOUR	0	67,9	41,0	12,4	46,1	0	0	0	31,8	5,0	-	-	
DEGAH-MEDO	0	69,4	10,2	28,1	80,8	4,0	0	3,2	28,0	39,9	56,7	0	340,9
SEGEG	10,4	24,9	37,4	19,4	83,2	0	0	0	14,0	0	86,9	0	276,2
DUHUN	-	-	-	-	-	0,4	0	0	22,8	44,5	44,9	0	
IMI	2,8	3,4	29,9	3,4	34,7	0	0	0	0	30,4	38,5	0	143,1
DANAN	0	8,6	37,7	14,0	35,8	6,9	0	0	0,2	17,7	28,7	0	149,6
KEBRI-DAHAR	0	21,0	21,6	0	166,6	0	0	0	0	64,0	134,4	0	407,6
GODE	0	4,2	26,8	23,8	57,4	2,7	0	0	0	112,1	32,8	0	259,8
KELAFO	0	0	17,0	0	74,1	5,2	0	0	0	89,5	64,2	0	250,0
MUSTAHL	0	5,6	20,2	26,4	109,5	0,3	0	0	17,2	81,3	53,0	0	313,5
FERFER	0	0	3,7	18,0	22,6	0,8	0	0	2,4	101,8	21,6	0	170,9

ANNEE 1970

Postes	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	TOTAL
DEGAHBOUR	0	0,2	46,0	100,7	45,9	28,7	0	7,7	21,7	95,2	0	0	346,1
DEGAH-MEDO	21,5	0	96,5	75,3	25,5	17,7	2,1	2,9	94,4	116,7	0	0	452,6
SEGEG	28,0	8,7	145,9	96,5	23,1	10,1	0	1,3	51,5	50,4	0	0	415,5
DUHUN	15,5	0	62,3	166,8	69,5	0	0	0	20,6	59,4	0	0	394,1
IMI	6,2	0	20,2	56,0	71,4	0	0	0	5,2	90,3	0	0	249,3
DANAN	0,3	0	52,3	162,4	5,5	0	0	0	0	136,9	0	0	357,4
KEBRI-DAHAR	14,5	0	3,0	172,2	6,7	0	0	0	28,4	77,2	0	0	302,0
GODE	0	0	50,7	150,7	34,6	0	0	0	0,8	54,7	0	0	291,5
KELAFO	0	0	0	150,8	11,3	0	0	0	0	51,4	5,7	0	219,2
MUSTAHL	0	0	8,5	83,4	25,4	0	0	0	2,2	15,8	1,7	0	137,0
FERFER	0	0	4,0	122,7	34,3	0	0,1	0,5	0	51,7	2,4	0	215,7

- : Observations manquantes

TABLEAU N° 3

EVAPORATION MOYENNE JOURNALIERE en mm

Station climatologique de GODE

I - Bac d'évaporation (type Colorado, 1 m² de surface)

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Hauteur annuelle évaporée mm
1968								10,6	11,4	7,5	7,8	9,0	
1969	9,9	11,8	11,0	10,8	8,3	10,9	11,3	12,1	11,4	7,4	7,9	9,8	3 724
1970	10,7	12,0	11,4	7,2	8,8	10,6	11,2	12,2	12,0	8,2	9,4	10,7	3 973
1971	11,9	11,1	10,8	9,1									

II - Evapromètre PIGHE

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Hauteur annuelle évaporée mm
1968								9,1	12,6	5,4	5,8	7,2	
1969	8,7	10,1	9,3	8,5	7,1	10,8	11,0	13,5	11,9	4,4	5,0	6,6	3 247
1970	8,3	10,8	7,0	4,4	6,2	6,2	9,1	4,5	8,7	5,4	7,7	6,8	2 559
1971	8,3	8,2	6,9	4,9									

2.2.4 Végétation

La végétation naturelle de l'OGADEN, de type semi-désertique, est composée d'un fourré d'épineux plus ou moins dense dont les espèces diffèrent en fonction de la roche-mère.

Les plaines alluviales du WABI SHEBELLE et les cuvettes d'épandage du FAFEN sont couvertes de graminées diverses.

Les rives du WABI SHEBELLE sont bordées d'une galerie forestière composée en grande partie de Tamaris et de Palmiers, plus ou moins large suivant la profondeur moyenne de la nappe alluviale.

Les zones cultivées sont peu développées. On note seulement quelques cultures saisonnières d'inondation ou de décrue dans les plaines alluviales du WABI SHEBELLE (région KELAFO-MUSTAHIL) ou dans les cuvettes d'épandage du FAFEN et d'affluents (région de DANAN, de KORAHE ...).

2.2.5 Hydrographie - Hydrologie

L'étude du régime du WABI SHEBELLE, du FAFEN et de leurs affluents fait l'objet du rapport hydrologique général détaillé déjà cité en 2.2.3. On se contente de donner ici les grands traits du régime hydrologique en insistant plus spécialement sur les caractères hydromorphologiques des cuvettes alluviales.

L'OGADEN comporte deux types de réseaux hydrographiques :

- a) - deux bassins hydrographiques distincts :
 - le bassin du WABI SHEBELLE à régime permanent
 - le bassin du FAFEN à régime d'écoulement temporaire en saison des pluies.
- b) - des cuvettes et dépressions de collecte des eaux de ruissellement à caractère endoréique local.

Ces cuvettes d'épandage se trouvent à l'exutoire de la plupart des rivières temporaires de l'OGADEN.

On remarque l'existence d'un endoréisme aussi bien au niveau de certains cours d'eau de l'OGADEN qu'à celui du FAFEN - qui ne rejoint pas le WABI - et même, à un autre degré, au niveau du WABI qui se perd avant la mer.

2.2.5.1 Le bassin du WABI SHEBELLE

1) - Régime d'écoulement

Le bas WABI SHEBELLE a un régime d'écoulement pérenne caractérisé par deux périodes de crues, correspondant aux deux saisons des pluies des hauts plateaux. La première période de crues s'étend de mars à mai, la seconde de mi-juillet à novembre. Le mois de juin est un mois de basses eaux relatives, la période d'étiage va de décembre à février.

Au débouché du WABI SHEBELIE dans la vaste plaine alluviale qui va de IMI à la frontière, le module annuel est compris entre 80 et 100 m³/s. Il varie assez peu jusqu'à KELAFO, les apports des affluents de l'OGADEN étant compensés par les pertes dans les cuvettes d'inondation très localisées.

Le module décroît ensuite dans les zones d'épandage de crues situées entre KELAFO et MUSTAHIL pour atteindre une valeur d'environ 70 m³/s à la frontière.

Suivant leur origine, les crues sont de deux types :

- les crues lointaines en provenance des hauts plateaux à temps de montée relativement long, et à volume important
- les crues locales de l'OGADEN brèves et à volume ruisselé beaucoup plus réduit. Ces dernières crues peuvent donner lieu à un débit de pointe très élevé surtout si elles viennent se superposer à une crue des hauts plateaux.

Les débits de pointe de crues décroissent d'amont en aval par suite de leur écrêtement dans les plaines inondables situées entre KELAFO et MUSTAHIL. Les débits maximaux enregistrés pendant la période 1968-1970 ont été de 650 m³/s à GODE et IMI, de 330 m³/s à KELAFO et de 250 m³/s à BURKUR.

L'étiage est très prononcé. Les débits d'étiage décroissent progressivement d'IMI à la frontière. Les débits minimaux observés en mars 1971 à la fin d'une saison sèche particulièrement marquée ont été de 4,2 m³/s à GODE, de 3,6 m³/s à KELAFO et de 2,5 m³/s à BURKUR.

Ces données hydrologiques générales mettent en relief un régime de pertes constant d'amont en aval, plus accentué entre KELAFO et BURKUR, aussi bien pendant les périodes de crues que pendant les périodes d'étiage. Une partie de ces pertes est reprise par évaporation dans les cuvettes d'épandage, l'autre recharge la nappe alluviale.

2) - Caractéristiques hydromorphologiques

De IMI à la frontière, le cours du WABI SHEBELIE a une longueur de 500 km et suit une direction générale NNW-SSE. Sa pente est faible. Le profil en long de la Basse Vallée exécuté par la Section topographique de la Mission indique une pente moyenne totale de la ligne d'eau de 0,33 m/km. Elle se réduit à 0,20 m/km dans le bief KELAFO-MUSTAHIL.

Au sortir des gorges calcaires à 35 km au nord de IMI, le WABI SHEBELIE coule jusqu'à la frontière dans ses alluvions posées sur le substratum constant de la formation gypseuse principale.

Il reçoit les apports d'affluents temporaires importants surtout en rive droite, tels que le MADISO.

Le WABI SHEBELIE entaille plus ou moins profondément ses alluvions. La hauteur des berges varie de 8 mètres à moins de 3 mètres, suivant les biefs.

Les cuvettes alluviales s'étendent tantôt en rive gauche, tantôt en rive droite du fleuve. Suivant les caractères hydromorphologiques de la vallée, on peut distinguer trois sections :

a) - la section IMI-KELAFO

Dans cette section, le WABI SHEBELLE coule dans un lit bien marqué, les surfaces inondables sont relativement limitées et les inondations ne se produisent qu'en très hautes eaux.

D'amont en aval, on peut distinguer trois cuvettes alluviales :

- la cuvette alluviale au sud d'IMI de largeur assez réduite (environ 5 km). Les inondations faibles sont limitées aux périodes de crues.

- la vaste cuvette alluviale de GODE en rive droite du fleuve s'étend sur 70 km et a une largeur moyenne de 12 km. Elle se termine par le resserrement de GUERREI constitué par les plateaux du Calcaire de MUSTAHIL. Dans cette cuvette, le WABI SHEBELLE entaille profondément ses alluvions et les inondations sont inexistantes,

- la cuvette Nord de KELAFO ou cuvette d'ILO-JEN en rive gauche du fleuve s'étend sur 35 km de long et a une largeur moyenne de 10 km. Elle se termine au niveau de KELAFO par le resserrement des collines calcaires de GALUEN. Dans cette section, la hauteur des berges s'abaisse, mais les inondations se limitent aux périodes de fortes crues. On observe un lit secondaire qui ne fonctionne qu'en période de crues.

b) - la section KELAFO-MUSTAHIL

Après le resserrement de KELAFO, les berges du WABI SHEBELLE sont peu marquées.

Le WABI SHEBELLE se divise en un lacis constitué de nombreux bras. Les débordements en nappe sont importants et des mares permanentes existent dans les dépressions. Cette plaine de 70 km de long peut atteindre quinze kilomètres de large. Elle se termine par un rétrécissement marqué par les collines calcaires au droit de MUSTAHIL.

c) - le secteur sud de MUSTAHIL

A l'aval de MUSTAHIL, le WABI SHEBELLE s'enfonce à nouveau dans ses alluvions. La plaine alluviale, très étroite jusqu'à BURKUR, est bordée par les escarpements rocheux couronnés des calcaires de MUSTAHIL.

A l'aval de BURKUR, on retrouve une nouvelle cuvette alluviale de débordement.

2.2.5.2 Le bassin du FAFEN

- Régime d'écoulement

Le FAFEN a un régime d'écoulement temporaire. Les écoulements apparaissent lors des deux saisons des pluies de l'OGADEN et se caractérisent par une succession de crues rapides avec souvent remise à sec du lit entre chaque crue. Ces crues se produisent généralement en avril et mai pour la première saison et en octobre et novembre pour la seconde. Le nombre de jours d'écoulement varie, suivant les années, en fonction des précipitations très irrégulières de l'OGADEN. A KEBRI-DAHAR, on a observé 40 jours d'écoulement en 1969 et 112 jours en 1970.

On voit donc que les volumes annuels d'apports seront très irréguliers et l'alimentation de la nappe alluviale très aléatoire.

Le débit de la crue maximale enregistrée à KEBRI-DAHAR au cours de la période 1968-1971 est de $60 \text{ m}^3/\text{s}$, mais devant l'irrégularité très marquée de la pluviométrie, on peut penser que certaines crues dépassent $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Caractéristiques hydrodynamiques

Le bassin du FAFEN est un bassin hydrographique complètement indépendant de celui du WABI SHEBELLE.

Le FAFEN suit une direction générale sensiblement N.N.W.- S.S.E. et coule successivement sur le substratum des Calcaires de KEBRI-DAHAR jusqu'à KORAHE (20 km au sud de KEBRI-DAHAR) puis sur la formation gypseuse principale jusqu'à la dernière cuvette d'épandage et enfin sur les gypses de FERFER au sud.

Le FAFEN reçoit un affluent important de rive gauche, le JERER, à environ 80 km au sud de DEGAHBOUR. Les autres tributaires ne rejoignent pas directement le FAFEN mais se terminent dans la plaine alluviale par des cônes de déjection où les crues se déversent en vastes zones d'épandage.

Au nord de FANHAD, sur le substratum des calcaires sublithographiques de KEBRI-DAHAR, les alluvions peu développées occupent une bande d'environ 3 km de part et d'autre du FAFEN. Le lit du FAFEN est bien marqué et les débordements peu importants.

Par contre, les zones d'épandages de crue des affluents sont très étendues.

Au sud de FANHAD, on observe les plaines et cuvettes d'épandage suivantes :

a) - la plaine d'épandage amont de KEBRI-DAHAR

Cette plaine va en s'élargissant de FANHAD à KEBRI-DAHAR. A KEBRI-DAHAR, elle a environ 7 km de large.

Le lit du FAFEN est encaissé et les inondations inexistantes. Les alluvions sont des limons rouges avec croûtes calcaires.

b) - la plaine d'épandage aval de KEBRI-DAHAR

Etendue de KEBRI-DAHAR à KORAHE, cette plaine s'élargit progressivement pour atteindre 20 km. Le lit du FAFEN est toujours bien marqué. Les inondations se réduisent à quelques apports temporaires d'oueds.

c) - la cuvette Sud de KORAHE

Après KORAHE, le lit du FAFEN se diversifie et se perd dans une vaste cuvette. Les crues s'y déversent en nappes et constituent de vastes mares temporaires reprises lors des saisons sèches par l'évaporation.

Cette vaste plaine a une longueur de 45 km pour une largeur moyenne de 10 km.

La surface des zones inondables occupée par des sols hydromorphes ou des vertisols bruns argileux est d'environ 350 km². Au sud de la cuvette, le FAFEN retrouve plusieurs lits bien marqués.

d) - la cuvette de DOBAWEIN

Le lit du FAFEN s'estompe à nouveau dans la cuvette de DOBAWEIN qui occupe 750 km². Les zones inondables (200 km²) occupent la partie Est de la cuvette.

Le volume et la durée des inondations sont plus faibles que dans la cuvette sud de KORAHE.

La cuvette se referme au sud par un goulet bordé par les plateaux calcaires de MUSTAHIL dans lequel le FAFEN retrouve un lit unique mais peu marqué.

e) - la dernière dépression du FAFEN ou plaine d'IGLOLE

Au sortir du goulet, le FAFEN se perd définitivement dans une dernière dépression orientée NW-SE et entièrement occupée par des formations gypseuses. Les eaux du FAFEN atteignent très épisodiquement cette dépression, seulement à l'occasion des fortes crues.

Cette plaine reçoit en outre les apports d'oueds locaux. La surface inondable est d'environ 70 km².

f) - La FAF dépression

Cette dépression que l'on peut rattacher au système hydrographique du FAFEN ne reçoit jamais d'apports directs du FAFEN. Elle constitue une vaste cuvette de 30 km de long orientée NW-SE parallèlement au WABI SHEBELIE et sert de collecteur d'eaux de ruissellement aux rivières temporaires locales.

2.2.5.3 Les cuvettes et dépressions

De nombreuses cuvettes et dépressions fermées existent sur les différentes formations géologiques. Occupées par des sédiments récents transportés ou d'altération, elles servent de collecteurs des eaux de ruissellement des petits cours d'eau en saison des pluies. Elles contiennent en général une nappe phréatique souvent temporaire.

3. GEOLOGIE et GEOMORPHOLOGIE de l'OGADEN

Une carte géologique de l'OGADEN à l'échelle du 1/250 000 en sept coupures a été dressée. Elle figure avec sa notice en complément de ce rapport [1]. Cette carte a été réalisée par photointerprétation géologique. Les ensembles repérés sur les photos aériennes ont été identifiés au cours des prospections géologiques et à l'aide des données fournies par les études pédologiques. La série stratigraphique ainsi que les limites d'extension de chacune des formations ont pu ainsi être précisées.

La lithologie des formations a été définie au moyen d'observations sur les affleurements ou sur les coupes de forages.

3.1 Les formations géologiques et leur disposition

Mis à part quelques pointements basaltiques, l'ensemble stratigraphique de l'OGADEN comporte exclusivement des séries sédimentaires, réparties de la base au sommet en sept formations principales, présentées successivement.

3.1.1 Calcaires de KEBRI-DAHAR

Cette puissante formation calcaire du Jurassique supérieur peut être attribuée aux étages Kimméridgien-Portlandien.

a) - Lithologie

Les caractères lithologiques de cette formation essentiellement calcaire ont été observés sur les escarpements rocheux formant les gorges du WABI SHEBELLE en amont d'IMI, sur les plateaux de l'OGADEN au nord de KEBRI-DAHAR ainsi que dans deux forages profonds implantés à SHEKOSH et à KEBRI-DAHAR dans la vallée du FAFEN.

Deux faciès distincts ont été mis en évidence :

- A la base, des calcaires compacts sublithographiques de couleur blanc-jaune en bancs stratifiés de quelques centimètres à un mètre. On note quelques intercalations plus marneuses et quelques rares bancs de gypse. Le forage d'exploitation d'eau de SHEKOSH recoupe cette formation sur 140 mètres. Sa coupe sommaire montre un calcaire lithographique blanc-jaune sur les 110 premiers mètres. Les trente derniers mètres sont constitués par un calcaire plus détritique de couleur gris-bleu. La fissuration est dans l'ensemble peu développée.

- Au sommet, le calcaire lithographique évolue vers un faciès plus lagunaire qui marque la transition avec la formation supérieure des gypses principaux. On observe alors une alternance de bancs de calcaires, calcaires marneux, d'argiles plus ou moins gypseuses et de gypses massifs.

C'est ce faciès que l'on retrouve sur les 150 premiers mètres du forage de reconnaissance implanté à KEBRI-DAHAR et réalisé en carottage continu.

La coupe de ce forage figure sur le graphique n° 6 (hors-texte).

Au-dessous, de 150 mètres à 212 mètres, limite inférieure du forage, on retrouve les calcaires plus compacts de couleur claire correspondant au faciès des assises principales de la formation de KEBRI-DAHAR décrites plus haut.

En dehors des joints de stratification et de quelques niveaux dolomitiques caverneux rencontrés au sommet du forage, la fracturation d'ensemble est peu développée.

b) - Localisation et puissance

Cette formation affleure sur une grande surface du bassin du WABI SHEBELLE évaluée à 95 000 km². Elle y occupe toute la partie centrale et le nord-est formant un vaste plateau calcaire dans lequel le WABI SHEBELLE et ses affluents s'encaissent profondément.

Ces calcaires occupent la région nord-est de l'OGADEN de part et d'autre du FAFEN sur une bande d'environ 100 km de large. La limite sud de leurs affleurements est marquée par la ligne KEBRI-DAHAR - DANAN. A l'ouest de DANAN et au sud de la ligne KEBRI-DAHAR - DANAN, ils sont recouverts par la Formation gypseuse principale.

Aucun forage de reconnaissance connu n'ayant recoupé entièrement ces calcaires, il est difficile de déterminer leur épaisseur avec précision. Les forages de KEBRI-DAHAR et de SHEKOSH nous montrent que les niveaux supérieurs à faciès plus lagunaire ont une épaisseur d'environ 150 mètres et les niveaux inférieurs et intermédiaires au moins 200 mètres. On aboutit ainsi à une puissance minimale de 350 mètres.

3.1.2 Formation gypseuse principale

Au-dessus des Calcaires de KEBRI-DAHAR, la série est constituée de formations de marnes gypseuses et de gypses correspondant à une phase de sédimentation lagunaire d'âge néocomien (crétacé inférieur).

Cette formation gypseuse est couronnée à son sommet par un banc calcaire d'une trentaine de mètres d'épaisseur : Calcaire de MUSTAHIL.

En raison de leur importance morphologique et hydrogéologique, ces calcaires ont été séparés volontairement dans l'étude de la Formation gypseuse principale, bien que stratigraphiquement ils s'y rattachent. La série se poursuit au-dessus des Calcaires de MUSTAHIL par des marnes gypseuses, des calcaires et des dolomies.

COUPE GEOLOGIQUE DU FORAGE — GEOLOGICAL LOG OF KEBRI-DAHAR

DE KEBRI-DAHAR N°3

BORE-HOLE N°3

Coordonnées } Latitude 6°44'N Début d'exécution 26-11-70 Date of starting
 Coordinates } Longitude 44°17'E Fin d'exécution 11-2-71 Date of finishing

Echelle verticale 1 / 400 Vertical scale

Profondeur en mètres <i>Depth in meters</i>	Diamètre du forage (en mm) <i>Diameter (in mm)</i>	Figuré <i>Symbol</i>	Lithologie <i>Lithological description</i>	Porosité Fissuration <i>Porosity Fissuration</i>
0	168mm		Colluvions argileuses <i>Clayey colluvium deposits</i>	
	145mm		Calcaire blanc avec intercalations de marnes et argiles <i>White limestone-marly and clayey intercalations</i>	Médiocre <i>Very low</i>
10			Calcaire marneux bariolé <i>Marly limestone - various colours</i>	Faible <i>Low</i>
20			Calcaire marneux blanc-gris <i>White-grey marly limestone</i>	Bonne <i>Good</i>
30			Calcaire cargneulise jaune / <i>Yellow cavernous limestone</i>	Très bonne <i>Very good</i>
			Alternance de calcaires jaunes et de marnes vertes <i>Yellow limestone and green marl alternated</i>	Faible <i>Low</i>
40			Calcaire marneux bleu-gris <i>Grey-blue marly limestone</i>	Mediocre <i>Very low</i>
			Gypse massif / <i>Massive gypsum</i>	
50			Alternance marnes et calcaires bleu-gris <i>Marl and blue-grey limestone alternated</i>	Faible <i>Low</i>
60	116mm		Calcaire blanc-gris <i>White-grey limestone</i>	Faible <i>Low</i>
			Gypse massif / <i>Massive gypsum</i>	
70			Calcaire marneux avec quelques fins lits d'argile marnes sableuses à la base <i>Marly limestone with foliated clay sandy marl at the base</i>	Faible <i>Low</i>
80			Gypse massif / <i>Massive gypsum</i>	
90			Gypses avec intercalations d'argiles et marnes gris-vert gypseuses <i>Gypsum with intercalations of clay and grey-green gypsous marl</i>	Faible <i>Low</i>
100			Alternances de calcaires marnes et argiles gypseuses en lits fins <i>Limestone marl gypsous clay alternated</i>	Faible <i>Low</i>
110			Niveau calcaire fossilifère <i>Fossiliferous limestone</i>	Bonne <i>Good</i>
120			Argiles et marnes <i>Clay and marl</i>	Nulle <i>Zero</i>
130			Gypse massif <i>Massive gypsum</i>	
140	100mm		Alternances de calcaires marneux et marnes gris-bleu <i>Grey blue marly limestone and marl alternated</i>	Faible <i>Low</i>
150			Calcaire blanc-gris compact 1. Quelques fins lits argileux 2. Un niveau de gypse 3. Un niveau calcaire détritique <i>White-grey compact limestone with 1. Thin layers of clay 2. One gypsous layer 3. One detritic limestone layer</i>	Faible <i>Low</i>
160			Calcaire blanc-gris compact 1. Quelques fins lits argileux 2. Un niveau de gypse 3. Un niveau calcaire détritique <i>White-grey compact limestone with 1. Thin layers of clay 2. One gypsous layer 3. One detritic limestone layer</i>	Faible <i>Low</i>
170			Calcaire blanc-gris compact 1. Quelques fins lits argileux 2. Un niveau de gypse 3. Un niveau calcaire détritique <i>White-grey compact limestone with 1. Thin layers of clay 2. One gypsous layer 3. One detritic limestone layer</i>	Faible <i>Low</i>
180			Calcaire blanc-gris compact 1. Quelques fins lits argileux 2. Un niveau de gypse 3. Un niveau calcaire détritique <i>White-grey compact limestone with 1. Thin layers of clay 2. One gypsous layer 3. One detritic limestone layer</i>	Faible <i>Low</i>
190			Calcaire blanc-gris compact 1. Quelques fins lits argileux 2. Un niveau de gypse 3. Un niveau calcaire détritique <i>White-grey compact limestone with 1. Thin layers of clay 2. One gypsous layer 3. One detritic limestone layer</i>	Faible <i>Low</i>
200			Calcaire compact gris intercalations de calcaires marneux et d'argiles bleu-vert <i>Grey compact limestone intercalations of marly limestone and blue-green clay</i>	Faible <i>Low</i>
212			Calcaire compact gris intercalations de calcaires marneux et d'argiles bleu-vert <i>Grey compact limestone intercalations of marly limestone and blue-green clay</i>	Faible <i>Low</i>

a) - Lithologie

Deux forages profonds ont recoupé cette formation. L'un situé à DANAN a atteint une profondeur de 140 mètres. L'autre implanté à GODE a repris le forage de gros diamètre existant et l'a poursuivi de 80 m à 250 m de profondeur. Ce forage a été réalisé en carottage continu et a donc permis d'obtenir une coupe continue et précise de la formation. Les coupes de ces forages sont présentées sur les graphiques 7 et 8 (hors-texte).

La Formation gypseuse principale est constituée d'une alternance de bancs plus ou moins épais de marnes, d'argiles, de gypse massif et de ClNa pur.

Les marnes et les argiles, en général de couleur verte ou brune, sont toujours très gypseuses.

Les bancs de gypse massif ou finement cristallisé sont d'épaisseur variable ; le plus épais rencontré dans le forage de GODE atteint 6 mètres.

Des niveaux salins épais dont un de 10 m ont été observés à la base du forage de GODE.

b) - Localisation et puissance

Cette formation est représentée largement en OGADEN où elle occupe toute la zone centrale de DUHUN à GODE. Elle est limitée au nord-est par les affleurements du Calcaire de KEBRI-DAHAR et à l'ouest et au sud par les reliefs du Calcaire de MUSTAHIL.

Le substratum de la vallée du WABI SHEBELLE d'IMI à la frontière est constitué entièrement par cette formation. Il en est de même pour la vallée du FAFEN de FANHAD au sud de KORAHÉ.

L'épaisseur de la Formation gypseuse principale n'a pu être déterminée, le forage de GODE d'une profondeur de 250 mètres n'ayant pas touché le toit des Calcaires de KEBRI-DAHAR. D'autre part, le forage de DANAN, situé au nord de GODE, non loin du contact de cette formation avec les Calcaires de KEBRI-DAHAR profond de 140 mètres ne les a pas atteints non plus.

La puissance de cette formation est donc très importante et certainement supérieure à 300 mètres. Il semble même qu'elle augmente légèrement vers le sud.

3.1.3 Calcaires dolomitiques de MUSTAHIL (Barrémien-Albien)

a) - Lithologie

Ce sont des calcaires marneux et crayeux blancs fossilifères, surmontés d'un banc dolomitique dur de 8 à 10 mètres formant corniche, laquelle constitue l'ossature des plateaux du bas OGADEN.

