

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : HYDRAULIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Dimensionnement du reseau
d'irrigation d'un secteur
de 518 ha de la MINA

(W. RELIZANE)

6 PLANCHES

Proposé Par :
SETHYAL

Etudié par :
L. BOUCHAFA
S. RAHIM

Dirigé par :
UPPALURI BINDU M

PROMOTION :
JANVIER 88

6 DEDICACE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Monsieur BOUCHAFA Iyasid

Je dedie ce modeste travail

A la memoire de mon pere , à ma mere

A mes freres et soeurs , à ma tante

A mrs BELAROUSSI Mouloud et sa famille

A mes amis

Monsieur RAHIM Said

Je dedie ce travail

A mes parents qui ont tant fais pour moi

A mon frere M^r ~~NAMED~~ , à mes freres et soeurs

Et à mes amis

REMERCIEMENT

Nous remercions tous ceux qui ont contribues de
loin ou de pres à l'etablissement de ce travail
Nous remercions le departement d'irrigation de la
SETHIAL / le service pedologie de l' ANRH , l'INA
Nous remercions aussi nos enseignants qui ont tant
fait pour notre formation .

ملخص :
هذه الدراسة تتناول تصميم شبكة ري قطاع ذو مساحة: 518 هكتار
الواقع في مساحة (مينة) () الواقعة في ولاية غليزان .
و من اجل ذلك درسنا النقاط التالية : الموقع الجغرافي -
جيولوجيا ، هيدرولوجيا ، خصائص التربة و القابلية الزراعية ، و بالتالي وصلنا
الى تصميم شبكة ري عن طريق الرش .

Resume :

Dans cette etude ,il s'agit de dimensionner un reseau d'irrigation d'un
secteur de 518ha de superficie dans le perimetre de la MINA ,se trouvant
dans la wilaya de RELIZANE .

A ce propos ,les differents parametres qui influent sur les besoins en
eau d'irrigation ont ete etudie,tels que la situation geographique,hydroclimatologique
pedologique,et l'aptitude culturale . Sur ce ,un reseau d'irrigation par aspersion
optimal a ete dimensionne .

Abstract :

This study comprises of the design of irrigation network of a sector of
518 ha in the command area of MINA ,of the wilaya of RELIZANE .

For this purpose ,a detailed study of the different parametres influen-
cing the irrigation water needs,such as the geographical and geological
setting,hydrogeological situation ,soil characteristics and aptitude of the
corps was conducted .Based on these facts ,an optimal sprinkler irrigation
system network was designed .

*** SOMMAIRE ***



CHAPITRE I

INTRODUCTION

I GENERALITE

I.1 ASPECT GENERAL ET CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES
ET PHYSIQUES.

I.1.1 situation geographique.

I.1.2 geologie du perimetre .

I.1.3 hydrologie .

I.1.4 hydrogeologie.

I.1.5 pedologie.

I.1.6 agropedologie .

I.1.7 origine de la salinite .

CHAPITRE II

CLIMATOLOGIE

II.1 INTRODUCTION

II.2 CARACTERISTIQUE DU MILIEU PHYSIQUE.

II.2.1 precipitations .

II.2.2 temperatures .

II.2.3 les vents .

II.2.4 le siroco .

II.2.5 la grele .

II.2.6 la gelee blanche .

II.2.7 l'humidite.

CHAPITRE III

BESOINS EN EAU

III.1 INTRODUCTION

III.2 CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE.

- 1 methode de TURC .
- 2 methode de THORNTHWAITE
- 3 methode de rayonnement .
- 4 methode de PENMAN .
- 5 methode de BLANEY-CRRIDLE .

III.3 CALCUL DE L'EXCEDENT ET DU DEFICIT HYDRIQUE.

III.4 CALCUL DES BESOINS EN EAU .

III.4.1 les cultures implantees .

III.4.2 l'evapotranspiration des cultures Etc.

III.4.3 le coefficient cultural kc.

III.4.3.1 le choix du coefficient cultural kc.

III.5 CALCUL DES BESOINS EN EAU DES CULTURES .

III.5.1 les besoins nets .

III.5.2 les besoins bruts.

III.5.3 les besoins de lessivage.

III.5.4 le debit fictif continu .

III.5.5 la dose d'irrigation .

III.5.6 la duree D'arrosage par application.

CHAPITRE IV

LE RESEAU D'IRRIGATION

IV .1 choix du secteur .

IV .2 prise d'eau .

IV.3 decoupage du secteur en ilots .

IV.4 trace du reseau .

IV.5 mode d'irrigation.

IV.6 CALCUL D'UNE INSTALLATION D'IRRIGATION A L'ILET TYPE
PAR ASPERSION.

IV.6.1 les caracteristiques de l'ilot type .

IV.6.2 calcul preleminaire .

IV.6.4 calcul des canalisations à l'interieur de l'ilot.

IV.7 CALCUL DES DEBITS A TRANSITER PAR LA RESEAU COLLECTIF.

IV.7.1 procede de calcul .

IV.7.2 presentations des calculs des debits .

IV.7.3 determination et optimisation des diametres .

IV.8 calcul technico-economique.

CHAPITRE V

L'ADDUCTION

V.1 generalite .

V.2 choix des pompes.

V.3 le reservoir regulateur.

V.4 equipement du reseau.

V.5 la pose des conduites .

V.6 protection des conduites .

CONCLUSION.

I. INTRODUCTION.

L'irrigation constitue un facteur très important de l'intensification de l'agriculture. Pour satisfaire un ensemble d'imperatifs tels que l'utilisation judicieuse des ressources hydriques, l'efficacité économique et la conservation de la fertilité du sol, elle doit cependant être bien maîtrisée et raisonnée. Aussi, c'est dans ce sens que s'insère la présente étude.

Elle consiste à dimensionner un réseau d'irrigation répondant aux exigences, aux paramètres climatiques, pédologiques et aux conditions socio-économiques du périmètre.

I. Généralités :

I.1 ASPECT GENERAL ET CARACTERISTIQUES GEOGRAPHIQUES ET PHYSIQUES.

I.1.1 Situation géographique:

Le périmètre de la MINA est localisé dans les environs de RELIZANE, une des régions les plus peuplées de l'ouest algérien.

La ville se trouve au centre du périmètre; dans la plaine de l'oued MINA, qui au nord se jette dans l'oued CHELIF.

A l'ouest le périmètre est bordé par la voie ferrée d'ORAN et s'étend jusqu'aux environs de HILLIL et clinchant la partie est du périmètre, s'étale du sud-ouest vers le nord-est, à droite de la route EL ASNAM jusqu'aux environs de la petite ville de oued DJEMAA ex Ferry.

Selon Lambert, le périmètre de la MINA est implanté entre les coordonnées suivantes :

$$X = 260.000 - 284.000$$

$$Y = 285.000 - 320.000$$

I.2.2 GEOLOGIE DU PERIMETRE :

L'étude du dossier sur les explorations géologiques autre fois faites dans le périmètre de la MINA a montré que cette vaste région représente une cuvette très disloquée du relief continental entourée de massif sableux et argileux du miocène .

Le terrain de fondation de la plaine de la MINA se compose de formations alluviales de grès argileux à intercalations graveleuses et caillouteuses sur lesquelles reposent les concentrations récentes qui sont limoneuses aux bords de la rivière et limono-sableuses à la base des collines. Cet alluvionnement est déposé non seulement par les eaux de la MINA, mais aussi par les cours d'eau et les nombreux ruisseaux dévalant les massifs montagneux attenantes qui sont formés des marnes salines du pliocène, grès et argile à gypse. Une destruction violente des roches sableuses sablonneuse qui couvre partout la dépression ainsi que la formation de dunes sur les bourrelets de la plaine à TAHAMADA. L'action agressive des torrents sur les rochers est une des premières de la salinité des sols dans la plaine .

Les zones est et ouest du périmètre de la MINA limitées par les villes de HILLIL, clinchant et oued DJEMAA comportent des dépôts alluviaux plus profonds . Les sols dans ces zones à l'égard de la plaine alluviale centrale ont une texture plus complexe ce qui est essentiellement dû à des nodules limono-argileux .

La plus grande partie de l'alluvionnement dans la zone nord du périmètre est saline alors que sa partie sud située autour des montagnes est localement encroûtée calcaire (mince couche).

I.2.3 / HYDROGEOLOGIE :

L'oued MINA le plus important de la plaine, traverse celle-ci en son centre ; son débit moyen annuel est de 2.9 m³/s, son apport annuel est de 94 hm³ . À l'ouest de ce dernier , coule l'oued HILLIL, quant au sud de la plaine , plusieurs cours d'eau secondaires s'écoulent dans l'oued MINA, principalement on a les oueds : EL-ABTAL, EL ABAD et l'oued MALAH qui par son nom indique qu'il est sale.

les eaux de l'oued MINA sont regularisees par deux barrages :
Le barrage de BAKHADA acheve en 1936 dont la superficie du bassin versant est de 1200 km² et ayant une capacite de 74 hm³, ce barrage est reserve á alimenter la ville de TIARET en eau potable .

Le barrage de ES-SAADA ex SIDI MOHAMED BEN AOUA, sa mise en service date de decembre 1977, la superficie du bassin versant est nettement superieure á celle de BAKHADA et est de 6190 km², sa capacite est de 202 hm³. Ce barrage a ete reserve pour l'alimentation de la ville de RELIZANE en eau potable et principalement en eau d'irrigation. A noter que ce barrage est situe á l'amont de BAKHADA.

(dossier hydrotechnique, rapport general).

1.4/ HYDROGEOLOGIE:

les principaux oueds de la vallee sont; MINA et HILLIL qui ne drainent qu'une partie des eaux superficielles et une faible quantite des eaux souterraines.

trois types de nappe sont constatees dans la region:

- une nappe semi captive: du fait que dans certaines zones de la plaine, les horizons superficiels du sol sont tres peu permeables, et de nature argileuse.

- une nappe captive : cette nappe est profonde, retenue entre deux impermeables de facon á ce que son alimentation se fait par infiltration laterale dans les zones de bordure de la plaine.

- une nappe au niveau de la plaine alluviale proche de la surface topographique.

L'ecoulement souterrain est dirige en partie vers l'oued MINA et vers le nord (region de depression) .La geologie des massifs montagneux entourant la plaine(marneux argilo-gypseux) fait que les cours d'eaux et les nappes ont une teneur en sel relativement elevee. celle ci peut aller de 1.6 á 5.8 g/l.

(rapport BNEH,1977).

D'apres le rapport etabli par A.KHADRAOUI de l'ANRH, service agro-pedologie, rapport intitule; methodologie et proposition relative au suivi du perimetre de la MINA(1985).

nous avons relevé les renseignements suivants, concernant la couche perméable et la nappe phréatique relatifs à notre périmètre d'extension.

Dans la zone se localisant dans les vallées de l'oued HILLIL oued MINA, présente une très faible salinité et se caractérise par des sols d'apport alluvial légèrement sales.

La nappe phréatique est supérieure à 4m de profondeur.

Dans les zones de HILLIL nord, le long de l'oued HILLIL (partie-est) et HILLIL nord-est (au dessous de la ligne de voie ferrée Alger-Oran), et à l'est de l'oued DJEMAA (à partir du village de Oued DJEMAA);

La couche imperméable n'apparaît qu'au dessus de 3m, le niveau de la nappe phréatique est à 1.5 m de profondeur.

Au sud de la ville de RELIZANE et sud-est du douar METMAR, nous n'avons pas relevé la profondeur de la nappe phréatique car cependant, d'après le dossier hydrotechnique, la remontée de la nappe phréatique peut aller jusqu'à 150 cm au dessous du sol d'où la nécessité d'un drainage enterré.

Au sud du douar TFAFHA, zone formée par une plaine colluviale présentant une nappe phréatique à une profondeur au dessous de 4m.

I.4.5 / PEDOLOGIE:

nous présenterons pour la pédologie, celle du secteur choisi pour le dimensionnement de notre réseau. Le secteur choisi est au sud de la ville de RELIZANE en bordure de l'oued MINA sur la rive droite.

D'après le dossier hydrotechnique, rapport général, la pédologie de ce secteur a été résumée ainsi:

I. classe: sols peu évolués.

I. I sous classe: peu évolués non climatiques.

I. II Groupe: apport alluvial.

I. III sous groupe: médiaux

I. III. I Série sols profonds.

La structure est peu développée, et ils y sont poreux. La texture est variable, mais elle est en général fine en surface et légère en profondeur avec des lentilles ou des horizons sableux.

certaines zones ont une texture grossiere sur l'ensemble du profil.

Les caracteristiques analytiques de cette serie de sols sont:

-Argile : le taux d'argile varie de la façon suivante :

de 0 á 50 cm : 8 á 47%

50 á 80 cm: 3 á 39%

80 á 120cm: 12 á 36%

-Sable:le taux de sable varie de 7 a 8% dans l'ensemble du profil.

Le calcair total : sa teneur varie de la maniere suivante :

de 0 a 50 cm : 4 a 33%

50 a 80 cm : 18 a 33%

80 a 120 cm: 18 a 28%

-Le calcair actif : le taux est inferieur á 13% sur les 50 premiers cm . de 50 á 120 cm, le taux varie de 5 á 14% .

-La matiere organique varie de 0.9 a 0.36% le rapport C/N est :

0, á 50 cm : 9.1 á 14.3

50 á 80 cm : 9.0 á 13.0

80 á 120cm : 7.6 á 12.8

La capacite d'échange : sa valeur varie de :

0 á 50 cm : 5.8 á 16.0 meq/100g

50 á 80 cm : 11.3 á 23.3 meq/100g

80 á 120cm : 9.4 á 16.0 meq/100g

Le PH : sa valeur varie entre 7.4 et 8.0

La salure : elle est inferieure á 2.2 mmhos/cm, de 0 á 80 cm et est de 1 a 4.5 mmhos/cm de 80 á 120 cm.

Le P205 total :le taux varie de 0.4 á 1.1% sur l'ensemble du Profil .

le K20 total : le taux varie de 2 á 4%

1.III.II serie á pseudo-glau :sols situés sur les bourrelets alluviaux de l'oued MINA .Les sols sont mals structures, mais poreux . Leur texture est fine. Ils sont moyennement hydromorphes de moyenne profondeur . La salure est de 2 á 3mmhos/cm. dans les horizons á moins de 70 cm, elle atteint 4 mmhos/cm en profondeur.

1.III.III :Ce sont des alluvions recentes qui ont recouvert un sol halomorphe sur une epaisseur qui varie de 55 á 73cm.

Ils sont implantés dans les valées de la MINA en bordure de l'oued .La texture est legere dans les horizons de 0 á 50 cm,

elle est plus fine en profondeur avec parfois des caracteres d'hydromorphie.

CONCLUSION : la texture des sols dans notre secteur est Legere

Le degre de salinite varie de 2 à 4 mmhos/cm sauf pour deux regions la salinite varie de 4 à 7mmhos/cm qui necessite un lavage du sol et une amelioration chimique .

1.1.6 / AGRO-PEDOLOGIE:

Le perimetre d'extension a ete subdivise en huit zones homogenes .Le secteur choisi en comprend quatre, en utilisant la meme notation que dans le dossier hydrotechnique, notre secteur comprend les zones I, II, VII et VIII.

Le secteur choisi s'etend sur 518.3 ha (les raisons de choix de ce secteur seront donnees dans le quatrieme chapitre).

Zone I :cette zone s'etend sur 244 ha, soit 47% de la superficie totale .Le sol est apte pour toutes les cultures .

Zone II :La superficie est de 28 ha soit 5.4% de la superficie totale, on a une bonne aptitude pour les cultures industrielles, maraicheres , cerealieres et fourrageres et moyenne pour les cultures arborucultures.

Zone VII :cette zone represente 18.4% de la superficie totale soit 95 ha, ces sols sont limites par une croûte ou un encroûtement calcaire mais ils sont assez riches et bien structurees en surface et ils sont le plus souvent riches en inclusion(cailloux) on a une bonne aptitude pour les cereales, les fourrages et les maraichages, moyenne pour les cultures industrielles et certaines cultures arboricoles . La topographie vallonnées ne permet pratiquement pas l'irrigation par ecoulement, l'irrigation par aspersion est conseillée.

Zone VIII :ce sont des sols aptes moyenne pour toutes les cultures ,l'arboruculture est exclue ainsi que les especes sensibles à la texture fine.

Ce sont des sols moyennement sales à texture fine à tres fine. Cette zone s'etend sur 151.3 ha soit 29.2% de la surface totale du secteur .

en outre, nous avons releve l'implantation des profils donnant les resultats suivants:

Tableau I.1 : Caractéristique du Profil

N° ZONE	N° Profil	Texture	Profondeur cm	P F			Densité apparente
				HF 4,2	Hcr 3 Sol lourd	Hcr 2,5 Sol léger	
I	338	L	0-35	9,8	12,4	17,2	1,40
		S.L	35-60	11,1	13,6	17,4	1,51
		S.L	60-100	7,4	9,6	12,1	1,45
I	346	E	0-50	13,0	16,9	21,1	1,55
		L	50-85	8,1	10,0	15,3	1,40
		S	85-100	12,5	18,3	23,3	1,40
I	367	S	0-40	10,2	13,4	17,6	1,46
		E	40-75	9,5	13,9	20,3	1,40
		L.S	75-100	3,6	5,5	8,6	1,48
VII	344	L.A	0-30	13,5	17,3	22,6	1,38
		A.L	30-60	14,0	18,0	23,1	1,36
VIII	568	A	0-70	22,0	28,2	33,3	1,57
		A	70-100	17,3	24,0	28,16	1,54
VIII	423	A	0-20	24,4	30,3	35,9	1,40
		A	20-50	24,1	28,3	35,0	1,49
		A	50-100	22,4	27,3	34,5	1,52

.1.7/ ORIGINE DE LA SALINITE:

Les problemes essentiels du perimetre irrigue de la MINA sont:
- celui de la nappe superficielle creant un engorgement des sols.
Pour ce dernier, l'origine fondamentale de cette salinite provient des phenomenes geologiques. Dans la region, il existe de nombreuses etages geologiques avec formation saliferes, gypso-saline sous l'effet des hautes pression lors des mouvements geologiques, ces formations plus elastiques, ont ete projetees vers le haut (phenomene de diaphyrisme) formant ainsi des dômes ou des affleurements gypso-saliferes.

Ces phenomenes ont provoqué la formation d'une ceinture salifere longeant le bas CHELIF, MINA et la HABRA .

ainsi s'explique le caractere sale des zones voisines du perimetre et de ce fait on peut expliquer que la salinite initiale de notre perimetre est due a la redistribution des sels qui se sont accumules precedemment dans les roches sedimentaires.

Ce processus de redistribution suit shematiquement les etapes suivantes :

1^{re} ETAPE : en climat semi-aride ou aride, les pluies sont torrentielles et de forte intensite qui decapent et errodent les massifs saliferes.

2^{me} ETAPE : les eaux qui ruissellent ou s'infiltrent se chargent donc en sediments sales et entraînent ces derniers vers les depressions

3^{me} ETAPE : la phase finale de cette redistribution est l'accumulation des sels dans les depressions à faible pente et drainage naturel.

en periode seche lorsque l'evapotranspiration est importante il y'a par phenomene de capillarite, remontee et accumulatin des sels en surface .

Dans les zones mal drainees, la pluie peut constituer un facteur d'aggravation du probleme de salinite ..

