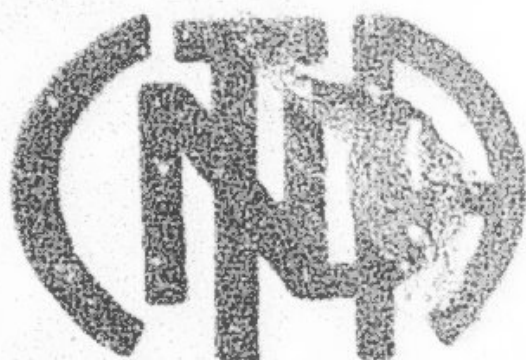




MICROFICHE N°

50432

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية

وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي

تونس

F

1

79

C.N.D.A. 50432

EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DE LA NAPPE DU "CONTINENTAL INTERCALAIRE"

POSSIBILITÉS D'ADDUCTION
VERS LA RÉGION DE GABÈS

~~Document~~ appartenant à la Bibliothèque
de la Direction E.G.T.
88, Rue Alain Savary - TUNIS

NOTE PRÉLIMINAIRE

BOY


6

EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DE LA MAPPE DU "CONTINENTAL INTERCALAIRE"

POSSIBILITES D'ADDUCTION
VERS LA REGION DE GABES

-

Note préliminaire

-

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
- PREAMBULE	2
I - CONSIDERATIONS GENERALES SUR LE PRINCIPE DE L'ADDUCTION	4
II - PERIMETRES IRRIGABLES ET BESOINS EN EAU	9
III - ETUDE SUCCINCTE DU RESEAU DE CONDUITE	15
IV - DEVIS ESTIMATIF SOMMAIRE - PRIX DE REVIENT DU M3 D'EAC	22
- CONCLUSIONS	25
- ANNEXES	27

PREAMBULE

Monsieur l'Ingénieur en Chef, Chef de la Sous-Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural, a demandé à SOUETHA, par lettre en date du 16 Décembre 1961, de procéder à une étude préliminaire relative à l'utilisation des eaux de la nappe du "Continental Intersalaire" pour la fourniture d'un appoint d'irrigation aux Oasis existantes et à l'irrigation de périmètres nouveaux depuis EL HADJIA jusqu'à GABES.

La présente note a pour objet d'examiner sommairement, sur la base d'un inventaire rapide des besoins en eau de la région de GABES, le dimensionnement qu'il conviendrait de donner à une canalisation dont l'origine se trouverait dans la zone des forages qui exploiteront la nappe du "Continental Intersalaire" dans la région du Chott FEDJADI, principal exutoire de la nappe, et le point terminal dans l'oasis de GABES.

L'adduction apporterait un appoint d'eau de bonne qualité aux oasis existantes qui souffrent d'un déficit en eau important (BECHIMA, EL HADJIA, OUDREY, MESTOUJA, RHENNOUCH, Bou CHENCHA, GABES) et permettrait la création de plusieurs périmètres nouveaux (à Bir CHENCHOU, à Djebel DISSI, entre RHENNOUCH et MESTOUJA, entre Bou CHENCHA et RHENNOUCH).

Après quelques considérations générales sur le principe de cette adduction, nous procéderons à un inventaire des périmètres irrigables susceptibles d'être desservis et à l'évaluation sommaire des besoins en eau correspondants, ce qui nous permettra de donner une première esquisse de l'adduction et un ordre de grandeur des investissements nécessaires.

Par ailleurs, nous donnons en Annexe IV le schéma du tracé d'une conduite qui permettrait d'acheminer jusqu'à la zone de HEDENINE les ressources de la même nappe, susceptibles d'être extraites dans la région de l'extrême Sud Tunisien (TIAJET).

Nous attirons l'attention sur le fait que la présente note ne constitue en aucune façon une étude préliminaire, mais est destinée seulement à donner une première idée de l'adduction DE HAÏMA - CAHES .

1 - CONSIDERATIONS GENERALES SUR LE PRINCIPLE DE L'ADDUCTION

A - RENSEIGNEMENTS SOMMAIRES SUR LA NAPPE CAPTEE

L'étude hydrogéologique de la nappe du "Continental Intercalaire" a été faite par M. DANIEL, Hydrogéologue à la S.O.S.T. (cf. Rapport I.R.N. 119, 21 Octobre 1963). Les principales conclusions de ce rapport sont données en annexe à la présente note. Nous résumons seulement ci-après les données les plus intéressantes pour ce qui concerne notre étude.

a - Ressources synchroniques

Les apports seraient les suivants :

- Apports d'Algérie :

• Apports "Nord" en provenance de la région des Chotts et de TOUGGOURT	4,5 m ³ /s
• Apports "Sud" en provenance de la région de Hassi MESSIAUD - OUDJDA	1,6 m ³ /s
- Total (environ) :	6,1 m ³ /s

(M. DANIEL rapporte que MM. CORNET et ROGNON, dans une note au Congrès de l'A.I.H.S. à ATHENES en 1961, estimaient à 6,8 m³/s le débit s'écoulant vers les Chotts Tunisiens, sur les 22 m³/s de l'alimentation totale Sud-Oranaise, ce qui recoupe à peu près les estimations ci-dessus)

• Apports des affleurements Tunisiens et Libyens	1,8 m ³ /s
- <u>Apports totaux</u> :	<u>7,9 m³/s</u>

1 - CONSIDERATIONS GENERALES SUR LE PRINCIPLE DE L'ADDUCTION

A - RENSEIGNEMENTS SOMMAIRES SUR LA NAPPE CAPTEE

L'étude hydrogéologique de la nappe du "Continental Intercalaire" a été faite par M. DANIEL, Hydrogéologue à la S.C.S.T. (cf. Rapport I.R.N. 119, d'Octobre 1963). Les principales conclusions de ce rapport sont données en annexe à la présente note. Nous résumons seulement ci-après les données les plus intéressantes pour ce qui concerne notre étude.

a - Ressources synchroniques

Les apports seraient les suivants :

- Apports d'Algérie :

• Apports "Nord" en provenance de la région des Chotts et de TOUGGOURT	4,5 m ³ /s
• Apports "Sud" en provenance de la région de Hassi MESSIAUD - OUDJDA	1,6 m ³ /s
- Total (environ) :	6,1 m ³ /s

(M. DANIEL rapporte que MM. CORNET et ROGNON, dans une note au Congrès de l'A.I.H.S. à ATHENES en 1961, estimaient à 6,8 m³/s le débit s'écoulant vers les Chotts Tunisiens, sur les 22 m³/s de l'alimentation totale Sud-Oranaise, ce qui recoupe à peu près les estimations ci-dessus)

• Apports des affleurements Tunisiens et Lybiens	1,8 m ³ /s
- <u>Apports totaux</u> :	<u>7,9 m³/s</u>

b - Possibilités d'utilisations

- . Un débit de moins de 1 m³/s est prélevé actuellement soit par pompage soit par résurgence naturelle
- . L'alimentation de la nappe de GANES par la nappe du "Continental Intercalaire" serait de 2 m³/s
- . En raisonnant, par sécurité, sur un débit total de 7 m³/s, les ressources dynamiques effectivement exploitables seraient de 4 m³/s, soit 120 Km³/an.

Le captage de ce débit nécessiterait un rabattement de la nappe de près de 100 mètres. Il ne peut donc être réalisé que par un emprunt massif aux ressources statiques, qui conduirait au tarissement des artoises actuelles, mais libérerait des volumes d'eau considérables.

Ainsi, l'extraction d'un débit de 7 m³/s pendant 100 ans provoquerait, dans la région considérée, un abaissement généralisé du niveau de la nappe de 10 mètres.

Il serait possible de créer plusieurs forages de 200 l/n du même type espacés de 1 km, sans répercussion notable des uns sur les autres.

La création de captages nouveaux débitant 1 à 2 m³/s par 5 à 10 forages serait donc loin d'atteindre le débit réellement exploitable et ne mettrait en danger aucune des ressources de la région.

c - Forages existants dans la région considérée

Ce sont :

STERTINI : profondeur du captage : 638 m - Ø 9" 5/8
N. B. 137 - Salinité 2,45 g/l
Température de l'eau 45°C
Débit : 70 l/s pour 80 m de rabattement.

(On n'a posé qu'une seule crépine de 30 m sur les 120 m exploitables).

L'étude de l'adduction des eaux de ce forage vers la prairie de KXBILI fait l'objet de l'étude SOGETRA GC. 46.

• C.F. 1 - C.F. 2 (anciens forages pétroliers, captages réalisés par des perforations sur une dizaine de mètres seulement).

Ø 9" 5/8 (perte de charge de 10 m à Qmax.).

	C.F. 1	C.F. 2
• Profondeurs de captage	770 - 780	950 - 1035
• E. S.	142,6	150
• Salinité	2,5 g/l	2,5 g/l
• Température de l'eau	66°	71°
• Débits : aux casses	70 l/s	70 l/s
après réparation par la S.I.F. (30/1/61) .	250 l/s	-

4 - Exploitation : propositions de l'hydrogéologue

M. DANIEL a proposé les travaux suivants :

- ouverture au débit maximal de C.F. 1 et C.F. 2 après mitraillage de nouvelles portions de colonne à C.F. 1
- création d'un ou deux forages nouveaux, donnant 500 à 600 l/s
- au vu des résultats du stade ci-dessus, système plus important permettant le captage de 1 m³/s
- au stade final, l'exploitation de la nappe pourrait atteindre jusqu'à 7 m³/s (210 Mm³ par an).

A titre indicatif, ces ressources, exploitables A LA DEMANDE et SANS AUCUN POMPAGE, correspondent à quatre fois l'apport moyen de l'oued EL LIL au barrage de Ben METIR, à cinq fois les apports moyens dans le barrage de Sidi MESSAOUD sur l'oued URBANA ...

B - ZONES SUSCEPTIBLES D'ETRE DESSEVIES

Les facteurs favorables à l'utilisation de ces ressources sont, en outre :

- leur proximité aux régions susceptibles d'être desservies. Leurs distances à vol d'oiseau au forage C.F. 1 sont les suivantes (cf. Carte au 1/100.000 ci-jointe) :

. ESCHIMA ..	: 7 km
. EL HANGIA .	: 13 km
. CHENCHOU .	: 23 km
. GABES	: 40 km

- l'absence de relief notable, permettant d'une part d'adopter des tracés suffisamment directs, d'autre part d'éviter tout pompage, compte-tenu de l'artésienisme.

C - DEBIT EQUIPE DE L'ADDITION

Comme indiqué ci-dessus, la mise en exploitation de la nappe sera faite par étapes. On peut envisager de réaliser l'adduction par troncçons successifs, de façon à desservir progressivement toutes les zones, en fonction des ressources exploitées.

Nous examinerons dans la présente note le dimensionnement nécessaire pour l'étape finale, soit pour le débit de 2 m³/s, qui correspond aux besoins évalués dans le chapitre ci-après.

L'étude préliminaire devra examiner, bien entendu, le découpage en étapes successives dans l'optique d'une valorisation maximale des sommes mises en jeu à chaque phase : selon les délais de réalisation escomptés, il peut y avoir intérêt à réaliser les premiers tronçons en conduites plus réduites, doublées ultérieurement.

A titre indicatif, mentionnons que les coûts "actualisés" sont les mêmes, avec un taux d'intérêt de 5 %, pour une conduite de \$ 1.400 placée à l'origine et deux conduites de \$ 1.100 (donnant un débit légèrement plus élevé) si la seconde est placée après un délai de 15 ans. Pour un délai supérieur, la deuxième solution est plus économique.

II - PERIMETRES IRRIGABLES ET BESOINS EN EAU

A - PERIMETRES IRRIGABLES

A.1 - Oasis existantes

De nombreuses oasis exploitent dans la région de GABES les ressources en eau du sous-sol ; ce sont notamment les palmeraies de :

- BACHIMA (Etude Pédologique n° 184, Etude SOGETHA CC. 25)

La superficie totale brute de l'oasis s'établit à 450 hectares environ. Les ressources en eau, représentées par le débit pérenne de l'oued EL HANGIA, atteignent 140 l/s. Un projet d'irrigation a été établi de façon à utiliser rationnellement les ressources en eau :

- 156 hectares nets irrigués à 0,6 l/s/ha
- 148 hectares nets irrigués à 0,3 l/s/ha

150 hectares étaient exclus de l'aménagement pour diverses raisons (sols trop salés, ou en voie d'ensablement).

- EL HANGIA DE GABES (Y compris EL HANGIA EL KSIAR)

La superficie cultivée de la palmeraie d'EL HANGIA couvre une superficie d'environ 580 hectares. Les ressources en eau : sources et forages, se chiffrent aux environs de 150 l/s.

- EL CHENCHO (Etude SOGETHA CC. 36)

La superficie actuellement cultivée est 511 hectares, le débit d'irrigation provenant de deux forages est de l'ordre de 150 l/s.

- OUDEB

La palmeraie d'OUDEB s'étend sur une superficie d'environ 350 hectares (dont 70 en A.I.C.). Les ressources en eau : forages exploitant la nappe de GABES, atteignent 75 l/s.

II - PERIMETRES IRRIGABLES ET BESOINS EN EAU

A - PERIMETRES IRRIGABLES

A.1 - Oasis existantes

De nombreuses oasis exploitent dans la région de GABES les ressources en eau du sous-sol ; ce sont notamment les palmeraies de :

- BACHIMA (Etude Pédologique n° 184, Etude SOGETHA OC. 25)

La superficie totale brute de l'oasis s'établit à 450 hectares environ. Les ressources en eau, représentées par le débit pérenne de l'oued EL HANNA, atteignent 140 l/s. Un projet d'irrigation a été établi de façon à utiliser rationnellement les ressources en eau :

- 156 hectares nets irrigués à 0,6 l/s/ha
- 148 hectares nets irrigués à 0,3 l/s/ha

150 hectares étaient exclus de l'aménagement pour diverses raisons (sols trop salés, ou en voie d'ensablement).