COUPE GEOLOGIQUE DU FORAGE — GEOLOGICAL LOG OF DANAN

DE DANAN

BORE-HOLE

Coordonnées { Latitude 6° 30' N D'après le Water Resources Département
 Cooordinates { Longitude 43° 29' E From Water Resources Department

Echelle verticale 1/400 Vertical scale

Profondeur en mètres <i>Depth in meters</i>	Figuré <i>Symbol</i>	Lithologie <i>Lithological description</i>
10		Calcaire gypseux blanc-jaune et brun <i>White-yellow and brown gypsous limestone</i>
15,2		
20		Marnes gypseuses <i>Gypsous marl</i>
27,4		
30		Gypse massif blanc / <i>White massive gypsum</i>
30,4		
40		Marnes grises et blanc-grises <i>Grey and white-grey marl</i>
50		
57,9		Gypse massif blanc <i>White massive gypsum</i>
60		
67,9		Marnes gypseuses avec quelques bancs de gypse et de dolomie <i>Gypsous marl with layers of gypsum and dolomite</i>
70		
80		Marnes gypseuses avec quelques bancs de dolomie <i>Gypsous marl with layers of dolomite</i>
82,3		
90		Marnes argileuses grises gypseuses au sommet <i>Grey clayey marl gypsous at the top</i>
91,4		
100		
106,2		Gypse massif blanc <i>White massive gypsum</i>
110		
111,5		Marnes grises / <i>Grey marl</i>
112,8		

COUPE GEOLOGIQUE DU FORAGE — GEOLOGICAL LOG OF GODE

DE GODE

BORE-HOLE

Coordonnées { Latitude 5°55' N
Coordinates { Longitude 43°55' E

La coupe des 140 premiers mètres a été
dressée par le Water Resources Département
The log of the 140 first meters has been drawn by
Water Resources Department

Echelle verticale 1/400 Vertical scale

Profondeur en mètres <i>Depth in meters</i>	Figuré <i>Symbol</i>	Lithologie <i>Lithological description</i>
6,0		Calcaires gris <i>Grey limestone</i>
10		Calcaire gréseux <i>Sandy limestone</i>
16,8		Calcaire argileux et gypseux <i>Gypsous and clayey limestone</i>
20		
30		
35,2		Alternance d'argile bleue et de gypses <i>Blue clay and gypsum alternated</i>
42,8		Gypse massif - quelques lits d'argile <i>Massive gypsum - some layers of clay</i>
50		
56,0		Dolomie gypseuse <i>Gypsous dolomite</i>
60		
62,0		Gypse massif <i>Massive gypsum</i>
70		
72,4		Marnes et argiles gypseuses rouges <i>Marl and gypsous red clay</i>
80		
85,6		Argiles gypseuses bleu-grises <i>Blue-grey gypsous clay</i>
90		
96,4		Dolomies gypseuses <i>Gypsous dolomite</i>
100		
110		
110,8		Dolomies bleu-grises avec lits d'argile et de gypse <i>Grey-blue dolomite with clay and gypsum</i>
120		
130		Dolomies gypseuses <i>Gypsous dolomite</i>
140		
142,2		Calcaire marnes- sableux brun-jaune <i>Brown-yellow marly and sandy limestone</i>
149,0		Alternance fines de marnes bleues et de gypse <i>Blue marl and gypsum alternated</i>
150		
151,6		Gypse finement cristallisé / <i>Finely crystallized gypsum</i>
154,9		Calcaire marneux et marnes bleu-grises <i>Marly limestone and blue-grey marl</i>
160		Gypse finement cristallisé <i>Finely crystallized gypsum</i>
160,1		Alternance de marnes bleu-grises et de gypse <i>Blue-grey marl and gypsum alternated</i>
164,6		Gypse massif blanc <i>White massive gypsum</i>
170		
168,7		Marnes bleu-grises gypseuses <i>Blue-grey gypsous marl</i>
171,9		Gypse massif - Lits d'argiles à la base <i>Massive gypsum - Layers of clay at the base</i>
180		Marnes bleu-vertes argileuses <i>Blue-green clayey marl</i>
183,5		
188,0		Marnes gypseuses <i>Gypsous marl</i>
190		Marnes bleu-vertes gypseuses avec Cl Na <i>Blue-green gypsous marl with Cl Na</i>
193,8		Argiles brunes avec lits de Cl Na <i>Brown clay with Cl Na</i>
200		Marnes bleu-grises et blanches avec cristaux Cl Na <i>Blue-grey white marl with crystallin Cl Na</i>
210		
216,7		Cl Na pur <i>Pure Cl Na</i>
220		
228,6		Marnes bleu-grises argileuses salées <i>Blue-grey saline and clayey marl</i>
230		
236,3		Cl Na pur <i>Pure Cl Na</i>
240		
241,3		Marnes bleues et brunes argileuses et salées <i>Blue-grey saline and clayey marl</i>
250		
250,3		

b) - Localisation et puissance

Les Calcaires de MUSTAHIL constituent les surfaces structurales des plateaux morcelés situés entre le WABI SHEBELLE et le FAFEN au sud de la ligne GODE - KEBRI-DAHAR. A l'est du FAFEN, ils forment une surface tabulaire continue recouverte par les Gypses de FERFER souvent décomposés et dissous sur place. Sur la rive sud du WABI SHEBELLE, ils couronnent les plateaux plus ou moins éloignés du fleuve.

La puissance de ces calcaires est variable et de l'ordre de 30 mètres.

3.1.4 Gypses de FERFER (Cénomaniens)

Au-dessus de la série gypseuse principale, on passe à une nouvelle série gypseuse peu épaisse attribuée au Cénomaniens.

a) - Lithologie

Cette série est composée de bancs de gypses massifs alternant avec des marnes gypseuses.

b) - Localisation et puissance

Ces gypses sont présents dans la partie sud-est de l'OGADEN. Ils couronnent les plateaux calcaires de MUSTAHIL situés entre le WABI SHEBELLE et la falaise des grès de JESSOMA à l'est.

Ils sont surtout bien représentés sur le plateau de LAZOLAIE - SHILAVO - FERFER, où ils sont localement érodés et dissous formant de petites cuvettes.

L'épaisseur de ces gypses est faible, de l'ordre de 15 à 20 mètres.

3.1.5 Calcaires zoogènes et grès de BELET-UEN (Turonien)

La série se poursuit, au-dessus des gypses de FERFER, par une alternance de grès et de calcaires zoogènes d'épaisseur faible (environ 10 mètres).

En OGADEN, les calcaires zoogènes très durs n'apparaissent qu'à l'extrême sud-est, dans un triangle situé entre LAMMABAR et la frontière. Ils forment une falaise à l'est de la route SHILAVO - FERFER.

3.1.6 Grès de JESSOMA (Sénonien)

Les Grès de JESSOMA terminent la série sédimentaire crétacée de l'OGADEN. Ils sont constitués essentiellement de grès plus ou moins grossiers et de quartzites de couleur rouge.

Largement transgressifs sur les séries précédentes, ils apparaissent même directement au contact des Calcaires de KEBRI-DAHAR dans le nord du bassin du WABI SHEBELLE (Région du CHERCHER et au nord de GINIR).

En OGADEN, ils n'occupent qu'une position marginale formant une falaise à la bordure Est du bassin de DEGANBOUR à FERFER. Dans la région d'EL-KERE, ils couronnent le plateau des Calcaires de MUSTAHIL. On trouve également quelques buttes-témoins isolées entre DUHUN et IMI.

3.1.7 Formations du Quaternaire

Sous l'appellation "Formations du Quaternaire" sont regroupés tous les dépôts d'altération ou de décomposition des assises antérieures sédimentaires (calcaires - marnes - gypses) ou cristallines du haut-bassin (granites - basaltes) transportés dans les vallées ou formés sur place dans des dépressions ou cuvettes. Ces formations d'épaisseur parfois importante contiennent généralement des nappes d'eaux souterraines peu profondes et facilement exploitables.

On distingue trois types de formations quaternaires :

- les alluvions du WABI SHEBELLE composées d'un mélange de matériaux d'érosion des hauts plateaux cristallins et volcaniques et de sédiments calcaires et gypseux issus des formations sédimentaires
- les dépôts locaux peu transportés
- les couches d'altération liées directement à la nature de la roche-mère sous-jacente.

3.1.7.1 Alluvions du WABI SHEBELLE

Ce sont de loin les dépôts quaternaires les plus importants de l'OGADEN. La plaine alluviale commence à 30 kilomètres au nord d'IMI et se poursuit de façon continue jusqu'à la frontière.

a) - nature des sédiments alluviaux

Pour étudier l'aquifère des alluvions, trois lignes de piézomètres ont été mises en place à travers la vallée à GODE, KELAFO et MUSTAHIL. Les forages pour l'implantation de ces piézomètres, atteignant dans la plupart des cas 30 mètres, ont permis de connaître en partie la nature des sédiments alluviaux.

- A GODE (graphique n° 9)

Quatre piézomètres ont été mis en place en rive droite du WABI SHEBELLE dans la vaste plaine alluviale de GODE qui s'étend sur 15 km de largeur. Un autre piézomètre implanté en rive gauche ne recoupe pas ces alluvions mais les dépôts d'oueds.

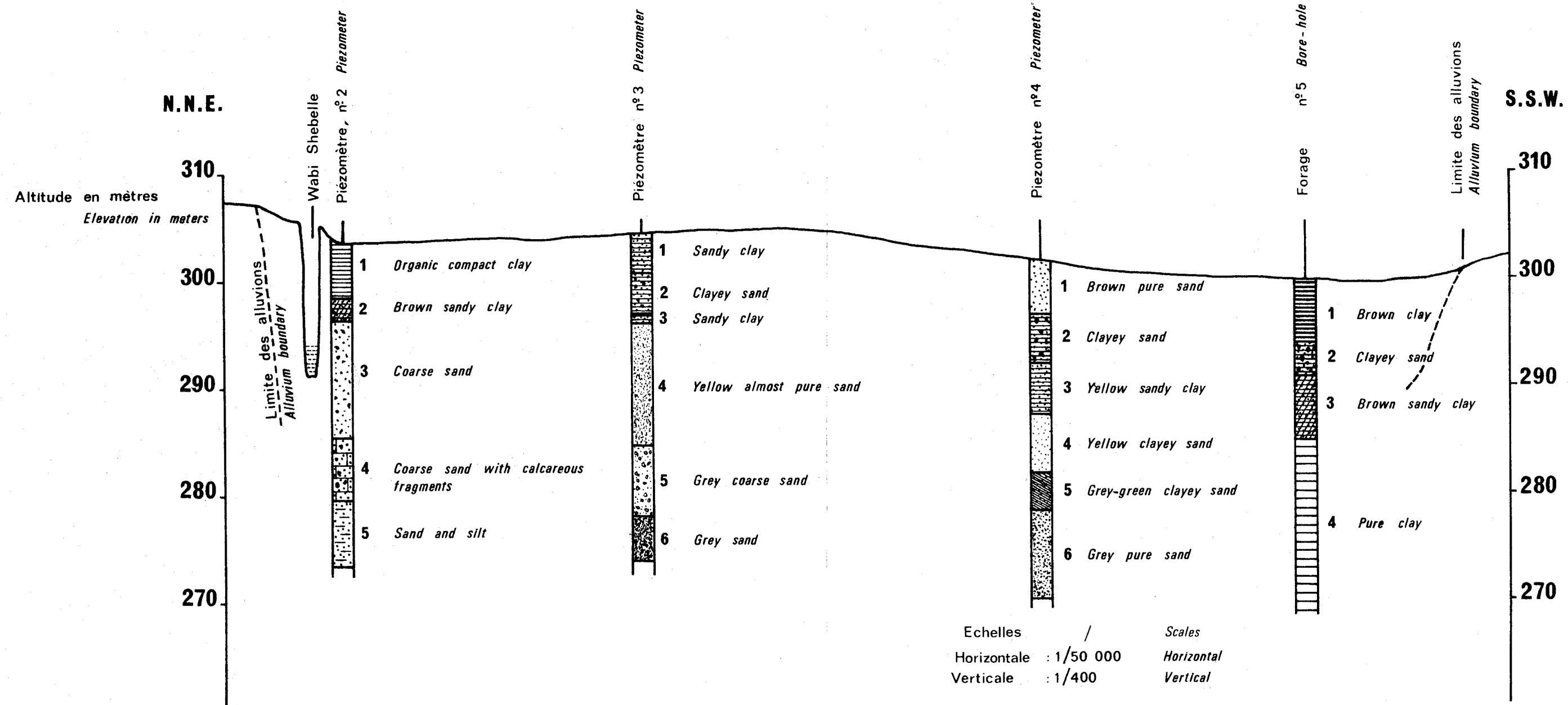
Le graphique n° 9 donne une coupe de la vallée avec représentation par forages, des dépôts alluviaux.

Coupe de la plaine alluviale à GODE

(rive droite du Wabi)

Cross-section of the alluvial plain of GODE

(right bank of Wabi)



Echelles / Scales
 Horizontale : 1/50 000 Horizontal
 Verticale : 1/400 Vertical

Les altitudes sont rattachées au profil en long du Wabi Shebelle
 The elevations are relative to the Wabi Shebelle longitudinal profile

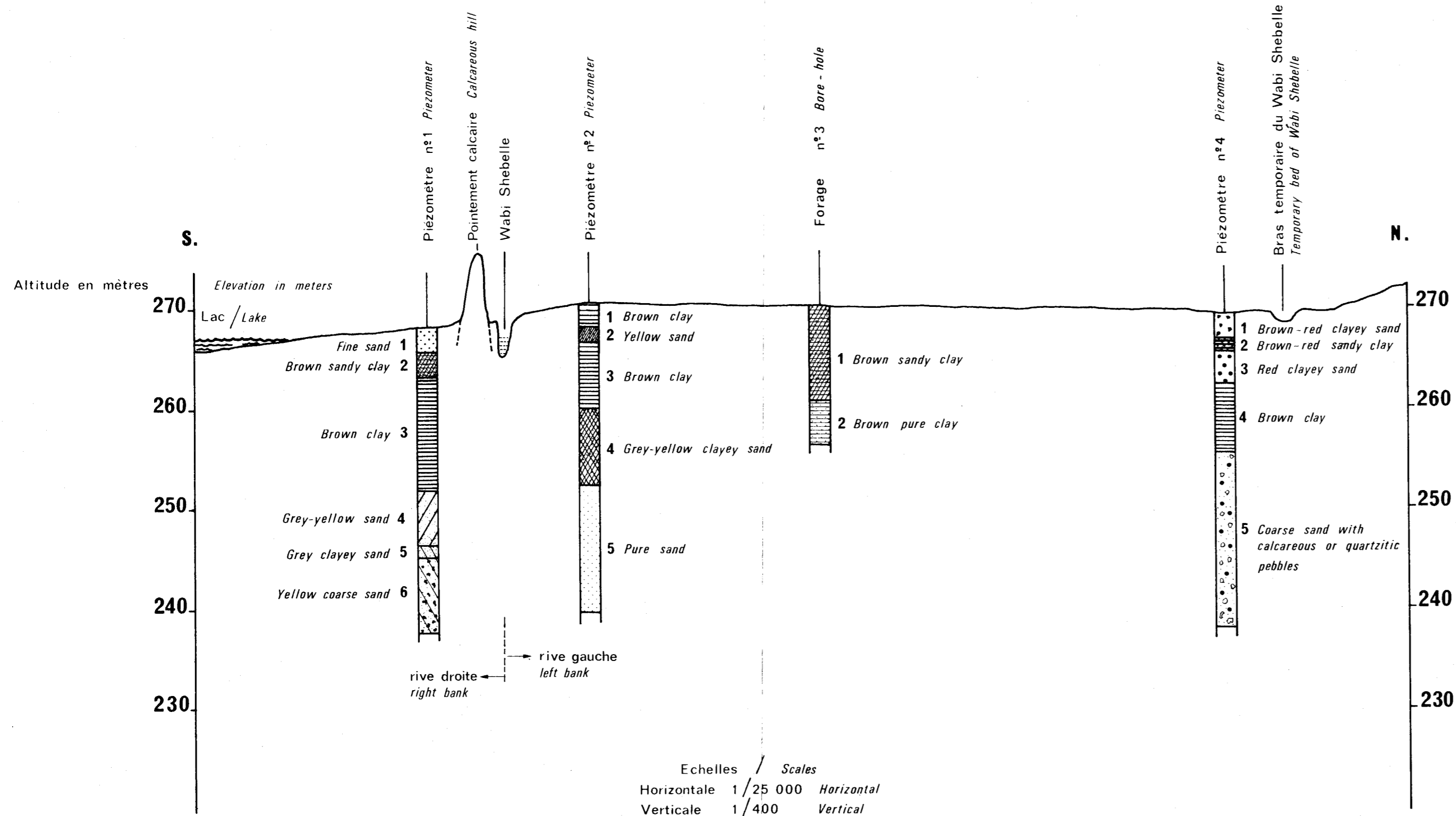
- L É G E N D E -

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| Piézomètre n°2 | Piézomètre n°3 |
| 1 Argile compacte organique | 1 Argile sableuse |
| 2 Argile sableuse brune | 2 Sable argileux |
| 3 Sable grossier | 3 Argile sableuse |
| 4 Sable grossier à débris calcaire | 4 Sable jaune presque pur |
| 5 Sable limon | 5 Sable gris grossier |
| | 6 Sable gris |
| | |
| Piézomètre n°4 | Forage n°5 |
| 1 Sable brun pur | 1 Argile brune |
| 2 Sable argileux | 2 Sable argileux |
| 3 Argile sableuse jaune | 3 Argile brune sableuse |
| 4 Sable argileux jaune | 4 Argile pure |
| 5 Sable argileux gris vert | |
| 6 Sable pur gris | |

Gr.10

Coupe de la plaine alluviale à KELAFO

Cross-section of the alluvial plain of KELAFO



LEGENDE

- | | |
|-------------------------|--|
| Piezomètre n°1 | Piezomètre n°2 |
| 1 Sable fin | 1 Argile brune |
| 2 Argile sableuse brune | 2 Sable jaune |
| 3 Argile brune | 3 Argile brune |
| 4 Sable gris-jaune | 4 Sable argileux gris-jaune |
| 5 Sable argileux gris | 5 Sable pur |
| 6 Sable grossier jaune | |
| Forage n°3 | Piezomètre n°4 |
| 1 Argile sableuse brune | 1 Sable argileux brun-rouge |
| 2 Argile pure brune | 2 Argile sableuse brun-rouge |
| | 3 Sable argileux rouge |
| | 4 Argile brune |
| | 5 Sable grossier à graviers calcaires ou quartzitiques |

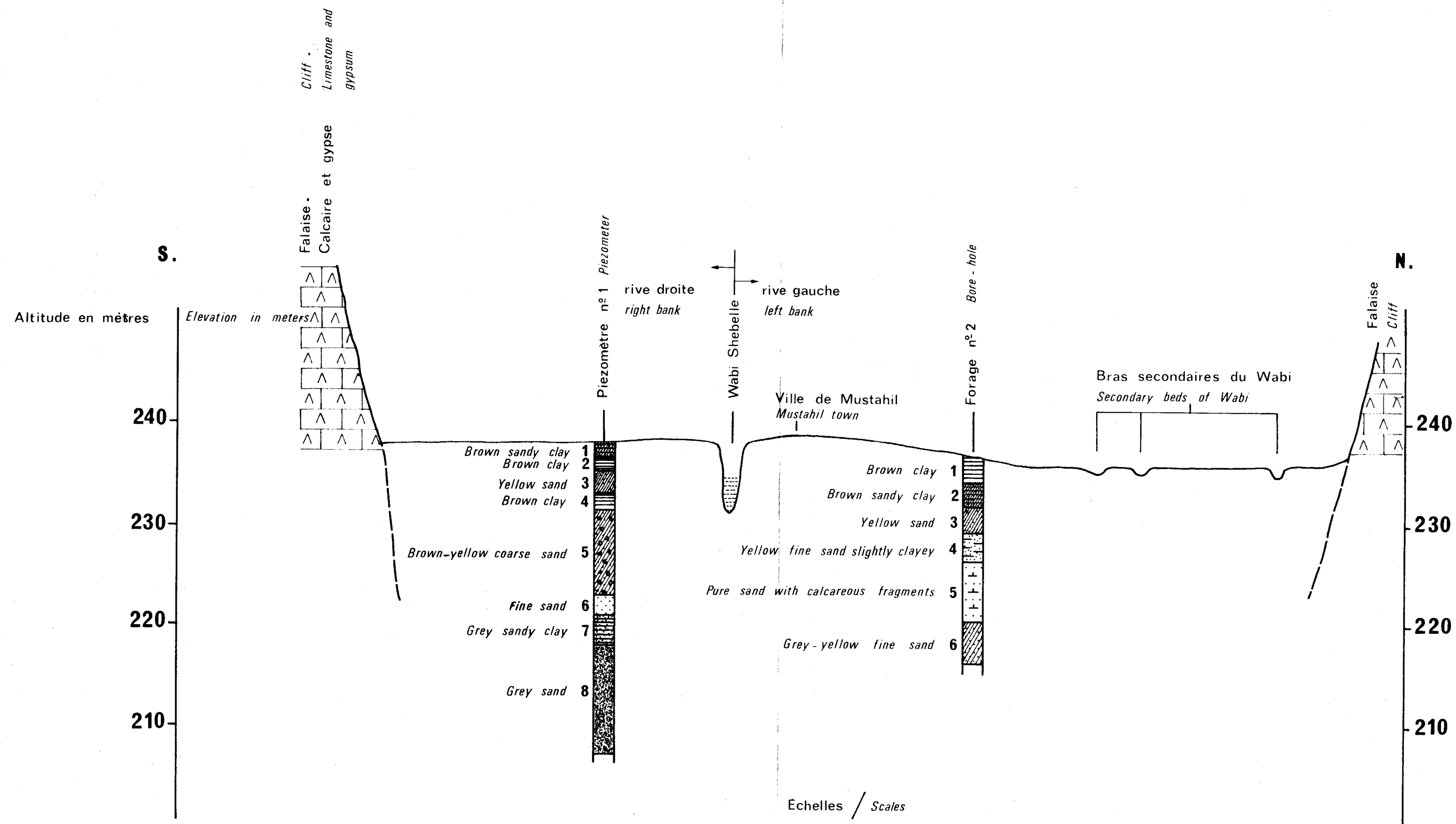
Echelles / Scales
 Horizontale 1/25 000 Horizontal
 Verticale 1/400 Vertical

Les altitudes sont rattachées au profil en long du Wabi Shebelle
 The elevations are relative to the Wabi Shebelle longitudinal profile

E.I.R. - 291600

Gr.11

Coupe de la plaine alluviale à MUSTAHIL *Cross-section of the alluvial plain of MUSTAHIL*



— L E G E N D E —

Piézomètre n° 1		Forage n° 2	
1	Argile sableuse brune	1	Argile brune
2	Argile brune	2	Argile sableuse brune
3	Sable jaune	3	Sable jaune
4	Argile brune	4	Sable fin jaune légèrement argileux
5	Sable jaune et brun grossier	5	Sable pur à débris calcaires
6	Sable fin	6	Sable fin gris - jaune
7	Argile sableuse grise		
8	Sable gris		

Echelles / Scales
 Horizontale 1/10 000 Horizontal
 Verticale 1/400 Vertical
 Les altitudes sont rattachées au profil en long du Wabi Shebelle
 The elevations are relative to the Wabi Shebelle longitudinal profile

ETR-291601

Les alluvions sont très hétérogènes et constituées d'alternances de limons, d'argiles et de sables de couleurs et d'origines diverses. Les dépôts sableux ou peu argileux jaunes et gris sont des matériaux d'érosion des hauts plateaux cristallins ou volcaniques tandis que les dépôts rouges et bruns souvent plus argileux proviennent de l'altération des roches calcaires ou gypseuses. Ces derniers dépôts ont été amenés par le WABI SHEBELLE ou par les affluents locaux au cours du remplissage de la vallée.

Le forage n° 5 recoupe presque entièrement les colluvions argileuses brunes du cône de déjection d'un affluent local.

- A KELAFO (graphique n° 10)

La largeur des alluvions est d'environ 4 kilomètres à KELAFO. Quatre forages les ont reconnues, le premier en rive droite du WABI SHEBELLE, les trois autres en rive gauche.

Les dépôts alluviaux diffèrent peu de ceux rencontrés à GODE. Ils sont aussi hétérogènes mais sont dans l'ensemble plus sableux. On note un niveau de graviers épais d'au moins 20 mètres dans le forage n° 4.

- A MUSTAHIL (graphique n° 11)

La plaine alluviale au droit de MUSTAHIL, resserrée entre les plateaux calcaires, n'a que 2,5 km de large. Deux forages ont reconnu les alluvions qui sont essentiellement sableuses.

En conclusion, de GODE à MUSTAHIL, les alluvions sont composées d'une alternance de matériaux de granulométrie et de composition variables suivant les phases de sédimentation et l'origine des apports. On distingue deux types de sédiments : les sédiments provenant de l'altération des roches cristallines en général sableux et peu salés et les sédiments provenant de la décomposition des roches carbonatées et gypseuses plus argileux et salés.

A l'amont de GODE, suivant les règles de la sédimentation les dépôts alluviaux devraient être plus grossiers.

b) - Extension et épaisseur des alluvions

La surface totale occupée par les alluvions représente 3 000 km². On peut la diviser en cinq grandes régions :

- la basse vallée en aval d'IMI

surface totale : environ 590 km²

largeur moyenne de la plaine alluviale 5 à 7 km

- la plaine de GODE

surface totale : environ 850 km²

largeur moyenne de la plaine alluviale : 15 km

- la plaine d'ILO-UEN en amont de KELAFO
surface totale : environ 490 km²
largeur moyenne de la plaine alluviale : 10 km
- la plaine du SHEBELIE en aval de KELAFO et jusqu'à MUSTAHIL
surface totale : environ 620 km²
largeur moyenne de la plaine alluviale : 12 km
- la plaine de BURKUR jusqu'à la frontière
surface totale : environ 590 km²
largeur moyenne de la plaine alluviale : 7 km.

L'épaisseur des alluvions est importante et excède toujours 30 mètres. Les forages pour la pose des piézomètres qui atteignaient 30 mètres n'ont pas rencontré le substratum.

3.1.7.2 Dépôts locaux ou peu transportés

Cette formation regroupe les alluvions du FAFEN et des affluents du WABI SHEBELIE et du FAFEN, les cônes de déjection des rivières temporaires, les colluvions, les dépôts de pente et de piémont. Tous ces dépôts ont été formés sur place ou transportés sur de faibles distances. Leurs caractéristiques sont donc liées à la nature du substratum dont ils proviennent.

Selon la nature du substratum, on distingue deux types de dépôts :

a) - les dépôts peu salés sur le Calcaire de KEBRI-DAHAR et le Calcaire de MUSTAHIL.

Ce sont des limons sableux rouges à croûtes calcaires. Ils constituent principalement :

- les alluvions du FAFEN depuis DEGAHBOUR jusqu'à la cuvette de DOBAWEIN
- les alluvions et cônes de déjection des affluents du FAFEN à l'amont de KORAHE
- les cuvettes de DANAN, de SEGEG, DEGAH-MEDO sur le Calcaire de KEBRI-DAHAR
- les cuvettes sur le Calcaire de MUSTAHIL entre LAZOLALE et SHILAVO.

b) - les dépôts salés sur les formations gypseuses principales et les Gypses de FERFER.

Ce sont dans l'ensemble des limons rouges gypseux.

Il sont présents dans la partie méridionale du bassin au sud d'une ligne IMI - DANAN - KORAHE et constituent en particulier la dernière dépression du FAFEN, ou Faf dépression (cf. 2.2.5.2 - f).

3.1.7.3 Couches d'altération

Ce sont des argiles rouges de décalcification sur le Calcaire de KEBRI-DAHAR et des croûtes gypseuses sur les formations gypseuses.

3.2 La structure de l'OGADEN

Les formations d'âge secondaire décrites dans les paragraphes précédents ont une allure monoclinale à faible pendage de quelques degrés plongeant vers le S.E.

Tous les pendages relevés varient peu et sont de l'ordre de 5° à 10°.

Cette structure simple fait apparaître les assises de plus en plus récentes du N.W. vers le S.E., du Calcaire de KEBRI-DAHAR au Grès de JESSOMA.

La fracturation est dans l'ensemble peu développée. Les failles observées ont des faibles rejets et n'affectent que très peu la structure générale. Elles présentent deux directions dominantes NW-SE et NE-SW.

Certains indices permettent de penser que le cours du WABI SHEBELLE de direction NW-SE, pratiquement rectiligne d'IMI à la frontière, serait imposé par une zone de fractures ayant affecté les terrains secondaires, ces fractures étant généralement masquées par les alluvions.

Ces indices sont les suivants :

- la présence d'une structure faillée visible en surface avec rejet total de l'ordre de 100 mètres dans la région de KELAFO. Cette structure a fait l'objet d'une étude détaillée en raison de son incidence probable sur la dynamique de la nappe alluviale. (voir chapitre 4.3.3 consacré à l'aquifère des alluvions).

- la présence d'une faille longitudinale parallèle à la vallée entre KELAFO et BURKIR.

- la présence de pointements basaltiques jalonnant la rive gauche de la vallée du WABI SHEBELLE d'IMI à GODE. A GODE un de ces pointements basaltiques apparaît même à travers le manteau d'alluvions. Ces affleurements basaltiques témoignent d'une fracturation profonde affectant les terrains secondaires. On retrouve également des basaltes entre SEGEG et DEGAH-MEDO.