I.1.8 / QUALITE DE L'EAU D'IRRIGATION:

En analysant les eaux de l'oued MINA on peut conclure que ces dernieres sont mineralisees, le degre de mineralisation varie de 1.83 mg/l en hiver á 4.412 mg/l en ete, la mineralisation est d'un caractere continu.

Dans l'etude agropedologique des extentions du perimetre de la MINA figurent les analyses de l'eau de l'oued MINA pendant l'annee 1971 sur des echontillons pris en tete du perimetre d'irrigation actuel.

Le S.A.R (relation d'absorbction du sodium) calcule au moyen de la formule :

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + Mg^{++})}{2}}}$$

les resultats obtenus sont les suivants:

```

*****
*mois * * * * * * * * * * * * * * * *
*   * j * f * m * a * m * j * j * a * s * o * n * d *
*****
*SAR *2.8*3.4*3.8*1.9*5.8*4.4*2.7*1.9*2.6*4.0*4.7*5.0*
*****
    
```

CHAPITRE II

CLIMATOLOGIE

II.1 Introduction :

La climatologie représente une partie primordiale aux constatations, aux calculs des besoins de la plante, on ne peut définir ces besoins sans données climatiques. Le choix des périodes d'arrosage, très importantes pour le développement de la plante, donc pour le rendement de la culture, celui-ci (le choix) repose lui aussi sur les facteurs climatiques.

II.2 Caractéristiques du milieu physique :

Dans ce présent paragraphe nous utiliserons à défaut de données récentes, les données recueillies à partir de la station de RELIZANE citées dans l'annuaire de SELTZER (climat d'Algérie données pour une période 25 ans, de 1913 à 1938). La station météorologique de RELIZANE est localisée par les coordonnées suivantes :

longitude : 0 deg 33'
latitude : 35 deg 45'
altitude : 75 m

II.2.1 précipitations :

Les précipitations constituent un facteur très important dans le stade de développement des plantes.

En effet, on a recourt à l'irrigation que si la pluviométrie est insuffisante, dans les régions pluvieuses, on peut éviter d'irriguer pendant toute la période pluvieuse, qui peut s'étendre à plusieurs mois. Tandis que pour les régions moins pluvieuses ou peu pluvieuses, l'irrigation est nécessaire pendant toute la période de végétation et de développement des plantes afin de parvenir à assurer un rendement satisfaisant.

En définitive, les précipitations déterminent l'importance des irrigations et leur périodes.

Tableau des precipitations (moyennes mensuelles en mm).

mois	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
pluvio- metrie	47	35	37	30	32	7	1	1	23	29	45	48
nombre de jours de pluie	10	7	10	5	5	2	1	1	3	5	8	8

II.2.2 Temperatures :

L'incidence des temperatures sur les cultures est considerable, les temperatures minimales, representent une contrainte pour la croissance des plantes ; ainsi à chaque culture correspond un seuil de temperature minimum au dessous duquel, la culture de telle plante est impossible, ce seuil est appele le zero vegetatif. De plus les temperatures maximales augmentent l'evapotranspiration, donc l'accroissement de la consommation hydrique des plantes.

Tableau des temperatures donnees en degre centigrade

mois Temperat	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
moyenne mensuelle	9,90	11,30	13,45	16,25	20,05	23,60	27,90	28,70	25,05	16,90	14,50	10,80
moyenne mensuelle minimale	4,50	5,70	7,10	9,10	13,50	15,70	18,60	19,70	17,60	12,80	9,10	5,50
moyenne mensuelle maximale	15,30	16,80	19,80	23,40	27,80	32,10	37,20	37,70	32,50	26,40	19,90	16,10

Conclusion :

L'examen du tableau des temperatures, montre qu'il y a un gradient de temperature de 19°C entre le mois de janvier et d'aout . La temperature la plus basse pendant les 25 annees d'observation est de -5.3°C fut enregistree au mois de janvier, et la temperature la plus haute est +48.6°C enregistree au mois de juillet .

1.1 : D'après Les valeurs des précipitations moyennes mensuelles nous avons tracé l'histogramme qui montre que la plus basse valeur est enregistrée au mois de Juin et Aout.

2 : Histogramme du nombre de jour de pluie
Nous remarquons aussi que le nombre de jour de pluie le plus faible est observé au mois de Juin et Aout

3 : Diagramme ombrothermique :
Ce diagramme représente les saisons (humide et sèche)
La saison sèche est observée à partir du mois de Mars jusqu'au mois d'octobre.

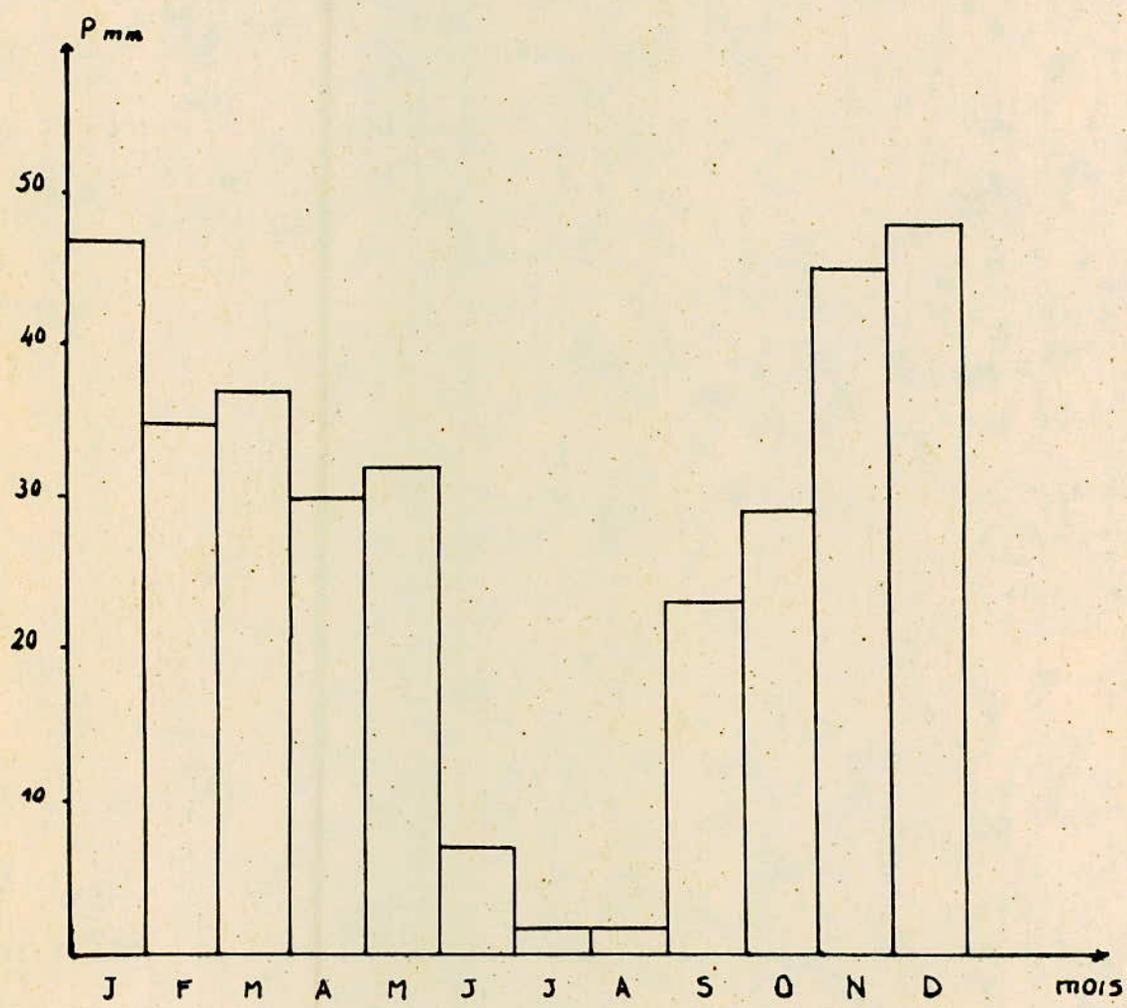


Fig I.1 Histogramme Pluviometrie mensuelle

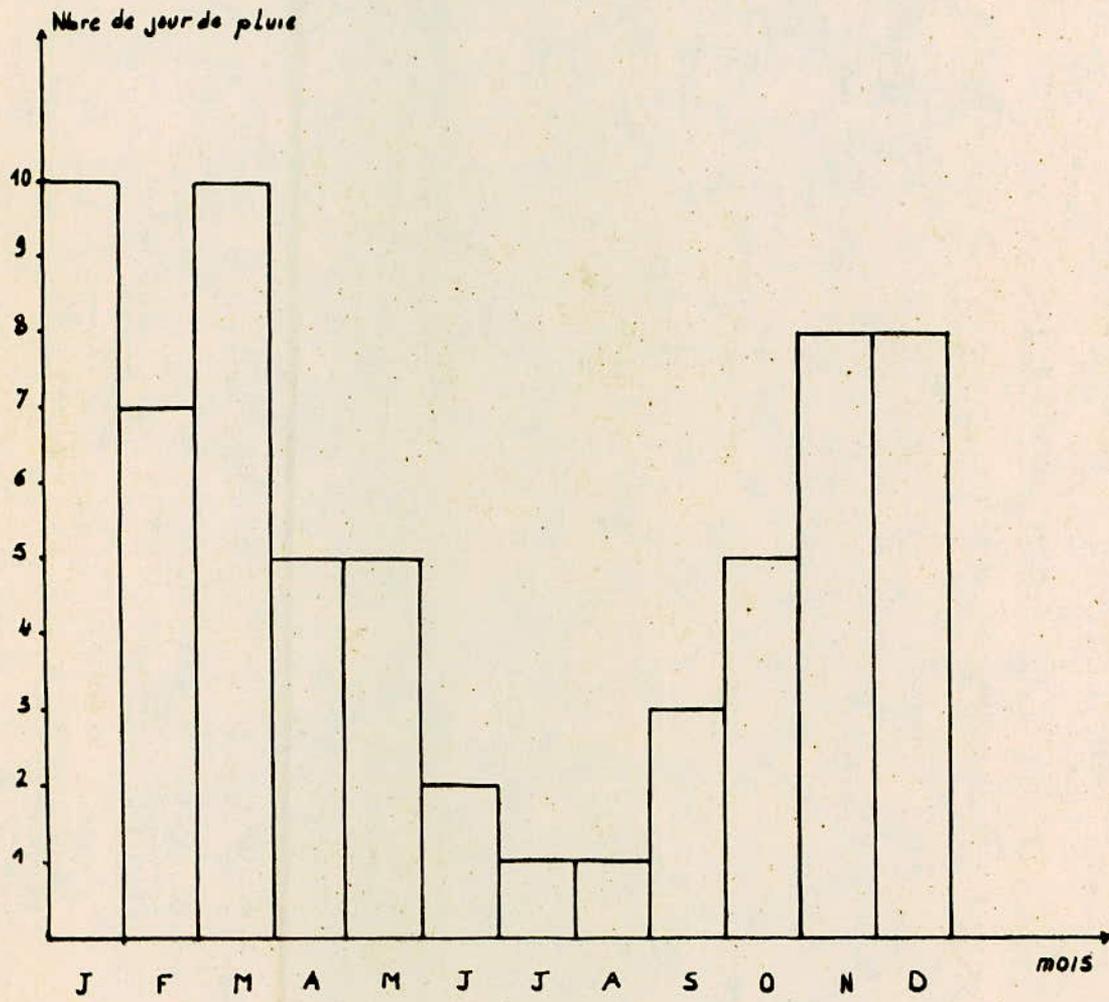
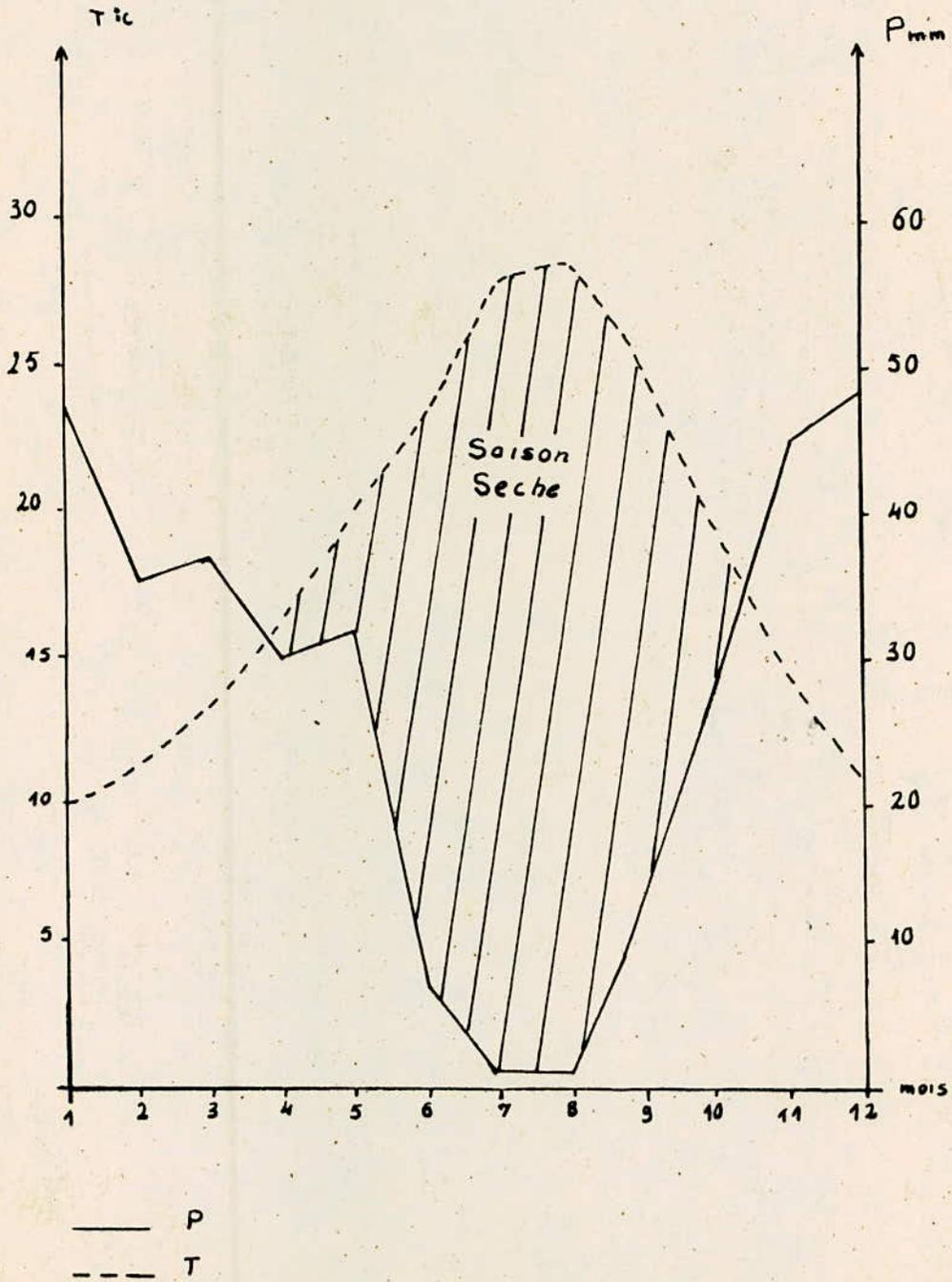


Fig I.2 Nombre de jour de pluie

Fig 13 Diagramme ombro-thermique

Moyenne de 25 ans (Seltzer)

Station de Relizane



II.2.3 Les vents :

Les vents influent differement sur les cultures selon les vitesses et les directions .Les vents influent aussi sur le choix de la methode d'irrigation, ils influent aussi sur l'evapotranspiration, de plus en plus la force du vent est grande,de plus en plus l'evapotranspiration s'accroît .

Les vents dominants observes du mois de septembre au mois d'avril sont ceux du sud-ouest-sud (releves á 7 h),

ceux du Ouest . A partir du mois de mai au mois d'aout,ce sont surtout

Tableau des forces et du vent .

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Forces du vent	1,7	2,2	2,3	2,0	2,2	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,8	1,7
Vitesse du vent m/s	1,19	2,36	2,42	2,22	2,36	1,67	1,62	1,62	1,62	1,60	1,62	1,60

D'apres ces vitesses il nous apparait clairement que le vent dans la region est leger á moderé .

Notons que les forces sont donnees dans l'echelle telegraphique.

II.2.4 Le sirroco :

Les plus grandes fréquences mensuelles du sirroco sont constatees auxmois de juillet et d'aout .Le nombre de jour quand le sirroco souffle est d'environ 20 jours par an .

II.2.5 La grêle :

La moyenne mensuelle du nombre de jour de grêle varie de 0 á 0.4 jour par mois . La plus grande frequence est enregistrée au mois de mars .

II.2.6 La gelée blanche :

La moyenne mensuelle du nombre de jour de gelée blanche varie de 0 á 3.8, cette derniere valeur etant enregistrée pour le mois de decembre .

Tableau du nombre de jour de grêle ,de gelee blanche
et de siroco .

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nbre de jour de grêle	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
Nbre de jour de gelee blanche	3,4	2,4	1,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,8
Nbre de jour du siroco	0,3	0,7	1,4	1,7	1,5	2,0	2,6	3,9	2,8	1,4	0,9	0,2

II.2.7 l'humidite :

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
humidité max en %	90	85	87	79	76	72	69	73	77	83	87	89
humidité min en %	67	63	58	50	45	41	34	37	43	54	63	66

Notons que ces valeurs sont celles de l'humidite relative .
En conclusion ,notre perimetre se trouve dans une region
aride, de vent leger á modere .

CHAPITRE III

BESOINS EN EAU

introduction :

L'évaluation des besoins en eau représente la base sur laquelle on calcul les dimensions des reseaux, le calcul sera fait en deux etapes ; la premiere consiste en le calcul de l'évapotranspiration potentielle ,et la seconde en le calcul des besoin en eau à fournir .

pour ces deux etapes le calcul sera fondé sur les donnéesrecueillies sur le SELTZER (climat d'algerie) presentes dans le chapitre precendent, et les donnéesqui dependent de la situation géographique donnéespar le bultin d'irrigation et de drainage FAO 24 (besoins en eau des cultures).

III.1 / calcul de l'évapotranspiration potentielle ETP

Definition :

L'évapotranspiration potentielle est la consommation d'eau sous l'action conjuguée de l'évapotranspiration du sol et de la transpiration de la plante d'un couvert végétal en plein developpement occupant le sol en totalite et sous les conditions optimums d'alimentation en eau sous l'influence d'aucun facteur limitant. Afin de subvenir à une repartition et une distributionde l'eau rationnelle, la determination de l'évapotranspiration est fondamentale .cinq methodes de calcul d'évapotranspiration potentiel- le seront presentées afin de bien voir et bien comparer les dif- ferents resultats .

premiere methode : methode de turc :

Cette methode fait intervenir trois parametres ;la temperature; l'humidite relative et la radiation globale.

La valeur de l'évapotranspiration potentielle par cette methode sera donnee par la formule suivante .

$$E.T.P = 0.4 \frac{t}{t + 15} (I_g + 50) \quad \text{pour } hr \geq 50\%$$

$$E.T.P = 0.4 \frac{t}{t + 15} (I_g + 50) (1 + (50 - hr)/70) \quad \text{pour } hr < 50\%$$

où t :est la temperature moyenne mensuelle
hr:l'humidite relative donnée en %

I_g / Radiation globale du mois considérée en petite calorie par cm^2 et par jour sur une surface horizontale.