- EL HANNA DE GABES (Y compris EL HANNA EL KSIAR)

La superficie cultivée de la palmeraie d'EL HANNA couvre une superficie d'environ 580 hectares. Les ressources en eau : sources et forages, se chiffrent aux environs de 150 l/s.

- EL CHENCHO (Etude SOGETHA OC. 36)

La superficie actuellement cultivée est 511 hectares, le débit d'irrigation provenant de deux forages est de l'ordre de 130 l/s.

- OUDEB

La palmeraie d'OUDEB s'étend sur une superficie d'environ 350 hectares (dont 70 en A.I.C.). Les ressources en eau : forages exploitant la nappe de GABES, atteignent 75 l/s.

• METOUZA (Etude SOUSTHA OC. 12)

La palmeraie de METOUZA EL KATA, couvre une superficie d'environ 300 hectares dont 255 sont cultivées. Le débit disponible (forages) est de 100 l/s. La superficie effectivement irriguée est de 246 hectares.

• RIEHOUGH (Etude SOUSTHA OC. 47)

L'oasis s'étend sur une superficie de 500 hectares environ, dont 475 hectares sont cultivés actuellement. En 1956, une A.I.C. de 110 hectares a été créée autour d'un forage nouveau débitant 50 l/s. Les ressources en eau (sources, forages) atteignent 163 l/s.

• El CHEMNA

La superficie cultivée de la palmeraie atteint actuellement 140 hectares (dont 40 hectares en A.I.C.) ; les ressources en eau : forages exploitant la nappe de GABES, ne dépassent pas 50 l/s.

• GABES

La palmeraie de GABES s'étend sur une superficie de 1.200 hectares. Les ressources en eau de l'oasis seraient de 550 l/s dont 300 correspondant aux sources de l'oued GABES et 250 aux sources de l'oued EL MEHLI.

• NOTA : Les études pédologiques n° 226 (GABES), 246 (GABES Nord), 278 (EL HAMMA), sont en cours.

A.2 - Périmètres nouveaux

M. COINTREAU, dans une lettre n° 375/63, adressée à M. l'Ingénieur en Chef, Chef de la Sous-Direction E.A.R., signale que les surfaces suivantes avaient été reconnues aptes à l'irrigation :

• El CHEMCHOU (Etude Pédologique n° 178)

En total, 1.500 hectares de terres sont aptes à recevoir des cultures (A.1 et A.2), mais nécessitant des travaux de drainage.

importants, ainsi que l'établissement de protections contre les incendies, les ravissements et les apports de sables éoliens.

Actuellement, 515 hectares sont irrigués à faible dose par l'eau en provenance de deux forages (130 l/s).

• Djebel DISSA (Etude Pédologique n° 178)

250 hectares convenant moyennement à toutes les cultures (1.2).

• Entre Bou CHECIA et RHENNOUCH

150 hectares de sols valables pour les cultures maraîchères, à condition de niveler et de drainer (D M₂ B.3).

• Entre KETOUIA et RHENNOUCH

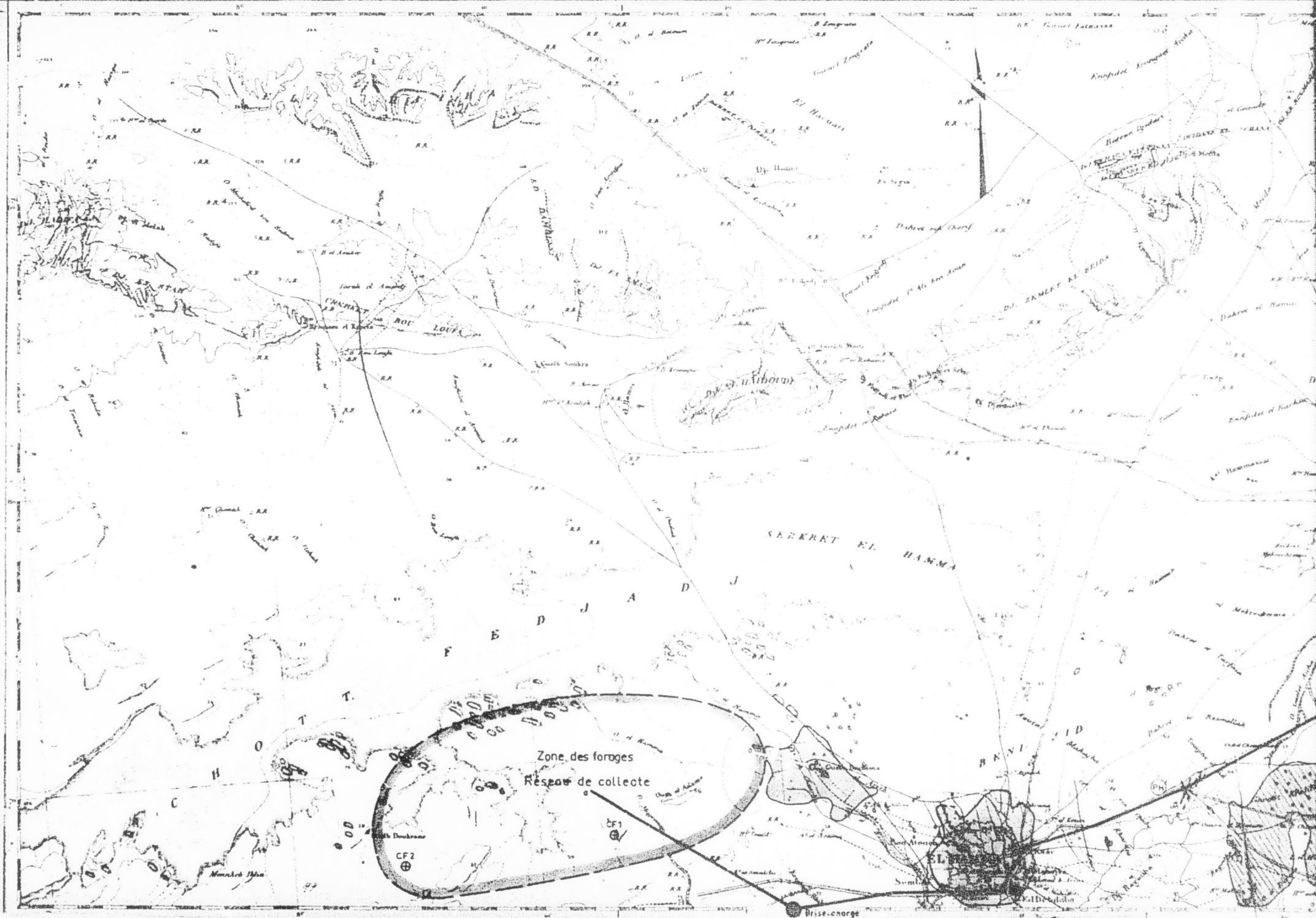
Une zone de 400 hectares environ, apte aux cultures maraîchères, à condition d'assurer un drainage efficace (D M₂ B.3).

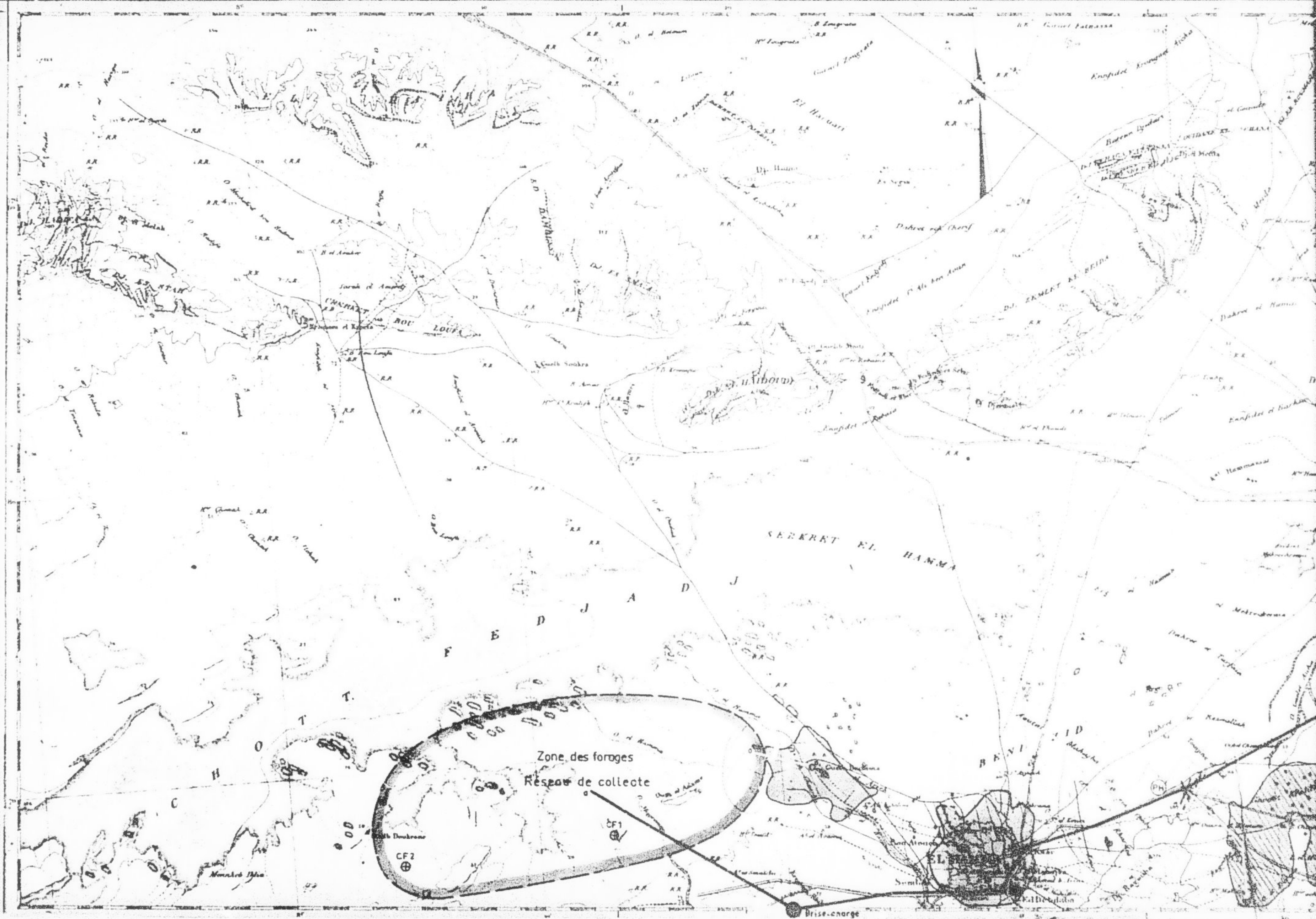
Au total, nous disposerions d'une superficie brute de 1.785 hectares de terres capables de porter des cultures de bonne rentabilité.

Si nous admettons que 90 % de la superficie pourraient effectivement être cultivés, le reste étant occupé par les habitations, les routes, etc. ... , nous aurions :

• Bir CHERGOU	:	$(1.500 - 515) \times 0.90 = 886$ ha
• Djebel DISSA	:	225 ha
• Entre KETOUIA et RHENNOUCH ...	:	360 ha
• Entre RHENNOUCH et Bou CHECIA :	:	135 ha

.../...





EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DE LA NAPPE DU "CONTINENTAL INTERCALAIRE"
Possibilités d'adduction vers la région de Gades

Fig. n°

NOTE préliminaire

1

PLAN D'ENSEMBLE

Echelle: 1/100 000

G.C. 59.1
Avril 1954

LÉGENDE

-  Conduite principale
-  Antennes secondaires
-  Ouvrages de prise
-  Oasis existantes
-  500 mètres à l'échelle
-  Forages



B - BESOINS EN EAU DES PERIMETRES

B.1 - Débit fictif continu

Les cultures à planter comprendront vraisemblablement :

- Des cultures arbustives :

. Palmiers dattiers de variétés communes , le climat ne convenant pas en effet aux palmiers Degla , localisés surtout dans la région du Chott DJERID

. Arbres fruitiers : abricotiers , oliviers , grenadiers , etc. ..

- Des cultures secondaires , telles que :

. Culture fourragère : luzerne

. Des cultures maraichères d'hiver

Si l'on considère le déficit en eau après comparaison de la pluviométrie moyenne avec l'évapotranspiration potentielle calculée selon la formule de THORNTONWAITE , on trouve un débit fictif d'irrigation maximal pendant le mois de Juillet de 0,62 l/s . Cette valeur établie pour l'Oasis de GABES , peut être étendue à toute la région étudiée, le climat étant sensiblement partout le même .

Pour les Oases du Sud Tunisien où les plantations sont à peu près les mêmes que celles exposées ci-dessus on admet généralement un débit fictif continu d'irrigation, pendant la période d'été de 0,6 l/s/ha .

	Débit fictif d'hiver (l/s/ha)	Débit fictif d'été (l/s/ha)
. Palmiers	0,3	0,7
. Arbres fruitiers ...	0,3	0,5
. Cultures secondaires	0,6 (luzerne 0,3)	0,5

Nous admettrons un débit fictif continu maximal de $0,6 \text{ l/s/ha}$ pour tous les périmètres envisagés.

La plupart des oasis existantes du Sud Tunisien présentent un déficit important par rapport à la valeur minimale de $0,6 \text{ l/s/ha}$.