Cette fracturation paraît être une manifestation secondaire, corollaire des mouvements tectoniques intenses ayant amené la formation de la RIFT VALLEY à l'époque MIOCENE. La vallée du WABI SHEBELLE constitue donc un petit fossé d'effondrement comblé par les alluvions, et d'orientation perpendiculaire à la RIFT VALLEY.

3.3 Géomorphologie de l'OGADEN

La géomorphologie de l'OGADEN est imposée par la série lithologique et par le pendage général vers le sud-est.

Du N.W. au S.E., on peut distinguer les six grandes régions morphologiques suivantes :

a) - plateau calcaire de KEBRI-DAHAR

Il occupe la partie nord-est de l'OGADEN et est creusé de cuvettes quaternaires comme celles de DANAN ou de DEGAH-MEDO. Il est entaillé par les lits du FAFEN et de ses affluents au nord de KEBRI-DAHAR.

b) - zone centrale gypseuse

Les affleurements gypseux apparaissent sous forme d'auréoles ou de "cocardes". Les sédiments quaternaires d'altération y sont très développés. Le WABI SHEBELLE coule sur cette formation d'IMI à la frontière.

c) - corniche du Calcaire dolomitique de MUSTAHIL

Trait géomorphologique majeur de l'OGADEN, elle y occupe toute la partie au sud de la ligne KORAHE - GODE. Elle est entaillée profondément sur plus de 100 mètres par la vallée du WABI SHEBELLE de GODE à la frontière et par la vallée du FAFEN de KORAHE à DOBAWEIN.

On peut distinguer deux zones différentes :

- Au sud du WABI SHEBELLE et dans la région comprise entre le FAFEN et le WABI SHEBELLE, ce Calcaire de MUSTAHIL forme des plateaux très découpés par l'érosion et parfois recouverts par les Gypses de FERFER.

- A l'est du FAFEN, il forme un plateau continu recouvert par les Gypses de FERFER et à la limite Est du bassin par les Grès de JESSOMA.

d) - corniche orientale de direction Nord-Sud, constituée par les Grès de JESSOMA et plus au sud par les calcaires nodulaires de BELET-JEN.

e) - cuvettes et dépressions

Sur toutes les formations apparaissent des cuvettes d'épandage de crues et des dépressions comblées de dépôts quaternaires.

f) - vallées du WABI SHEBELLE et du FAFEN

Les vallées du WABI SHEBELLE et du FAFEN sont comblées par les dépôts alluviaux. Leur direction d'écoulement est souvent liée au réseau de fractures. L'aspect hydrographique a été largement décrit au paragraphe 2.2.5.

4. EAUX SOUTERRAINES de l'OGADEN

La série lithologique et la géomorphologie de l'OGADEN mettent en évidence cinq types de réservoirs aquifères. Ce sont dans l'ordre de leur étude :

- 1°) - Les Calcaires de KEBRI-DAHAR qui contiennent une nappe profonde devenant captive sous le recouvrement de la Formation gypseuse principale.
- 2°) - Les Calcaires de MUSTAHIL qui contiennent une nappe peu puissante.
- 3°) - Les alluvions du WABI SHEBELLE.
- 4°) - Les alluvions du FAFEN et du JERER.
- 5°) - Les cuvettes d'épandage et les alluvions d'affluents locaux temporaires.

Ces réservoirs sont séparés par des formations à dominance de marnes, d'argiles et de gypses, donc peu perméables. La présence des gypses et des sels qui leur sont associés ont une influence prédominante sur la géochimie d'ensemble des eaux souterraines de l'OGADEN.

La formation semi-perméable des gypses principaux comporte également des niveaux aquifères saturés en sels. Les observations et mesures faites sur ces aquifères peu utilisables ont été mentionnées dans un chapitre spécial.

Les Grès de JESSOMA n'occupent qu'une surface marginale à l'est de l'OGADEN. Cet aquifère n'a pas été étudié.

En l'absence d'un nivellement général et devant la faible densité des points d'eau et des forages profonds, l'étude générale des surfaces piézométriques et de leurs fluctuations n'a pas été possible.

On a donc été amené à étudier chaque aquifère d'un point de vue hydrodynamique et géochimique à partir des points d'eau existants et de nouveaux points d'observation (profils de piézomètres dans la nappe alluviale et forages profonds à KEBRI-DAHAR et GODE).

L'analyse des données rassemblées permet de caractériser chaque aquifère sur le plan de ses réserves et de sa qualité chimique.

4.1 Nappe des Calcaires de KEBRI-DAHAR

4.1.1 Le réservoir, son alimentation et sa fracturation

a) - Structure hydrogéologique

Les Calcaires de KEBRI-DAHAR affleurent sur une surface de 95 000 km², soit à peu près la moitié de la superficie totale du bassin.

En OGADEN, la surface d'affleurement, de 22 000 km² se localise dans la partie nord-nord-est. Au sud d'une ligne KORAHE - DANAN pour le secteur est de l'OGADEN et au sud de DUHUN pour le secteur ouest, les Calcaires de KEBRI-DAHAR s'envoient sous les gypses principaux.

Cette disposition générale entraîne la formation d'une nappe libre dans la partie affleurante des calcaires et devenant captive et en charge sous les gypses principaux qui en constituent le toit imperméable.

Les premières observations géologiques sur les affleurements de l'OGADEN ont conduit à la conclusion que la formation était constituée en majorité de bancs de calcaires sub-lithographiques avec très peu d'intercalations marneuses, donc assez favorable à la constitution d'un vaste réservoir aquifère. Les prospections géologiques effectuées sur tout le bassin ainsi que les forages de reconnaissance ont par contre montré que la formation est peu homogène. Si les bancs durs de calcaires lithographiques constituent en général ses affleurements, elle est en fait formée d'une alternance de calcaires lithographiques, de calcaires marneux, de marnes et de niveaux gypseux dans toute son épaisseur. La présence des niveaux marneux imperméables réduit donc les possibilités de constitution d'un aquifère important.

Les eaux souterraines circulent et sont stockées dans les fissures et joints de stratification des bancs calcaires. Mises à part quelques zones de failles à faible rejet, la structure est simple, les assises plongeant régulièrement vers le sud-est avec un faible pendage (5 à 10°). On n'observe pas de structures synclinales pouvant déterminer des zones privilégiées d'accumulation des eaux souterraines.

Ces conditions structurales conduisent à la formation d'un aquifère dont l'écoulement général suit le pendage du nord-ouest au sud-est. Dans la partie libre de la nappe des écoulements latéraux apparaissent vers les vallées encaissées et les cuvettes d'épandage.

b) - Alimentation

Les conditions générales d'alimentation de la nappe sont bonnes. Celle-ci dispose en effet d'un impluvium étendu (95 000 km²). La pluviométrie assez élevée est comprise entre 800 et 300 mm et répartie en deux périodes annuelles. L'absence d'une végétation abondante ainsi que la nature calcaire des affleurements sont également des éléments favorables à une bonne alimentation, surtout dans la partie nord de la zone d'affleurement.

Dans le sud, la nappe ne reçoit aucun apport d'eaux de pluie ou de ruissellement, les assises supérieures constituées de marnes, d'argiles et de gypses formant écran à l'infiltration directe.

c) - Fracturation du réservoir

Les premiers documents géologiques présentaient généralement la formation de KEBRI-DAHAR comme constituée de calcaires fissurés et karstifiés donc favorable à une circulation profonde des eaux et à la formation d'un aquifère puissant.

Les observations faites sur les affleurements ainsi que les forages de reconnaissance effectués à KEBRI-DAHAR et sur le site projeté de barrage situé à 45 km au sud de la confluence WABI SHEBELLE - DAKETA n'ont pas vérifié ces premières affirmations et ont au contraire montré que la fissuration d'ensemble du réservoir semblait très peu développée.

Ces conclusions s'appuient sur les observations suivantes :

- Absence de karstification et de circulation en réseaux

Aucun indice d'une karstification importante n'a été relevé sur la zone d'affleurements. Les cavernes observées dans les flancs des canyons du WABI SHEBELLE et de ses affluents ont été creusés par l'érosion des vallées. Elles n'ont qu'une extension très limitée et ne présentent pas de communication avec un réseau karstique. De même les puits de décalcification improprement appelés "avens" observés sur les plateaux n'ont qu'une profondeur faible ne dépassant pas quelques mètres.

Les résurgences et exurgences d'eaux souterraines sont très rares. On note quelques sources permanentes à faible débit dans la région d'HAMERO-HEDAD et dans la vallée du SULLUL à SEGEG. L'examen des hydrogrammes de crues du DAKETA, du JERER et du FAFEN infirme également la présence d'un aquifère important avec fractures ouvertes et circulation karstique. Les hydrogrammes de crues sont en général très aigus et l'écoulement retardé se limite à quelques jours après chaque crue. L'effet régulateur d'un réservoir important dans les calcaires se manifesterait par un écrêtement des pointes de crues et par un soutien important des débits d'étiage.

- Faibles fissuration et perméabilité

L'examen des carottes du forage de reconnaissance de KEBRI-DAHAR (voir figure n° 6) montre également une fissuration faible : aucune trace de fractures ouvertes et aucun indice de circulation notable en profondeur.

D'autre part, les essais de perméabilité effectués sur six forages de reconnaissance au droit du site de barrage projeté donnent des valeurs moyennes de 4 à 5 LUGEON, soit des perméabilités très faibles inférieures à 10^{-7} m/s.

On peut donc conclure que malgré de bonnes conditions d'alimentation, les Calcaires de KEBRI-DAHAR, du fait de leur faible fissuration et de leur composition hétérogène (présence de niveaux marneux et gypseux) ne présentent pas les conditions favorables à la constitution d'un aquifère important.

Sous la formation gypseuse principale, les calcaires non soumis à l'action des agents atmosphériques, devraient encore être plus compacts et moins fissurés.

4.1.2 Points d'observation et niveaux piézométriques

Les puits et forages profonds captant la nappe des calcaires sont en nombre très restreint et sont tous localisés dans la partie affleurante de la formation. On en dénombre au total six, situés dans la vallée du FAFEN dont trois se trouvent dans la ville de KEBRI-DAHAR.

Les autres puits peu profonds situés sur la formation de KEBRI-DAHAR captent en général les nappes d'alluvions d'oueds ou de cuvettes d'épandage alimentées en grande partie par les eaux de ruissellement superficiel. La nappe des calcaires peut communiquer avec ces alluvions d'oueds et de cuvettes, ce qui explique que certains puits ne tarissent pas. C'est le cas en particulier des puits situés dans les vallées du SULLUL, du FAFEN et du JERER. Ces nappes d'alluvions seront étudiées dans le paragraphe 5 de ce chapitre (4.5).

Les forages implantés dans la Formation gypseuse principale et qui visaient à atteindre la nappe captive ont été tous voués à l'échec. Nous citerons les forages de DANAN (113 mètres), de SHILAVO (354 mètres) et de GODE (250 mètres).

La situation et les caractéristiques sommaires des puits et forages profonds observés sont mentionnées ci-après :

a) - Puits de DEGAHBOUR

- Coordonnées : 8° 12' N et 43° 33' E
- Altitude approchée : 1 130 mètres
- Localisation : dans le village de DEGAHBOUR
- Caractéristique de l'ouvrage : puits creusé manuellement
: diamètre = 1,50 mètre
: profondeur indéterminée
- Utilisation : population et bétail
- Exhaure : au moyen d'outres
- Hauteur piézométrique moyenne: 40 mètres
- Coupe géologique : non relevée

b) - Forage de DEGAHBOUR

- Coordonnées : 8° 12' N et 43° 33' E
- Altitude approchée : 1 130 mètres
- Localisation : dans le village de DEGAHBOUR
- Caractéristiques : forage par percussion réalisé
: en 1971
: Profondeur totale = 145 mètres
- Hauteur piézométrique moyenne: 128 mètres
- Coupe géologique : non relevée.

c) - Forage de SHEKOSH (Water Resources Department)

- Coordonnées : 7° 30' N et 43° 47' E
- Altitude approchée : 800 mètres
- Localisation : près du village de SHEKOSH
- Caractéristiques de l'ouvrage : forage par percussion
: profondeur totale = 140 mètres
- Equipement : pompe de surface à balancier
- Utilisation : population et bétail
- Hauteur piézométrique moyenne : 110 à 120 mètres
- Coupe géologique :
 - entre 0 et 120 m : non détaillée
: calcaire lithologique dominant
: de couleur blanc-jaune
 - entre 120 et 140 m : calcaire détritique gris-bleu

d) - Forage n° 1 de KEBRI-DAHAR (Water Resources Department)

- Coordonnées : 6° 44' N et 44° 17' E
- Altitude approchée : 450 mètres
- Localisation : près du camp militaire de
: KEBRI-DAHAR
- Caractéristiques de l'ouvrage : forage par percussion réalisé
: en 1968.
: Profondeur totale = 60,5 m
- Non utilisé
- Hauteur piézométrique moyenne : 35 à 40 mètres
- Coupe géologique : (graphique n° 12 hors-texte)
: alternance de calcaires, calcai-
: res marneux, marnes et gypses.

e) - Forage n° 2 de KEBRI-DAHAR (Water Resources Department)

- Coordonnées : 6° 44' N et 44° 17' E
- Localisation : au bas du village de KEBRI-
: DAHAR, à la limite des alluvions
: du FAFEN.
- Caractéristiques de l'ouvrage : forage par percussion réalisé
: en 1968.
: Profondeur totale = 45,70 m
- Equipement : pompe immergée
- Utilisation : population et bétail
- Hauteur piézométrique moyenne : 30 mètres
- Coupe géologique : (graphique n° 13 hors-texte)
: alternance de calcaires et cal-
: caires marneux, niveau gypseux
: de 10 mètres à la base.

COUPE GEOLOGIQUE DU FORAGE — GEOLOGICAL LOG OF KEBRI-DAHAR

DE KEBRI-DAHAR N°1

BORE-HOLE N°1

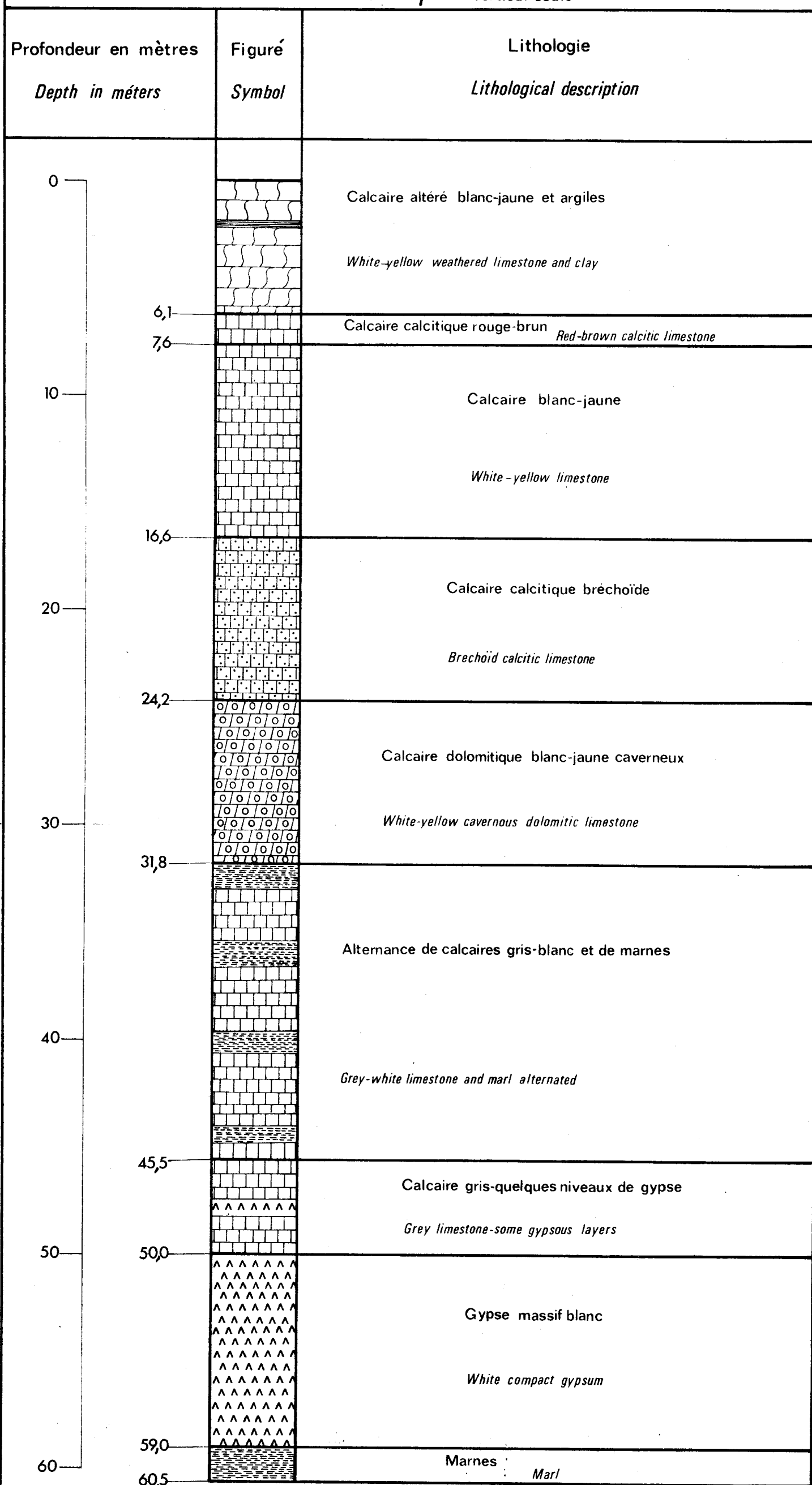
Coordonnées } Latitude 6° 44' N

D'après le Water Resources Departement

Coordinates } Longitude 44° 17' E

From Water Resources Departement

Echelle verticale 1/200 Vertical scale



COUPE GEOLOGIQUE DU FORAGE — GEOLOGICAL LOG OF KEBRI-DAHAR

DE KEBRI-DAHAR N°2

BORE-HOLE N°2

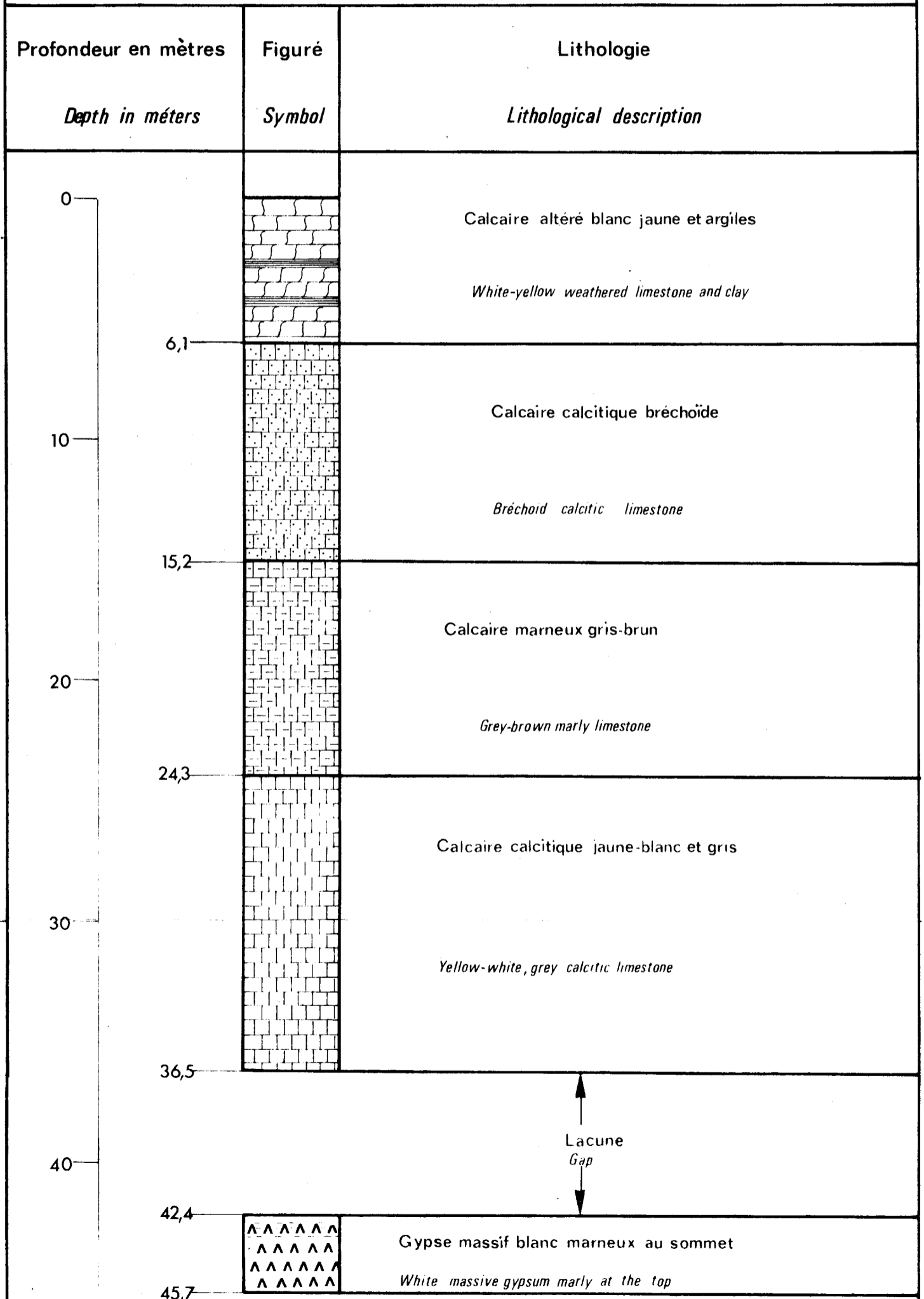
Coordonnées } Latitude 6° 44' N

D'après le Water Resources Département

Coordinates } Longitude 44° 17' E

From Water Resources Département

Echelle verticale 1/200 Vertical scale



f) - Forage de reconnaissance n° 3 de KEBRI-DAHAR

(Mission d'Etudes du WABI SHEBELLE)

- Coordonnées : 6° 44' et 44° 17' E
- Localisation : Près du forage n° 2
- Caractéristiques de l'ouvrage : Forage rotary à carottage
 - : continu
 - : Commencé le 26.11.1970
 - : Terminé le 11.2.1971
 - : Diamètres successifs de forage :
 - : de 0 à 2,80 m = 168 mm
 - : de 2,80 à 21 m = 150 mm
 - : de 21 à 57,20 m = 145 mm
 - : de 57,20 à 168,50 m = 116 mm
 - : de 168,50 à 212 m = 100 mm
 - : Cimenté de 28 m à 57 m.
 - : Profondeur totale = 212 mètres.
- Hauteur piézométrique moyenne : 27,50 mètres
- Coupe géologique : (graphique n° 6)
 - : alternance de calcaires, calcaires marneux, argiles et gypses.
 - : Un niveau dolomitique cargneulisé
 - : de 1 mètre d'épaisseur.

Les niveaux piézométriques relativement profonds, traduisent une mauvaise alimentation de la nappe due à une infiltration peu élevée. Cette donnée confirme les observations précédentes sur la fracturation du réservoir.

4.1.3 Géochimie de la nappe

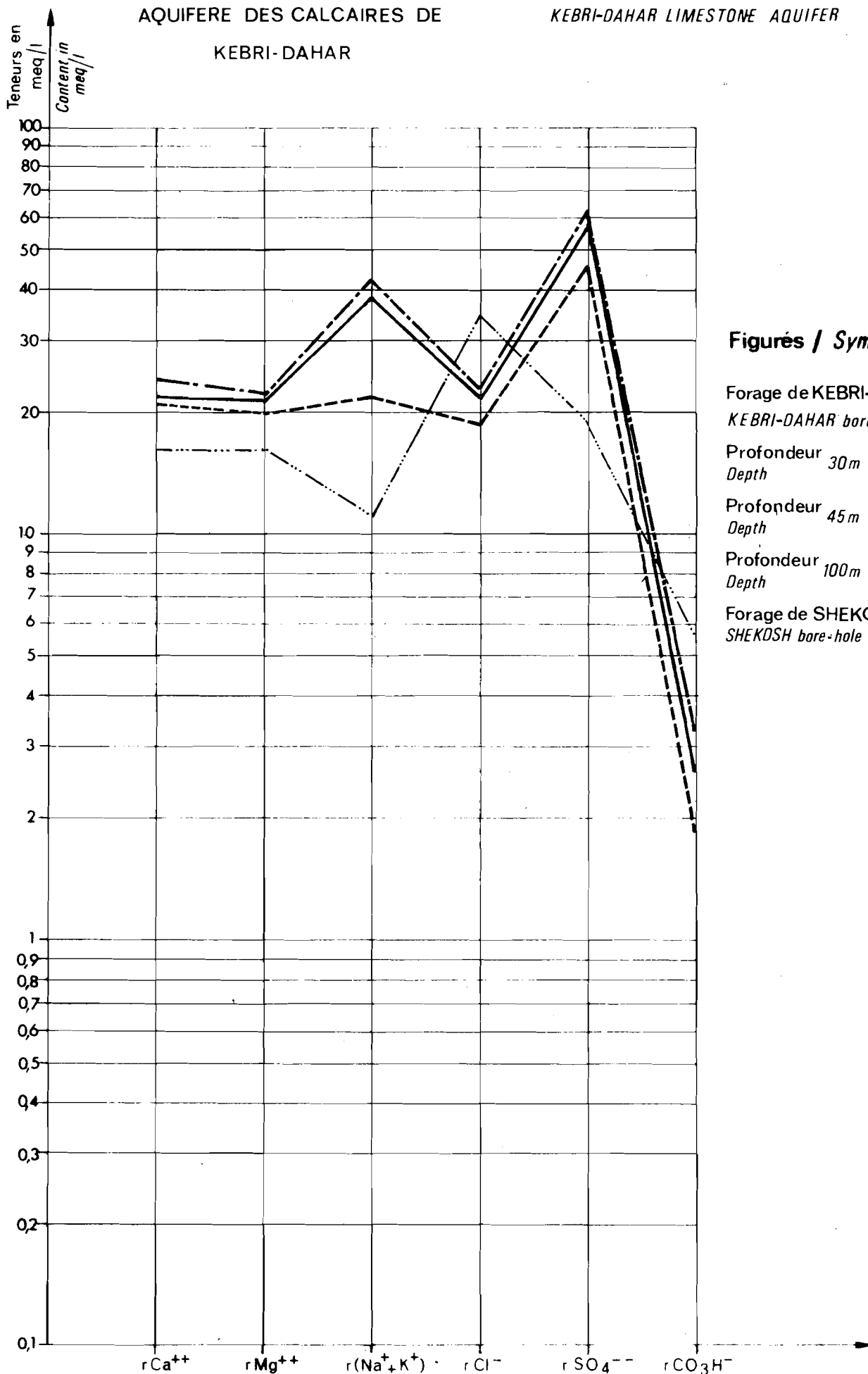
Des prélèvements d'eau ont été effectués dans le forage de SHEKOSH et à trois niveaux différents dans le forage de reconnaissance de KEBRI-DAHAR. Chaque échantillon a fait l'objet d'une analyse quantitative des principaux éléments. Les résultats apparaissent en meq/l sur le diagramme logarithmique (figure n° 14) et en mg/l dans le tableau ci-après.

Les diagrammes logarithmiques permettent d'un seul coup d'oeil, d'après l'inclinaison des traits, de voir les rapports des éléments entre eux, ces rapports caractérisant le faciès chimique des eaux.

Le milliéquivalent par litre est obtenu en divisant le poids de l'élément en solution exprimé en milligrammes par litre, par son équivalent chimique, l'équivalent chimique étant le quotient de la masse atomique de l'élément considéré par sa valence.