ETP/ Evapotranspiration potentielle donnée en mm/mois

les valeurs de ETP sont regroupées dans le tableau ci-dessous

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Température $^{\circ}C$	9,90	11,30	13,45	16,25	20,05	23,60	27,90	28,70	25,05	16,90	14,50	10,80
I_g	205,28	259,54	389,97	467,78	575,39	588,70	621,56	536,60	444,81	359,13	230,25	181,12
ETP mm/mois	40,6	53,2	83,2	107,7	143,1	156,2	174,7	154,1	128,8	86,7	55,1	38,7

La plus grande valeur est constatée au mois de juillet et elle est de 174.7 mm/mois

Deuxième méthode : méthode de THORNTONHWAITE :

cette méthode ne fait intervenir que la température :

$$E.T.P = 16 \left(\frac{10 \cdot t}{a} \right)$$

$$\text{Ou ; } I = \frac{\sum_{i=1}^{12} i}{1.514}$$

$$i = (t/5)$$

t = température moyenne mensuelle

$$a = 675 \times 10^{-9} \times I^3 - 771 \times 10^{-7} \times I^2 + 1792 \times 10^{-5} \times I + 49239 \times 10^{-5}$$

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
i	2,81	3,43	4,47	5,95	8,18	10,48	13,50	14,10	11,47	6,32	5,01	3,20
I	88,92	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
ETP mm/mois	19,72	25,53	35,85	51,84	78,10	107,33	148,76	157,19	120,57	55,97	41,51	23,37

La plus grande valeur est constatée au mois de juillet et est de : 157,19 mm/mois

troisieme methode : methode de rayonnement :

cette methode est utiliséel'orsqu'on a pas d'information sur le vent ni sur l'humidite et qu'on a seulement des données sur la temperature de l'air et de l'insolation ou de la nubulosite ou du rayonnement .

Nous utiliseront tout de meme cette methode pour la comparaison de l'ETP calculee par cette derniere avec les autres .

$$E.T.P = a + b.w.R_s \quad (\text{mm/j}).$$

ou

a et b sont des coefficients donnees dans le F.A.O 24.

w : facteur de ponderation qui depend de la temperature et de l'altitude .

R_s: rayonnement solaire .

$$R_s = (0.25 + 0.5 n/N)R_a \quad \text{avec ;}$$

R_a : le rayonnement extra terrestre donne dans le F.A.O 24.

n/N: est le rapport entre le nombre reel d'heures d'insolation et la durée astronomique possible d'insolation .

N: depend de la latitude et du mois consideré, donne sur tableau

N : nubulosite qui par definition indique en dixieme la fraction du ciel couverte par des nuages quel qu'en soit la nature ; un ciel entierement couvert: n=10 , un ciel clair: n=0. le tableau suivant donne les valeurs de la nubulosite n.

* mois *	j *	f *	m *	a *	m *	j *	j *	a *	s *	o *	n *	d
* n	* 5.7*	5.6 *	5.6*	4.5*	4.4*	3.0*	1.9*	2.7*	4.0*	4.3*	5.3*	5.7

Notons que N et n sont en heures par jour (h/j) on peut relever la valeur de ETP directement á partir du graphe qui en abscisse en met la valeur de w.R_s, en ordonnee la valeur de ETP .

Remarque : on rappelle que la station meteorologique de RELIZANE est localisee par les coordonnees suivantes:

longitude : 0 deg 33' E

latitude : 35 deg 45'

altitude : 75 m.

les valeurs de L'ETP d'apres cette methode sont resumees dans le tableau suivant ;

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
R_s	3,8	4,8	6,15	8,1	9,02	10,75	10,85	9,62	7,53	5,94	4,2	3,45
W	0,55	0,57	0,60	0,65	0,68	0,73	0,77	0,77	0,74	0,65	0,62	0,66
$W \cdot R_s$	2,09	2,73	3,69	5,26	6,13	7,84	8,35	7,4	5,57	3,86	2,6	2,26
$E.T.P. \text{ mm/mois}$	37,2	53,2	80,6	132,0	163,4	189,0	210,8	193,75	135,0	93,0	54,0	46,5

quatrième méthode : méthode de PENMAN :

Dans les régions où l'on dispose de mesure de la température, du vent et des heures d'insolation effectives ou de rayonnement, on préconise d'utiliser la méthode de penman modifiée car celle-ci fournira les résultats les plus satisfaisants pour estimer l'effet du climat sur les besoins en eau des cultures.

$$E.T.P. = c(W.R_n + (1-W).f(u)(e_a - e_d))$$

où

c : facteur de correction pour compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

W : facteur de pondération lié à la température.

$f(u)$: fonction liée au vent.

$$f(u) = 0.27(1 + v/100).$$

avec v la vitesse du vent en km/jour à une hauteur de 2m si celle-ci n'est pas relevée à 2m, elle sera multipliée par un coefficient correctif.

R_n : représente le rayonnement net en évaporation équivalente en mm/jour.

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

R_{ns} : est le rayonnement net en courte longueur d'onde

$$R_{ns} = (1 - \alpha)(0.25 + 0.50 n/N) = c.R_a$$

R_{nl} : est le rayonnement net de grande longueur d'onde.

$$R_{nl} = f(t).f(e_d).f(n/N)$$

$e_a - e_d$: est la différence entre la tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air et la tension de vapeur réelle moyenne de l'air, l'une et l'autre étant exprimées en millibars.

$$e_d = e_a \cdot h_{r \text{ moy}} / 100$$

où h_r est l'humidité relative moyenne.

pour le calcul de c on a pris $V_{\text{jour}}/V_{\text{nuit}} = 2$. Vu que les vitesses du vent pendant le jour sont généralement double de celles des nuits.

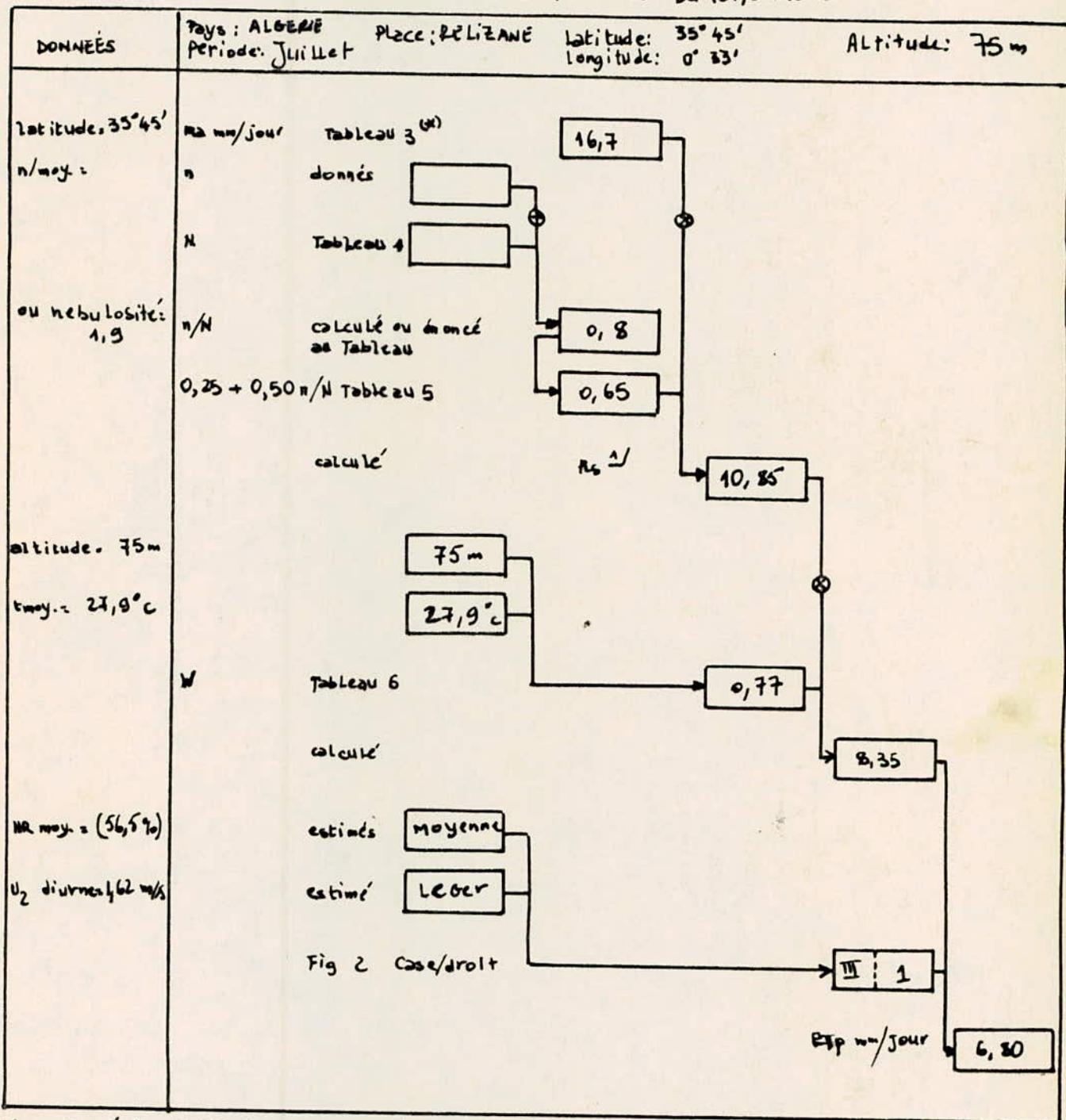
Tableau de differents parametres et calcul de l'ETP (penman) :

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
C	0,98	0,98	0,93	0,96	0,98	1,07	0,96	1,06	1,01	0,98	0,97	0,96
W	0,55	0,57	0,60	0,65	0,68	0,73	0,77	0,77	0,74	0,65	0,62	0,66
1 - W	0,45	0,43	0,40	0,35	0,32	0,27	0,23	0,23	0,26	0,35	0,38	0,44
f(u)	0,55	0,82	0,83	0,79	0,82	0,66	0,65	0,65	0,65	0,64	0,65	0,64
e_a mbar	12,2	13,3	15,5	18,5	23,4	29,1	37,8	39,4	31,7	19,4	16,5	12,9
e_d mbar	9,6	9,8	11,16	11,84	14,04	16,30	19,20	31,60	19,00	13,20	12,30	9,90
$e_a - e_d$ mbar	2,6	3,5	4,34	6,66	9,36	12,80	18,60	17,80	12,70	6,20	4,20	3,00
Rns	2,81	3,55	4,55	6,02	6,72	8,08	8,18	7,23	5,63	4,45	3,11	2,55
Rne	1,39	1,42	1,39	1,67	1,68	1,91	1,87	1,66	1,61	1,66	1,47	1,40
f(t)	12,7	12,9	13,3	13,8	14,6	15,3	16,3	16,4	15,6	14,0	13,6	12,8
f(ed)	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,15	0,18	0,19	0,20
f(n/N)	0,55	0,55	0,55	0,64	0,64	0,78	0,82	0,78	0,69	0,66	0,57	0,55
$R_n = Rns - Rne$	1,42	2,13	3,16	4,35	5,04	6,17	6,31	5,57	4,02	2,79	1,64	1,15
ETP mm/mois	43,28	67,18	96,20	134,47	178,73	217,8	227,35	228,38	155,17	97,28	59,70	47,73

Voir modele de calcul (page 22 : 3^{eme} methode ; p. 23 : 4^e methode)

La plus grande valeur de l'ETP selon penman est constatee au mois d'aout et est de 228.38 mm/mois.

MODELE POUR LES CALCULS DE LA METHODE DU RAYONNEMENT



±/ ou d'après les cartes du rayonnement relative

(*) Voir les tableaux à l'annexe.

MODELE POUR LES CALCULS DE LA METHODE DE PENMAN

$ETP (Penman) = c [W.R_n + (1-W) f(u) (e_a - e_d)]$

DONNEES	Pays: ALGERIE Periode: JUILLET	Lieu: ABLIZANE	Latitude: 35° 45' Longitude: 0° 34'	Altitude: 75m
$t_{moy} = 27,9$ $H_{moy} = 56,5$ ou t bouc mouillée d'p au t point de rosée $u_2 = 140 \text{ km/d}$ $t = 27,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ $alt. = 75 \text{ m}$	e_a millibars (7) 1/	donnée	37,8	
	$H_A/100$	donnée		
	e_d millibars	calculée ou (8a) (8b)	19,8	
		ou (8a)		
		($e_a - e_d$) millibars calculée	18,60	
		$f(u)$	(9) 0,65	
		(1-W)	(10) 0,23	
		(1-W) f(u) ($e_a - e_d$) mm/jours calculée	2,78	
mois = juillet $Lat. = 35^\circ 45'$ $n =$ $m =$ $Lat. =$ ou nebulosite $= 1,9$ $\alpha = 0,25$	R_n mm/jour (12)	donnée	16,7	
	n h/jour (13)	donnée		
	N n/jour (13)	calculée	0,8	
	$(1-\alpha) (0,25 + 0,50 n/N)$ (14)	calculée	0,48	
	R_{ns} mm/jour calculée		8,18	2/
$t = 27,9 \text{ } ^\circ\text{C}$	$f(t)$ (15)		16,3	
$e_d = 19,8$	$f(e_d)$ (16)		0,14	
$n/N = 0,8$	$f(n/N)$ (17)		0,82	
	$R_{nl} = f(t) \cdot f(e_d) \cdot f(n/N)$ mm/jour calculée		1,87	
	$R_n = R_{ns} - R_{nl}$ calculée		6,31	
	W (11)		0,77	
	$W \cdot R_n$ calculée		4,85	
	c (12)		0,96	
$t = 27,9 \text{ } ^\circ\text{C}$ $alt. = 75 \text{ m}$				$ETP = c [W.R_n + (1-W) f(u) (e_a - e_d)]$ mm/jour 7,80

1/ Les chiffres entre parentheses renvoient au Tableau correspondant (voir l'annexe)
 2/ Quand on connaît les données R_n , $R_{ns} = 0,75 R_n$.

cinquieme methode : methode de BLANEY-CRIDDLE :

On n'utilise cette methode que dans les regions où l'on ne dispose que de mesure de la temperature de l'air .
on peut utiliser la formule suivante :

$$E.T.P = k.p(0.46t + 8.13)$$

ou

k : coefficient dependant du choix des cultures et de la position geographique .

p : durée d'insolation (heure/jour)

t : temperature moyenne mensuelle .

En outre on peut utiliser la methode graphique, enoncee dans le FAO 24 , où, en abscisse du graphe est porté le facteur de consommation d'eau f tel que ;

$$f = 25.4 p.t/100. \text{ si } t \text{ est en degré fahrenheit (OF)}$$

$$f = p(0.46t + 8.13) . \text{ si } t \text{ est en degré celsius (0c)}$$

et en ordonnée est portée l'ETP en mm/jour.

tableau de l'ETP blaney-criddle

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,32	0,30	0,28	0,25	0,23	0,22
f	2,95	3,30	3,80	4,40	5,30	6,00	6,70	6,40	5,50	4,00	3,50	2,90
ETP mm/jour	1,0	1,5	2,0	2,6	5,0	5,5	6,4	5,6	5,0	2,4	1,4	1,0
ETP mm/mois	31	42	62	78	155	165	198,4	173,6	159	74,4	42	31

Remarques: les valeurs de p ont ete tires du SELTZER (climat d'Algerie).

D'apres ce tableau ,on voit que la plus grande valeur de l'ETP selon blaney-criddle est constatée au mois de juillet et est de 198.4 mm/mois.

Tous les coefficients donnees ci dessus sont tires des tables du bulletin d'irrigation et de drainage d'apres les mois et les coordonnées geographiques de la station meteorologique.

Titre du bulletin : besoins en eau des cultures FAO 24.(ROME1975)

MODELE POUR LES CALCULS DE LA METHODE BLANEY-CRIDDLE

BONNES	Pays: ALGERIE Période: JUILLET	Lieu: RELIZANE	Latitude: 35° 45' Longitude: 0° 33'	Altitude: 75 m
$t_{moy} = 27,9 \text{ } ^\circ\text{C}$	t_{moyenn} : donnée	27,9°C		
$Lat = 35^{\circ} 45' N$	p Tableau 2	0,32		
	r Tableau 20			6,7
$H_{min} = 34 \%$	estimée	moyenne		
$a/N = 0,8$	estimée	fort/moy		
$U_2 \text{ diurne} = 4,62 \text{ m/s}$	estimée	LEGER		
	fig. 1	Cass/droite		$\Sigma : 3$
	fig. 1			STP
				6,4 mm/jour

Tableau recapitulatif

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP selon Turc mm/mois	40,60	53,20	83,20	107,70	143,10	156,20	174,70	154,10	128,80	86,70	55,10	38,70
ETP selon Gornthwaite mm/mois	19,72	25,53	35,85	51,84	78,10	107,33	148,76	157,19	120,57	55,97	41,51	23,37
ETP Rayonnement mm/mois	37,20	53,20	80,60	132,0	167,40	189,00	210,80	193,75	135,00	93,00	54,00	46,50
ETP selon Blaney - Criddle mm/mois	31,0	42,0	62,0	78,0	155,0	165,0	198,4	173,6	150,0	74,4	42,0	31,0
ETP selon Penman mm/mois	43,28	67,18	96,20	134,47	178,73	217,80	227,35	228,38	155,17	97,28	59,70	47,73
ETP adoptée mm/mois	43,28	67,18	96,20	134,47	178,73	217,80	227,35	228,38	155,17	97,28	59,70	47,73

Les valeurs de l'évapotranspiration adoptées sont celles données par la méthode de PENMAN, car celle-ci met en évidence tous les paramètres et facteurs climatiques est surtout car elle donne les plus grandes valeurs de l'évapotranspiration potentielle.

III.2/Calcul de l'excédent et du déficit hydrique

L'excédent hydrique est la différence positive entre les précipitations et l'ETP, le déficit en est la différence négative.

Le tableau suivant regroupe les valeurs des précipitations, de l'ETP, l'excédent et le déficit hydrique.

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations mm/mois	47	35	37	30	32	7	1	1	23	29	45	48
ETP mm/mois	43,28	67,18	96,20	134,47	178,73	217,84	227,35	228,38	155,17	97,28	59,70	47,73
Excédent mm/mois	3,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27
Déficit mm/mois	-	32,18	59,20	104,47	146,73	210,80	226,35	227,38	132,17	68,28	14,70	-

On remarque d'après ce tableau que seuls deux mois, janvier et décembre ou l'on a un excédent hydrique, les autres mois on enregistre un déficit hydrique dont la valeur maximale est observée au mois d'août.

III.3 LE CALCUL DES BESOINS EN EAU.

III.3.1 les cultures implantées :

Les cultures pour lesquelles nous allons calculer les besoins en eau, sont choisies d'après l'aptitude culturale des sols du secteur .

Pour cela nous avons utiliser deux cartes d'aptitude culturale et une carte d'occupation des sols faites en 1971 par le service agropédologique de l'ANRH (agence nationale des ressources hydrauliques).