En effet, on peut observer couramment des débits de $0,4 \text{ l/s/ha}$ et même $0,25 \text{ l/s/ha}$, ce qui est nettement insuffisant.

B.2 - Besoins en eau complémentaires

Dans le Tableau n° 1, sont rassemblées les données relatives aux besoins en eau totaux et complémentaires des périmètres envisagés.

Au total, nous aurions :

. Surfaces	: actuellement irriguées	=	3.720 ha
	totales irrigables	=	5.475 ha
. Besoins en eau ..	: nécessaires ($0,6 \text{ l/s/ha}$)	=	3.290 l/s
	ressources actuelles ...	=	1.310 l/s
	complément	=	1.980 l/s

Compte-tenu, de l'imprécision des données utilisées : des éventuels besoins urbains à satisfaire, on peut admettre que le débit de 2000 l/s constitue un ordre de grandeur correct des besoins.

TABLEAU 1

Besoins en eau des périmètres

Périmètres	Superficie (ha)			Besoins totaux (0,6 l/s/ha)	Débit (l/s)			Complément nécessaire
	Actuellement irrigués	Complément possible	Total		Recommandées	Recommandées	Recommandées	
BECHINA	304	150	454	270	Débit pérenne O. El HANNA	140	0,46	130
El HANNA	580	-	580	350	Sources Forages	150 ~	0,26	200
Bir CHEZOU	515	(985 brut) (886 net)	401	840	Forages	130	0,25	710
Djebel DISSA	-	(250 brut) (225 net)	225	135	-	-	-	135
OUHRET	250	-	250	150	Forages Sources	75	0,30	75
NETOUIA	255	-	255	150	Forages Sources	100	0,39	50
Entre NETOUIA et RHEZNOUCH	-	(400 brut) (360 net)	360	220	-	-	-	220
RHEZNOUCH	475	-	475	285	Forages Sources	186	0,40	99
Entre RHEZNOUCH et Bou CHEMMA	-	(150 brut) (135 net)	135	85	-	-	-	85
Bou CHEMMA ...	140	-	140	85	Forages	48	0,34	37
GABES	200	-	200	720	Sources Forages	480 (*)	0,40	240
- TOTAUX :	3 719		15 475	3 290		1 309		1 951

(*) - Cette valeur a été estimée en supposant que le taux d'irrigation actuel est de 0,4 l/s/ha. Un débit de 550 l/s nous a été indiqué pour l'essai mais cette donnée n'étant étayée par aucun jaugeage, nous avons préféré nous en tenir au chiffre de 480 l/s.

III - ETUDE SUCCINCTE DU RESEAU DE CONDUITE

A - HYPOTHESES DE BASE

a - débit total exploité : 2.000 l/s

dont : 140 seraient utilisés directement à BUCHINA

1.860 constituerait le débit en tête de l'adduction

b - caractéristiques d'un forage "Type" :

. Cote du terrain naturel : 40 m

. Niveau statique de la nappe : +150 m

. Débit au niveau du T.N. : 200 l/s

. Rebattement spécifique admis : $\frac{200}{110} = 1,8 \text{ l/s/m}$

c - volume annuel exploité

On peut admettre que, compte-tenu de l'infériorité des débits spécifiques nécessaires pour les irrigations en hiver et malgré la possibilité d'extension de cultures maraîchères, le débit moyen annuel utilisé sera de l'ordre de 75 % du débit maximal transmissible. Dans ces conditions, le volume exploitable annuellement ressort à 47 Mm³.

B - NOMBRE DE FORAGES, DIAMETRE ECONOMIQUE DE L'ADUCTION

Le débit total de l'adduction étant fixé, plusieurs schémas piézométriques sont possibles, dont les paramètres sont :

. le diamètre de la conduite

. le nombre de forages

. l'importance d'un pompage éventuel

Remontant l'adduction à partir du point haut du tracé (cf. § 0.2) qui fixe le balai aval de la ligne piézométrique :

- la cote piézométrique de départ est d'autant plus basse que le diamètre de la conduite est plus grand

- pour une cote de départ donnée, nous pouvons :

- . soit multiplier les forages, en adoptant pour rabattement la différence entre le niveau statique et la cote piézométrique de départ obtenue
- . soit accroître les rabattements, donc réduire le nombre de forages nécessaires, et rattraper la cote de départ au moyen d'un pompage .

Les trois éléments sus-visés sont donc liés. Une étude économique rapide, donnée en Annexe, a permis de définir un dimensionnement optimal :

- . Diamètre de la conduite : 1.600 mm pour 1.860 l/s
($V = 0,53$ m/s)
- . Niveau piézométrique de départ : 105
- . Pas de pompage
- . Rabattement : $150 - 105 = 45$ m
- débit correspondant par forage : ~ 80 l/s
- d'où :
- nombre de forages nécessaires .. : $23 + 1$ (BECHIMA) = 24

C - MODE DE COMMANDE DE L'ADDUCTION

Dans une conduite destinée à acheminer un débit donné d'un point à un autre, sans prélèvements intermédiaires, il est nécessaire de procéder à une comparaison détaillée des deux systèmes de commande "par l'amont" et "par l'aval", la première, au prix de risques de pertes d'eau, étant plus simple et nettement plus économique, puisque les conduites ne sont soumises qu'à la charge piézométrique et non à la charge statique augmentée des surpressions comme dans le système aval. En outre, l'absence d'organes hydrauliques (obturateurs, anti-béliers, vannes à surverse ...) est un avantage sensible dans une région telle que celle considérée ici, soumise à des vents de sable .

Dans le cas considéré, la conduite assure la distribution de l'eau dans tous les périmètres situés sur son parcours : une commande par l'amont serait possible avec des canaux à écoulement libre munis de partiteurs, mais ce système paraît à éliminer, bien que la topographie ne paraisse pas défavorable à priori, en raison des risques de vole d'eau, de pollutions

(les eaux pourraient contribuer à des alimentations urbaines s'il y a lieu), d'évaporation

Avec une adduction en charge assurant une distribution, la commande par l'ascent pourrait se concevoir à la rigueur avec des orifices calibrés si les débits demandés étaient constants, ce qui n'est pas le cas.

Il ne fait aucun doute que la commande par l'aval est, dans le cas considéré, la seule capable d'assurer la distribution dans des conditions satisfaisantes.

Chacun des périmètres sera desservi par un brise-charge alimentant un bassin à niveau quasi constant dans lequel l'eau sera prélevée à la demande, jusqu'à une valeur maximale fixée. La suppression de la demande d'un périmètre se répercutera immédiatement sur l'ascent, et nécessitera une réaction du régime d'exploitation des forages, sans perte d'eau.

Les appareils de commande et de sécurité devront être protégés tout spécialement en raison des vents de sable. Il y aura également lieu d'étudier les propriétés chimiques des eaux (P.H. en particulier) qui pourront éventuellement subir un traitement au départ pour éviter la corrosion des conduites et appareils.

D - DESCRIPTION DU RESEAU

D.1 - Schéma général

L'équipement comprendrait :

- . l'adduction vers BECHINA du forage le mieux placé topographiquement ;
- . pour les autres forages : réseau collecteur en charge alimentant une conduite d'alimentation du bassin brise-charge de tête (longueur 8 km environ depuis le centre de la zone d'exploitation) ;
- . un bassin brise-charge placé sur les premiers contreforts du Djebel ABIZA à la cote 90 environ ;

- la conduite principale d'adduction et de distribution de longueur totale 40 km jusqu'à GABES.

D.2 - Tracé de la conduite
(Voir Carte au 1/100.000 ci-jointe)

En plan, le tracé prévu comporte pratiquement trois tronçons successifs :

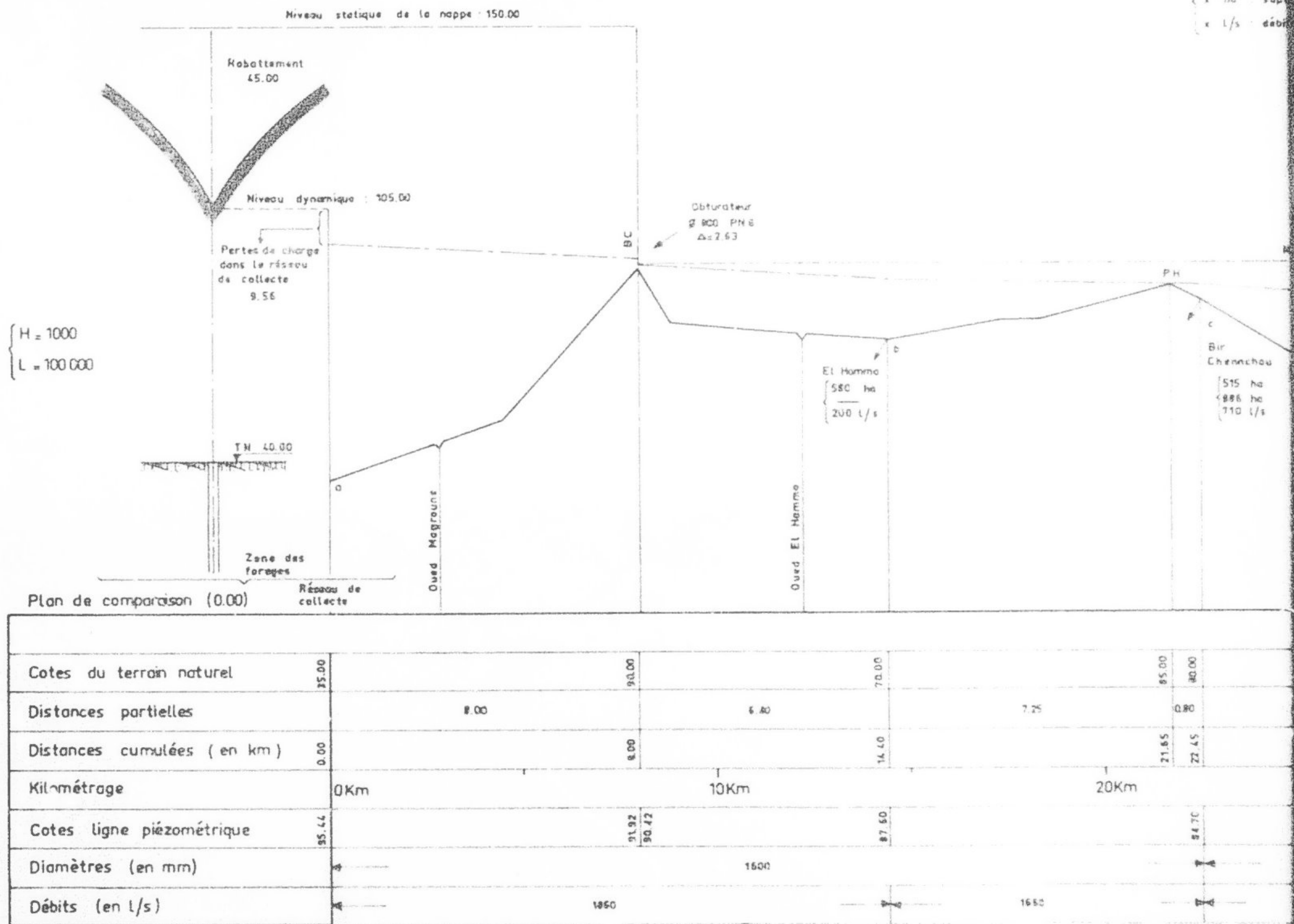
- 1 - du brise-charge à El HAMMA, en longeant la G.P. 24 et traversant l'oued El HAMMA au même endroit ;
- 2 - de El HAMMA à METOUIA, elle suit d'abord la G.P. 24 jusqu'aux environs de l'embranchement de Bir CHENCHOU sur les premières pentes du Djebel MAGOUBA (point haut du tracé, cote 85 environ). Elle gagne ensuite METOUIA dans un terrain au relief dans l'ensemble assez peu accentué, mais recoupant de nombreux ravinements : Oued GUELET AICHA et ses affluents, oued El NABAJI.
Le tracé ainsi envisagé longe la piste G.P. 24 - METOUIA ;
- 3 - de METOUIA à GABES, elle est implantée en bordure de la G.P.1 ; elle recoupe les oueds CHABA, DEMNA, TINE.