AQUIFERE DES CALCAIRES DE
KEBRI-DAHAR

KEBRI-DAHAR LIMESTONE AQUIFER



Figurés / Symbols

Forage de KEBRI-DAHAR
KEBRI-DAHAR bore hole

Profondeur 30m
Depth

Profondeur 45m
Depth

Profondeur 100m
Depth

Forage de SHEKOSH
SHEKOSH bore-hole

TABLEAU N° 4

ANALYSES DES EAUX DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE KEBRI-DAHAR

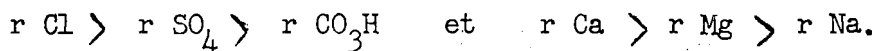
(en mg/l)

Forage	Date de prélèvement	Conductivité mmhos/cm	pH	CO ₃ ⁼ + ³ CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
SHEKOSH	16.2.70.	4,0	7,10	298	1 240	865	164	160	320	192
KEBRI-DAHAR										
30 m	Déc. 1970	5,82	7,45	156	765	2 800	32,6	870	462	252
45 m	Déc. 1970	4,66	7,55	111	655	2 200	30,0	480	432	242
100 m	Déc. 1970	5,82	7,40	176	800	2 950	37,8	950	507	256

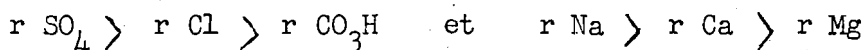
Ces résultats mettent en évidence de fortes conductivités donc de fortes teneurs en sels aussi bien pour les eaux de SHEKOSH que de KEBRI-DAHAR. La teneur totale en sels dissous de 3,3 gr/l à SHEKOSH atteint en moyenne 5 gr/l dans le forage de KEBRI-DAHAR. Ces concentrations élevées s'expliquent par la présence d'épais niveaux marneux et gypso-salins dans le réservoir. La présence de sources d'eau saumâtre dans la région d'HAMERO-HEDAD (qui en langage somali, signifie "source amère") confirme cette constatation.

L'accroissement relativement rapide des concentrations en sels du nord au sud, sens d'écoulement de la nappe indique une vitesse de circulation des eaux très lente. Les eaux de la nappe captive auront tendance à se charger de plus en plus vers le sud.

La répartition des sels dissous est sensiblement différente entre les eaux de SHEKOSH et celles de KEBRI-DAHAR. A SHEKOSH on observe des eaux chlorurées calciques et magnésiennes, avec :



A KEBRI-DAHAR, les eaux sont sulfatées, sodiques avec



Les eaux dissolvent d'abord les chlorures et se chargent de plus en plus en sulfates, d'amont vers l'aval, fait traduisant l'abondance des gypses dans le réservoir aquifère.

4.1.4 Conclusions générales

La formation des Calcaires de KEBRI-DAHAR constitue la réserve d'eaux souterraines potentielle la plus importante de l'OGADEN.

Cependant les observations et mesures ont montré que le réservoir présentait deux inconvénients majeurs qui limitent considérablement ses possibilités d'utilisation : il est peu fissuré donc peu perméable et contient des sels solubles en quantité élevée.

L'exploitation de la nappe nécessite des forages profonds captant la nappe sur une grande hauteur, donc assez coûteux. Elle ne se justifie que si les eaux exploitées sont d'une qualité suffisante pour l'alimentation domestique.

Sous le recouvrement de la Formation gypseuse principale, l'exploitation de la nappe est à exclure car elle est très profonde et ses eaux sont très chargées en sels solubles (plus de 5 gr/l). En outre, il y a obligation d'isoler les couches gypseuses supérieures qui contiennent des niveaux aquifères sursalés.

Dans la partie affleurante des Calcaires de KEBRI-DAHAR, l'exploitation de la nappe peut être envisagée par forages profonds à la limite nord de l'OGADEN. La salinité des eaux encore élevée dans cette zone devrait cependant être inférieure à 3 gr/l.

Les forages devront pénétrer assez profondément sous le niveau piézométrique de la nappe afin d'obtenir des débits suffisants.

4.2 Nappe des Calcaires de MUSTAHIL

4.2.1 Le réservoir, son alimentation

Les Calcaires de MUSTAHIL présentent à leur sommet un banc puissant de 8 à 10 mètres de calcaires dolomitiques. Ces calcaires fissurés peuvent suivant leurs conditions d'alimentation et leur situation géomorphologique contenir localement un aquifère.

Nous avons vu qu'on peut définir pour cette formation deux unités géomorphologiques distinctes.

Au sud du WABI SHEBELLE et dans le triangle KEBRI-DAHAR - GODE - FERFER situé entre le FAFEN et le WABI SHEBELLE, le calcaire couronne des plateaux tabulaires dénudés et très morcelés par l'érosion. Dans cette région la faible dimension des réservoirs et des bassins d'alimentation n'autorise pas la formation de réserves d'eaux souterraines.

Par contre, à l'est du FAFEN, le Calcaire de MUSTAHIL protégé par le recouvrement morcelé des Gypses de FERFER et par des sédiments d'altération d'origines diverses (Grès de JESSOMA, Gypses de FERFER) forme un vaste plateau continu d'une surface de 4 000 km² s'étendant du sud de KORAHE à la frontière et constitue un réservoir aquifère.

Le bassin d'alimentation, peu étendu, est souvent recouvert par les terrains gypseux imperméables. En outre, les précipitations dans cette région sont peu abondantes (300 à 100 mm) et très irrégulières. L'alimentation directe de la nappe par les précipitations est donc exclue. Celle-ci s'effectue au niveau des cuvettes d'épandage localisées à l'exutoire de petits bassins hydrologiques endoréiques. Les eaux de ruissellement s'y accumulent, s'infiltrent et sont drainées par les calcaires dolomitiques fissurés sous-jacents qui peuvent ainsi renfermer un aquifère permanent.

Cependant, compte tenu de leur épaisseur réduite et de leur alimentation faible et irrégulière, ces calcaires ne peuvent contenir qu'un aquifère pauvre et sans réserves importantes.

4.2.2 Niveaux piézométriques

De nombreux puits creusés à la main, situés sur le plateau FERFER-SHILAVO - MERERALE captent la nappe des Calcaires de MUSTAHIL, après avoir traversé le manteau de recouvrement des Gypses de FERFER et des sédiments d'altération. Ils sont en général situés dans les plaines d'épandage des eaux de crues locales. D'une profondeur moyenne comprise entre 10 à 12 mètres, ils servent à l'abreuvement du bétail. Plusieurs puits-témoins, choisis le long des axes KEERI-DAHAR - FERFER et SHILAVO - MUSTAHIL, ont fait l'objet de visites périodiques au cours desquelles des mesures du niveau piézométrique ainsi que des prélèvements pour analyses chimiques étaient opérés (voir fichier des puits en annexe).

L'examen des fluctuations des niveaux piézométriques met en relief l'influence prépondérante du régime des précipitations sur la recharge de la nappe. Une remontée générale s'opère après chaque saison des pluies c'est-à-dire deux fois par an pendant les mois d'avril-mai et d'octobre-novembre.

Le tableau n° 5 fait apparaître les amplitudes de remontée du plan d'eau après la première saison des pluies de l'année 1970 pour quelques puits caractéristiques.

TABLEAU N° 5

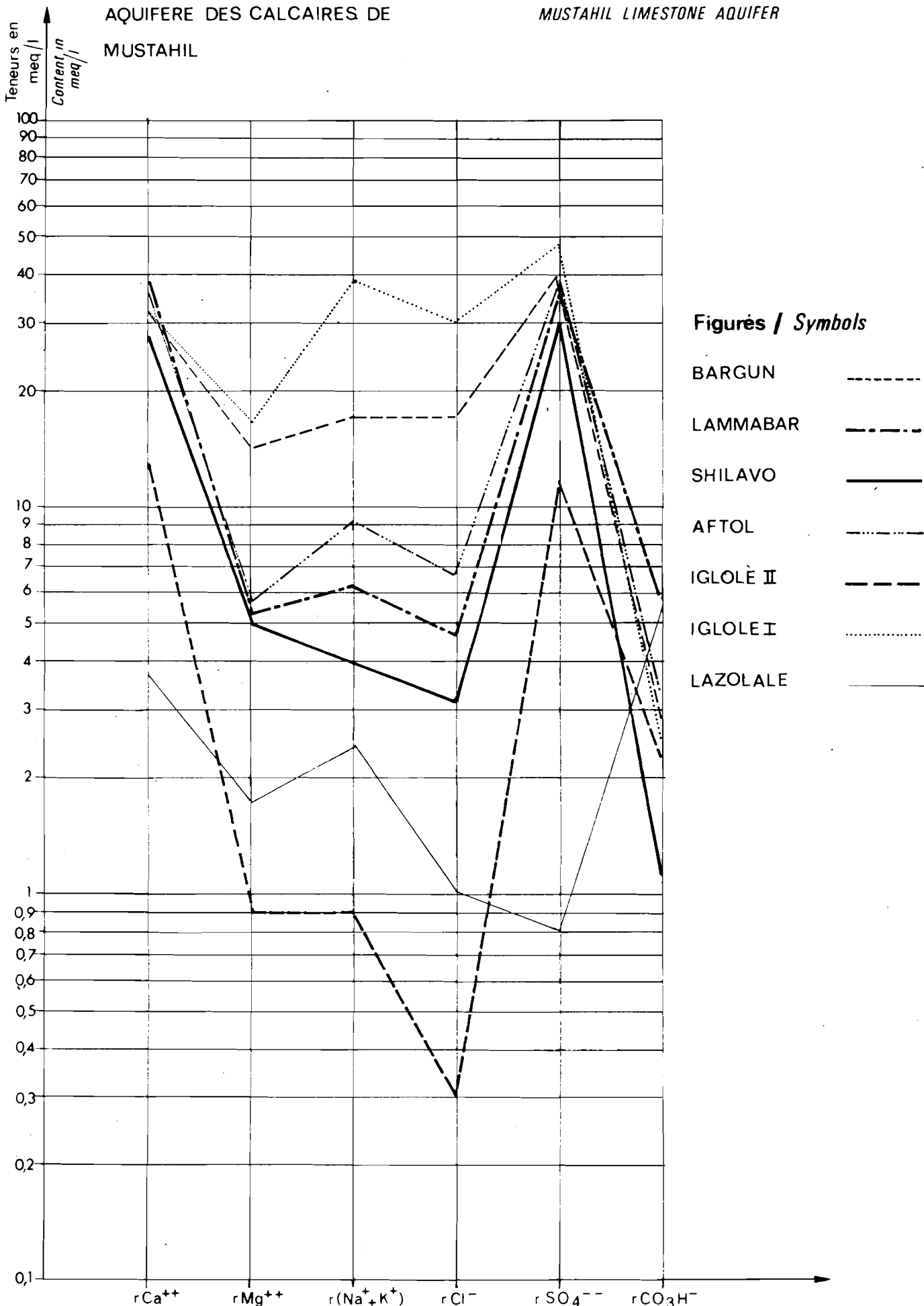
NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE MUSTAHIL

Puits-témoins	Coordonnées	Profondeur totale du puits à partir du sol (en m)	Niveau piézométrique Mi-Février 1970 (en m)	Niveau piézométrique Fin Mai 1970 (en m)	Remontée du niveau piézométrique entre Février et Mai 1970 (en m)
BARGUN	5° 26' N 44° 59' E	10,0	-	9,66	-
LAMBAR	5° 34' N 44° 57' E	9,22	9,09	5,0	4,09
DAMBAR	5° 59' N 44° 46' E	7,83	7,71	+ 0,50 ^{*1}	8,20
SHILAVO	6° 04' N 44° 45' E	11,20	11,20	6,60	4,60
AFTOL	5° 59' N 44° 42' E	13,0	-	12,40	-
IGLOLE II	5° 45' N 44° 34' E	10,30	-	6,40	-
IGLOLE I	6° 09' N 44° 45' E	12,73	12,36	11,40	0,96
BELIEKOSHI	6° 07' N 44° 44' E	9,15	8,15	-	-
LAZOLAIE	6° 17' N 44° 43' E	12,39	10,87	10,95	(-0,08) ^{*2}

* 1 - A DAMBAR, le 27.5.70., le puits se trouvait au milieu d'une mare, le niveau piézométrique étant à 0,50 m au-dessus du niveau du sol.

* 2 - Relevés douteux ou erronés.

AQUIFERE DES CALCAIRES DE MUSTAHIL / MUSTAHIL LIMESTONE AQUIFER



Figurés / Symbols

- BARGUN
- LAMMABAR
- SHILAVO
- AFTOL
- IGLOLE II
- IGLOLE I
- LAZOLALE

Les niveaux piézométriques et leurs fluctuations traduisent bien le mécanisme d'alimentation et de fonctionnement de la nappe.

Les remontées locales du niveau piézométrique après les saisons des pluies sont variables. Elles atteignent de quelques décimètres à plus de huit mètres et dépendent de la plus ou moins grande abondance pluviométrique sur les différentes zones d'alimentation.

Après cette période de recharge, les niveaux piézométriques baissent rapidement, les Calcaires de MUSTAHIL servant de niveau drainant aux eaux souterraines. Le niveau piézométrique se stabilise alors ou baisse très lentement au cours de la saison sèche. Il se situe en moyenne à 10 ou 12 mètres sous la surface du sol.

Ces observations mettent en relief, une fois encore, la précarité de l'alimentation de la nappe et de la constitution de réserves faibles.

4.2.3 Géochimie de la nappe

Des échantillons d'eau ont été prélevés dans sept puits-témoins à deux époques différentes. Les premiers prélèvements effectués en février 1970 n'ont fait l'objet que de mesures de conductivité. Des analyses chimiques complètes ont été effectuées sur les seconds échantillons prélevés en mai 1970. Les résultats d'analyses sont groupés dans le tableau n° 6 et sont reportés sur le graphique logarithmique (graphique n° 15).

Conductivité et concentration en sels

Les eaux présentent une grande variabilité dans leur conductivité et donc dans leur concentration en sels.

Pour une même série de prélèvements (mai 1970) les conductivités varient de 0,8 millimhos/cm à LAZOLAIE, à 6,4 millimhos/cm à IGLOLE I et les salinités de 500 mg/l à 5 gr/l.

Les résultats ne permettent pas de déceler un sens d'évolution de la teneur totale en sels de la nappe. Les concentrations pour chacun des points d'observations sont complètement indépendantes les unes des autres et sont uniquement liées à la nature lithologique des bassins d'alimentation et d'infiltration, ainsi qu'à celle du réservoir.

Par ailleurs pour tous les points les conductivités, donc les teneurs en sels, croissent quand les niveaux piézométriques baissent, sans qu'on observe une plus grande homogénéisation dans les concentrations. Ce fait indique que les eaux se chargent sur place en sels solubles et que la circulation latérale dans les calcaires de MUSTAHIL s'effectue mal.

Teneurs ioniques

De l'examen du diagramme d'analyses d'eau il ressort que l'on peut distinguer deux grands types d'eaux suivant leur salinité :

a) - Les eaux moyennement chargées de AFTOL (2,7 gr/l), LAMBAR (2,7 gr/l), SHILAVO (2 gr/l) et IGLOLE II (0,8 gr/l) sont sulfatées calciques avec la répartition suivante des ions :

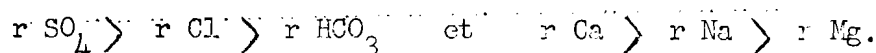


TABLEAU N° 6

ANALYSES DES EAUX DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE MUSTAHIL

exprimées en mg/l

Puits-témoins	Coordonnées	Date de prélèvement	Conductivité en mmhos/cm	pH Labo	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
BARGUN	5° 26' N 44° 59' E	27.5.70	4,1	7,6	139	620	2 000	28,2	380	645	176
LAMBAR	5° 34' N 44° 57' E	11.2.70 27.5.70	4,6 3,1	7,3	288	167	1 720	42	120	705	64
SHILAVO	6° 04' N 44° 45' E	12.2.70 27.5.70	6,0 2,7	7,3	54	114	1 450	35	72	540	61
AFTOL	5° 59' N 44° 42' E	27.5.70	3,0	7,8	164	240	1 750	45	185	650	70
IGLOIE I	6° 09' N 44° 45' E	14.2.70 27.5.70	12,0 6,4	7,5	126	1110	2 350	290	735	630	205
IGLOIE II	5° 45' N 44° 34' E	27.5.70	1,2	7,2	115	11	560	15	11,5	275	11
LAZOLAIE	6° 17' N 44° 43' E	14.2.70 27.5.70	2,6 0,8	8,4	292	36	40	45	30	75	21,4

b) - Les eaux très chargées de BARGUN (3,6 gr/l) et d'IGLOLE I (5,1 gr/l) présentent une même répartition ionique mais un taux de chlorure plus élevé.

Ces teneurs en sels reflètent bien la composition des bassins d'alimentation qui sont constitués en grande partie de matériaux gypseux. Suivant la plus ou moins grande abondance de ceux-ci le taux de sulfates et de chlorures sera plus ou moins élevé.

Il faut mettre à part les eaux de LAZOLAIE très peu chargées (0,5 gr/l) et qui ont une composition très différente des premières ; elles sont carbonatées calciques :



Cette exception pour le puits de LAZOLAIE peut s'expliquer car le bassin d'alimentation doit être surtout constitué de matériaux gréseux de la formation de JESSOMA.

En conclusion, les eaux du Calcaire de MUSTAHIL ne présentent pas une grande homogénéité dans leur concentration et leur composition. La nature lithologique des matériaux recouvrant les calcaires, constituant les zones d'infiltration, conditionnent la qualité chimique des eaux souterraines sous-jacentes.

4.2.4 Conclusions générales

Compte tenu de ses mauvaises conditions d'alimentation et de la faible circulation des eaux souterraines, le Calcaire de MUSTAHIL ne constitue qu'un aquifère pauvre ne disposant que de réserves très faibles. Les débits d'exploitation que l'on peut en espérer sont donc peu importants. Ses eaux sont souvent de mauvaise qualité et présentent alors des teneurs en sels très élevées qui ne peuvent convenir qu'à l'alimentation du bétail.

L'utilisation rationnelle de cet aquifère pourrait commencer par une amélioration des ouvrages de captages actuels déjà situés dans les zones de recharge de la nappe. L'augmentation de la profondeur des puits existants (d'environ 5 mètres) améliorerait leur rendement.

On peut envisager également l'implantation de nouveaux puits. Ils devront être de préférence localisés dans les zones de recharge de la nappe (cuvettes d'épandage) là où les réserves devraient être les plus importantes.

4.3 Nappe alluviale du WABI SHEBELLE

4.3.1 Le réservoir

Nous avons vu dans le paragraphe 3.1.7.1 que les alluvions de la Basse Vallée s'étendent de façon continue de part et d'autre du WABI SHEBELLE depuis le Nord d'IMI jusqu'à la frontière sur une surface voisine de 3 000 km². Elles sont formées d'une alternance de limons, d'argiles et de sables provenant de l'altération des roches cristallines et des formations calcaires et gypseuses. Elles ont une épaisseur totale supérieure à 30 mètres et reposent sur le substratum imperméable de la Formation gypseuse principale. Ces alluvions peuvent renfermer dans les vastes plaines où elles se développent un aquifère continu important.

Les réserves de cet aquifère dépendent de ses conditions d'alimentation et de la perméabilité du matériau alluvial. L'extension considérable des alluvions ainsi que l'absence quasi totale de puits existants, ne permettaient pas l'étude du comportement de la nappe tout au long de la vallée. On a donc été amené à effectuer cette étude à des emplacements présentant des caractères hydromorphologiques différents et pouvant caractériser une zone donnée. Pour ce faire, des profils de piézomètres ont été mis en place dans les sections transversales des plaines alluviales :

- A GODE, au centre de la vaste plaine d'ADAMBOI qui n'est jamais soumise à l'inondation.
- A KELAFO, à l'exutoire de la cuvette d'ILO-UEN qui fait suite à la plaine d'ADAMBOI et qui est soumise périodiquement aux inondations.
- A MUSTAHIL, dans le goulet limitant la plaine alluviale du SHEBELLE soumise à une inondation permanente.

4.3.2 Niveaux piézométriques à GODE

A GODE (5° 55' N et 43° 55' E) la vaste plaine d'ADAMBOI (850 km²) s'étend en rive droite du WABI SHEBELLE sur 12 km de largeur. Le fleuve encaissé dans ses alluvions n'y provoque pas d'inondation.

Le profil mis en place comporte quatre piézomètres orientés suivant une direction nord-nord-est - sud-sud-ouest et rattachés au nivellement général de la Basse Vallée. La coupe lithologique des alluvions est représentée sur le graphique n° 9. La position et les altitudes des piézomètres figurent dans le tableau ci-dessous :

Piézomètres	Distance jusqu'au fleuve	Altitude du sommet du piézo (en mètres)	Altitude du sol (en mètres)
Piézomètre n° 1	1 km rive gauche	311,08	309,85
Piézomètre n° 2	260 m rive droite	304,81	303,55
Piézomètre n° 3	3,8 km rive droite	305,15	304,12
Piézomètre n° 4	8,5 km rive droite	302,17	301,23

Des mesures hebdomadaires de niveau d'eau portant sur un cycle hydrologique complet d'août 1969 à août 1970 y ont été effectuées.

Seuls les piézomètres n° 3 et n° 4 présentent des résultats significatifs, caractéristiques de l'évolution de la nappe. Le piézomètre n° 2 n'a pas fonctionné normalement par suite du colmatage de sa crépine tandis que le piézomètre n° 1 qui capte la nappe alluviale d'un oued local se trouve hors du système alluvial général.

Les fluctuations de la nappe phréatique dans les piézomètres n° 3 et n° 4 ont été reportées sur le graphique n° 16.

FLUCTUATIONS DE LA NAPPE ALLUVIALE A GODE - *FLUCTUATIONS OF ALLUVIAL WATER TABLE IN GODE*

D'Août 1969 à Août 1970

From August 1969 to August 1970

Cote du plan d'eau en mètres
Water level elevation in meters

295

Cote approchée du fond du Wabi Shebelle: 291.00m

291 *Approximate elevation of Wabi Shebelle bed: 291.00m*

290

Précipitation à Godé
Rainfall in Godé

285 50mm
40mm
30mm
20mm
10mm

A S O N D J

1969

Les niveaux piézométriques sont rattachés au nivellement général de la Basse Vallée
The water level elevations are relative to the lower Valley general levelling

Altitude du sol { Piézomètre N° 3 : 304,12m; Piézomètre N° 4 : 301,23m } *Ground elevation*

295

Piézomètre N° 3

Piezometer N° 3

291

290

Piézomètre N° 4

Piezometer N° 4

285 50mm
40mm
30mm
20mm
10mm

F M A M J J A

1970

L'examen de ce graphique permet de noter les observations suivantes :

a) - Mis à part quelques faibles remontées dans le piézomètre n° 4, le niveau de la nappe phréatique reste pratiquement constant durant tout le cycle hydrologique et n'est donc pas influencé par les crues du WABI SHEBELLE. Cette observation traduit une faible diffusivité donc une faible transmissivité dans les alluvions, laquelle peut s'expliquer par leur hétérogénéité et la présence de niveaux argileux.

b) - Les niveaux piézométriques sont profonds (13,70 m sous le sol au piézomètre n° 3 et 15 m au piézomètre n° 4) et toujours inférieurs à la cote du fond du lit du WABI SHEBELLE. En outre, la nappe s'abaisse du piézomètre 3 au piézomètre 4 ; elle est donc alimentée par le fleuve ; cependant cette alimentation est très faible car les crues ne provoquent pas de remontée. Le gradient hydraulique très élevé entre les deux piézomètres (1 %) confirme bien la perméabilité faible des alluvions.

c) - De légères remontées de la surface piézométrique affectent uniquement le piézomètre n° 4 au cours des deux saisons des pluies d'octobre-novembre et mars-avril. Ces remontées sont provoquées par infiltration des eaux de ruissellement en provenance d'affluents locaux.

De ces observations il est possible de tirer quelques conclusions sur le mécanisme d'alimentation et les ressources de la nappe dans la plaine d'ADAMBOI. La plaine d'ADAMBOI comporte une nappe alluviale relativement puissante dont le niveau piézométrique est équilibré par les apports du fleuve. Cependant, la mauvaise perméabilité des alluvions n'autorise pas une recharge saisonnière de la nappe, qui garde un niveau constant toute l'année. Ses autres sources d'alimentation sont négligeables. L'infiltration directe des précipitations est nulle ; seule une alimentation locale par les affluents locaux peut se produire. L'aquifère est pauvre et mal alimenté.

4.3.3 Nappe alluviale à KELAFO

4.3.3.1 Aspect géomorphologique de la cuvette alluviale

La région de KELAFO (5° 35' N et 44° 12' E) située à la limite sud de la cuvette alluviale d'ILO-UEN présente une structure géomorphologique bien particulière se manifestant en surface par des lignes de failles bien apparentes et par la présence d'un lac permanent. Les premières reconnaissances avaient conclu à la formation d'un petit bassin d'effondrement et l'hypothèse de remontées d'eau souterraine de la nappe captive des Calcaires de KEHRI-DAHAR avait été émise. Celle-ci pouvant justifier en première approximation la richesse en eaux de cette région et la formation du lac.

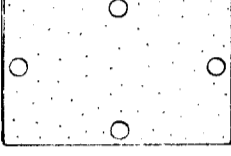
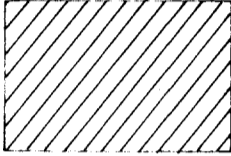

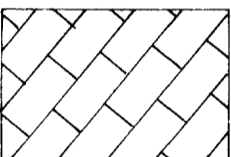
Afin de préciser ces données, une étude géologique détaillée de la région a été entreprise en même temps qu'une ligne de piézomètres perpendiculaire à la vallée était mise en place. L'étude géologique a conduit à l'établissement d'une carte géologique et tectonique à l'échelle du 1/50 000 (carte n° 17 hors-texte) et d'une coupe schématique de la vallée (graphique n° 18). Les zones de fractures sont nettement visibles sur les plateaux du Calcaire de MUSTAHIL dominant la plaine alluviale. Les plateaux situés au nord-ouest de KELAFO sont effondrés par cinq failles ayant chacune un décro-

CARTE GÉOLOGIQUE et STRUCTURALE de la RÉGION de KELAFO


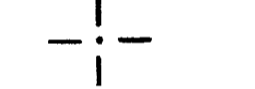
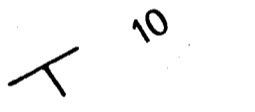
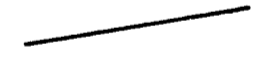

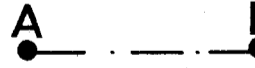

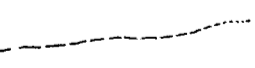

GEOLOGICAL AND STRUCTURAL MAP OF KELAFO AREA



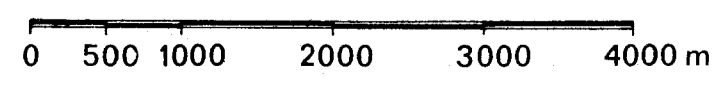
LEGEND / LÉGENDE

- Wabi Shebelle alluvium*
Alluvions du Wabi Shebelle 
- Quaternary local deposits*
Dépôts quaternaires locaux 
- Main gypsum serie*
Formation gypseuse 
- Mustahil limestone*
Calcaires de Mustahil 

SYMBOLS / FIGURES

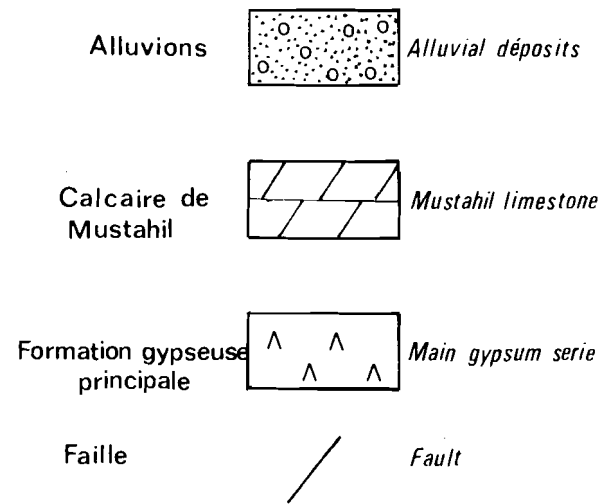
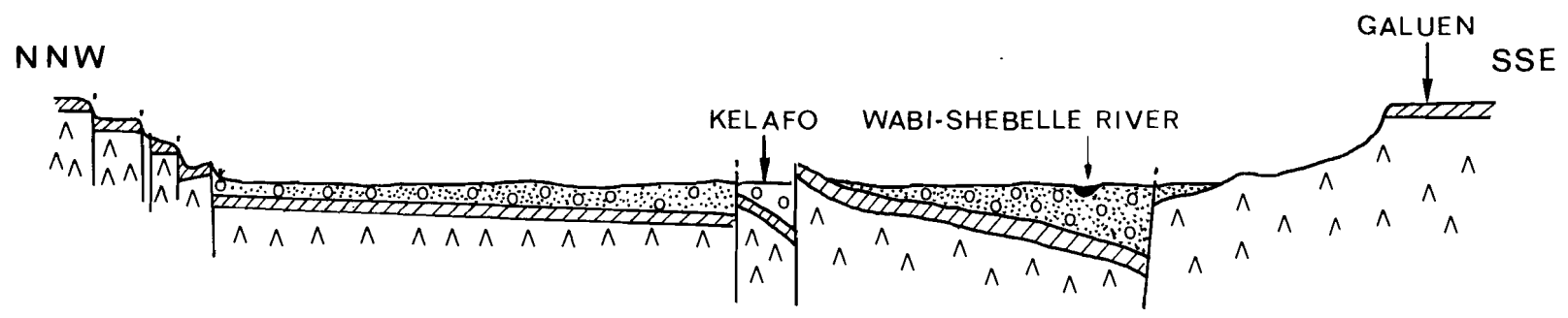
- Geological contact*
Limite géologique 
- No dip*
Pendage nul 
- Strike and dip*
Direction et pendage 
- Définite fault*
Faille sûre 
- Probable fault*
Faille probable 
- Géological cross-section*
Coupe géologique 
- Permanent river*
Fleuve permanent 
- Temporary river*
Rivière temporaire 
- Towns, villages*
Villes, villages 

Scale : 1/50 000
Echelle :



COUPE GEOLOGIQUE DE LA VALLEE
A KELAFO

GEOLOGICAL CROSS-SECTION OF
KELAFO VALLEY



ECHELLES - SCALES
 Horizontale 1/50 000 Horizontal
 Verticale 1/50 000 Vertical

chement de l'ordre de 30 mètres. Les pendages plongent de 8 à 10° vers le sud-est. Au nord-est, quatre failles de direction nord-ouest - sud-est effondrent les formations. Les pendages (45° près des alluvions, 5° ensuite) plongent vers le nord-est. Les collines du sud-ouest sont hachées de neuf failles de direction nord-ouest - sud-est de faible décrochement (10 m) avec des pendages décroissant (25° à 5°) vers le sud-ouest.