Les cultures sont les suivantes :

- a/ cultures maraichères sur une surface de 39.4 ha
- b/ les agrumes sur une surface de 89.5 ha
- c/ les céréales sur une surface de 362.5 ha
- d/ la luzerne sur une surface de 12.4 ha
- e/ le bersim sur une surface de 14.6 ha

III.3.2 L'évapotranspiration ETC

C'est le taux d'évapotranspiration d'une culture exempte de maladie, poussant dans un vaste champ (1 ha ou plus) et bénéficiant de conditions pédologiques optimales y compris d'une teneur en eau et d'une fertilité suffisante, et réalisant totalement son potentiel productif pour le milieu de croissance donnée s'exprime comme suit :

$$* ETC(\text{culture}) = Kc \cdot ETP \text{ (mm/j)} * \quad Kc : \text{coefficient cultural}$$

III.3.3 Le coefficient cultural ,Kc:

C'est le rapport entre l'évapotranspiration de la culture ETC et l'évapotranspiration de la culture de référence ETP ; l'une et l'autre sont cultivées dans de vastes champs et dans des conditions de croissance optimales.

III.3.3.1 Le choix du coefficient cultural Kc

Les facteurs qui influent sur le choix du coefficient cultural Kc sont principalement: les caractéristiques de la culture, les dates de plantation ou de semis, le rythme de développement de la plante et la longueur de la saison végétative, les conditions climatiques et au début de la croissance, la fréquence de pluie ou des irrigations.

pour les cultures maraicheres et les cultures de plein champs, les valeurs de Kc sont determinees pour chaque phase de la saison vegetative . la saison vegetative d'une culture comprend quatre phases qui sont les suivantes :

La phase initiale ,la phase de developpement ,la mi-saison et l'arriere saison .

pour chacune de ces phases (sauf la phase de developpement) nous avons releve les valeurs de Kc du bulletin FAO 24 ,et nous avons determine la valeur de Kc pour la seconde phase par interpolation entre la premiere et la troisieme phase .

pour les autres cultures la determination de Kc est moins compliquee ,elles sont donnees directement pour chaque mois de la saison par les bulletins de FAO 24 ,en tenant compte du climat et du type de culture .

III.4 CALCUL DS BESOINS EN EAU DES CULTURES :

III.4.1 besoins nets :

c'est la hauteur d'eau des debits entrants superficiels ou souterrains necessaire pour assurer une production agricole normale exprimee en mm/periode

$$B_n = (E_{Tc} - P_e - G_e)$$

E_{Tc} : evapotranspiration de la culture .

P_e : precipitations efficaces .

G_e : l'apport de l'eau du sol (contribution de la nappe phreatique)

dans notre cas G_e est negligeable puisque les positions des nappes phreatiques sont beaucoup plus basses par rapport a la zone radicaire .

III.4.2 besoins brutes en eau d'irrigation :

les besoins brutes representent une majoration des besoins nets et ceci en appliquant un coefficient d'efficacite d'irrigation afin de tenir compte des pertes d'eau inevitables par ruissellement ou par percolation

$$*B_b = \frac{B_{net}}{E_a} = \frac{E_{Tc} - P_e - G_e}{E_a}$$

Ea represente le rapport entre la quantité d'eau retenue par la zone radriculaire ,et la quantite d'eau appliquée par le champ.

III.4.3 besoins de lessivage ;Lr:

C'est une fraction de l'eau d'irrigation qui doit traverser la zone radriculaire active pour maintenir la salinite á un niveau determiné

$$\text{ou } Lr = \frac{E_{cw}}{5E_{ce} - E_{cw}}$$

E_{cw} : salinite de l'eau d'irrigation . (mmhos/cm)

E_{ce} : salinite de l'extrait de sol correspondant á la tolerance des cultures avec un rendement potentiel de 90% .

Dans notre cas avec les valeurs moyennnes de E_{cw} et E_{ce} donnees, les besoins de lessivage calcules representent pres de 14% des besoins brutes pour l'irrigation .

III.4.4 le debit fictif continu; v :

c'est un debit qu'il faudrait fournir tout au long des 24 heures de la journée ;ces debits sont variables avec chaque mois de la periode de végetation ,exprimés en l/s/ha .

$$v = \frac{(\text{besoins totaux en mm/mois}) \times 10 \times 1000}{31 \times 86400 \times E_a} \quad (\text{l/s/ha})$$

Dans les calculs qui suiveront nous ne tenons compte que du debit fictif continu du mois de pointe .

III.4.5 la dose d'irrigation ; Dir :

C'est la hauteur d'eau appliquée au sol au cours d'une irrigation ou volume d'eau fourni á une superficie donnée au cours d'une irrigation divisé par la superficie irriguée, et qui est necessaire pour amener la teneur en eau de la zone radriculaire á la capacite de retention , (mm) .

Nous avons determine ,les doses d'irrigation pour les cultures appliquées suivant les differentes zones homogenes de mise en valeur

La dose d'irrigation est donnée par la relation suivante:

$$\begin{array}{ccc} \text{-----} & & \text{-----} \\ * & 2.Da.h(Hvr - Hvf) & * \\ * \text{ Dir} = & \text{-----} & * \\ * & 3 & * \\ \text{-----} & & \text{-----} \end{array}$$

où;

Dir : dose d'irrigation exprimée en mm
 Da : densité apparente
 h : profondeur d'enracinement
 Hvr : teneur en eau du sol à la capacité de rétention
 Hvf : teneur en eau du sol au point de flétrissement

Da, Hvr et Hvf sont données par l'étude agro-pédologique, (ANRH).

La dose brute d'irrigation est obtenue en appliquant le coefficient d'efficacité d'irrigation E_a .

$$D.\text{brute} = \text{Dir}/E_a ; E_a = 0.8$$

III.4.6 le retour d'irrigation ; I :

Appelé aussi espacement des arrosages ou la fréquence ; c'est le temps qui s'écoule entre le début d'un arrosage et le début de l'arrosage suivant sur la même parcelle, exprimé en jour.

$$\begin{array}{ccc} \text{-----} & & \text{-----} \\ * & \text{dose d'irrigation} & * \\ * & \text{I} & * \\ * & \text{debit fictif continu} & * \\ \text{-----} & & \text{-----} \end{array}$$

III.4.7 la durée d'arrosage par application (h) : c'est un

laps de temps pendant lequel on fournit une dose d'irrigation à un champ.

$$\begin{array}{ccc} \text{-----} & & \text{-----} \\ * & \text{dose brute} & * \\ \text{Ta} & \text{-----} & * \\ * & \text{vitesse d'infiltration} & * \\ \text{-----} & & \text{-----} \end{array}$$

les vitesses d'infiltrations sont données par l'étude agro-pédologique pour les différents profils analysés, en mm/h.

Tableau III.1

Culture	catégorie des Sol	Dose d'irrigation mm		Vitesse d'infiltration mm/h	Durée théorique d'arrosage h	Retour théorique d'irrigation h	Retour réel d'irrigation h
		Dose nette	Dose brute				
Céréale	I	58,2	72,7	7,3	10	8,41	8
Céréale	VIII	69,5	86,8	5	17,36	10	8
MARAICHÈRE	I	28,8	36	7,3	4,93	4,16	4
Agrume	VII	99,2	124	7	17,71	14,35	12
Luzerne	I	58,2	72,7	7,3	10	8,41	8
Bersim	VII	49,8	62,2	7	8,88	7,19	8

Nous resumerons Les calculs des besoins en eau dans
Les tableaux ci-après

Rappelons que :

$E.T.P$: évapotranspiration potentielle

$K.C$: coefficient cultural

$$E.T.C = ETP \cdot Kc$$

Tab III. 2: Besoin en eau

mois	Unité		J	F	M	A	M	J	A	S	O	N	D	Σ	
ETP	mm		43	67	96	134	179	218	227	228	155	97	60	48	
Culture	Mar		Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	Mar	
Surface	ha		39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	
Kc			0,75	0,98	2,0	0,84	0,43	0,81	0,88	0,35	0,6	0,93	1,0	0,95	
ETC	mm		32	60	96	86	77	177	200	80	93	90	60	46	
Besoins net	m ³	en eau	12608	23640	37824	33884	30338	69738	78800	31520	36642	35460	23640	18124	432218
Besoins brut	m ³	en eau	14833	27812	44499	39863	37922	87172	98500	39400	45802	47178	27812	21322	526655
Besoins de	m ³	Lessivage	2077	3894	6230	5581	5309	12204	13790	5516	6412	5840	3894	2985	73732
Culture			Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag	
Surface	ha		89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	
Kc			0,75	0,75	0,8	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,8	0,8	
ETC	mm		32	50	77	107	143	185	193	194	132	82	48	38	
Besoins net	m ³	en eau	28640	44750	68915	95765	127985	165575	172735	173630	118140	73390	42960	34010	1446495
Besoins brut	m ³	en eau	33694	52647	81076	112665	159981	206969	215949	217037	147675	86341	50541	40072	1404557
Besoins de	m ³	Lessivage	4717	7370	11351	15773	22397	28976	30229	30385	20674	12088	7076	5602	196638

34

Tab III.2 : suite

	mois Unité	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Σ
E T P	mm	43	67	96	134	179	218	227	228	155	97	60	48	
Culture				Cereale	Cer	Cer	Cer	Cer	Cereale					
Surface	ha			362,5	362,5	362,5	362,5	362,5	362,5					
Kc				0,53	1,03	1,15	0,8	0,85	0,4					
E T C	mm			51	138	206	174	193	91					
Besoin net en eau	m ³			184845	500250	746750	630750	699625	329875					3082125
Besoin brut en eau	m ³			217429	588529	933437	788437	874531	412344					3814707
Besoin de Lessivage	m ³			30440	82394	130681	110388	122434	57728					534058
Culture				Luzerne	Lu3	Lu3	Lu3	Lu3	Lu3	Lu3	Lu3	Lu3	Lu3	Lu3
Surface	ha			12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	
Kc				0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	
E T C	mm			77	107	143	196	204	205	124	78	48		
Besoin net en eau	m ³			9548	13268	17732	24304	25296	25420	15376	9672	6952		147568
Besoin brut en eau	m ³			11233	15609	22165	30380	31620	31775	19220	11379	8179		181560
Besoin de Lessivage	m ³			1573	2185	3103	4253	4427	4448	2691	1593	1145		25418

Tab III-2 : Suite

	mois unité	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Σ
ETP	mm	43	67	96	134	179	218	227	228	155	97	60	48	
Culture				Bersime	Bers	Bers	Bers	Bers	Bers	Bers	Bersime			
Surface	ha			14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6	14,6			
Kc				0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9			
ETC	mm			77	107	143	218	227	228	139	87			
Besoin net en eau	m ³			11242	15622	20878	31828	33142	33288	20294	12702			178996
Besoin brut en eau	m ³			13226	18379	26097	39785	41427	41610	25367	14943			220834
Besoin de Lessivage	m ³			1852	2573	3654	5570	5800	5825	3551	2092			30917

Tableau 3 Besoins Totaux

	mois unité	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	mm	43	67	96	134	179	218	227	228	155	97	60	48
Besoin brut avec Lessivage	m ³	55321	91723	418909	883551	1344746	1314127	1438677	846068	271392	175994	98647	69921
Debit	ℓ/s	20,65	37,9	156,4	340,88	502	507	537,14	315,88	104,7	65,71	38,06	26,10
Debit fixe continu	ℓ/s	0,16	0,29	0,30	0,66	0,97	0,98	1,04	0,61	0,67	0,42	0,27	0,20

$$\Sigma \text{ besoin brut avec Lessivage} = 7009076 \text{ m}^3/\text{an}$$

$$\Sigma \text{ debit} = 2652,42 \text{ ℓ/s}$$

CHAPITRE IV

LE RESEAU D'IRRIGATION

IV.1 / CHOIX DU SECTEUR :

Notre secteur se situe au sud de la ville de RELIZANE en bordure de l'oued MINA , sur la rive droite . La pente du terrain est faible, ce qui nous evite de faire un nivellement, la prise d'eau est á une cote de 83 m , la borne la plus defavorable etant á 91.5 m d'oú la necessite d'un pompage par refoulement afin de desservir notre secteur .Le terrain presente la même granulometrie que celle de l'ensemble du perimetre .

IV.2 / PRISE D'EAU

Notre secteur comme d'ailleurs tout le perimetre, est desservie par le barrage de ES-SAADA ,l'eau est ramenée du barrage á l'aide d'un canal trapezoidal qui debouche dans un decanteur qui par lequel se fait la decantation ,cette operation est tres importante pour le bon fonctionnement,le bon etat des pompes . le debit du barrage est de 9 m³/s . La capacite retenue pour l'irrigation est de 113 MM³ .

IV.3 / DECOUPAGE DU SECTEUR EN ILOTS :

le decoupage en ilots a ete deja fait au cours de l'etude d'amenagement du perimetre (1971).

Comme il est impossible de le changer, nous allons le garder ainsi qu'i est donne .

IV.4 / TRACE DU RESEAU :

pour avoir un trace optimal, nous disposons de trois methodes de de trace ;

- * trace á 120°
- * trace par proximite .
- * trace economique .

toutes ces methodes s'effectuent par ordinateur, vu la complexite des calculs . Nous ne disposons malheureusement pas du programme de calcul, ainsi nous sommes amenes á faire notre tracé en suivant les limites des ilots, les chemins et les routes tout en reliant les bornes .

IV.5 / MODE D'IRRIGATION :

* Critères de choix de la méthode d'irrigation ;
Les facteurs déterminants dans le choix du système d'irrigation sont ; les facteurs climatiques, pédologiques et socio-économiques . Pour notre secteur, la texture du sol étant fine à très fine le vent est léger à modéré , le mode d'irrigation choisi est alors l'aspersion .

Definition :

L'irrigation par aspersion est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluie sur le sol.

Les avantages de l'aspersion :

* Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer, sachant qu'elle peut être employée aussi aisément sur des terrains accidentés que sur des terrains à pente nulle .

* Elle peut être employée quelle que soit la nature du sol arrosé même s'il est très perméable .

* Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie. On peut donc utiliser des eaux acides et certaines eaux résiduaires , on peut aussi utiliser éventuellement les engrais et tous fertilisants ou désinfectants que l'on délue dans l'eau .

* Elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation ; elle permet un dosage précis et une répartition régulière des quantités d'eaux distribuées.

* Une excellente rentabilité du projet .

* Une administration et une surveillance très facile et très peu coûteuse .

* Une économie importante d'entretien.

LES INCONVENIENTS :

* Dépenses importantes de premier établissement (frais de matériel)

* Elle favoriserait l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'air plus sec .

* Elle exige un choix judicieux des époques d'irrigation.

IV. 6 CALCUL D'UNE INSTALLATION D'IRRIGATION A L'ILET-TYPE PAR ASPERSION .

Dans ce paragraphe nous allons considerer un ilot-type á irriguer nous avons choisí un ilot-type situe dans une position defavorable par rapport á la source .

IV.6.1 Les differentes caracteristiques de cet ilot sont:

i) Caracteristiques geometriques :

La forme est rectangulaire .

La longueur $L = 450$ m

La largeur $l = 440$ m

La surface $S(\text{ha}) = 19.8$ ha.

ii) Caracteristiques agropedologiques :

a) La pluviometrie maximale admissible est de 8mm/h

b) La dose maximale d'irrigation $D_{\text{max}} = 124\text{mm} = 1240\text{m}^3/\text{ha}$

c) La periodicité d'arrosage est :

$$I = \frac{\text{Dose max}}{\text{Besoins journaliers}}$$

Or le debit fictif continue est $Q = 11/\text{s}/\text{ha}$

les besoins journaliers sont alors: $B = Q \times 3.6 \times 24 = 86.4\text{m}^3/\text{J}/\text{ha}$

$$\text{d'ou } I = \frac{1240}{86.4} = 14.35 \text{ jours. Prenons } 14 \text{ jours}$$

donc la dose á fournir pendant les 14 jours est de:

$$D = 121.0\text{mm} = 1210\text{m}^3/\text{ha}$$

Le nombre de jours disponible pour l'irrigation:

Nous admettrons deux journées de temps mort soit pour le repos et le vent eventuel.

La détermination du débit nécessaire pour une prise à utiliser en tête de l'ilot est basé sur le principe suivant ;

il faut assurer l'équilibre entre les volumes apportés et les besoins en eau .

les volumes apportés correspondent à une irrigation au débit : d (m³/h) avec une durée moyenne journalière ; T (h) pendant ; 12 jours .

Et les besoins correspondant à un débit fictif continue de ; $\gamma = 11/5$ ha soit: 86.4 m³/j/ha pour 14 jours sur une surface S (ha) d'où nous avons :

$$\text{besoins journaliers} = 86.4 \times 12 / 14 = 100.8 \text{ m}^3/\text{j}/\text{ha}$$

d'où l'égalité suivante:

$$\begin{array}{c} \text{-----} \\ | \text{ Txd} = 100.8 \times \text{S}(\text{ha}) | \\ \text{-----} \end{array}$$

$$\text{alors } d = 100.8 \times \text{S} / \text{T} = 110.88 \times 19.8 / 18 = 110.88 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit unitaire est de $110.88 / 19.8 = 5.6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{ha}$.

IV.6.2 CALCUL PRELEMINAIRE :

Dans un premier lieu on donne une organisation d'arrosage théorique, l'ilot est repartie en plusieurs postes, le poste est la surface partielle de l'ilot (ou de la parcelle) dans lequel s'effectue l'arrosage .

plusieurs solutions peuvent être envisagées et ceci suivant la géométrie de l'ilot , les caractéristiques agro-pédologiques .

Dans notre cas nous avons retenu la solution suivante :

Le nombre de poste par jour $n = 1$

Le nombre de poste nécessaires pour l'arrosage complet de l'ilot en 12 jours est $N = 12n = 12$.

- La surface théorique du poste $s = S/N$

- La durée théorique d'un poste $t = T/n$

- la pluviométrie théorique d'arrosage:

$$P_u = D/10t \quad D : \text{la dose en m}^3/\text{ha}$$

$$P_u : (\text{mm}/\text{h})$$

les résultats sont résumés dans le tableau suivant:

nombre de pos te/j	nombre de poste par arros	surface théorique du poste	durée théorique du poste	pluviométrie théorique du poste P_u (mm/h)
1	12	1.65(ha)	18 (h)	6.72

IV.6.3 DEFINITION DE L'INSTALLATION:

Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour l'écartement E d'implantation des asperseurs tels que ; 12x12, 12x18, 18x18, 18x24, 24x24, ext...

Certains facteurs d'ordre technique, tel que la pression que la pression qui doit être disponible en tête de l'ilot et d'autres facteurs d'ordre climatique tels que la force et la direction du vent, peuvent éliminer quelques variantes. La pression qui peut être disponible est de classe moyenne ; de 4 à 6 bars ce qui exclut les écartements importants supérieurs à 24x24.

Les vents comme nous l'avons déjà vu dans la partie climatologie, sont de légers à modérés ce qui exclut les écartements inférieurs à 18 m x 18

les dimensions du poste jouent un rôle pour le choix de l'écartement.

L'écartement choisi : E 18x24

- le nombre de rampes par poste est alors : 3 rampes par poste.