D.3 - Caractéristiques des conduites
(Voir Profil en long et le Tableau 2)

a - Conduite en amont du brise-charge

- Longueur	:	8 km environ (6,6 depuis C.F.1)
- Débit	:	1.860 l/s
- Diamètre	:	1.600 mm
- Niveau statique	:	150 (nappe)
- Niveaux piézométriques ...	:	95,4 - 91,9
- Cotes de la conduite	:	35 - 90
- Charge statique maximale	:	115 m

Echelles :
 $\begin{cases} H = 1000 \\ L = 100\,000 \end{cases}$



LÉGENDE

- x ha : superficies actuellement irriguées
- x ha : superficies à irriguer en supplément
- x l/s : débit nécessaire

EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DE LA MAPPE DU "CONTINENTAL INTERCALAIRE"
Possibilités d'adduction vers la région de Gao

Fig. n°

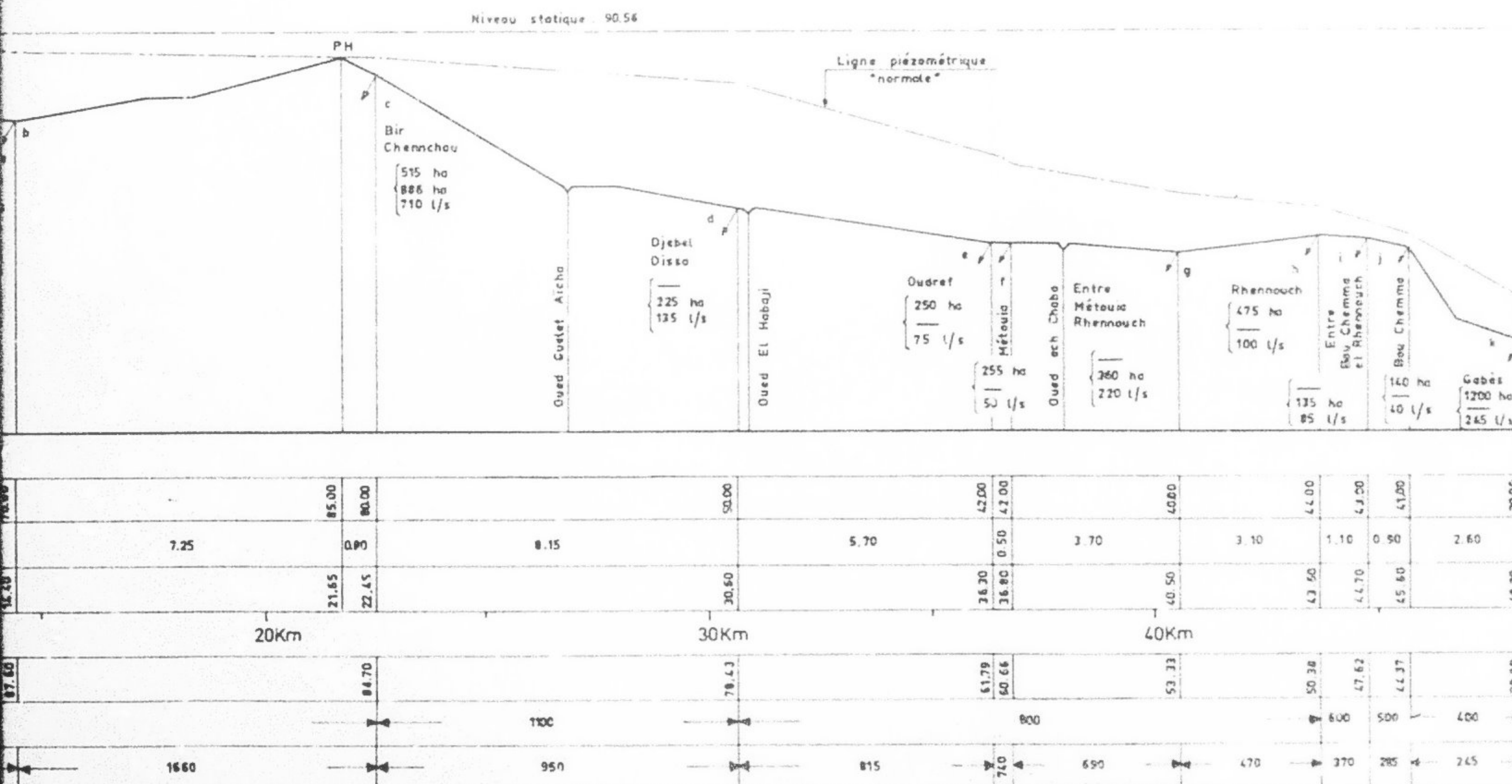
2

Note préliminaire

PROFIL EN LONG

Echelles : H. 1:1000
L. 1:100000

GC 59.1
Avril 1964



b - Brise-charge de tête

Comprendra, en principe :

- . un obturateur à disque auto-centreur
type : noyé - débit 1.850 l/s
charge statique maximale : 60 m
appareil : Ø 800 P.M. 5 Ø = 2,63 m
- . une vanne papillon de garde (Ø 1.000 environ)
- . une vanne clapet de sécurité
orifice : Ø = 1.100 mm
- . des coupapes anti-bélier
- . des siphons déversants de sécurité

c - Conduite d'aduction en aval du brise-charge

- Longueur totale	:	40 km environ
- Débit	:	de 1.850 à 245 l/s
- Diamètres	:	1.600 sur 14,450 m
		1.100 sur 8,150
		0.800 sur 13,000
		0.600 sur 1,100
		0.500 sur 0,900
		0.400 sur 2,600
		40,200 km

- Niveau statique : 90,56
- Niveaux piézométriques : 90,42 à 29,90
- Cotes de la conduite :

- . Entre brise-charge et le point haut (près Pir CHEN CHOU)
Cote maximale : 70 env. (El HANDA)
Charge statique : 20,5 m
- . Entre le point haut et l'extrémité
Cote décroissant de : 85 à 20 environ
Charge statique à l'extrémité : 70,5 m

d - Antennes vers les périmètres

	Longueur (cm)	Débit (l/s)	Passe- (mm)
. BECHINA	2 000	140	300
. Bir CHENCHOU	4 650	710	1 100
. Djebel DISSA	7 700	135	300
. GUDREY	3 800	75	300
. RHESNOUCE Kerd	1 800	220	400
. RHESNOUCE	1 400	105	300

.../...

TABLEAU 2

Caractéristiques des conduites

Débit Diamètre Longueur Vitesse Pertes de charges Cote ligne piézométrique Altitude										
Tronçons	friction			majorée			totale	Amont	Avant	au traverse
	(l/s)	(mm)	(m)	(m/s)	(m)	(%)				
CONDUITE PRINCIPALE										
a B.C.	860	600	18 000	0,90	10,42	0,44	3,32	95,44	91,92	-
B.C. b	860	600	400	0,90	0,42	0,44	2,82	90,42	87,60	30
b c	660	600	17 050	0,83	10,34	0,36	2,90	87,60	84,70	-
c d	950	1000	5 150	0,99	0,73	0,77	6,27	84,70	78,43	-
d e	813	800	15 700	1,61	12,79	2,92	16,64	78,43	61,79	-
e f	740	800	500	1,47	2,16	2,27	1,13	61,79	60,66	30
f g	650	800	13 700	1,37	11,69	1,98	7,33	60,66	53,33	-
g h	470	800	3 100	0,93	0,90	0,95	2,95	53,33	50,38	-
h i	370	600	1 100	1,30	12,39	2,51	2,76	50,38	47,62	42
i j	285	500	900	1,44	3,44	3,61	3,25	47,62	44,37	40
j k	245	400	12 600	1,91	17,66	8,04	14,47	44,37	29,90	25
ANTENNES										
a a ₁	140	300	12 000	2,00	15	15,75	22,04	-	-	45
a a ₂	710	1000	4 650	0,75	0,42	0,44	2,05	84,70	82,65	80
d d ₁	135	300	17 700	0,69	10,65	0,90	6,93	78,43	71,50	67
e e ₁	75	300	3 800	1,06	5,77	2,91	11,06	61,79	50,73	30
g g ₁	220	400	1 800	1,75	16,49	6,81	12,26	53,33	41,07	26
h h ₁	100	300	1 400	1,43	5,92	6,22	8,71	50,38	41,67	31

IV - DEVIS ESTIMATIF SOMMAIRE - PRIX DE REVIENT DU M3 D'EAU

A - INVESTISSEMENTS

Nous allons évaluer les investissements nécessaires au projet jusqu'en tête des périclites (c'est-à-dire brice-charges d'extrémité non compris) .

Dans l'état actuel de l'ouvrage il est impossible de calculer la pression exacte supportée par les conduites , aussi nous avons admis pour chaque tronçon une pression moyenne (fonction de la cote des terrains traversés (valeur tenant compte des surpressions) .

a. Conduites principales et antennes

Longueur	Diamètre	Pression	Prix	Dépenses
(m)	(mm)	(kg/cm ²)	(F/ml)	(10 ³ F)
22.450	600	8	65,736	1 476
8.150	100	7	35,579	290
4.650	100	3	32,191	150
13.000	800	8	22,271	290
1.100	600	8	15,794	18
7.700	500	7	12,866	99
4.400	400	10	11,596	51
5.300	300	10	9,873	57
1.400	300	3	9,810	14
- TOTAL :				2 443

. Conduites principales et antennes	"	2 445	10 ³	D.
. Réseau de collecte :				
le réseau de collecte ne pourra être défini que lorsque les emplacements des forages auront été fixés par l'Hydrogéologue. Nous avons évalué, en première approximation, le coût du réseau de collecte à	"	500	10 ³	D.
Surcoût	"	20	10 ³	D.
. Forages : 24 forages à 60 . 10 ³ D.	"	1 440	10 ³	D.
- Total		4 405	10 ³	D.
- Imprévus et divers : 20 % environ		881	10 ³	D.
- TOTAL		5 300	10 ³	D.

- La dépense totale serait de l'ordre de : 5.300.000 dinars

B - PRIX DE REVIENT DU m³ D'EAU

B.1 - Volume d'eau exploitable annuellement

Pour un débit équipé de 2.000 l/s , le volume d'eau qu'il est possible d'utiliser est de 63 Mm³ .

Afin de tenir compte des réductions de demande en hiver (qu'il y aurait intérêt à éviter par un choix de cultures appropriées et, éventuellement, des utilisations industrielles de façon à utiliser au maximum les installations réalisées) , nous admettons que la consommation annuelle s'établisse à 75 % de la valeur ci-dessus , soit 47 Mm³ .

B.2 - Investissements

- Investissements totaux : estimés plus haut à $5,3 \cdot 10^6$ dinars. Il s'agit d'un ordre de grandeur, auquel nous n'ajoutons ni les frais de renouvellement et entretien, ni les dépenses d'exploitation, ces éléments n'étant à introduire que dans un calcul suffisamment précis.

- Investissement rapporté au m³ annuel :

$$\frac{5,3 \cdot 10^6}{47 \cdot 10^6} = 113 \text{ millimes}$$

- Investissement à l'hectare :

. Pour un taux de $0,6 \text{ l/s/ha}$, le débit disponible actuellement soit $1,310 \text{ l/s}$ permet l'irrigation normale de $\frac{1,310}{0,6} = 2,180 \text{ ha}$

. La superficie supplémentaire qu'il sera possible d'irriguer à ce taux ressort à : $5,475 - 2,180 = 3,295 \text{ ha}$

. Investissement rapporté à l'hectare nouveau (eau fournie en tête des périmètres) : $\frac{5,3 \cdot 10^6}{3,295} = 1,610 \text{ dinars/ha}$.

B.3 - Amortissement annuel des investissements

- Pour une durée d'amortissement de 60 ans et un taux de 5%, l'amortissement ressort à :

$$5,3 \cdot 10^6 \times 0,0527 = 280.000 \text{ dinars}$$

- L'amortissement annuel des investissements rapporté au m³ d'eau, ressort à :

$$\frac{280 \cdot 10^6}{47 \cdot 10^6} \approx 6 \text{ millimes}$$

CONCLUSIONS

Rappelons les grandes lignes de l'adduction définies dans la présente note :

- Débit maximal fourni 1 2 000 1/s
- Volume annuel exploitable 1 63 Mm3
- admis : 47 Mm3
- Investissements totaux 5,3 10⁶ dinars
(eaux livrées en tête des périmètres)
- Superficies nouvelles desservies à raison de 0,6 1/s/ha : 3 300 hectares (superficies reconnues pédologiquement aptes aux cultures irriguées) .

Afin d'apprécier plus exactement les données du projet, comparons-les à celles de l'aménagement de l'oued KEBANA :

		Oued KEBANA	Adduction de GAREB
• Débit maximal distribuable	1/s	2 200	2 000
• Volume annuel fourni	Mm3	37	47
• Périmètres desservis	ha	5 300	3 300
• Investissements (équipement des périmètres et usine hydroélectrique exclus) 10 ⁶ di		13,7	5,3
• Investissement au m3 d'eau	milli	370	113
• Investissement à l'hectare	d	2 560	1 610

Les chiffres ci-dessus ne font pas état des frais d'exploitation, plus importants pour le KEBANA (forages du SISSEB, exploitation du barrage) ni du caractère plus aléatoire des fournitures d'eau par cet aménagement.

Enfin , un élément capital à prendre en compte est la situation géographique de l'aménagement , située dans une région jusqu'à présent freinée dans son développement agricole et industriel par le manque d'eau .

De plus , la superficie irrigable considérée serait desservie à raison de 0,6 l/s/ha au lieu de 0,35 à 0,40 l/s/ha en moyenne , pour le mois de pointe , au NEBAHA .

ANNEXES

-

Pages

I - Rappels d'hydrogéologie	28
II - Détermination succincte du diamètre économique de l'adduction	35
III - Etapes de réalisation : Notes sur les alimentations de :	
1 - El HAMMA - Bir CHENCHOU	41
2 - L'oasis de BECHIMA	48
IV - Réseau d'adduction de TIARET - MEDENINE	55
V - Bibliographie	57

-

I - RAPPELS D'HYDROGÉOLOGIE
(cf. Etude hydrogéologique SONT-I.R.H. 119)

A - GENERALITES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

La nappe du "Continental Intercalaire", s'étend sur une superficie de 600.000 km², depuis l'Atlas Saharien Algéro-Tunisien au Nord, jusqu'aux affleurements primaires des TASSILIS au Sud; des affleurements du Sud Oranais à l'Ouest, jusqu'aux plateaux de la Tripolitaine à l'Est.

Cette nappe est incluse dans d'épaisses formations continentales (sables, dépôts lagunaires, etc. ...) dont l'âge s'étend du Jurassique au Cénomannien. La zone Tunisienne Nord de la nappe, correspondant à la région des Chotts, présente un épaississement considérable des séries, aussi bien continentales que marines (3.000 m sous le Chott DJERID). Cette zone est bordée au Nord par le grand accident Sud Atlasique qui pour la partie Tunisienne de la nappe passe par GAFSA et EL HAMMA de GAFSA.