Enfin des pointements de Calcaires de MUSTAHIL perçant les alluvions du fleuve jalonnent le parcours de deux failles d'orientation nord-est - sud-ouest qui traversent toute la plaine. Les pendages de ces pointements qui peuvent atteindre 45° traduisent un rebroussement de couches au contact des fractures. La présence d'un affleurement de calcaires dans le lac révèle également l'existence d'une structure faillée sous celui-ci.

Ces éléments structuraux montrent que la plaine alluviale de KELAFO constitue un petit fossé d'effondrement limité par des failles orientées suivant deux directions principales nord-ouest - sud-est et nord-est - sud-ouest. Le panneau effondré d'une centaine de mètres est lui-même fracturé et forme le substratum de la vallée.

Le réseau de failles, s'il se développe en profondeur, peut affecter les Calcaires de KEBRI-DAHAR sous-jacents et favoriser les remontées de ses eaux captives dans la nappe alluviale. Nous verrons ce qu'il faut penser de cette hypothèse après étude des variations du niveau phréatique dans les piézomètres.

4.3.3.2 Niveaux piézométriques

Trois piézomètres ont été mis en place dans la vallée suivant un axe à 170° nord-nord-ouest - sud-sud-est. On trouvera leur plan de situation sur le graphique n° 19. Leurs altitudes figurent dans le tableau ci-dessous :

Piézomètres	Distance jusqu'au fleuve	Altitude du sommet du piézo (en mètres)	Altitude du sol (en mètres)
Piézomètre n° 1	500 m rive droite	269,52	268,50
Piézomètre n° 2	500 m rive gauche	271,00	270,84
Piézomètre n° 4	4,5 km rive gauche	269,40	268,28

Le piézomètre n° 3 n'a pu être installé par suite d'incidents de forage.

Les mesures hebdomadaires de niveaux d'eaux effectuées entre le 14 septembre 1969 et le mois de janvier 1971 ont été reportées sur le graphique n° 20. Sur ce même graphique figure la courbe des fluctuations du fleuve pendant la même période.

KELAFO

Plan de situation des piézomètres

Plan view of piézomètres location

Echelle / Scale

1/50 000

BRAS SECONDAIRE DU WABI SHEBELLE
SECONDARY BED OF WABI SHEBELLE

A

P4

COUPE GEOLOGIQUE
GEOLOGICAL CROSS-SECTION

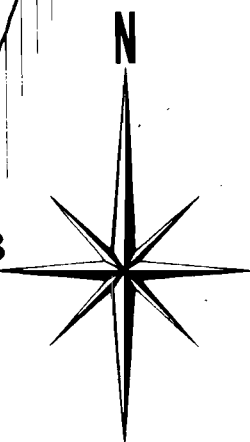
P2

KELAFO

P1

WABI SHEBELLE

Lac / Lake



Figuré

Echelle limnimétrique

Limite des Alluvions

Pointements calcaires

Piézomètre

Legend

Staff-gage

Limit of alluvial deposits

Limestone

Piezometer

Gr-20

INFLUENCE DU WABI SHEBELLE SUR LE NIVEAU DE LA NAPPE A KELAFO

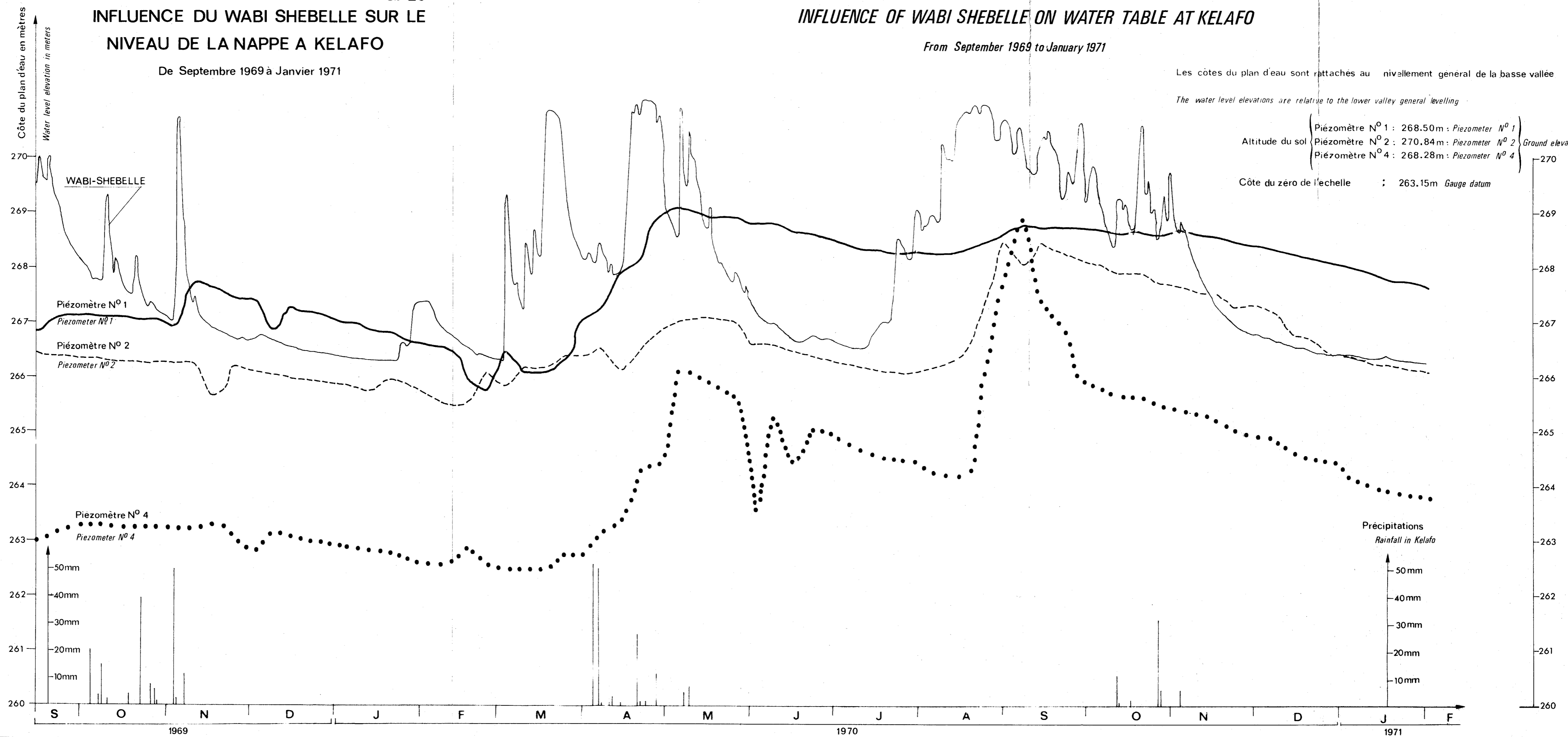
De Septembre 1969 à Janvier 1971

INFLUENCE OF WABI SHEBELLE ON WATER TABLE AT KELAFO

From September 1969 to January 1971

Les cotes du plan d'eau sont rattachés au nivellement général de la basse vallée
The water level elevations are relative to the lower valley general levelling

Altitude du sol	Piezomètre N° 1 : 268.50m : Piezometer N° 1	Ground elevation
	Piezomètre N° 2 : 270.84m : Piezometer N° 2	
	Piezomètre N° 4 : 268.28m : Piezometer N° 4	
Côte du zéro de l'échelle : 263.15m Gauge datum		



Ce graphique met en relief la liaison étroite existant entre le régime des eaux souterraines et les crues du WABI SHEBELLE.

Les fluctuations dans les piézomètres 2 et 4 sont liées aux inondations saisonnières du WABI SHEBELLE dans la plaine d'ILO-UEN, inondations qui apparaissent à environ 30 km à l'amont de KELAFO.

Les fluctuations dans le piézomètre n° 1 situé en rive droite sont davantage liées aux niveaux du lac, lui-même alimenté pour une part par les débordements du WABI SHEBELLE pour une autre part par les apports d'eaux de ruissellement d'un affluent local.

Les crues de septembre et octobre 1969 peu élevées n'ont provoqué que des débordements faibles et localisés. Les remontées dans les trois piézomètres sont peu importantes.

Les crues d'avril-mai 1970 ont donné lieu à des inondations généralisées dans la plaine d'ILO-UEN, et à une élévation importante du niveau du lac qui atteint le piézomètre n° 1. La hauteur de recharge de la nappe est de 1,50 m dans le piézomètre n° 2 et de 3,50 m dans le piézomètre n° 4.

Enfin, les crues d'août et septembre 1970 qui surviennent après une période d'étiage courte et peu accusée provoquent de nouvelles inondations. Le niveau du lac a peu varié de même que celui du piézomètre n° 1. Les niveaux piézométriques qui avaient légèrement baissé pendant la période de basses eaux de juin-juillet accusent une remontée importante de 2,50 m au piézomètre n° 2 et de 5 mètres au piézomètre n° 4. La surface piézométrique est presque affleurante sur toute la largeur de la vallée.

Entre ces périodes de crues, le niveau de la nappe s'abaisse très rapidement et d'autant plus rapidement que l'on s'éloigne du fleuve. Ces observations montrent bien le mécanisme de fonctionnement de la nappe :

a) - Sur la rive droite du fleuve, la nappe est soutenue par le lac. Le niveau piézométrique dépend de la charge du lac. L'écoulement s'effectue dans le sens lac-fleuve.

b) - Sur la rive gauche du WABI SHEBELLE, l'écoulement souterrain s'effectue dans le sens fleuve-nappe. En période d'étiage ou de moyennes eaux du WABI SHEBELLE, la surface piézométrique est relativement profonde (5,25 m sous le sol au piézomètre n° 2 et 5,75 au piézomètre n° 4 à la fin du mois de février 1970) et le gradient hydraulique est de l'ordre de 0,5 ‰.

La recharge de la nappe s'effectue en période de crue par infiltration de l'eau dans les zones inondées. Celles-ci plus importantes à l'extrémité nord de la plaine y provoquent une remontée plus rapide des niveaux piézométriques. La baisse continue des niveaux piézométriques pendant les périodes de basses eaux du fleuve montre que la nappe s'écoule vers l'aval et que son alimentation par le fleuve est faible. La perméabilité horizontale des alluvions est donc peu élevée.

Par contre la réponse rapide des niveaux piézométriques à l'inondation indique une perméabilité verticale plus élevée.

c) - L'hypothèse d'éventuelles remontées d'eaux souterraines des Calcaires de KEERI-DAHAR ne peut être confirmée par les observations piézométriques. Cette alimentation, si elle existe, est en tout état de cause insignifiante car elle n'apporte pas un soutien des étiages de la nappe.

4.3.4 Niveaux piézométriques à MUSTAHIL

MUSTAHIL (5° 14' N et 44° 44' E) se situe à l'exutoire de la vaste plaine inondable de SHEBELLE (voir graphique n° 11). La vallée alluviale large de 2,3 km est resserrée entre les falaises de la Formation gypseuse principale couronnée par les Calcaires de MUSTAHIL. Le WABI SHEBELLE encaissé dans ses alluvions ne déborde plus. Vers le nord la plaine alluviale est plus basse et on y observe plusieurs bras à écoulement temporaire servant de drain aux eaux souterraines.

Un seul piézomètre a pu être posé. Il est situé en rive droite à 320 mètres du fleuve avec les cotes d'altitude suivantes :

- Altitude du sommet du piézomètre : 239,19 m
- Altitude du sol : 238,17 m

Les fluctuations du niveau piézométrique pour la période comprise entre le 20 septembre 1969 et le mois de février 1971 sont représentées sur le graphique n° 21. Les hauteurs d'eau à la station limnigraphique de BURKUR située à 25 km à l'aval de MUSTAHIL y ont également été reportées.

Comme à KELAFO, on observe une concordance entre les crues du WABI SHEBELLE et le régime des eaux souterraines. La vaste cuvette de SHEBELLE située juste à l'amont de MUSTAHIL où s'épandent les crues du WABI SHEBELLE joue le rôle de bassin d'alimentation de la nappe qui s'écoule de l'amont vers l'aval. Suivant la durée et le volume des inondations on observe une recharge plus ou moins importante.

Contrairement à KELAFO, pendant les saisons d'étiage du fleuve (de novembre à février et entre juin et juillet) le niveau piézométrique ne descend jamais en-dessous de la cote de l'eau dans le fleuve. Il y a donc pendant ces périodes, alimentation du fleuve par la nappe. Toutefois, le débit de cette alimentation doit être négligeable car on n'a pas observé d'augmentation significative des débits d'étiage de l'amont vers l'aval. Ici comme à KELAFO il semble que la perméabilité verticale des alluvions soit supérieure à leur perméabilité horizontale.

4.3.5 Géochimie de la nappe alluviale

Les résultats d'analyses effectuées sur les prélèvements dans les piézomètres figurent dans le tableau n° 7 et sont représentés sur le graphique logarithmique n° 22.

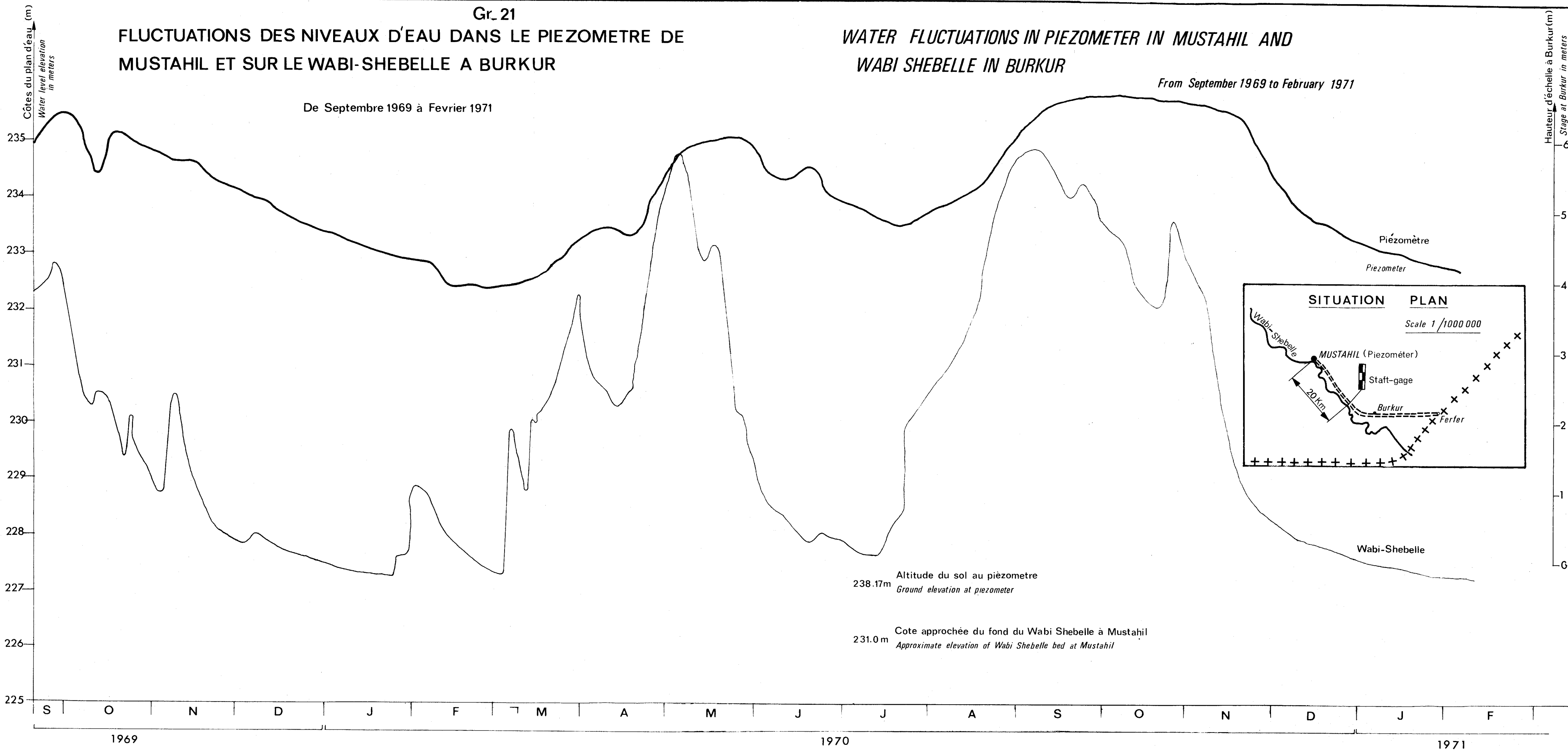
Gr. 21

FLUCTUATIONS DES NIVEAUX D'EAU DANS LE PIEZOMETRE DE MUSTAHIL ET SUR LE WABI-SHEBELLE A BURKUR

WATER FLUCTUATIONS IN PIEZOMETER IN MUSTAHIL AND WABI SHEBELLE IN BURKUR

From September 1969 to February 1971

De Septembre 1969 à Février 1971



Altitude du sol au piézomètre
238.17m
Ground elevation at piezometer

Cote approchée du fond du Wabi Shebelle à Mustahil
231.0 m
Approximate elevation of Wabi Shebelle bed at Mustahil

TABLEAU N° 7

ANALYSES DES EAUX DE LA NAPPE ALLOUVIALE en mg/l

Piézomètres		Date de prélèvement	Conductivité en mmhos/cm	Salinité totale gr/l	pH Labo	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	
GODE	Piézo 2	02.09.1969	4,1	3,1	7,4	45	375	1 870	19,1	405	660	70	
		18.11.1969	4,0	3,1	7,5	68	375	1 830	19,6	400	630	61,4	
GODE	Piézo 3	02.09.1969	3,8	2,8	7,5	87	264	1 690	10,6	500	450	82,7	
		18.11.1969	3,7	2,9	7,4	88	308	1 700	11,4	507	405	74,1	
		Février 1970	4,6	3,5									
		Mai 1970	5,1	3,8									
GODE	Piézo 4	02.09.1969	2,6	1,8	7,5	58	136	1 140	7,9	215	360	60,3	
		18.11.1969	2,3	1,5	7,2	102	225	730	8,2	250	280	23,3	
		Février 1970	4,0	3,0									
		Mai 1970	3,2	2,4									
KELAFO	Piézo 2	Février 1970	3,5	2,6									
		Mai 1970	3,3	2,5	8,6	594	530	8	53	610	3	32	
KELAFO	Piézo 4	Février 1970	7,4	5,6									
		Mai 1970	3,1	2,3	7,2	139	156	1 600	42	225	475	87	
MUSTAHL	Piézo 1	Février 1970	3,0	2,3									
		Mai 1970	2,8	2,1	7,0	62	280	870	11,5	395	143	49	

- Teneur totale en sels dissous

Les conductivités mesurées sont en général assez élevées. Si l'on excepte la valeur anormalement forte de février 1970, au piézomètre n° 4 de KELAFO, elles varient entre 5,1 et 2,3 mmhos/cm. Les teneurs en sels équivalentes sont comprises entre 3,8 et 1,5 gr/l. Celles-ci confirment la présence de matériaux gypseux dans les alluvions.

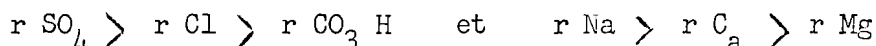
Pour chaque série de mesures, on observe une diminution des salinités de GODE à MUSTAHIL.

Cette décroissance de la minéralisation de la nappe est liée au mécanisme d'alimentation :

- A GODE, la nappe mal alimentée a un écoulement faible et se charge en sels dans le réservoir. Le piézomètre n° 4 de GODE situé dans une zone d'alimentation de la nappe par les affluents locaux présente une concentration en sels plus faible,
- A KELAFO et MUSTAHIL, la nappe reçoit une alimentation saisonnière par les eaux peu chargées du WABI SHEBELIE. Sa salinité est moins élevée qu'à GODE.

- Teneurs ioniques (graphique n° 22)

Dans l'ensemble, les eaux de la nappe alluviale présentent le même faciès géochimique. Elles sont sulfatées sodiques avec un taux de Cl élevé et la répartition des ions suivante :



Seules les eaux du piézomètre n° 2 de KELAFO diffèrent totalement. Elles sont chlorurées sodiques avec un taux de sulfates très faible.

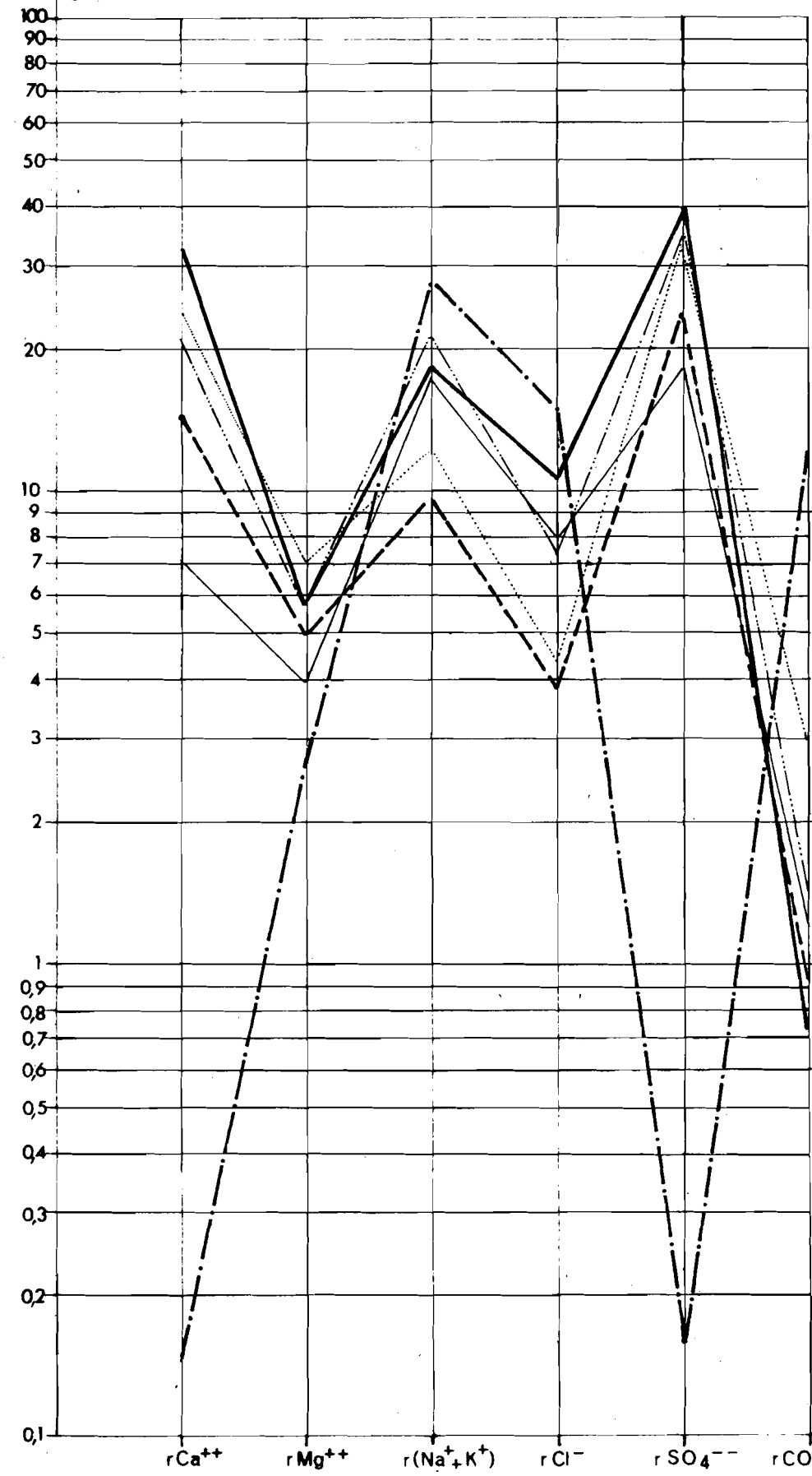
Les hautes teneurs en sulfates des eaux de la nappe alluviale mettent bien en évidence l'influence prépondérante des gypses présents dans le réservoir.

4.3.6 Conclusions générales

Etant donné leur faible perméabilité, les alluvions constituent un réservoir aquifère pauvre. Les volumes d'eau emmagasinés y sont peu importants.

Ce réservoir ne bénéficie d'une alimentation notable que dans les zones de débordement du fleuve, c'est-à-dire dans la vaste cuvette qui s'étend de KELAFO à MUSTAHIL et à un degré moindre dans la cuvette d'IMI. En dehors de ces zones soumises à l'inondation, la nappe est peu alimentée et conserve un niveau piézométrique constant équilibré par le fleuve. Seules quelques zones sont alimentées par déversements d'oueds. Mais ces apports n'influencent pas le niveau piézométrique général de la nappe par suite de la mauvaise transmissivité des alluvions. Il semble également que l'écoulement de la nappe soit très faible.

AQUIFERE DES ALLUVIONS / AQUIFER OF WABI-SHEBHELLE
 DU WABI-SHEBELLE / ALLUVIAL DEPOSITS



Figurés	Symbols
GODE P2	—
GODE P3	- - - - -
GODE P4	- - - - -
KELAFO P2	- · - · -
KELAFO P4	· · · · ·
MUSTAHIL P1	—

Les eaux relativement chargées en sels (de 2 à 5 gr/l) par suite de leur circulation faible et de la présence dans le réservoir de sédiments gypseux sont de qualité médiocre.

4.4 Nappe alluviale du FAFEN et du JERER

4.4.1 Le réservoir

Entre DEGAHBOUR et la dernière cuvette alluviale, les alluvions du FAFEN et du JERER occupent une surface d'environ 2 000 km². Peu développées entre DEGAHBOUR et FANHAD où elles occupent une bande étroite reposant sur les Calcaires de KEBRI-DAHAR, elles sont bien représentées au Sud de FANHAD où elles forment des vastes plaines d'épandage sur la Formation des gypses principaux.

L'épaisseur de ces alluvions est de 15 mètres à KEBRI-DAHAR et doit être de même ordre dans toute la vallée.

Les dépôts alluviaux présentent en surface des compositions lithologiques variables suivant leur localisation. Au Nord de FANHAD ce sont des limons sableux de couleur rouge provenant surtout des oueds locaux. Dans les plaines comprises entre FANHAD et KORAHE, les limons sableux de couleur grise ou gris-jaune provenant du FAFEN dominant. En général perméables, ils doivent permettre la constitution d'un réservoir de bonne qualité. Dans la plaine sud de KORAHE et dans celle de DOBAWEIN, les alluvions de couleur brune plus argileuses doivent constituer un réservoir médiocre.