- le nombre d'asperseurs par rampe : a=12 asperseurs

- le nombre total d'asperseur par poste = 12x3=36 asperseurs

- la surface réelle du poste :

$$s = a \times E^2 \times 0.0001 = 36 \times (18 \times 24) \times 0.0001 = 1.55 \text{ ha}$$

- la pluviométrie réelle :

$$P_u = \frac{d}{10 \times s} = 7.15 \text{ soit } 7 \text{ mm/h}$$

- le débit nominal d'un asperseur : $q_n = d/a = 110.88/36 = 3.08 \text{ m}^3/\text{h}$

Le catalogue des asperseurs donne pour un écartement ;

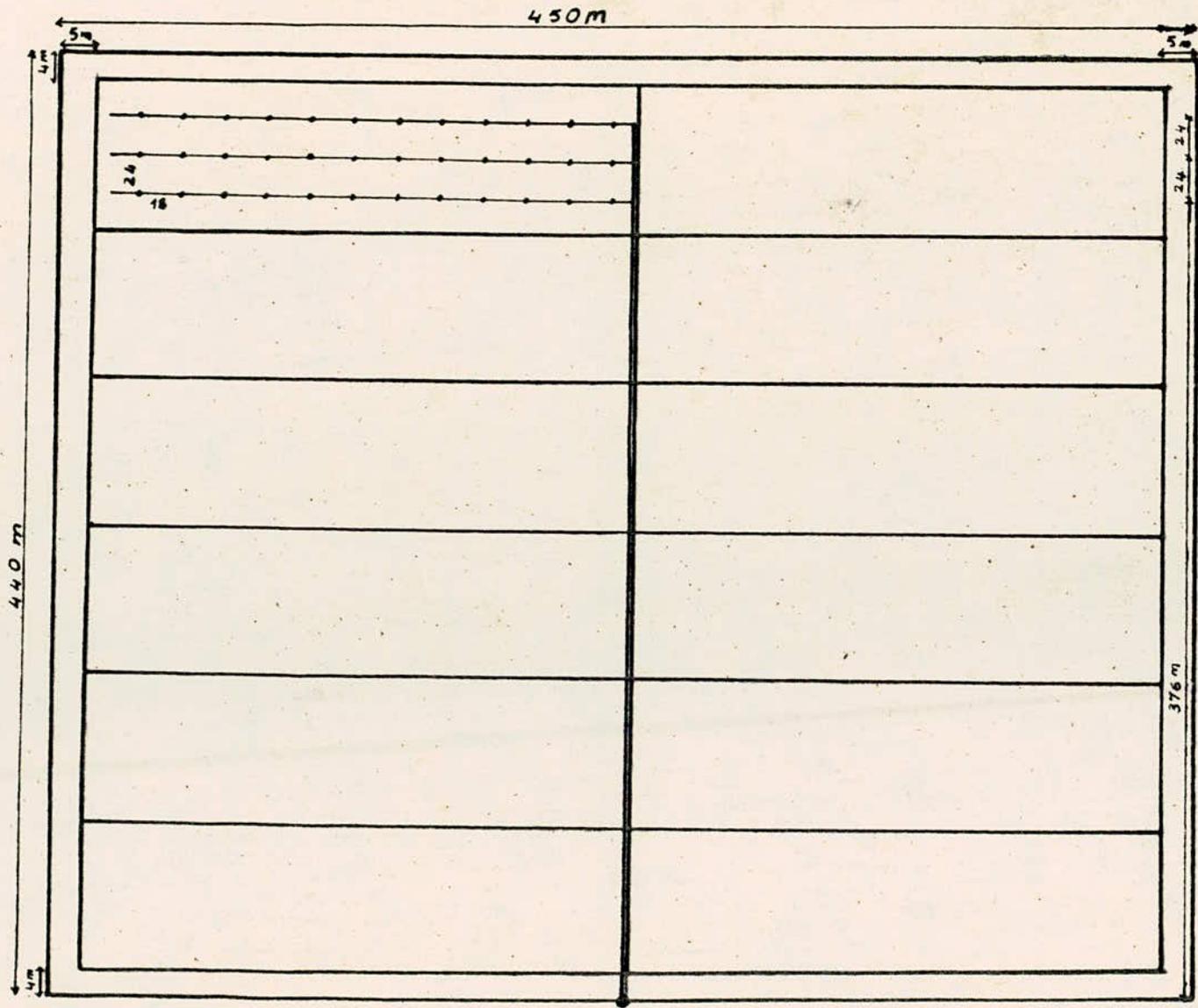
E: 18x24 et $q_n = 3 \text{ m}^3/\text{h}$ une pression $P_{asp} = 3 \text{ bars}$

le diamètre de la buse $\phi = 5 \text{ mm}$

L'installation mobile d'irrigation est définie dans ces caractéristiques fonctionnelles :

Irrigation en couverture partielle avec implantation des asperseurs à l'écartement de 18x24, arrosage aurythme de 1 poste par jour de 18 heures pendant 12 jours pour apporter la dose de 1210 m³/ha.

Plot Øype



Legende :

- borne et antenne
- rampe et asperseur

IV.6.4 CALCUL DES CANALISATIONS A L'INTERIEUR DE L'ILOT :

- Canalisation d'approche (antenne):

- 376 m portants un debit de 110.88 m³/h
- 24 m portants un debit de (110.88-3.08x12)=73.92 m³/h
- 24 m portants un debit de 36 m³/h

- les rampes :

207 m portant un debit de 36 m³/h
Les pertes de charges:

Les pertes de charges dans les tubes au niveau d'un ilot sont calcules par une formule de type monome ;

$$J = b \cdot Q^\alpha / D^\beta$$

J : perte de charge unitaire en mm/m
Q : debit en m³/s
D : diametre en m.

pour notre cas nous avons choisi des tuyaux en alliage leger; pur cela nous devons calculer les pertes de charges par la formule de SCOBEEY correspondant aux parametres suivants :

$$\alpha = 1.89 ; \quad \beta = 4.87 \quad b = 1.634$$

ces valeurs prennent en consideration les pertes de charges singulieres dues aux joints et raccords (de l'ordre de 20%)
- les pertes de charges dans les rampes sont calcules en fonction de la longueur fictive L_f.

Le calcul theorique de la longueur fictive est etablie en general de la maniere suivante :

Si Q est le debit total de la rampe ; le debit de chaque asperseur est de Q/N , les differents tronçons de la rampe en remontant de l'aval vers l'amont , transitent les debits égaux à

$$Q/N, 2Q/N, \dots, n \cdot Q/N, \dots, (N-1)Q/N, N \cdot Q/N$$

les pertes de charges correspondantes sont donc:

$$e \cdot b (Q/N)^\alpha / D^\beta, \dots, e \cdot b (n \cdot Q/N)^\alpha / D^\beta, \dots, e \cdot b (N \cdot Q/N)^\alpha / D^\beta$$

avec e l'ecartement , N le nombre total d'asperseurs .

la perte de charge totale de la rampe est donc :

$$H = b (Q/N)^\alpha / D^\beta \cdot e \sum_1^N n^\alpha$$
$$H = b \cdot Q^\alpha / D^\beta \cdot e \cdot 1/N^\alpha \sum_1^N n^\alpha = J \cdot L_f$$

Le premier terme $(b.Q/D^p)$ représente la perte de charge unitaire J provoquée par le débit .

le second terme $e.1 \sum_1^N n^\alpha$ représente une longueur fictive de la rampe

$$\frac{---}{N^\alpha}$$

Si la longueur réelle L_r représente $L=N.e$ alors le rapport entre

$$\frac{L_f}{L_r} = \frac{1}{N^{\alpha+1}} \sum_1^N n^\alpha$$

Le calcul précédent est valable pour le cas où le premier asperseur d'une rampe soit disposé à une distance égale à l'écartement nominale .

dans le cas où le premier asperseur est disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement nominal, dans ce cas nous avons :

$$H = J.L_f \quad \text{et} \quad \frac{L_f}{L_r} = \frac{1/N^{\alpha+1} \sum_1^N n^\alpha - 1/2.N}{1 - 1/2.N}$$

Le tableau suivant donne pour $\alpha = 1.89$ les valeurs du rapport L_f/L_r en fonction du nombre d'asperseurs équipants la rampe

Nombre d'asperseur par rampe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L_f/L_r pour 	1	0,51	0,44	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36

Nombre d'asperseur par rampe	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
L_f/L_r pour 	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

pour notre cas la longueur réelle de la rampe est de ;

$L_r = 207 \text{ m}$.Donc pour 12 asperseurs $L_f = 0.36 L_r$

$$L_f = 0.36 \times 207 = 74.52 \text{ m} .$$

- Le trajet le plus long :

- en longueur réelle : $L_r = 376 + 48 + 207 = 631 \text{ m}$.

- en longueur fictive: $L_f = 376 + 48 + 74.52 = 498.52 \text{ m}$.

Si on se fixe une pression de 6 bars à l'entrée de l'ilot ,
en admettant que la perte de charge admissible est égale à 20%
de la pression disponible à la prise .

-soit la perte de charge admissible $= 0.2 \times 6 = 1.2 \text{ bars} = 12 \text{ m}$

-la perte de charge unitaire $= \frac{12}{498.52} = 2.4 \text{ m}/100 \text{ ml}$

- Canalisation d'approche:

Pour un débit de $110.88 \text{ m}^3/\text{h}$ avec $J = 2.4 \text{ m}/100 \text{ ml}$; on obtient:

$$D = 152.4 \text{ mm}$$

$j = 2.3 \text{ m}/100 \text{ ml}$ avec $v = 1.6 \text{ m/s}$ et ceci d'après l'abaque
de perte de charge de scobey.

Pour un débit de $110.88 \text{ m}^3/\text{h}$ le long de 376 m , nous avons une
perte de charge de $2.3 \text{ m}/100 \text{ ml}$;

soit au total : $pdct = 8.64 \text{ m}$ (avec $d = 152.4 \text{ mm}$)

pour un débit de $73.92 \text{ m}^3/\text{h}$, $L = 24 \text{ m}$, la perte de charge unitaire
 $pdcu = 1.05 \text{ m}$ et la perte de charge total $pdct = 8.64 \text{ m}$ ce qui
donne $D = 152.4 \text{ mm}$

pour un débit de $36 \text{ m}^3/\text{h}$, $L = 24 \text{ m}$ et $pdct = 0.06 \text{ m}$.

soit au total une perte de charge de 8.95 m

Les rampes :

la perte de charge disponible : $12 - 8.95 = 3.05$ m.

la perte de charge unitaire = $\frac{3.05}{74.52} = 4$ m/100ml

pour un debit de $36 \text{ m}^3/\text{h}$ on a $j=4\text{m}/100\text{ml}$ avec un diametre

$$D = 89\text{mm}$$

soit une perte de charge totale de 2.98 m.

* Les dimensions des canalisations á l'interieur de l'ilot sont alors:

424 ml avec $D = 152.4$ mm

621 ml avec $D = 89$ mm

la perte de charge totale dans l'ilot est alors egale á:

$$8.95 + 2.98 = 11.93 \text{ m} \quad \text{soit } 1.2 \text{ bars .}$$

la regle de CHRISTIANSEN admet un ecart de 20% á la pression nominale

soit $0.6 \text{ bar} = 6 \text{ m}$ repartie comme suit :

1/3 en moins pour l'asperseur le plus defavorisé

soit $6/3 = 2\text{m}$.

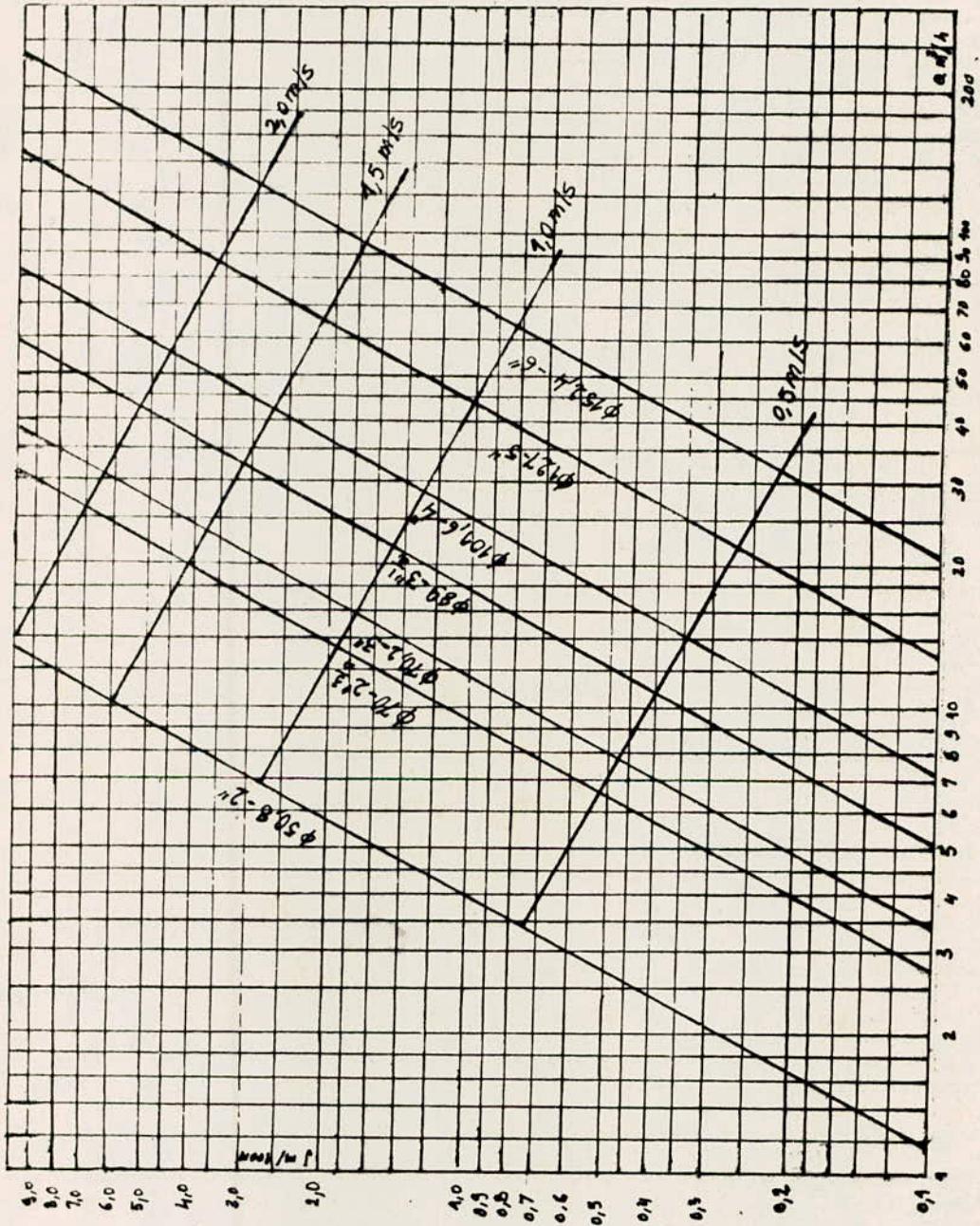
2/3 en plus pour l'asperseur le plus favorisé.

l'asperseur le plus defavorisé fonctionnera á une pression de
 $p = 3 - 0.2 = 2.8$ bars .

la pression necessaire á la prise est de $2.8 + 1.2 = 4$ bars < 6 .

(voir abaque)

Abaque de Parte de carga (Formule de Scobey)



IV.7 CALCUL DES DEBITS A TRANSITER PAR LE RESEAU COLLECTIF

iv.7.1) procede de calcul par la methode de CLEMENT .

Nous appellerons noeuds du reseau toute singularite, qu'il s'agisse de bornes ou de raccordement entre deux conduites, et tronçon la canalisation joignant deux noeuds successifs. cette terminologie, consacrée par l'usage en matiere de calcul de reseaux hydrauliques equivaut aux notions de sommets et d'arretes utilisées dans l'étude du trace du reseau et issues des concepts de la theorie des graphes.

Dans notre presente etude, la distribution est à la demande, et à cet effet, le debit affecté à chaque prise est superieur au debit fictif continu qui lui est necessaire. En d'autres termes, chaque agriculteur n'utilisera effectivement sa prise que pendant une durée qui, en moyenne, sera nettement inferieure à 24 heures par jour. il en resulte que la probabilite pour que toutes les prises soient ouvertes en même temps est infime et il ne serait donc pas raisonnable et économique de calculer le reseau pour transporter ce debit cumulé correspondant. Ainsi le calcul d'un tel reseau s'appuiera sur un raisonnement probabiliste dont voici l'explication .

Admettons qu'on a R prises homogenes, de debit d .

L'hypothese de base du modele consiste à admettre que les differentes prises du reseau sont independantes et qu'elles fonctionnent de maniere aleatoires pendant la periode d'utilisation du reseau d'où la probabilite de fonctionnement de chaque prise est donnée par la relation suivante :

$$P = \frac{D}{r \sum Ni \cdot di}$$

où

r : étant le ~~rapport~~ **raccordement** d'utilisation du reseau, egale au rapport du temps d'utilisation du reseau sur la durée de la periode de pointe . r est pris à 0.75 generalement donc $r = 0.75$.

Ni : nombres de prises portants le debit di.
ainsi $\sum Ni \cdot di$ sera le debit total installé .

D : le debit fictif continu dans chaque tronçon .
 $D = k \cdot Se \cdot v = v \cdot Si$.

Se et Si sont les surfaces equipées et surfaces irriguées respectivement

k : etant le rapport d'intensification = Si/Se , pris = 0.95.

K étant le rapport d'intensification = S_i/S_e pris égale à 0.95
 v : le débit fictif continu = 11/s/ha

donc

$$P = \frac{D}{0.75 \sum N_i \cdot d_i}$$

Nous sommes devant une population de R prises, dont chacune est, soit ouverte, soit fermée, avec les probabilités respectives p et $q=1-p$.

Le nombre de prises ouvertes n est donc une variable aléatoire suivant une loi binomiale de moyenne Rp et de variance Rpq .

la probabilité Pq pour que R prises qui constituent le réseau, il y ait N prises en fonctionnement simultané est :

$$Pq = \sum_{i=1}^{i=N} \frac{C_R^i P^i q^{R-i}}$$

C_R^i étant le nombre de combinaisons de R objets combinés i à i
 pour R suffisamment grand et P pas trop petit, on montre en calcul des probabilités que la loi binomiale peut être assimilée à la loi normale centrée réduite tel que :

$$Pq = \Pi(U) = \int_{-\infty}^u \phi(u) du$$

où : u est la variable centrée-réduite

$$U = \frac{n - Rp}{\sqrt{Rpq}}$$

et $\phi(u)$ est la densité de probabilité de la loi normale

$$\phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$$

la fonction $\Pi(u)$ a été tabulée et on peut relever les valeurs :

$$U = 2.324$$

$$\Pi(U) = Pq = 0.99$$

ces valeurs déterminent le très bon fonctionnement du réseau.

$$U = 1.645$$

$$\Pi(U) = Pq = 0.95$$

pour un fonctionnement assez satisfaisant du réseau.

Nous avons pris pour notre calcul les deuxiemes valeurs:

le nombre de prises fonctionnants simultanement sera :

$$N = m(1 + u \sqrt{1/m - 1/R})$$

ou

$$m = Rp$$

$$p = v/d$$

$$q = 1 - p$$

R : nombre total des prises du reseau .

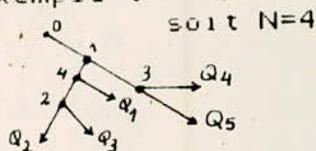
le debit de pointe est donne donc comme suit :

$$Q = \frac{D}{r} + U \sqrt{p \cdot q \sum N_i d_i^2}$$

les debits de pointes seront calculés par la formule citée ci-dessus . Si le nombre de prises sur le noeud en question depasse une certaine valeur N fixée (4 à 10 selon les projecteurs) N sera le nombre de prises cumulées en bout du tronçon , pris dans notre cas à 4 (n=4).