Les zones principales d'alimentation sont :

- L'Atlas Saharien dans la zone Sud Oranaise
- Les affleurements Sahariens du Sud, au pied des TASSILIS
- Les affleurements Tuniso-Lybiens sur le pourtour du dôme de MEDENINE

La nappe présente trois grands axes d'écoulement :

- Du Nord vers le Sud dans les zones Sud Oranaises, puis elle se sépare en deux écoulements de direction :
 - . Nord-Est - Sud-Ouest vers l'exutoire d'ADRAR-TIMIMOUN-REGGANE
 - . Sud-Ouest - Nord-Est vers l'exutoire Sud Tunisien
- Du Sud, la nappe coule vers le Nord (TASSILIS) et va rejoindre l'écoulement Sud Tunisien
- De l'Est, corniche Tuniso-Lybienne, les écoulements rejoignent la zone du Chott FEDJADJ.

On estime à 22 m³/s, le débit de l'alimentation Sud Oranaise dont une partie s'écoule vers le Sud-Ouest et une autre partie, 6,8 m³/s s'écoule vers les Chotts du Sud Tunisien.

B - HYDROGEOLOGIE DE LA NAPPE TUNISIENNE

B.1 - Apports

La configuration de la nappe délimite deux zones d'apports :

- Apports d'Algérie :

- . Région des Chotts et de TOUGOCOURT : 4.5 m³/s
- . Région d'Haami NESSAGUD & OUDOML : 1.6 m³/s

La totalité des apports calculés 6.1 m³/s recoupe sensiblement la valeur estimée de 6,8 m³ des débits s'écoulant vers les Chotts Tunisiens .

- Apports des affluents Tunisiens et Libyens : 1.8 m³/s :

Ces apports qui ont un débit total de 7.9 m³/s se concentrent par circulation autour du Chott FEDJANJ. La nappe atteint le Chott par le Sud et par l'Ouest avec la courbe isopièze 150 .

B.2 - Exutoires de la nappe Tunisienne

Les exutoires naturels sont d'une part les sources thermales de la région (EL HAMMA de GABES , EL HAMMA de TOZEUR) , d'autre part les différentes assises géologiques dans lesquelles se orient des nappes d'importance variable (nappe de GABES) .

Les exutoires artificiels actuels sont les forages C.F. 1 - C.F. 2 .. SEPTINI .

B.1 - Exploitation de la nappe

B.31 - Possibilités d'exploitation de la nappe

- Ressources dynamiques :

MM. CORNET et ROCHON estiment le débit de la nappe dans sa partie Algérienne à :

22 m³/s

dont : 6,8 m³/s se dirigeant vers le Sud Tunisien .

En utilisant les données recueillies dans le Sud Tunisien on arrive à un total de : 7,9 m³/s .

On raisonne par sécurité sur un débit moyen de 7 m³/s ;
soit : 210×10^6 m³/an .

Sur ces 7 m³/s moins de 1 m³/s est pompé sur des forages en fait réurgence dans des sources à raison de :

2 à 300 l/s	à EL HAMMA
100 l/s	à C.F. 1 - C.F. 2
70 l/s	à SEPTINI
50 à 60 l/s	divers (Bordj SAIDANE - Oued NAKLA)
150 à 200 l/s	divers entre l'extrême Sud et EL HAMMA de TOUJOUR

On peut estimer à 2 m³/s, la part que prend la nappe du "Continental Intercalaire" à l'alimentation de la nappe de GABES .

Il y a donc un débit notable : 4 m³/s sur les ressources dynamiques qui restent inexploitées et se dispersent au Nord du Chott FENJAN par diffusion à travers des terrains peu perméables sans créer de nappe exploitable .

.../...

Donc sur 210×10^6 m³/an en exploitation
 70 - 25×10^6 m³/an
 La nappe de GABES serait $\times 10^6$ m³/an
 Il reste à exploiter 120×10^6 m³/an

- Ressources statiques

La récupération totale du débit de la nappe ne peut être réalisée que si l'on tarit les exutoires connus et cachés.

Le tarissement des exutoires ne sera obtenu que par un pompage très supérieur au débit dynamique et ceci pendant un temps supérieur à 100 ans. Le tarissement ne peut être réalisé que par un emprunt massif aux ressources statiques.

Il n'est pas question évidemment de tarir des exutoires comme la nappe de GABES dont l'exploitation est vitale pour la région ; le but à atteindre est de récupérer la partie du débit dynamique inemployée soit environ 4 m³/s. Cette récupération par tarissement libérerait des volumes d'eau très supérieurs aux possibilités pratiques de captage et d'utilisation.

Nous nous baserons pour cela sur un abaissement de 10 m étendu à toute la nappe qui diminuerait les débits d'exutoires comme la nappe de GABES de 10 % soit 100 l/s, et permettrait de pomper par ailleurs des quantités d'eau très supérieures à ces pertes.

Le calcul montre que environ 7 m³/s pendant 100 ans seraient récupérables pour la partie Tunisienne de la nappe pour un bassin de niveau de 10 m.

On peut donc estimer que dans l'état actuel de nos connaissances l'augmentation de débit réalisable sur cette nappe n'est pratiquement limitée que par :

- le nombre de captages
- leur débit

- leur prix de revient
- la distance de transport

De toute manière l'augmentation de débit nécessite la création de captages nouveaux afin d'augmenter le débit réellement exploité des ressources de la région.

B.32 - Propositions de travaux

Compte-tenu de toutes les particularités de la région on peut distinguer deux zones favorables à l'exploitation des grès du "Continental".

- Zones favorables à des captages

1 - Extrême Sud entre Bordj BOU

- . Profondeur 200 à 300 m
- . Niveau piézométrique
- . Salinité comprise entre 1,2 et 1,5 g/l
- . Les forages sont artésiens
- . Fort-SAINT
- . La zone au Nord de Bordj BOU est caractérisée par la forte salinité de l'eau.

2 - NEFLAOUA :

- . Profondeur 1.200 à 1.500 m
- . Niveau piézométrique
- . Salinité de 1,2 g/l

3 - SEPTIMI :

Les caractéristiques de la zone nécessitent la création de plusieurs forages du même type que ceux réalisés dans les zones précédentes.

Donc sur	210 x 10 ⁶ m ³ /an en exploitation
	20 - 25 x 10 ⁶ m ³ /an
La nappe de GABES serait	x 10 ⁶ m ³ /an
Il reste à exploiter	120 x 10 ⁶ m ³ /an

- Ressources statiques

La récupération totale du débit de la nappe ne peut être réalisée que si l'on tarit les exutoires connus et cachés.

Le tarissement des exutoires ne sera obtenu que par un pompage très supérieur au débit dynamique et ceci pendant un temps supérieur à 100 ans. Le tarissement ne peut être réalisé que par un emprunt massif aux ressources statiques.

Il n'est pas question évidemment de tarir des exutoires comme la nappe de GABES dont l'exploitation est vitale pour la région ; le but à atteindre est de récupérer la partie du débit dynamique inemployée soit environ 4 m³/s. Cette récupération par tarissement libérerait des volumes d'eau très supérieurs aux possibilités pratiques de captage et d'utilisation.

Nous nous baserons pour cela sur un abaissement de 10 m étendu à toute la nappe qui diminuerait les débits d'exutoires comme la nappe de GABES de 10 % soit 100 l/s, et permettrait de pomper par ailleurs des quantités d'eau très supérieures à ses pertes.

Le calcul montre que environ 7 m³/s pendant 100 ans seraient récupérables pour la partie tunisienne de la nappe pour un bassin de niveau de 10 m.

On peut donc estimer que dans l'état actuel de nos connaissances l'augmentation de débit réalisable sur cette nappe n'est pratiquement limitée que par :

- le nombre de captages
- leur débit

- leur prix de revient
- la distance de transport de l'eau

De toute manière l'augmentation de débit que nous préconisons par la création de captages nouveaux soit : 1 à 2 m³/s est loin d'atteindre le débit réellement exploitable de la nappe et ne met en danger aucune des ressources de la région .

8.32 - Propositions de travaux

Compte-tenu de toutes les particularités hydrogéologiques de ce vaste ensemble on peut distinguer deux grands types de régions où il est possible d'exploiter les grès du "Continental Intercalaire" .

- Zones favorables à des captages à gros débit

1 - Entrée Sud entre Bordj BOURQUIBA et TIANET :

- . Profondeur 200 à 900 m
- . Niveau piézométrique 310 m
- . Salinité comprise entre 1 et 3 g/l
- . Les forages sont artésiens à l'Ouest de la piste MEDENINE - Port-SAINT
- . La zone au Nord de Bordj BOURQUIBA est à déconseiller en raison de la forte salinité de l'eau .

2 - NEFZAOUA :

- . Profondeur 1.200 à 1.800 m
- . Niveau piézométrique 210 m , débit possible de 150 à 300 l/s par forage
- . Salinité de 1,2 g/l .

3 - SEPTIMI :

Les caractéristiques de la nappe sont telles qu'il serait possible de créer plusieurs forages du même type à 1 km les uns des autres , sans répercussions notables des uns sur les autres .

4 - El HANNA - Zone de C.F. 1 - C.F. 2

Des forages types de 200 l/s pourraient être créés tous les kilomètres dans cette zone .

Dans un premier temps :

. couverture au débit maximal de C.F. 1 et C.F. 2 après mitraillage de nouvelles portions de colonnes à C.F. 1

. création d'un ou deux forages nouveaux

Dans un deuxième temps :

. un système plus important pour être étudié qui devrait permettre d'envoyer le captage de 1 m³/s .

- Zones favorables à des captages à faible débit

1 - Zone DEYBAT - REMADA

Cette zone serait favorable à la création de points d'eau dans des zones très localisées alimentées par les crues d'oueds .

Des forages de 50 . 100 m seraient nécessaires .

2 - Zone d'Aïn TOUNINE

Les grès du "Continental Intercalaire" alimentés par des ruisselements locaux pourraient être reconnus par un forage de 500 à 600 m environ .

3 - Anticlinaux des Djebels MELOUSSEI et Bou HEDMA

Les affleurements des grès du BOUDINAR au coeur de ces anticlinaux créent des petites sources locales. Des captages par des petits sondages ou par des puits pourraient fournir des débits faibles mais appréciables dans la région de Bou HEDMA et au Nord de la plaine de MAKHASSY .

II - DETERMINATION SUCCINCTE DU DIAMETRE ECONOMIQUE DE L'ADDUCTION

Plusieurs possibilités nous sont offertes pour amener l'eau en tête des périmètres :

- rabattement de la nappe au niveau du sol et ensuite reprise des eaux par une station de pompage
- multiplier le nombre de forages en n'utilisant qu'une fraction du rabattement maximal possible de façon à utiliser l'artésianisme naturel
- forages en nombre modéré et pompage .

La cote du point haut (P. H.) P.K. 21,65 , un peu avant l'antenne de Bir CHENCHOU , conditionne tout le dimensionnement amont de la conduite. En effet , à partir de ce point la pente est suffisante pour alimenter les canalisations par gravité ; d'autre part le diamètre du tronçon à l'amont du point (P. H.) jusqu'au brise-charge est fonction de la cote de ce dernier et par conséquent du pompage envisagé et du nombre des forages .

A - PARAMETRES DEFINISSANT LE DIAMETRE ECONOMIQUE

La détermination du diamètre économique de la conduite fait intervenir les paramètres suivants :

- Altitude moyenne du terrain naturel dans la zone des forages	40 m
- Altitude du point haut au P.K. 21,650	85 m
- Niveau statique de la nappe	150 m
- Débit transmis {	
tronçon a - b	Q = 1,860 m ³ /s
tronçon b - c	Q = 1,860 m ³ /s
tronçon c - d	Q = 1,650 m ³ /s

n : nombre de forages

q : débit spécifique en m³/s par mètre de rabattement et par forage

x : rabattement en mètres

φ : diamètre de la canalisation en mètres

.../...

P : pression supportée par la conduite (pression moyenne forfaitaire admise tout le long de la conduite) $P = 6 \text{ kg}$
 $\sum$: pertes de charge :

$\sum_1$ = pertes de charge dans le réseau de collecte
 $\sum_2$ = " " dans le tronçon a Bc
 $\sum_3$ = " " dans le tronçon Bc b
 $\sum_4$ = " " dans le tronçon b PE
 $\sum_5$ = " " dans le bris-charge Bc

P : puissance de la station de pompage en chevaux
 H : hauteur de pompage en mètres
 L : longueur de la conduite :

$$L_1 = 8\,000 \text{ m (tronçon a Bc)}$$

$$L_2 = 6\,400 \text{ m (tronçon Bc b)}$$

$$L_3 = 7\,250 \text{ m (tronçon b PE)}$$

Π : prix du mètre linéaire de conduite fretée : $\Pi = 0,7 P^2 + 22 \frac{1}{2} + 0,5 (*)$

- Prix du kWh : 0,012 dinar
 - Prix d'un forage : 60.000 dinars
 - Prix d'une station de pompage : $6.000 + 67 P$ dinars (*)

Les dépenses relatives du réseau de collecte ont été considérées en première approximation comme une constante. Les frais d'exploitation de la station de pompage ont été également considérés comme constants en fonction du diamètre de la canalisation.

B - RELATIONS ENTRE LES PARAMETRES

Si nous considérons un amortissement financier sur 70 ans avec un taux d'intérêt de 5 % le coefficient d'actualisation correspondant est de $K = 20$

$$\left. \begin{aligned} n q i &= 1,860 \\ q &= \frac{0,2}{110} = 0,0018 \end{aligned} \right\} \longrightarrow n x = 1\,030$$

.../...

(*) - Cf. Etude SOGETHA GC. 40 - P.2 : Aménagement de l'oued NERANA - Adduction des eaux souterraines du Bled SISSEB.