Enfin dans la dernière dépression, ou plaine d'IGLOIE, les alluvions de couleur grise ou rouge salées constituent un réservoir de mauvaise qualité. Ces réservoirs sont alimentés en majeure partie par les eaux de ruissellement local.

Au Nord de KORAHE, les débordements du FAFEN sont inexistant, par contre les oueds locaux se déversent dans la plaine alluviale. Les inondations saisonnières de la plaine alluviale sont très importantes depuis la confluence du JERER avec le FAFEN jusqu'au Sud de SHEKOSH.

Au Sud de KORAHE, la nappe alluviale est surtout alimentée par les eaux des crues du FAFEN qui se perdent par déversement de surface en nappe dans la cuvette sud de KORAHE et dans la cuvette de DOBAWEIN. Certaines parties des cuvettes sont également alimentées par les crues des oueds locaux.

4.4.2 Niveaux piézométriques

De nombreux puits servant surtout à l'abreuvement du bétail, captent la nappe alluviale du FAFEN. Souvent creusés directement dans le lit du FAFEN et du JERER, ils sont peu profonds, leur fond correspondant aux niveaux les plus bas de la surface piézométrique. Ils sont en général groupés dans des zones bénéficiant d'une bonne alimentation en eaux superficielles. Certains de ces puits s'assèchent entre les périodes de recharge. Nous donnons ci-après la liste des puits les plus importants classés par zones :

a) - Vallée du JERER et du FAFEN avant leur confluence

- DEGAHBOUR (8° 12' N - 43° 33' E)
De nombreux puits sont creusés dans le lit du JERER ou sur les berges. Quatre puits maçonnés, situés sur les berges, ont 8 à 10 mètres de profondeur. Les puits creusés dans le lit ne sont pas étayés et ont 3 mètres de profondeur.
- BULAIE (7° 54' N - 43° 47' E)
Trois groupes de puits d'une profondeur moyenne de 15 mètres sont creusés dans le lit du JERER.
- SESEHENE (7° 52' N - 43° 41' E)
Les puits creusés dans le lit du FAFEN ont une profondeur moyenne de 3 mètres et sont approfondis au fur et à mesure que la nappe baisse.

b) - Vallée du FAFEN comprise entre la jonction FAFEN-JERER et la plaine de KEBRI-DAHAR

- HANANNIEY (7° 40' N - 43° 48' E)
Les puits peu profonds sont creusés dans le lit à la jonction du FAFEN et du JERER.
- BIRCOT (7° 37' N - 43° 47' E)
Les puits situés dans le lit et sur la rive du FAFEN ont une profondeur moyenne de 7 mètres.
- GALADINE (coordonnées approchées 7° 00' N - 44° 10' E)
Le puits est situé à 58 km au nord de KEBRI-DAHAR et à 2 km du FAFEN dans la plaine alluviale. Sa profondeur est de 20 m.

c) - Plaine alluviale de KEBRI-DAHAR

- KEBRI-DAHAR (6° 44' N - 44° 17' E)
De nombreux puits sont creusés dans le lit ou sur les berges du FAFEN. Certains de ces puits sont maçonnés.
Ces puits ont une profondeur moyenne de 10 à 15 mètres suivant leur implantation.
Le puits municipal de KEBRI-DAHAR profond de 30 mètres reçoit une double alimentation de la nappe alluviale et de la nappe sous-jacente des calcaires.
- KORAHE (6° 35' N - 44° 22' E)
Les puits creusés dans le lit du FAFEN ont une profondeur variable suivant leur position, comprise entre 6 et 15 mètres.

d) - Les plaines d'épandage du FAFEN (sud de KORAHE et DOBAWEIN)

- MAHARATO (6° 29' N - 44° 26' E)
Les puits creusés dans la cuvette d'épandage sud de KORAHE ont une profondeur moyenne de 8 mètres.

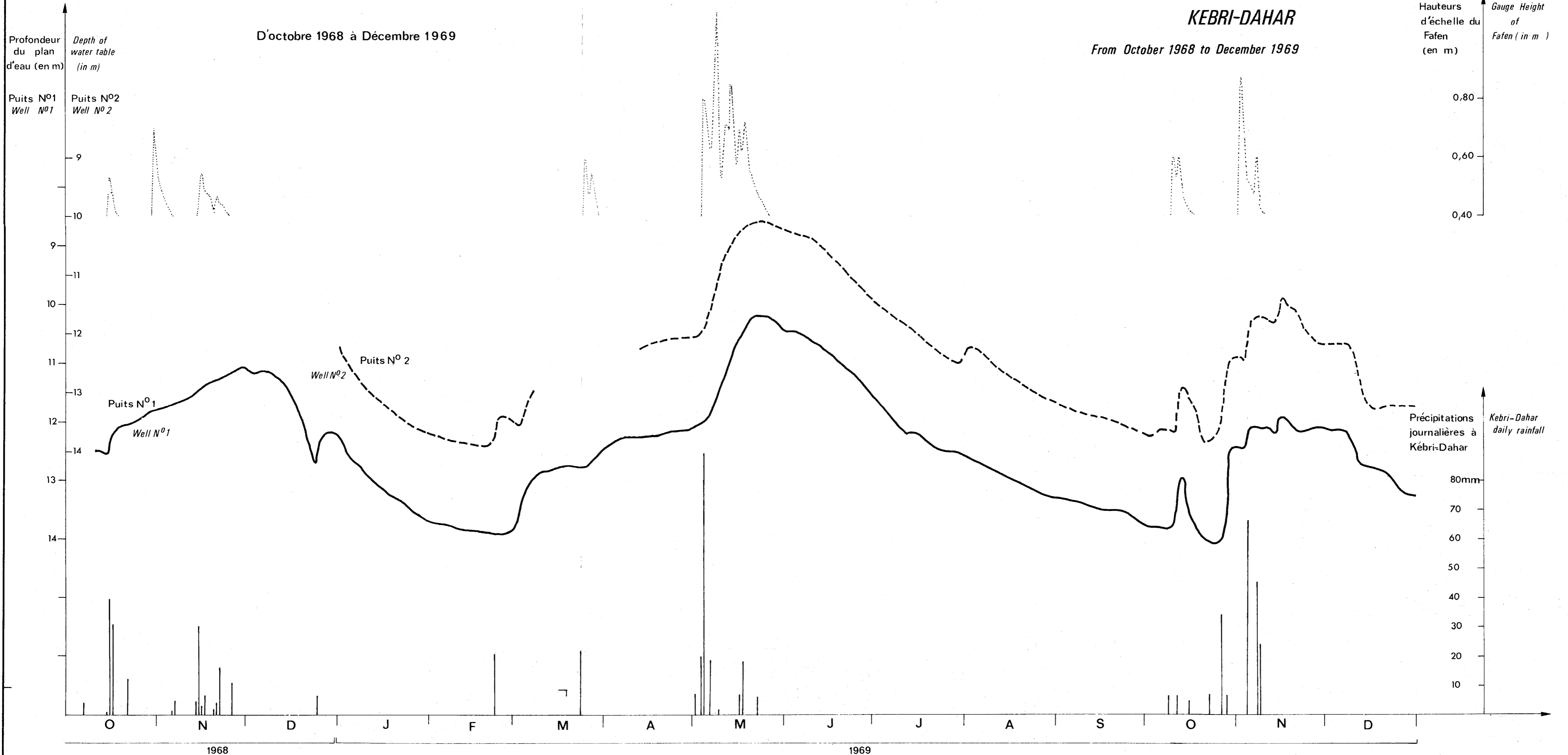
Gr. 23

FLUCTUATIONS DE LA NAPPE ALLUVIALE A KEBRI-DAHAR

FLUCTUATIONS OF ALLUVIAL WATER TABLE IN KEBRI-DAHAR

D'octobre 1968 à Décembre 1969

From October 1968 to December 1969



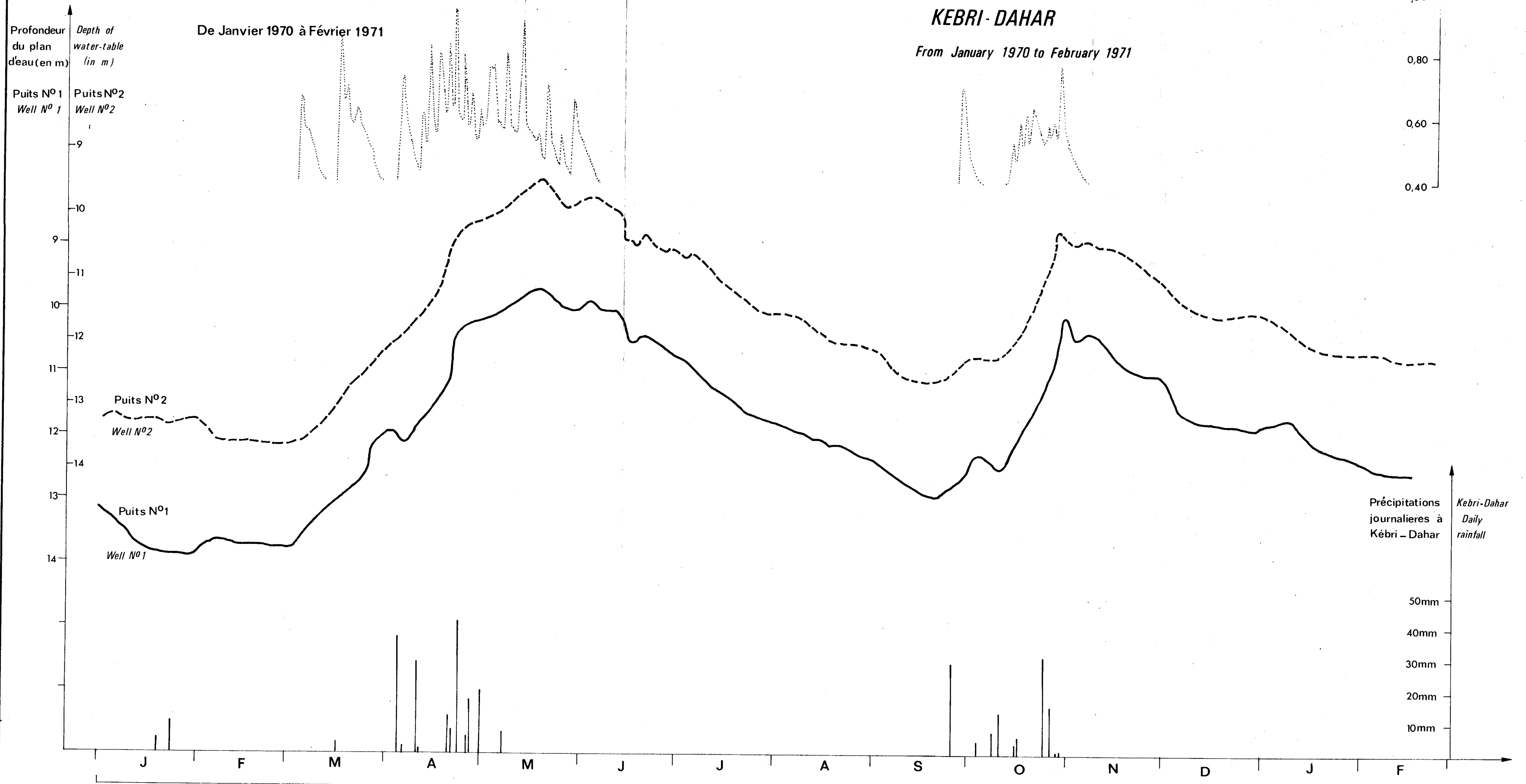
Gr. 24

FLUCTUATIONS DE LA NAPPE ALLUVIALE A KEBRI-DAHAR

FLUCTUATIONS OF ALLUVIAL WATER-TABLE IN KEBRI-DAHAR

De Janvier 1970 à Février 1971

From January 1970 to February 1971



- GHIR D'HALE (6° 12' N - 44° 23' E)
40 puits d'une profondeur de 8,50 m à 9 m dans la cuvette de DOBAWEIN.
- GOBLE (6° 09' N - 44° 21' E)
10 puits permanents dans la cuvette de DOBAWEIN.
- MAHARRIS (6° 07' N - 44° 21' E)
3 puits permanents dans la cuvette de DOBAWEIN.

Les variations piézométriques de la nappe ont été observées à KEBRI-DAHAR sur deux puits-témoins très proches l'un de l'autre, situés sur les berges du FAFEN. Les fluctuations journalières du plan d'eau pour la période comprise entre novembre 1968 et février 1971 ont été reproduites sur les graphiques n° 23 et n° 24. Sur ces mêmes graphiques ont été reportées les hauteurs d'eau dans le FAFEN ainsi que les précipitations à la station pluviométrique de KEBRI-DAHAR pour la même période.

On constate que les périodes de recharge de la nappe correspondent aux périodes d'écoulement du FAFEN et que l'amplitude de ces recharges dépend du nombre de jours d'écoulement.

La même observation a été faite sur les puits de DEGAHBOUR et KORAHE.

- A DEGAHBOUR le niveau piézométrique est remonté de 3,02 mètres entre février et juin 1970.
- A KORAHE il est remonté de plus de 6 mètres pendant la même période.

La nappe alluviale du FAFEN est donc une nappe peu profonde dont la majorité des apports provient du FAFEN et de ses affluents. En raison de la grande irrégularité interannuelle du régime d'écoulement du FAFEN les réserves de la nappe seront très variables selon les périodes.

La perméabilité des alluvions semble également très variable. Dans la région de KEBRI-DAHAR la relative rapidité de réponse de la nappe à la crue du FAFEN indique une bonne diffusivité, donc une bonne perméabilité. Cette perméabilité doit être plus faible dans les cuvettes d'inondation recouvertes d'un matériau plus argileux.

Un essai de pompage, effectué sur le puits municipal de KEBRI-DAHAR en période de recharge de la nappe (31 mai 1970), a donné les résultats suivants :

Durée de pompage	: 7 heures
Débit initial	: 6 m ³ /h
Débit final	: 5,1 m ³ /h
Rabatement en fin de pompage	: 1,16 m
Durée de remontée observée	: 3 heures
Rabatement à la fin de la remontée observée	: 0,59 m

Les valeurs de la transmissivité et du coefficient d'emmagasinement ne peuvent être déterminées avec précision car le débit n'a pu être maintenu constant pendant l'essai. On peut cependant admettre que les alluvions sont peu transmissives, mauvaise transmissivité due à la faible épaisseur des alluvions qui ne permet pas la constitution d'un aquifère important.

4.4.3 Géochimie de la nappe

Les résultats d'analyses d'eau groupées dans le tableau n° 8 proviennent de prise d'échantillons opérées à trois époques différentes.

Les échantillons de BULALE et GHIR D'HAIE ont été prélevés en février 1968 (saison sèche).

Les autres échantillons ont été prélevés en février 1970 (saison sèche) et en mai 1970 (fin de saison des pluies). Seules des mesures de conductivité électrique ont été effectuées sur les échantillons de février 1970.

Conductivités

Les conductivités mesurées sont très élevées pendant la saison sèche (mois de février). Elles sont comprises entre 3,0 mmhos/cm à KEBRI-DAHAR et 11,2 mmhos/cm à GHIR D'HAIE. Les teneurs totales en sels équivalentes varient de 2,3 gr/l à 9,5 gr/l. On n'observe pas de gradient de conductivité dans la vallée, ce qui signifie que les eaux circulent peu et que leurs salinités variables sont liées à la composition locale des alluvions.

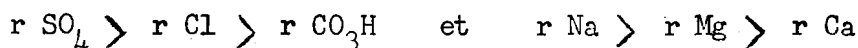
La recharge de la nappe pendant les deux saisons annuelles des pluies provoque une diminution générale des concentrations. Les conductivités mesurées en mai-juin varient de 4,0 mmhos/cm à DEGAHBOUR à 0,81 mmhos/cm au puits municipal de KEBRI-DAHAR. Les concentrations en sels des eaux souterraines varient donc dans le temps et dans l'espace et sont liées à deux facteurs principaux :

- la nature lithologique des alluvions et des bassins d'alimentation
- la durée de la période de recharge de la nappe.

Les résultats d'analyses montrent en outre que les eaux de meilleure qualité se trouvent dans les plaines de KEBRI-DAHAR tandis que les eaux de la cuvette d'épandage de DOBAWEIN et des alluvions de JERER sont de médiocre qualité.

Teneurs ioniques (graphique n° 25)

Dans l'ensemble, les eaux présentent le même faciès chimique. Elles sont sulfatées sodiques et magnésiennes avec :

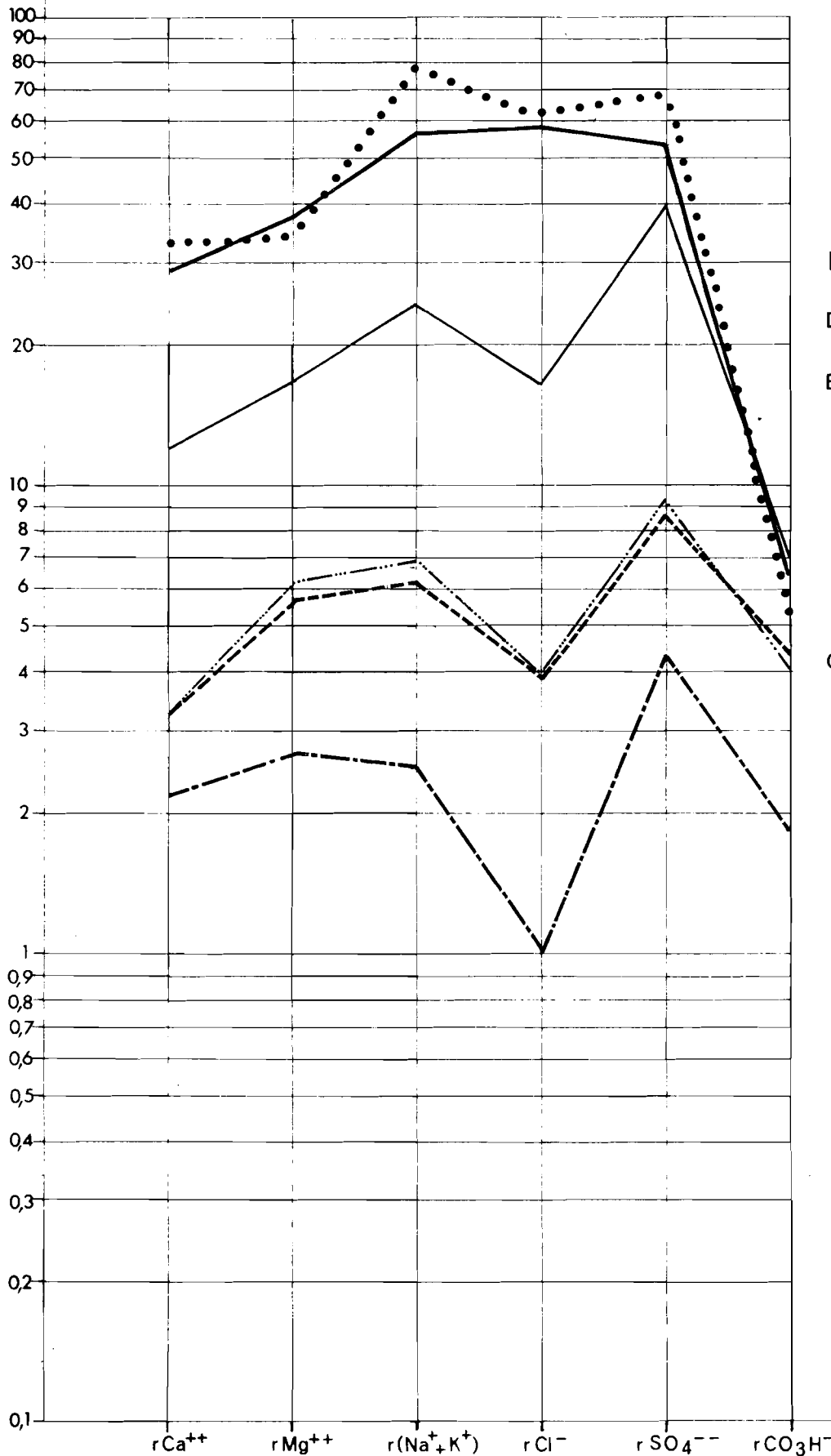


En période de recharge de la nappe, les sulfates sont dominants, le rapport $\frac{r \text{ SO}_4}{r \text{ Cl}}$ varie entre 2,3 et 4,3.

AQUIFERES DES ALLUVIONS DU
FAFEN ET DU JERER

AQUIFERS OF FAFEN AND JERER
ALLUVIUMS

Teneurs en
meq/l
Content in
meq/l



Figurés / Symbols

DEGAHBOUR ———

BOULALE ———

KEBRI-DAHAR

Well N° 1 - - - - -

Well N° 2 - · - - -

Municipal Well - · - · -

GHIR D'HALE · · · · ·

TABLEAU N° 8

ANALYSES DES EAUX DE LA MAPPE ALLUVIALE DU FAFEN ET DU JERER (en mg/l)

Emplacement	Coordonnées	Date de prélèvement	Conductivité en mmhos/cm	Salinité totale gr/l	pH	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
DEGAHBOUR	8° 12' N	17.2.70	5,3	4,0								
	43° 33' E	4.6.70	4,0	3,8	7,8	347	590:1	900:	19	550:	256	206
BULALE	7° 54' N	12.1.68	10,3	7,7	7,9	393	2 127:2	134:	56	1 280:	580	440
	43° 47' E											
KEERI-DAHAR	6° 44' N	15.2.70	3,0	2,3								
Puits-témoins n° 1	44° 17' E	Mai 1970	1,7	1,0	7,6	224	138:	420:	15	133:	65	69
KEERI-DAHAR	6° 44' N	15.2.70	4,6	3,5								
Puits-témoins n° 2	44° 17' E	Mai 1970	1,6	1,1	8,0	206	139:	450:	15	150:	64	76
KEERI-DAHAR	6° 44' N	Mai 1970	0,81	0,45	7,6	92	37:	210:	7	52:	45	33
Puits municipal	44° 17' E											
KORAHE	6° 35' N	14.2.70	3,5	2,6								
	44° 22' E											
GHIR D'HALE	6° 12' N	9.2.68	11,2	9,5	7,8	317	2 200:3	252:100	:1	800:	660	415
	44° 23' E											

Pendant la saison sèche, le taux de chlorure est plus élevé. Le rapport $\frac{r_{SO_4}}{r_{Cl}}$ est de 0,8 à BULALE et de 1,1 à GHIR D'HALE.

L'augmentation de la teneur en sels et les variations des teneurs ioniques entre les saisons humides et les saisons sèches indiquent que la nappe est alimentée par des eaux sulfatées qui se chargent en chlorures dans le réservoir.

4.4.4 Conclusions générales

Les alluvions du FAFEN renferment un aquifère continu mais peu épais, dont les réserves sont peu importantes et dépendent de la plus ou moins grande abondance des apports saisonniers du FAFEN et de ses affluents.

La qualité des eaux varie en fonction de la durée de la période de recharge et de la nature lithologique du matériau alluvial et des bassins d'alimentation.

De qualité très médiocre au Nord de KEBRI-DAHAR et dans les cuvettes s'étendant au Sud de KORAHE, les eaux sont de meilleure qualité dans la plaine d'épandage qui s'étend de FANHAD à KORAHE.

Cet aquifère convient cependant très bien pour l'alimentation du bétail. Afin d'obtenir des débits d'exploitation suffisants, on aura intérêt à multiplier le nombre de puits, suffisamment profonds afin de capter l'aquifère des alluvions jusqu'au bed-rock.

4.5 Nappes locales d'alluvions et de cuvettes

4.5.1 Les réservoirs

La géomorphologie des vallées de l'OGADEN avec plaines alluviales développées à la faveur de resserrements et de fractures et formation de cuvettes d'épandage à l'exutoire des rivières endoréïques permet la localisation de petits bassins hydrogéologiques contenant des eaux souterraines peu profondes.

La lithologie de ces bassins occupés par des sédiments récents formés sur place ou peu transportés est en relation directe avec la nature des terrains sous-jacents.

Ces bassins hydrogéologiques individualisés sont alimentés par épandage des eaux de crues et de ruissellement. Dans certains cas, il peut y avoir également alimentation par l'aquifère des calcaires. Leurs réserves souvent limitées varient en fonction de l'épaisseur du réservoir, et de la surface de son bassin d'alimentation. Beaucoup de ces aquifères sont temporaires et tarissent au cours de l'année.

Les cuvettes d'épandage contenant un aquifère peu profond sont surtout localisées sur les formations gypseuses tendres ou sur les affleurements marno-calcaires constituant le sommet de la formation des Calcaires de KEBRI-DAHAR. Sur les calcaires massifs, les eaux souterraines sont concentrées principalement dans les alluvions locales d'oueds.

4.5.2 Points d'observations et niveaux piézométriques

Les fluctuations piézométriques des nappes de cuvettes d'épandage ou d'alluvions dépendent essentiellement du régime des apports d'eaux de ruissellement. Elles sont donc liées au régime et à l'abondance des précipitations locales.

Comme pour la nappe alluviale du FAFEN, les aquifères sont alimentés deux fois par an au cours des saisons des pluies.

Le tableau n° 9 résume les observations faites sur les principaux puits avant et après la première saison des pluies de l'année 1970.

Les remontées du niveau piézométrique entre février et juin 1970 sont variables et affectent tous les puits observés sauf ceux de TUCUB, BUBE et DOURRE qui voient au contraire leur niveau piézométrique descendre pendant la même période.

Les recharges saisonnières des nappes dépendent donc de la répartition spatiale des précipitations et sont de ce fait très irrégulières.

4.5.3 Géochimie des eaux souterraines

La qualité des eaux dépend de la lithologie des bassins d'alimentation des alluvions et des cuvettes, qui fournissent aussi bien les sédiments que les eaux de ruissellement.

Les résultats d'analyses des eaux groupées d'après la nature géologique du substratum sont rassemblées dans le tableau n° 10.

Conductivités et teneurs en sels

Les conductivités observées très variables suivant les bassins hydrogéologiques et la date du prélèvement sont toujours relativement fortes.

Sur le substratum des Calcaires de KEBRI-DAHAR en période d'étiage (janvier-février) les teneurs totales en sels mesurées sont comprises entre 0,9 gr/l (puits de DEGAH-MEDO) et 4,2 gr/l (puits de SEGEG).

Sur les gypses principaux, plus élevées, elles sont comprises entre 2,4 gr/l (DUHUN) et 12,1 gr/l (MERERALE).

Ces salinités sont généralement plus faibles en période de recharge de la nappe.