Si le nombre de prise sur le noeud en question ne depasse pas la valeur de N, le debit de pointe sera le cumule des debits installés , soit $\sum N_i d_i$.

Exemple :



le noeud 3 a 2 prises < 4 donc le debit de pointe en ce noeud sera le debit total installe Q4 + Q5 C.à.d, qu'il circulera dans le tronçon 1-3 le debit Q4 + Q5 .

de meme pour le noeud 2 qui a 2 prises le debit de pointe sera Q2 + Q3 .

tandis que pour le noeud 4 , il a 3 prises toujours inferieur à 4 (N), donc il circulera dans le tronçon 1-4 un debit Q2+Q3+Q1 finalement le noeud 1 a 5 prises superieur à N = 4 pour ce noeud on appliquera la formule de la demande

$$Q = \frac{D}{r} + U \sqrt{p \cdot q \sum N_i d_i^2}, \text{ debit du tronçon } 0-1$$

Il est à remarquer que le choix de N est fait de telle manière à avoir le débit de pointe inférieur au débit total installé dans le noeud en question, vu que la méthode de R. Clement présente un réseau économique, et pour avoir ce réseau, il est préférable de dimensionner celui-ci avec des débits raisonnables et ne pas trop surdimensionner notre réseau.

IV.7.2 PRESENTATION DES CALCULS DE DEBITS :

- 1 / calcul du nombre de prises en fonctionnement simultanée :
- nombre de prises : $R=30$ (en prenant les prises homogènes)
 - débit fictif continu unitaire : $v=11/s/ha = 72 m^3/h$
 - débit réel de la prise : $d = 110.88 m^3/h$
 - probabilité de fonctionnement d'une prise

$$p = \frac{v}{d} = \frac{72}{110.88} = 0.65$$

- probabilité de non fonctionnement :

$$q = 1 - p = 1 - 0.65 = 0.35$$

$$U = 1.645 \text{ -----} \rightarrow \Pi(U) = 0.95$$

$$m = Rq = 30 \times 0.35 = 19.5$$

- le prises en fonctionnement simultanée :

$$N = m(1 + U \sqrt{1/m - 1/R}) = 19.5(1 + 1.645 \sqrt{1/19.5 - 1/30})$$

$$N = 23.8 \text{ soit } N = 24$$

2 / calcul des débits à transiter :

données :

$$v = 11/s/ha$$

$$r = 0.75$$

$$Pq = 0.95 ; U = 1.645$$

$$N = 4$$

$$k = S_i/S_e = 0.95$$

Rappelons que le debit fictif continu $D=R.V.Se=V.Si=1.Si=Si(1/s)$
 le nombre de prises desservies de chaque classe de debit di est
 Ni , le debit total installé $=\sum Ni.di (1/s)$.

la probabilite de fonctionnement d'une prise :

$$P = \frac{D}{0.75 \sum Ni.di}$$

debit de pointe :

$$Q = \frac{D}{0.75} + 1.645 \sqrt{p.q \sum Ni.di^2}$$

rappelons aussi que le debit moyen affecté á chaque prise est :
 5.6 m³/h/ha majoré de 20% en tenant compte du transport (les
 fuites ...) soit $5.6/0.8 = 7$ m³/h/ha.

Ainsi pour chaque surface desservie par une antenne, le debit
 installé correspondant sera :

$$Q' = 7.Si \quad \text{ou}$$

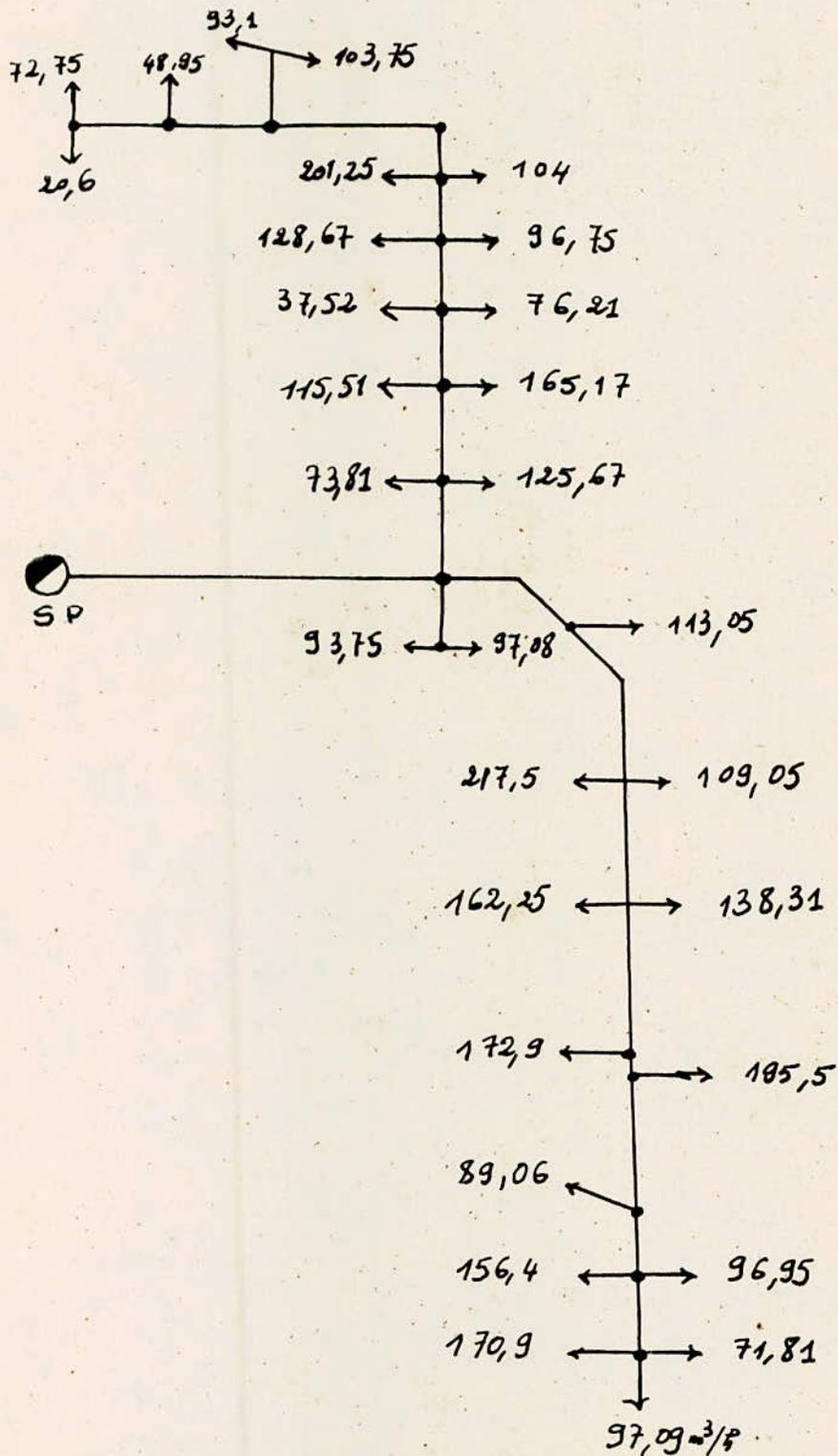
$$Q' = 7 \times 0.95 \times Se$$

ainsi on obtient les resultats representes dans le schema de
 calcul du reseau.

en fait pour le calcul de debit de pointe transite par chaque
 tronçon nous utiliserons un seul debit pour chaque prise, qui
 sera le plus grand debit transite qui n'est autre que 217.5 m³/h
 soit 60 l/s .

Il est á noter que nous sommes dans la securite pour chaque
 surface, le debit est au moins superieur á celui transiter
 reellement.

on prend pour chaque tronçon le debit de 217.5 m³/h soit 60 l/s
 les resultats de calcul sont resumes dans le tableau ci dessous:



Tab IV.1 : Calcul des debits à transiter

N° de La borne	Surface irriguée desservie Si ha	Debit fictif continu D l/s	Nbre de prises desservies pour le debit 60 l/s	Debit total installé l/s	Probabilité moyenne P	Debit pointe Q l/s
10	48,54	48,54	3	180	-	180 *
9	84,73	84,73	5	300	0,216	155,79
8	97,46	97,46	6	360	0,361	246,06
7	125,39	125,39	7	420	0,398	295,01
6	150,09	150,09	8	480	0,417	337,71
5	193,03	193,03	10	600	0,429	411,85
4	239,67	239,67	12	720	0,444	489,44
3	255,82	255,82	13	780	0,437	517,11
2	27,26	27,26	2	120	-	120
20	13,34	13,34	2	120	-	120
19	20,33	20,33	3	180	-	180 *
18	28,12	28,12	2	120	-	120
17	48,45	48,45	5	300	0,215	155,28
16	48,45	48,45	5	300	0,215	155,28
15	92,34	92,34	7	420	0,293	241,97
14	124,54	124,54	9	540	0,307	302,63
13	140,97	140,97	11	660	0,285	335,73
12	181,07	181,07	13	780	0,309	405,87
11	209,57	209,57	15	900	0,310	456,22
1	492,65	492,65	30	1800	0,365	917,13

* Cas où le debit aval supérieur au debit amont ; c'est un debit cumulé

IV.7.3 DETERMINATION ET OPTIMISATION DES DIAMETRES :

Après avoir tracé le réseau, et calculé les débits à transiter, il s'agit maintenant de déterminer les diamètres économiques des différents tronçons du réseau et par suite la cote piezométrique de chaque nœud ainsi que la charge libre.

Les calculs se reposent sur les données suivantes :

- longueur de chaque tronçon du réseau
- le débit à transiter par chaque tronçon
- la pression à assurer au niveau de la borne la plus défavorable
- intervalle des vitesses admises dans les tronçons.

$$1 < v < 3 \text{ m/s} .$$

- la loi de la perte de charge donnée par MM LECHAPT et CALMON .

$$J = \frac{M \cdot L \cdot Q}{N \cdot D}$$

où J (mm/m) : perte de charge unitaire

Q (m³/s) : le débit

D (m) : le diamètre

L, M et N : paramètres fonction de la rugosité absolue k .
pour la valeur k = 1 mm la plus couramment adoptée, les valeurs de L, M et N respectivement sont : 1.601 ; 1.975 ; et 5.25 ainsi la loi de perte de charge devient pour k = 1 mm

$$J = \frac{1.601 \times Q}{5.25 \cdot D}$$

Pour la détermination des diamètres nous avons utilisé l'abaque de LECHAPT et CALMON . (voir abaque page 61)

La charge nécessaire en chaque point du réseau est donnée par la relation suivante :

$$H_t = H_g + h_e + h_w + h_c \quad (\text{m})$$

Avec H_g : hauteur géométrique .

h_e : pertes de charges linéaires égale à : JxL

h_w : pertes de charges surmontant les résistances locales prises à 10% des pertes de charges linéaires .

h_c : charge libre dans la borne d'irrigation nécessaire pour assurer un fonctionnement normal des arroseurs .

Dans le but d'une optimisation des diametres,nous sommes amene
à faire un calcul technico-économique.
Pour cela nous avons choisi trois variantes, donc trois diametres
pour chaque tronçon .
nous avons regroupé les calculs des cotes piezometriques et les
charges libres de chaque noeud dans le tableau ci-apres .

Tableau IV2: Calcul hydraulique

N° borne	Tronçons	Longueur	Debit	Diametre	vitesse	Côte du terrain	Perte de charge Lineaire	Perte de charge Totale	Côte piezometrique	charge libre
Unite		m	ℓ/s	mm	m/s	m	m	m	m	m
10	10 - 9	520	180	450	1,12	91,5	1,82	2,00	151,5	60
				400	1,43		3,38	3,71	151,5	60
				350	1,88		5,56	6,12	151,5	60
9	9 - 8	300	155,79	400	1,2	90,5	1,35	1,48	153,5	63
				400	1,24		1,56	1,71	155,21	64,71
				300	1,06		2,79	3,07	157,62	67,12
8	8 - 7	320	246,06	500	1,24	89,6	1,15	1,26	154,98	65,38
				450	1,5		1,92	2,11	156,92	67,32
				400	1,9		3,34	3,67	160,69	71,09
7	7 - 6	50	295	600	1,1	88,6	0,11	0,12	156,24	67,64
				500	1,54		0,27	0,3	159,03	70,43
				450	1,9		0,55	0,61	164,36	75,76
6	6 - 5	500	337,77	600	1,25	88,6	1,45	1,59	156,36	67,6
				500	1,75		3,75	4,12	159,33	70,93
				450	2,22		5,35	5,89	164,97	76,37
5	5 - 4	450	411,85	700	1,44	87,1	0,85	0,93	157,95	70,85
				600	1,75		4,41	4,85	163,45	76,35
				500	2,5		4,54	4,99	170,86	83,76
4	4 - 3	480	489,44	700	1,44	85	1,25	1,37	158,88	73,88
				600	1,75		2,54	2,79	168,3	83,3
				500	2,5		7,2	7,92	175,85	90,85

Tab IV 2 : suite

N° borne	Tronçons	Longueur	Debit	Diametre	vitesse	Côte du terrain	PdC linéaire	PdC totale	Côte piezométrique	Charge Libre
Unité		m	ℓ/s	mm	m/s	m	m	m	m	m
3	3 - 1	470	517,61	800	1,03	83,7	0,70	0,77	161,65	77,95
				700	1,35		1,22	1,34	171,09	87,39
				600	1,83		2,94	3,23	185,17	101,47
1	1 - SP	350	917,13	800	1,85	83	1,92	2,11	162,42	79,42
				800	1,85		1,92	2,11	170,88	87,88
				900	1,47		0,87	0,96	188,4	105,4
SP	-	-	917,13	800	1,85	83	-	-	164,8	81,8
				800	1,85		-	-	173	90
				900	1,47		-	-	189,36	106,36
2	1 - 2	180	120	350	1,17	83,5	0,9	0,99	161,43	77,93
				300	1,5		1,84	2,02	160,4	76,9
				250	2,25		5,4	5,94	182,46	98,96
11	1 - 11	180	456,22	700	1,2	82,4	0,4	0,44	160,28	77,88
				600	2,35		0,9	0,99	170,24	87,84
				500	1,86		1,93	2,12	184,58	102,18
12	11 - 12	370	405,87	700	1,07	81,1	0,65	0,71	156,97	75,86
				600	1,47		1,48	1,62	166,02	84,92
				500	2,16		3,74	4,11	177,87	96,77
13	12 - 13	320	335,73	600	1,22	80,2	0,86	0,95	154,01	73,81
				500	1,75		1,76	1,93	162,28	82,08
				450	2,11		3,33	3,66	172,29	92,01

Tab IV 2 : suite

N° borne	Trançons	Longueur	Debit	Diametre	vitesse	Côte du terrain	Pdc Lineaire	Pdc totale	Côte Piezométrie	Charge Libre
14	13-14	290	302,63	600	1,08	79,4	0,64	0,70	151,71	72,31
				500	1,52		1,59	1,75	158,93	79,53
				450	1,92		2,9	3,19	167,42	88,02
15	14-15	440	241,97	500	1,23	78,3	1,54	1,69	147,82	69,52
				450	1,52		3,08	3,38	153,35	75,05
				400	1,89		4,51	4,96	160,26	81,96
16	15-16	200	155,28	450	1,08	78,1	0,44	0,48	146,94	68,84
				400	1,2		0,9	0,99	151,96	73,86
				350	1,4		1,84	2,02	157,84	79,74
17	16-17	520	155,28	450	1,08	77,8	1,15	1,26	145,08	67,28
				400	1,2		2,34	2,54	148,82	71,02
				350	1,4		4,78	5,26	151,98	74,18
18	17-18	230	120	350	1,17	77,1	1,15	1,26	142,42	65,32
				300	1,52		2,32	2,55	144,87	67,77
				250	2,25		6,9	7,59	142,99	65,89
19	17-19	150	180	450	1,12	78,2	0,52	0,58	143,8	65,6
				400	1,43		0,97	1,07	147,05	68,85
				350	1,88		1,6	1,76	149,52	71,32
20	19-20	350	120	350	1,17	78,2	1,75	1,92	141,88	63,68
				300	1,52		5,4	5,95	141,1	62,9
				250	2,25		10,5	11,55	137,97	59,77

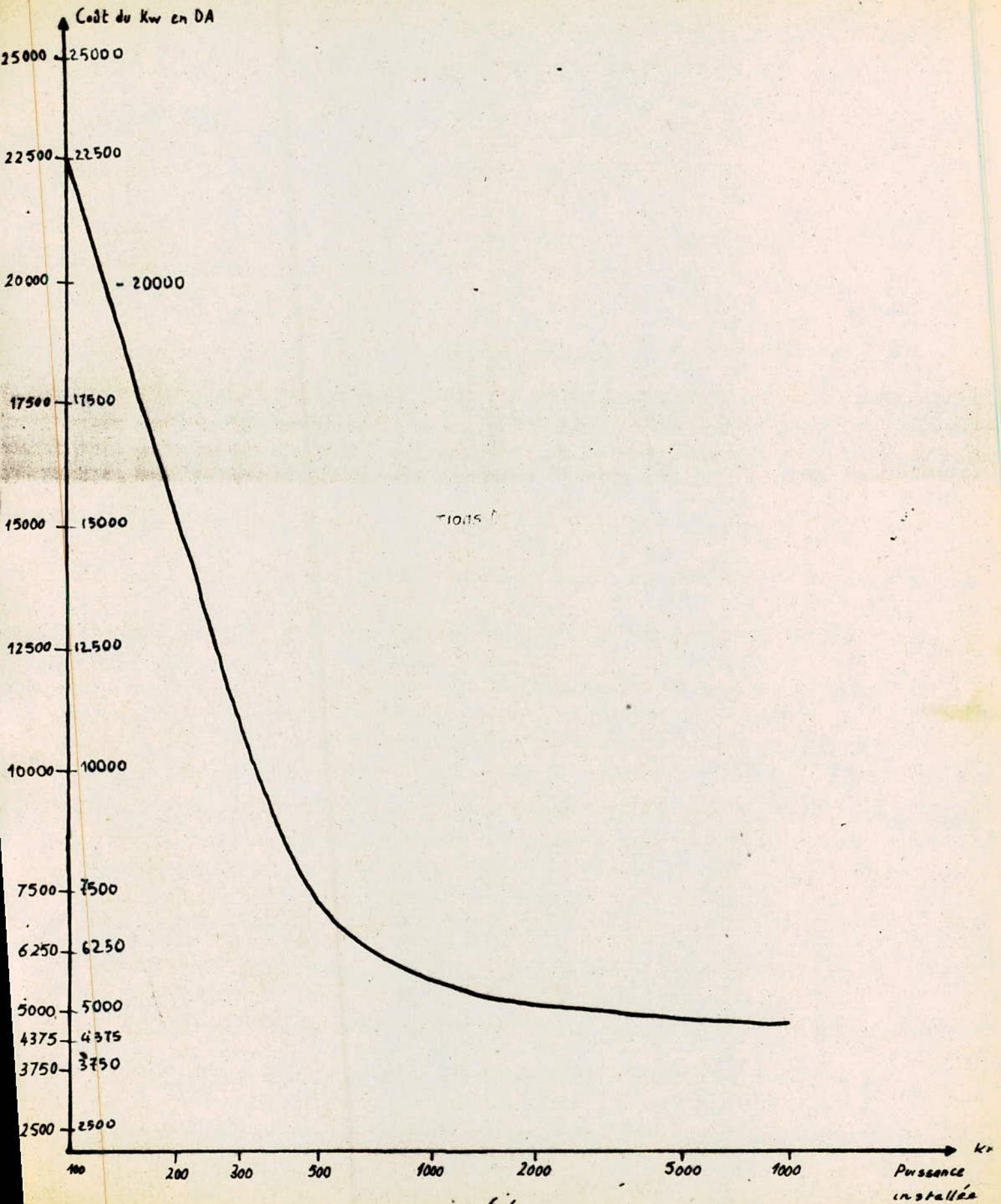
Tableau 1Y.3: Calcul technico-économique