- Pertes de charge : les pertes unitaires sont données par la formule HEYMFIC "normale" :

$$0,0013 \frac{q^2 + e}{d^5 + e} \quad (e = -0,092)$$

Les pertes de charge ont été majorées de 5 % pour tenir compte des courbes, singularités, ainsi que du vieillissement des conduites (coefficient 1,05 ci-dessous).

$$h_1 = 10 \text{ mètres (valeur forfaitaire)}$$

$$h_2 = 1,05 \times 0,0013 \times \frac{L_1 \times (1,860)^2 + e}{d^5 + e} = \frac{35,5}{d^4,908}$$

$$h_3 = 1,05 \times 0,0013 \times \frac{L_2 \times (1,860)^2 + e}{d^5 + e} = \frac{28,4}{d^4,908}$$

$$h_4 = 1,05 \times 0,0013 \times \frac{L_3 \times (1,860)^2 + e}{d^5 + e} = \frac{32,6}{d^4,908}$$

$$h_5 = 1,50 \text{ mètres (valeur forfaitaire)}$$

$$h_6 = 11,50 + \frac{96,5}{d^4,908}$$

- Pompage :

$$H = (85 + \frac{h_3}{3} + \frac{h_4}{4} + \frac{h_5}{5}) - (150 - x) + (\frac{h_1}{1} + \frac{h_2}{2})$$

$$H = 85 - (150 - x) + \frac{h_6}{1} = x - 53,5 + \frac{96,5}{d^4,908}$$

$$(\text{pompage nul : } x = 53,5 - \frac{96,5}{d^4,908})$$

- Puissance de la station de pompage :

$$P = \frac{10^3}{75 \times 0,6} q H \approx 40 H \text{ chevaux}$$

C - DEPENSES ANNUELLES

La dépense annuelle considérée est une dépense fictive car nous avons négligé les dépenses constantes (réseau de collecte notamment).

La dépense annuelle serait la somme des termes suivants :

. Forages :

$$\frac{60.000}{20} \times n \longrightarrow \frac{3,09 \times 10^6}{x}$$

. Station de pompage :

$$(6.000 + 67 P) \frac{1,74^{(*)}}{20} \longrightarrow 233 \times -11.952 + \frac{22.500}{\phi 4,908}$$

. Conduite :

$$L (0,7 \phi^2 + 22 \phi^{3/2} + 0,5) \times \frac{1,26^{(*)}}{20} \longrightarrow \left[1,364 \quad 5,6 \phi^2 + 22 \phi^{3/2} + 0,5 \right]$$

. Energie électrique :

$$Px \frac{736}{1.000} \times \frac{365 \times 24 \times 3.600}{3.600} \times 0,012 \longrightarrow 3.096 \times -165.636 + \frac{258.664}{\phi 4,908}$$

En considérant successivement les valeurs de 1,25 , 1,40 , 1,60 , 1,80 mètres pour le diamètre de la conduite, nous obtenons quatre courbes : rabatement en fonction de la dépense annuelle. La courbe en trait fort est la limite des points de fonctionnement à pompage nul.

Nous remarquons que le pompage n'est pas rentable pour des diamètres supérieurs à 1.250 mm , par contre pour $\phi = 1.250$ mm le pompage serait plus économique que l'utilisation de l'artésienisme naturel.

La dépense annuelle minimale est obtenue pour :

- . Diamètre de la conduite : $\phi = 1.600$ mm
- . Rabatement : $x = 45$ m
- . Nombre de forages : $n = 23$ forages

soit au total 24 forages (l'oasis de BECHIMA étant alimentée par un forage particulier) .

- Chaque forage débiterait environ 80 l/s .

(*) - Les coefficients 0,74 et 0,26 représentent respectivement les taux capitalisés des frais d'entretien et de renouvellement de la station de pompage et du réseau de conduite (cf. Etude SOGITHA OC. 40 - P.2 : Aménagement de l'oued NEBANA - Adduction des eaux souterraines du Hod SISSEB .

EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DE LA NAPPE DU "CONTINENTAL INTERCALAIRE"
Possibilités d'adduction vers la région de Gôbès

Annexe II

Note préliminaire

1

ÉTUDE DU POMPAGE
Diamètre économique

GC 59.1
Avril 1964



III - ETAPES DE REALISATION

Notes sur les alimentations de :

- 1 - El HAMMA - Bir CHENCHOU
- 2 - BECHIMA

Dans le cadre des travaux du Sous-Comité "Hydraulique Agricole", Groupe de travail "périmètres irrigués" réuni en Avril/Mai 1964 en vue de la préparation du plan quadriennal 1965 - 1968, les deux notes ci-après ont été établies par SOGETHA concernant les deux étapes suivantes du projet :

- Alimentation de l'oasis d'El HAMMA et du périmètre de Bir CHENCHOU
- Alimentation de l'oasis de BECHIMA

Dans ces deux cas le prix de revient de l'eau a été déterminé selon les modalités définies dans la note SOGETHA (Section GR.) d'Avril 1964 "Calcul du prix de revient du mètre cube d'eau sur les périmètres d'irrigation par eaux souterraines".

Les bases de calcul ainsi adoptées diffèrent de celles prises en compte dans l'étude générale qui précède. Il s'agit ici d'un prix de revient de l'eau rendu à la parcelle, c'est-à-dire intégrant la construction et les charges annuelles des réseaux d'irrigation et drainage. D'autre part, le taux d'intérêt a été pris égal à 3 % (au lieu de 5 %).

On obtient les prix suivants :

a - El HAMMA - Bir CHENCHOU	9,6 millimes/m ³
b - BECHIMA	7,9 millimes/m ³ .

1 - Alimentation de El HALDIA et Bir CHENCHOU

I - SITUATION ACTUELLE

. Palmierie de El HAMMA : Superficie cultivée .. : 580 hectares

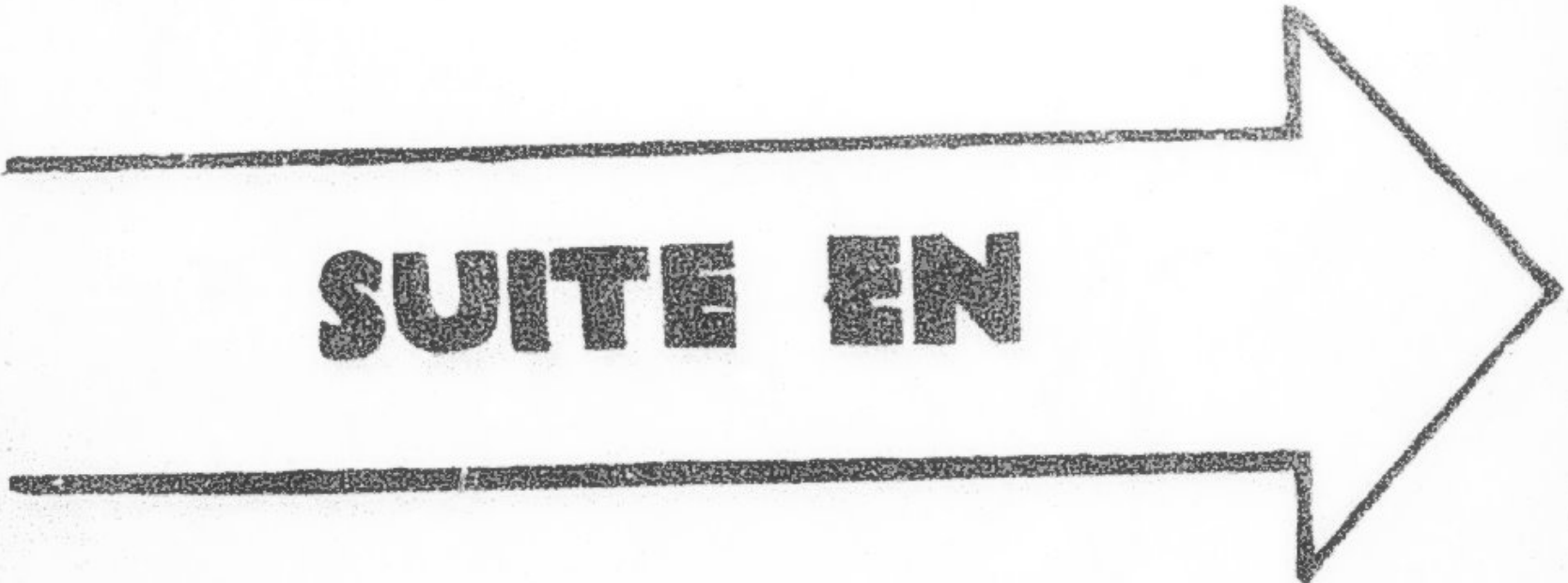
Ressources en eau : (sources et forages) :
environ 150 l/s

soit : 0,26 l/s/ha

. Bir CHENCHOU : Superficie cultivée .. : 515 hectares

Ressources en eau : (2 forages) : 150 l/s

soit : 0,25 l/s/ha



SUITE EN

F

2



MICROFICHE N°

50432

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية

وزارة الزراعة

المركز القومي

للتوثيق الزراعي

تونس

F

2

II - AMENAGEMENT ENVISAGE

a - Objet

Irriguer l'ensemble des deux périmètres au taux maximal de 0,6 l/s/ha par une adduction des eaux souterraines de la région du Chott FUDJAJ .

	El HAMMA	Bir CHENOU	TOTAL
- Superficie : actuelle ha	580	515	
nouvelle ha	-	885 (*)	
totale ha	580	1.400	1980 ha
- Débit maximal (0,6 l/s/ha)	350	840	1190
- Ressources actuelles l/s	150	130	
- Débit à acheminer l/s	200	710	910 l/s

(*) - 985 bruts

b - Point des études

- Etude hydrogéologique de la nappe du "Continental Intercalaire"
Rapport SCET/I.A.H. 119 , 4 Octobre 1963
- Note préliminaire sur les possibilités d'adduction vers la Région de GABES : SOGETHA - GC. 50-1 , Avril 1964

c - Caractéristiques techniques

- Ressources en eau :

- Nombre de forages 12
- Cote T.H. 40
- Niveau statique 150
- Débit spécifique 1,8 l/s/m
- Débit d'exploitation 80 l/s
- Débit total correspondant 960 l/s

- . Rebattement 44 m
- . Durée journalière d'exploitation 24 h/24
- . Résidu sec 2,5 g/l

- Adduction

	Jusqu'à	De El HAMMA	TOTAL
	El HAMMA	Bir CHENCHOU	
Débit l/s	910	710	-
Longueurs .. m	122.450	4.650	27.100
Diamètre s mm	1.250	1.100	-

- Réservoir de tête : Capacités 4.500 m³ (El HAMMA)
15.500 m³ (Bir CHENCHOU)

- Irrigation

- . Durée journalière d'irrigation 16 heures
- . Débit fictif (24 h.) 0,6 l/s/ha
- . Superficie irriguée : totale 1.980 ha
dont, à partir adduction : $1980 \times \frac{910}{1.190} = 1.520$ ha
- . Besoins annuels : à l'hectare 11.000 m³
totaux 21,8 km³
par adduction 16,7 km³

d - Investissements

Les investissements pris en compte pour le prix de revient du m³ d'eau ne correspondent qu'à la partie des périmètres irrigués à partir de l'adduction, soit 1.520 ha. Nous indiquons également les investissements correspondant à un réaménagement complet des 1.980 ha.

.../...

	1.520 ha (adduction) 10 ³ dinars	Complément pour 1.960 ha 10 ³ dinars	
. Forages :			
12 de 1.000 ml à 50 D/ml	60	-	
. Adduction :			
Réseau de collecte 110			
Conduite principale :			
Ø 1,250 22.450 à 40 D ... 900			
Ø 1,100 4.650 à 32,2 ... 150	1.160	-	
. Brise-charge	20	-	
. Réservoir : 1.500 + 15.500 m ³ à 6 D/m ³	120	-	
. Réseau d'irrigation :			
1.520 ha à 350 D	552	-	
460 ha à 350	-	161	
. Réseau de drainage :			
1.520 ha à 100 D	152	-	
460 ha à 100	-	46	
. Aménagement forages existants	-	20	
- TOTAUX	2.584	227	2.811
+ Imprévus	258	23	
+ Etudes	178	15	
	3.020	265	3.285

III - PRIX DU METRE CUBE D'EAU

(Calculé pour les 1.520 ha desservis par l'adduction)

	Investis- sements	Renouvel- lement	Intérêt	Entre- tien	Personnel	Total
	10 ³ D	D	D	D	D	F
. Forages	600	30.000	10.200	-	-	40.200
. Adductions	1.160	38.280	20.880	11.600	-	70.760
. Brise-charge	20	660	360	200	-	1.220
. Réservoir	120	3.960	2.160	1.200	-	7.320
. Réseau d'irrigation	532	17.560	9.570	5.320	1.000	33.450
. Réseau de drainage	152	3.040	2.090	1.520	-	7.450
- TOTAL	2.584	93.500	46.060	19.840	1.000	160.400

Le prix du m³ d'eau ressort à $\frac{160.400 \times 10^3}{16,7 \times 10^6} = 9,6$ millions

2 - Alimentation de l'oasis de BECHIMA

2 - Alimentation de l'oasis de BECHIMA

I - SITUATION ACTUELLE

- . Superficie totale : 550 hectares dont 450 cultivés
- . Ressources en eau : débit pérenne de l'oued EL HANNA , de l'ordre de 140 l/s
- . Irrigation : prise d'eau dans l'oued EL HANNA , conduite tête morte ϕ 800 mm de 2.700 m , partiteur distribuant l'eau aux séguins

REALISATION DU PLAN TRIENNAL :

- . Modification de la prise d'eau (ouvrage de déassemblage)
 - . Réseau d'irrigation par conduites sur 304 hectares
- 200 ha bruts soit 156 ha nets irrigués à 0,6 l/s/ha
200 ha bruts soit 148 ha nets irrigués à 0,3 l/s/ha
150 ha nets non aménagés

- . Drainage des zones sèches en valeur

(Travaux en instance de réalisation)

II - AMENAGEMENT ENVISAGE

a - Objet

Irriguer l'ensemble de la palmeraie au taux maximal de $0,6 \text{ l/s/ha}$ par une adduction des eaux souterraines de la nappe du "Continental intercalaire".