TABLEAU N° 9

LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DES NAPPES LOCALES D'ALLUVIONS OU DE CUVETTES

Puits	Coordonnées	Type de réservoirs	Nature du substratum	Profondeur du puits à partir du sol (en m)	Niveau piézo (en m)		Variations du plan d'eau entre Février et Juin 1970
					Février 1970	Mai-Juin 1970	
DEGAH-MEDO	7° 58' N 43° 01' E	Alluvions du SULLUL	Calcaires de KEBRI-DAHAR	15,38	12,90	12,28	+ 0,62
SEGEG	7° 40' N 42° 50' E	Alluvions du SULLUL	Calcaires de KEBRI-DAHAR	0,80	0,57	0,50	+ 0,07
DADIN	6° 40' N 44° 11' E	Cuvette d'épandage	marno-calcaires de KEBRI-DAHAR	-	3,10	0	+ 3,10
DALAD	6° 37' N 44° 06' E	Cuvette d'épandage	marno-calcaires de KEBRI-DAHAR	8,25	6,15	4,78	+ 1,37
KAPTINAG	6° 34' N 43° 55' E	Alluvions d'oued	marno-calcaires de KEBRI-DAHAR	2,50	1,50	+ 0,10	+ 1,60
EL-HAR	6° 46' N 44° 27' E	Cuvette d'épandage	gypses principaux	13,91	12,06	-	-
MERERALE	6° 36' N 44° 31' E	Cuvette d'épandage	gypses principaux	8,09	7,20	6,50	+ 0,70
DAMBE ROUENE	6° 30' N 43° 37' E	Alluvions d'oued	gypses principaux	1,60	1,40	-	-

TABLEAU N° 9 (suite)

LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES DES NAPPES LOCALES D'ALLUVIONS OU DE CUVETTES

Puits	Coordonnées	Type de réservoirs	Nature du substratum	Profondeur du puits à partir du sol (en m)	Niveau piézo (en m) Février 1970	Niveau piézo (en m) Mai-Juin 1970	Variations du plan d'eau entre Février et Juin 1970
DANAN	6° 30' N 43° 29' E	Alluvions d'oued	gypses principaux	2,90	2,80	1,27	+ 1,53
SHILILE	6° 41' N 43° 32' E	Cuvette d'épandage	gypses principaux	7,70	5,90	4,95	+ 0,95
ADEYA	6° 13' N 43° 36' E	Cuvette d'épandage	gypses principaux	2,65	2,15	1,00	+ 1,15
DUHUN	7° 13' N 42° 42' E	Alluvions d'oued	gypses principaux	7,18	7,08	3,88	+ 3,20
TUCUB	7° 03' N 42° 44' E	Alluvions d'oued	gypses principaux	1,73	1,23	1,70	- 0,47
EL FUD	7° 15' N 42° 52' E	Alluvions d'oued	gypses principaux	4,47	3,69	-	-
BUBE	6° 39' N 44° 35' E	Cuvette d'épandage	grès de JESSOMA	15,73	5,34	8,15	- 2,81
DOURRE	6° 39' N 44° 39' E	Cuvette d'épandage	grès de JESSOMA	19,86	12,05	16,06	- 4,01
FERFER	5° 05' N 45° 05' E	Alluvions d'oued	gypses de FERFER	-	1,79	0,55	+ 1,24

TABLEAU N° 10

ANALYSES DES EAUX DES NAPPES D'ALLUVIONS ET DE CUVETTES (exprimées en mg/l)

Nature du substratum	Puits	Date de prélèvement	Conductivité en mmhos/cm	Salinité totale gr/l	pH labo	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
I. Calcaires de KEBRI-DAHAR	DEGAH-MEDO	20.2.70	1,2	0,9								
		4.6.70	2,3	1,7	8,5	515	108	550	3,1	485	6	19,5
	SEGEG	16.1.68	5,6	4,2	8,2	317	1 728	658	25	855	140	232
		21.2.70	4,2	3,2								
		4.6.70	11,3	8,4	7,9	134	2 700	3 050	20,5	1 950	196	445
	DADIN	4.2.70	2,6	2,0								
	DALAD	4.2.70	2,7	2,1								
		2.6.70	2,4	2,6	7,4	80	28	1 800	25,6	19	655	48
	KAPTINAG	4.2.70	3,3	2,5								
	II. Gypses principaux	EL HAR	13.1.68	14,7	11,1	7,8	830	2 340	3 336	103	1 530	740
MERERALE		11.1.68	17,2	12,1	7,7	378	3 990	2 780	103	1 865	840	658
		14.2.70	15,7	11,9								
		20.7.70	11,2	8,8	7,7	160	3 130	2 650	352	1 435	700	452
DANAN		23.2.70	3,4	2,7								
		2.6.70	2,6	2,7	7,4	44	41	1 850	21,4	30	655	78
SHILLILE		2.6.70	5,2	4,4	7,7	232	630	2 600	18,7	338	670	345
ADEYA		23.2.70	6,4	4,9								
DUHUN		21.2.70	3,2	2,4								
		3.6.70	2,7	2,5	7,2	104	17	1 650	10,4	18,5	615	50
TUCUB		22.1.68	11,6	9,8	7,9	354	1 914	3 670	52	1 500	660	512
		21.2.70	3,2	2,4								

TABLEAU N° 10 (suite)

ANALYSES DES EAUX DES NAPPE D'ALLUVIONS ET DE CUVERTES (exprimées en mg/l)

Nature du substratum	Puits	Date de prélèvement	Conductivité en mmhos/cm	Salinité totale gr/l	pH labo	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
III. Grès de JESSOMA	BUEF	14.2.70	5,3	4,0								
		29.5.70	2,2	1,9	8,3	296	128	870	140	80	305	49
	DOURRE	14.2.70	3,0	2,3								
		29.5.70	2,7	2,6	7,3	310	62	1 350	25,6	39	710	50
IV. Gypses de FERFER	FERFER	11.2.70	3,7	2,8								
		27.5.70	2,7	2,7	7,3	51	115	1 750	18,6	53	685	59

Composition ionique

La répartition des sels dépend également de la nature des sédiments et de la période de l'année.

Les graphiques n° 26, 27, 28 et 29 donnent une représentation des compositions ioniques.

Les eaux des alluvions ou cuvettes développées sur les Calcaires de KEBRI-DAHAR ont des compositions très différentes suivant leur localisation.

Les eaux contenues dans les sédiments provenant des formations gypseuses ont des faciès différents suivant l'époque de l'année.

En période de recharge de la nappe, elles sont en général sulfatées calciques et magnésiennes.

En période d'étiage de la nappe (conductivités fortes) le taux de chlorures augmente. Elles sont alors chlorurées sodiques ou sulfatées chlorurées sodiques.

4.5.4 Conclusions générales

Les nappes locales d'alluvions ou de cuvettes d'épandage ne constituent que des réserves d'eaux souterraines localisées et peu importantes.

Ces réserves présentent une grande irrégularité d'alimentation car elles dépendent essentiellement des conditions locales de précipitations.

Elles se caractérisent par ailleurs par des teneurs totales en sels souvent élevées par suite de la présence dans leur bassin d'alimentation de matériaux gypseux.

Les débits que l'on peut espérer de ces nappes sont insignifiants. Elles ne peuvent convenir qu'à une utilisation pastorale locale.

4.6 Eaux souterraines de la Formation gypseuse principale

4.6.1 Le réservoir

La Formation gypseuse principale qui occupe une grande surface de l'OGADEN (environ 40 000 km²) joue un rôle important dans le régime et la qualité des eaux souterraines.

Les assises argileuses ou marneuses qu'elle renferme constituent le soubassement imperméable des nappes d'alluvions ou de cuvettes et de l'aquifère de MUSTAHIL. Elles contaminent toutes les eaux de surface et souterraines au sud-ouest d'une ligne KORAHE-DANAN-DUHUN.

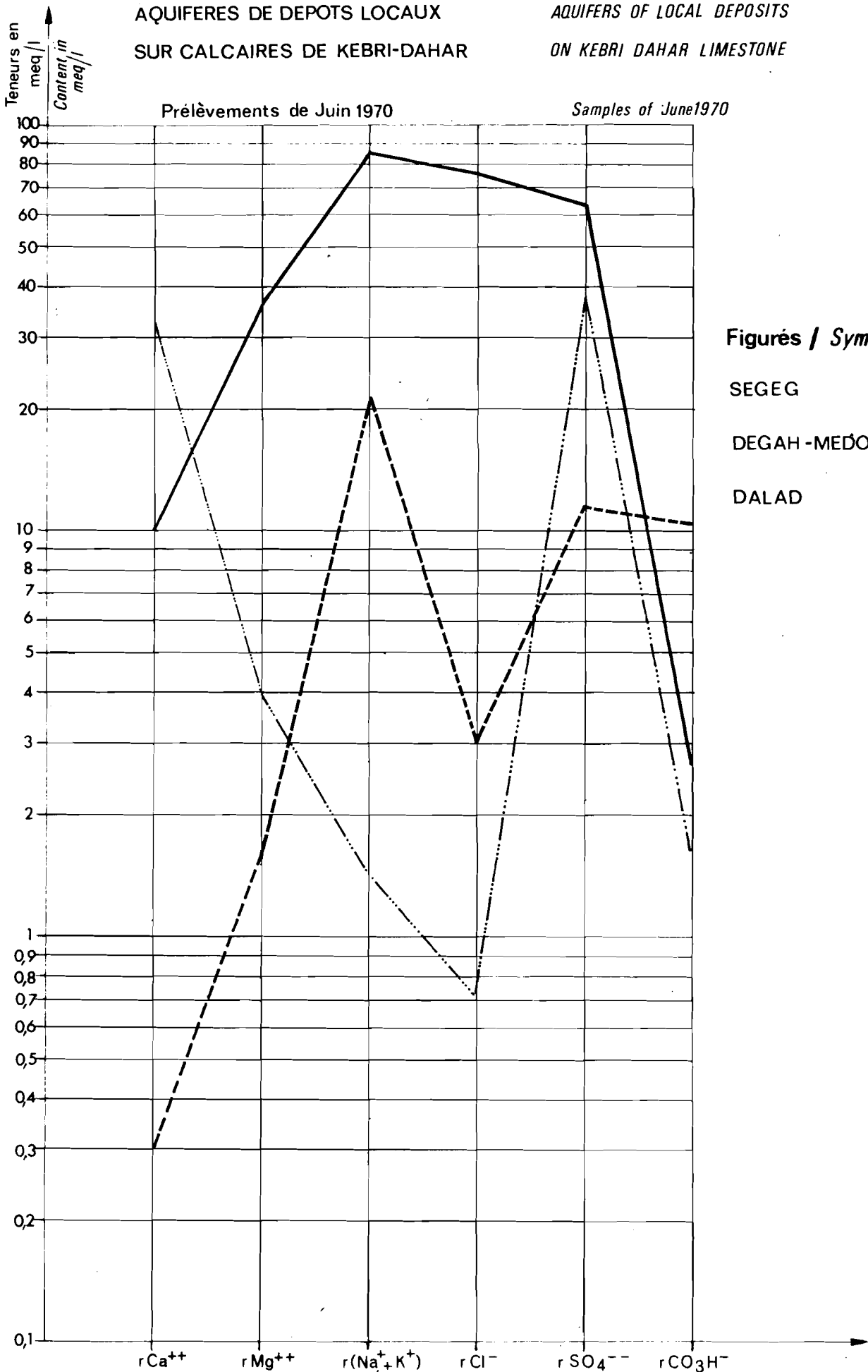
Cette formation imperméable dans son ensemble renferme des intercalations calcaires ou dolomitiques qui donnent naissance à des aquifères interstratifiés en charge contenant des eaux salées.

AQUIFERES DE DEPOTS LOCAUX
SUR CALCAIRES DE KEBRI-DAHAR

AQUIFERS OF LOCAL DEPOSITS
ON KEBRI DAHAR LIMESTONE

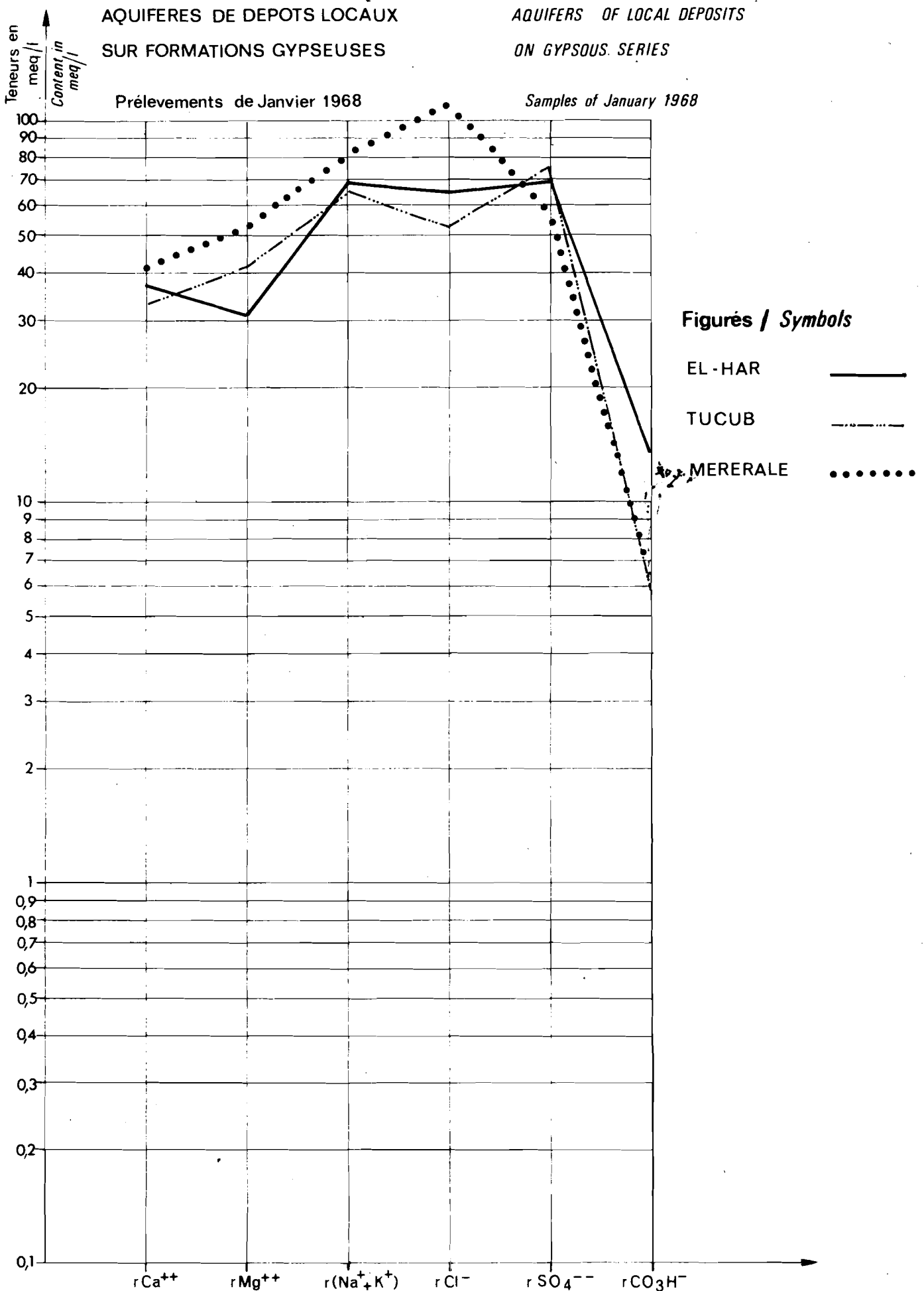
Prélèvements de Juin 1970

Samples of June 1970



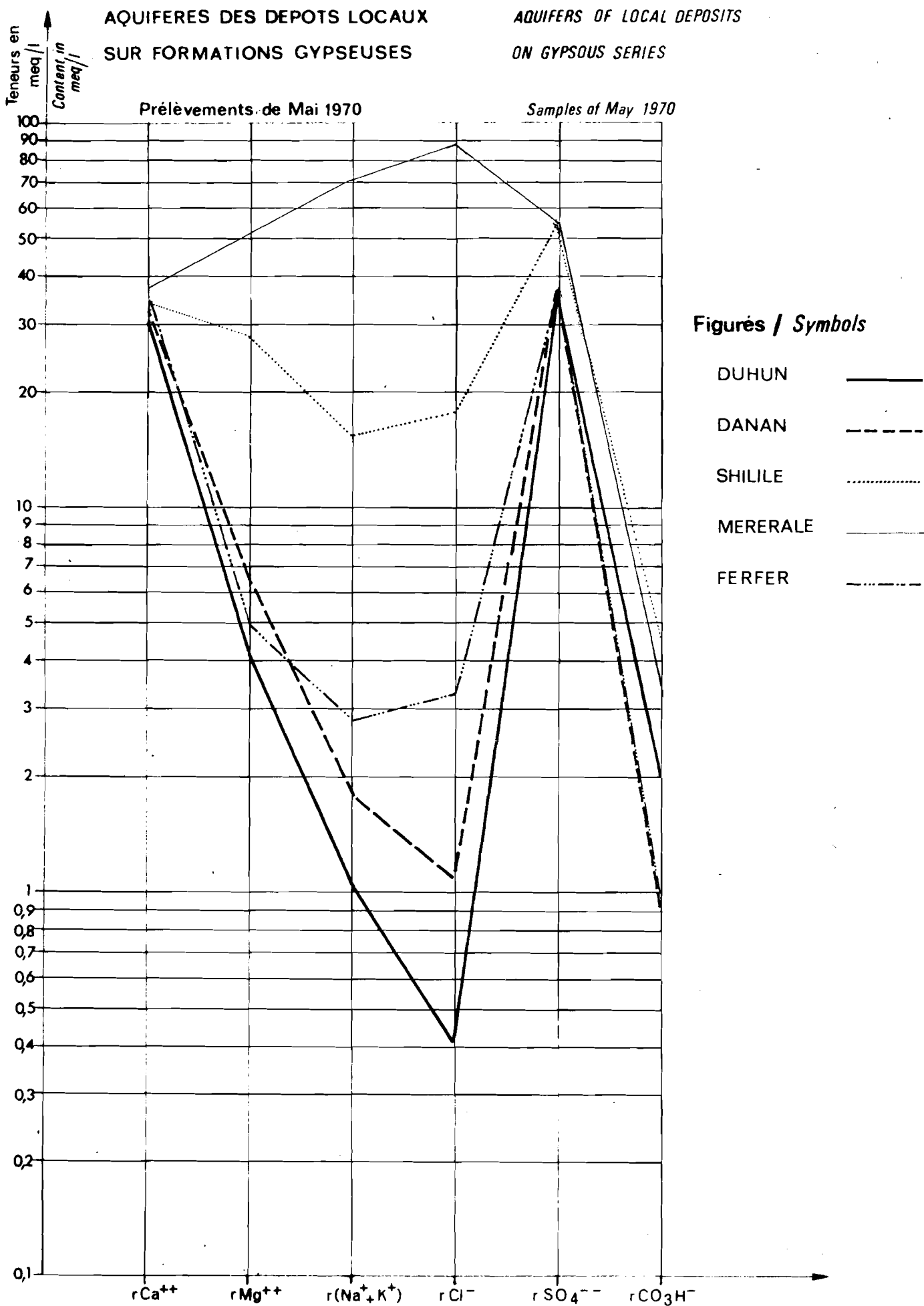
Figurés / Symbols

- SEGEG ———
- DEGAH-MEDO - - - -
- DALAD - · - · -



AQUIFERES DES DEPOTS LOCAUX
SUR FORMATIONS GYPSEUSES

AQUIFERS OF LOCAL DEPOSITS
ON GYPSOUS SERIES



AQUIFERES DES DÉPÔTS LOCAUX
SUR GRÉS DE JESSOMA

AQUIFERS OF LOCAL DEPOSITS
ON JESSOMA SANDSTONE

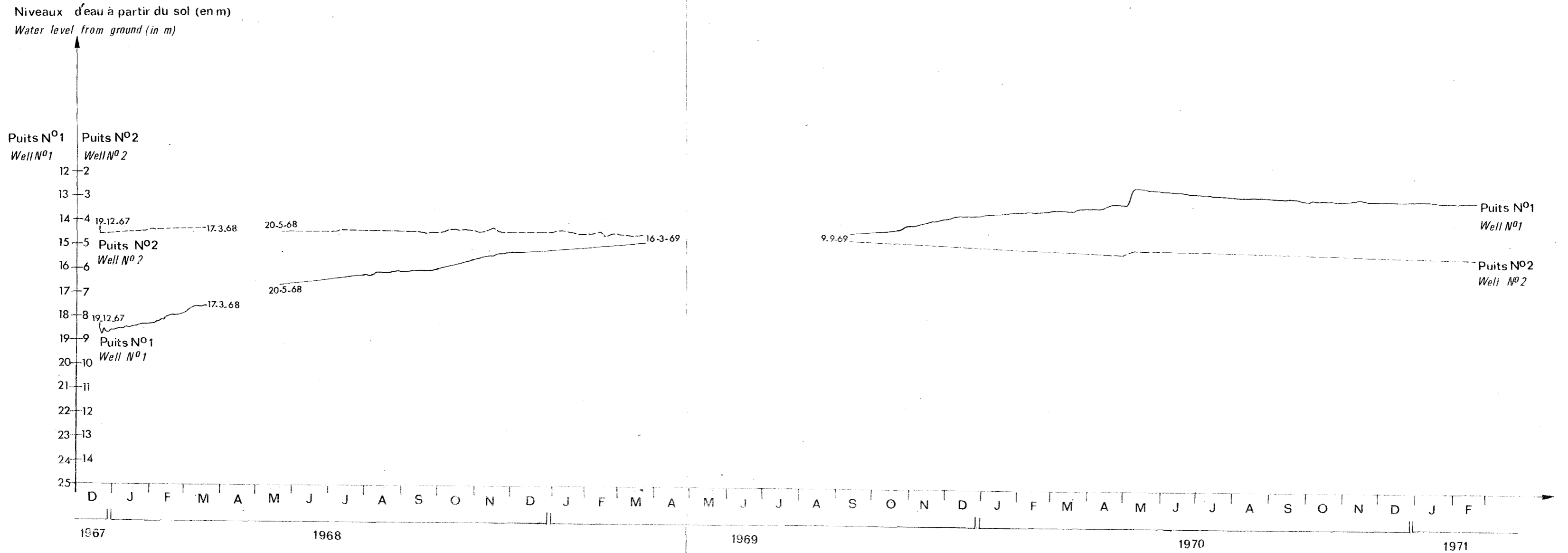
Prélèvements de Mai 1970

Samples of May 1970



FLUCTUATIONS DES NIVEAUX D'EAU DANS LES GYPSES PRINCIPAUX A GODE

WATER TABLE FLUCTUATIONS IN MAIN GYPSUM FORMATION IN GODE



4.6.2 Les niveaux piézométriques

La présence d'aquifères captifs dans les gypses a été mise en évidence sur deux puits profonds implantés dans le camp de l'Air Force à GODE.

Dans le puits n° 1 profond de 80 mètres, le niveau piézométrique moyen est à 15 mètres sous la surface du sol.

Dans le puits n° 2 profond de 140 mètres, le niveau piézométrique moyen est à 5 mètres sous la surface du sol.

Après approfondissement du puits n° 2 jusqu'à 250 mètres, le niveau piézométrique observé se trouvait à 20,50 mètres.

La Formation gypseuse principale contient donc une série de niveaux aquifères plus ou moins en charge et isolés par des assises imperméables.

Les fluctuations piézométriques ont été observées sur les deux puits pendant la période comprise entre les mois de décembre 1967 et janvier 1971 avec deux interruptions du 17 mars au 20 mai 1968 et du 16 mars au 9 septembre 1969 (voir graphique n° 30).

On constate que les nappes subissent des variations pluriannuelles de niveaux liées certainement à l'alternance des cycles de précipitations.

La transmissivité de ces aquifères est très faible. D'après les documents du Water Resources Department le forage de SHILAVO qui recoupe ces formations a donné un débit d'utilisation insignifiant de 30 m³/jour.

4.6.3 Géochimie des eaux souterraines

Des prélèvements ont été opérés dans les deux puits de GODE. Les résultats d'analyses exprimés en mg/l sont les suivants :

Puits	Conductivité en mmhos/cm	Salinité totale gr/l	pH	CO ₃ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻⁻	K ⁺	Na ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
GODE n° 1:	39,2	40,9	6,6	97	21 600	3 900	160	13 300	1 175	710
GODE n° 2:	23,3	19,0	6,9	160	8 800	3 500	95	5 075	787	575

En raison de la grande teneur en sels solubles dans le réservoir (Cl Na et SO₄ Ca), les eaux sont saturées en sels. Les résidus secs atteignent 40 gr/l.

Ces eaux surtout chargées en chlorures et sulfates sont impropres à tous usages.

4.6.4 Conclusions générales

La Formation gypseuse principale contient des aquifères captifs interstratifiés à transmissivité très faible. Leurs eaux saturées en sels solubles sont absolument inutilisables.

CONCLUSION

Les travaux réalisés par l'équipe hydrogéologique franco-éthiopienne de 1967 à 1971 ont permis d'une part de préciser la connaissance lithologique régionale - cartes au 1/250 000 et au 1/1 000 000 - d'autre part de faire un premier bilan plutôt qualitatif des aquifères et de leur possibilité d'exploitation.

La Formation gypseuse principale d'extension et d'épaisseur importantes contient des eaux en charge trop salées pour être utilisables ; elle contamine de plus par contact les eaux des petits aquifères temporaires des cuvettes alluviales et du Calcaire de MUSTAHIL.

Cet aquifère du Calcaire de MUSTAHIL est mal alimenté (faible pluviosité) et de peu d'importance ; néanmoins son exploitation pour l'abreuvement du bétail est possible malgré la forte teneur en sels des eaux.

Les nappes alluviales ne constituent pas non plus des réserves aquifères importantes, qu'il s'agisse de la vallée du FAFEN ou de celle du WABI SHEBELLE : l'alimentation dépend des crues et n'est vraiment bonne que dans la plaine de KELAFO à MUSTAHIL. Bien que de qualité médiocre, ces eaux sont utilisables à des fins pastorales et locales comme celles du Calcaire de MUSTAHIL.

La seule réserve d'eau importante de l'OGADEN est celle du Calcaire de KEBRI-DAHAR. Malheureusement ce terrain n'est pas aussi fissuré qu'on le pensait primitivement et ses eaux sont chargées en sels surtout lorsqu'il est recouvert par la Formation gypseuse principale (sud-est de l'OGADEN) ; ailleurs où les eaux sont un peu moins chargées en sels, l'exploitation est possible et l'on peut en espérer des débits supérieurs à ceux des autres aquifères, mais à un prix élevé dû à la profondeur nécessaire du captage - plus de 200 mètres environ -.

Des études géophysiques et d'autres forages seront nécessaires pour préciser les conditions optimales d'exploitation des eaux du Calcaire de KEBRI-DAHAR.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] 1972 - "Notice explicative de la carte géologique de l'OGADEN à l'échelle du 1/250 000" - ORSTOM - PARIS - Multigr. 7 p. + 1 graph.
- [2] 1972 - "Notice explicative de la carte géologique du bassin du WABI SHEBELLE à l'échelle du 1/1 000 000 - ORSTOM - PARIS - Multigr. 8 p. + annexe
- [3] AUROUZE (J.) - 1968 - "Reconnaissance hydrogéologique dans l'OGADEN - Rapport de mission de Janvier-Février 1968" - ORSTOM - PARIS - Multigr. 9 p.
- [4] CASTANY (G.) - 1969 - "Rapport de mission du 4 au 23 Juillet 1969 - Aperçu hydrogéologique du bassin OGADEN" - Multigr. 46 p. + annexes + 11 cartes h.t.

A N N E X E

FICHIER DES PUITTS

Le fichier des puits rassemble les points d'eau ayant fait l'objet de mesures. Pour chacun de ceux-ci, une fiche a été établie, comportant les renseignements suivants :

- Position et caractéristiques
- Mesures de niveaux
- Résultats d'analyses chimiques

Ces puits servant en général à l'abreuvement du bétail sont souvent groupés par zones. Il arrive qu'on puisse en dénombrer plus de cent pour un même point d'abreuvement. Dans ce cas, on a choisi un ou deux puits-témoins dans la zone considérée.

Les puits creusés à la main sont généralement peu profonds. Le puisage s'y effectue au moyen d'outres ou de pots. Quelques-uns sont étayés sur une certaine profondeur à l'aide de rondins de bois. Les puits maçonnés sont peu fréquents.

Seuls quelques puits (KEBRI-DAHAR - SHEKOSH) sont équipés d'une installation de pompage.

Les points d'eau du fichier ont été groupés par aquifère suivant la classification adoptée dans la présente étude.

Trente six puits-témoins ont ainsi été inventoriés et décrits dans ce fichier.