1 ^{ère} variante		Frais de la Conduite (fourniture)			Frais d'exploitation				Frais station pompage		Total
Diamètre ϕ mm	Longueur L m	Pc DA/ml	$I_c = P_c \cdot L$ DA	$C_c = I_c \cdot A$ DA	Hp m	Nf kw	E kw.h	$C = E \cdot e$ DA	Psp DA	Csp DA	DA
350	760	325	247000	26182							
400	300	325	97500	10335							
450	1390	400	556000	58936							
500	760	400	304000	32224							
600	1160	494	573040	60742,24							
700	1480	600	888000	94128							
800	820	706	578920	61365,52							
					81,8	876,14	7674993,5	1458248,7	5900	772,9	1802934,3

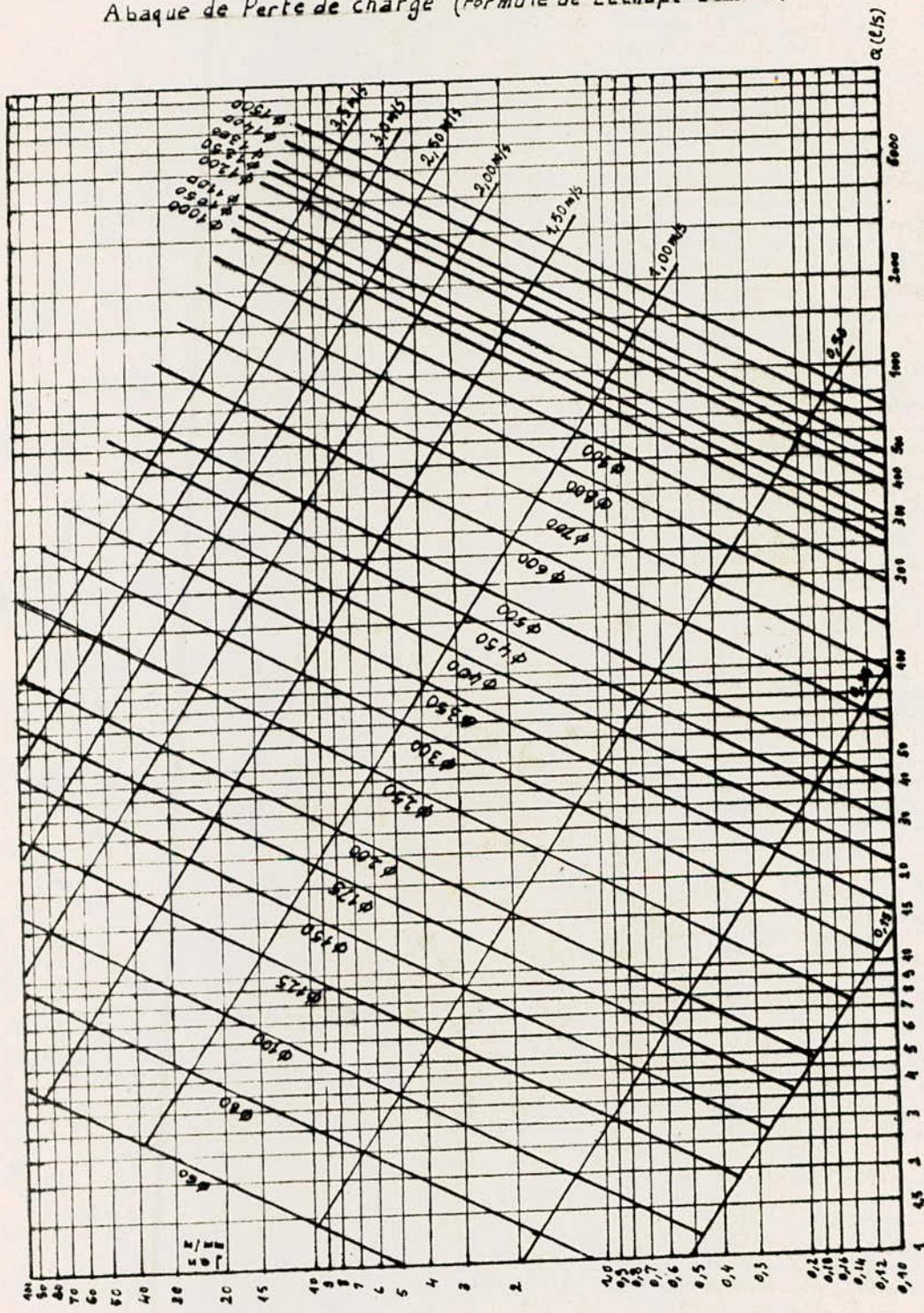
Tab IV.3: Suite

2 ^{eme} variante		Frais de La Conduite			Frais d'exploitation				Frais station pompage		Total
Φ mm	L m	Pc DA/ml.	Ic DA	Cc DA	Hp m	Nf Kw	E Kw.h	C DA	Psp DA	Csp DA	DA.
300	760	238	180880	19173,28							
400	1690	325	549250	58220,5							
450	760	400	304000	32224							
500	1160	400	464000	49184							
600	1480	495	732600	77655,6							
700	470	600	282000	29892							
800	350	706	247100	26192,6							
					90	102,5	3869500	1685205	5700	746,7	2045326,7

COUT DES STATIONS DE POMPAGE



Abaque de Perte de charge (Formule de Lechapt - Calmon)



IV.8/calcul technico-economique

1/Frais de la conduite :

Dans cette partie figure :

- P_c : prix unitaire en DA/ml (fourniture)
- $I_c = P_c \times L$: prix total de la conduite .
- $C_c = I_c \times A$: cout de la conduite actualise .
où A est l'annuite

$$A = i + \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

i etant le taux d'actualisation pris á 10%

n:nombre d'années d'amortissement pris á 30 ans .

d'oú A =0.106

2/Frais d'exploitation :

- H_p hauteur de refoulement de la pompe
- N_f puissance installée en KW, elle est donnée comme suit :

$$N_f = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_p}{\eta}$$

avec ρ :masse volumique de l'eau egale a 1t/m³

g :acceleration de la pesanteur egale á 9.81 m/s²

Q :debit en l/s

η :le rendement de la pompe .

dans notre cas, il est deconseillé de travailler avec une seule pompe , pour cela nous avons choisi de travailler avec (3) pompes en paralleles et une (1) de secours .

Le debit de chaque pompe sera ainsi le debit total divisé par 3 soit 917.13 /3 =305.71 l/s ou 1100.556 m³/h .

D'apres ce debit, les caracteristiques de la pompe sont :

$$N = 1450 \text{ tr/min}$$

$$\eta = 0.80 .$$

$$\psi = 500 \text{ mm.}$$

$E = N_f \cdot T$ (kw.h) energie annuelle consommee .

T etant la duree annuelle de pompage egale á 8760 heures .

pour un pompage de 24 heures sur 24 . (24/24).

$C = e \cdot E$ (DA) cout d'energie

e etant le prix du kw.h en DA/ kw.h pris á 0,19 DA/KW.H

3/Frais de station de pompage

-Psp :le prix de la station de pompage,ce prix sera taxe d'apres la courbe du cout de station de pompage en fonction de la puissance installée .

-Csp = PspxA' :cout actualisé de la station de pompage .
A' = 0.131 pour n = 15 ans .

Tous ces calculs seront faits pour les trois variantes .
Ainsi ,sera choisie la variante la plus economique presentant un cout total minimal .
Les valeurs seront regroupees dans les tableaux ci apres .

Tab IV 3: Suite

3 ^{eme} Variante		Frais de La Conduite			Frais d'exploitation				Frais station pompage		Total
ϕ mm	L m	Pc DA/ml	Ic DA	Cc DA	Hp _m	Nf kw	E kWh	C DA	Psp DA	Csp DA	DA
250	760	225	171000	18126							
300	300	238	71400	7568,4							
350	1390	325	451750	47885,5							
400	760	325	247000	26182							
450	1160	400	464000	49184							
500	1480	400	592000	62752							
600	470	494	232180	24611,08							
900	350	817	285950	30310,7							
					106,36	1196,55	10481778	1991537,8	5500	720,5	2258877,5

CHAPITRE V

L'ADDUCTION

V.1 / generalite :

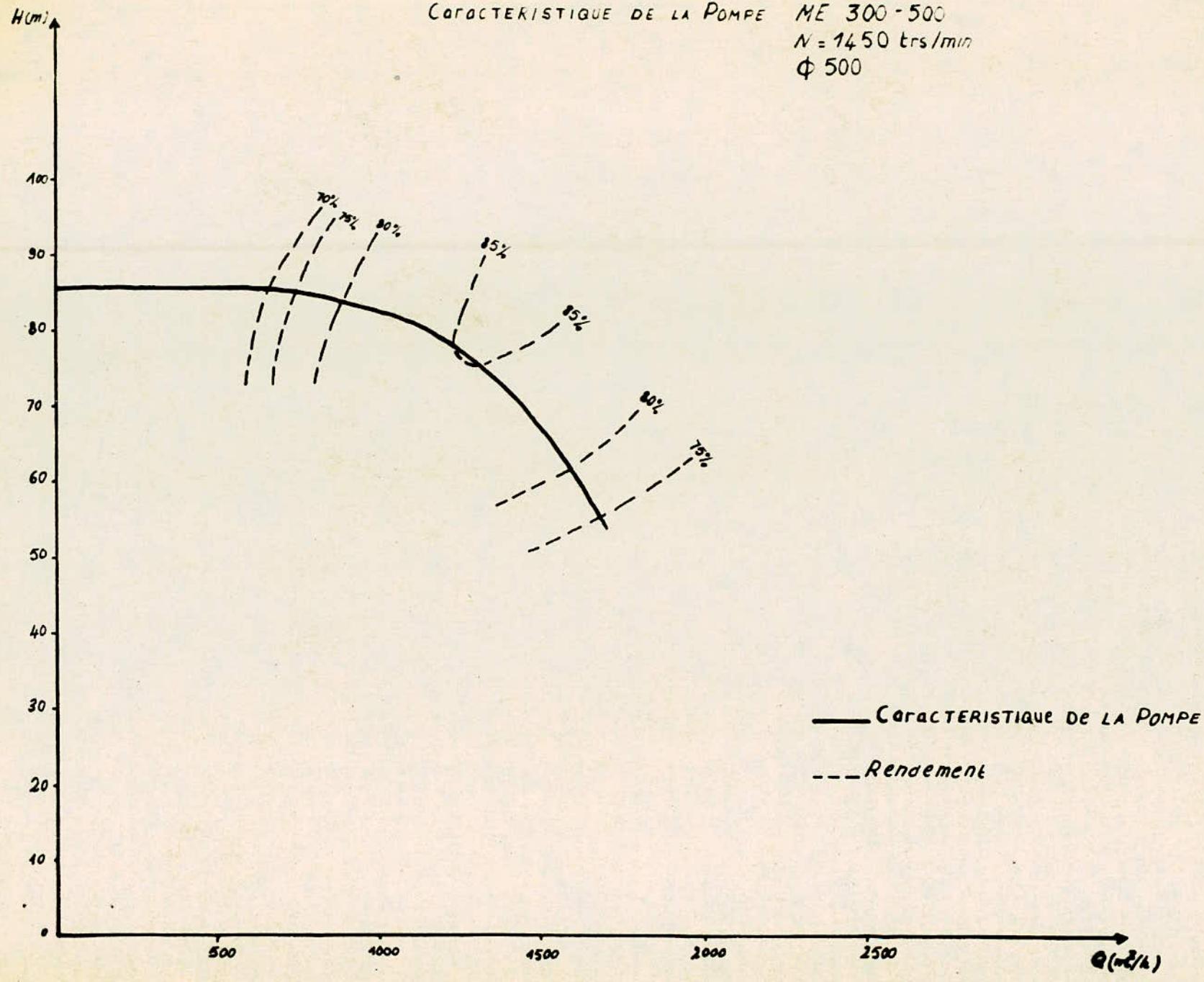
Nous rappelons que la source d'eau est le barrage "ES-SAADA", l'eau est amenée par un canal trapezoidale debouchant dans un decanteur, apres celui ci une station de pompage permettant le refoulement de l'eau dans le reseau, un reservoir hydrophore permettra la regulation ,vu l'impossibilite de l'emplacement d'un reservoir á surface libre .une explication plus detaillee sera donnee dans les paragraphes suivants á ce sujet .

V.2 / choix des pompes :

D'apres le debit de (917.13 l/s), on peut voir qu'un choix d'une seule pompe est á deconseiller ,ainsi nous pouvons choisir trois pompes (3), identiques debitants un même debit á une meme hauteur manometrique, et une pompe de secour en cas d'une panne eventuelle .

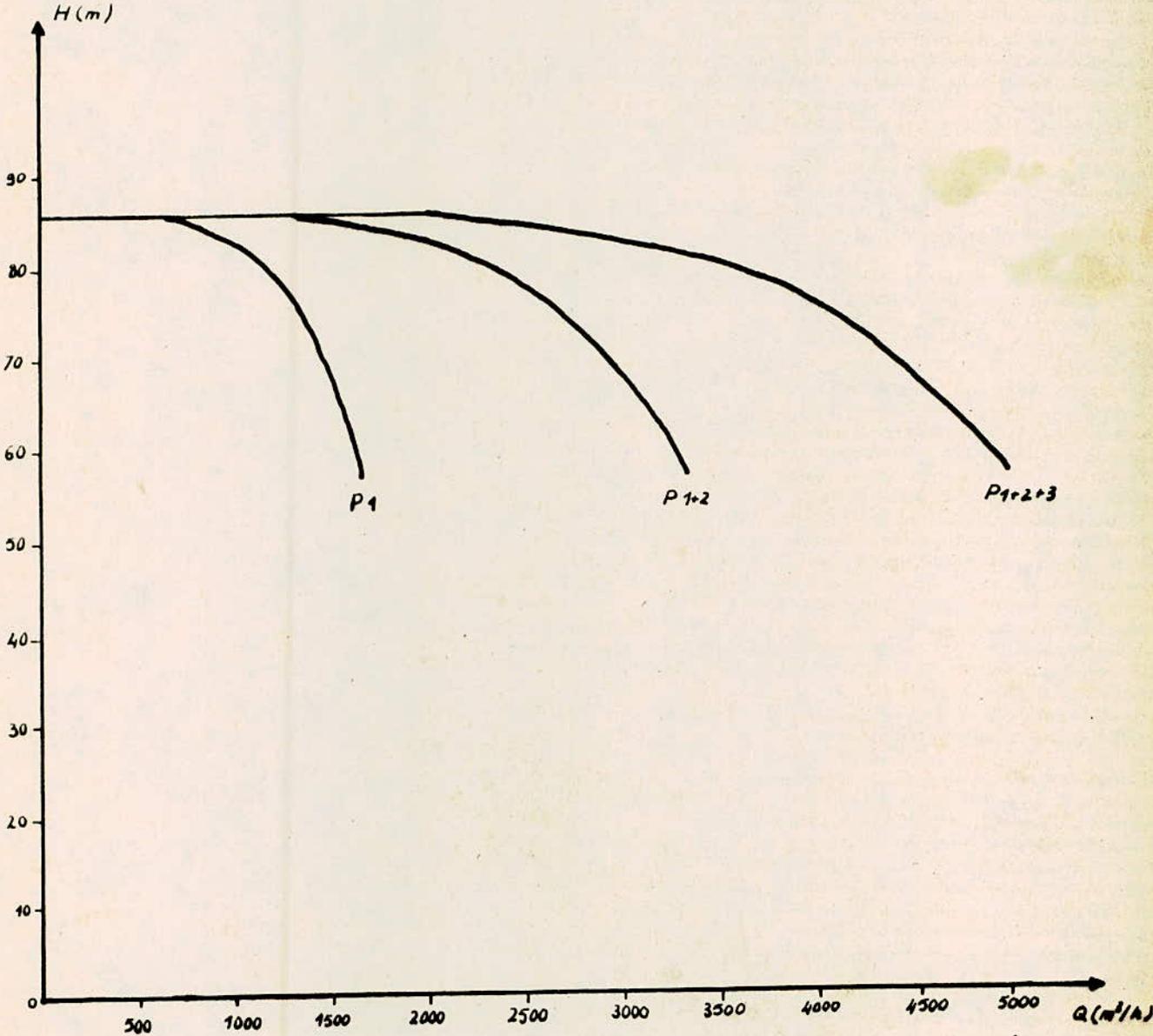
le catalogue JEUMONT-SHNEIDER pour le debit de 305.71 l/s soit 1100.56 m³/h et la hauteur manometrique HMT = 82 m nous donne la pompe de type ME 300-500 ; D =500 ; N = 1450 tr/min . les caracteristiques de cette pompe seront representees comme suit .

CARACTERISTIQUE DE LA POMPE ME 300-500
 $N = 1450$ trs/min
 $\phi 500$



69

CARACTERISTIQUES DES POMPES



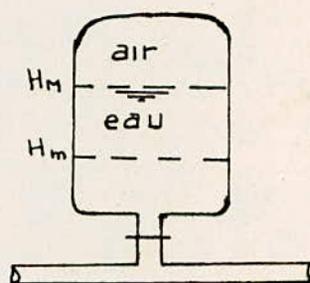
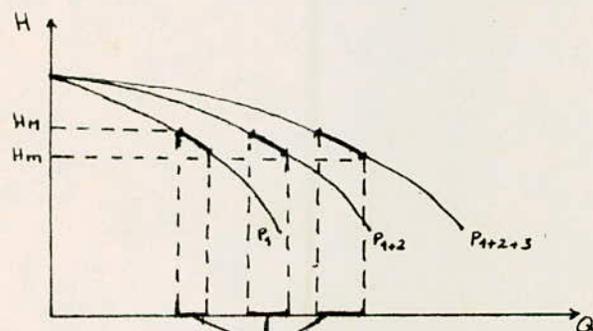
9.3 le reservoir regulateur :

Le reseau de distribution par canalisation sous pression necessite assez souvent une mise en charge à l'origine du reseau de l'ordre d'une dizaine de bars .L'alimentation d'un reseau fonctionnant à la demande suppose une commande automatique de la station, lui permettant d'ajuster les debits pompés aux debits appelés, susceptibles de varier rapidement dans des proportions importantes .

À cet effet, nous sommes amené à faire un reservoir regulateur . La topographie ne permettant pas de proceder par une regulation par niveau sur reservoir à surface libre, ainsi la seule solution qui reste est la regulation manometrique sur reservoir hydrophore dont voici le principe de fonctionnement.