Les 150 hectares n'ont pas été laissés de côté dans l'aménagement actuel ne sont certainement pas irrigables en totalité (l'étude pédologique de la palmeraie ne couvre que 265 hectares au total).

Nous admettons qu'ils représentent au maximum 96 hectares n'ont pas été irrigables.

. Surface totale :	$156 + 148 + 96$	$=$	400 hectares
. Débit nécessaire :	$400 \times 0,6$	$\dots =$	240 l/s
. Ressources actuelles			140 l/s
. Débit à acheminer			100 l/s

Le débit à acheminer est faible vis-à-vis des possibilités théoriques unitaires des forages exploitant la nappe du "Continental Intercalaire", aussi nous avons porté cette valeur à 150 l/s, les 50 l/s supplémentaires étant considérés comme une sécurité en cas de diminution du débit pérenne de l'oued El HAMMA.

b - Point des études

- . Etude hydrogéologique de la nappe du "Continental Intercalaire"
Rapport SCET/IEH 119 (Octobre 1936)

II - AMENAGEMENT ENVISAGE

a - Objet

Irriguer l'ensemble de la palmeraie au taux maximal de $0,6 \text{ l/s/ha}$ par une adduction des eaux souterraines de la nappe du "Continental intercalaire".

Les 150 hectares n'ont pas été laissés de côté dans l'aménagement actuel ne sont certainement pas irrigables en totalité (l'étude pédologique de la palmeraie ne couvre que 265 hectares au total).

Nous admettons qu'ils représentent au maximum 96 hectares n'ont pas été irrigables.

. Surface totale :	$156 + 148 + 96$	$=$	400 hectares
. Débit nécessaire :	$400 \times 0,6$	$\dots =$	240 l/s
. Ressources actuelles			140 l/s
. Débit à acheminer			100 l/s

Le débit à acheminer est faible vis-à-vis des possibilités théoriques unitaires des forages exploitant la nappe du "Continental Intercalaire", aussi nous avons porté cette valeur à 150 l/s, les 50 l/s supplémentaires étant considérés comme une sécurité en cas de diminution du débit pérenne de l'oued El HAMMA.

b - Point des études

- . Etude hydrogéologique de la nappe du "Continental Intercalaire"
Rapport SCET/IEH 119 (Octobre 1936)

. Exploitation des eaux souterraines de la nappe du "Continental Intercalaire" Note Préliminaire SOGETEA GC. 59 - 1 d'Avril 1964

. Palmeraie de BECHINA, réseau d'irrigation : Projet SOGETEA GC. 25 - 9 de Juin 1961

Le réseau d'irrigation défini dans le projet permet, sans subir aucune modification, l'extension à toute la superficie irriguée prévue, le taux d'irrigation de 0,6 l/s/ha, nécessitant un apport de 45 l/s.

• - Caractéristiques techniques

. Ressources en eau :

- Nombre de forage : artésien	1
- Cote P.N.	40
- Niveau statique	150 env.
- Débit spécifique	1,8 l/s/m
- Débit d'exploitation	150 l/s
- Rabattement	27 m
- Durée journalière d'exploitation	24 h
- Résidu sec	2,5 g/l
- Adduction : Débit	150 l/s
Longueur	2 000 m
diamètre	300 mm
- Brice-étape	

- Irrigation :

. Assoclement type :	canin ca lière	
. Durée journalière d'irrigation	24 h	
. Débit ffectif maximal	0,6 l/s/ha	
. Superficie irriguée totale	400 ha	
dont à partir adduction $400 \times \frac{100}{240} =$	166 ha	
. Besoins annuels : à l'hectare	11.000 m ³	
totaux	4,4 km ³	
par adduction ...	1,83 km ³	

d - Investissement

Au cas où le débit du forage serait inférieur à la valeur théorique prévue, nous avons considéré un forage supplémentaire de sécurité.

Les investissements pris en compte pour le prix de revient de l'eau des périmètres irrigués à partir de l'adduction soit 166 hectares.

	Aménagement de 166 ha 10 ³ dinars	Complément pour 400 ha 10 ³ dinars
- Forages :		
2 forages de 1000 ml à 50 D/ml	100,0	-
- Adduction :		
2000 m Ø 300 mm à 8,573 D/ml	20,6	-
- Brise-charge	5,0	-
- Réseau d'irrigation :		
166 ha à 350 D/ha	58,1	
234 ha à 350 D/ha		81,9
- Réseau de drainage :		
166 ha à 100 D/ha	16,6	
234 ha à 100 D/ha		23,4
. Totaux	199,7	+ 105,3 = 305,0
. Imprévus ...	20,0	10,5
. Etude	10,3	5,2
	230,0	+ 121,0 = 351,0

III - PRIX DU M3 D'EAU

(Calculé pour les 166 ha desservis par l'adduction)

	Investissements	Renouvellement	Intérêt	Entretien	Personnel	Total
	10 ³ D	D	D	D	D	D
• Forages	100	5 000	1 700	-	-	6 700
• Adduction	20	660	360	200	-	1 220
• Brise-charge	5	165	90	50	-	305
• Réseau d'irrigation	58,1	1 920	1 045	581	500	4 046
• Réseau de drainage	16,6	322	315	660	-	2 297
- TOTAL ...	199,7	8 067	3 510	12 491	500	14 568

Le prix du m3 d'eau ressort à : $\frac{14.568 \times 10^3}{1,83 \times 10^6} = 7,9$ millimes

IV - RESEAU D'ADDUCTION TIARET - MEDENINE

L'étude I.P.H. 119 de M. DAKHEL signale également l'existence d'une zone favorable à l'implantation de forages profonds à fort débit dans le Sud Tunisien le long de la frontière Lybienne. Le centre de gravité de cette zone se trouve sensiblement à l'emplacement de la ville de TIARET.

Suite à une demande de Monsieur l'Ingénieur en Chef, Chef de la Sous-Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural, nous avons examiné succinctement le tracé d'une conduite dont l'origine se trouverait à TIARET et qui se dirigerait ensuite vers le Nord en direction des Oasis de MEDENINE et de BEN GARDANE.

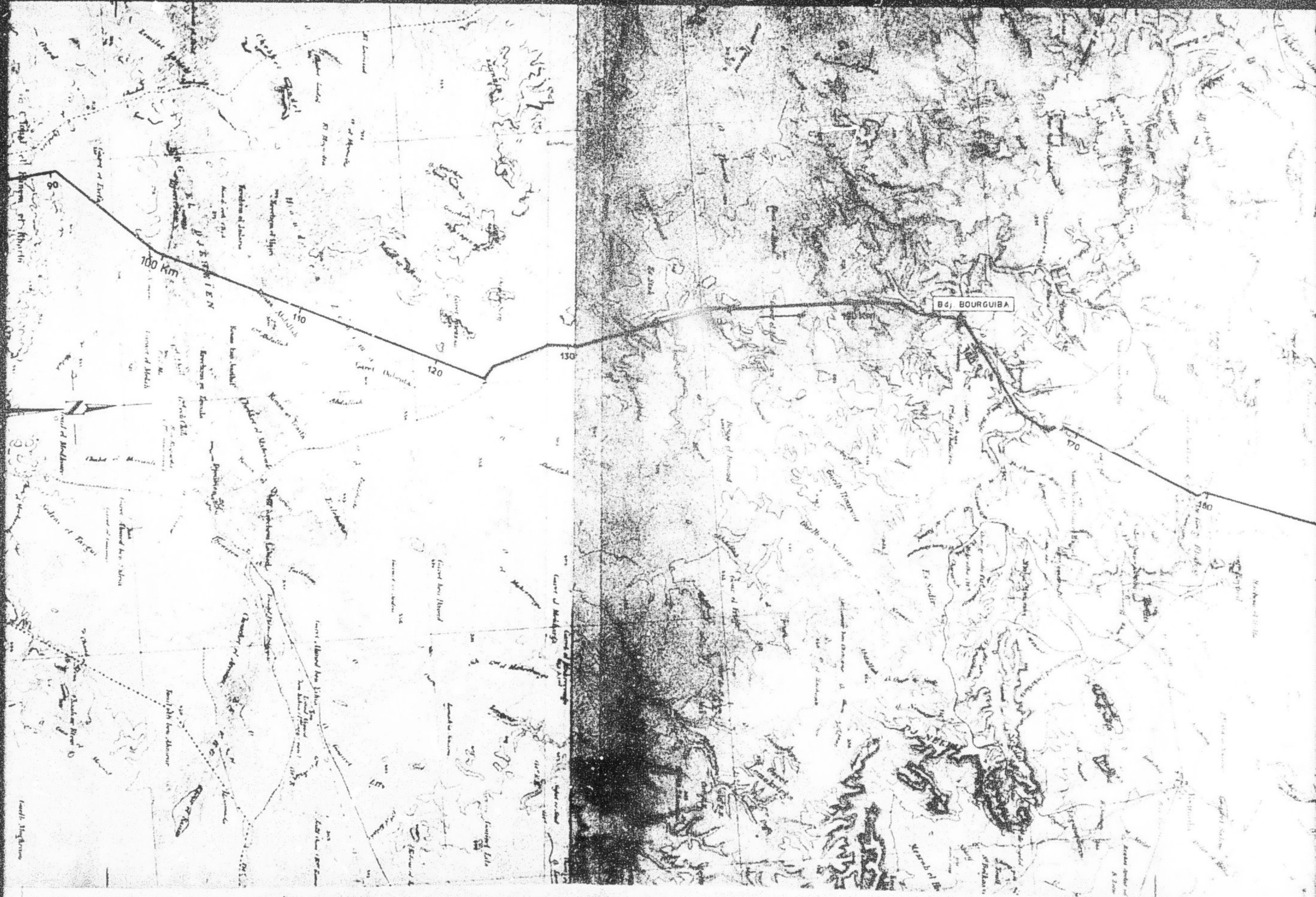
Nous nous sommes attachés à éviter autant que possible :

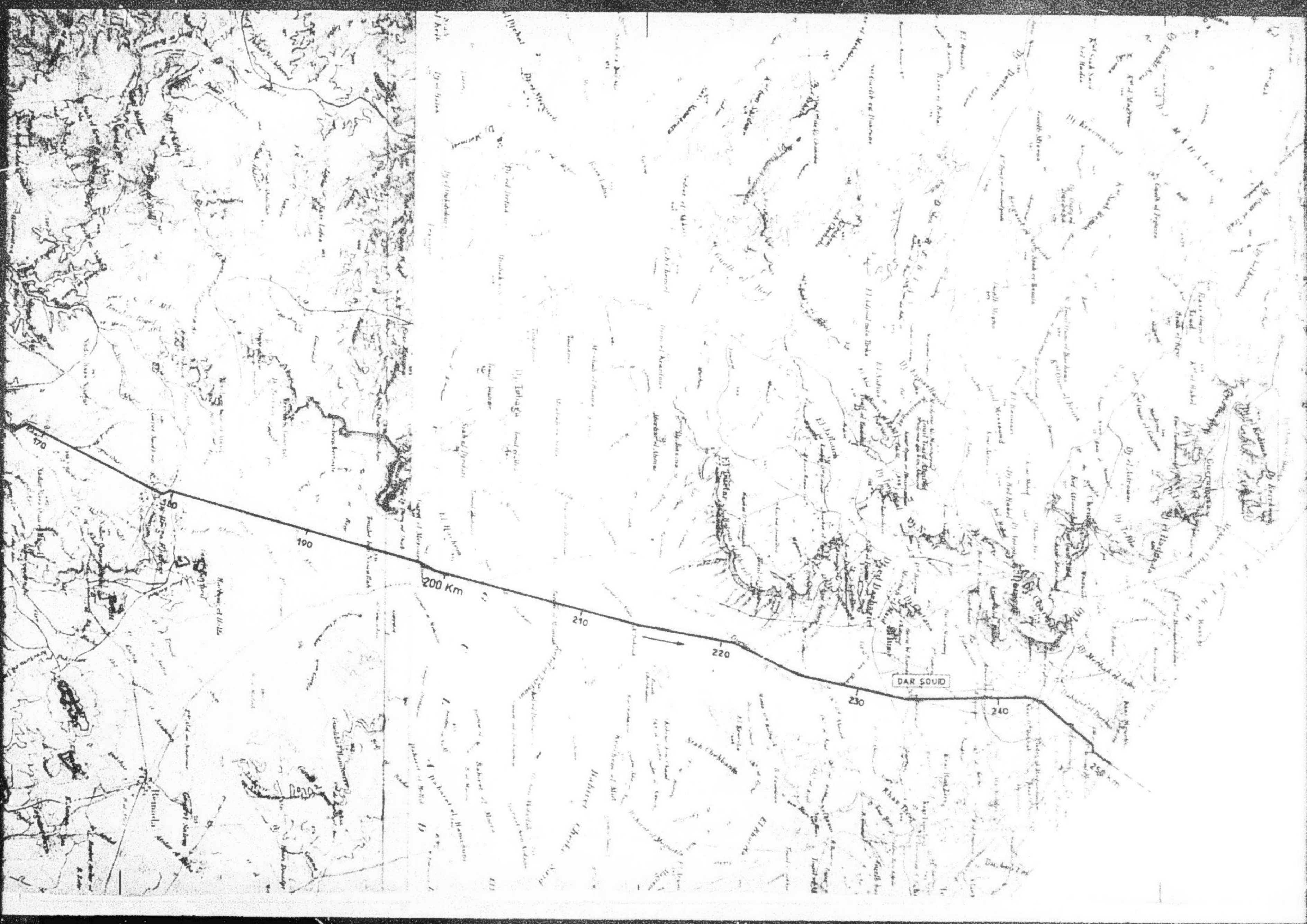
- . les zones de dunes
- . les parties montagneuses.