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 1*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

S H E K O S H

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 7° 30' N

Longitude : 43° 47' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Sur la piste KEBRI-DAHAR - DEGAHBOUR, à 93 km de KEBRI-DAHAR

On KEBRI-DAHAR - DEGAHBOUR road, 93 km from KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.):

0

Height of curb or casing to the ground (in m.):

Diamètre (en m.):

Diameter (in m.):

Profondeur totale (en m.):

140

Total depth (in m.):

Utilisation : Forage équipé d'une pompe - Population et bétail -

Bore - Hole with pump - Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de KEBRI-DAHAR

KEBRI-DAHAR limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	$CO_3 H^-$	SO_4^{--}	CL^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
16-2-70	7,1	4,0	298	865	1 240	320	192	160	164

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 2*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

B A R G U N

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 5° 26' N

Longitude : 44° 59' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Puits italien cimenté à gauche de la route FERFER - SHILAVO,
à 50 km de FERFER -
Cemented italian well, on the left of FERFER - SHILAVO road,
50 km from FERFER -

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.):

0

Height of curb or casing to the ground (in m.):

Diamètre (en m.):

1,0

Diameter (in m.):

Profondeur totale (en m.):

10

Total depth (in m.):

Utilisation : Population et bétail

Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 3*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

L A N H A B A R

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 5° 34' N

Longitude : 44° 57' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : A gauche de la piste FERFER - SHILAVO, à 66 km de FERFER -

Zone de puits de 150 x 300 m

On the left of FERFER - SHILAVO road, 66 km from FERFER

Well area of 150 x 300 m

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

- 5

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

Puits carré de 1 m de côté

Diameter (in m.) :

Square well of 1 m side

Profondeur totale (en m.) :

4,22

Total depth (in m.) :

Utilisation :

Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water - level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water - level from ground (in m.)</i>
11- 2- 1970	4,09	9,09
27- 5- 1970	0,00	5,00
19- 7- 1970	2,40	7,40
18- 8- 1970	4,14	9,14

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO_3H^-	SO_4^{--}	Cl^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
11-2-70	7,2	4,6							
27-5-70		3,1	288	1.720	167	320	64	120	42

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 4*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

DALLAR

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 5° 52' N

Longitude : 44° 46' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : A gauche de la route KIMBA - SHILAWO à 125 km de FERFER

Puits italien au milieu de nombreux puits

On the left of FERFER - SHILAWO road, 125 km from FERFER

Italian well among other wells

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

- 3,50

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

Pieu carré de 1,50 m de côté

Diameter (in m.) : Square well of 1,50 m side

Profondeur totale (en m.) :

4,32

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 5*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

SHILAVO

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 04' N

Longitude : 44° 45' E

Coordinates :

Numéro du puits :

1

Well number :

Situation : Puits principal de SHILAVO situé à 115 km au Sud de KEBRI-DANAR

Main well of SHILAVO . It 115 km in the South of KEBRI-DANAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0,50

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

2,50

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

11,70

Total depth (in m.) :

Utilisation : Population et bétail

Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 6*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

SHILAVO

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 04' N

Longitude : 44° 45' E

Coordinates :

Numéro du puits :

2

Well number :

Situation : Zone de puits de 150 x 400 m au N - W du puits municipal de SHILAVO

Wells area of 150 x 400 m, in N - W of municipal well of SHILAVO

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

0,20

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

7,50

Total depth (in m.) :

Utilisation : Boil

Calcio

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE Puits - *WELL CARD-INDEX N° 7*

1 - LOCALISATION DU Puits - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

SHILAVO

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 04' N

Longitude : 44° 45' E

Coordinates :

Numéro du puits :

3

Well number :

Situation : Dans même zone de puits que le puits de SHILAVO n° 2

In the same well area as SHILAVO well n° 2

2 - CARACTÉRISTIQUES DU Puits - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

0,80

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

8,80

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
2-3-1970	8,20	8,20
3-3-1970	8,10	8,10
4-3-1970	8,10	8,10

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO_3H^-	SO_4^{--}	Cl^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 8*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

AFTOL

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 5° 59' N

Longitude : 44° 42' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits située à droite de la piste SHILAVO - KELAFO -

A 11 km de SHILAVO

Well area on the right of SHILAVO - KELAFO road -

11 km from SHILAVO

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

- 2

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

0,70

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

11,0

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 9*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

IGLOLE I

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 09' N

Longitude : 44° 45' E

Coordinates :

Numéro du puits :

1

Well number :

Situation : A 7 km au Nord de SHILAVO à gauche de la piste vers KEBRI-DAHAR -
Puits italien avec tour -

On the left of SHILAVO - KEBRI-DAHAR road -

7 km on the North of SHILAVO - Italian well with tower -

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

- 3

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

0,80

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

9,73

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail et population

Cattle and population

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
6-3-1969	9,20	12,20
14-2-1970	9,36	12,36
27-5-1970	8,40	11,40
20-7-1970	9,70	12,70
17-8-1970	9,15	12,15

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH <i>Terrain Field</i>	Conductivité <i>Conductivity mmhos/cm</i>	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
14-2-70	6,5	12,0							
27-5-70		6,4	126	2 350	1 110	235	205	735	290

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 10*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

IGLOLE I

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 09' N

Longitude : 44° 45' E

Coordinates :

Numéro du puits :

2

Well number :

Situation : Zone de puits de 150 m x 400 m - A 7 km de SHILAVO sur la piste
SHILAVO - KEBRI-DAHAR

Well area of 150 x 400 m - At 7 km of SHILAVO on SHILAVO - KEBRI-DAHAR
road

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

11,40

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 11*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

IGLOLE II

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 5° 45' N

Longitude : 44° 34' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : A 48 km de SHILAVO sur la piste vers KELAFO -

Les puits sont à gauche de la piste -

On the left of SHILAVO - KELAFO road -

at 48 km of SHILAVO

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

10,30

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
27-5-1970	6,40	6,40

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité Conductivity mmhos/cm	CO_3H^-	SO_4^{--}	Cl^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
27-5-70		1,2	115	560	11	110	11	11,5	15

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - WELL CARD-INDEX N° 12

1 - LOCALISATION DU PUIITS - WELL LOCATION

Nom du lieu : BELLEKOSCHI

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 07' N
Longitude : 44° 44' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits de 150 x 250 m à 5 km de SHILAVO, à l'Ouest de la
piste SHILAVO - KEBRI-DAHAR
Well area of 150 x 250 m, at 5 km of SHILAVO on the West of
SHILAVO - KEBRI-DAHAR road

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) : 0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) : 0,70

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) : 9,15

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Calcaires de MUSTAHIL
MUSTAHIL limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing</i> (in m.)	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
5- 3-1970	8,15	8,15
6- 3-1970	8,00	8,00
7- 3-1970	8,10	8,10

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CL ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 13*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

LAZOLALE

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 17' N

Longitude : 44° 43' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : A gauche de la piste SHILAVO - KEBRI-DAHAR

A 93 km au Sud de KEBRI-DAHAR

On the left of SHILAVO - KEBRI-DAHAR road

At 93 km on the South of KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,05

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

12,39

Total depth (in m.) :

Utilisation : Population et bétail

Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Calcaires de MUSTAHIL

MUSTAHIL limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water - level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water - level from ground (in m.)</i>
12- 1-1969	12,0	12,0
6- 3-1969	12,22	12,22
14- 2-1970	10,87	10,87
27- 5-1970	10,95	10,95
20- 7-1970	11,18	11,18
17- 8-1970	11,44	11,44

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélevement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
14-2-70	6,9	2,6							
27-5-70		0,8	292	40	36	29,5	21,4	30	45

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 14*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

DEGAHBOUR

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 8° 12' N

Longitude : 43° 33' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Puits maçonné en bordure du JERER près du village de DEGAHBOUR

Cemented well on the bank of JERER river near DEGAHBOUR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

2,50

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

8,61

Total depth (in m.) :

Utilisation : Population et bétail

Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions du JERER

Alluvial deposits of JERER river

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
17- 2-1970	8,36	8,36
4- 6-1970	5,34	5,34

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CL ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
17-2-70	7,2	5,3							
4-6-70		4,0	347	1 900	590	155	206	550	19,2

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - WELL CARD-INDEX N° 15

1 - LOCALISATION DU PUIITS - WELL LOCATION

Nom du lieu :

K O R A H E

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 35' N

Longitude : 44° 22' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Dans le lit du FAFEN à 18 km au Sud de KEBRI-DAHAR - Zone de puits de 200 m de long en amont du pont

In the FAFEN bed - 18 km on the South of KEBRI-DAHAR - Well area of 200 m of length upstream the bridge

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,20

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

6,12

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Alluvions du FAFEN

Alluvial deposits of FAFEN

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

<i>Date de mesure Date of measurement</i>	<i>Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) Water-level from curb or casing (in m.)</i>	<i>Niveau d'eau à partir du sol (en m.) Water-level from ground (in m.)</i>
5-3-1969	5,67	5,67
14-2-1970	6,61	6,61
28-5-1970	0	0 (crue du FAFEN)
20-7-1970	6,0	6,0

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

<i>Date du prélèvement Date of collection</i>	<i>PH Terrain Field</i>	<i>Conductivité Conductivity mmhos/cm</i>	<i>CO₃H⁻</i>	<i>SO₄⁻⁻</i>	<i>Cl⁻</i>	<i>Ca⁺⁺</i>	<i>Mg⁺⁺</i>	<i>Na⁺</i>	<i>K⁺</i>
14-2-70	7,2	3,5							

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N°16*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

KEBRI - DAHAR

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 44' N

Longitude : 44° 17' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Puits-témoin n° 1

Well number :

Situation : Sur le bord du FAFEN près de KEBRI-DAHAR

On the bank of FAFEN river near KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

puits carré de 0,50 m de côté

Diameter (in m.) :

square well of 0,50 m side

Profondeur totale (en m.) :

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions du FAFEN

Alluvial deposits of FAFEN

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water - level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water - level from ground (in m.)</i>
Mesures bi-journalières du 10 octobre 1968 au 22 février 1971	voir graphiques n° 23 n° 24	
Daily measurements (two times a day) from 10 october 1968 to 22 february 1971	graph n° 23 n° 24	

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	$\text{CO}_3 \text{H}^-$	SO_4^{--}	Cl^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+
15-2-70	7,2	3,0							
27-5-70		1,75	224	420	138	36	69	133	14,6

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 17*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

KEBRI - DAHAR

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 44' N

Longitude : 44° 17' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Puits-témoin n° 2

Well number :

Situation : Sur le bord du FAFEN près de KEBRI-DAHAR

à 50 mètres au Sud du puits-témoin n° 1

On the bank of FAFEN river near KEBRI-DAHAR

at 50 meters on the South of well n° 1

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

puits rectangulaire (1 x 0,50 m)

Diameter (in m.) :

rectangular well (1 x 0,50 m)

Profondeur totale (en m.) :

15,0

Total depth (in m.) :

Utilisation : Population et bétail

Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions du FAFEN

Alluvial deposits of FAFEN

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water - level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water - level from ground (in m.)</i>
Mesures bi-journalières du 1er janvier 1969 au 22 février 1971	voir graphiques n° 23 n° 24	
Daily measurements (two times a day) from 1 January 1969 to 22 February 1971	graph n° 23 n° 24	

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
15-2-70	7,2	4,6							
27-5-70		1,6	206	450	139	31,5	76,5	150	14,6

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 18*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

MAHARATO

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 29' N

Longitude : 44° 26' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits de 100 x 300 m à 10 km au Sud de KORAHE - Accès par
large piste de bétail

Well area of 100 x 300 m at 10 km on the South of KORAHE - Access
by a wide track of cattle

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.):

0

Height of curb or casing to the ground (in m.):

Diamètre (en m.):

1,0

Diameter (in m.):

Profondeur totale (en m.):

7,80

Total depth (in m.):

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions du FAFEN

Alluvial deposits of FAFEN

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) Water-level from curb or casing (in m.)	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) Water-level from ground (in m.)
Date of measurement		
20- 2-1970	11,90	12,90
4- 6-1970	12,28	13,28

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement Date of collection	PH Terrain Field	Conductivité Conductivity mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
20-2-70	7,4	1,2							
4-6-70		2,3	515	550	108	2	19,5	485	3,1

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 19*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

DEGAH - HEDDO

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 7° 50' N

Longitude : 43° 01' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Nombreux puits dans la rivière SULLUL près de DEGAH-HEDDO, au Nord
de la piste DEGAHBOUR - DEGAH-HEDDO

Numerous wells in SULLUL river, near DEGAH-HEDDO, on the North
of DEGAHBOUR - DEGAH-HEDDO road

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

- 1,0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

14,38

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions de la rivière SULLUL

Alluvial deposits of SULLUL river

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 20*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

SEGEG

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 7° 40' N

Longitude : 42° 50' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Nombreux puits dans la rivière SULLUL près de la piste SEGEG - DEGAH-MEDO

Numerous wells in SULLUL river near the road SEGEG - DEGAH-MEDO

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0,10

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

0,90

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions de la rivière SULLUL

Alluvial deposits of SULLUL river

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
21-2-1970	0,67	0,57
4-6-1970	0,60	0,50

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité Conductivity mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻	CL ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
16-1-68		5,6	317	658	1 728	140	232	855	25
21-2-70	7,2	4,2							
4-6-70		11,3	134	3 050	2 700	105	445	1 950	20,5

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - WELL CARD-INDEX N° 21

1 - LOCALISATION DU PUIS - WELL LOCATION

Nom du lieu :

D A D I N

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 40' N

Longitude : 44° 11' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : A 50 mètres à gauche de la piste KEBRI-DAHAR - DANAN -
Vaste zone de puits à 12 km de KEBRI-DAHAR
Wide area of wells, at 12 km from KEBRI-DAHAR,
at 50 meters on the left KEBRI-DAHAR - DANAN road

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

- 2,0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

2,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Cuvette d'épandage sur calcaires de KEBRI-DAHAR

Local deposits on KEBRI-DAHAR limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 22*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

D A L A D

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 37' N

Longitude : 44° 06' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Vaste zone de puits à droite de la piste KEBRI-DAHAR - DANAN -

A 25 km de KEBRI-DAHAR

Wide area of wells on the right of KEBRI-DAHAR - DANAN road -

25 km from KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

8,25

Total depth (in m.) :

Utilisation : Population et bétail

Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Cuvette d'épandage sur calcaires de KEBRI-DAHAR

Local deposits on KEBRI-DAHAR limestone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water - level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water - level from ground (in m.)</i>
29- 6-1968	3,51	3,51
20- 7-1968	3,62	3,62
10- 8-1968	3,03	3,03
20-10-1968	2,95	2,95
12-11-1968	3,00	3,00
26-12-1968	2,15	2,15
11- 1-1969	6,50	6,50
4- 2-1970	6,15	6,15
2- 6-1970	4,78	4,78
23- 7-1970	4,55	4,55
25- 8-1970	4,67	4,67

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CL ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
4-2-70	7,5	2,7							
2-6-70		2,45	80	1 800	28	245	48	19	25,6

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 23*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

K A P T I N A G

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 34' N

Longitude : 43° 55' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Plusieurs puits dans la rivière CAPTINAG à 50 km de KEBRI-DAHAR,
sur la piste KEBRI-DAHAR - DANAN

Many wells in KAPTINAG river at 50 km from KEBRI-DAHAR on
KEBRI-DAHAR - DANAN road

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.):

0

Height of curb or casing to the ground (in m.):

Diamètre (en m.):

4,0

Diameter (in m.):

Profondeur totale (en m.):

2,50

Total depth (in m.):

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions sur calcaires de KEBRI-DAHAR

Alluvial deposits on KEBRI-DAHAR limestone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE Puits - *WELL CARD-INDEX N° 24*

1 - LOCALISATION DU Puits - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

EL HAR

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 46' N

Longitude : 44° 27' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits de 2 km de longueur - Située à 20 km à l'Est de
KEBRI-DAHAR

Well area (2 km of length) at 20 km on the East of KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU Puits - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

0,75

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

13,91

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

~~Cuvette d'épandage sur formation gypseuse principale~~

~~Local deposits on main gypsum formation~~

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - WELL CARD-INDEX N° 25

1 - LOCALISATION DU PUIS - WELL LOCATION

Nom du lieu :

MERERALE

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6°36' N

Longitude : 44°31' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Près de la piste KEBRI-DAHAR - WARDER à 1 km après la jonction
avec la piste KEBRI-DAHAR - SHILAVO

Near the KEBRI-DAHAR - WARDER road, at 1 km after the junction
with KEBRI-DAHAR - SHILAVO road

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0,37

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,37

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

8,46

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Cuvette d'épandage sur formation gypseuse principale

Local deposits on main gypsum formation

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - WELL CARD-INDEX N° 26

1 - LOCALISATION DU PUIITS - WELL LOCATION

Nom du lieu :

DAMBEROUENE

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6°30' N

Longitude : 43°37' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : A 200 m à gauche de la piste allant de KEBRI-DAHAR à DANAN
à 83 km de KEBRI-DAHAR

At 200 m on the left of KEBRI-DAHAR - DANAN road -
83 km from KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

1,60

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Alluvions d'oued sur formation gypseuse principale

River alluvial deposits on main gypsum formation

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
4-2-1970	1,40	1,40

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité Conductivity mmhos/cm	CO_3H^-	SO_4^{--}	Cl^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 27*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

DAHAN

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 30' N

Longitude : 43° 29' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Nombreux puits dans le village de DAHAN

..... Numerous wells in DAHAN village

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,50

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

2,90

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions d'ondu sur la formation gypseuse principale

River alluvial deposits on main gypsum formation

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
11- 1-1969	2,60	2,60
20- 1-1970	2,70	2,70
21- 1-1970	2,75	2,75
22- 1-1970	2,70	2,70
23- 1-1970	2,80	2,80
2- 6-1970	1,27	1,27
25- 8-1970	2,80	2,80

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CL ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
23-2-70		3,4							
2-6-70		2,6	44	1 850	41	210	78	30	21,4

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE Puits - WELL CARD-INDEX N° 28

1 - LOCALISATION DU Puits - WELL LOCATION

Nom du lieu :

SHILILE

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 41' N

Longitude : 43° 32' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits à 20 km au N-N.E. de DAMAM

Well area at 20 km on N-N.E. of DAMAM

2 - CARACTÉRISTIQUES DU Puits - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.):

0

Height of curb or casing to the ground (in m.):

Diamètre (en m.):

1,0

Diameter (in m.):

Profondeur totale (en m.):

7,70

Total depth (in m.):

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Cuvette d'épandage sur formation gypseuse principale

Local deposits on main gypsum formation

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water-level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water-level from ground (in m.)</i>
27- 1-1970	5,70	5,70
28- 1-1970	5,90	5,90
29- 1-1970	5,90	5,90
2- 6-1970	4,95	4,95
9- 7-1970	6,25	6,25

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	CL ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
2-6-70		5,2	232	2 600	630	220	345	338	18,7

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 29*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu : HADOLAMO

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 6° 31' N
Longitude : 44° 41' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Sur la piste KEBRI-DAHAR - DANAN à 80 km de KEBRI-DAHAR
On the KEBRI-DAHAR - DANAN road at 80 km from KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) : 0

Height of curb or casing to the ground (in m.):

Diamètre (en m.) : triangle de 2 m de côté environ

Diameter (in m.) : triangle with around 2 m side

Profondeur totale (en m.) :

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Sur formation gypseuse principale
On main gypsum formation

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure Date of measurement	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) Water-level from curb or casing (in m.)	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) Water-level from ground (in m.)
11- 1-1969	1,60	1,60
4- 2-1970	1,50	1,50
2- 6-1970	0	0 (écoulement)
25- 8-1970	0,35	0,35

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement Date of collection	PH Terrain Field	Conductivité Conductivity mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ^{- -}	CL ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N°* 30

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

A D E Y A

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 13' N

Longitude : 43° 36' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits à gauche de la route DANAN - GODE à 36 km de DANAN

Well area on the left of DANAN - GODE road - 36 km from DANAN

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

-0,50

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

2,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

2,15

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Zone d'épandage sur formation gypseuse principale

Local deposits on main gypsum formation

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - WELL CARD-INDEX N° 31

1 - LOCALISATION DU PUIS - WELL LOCATION

Nom du lieu :

DUHUN

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 7° 13' N

Longitude : 42° 42' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Puits dans le lit d'un oued près du village de DUHUN

Well in a temporary river bed near DUHUN village

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0,80

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,50

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

6,38

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Alluvions d'oued sur formation gypseuse principale

Alluvial deposits of temporary river on main gypsum formation

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 32*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

T U C U B

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 7° 03' N

Longitude : 42° 44' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits d'environ 30 m de diamètre située à 18 km au Sud-Est de DUMUN

Well area of about 30 m of diameter at 18 km on the South-East of DUMUN

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

1,73

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions d'oued sur formation gypseuse principale

Alluvial deposits of temporary river on main gypsum formation

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - WELL CARD-INDEX N° 33

1 - LOCALISATION DU PUIS - WELL LOCATION

Nom du lieu :

EL FUD

Name of place:

Coordonnées:

Latitude : 7° 15' N

Longitude : 42° 52' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits de 200 m x 50 m située à 15 km au Nord-Est de DUHUN

Well area of 200 x 50 m at 15 km on the North-East of DUHUN

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - WELL CHARACTERISTICS

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

0,90

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

4,47

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - WATER-BEARING DEPOSIT

Cuvette d'épandage sur formation gypseuse principale

Local deposits on main gypsum formation

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 34*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

B U B E

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 39' N

Longitude : 44° 35' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : A 4 km au Nord de la piste KEBRI-DAHAR - WARDER et à 38 km à l'Est de KEBRI-DAHAR

At 4 km on the North of KEBRI-DAHAR - WARDER road and at 38 km on the East of KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

- 0,50

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

1,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

15,23

Total depth (in m.) :

Utilisation : Bétail

Cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Épandage des grès de JESSOMA

Deposits of JESSOMA sandstone

4 - MESURES DU NIVEAU D'EAU - WATER LEVEL MEASUREMENTS

Date de mesure <i>Date of measurement</i>	Niveau d'eau à partir de la margelle ou du tubage (en m.) <i>Water - level from curb or casing (in m.)</i>	Niveau d'eau à partir du sol (en m.) <i>Water - level from ground (in m.)</i>
29-10-1968	3,20	3,70
26-11-1968	3,15	3,65
27-12-1968	2,45	2,95
14-2-1970	4,84	5,34
29-5-1970	7,65	8,15

5 - ANALYSES CHIMIQUES (en mg/L) - CHEMICAL ANALYSIS (in mg/L)

Date du prélèvement <i>Date of collection</i>	PH Terrain <i>Field</i>	Conductivité <i>Conductivity</i> mmhos/cm	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
14-2-70	7,1	5,3							
29-5-70		2,2	296	870	128	165	49	80	140

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi - Shebelle project*

FICHE DE PUIITS - *WELL CARD-INDEX N° 35*

1 - LOCALISATION DU PUIITS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

D O U R R E

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 6° 39' N

Longitude : 44° 32' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Zone de puits d'environ 50 m de diamètre sur la piste KEBRI-DAHAR -
WARDER à environ 48 km de KEBRI-DAHAR

Well area of about 50 of diameter on KEBRI-DAHAR - WARDER road,
at about 48 km from KEBRI-DAHAR

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIITS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

rectangulaire (1 m x 0,50 m)

Diameter (in m.) : rectangular (1 m x 0,50 m)

Profondeur totale (en m.) :

19,68

Total depth (in m.) :

Utilisation : Population et bétail

Population and cattle

3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Epandage de grès de JESSOMA

Deposits of JESSOMA sandstone

MISSION D'ÉTUDES DU WABI-SHEBELLE - *Wabi-Shebelle project*

FICHE DE PUIS - *WELL CARD-INDEX N° 36*

1 - LOCALISATION DU PUIS - *WELL LOCATION*

Nom du lieu :

FERFER

Name of place:

Coordonnées :

Latitude : 5° 05' N

Longitude : 45° 05' E

Coordinates :

Numéro du puits :

Well number :

Situation : Puits maçonné dans le lit d'un oued près du pont

Cemented well in a temporary river bed near the bridge

2 - CARACTÉRISTIQUES DU PUIS - *WELL CHARACTERISTICS*

Hauteur de margelle ou de tubage par rapport au sol (en m.) :

0,75

Height of curb or casing to the ground (in m.) :

Diamètre (en m.) :

2,0

Diameter (in m.) :

Profondeur totale (en m.) :

Total depth (in m.) :

Utilisation : Population

Population

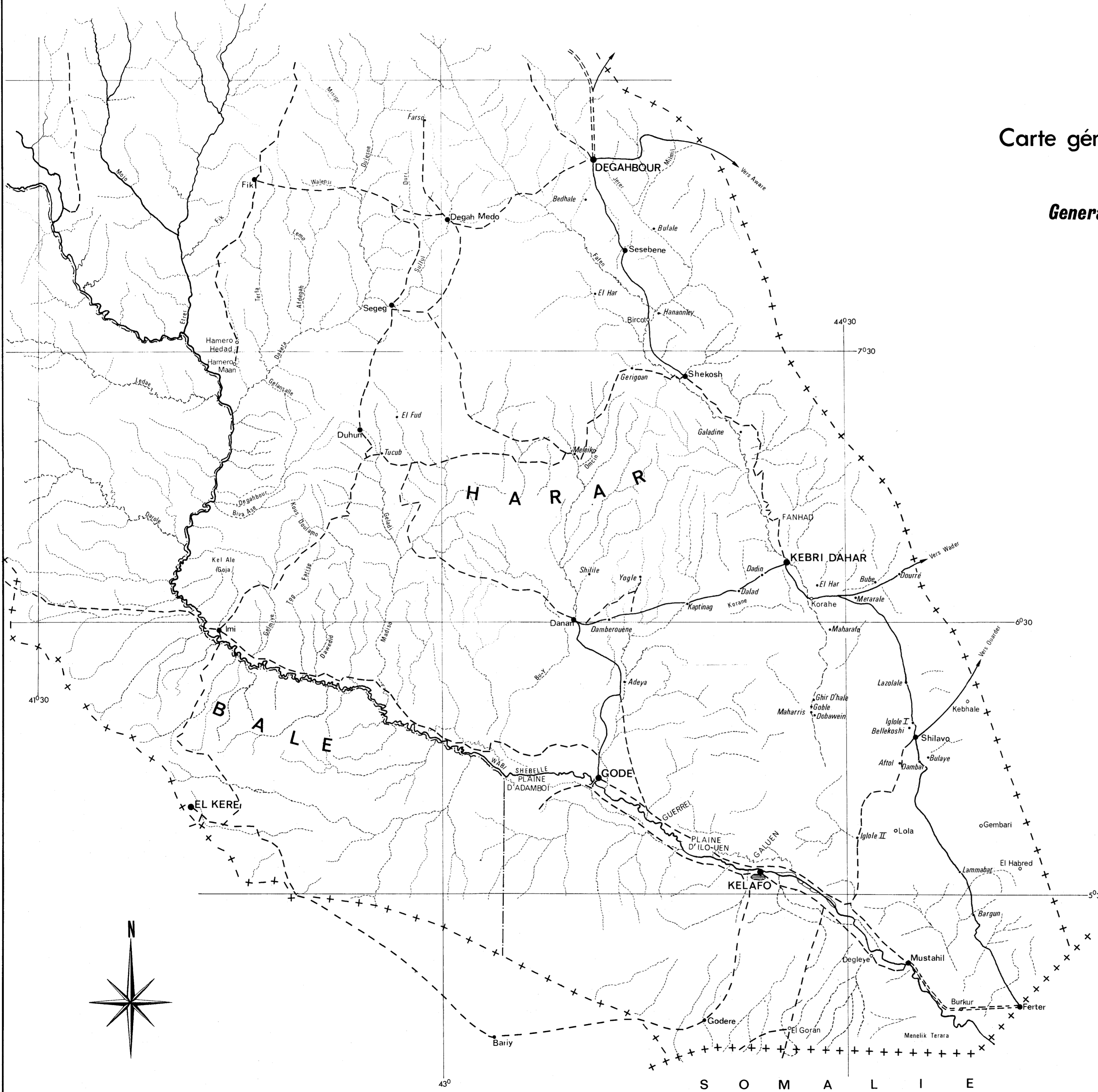
3 - ROCHE AQUIFÈRE - *WATER-BEARING DEPOSIT*

Alluvions d'oued sur les gypses de FERFER

Alluvial deposits of temporary river on FERFER gypsum formation

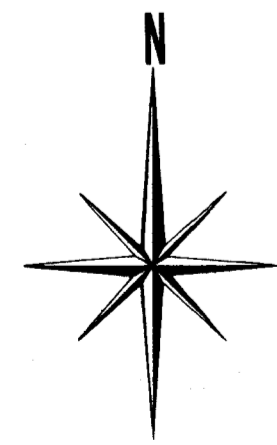
Carte générale de l'OGADEN

General map of OGADEN



LEGEND / LÉGENDE

- Limit of state + + + Limite d'état
- Limit of province - - - - - Limite de province
- Limit of study - + - Limite de l'étude
- Capital of sub province ● GODE Chef lieu de sous province
- Capital of district ● Duhun Chef lieu de district
- Village ○ Dagal Village
- Wells ● Bulaye Puits
- Permanent river ——— Cours d'eau permanent
- Temporary river - - - - - Cours d'eau intermittent
- Main road = = = = Route principale
- Secondary road - - - - - Route secondaire
- Main track ——— Piste principale
- Secondary track - - - - - Piste secondaire



S O M A L I E