Les principales caractéristiques de la conduite sont les suivantes (Voir Vue en plan et Profil en long de la conduite) :

- Longueur :
 - . Tronc commun 251,200 km
 - . Antenne vers MEDENINE 43,700 km
 - . Antenne vers B. GARDANE 76,550 km
- Cote de départ 420 m environ
- Cote d'arrivée
 - } MEDENINE 105 m
 - } B. GARDANE 10 m
- Points de passage obligé (points hauts principaux) :
 - . Massifs montagneux au Nord
 de Bordj BOUGGUIBA : 440 m , PK. 177
 - . Dar SOUID : 350 m , PK. 234









EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DE LA NAPPES DU CONTINENTAL INTERCALAIRE
Possibilités d'adduction vers Médénine et B. Gardane

Annexe IV	Note préliminaire
1	VUE EN PLAN
GC.59.1 Avril 1964	Echelle : 1/200.000

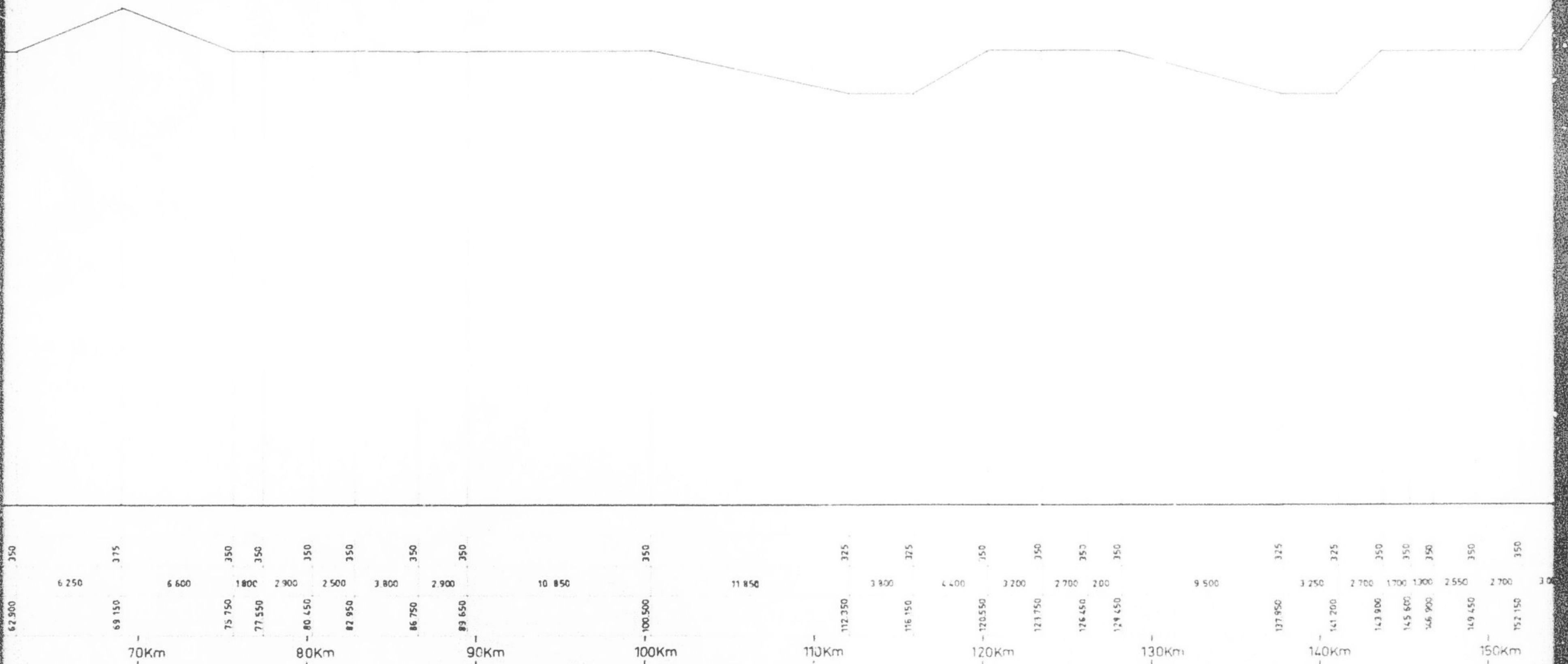


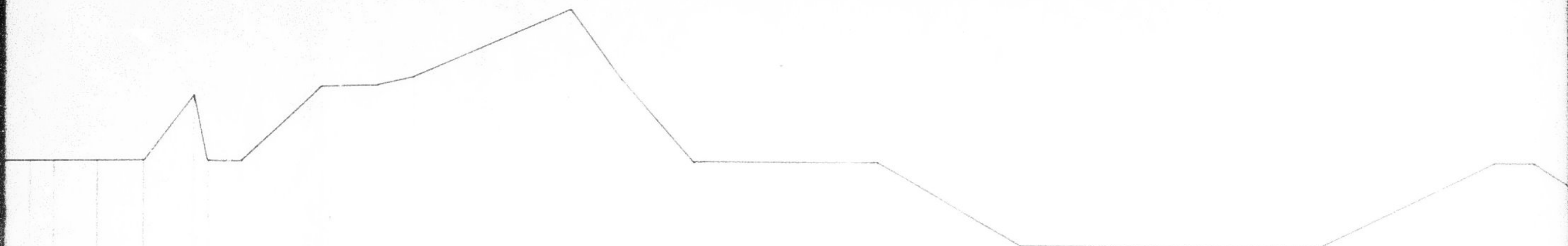
Echelles L= 1/200 000
H= 1/2000

ORIGINE DU PROJET (PK 0 00)
TIARET (PUITS)

Plan de comparaison + (80 00)

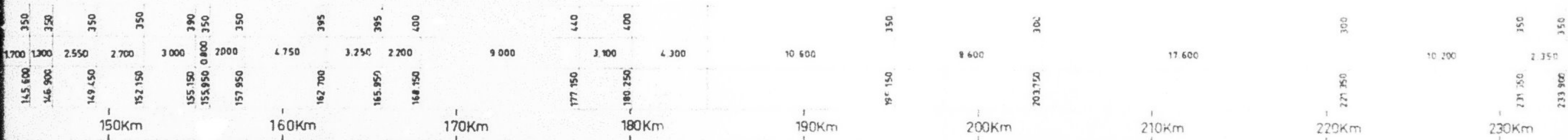
Altitudes du terrain naturel	420	400	400	390	350	350	350	350		370	350		350		375
Distances partielles	4 300	5 200	5 600	4 100	3 500	3 400	1 950		12 850	1 400	6 200		14 400		6 250
Distances cumulées (en km)	0 00	4 300	9 500	15 100	19 200	22 700	26 100	28 050		40 900	42 300		48 500		62 500
Kilométrage	0 Km		10 Km		20 Km		30 Km			40 Km		50 Km		60 Km	70 Km

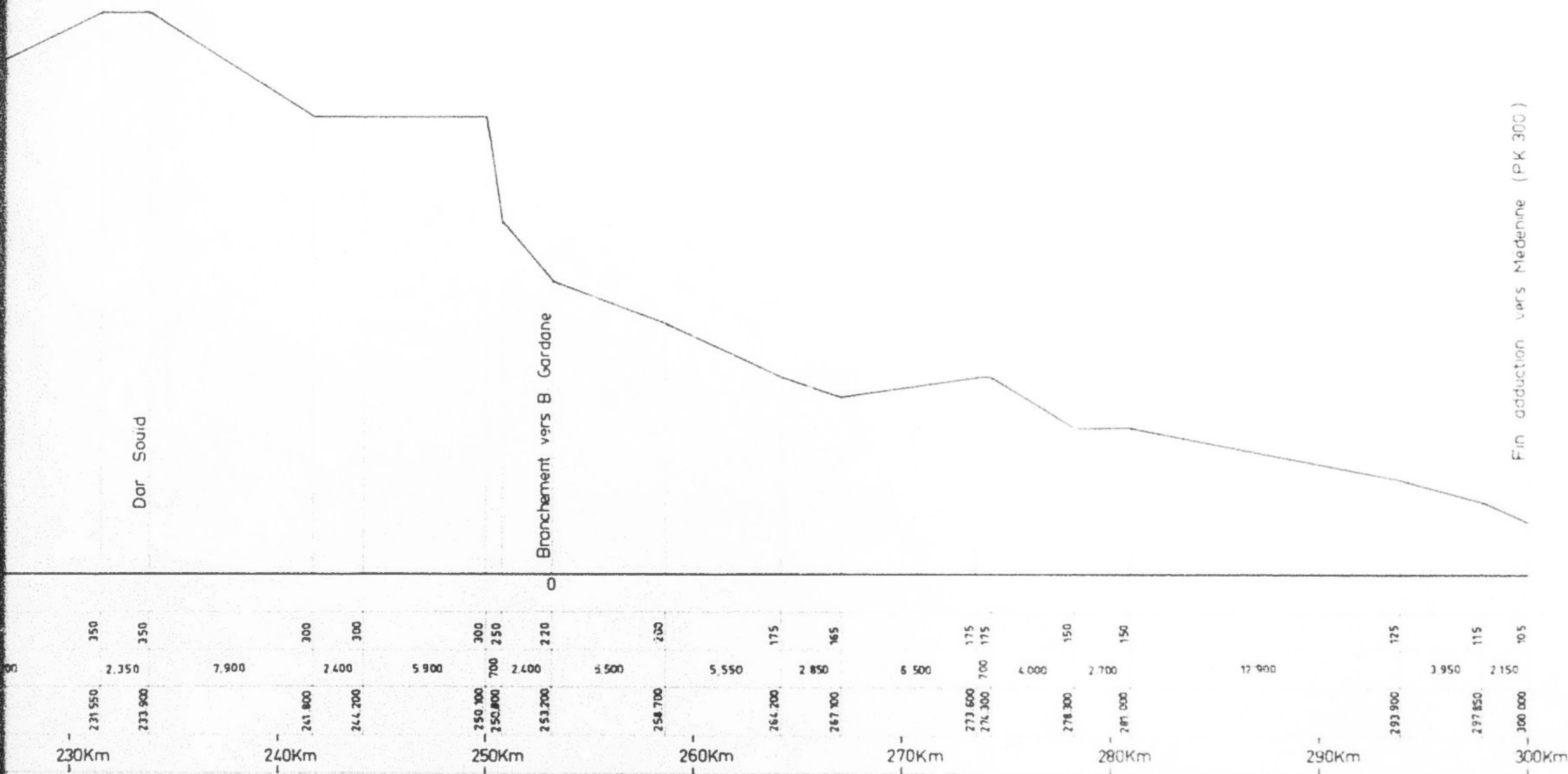




Borg Bourguiba

Dar Soud





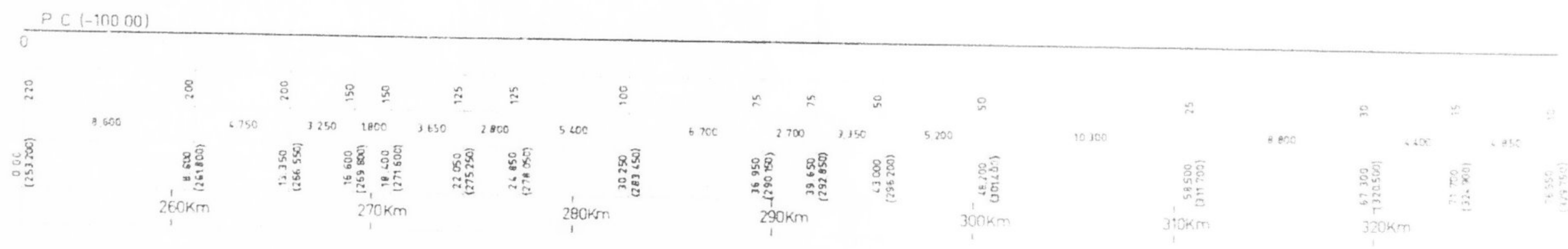
Origine du branchement vers Ben Gardane

P.C. (-10)

0 00 (253 700)

220

Origine du brochement vers Ben Gardane



Ben Gardane vers l'adduction de l'eau

- ETUDE I.E.H. 119 de la S.C.E.T. :

. Etude Hydrogéologique des nappes du Sud Tunisien : Nappe du
"Continental Intercalaire"

- ETUDE PEDOLOGIQUE N° 178 :

. Etude Pédologique des périmètres de Bir CHENCHOU et de Djebel
DISSA

- ETUDE PEDOLOGIQUE N° 184 :

. Aménagement du périmètre de BECHIMA

- ETUDE SOGETHA OR. 268 :

. Aménagement des Oasia côtières

- ETUDE SOGETHA OC. 12 :

. Aménagement du périmètre de METOUJA

- ETUDE SOGETHA OC. 25 :

. Aménagement du périmètre d'irrigation de BECHIMA

- ETUDE SOGETHA OC. 36 :

. Aménagement du périmètre d'irrigation de Bir CHENCHOU

- ETUDE SOGETHA OC. 47 :

. Palmeraie de RHENGOUCHE - Projet d'aménagement

FIN

75

VUES