Le reservoir hydrophore est un reservoir regulateur qui regularise le fonctionnement des pompes, il est place entre le reseau et la station de pompage, ce reservoir est sous pression d'air . La mesure generalement utilisée pour la commande automatique des groupes sera la pression detectée par manostat.

supposons que notre station comporte trois pompes et une de secours .



Plages de fonctionnement

Dés que la premiere pompe ne peut satisfaire le debit demandé, le niveau d'eau dans le reservoir descend, la deuxieme pompe se declanche pour debiter ce debit et c'est ainsi que ça se passe pour la troisieme pompe, ces declanchements se font de façon automatique .

Le volume d'air du ballon de regulation varie selon la loi de MARIOTTE en raison inverse de la pression absolue sur le refoulement, le reservoir accumule l'eau quand la pression croit et la restitue quand elle baisse .

La capacité ou le volume du réservoir hydrophore est donnée par la formule de VALIBOUSE ;

$$V = \frac{T}{\frac{HM - Hm}{HM + Ha} \times \frac{4}{Qm}}$$

avec

Qm : débit moyen d'une pompe

$$Qm = \frac{Qe + Qd}{2}$$

Qe et Qd étant le débit d'enclenchement et de déclenchement respectivement d'une pompe .

T : temps minimal entre deux démarrages successifs d'une même pompe .

Ha : pression atmosphérique .

HM : pression maximale relative .

Hm : pression minimale relative .

Remarque : le réservoir hydrophore n'est pas un réservoir d'accumulation .

Les valeurs des résultats déterminés des paramètres ci dessus sont les suivantes :

$$HM = 83.9 \text{ m .}$$

$$Hm = 62.14 \text{ m .}$$

$$T = 10 \text{ min}$$

$$Ha = 10 \text{ m .}$$

$$Qm = 1244.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

d'où ;

$$V = 213.9 \text{ soit } 214 \text{ m}^3$$

V.4 / Equipement du reseau :

* Les conduites :

Les conduites principales sont choisies en beton precontraint, car celles ci sont très résistantes quand à l'agresivite du sol, aux variations importantes de pression et à la salinite du sol et de l'eau d'irrigation .La precontrainte est à la fois longitudinale et radiale ,les joints sont realises par emboitement avec une bague de caoutchouc .pour les antennes les conduites sont en acier .

Les rampes sont en alliages leger (alluminium).

* Equipements de contrôle :

-les vannes : les vannes sont installées en tête de toutes les conduites de distribution et sur tous les tuyaux des branchements de conduites d'arrosages, leur utilisation dans les reseaux d'irrigation ont pour but ;

1 / isoler les appareils places en derivation sur les reseaux comme les ventouses, clapets d'entrée d'air et soupapes de decharge (tous les appareils sont équipés de vannes de garde).

2 / realiser les ouvrages de vidanges de conduites .

3 / isoler les parties du reseaux sur lesquelles une eventuelle intervention peut avoir lieu (reparation ou realisation d'un piquage)

-Les soupapes de decharge : celle ci sont constituées d'un orifice relié à la conduite à proteger et obturées par un organe mobile (la soupape)sur lequel s'exercent deux forces.

* une force due à la pression de l'eau s'exercant sur l'une des faces.

* une force antagoniste due à un ressort taré sur l'autre face lorsque la pression de la conduite depasse la valeur de réglage de l'appareil, la soupape s'ouvre et evacue une partie du debit de la conduite en faisant aussi chuter la pression .

- ventouse et clapet d'entrée d'air

les ventouses ont pour fonction le degazage des conduites en service, l'evacuation de l'air lors de remplissage et l'entrée d'air lors des vidanges .

- Les bornes d'irrigation :

se sont les plus nombreux appareils dans le reseau remplissant les fonction suivantes ;

1 / arret ou mise en service de la borne assure par une vanne à soupape d'axe vertical, située dans le corps de la borne,et donc
2 / desserte à un ou plusieurs usagers .

Les bornes doivent etres equipees de ;

a) un orifice muni d'un raccord, sur lequel vient se brancher le materiel mobile d'aspersion .

- b) une vanne qui ouvre et ferme l'arrivée de l'eau .
- c) un limiteur de débit qui empêche les usagers de prélever un débit trop élevé, qui entraînerait une baisse de pression nuisible pour les autres usagers .
- d) un régulateur de pression , qui maintient à peu près constante la pression à la sortie de la prise , malgré les variations de la pression amont et du débit délivré par la prise. Ce régulateur présente, en outre, l'intérêt de limiter les surpressions qui se produisent dans le réseau et donc de protéger le matériel mobile contre le coup de belier.
- e) Un compteur qui permet de lire le volume d'eau écoulé.

En outre la borne doit comporter d'autres dispositifs accessoires ;
 - un dispositif d'incongéabilité qui s'ouvre à la fermeture de la vanne de façon à permettre la vidange de la partie de la partie de la prise située en extrémité d'antenne .
 - un dispositif de purge d'air du moins pour les prises montées en extrémité d'antenne .
 La purge d'air étant nécessaire pour le maintien du bon état des asperseurs ainsi, leur bon fonctionnement.

* Les régulateurs de la pression :

 Un bon fonctionnement des asperseurs nécessite une pression constante que possible. Or, dans un réseau distribuant à la demande, la pression varie beaucoup selon les débits appelés; si le réseau ne comporte pas de réservoir surélevé; la pression est encore plus variable. D'autre part la pression peut, si l'appel de débit sur le réseau est faible, devenir trop élevée pour la bonne tenue des asperseurs . c'est pourquoi on est conduit à limiter les variations de pressions par un régulateur de pression monté sur chaque prise et dont le rôle est de maintenir constante la pression avalé quels que soient le débit de la prise et la pression amont .

Ce régulateur est en principe réglé pour donner une pression avalé de 2.5 bars, mais dans les parties du réseau dans lesquelles on peut garantir une pression toujours supérieure à 2.5 bars, ainsi il serait anti-économique d'annuler inutilement cet excès de pression qui est, au contraire, très utile pour la bonne marche des asperseurs (pulvérisation plus fine; plus grand écartement) et il convient de régler les régulateurs à la pression minimale que l'on peut garantir (dans la limite de la pression de service des asperseurs).

V.5 LA POSE DES CONDUITES :

La pose des conduites s'effectue dans des tranchées de largeur minimale de 1 m ,et on pratique des élargissements au niveau des joints pour faciliter le travail .

Le fond de la tranchée doit être couvert d'un lit de sable ou de gravier avant la pose ,et doit être bien nivelé suivant les cotes du profil en long .

d'autres dispositions doivent être prise ,tel que l'examen des tuyaux en vu d'éliminer ceux qui auraient subi des chocs .

Les tuyaux sont ensuite placés lentement à l'aide de la grue dans le fond de fouille , il sera procédé ensuite à l'emplacement des joints .

Après avoir maintenu l'ensemble tuyaux-joints ,on doit procéder à l'essai des joints ; la conduite est alors remplie d'eau en vue de l'éprouver à la pression ,cette pression majorée de 50% étant celle que doit être soumise réellement la conduite .

L'essai se fait pour une durée de 30 min , à l'aide d'une pompe d'épreuve . La variation de pression doit être inférieure à 0.2 ou 0.3 bar .

Le remplissage s'effectue par la partie basse de la canalisation pour que l'air puisse s'évacuer facilement vers le point haut ou l'on aura disposé d'une ventouse .

dans la dernière étape de la pose des conduites, on remet le remblai par couches successives arrosées et bien tassées.

V 6/ Protection contre la corrosion

La corrosion est le phénomène suivant lequel les métaux ont tendance sous l'action d'agents atmosphériques ou de réactifs chimiques, à retourner leur état originel d'oxyde, plus stable par rapport au milieu considéré, et ainsi à subir une détérioration de leurs propriétés .

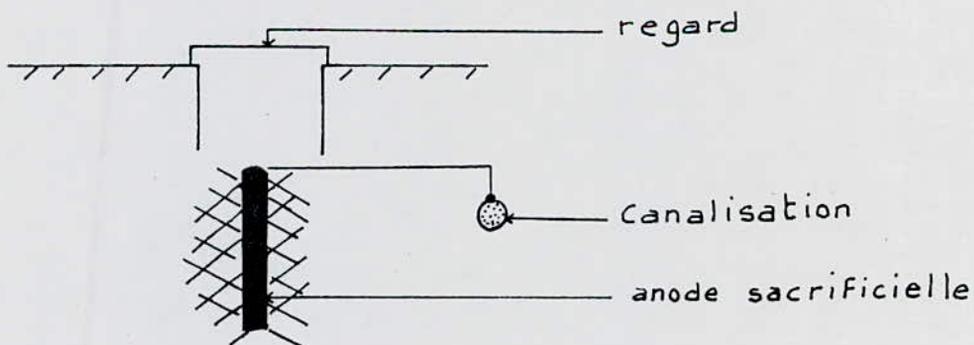
Du point de vue économique, la corrosion pose un problème très important, on estime par exemple que chaque année le quart de la production d'acier est détruite par la corrosion .

Protection cathodique :

- Protection par anode réactive ou sacrificielle :

- Les canalisations secondaires telle que les antennes sont en acier, pour cela, leur protection s'avère indispensable et se fait de la manière suivante :

La conduite à protéger est reliée électriquement à une électrode constituée par un métal moins noble et qui joue le rôle d'anode dans la pile ainsi formée . Si le potentiel que prend la conduite à protéger est suffisamment négatif, celle-ci n'est plus attaquée car la réaction élémentaire anodique ne peut plus se produire .



- Les anodes sont en zinc ou en magnésium, elles ont une forme cylindrique. ELLES sont coulées autour d'une âme en acier qui permet leur raccordement aux câbles de liaison . Ce système de protection est destiné à protéger la canalisation contre l'agressivité du sol en l'absence de courant vagabond .
- Le second système de protection envisagé est celui de la protection par soutirage de courant, dans ce cas la canalisation est soumise à l'influence des courants vagabonds .

Cette solution consiste en l'implantation d'un poste de soutirage aux points de sortie des courants vagabonds de la canalisation .

Ce système est utilisé quand il n'est pas possible d'établir une liaison ~~entre~~ canalisation-rail par l'intermédiaire d'un drainage polarisé .

Protection des conduites en béton précontraints :

Revetement intérieur

Nous avons dans ce cas à faire un revêtement en mortier de ciment . Le mortier de ciment est centrifugé sur l'espace à l'intérieur de la conduite par une machine , le mortier de ciment doit aussi avoir les propriétés suivantes :

Faible chaleur d'hydratation pour avoir un retrait limité
 une résistance mécanique élevée
 une bonne tenue vis à vis de la véhiculée
 une qualité bien choisie suivant les propriétés chimiques de l'eau véhiculée .

*** CONCLUSION ***

Le perimetre de la MINA, se situant dans une zone aride ou la pluviometrie est faible, en plus la salinite du sol de la zone d'extention, ont conduit a un volume des besoins d'irrigation et de lessivage important .Ce volume debite par le barrage de "ES-SARDA" ex sidi MOHAMED BEN AOUDA" etant assez suffisant pour subvenir au volume des besoins d'irrigation et de lessivage. Notre reseau etant a la demande, nous avons applique la methode de R.CLEMENT qui a donne un debit de pointe important qui a necessite un systeme de regulation assez difficile et couteux . L'etude agropedologique, ayant determine la qualite de l'eau d'irrigation et la salinite bien importante de certains sols, nous amene a faire un lessivage et un drainage bien adequat.

BIBLIOGRAPHIE

- ETUDE D'AMENAGEMENT DU HAUT CHELIF VOLUME I
B.N.E.H 1977 rapport general.
- ETUDE D'AMENAGEMENT DU HAUT CHELIF VOLUME II
B.N.E.H 1977 rapport general .
- ETUDE AGROPEDOLOGIQUE DU PERIMETRE DE LA MINA
D.E.M.R.H par A. GHOUL 1971
- CLIMAT D'ALGERIE .
par SELTZER 1913-1938
- LES VENTS, LES EOLIENNES ET L'HABITAT
par LE CHAPELIER eyrolles 1981.
- BESOINS EN EAU DES CULTURES F.A.O 24
bultin d'irrigation et de drainage F.A.O ROME 1975
- IRRIGATION ,LES RESEAUX COLLECTIFS .
par OLLIER edition eyrolles 1981.
- IRRIGATION PAR ASPERSION , RESEAU COLLECTIF DE DISTRIBUTION
PAR CONDUITES SOUS PRESSION.
par R.CLEMENT ET GALAND edition eyrolles 1979.
- PROJETS D'IRRIGATION PAR ASPERSION.
extrait du compte rendu de la huitieme journee europeene
de la C.I.I.D colloque d'aix en provence (france juin 1971)
- MANUEL D'IRRIGATION COLLECTIVE PAR ASPERSION.
par C. BONNAL.
- LES STATIONS DE POMPAGE .
associatin general des hygienistes (A.G.H)
- HYDRAULIQUE URBAINE .
par A.DUPONT edition eyrolles
- CATALOGUE DES POMPES .
par JEUMONT et SHNEIDER.

ANNEXE

Tableau 2a

VALEUR DE f BLANEY-CRIDDLE POUR DIFFERENTES TEMPERATURES ET POURCENTAGE JOURNALIER D'HEURES
DIURNES ANNUELLES -

t °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
0,14	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7
0,16	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	4,1	4,2
0,18	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6	3,8	3,9	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8
0,20	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	4,9	5,1	5,3
0,22	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8
0,24	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1	6,4
0,26	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,7	5,0	5,2	5,5	5,7	5,9	6,2	6,4	6,7	6,9
0,28	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,9	5,1	5,4	5,6	5,9	6,1	6,4	6,7	6,9	7,2	7,4
0,30	2,4	2,7	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	4,4	4,6	4,9	5,2	5,5	5,8	6,0	6,3	6,6	6,9	7,1	7,4	7,7	8,0
0,32	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,5	5,8	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3	7,6	7,9	8,2	8,5
0,34	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,6	5,0	5,3	5,6	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,5	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0
0,36	2,9	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,6	5,9	6,2	6,6	6,9	7,2	7,6	7,9	8,2	8,6	8,9	9,2	9,6
0,38	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,5	5,9	6,2	6,6	6,9	7,3	7,6	8,0	8,3	8,7	9,0	9,4	9,7	10,1
0,40	3,3	3,6	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5	5,8	6,2	6,6	6,9	7,3	7,7	8,0	8,4	8,8	9,1	9,5	9,9	10,2	10,6
0,42	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,3	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,7	8,1	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1

Tableau 3

RAYONNEMENT EXTRA-TERRRESTRE (Ra) EXPRIKÉ EN EVAPORATION ÉQUIVALENTE, EN MM/JOUR

Hémisphère nord

Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
5,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2
4,3	6,6	9,8	13,0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5,0	3,7
4,9	7,7	10,2	13,3	16,0	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3
5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,5	8,7	6,0	4,7
5,9	8,1	11,0	14,0	16,2	17,3	16,7	15,0	12,2	9,1	6,5	5,2
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7
6,9	9,0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,6	10,0	7,5	6,1
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	12,7	10,6	8,0	6,6
7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,8	15,5	12,8	10,8	8,5	7,0
8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	12,9	11,2	9,0	7,6
8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,0	11,6	9,5	8,1
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	13,1	12,0	9,9	8,6
9,8	11,5	13,7	15,4	16,4	16,7	16,6	15,7	13,2	12,3	10,3	9,1
10,2	11,9	14,0	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	13,3	12,6	10,7	9,5
10,7	12,3	14,3	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	13,4	13,0	11,1	10,2
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	13,5	13,3	11,6	10,7
11,6	13,0	14,5	15,6	16,1	16,1	16,1	15,9	13,6	13,6	12,0	11,1
12,0	13,3	14,7	15,7	16,0	15,9	15,9	15,7	13,7	13,9	12,4	11,6
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	13,7	14,1	12,8	12,0
12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,6	15,6	15,6	13,8	14,4	13,3	12,5
13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	13,8	14,7	13,6	12,9
13,6	14,5	15,5	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	13,9	14,8	13,9	13,3
13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,0	13,9	14,2	14,2	13,7
14,3	15,1	15,4	15,4	14,9	14,4	14,6	15,1	13,9	14,5	14,5	14,1
14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	13,9	14,8	14,8	14,4
15,1	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,5	13,9	15,1	15,1	14,8

Hémisphère sud

Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2
17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2
17,7	15,1	11,5	7,9	5,0	4,0	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3
17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3
17,9	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3
17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3
17,9	15,9	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
17,9	16,0	13,1	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
17,9	16,1	13,4	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
17,9	16,2	13,7	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,7	13,2	15,5	17,2	17,8
17,5	16,5	14,5	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
17,4	16,5	14,5	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
17,3	16,5	14,6	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
17,1	16,5	14,7	13,3	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
16,9	16,4	14,8	13,6	11,7	10,7	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
16,7	16,4	14,9	13,9	12,1	11,1	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
16,5	16,3	15,0	14,2	12,5	11,5	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
16,4	16,3	15,1	14,5	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
16,1	16,1	15,2	14,7	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
15,9	16,0	15,3	14,7	13,4	12,7	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
15,7	15,9	15,4	14,6	13,7	13,0	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
15,5	15,7	15,5	14,9	14,0	13,3	13,7	14,6	15,2	15,5	15,3	15,1
15,3	15,5	15,6	15,1	14,1	13,5	13,9	14,8	15,3	15,3	15,3	15,1
15,1	15,3	15,7	15,3	14,4	13,8	14,1	14,9	15,3	15,4	15,1	14,8

Tableau 4

DUREE ASTRONOMIQUE JOURNALIERE MOYENNE D'INSOLATION (N)
(EN HEURES) D'APRES LE MOIS ET LA LATITUDE

Latitude Nord	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Latitude Sud	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
50°	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48°	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46°	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44°	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9
42°	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,9	11,1	9,8	9,1
40°	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
35°	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30°	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9*	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25°	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20°	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15°	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10°	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5°	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
0°	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Tableau 5

FACTEUR DE CONVERSION DU RAYONNEMENT EXTRA-TERRRESTRE (R_a) EN RAYONNEMENT SOLAIRE (R_s) POUR DIFFERENTS
 RAPPORTS DU NOMBRE REEL ET DU NOMBRE ASTRONOMIQUE POSSIBLE D'HEURES D'INSOLATION

n/N	0,0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
0,25 + 0,50 n/N	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50	0,53	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65*0,68	0,70	0,73	0,75	

Tableau 6

VALEUR DU FACTEUR DE PONDERATION W RENDANT COMPTE DE L'EFFET DU RAYONNEMENT SUR ET A DIFFERENTES TEMPERATURES
 ET ALTITUDES

Temperature °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
W à une altitude en m de:																					
0	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77*	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	
500	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	
1 000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	
2 000	0,48	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	
3 000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,89	
4 000	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90	

Tableau 7

TENSION DE VAPEUR SATURANTE (ea) EN MILLIBARS, EN FANT QUE FONCTION DE LA
TEMPERATURE DE L'AIR (t) EN °C

Température °C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ea millibars	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7	9,4	10,0	10,7	11,5	12,3	13,1	14,0	15,0	16,1	17,0	18,2	19,4	20,6	22,0

Température °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ea millibars	23,4	24,9	26,4	28,1	29,8	31,7	33,6	35,7	37,8*	40,1	42,4	44,9	47,6	50,3	53,2	56,2	59,4	62,8	66,3	69,9

Table 8a

STATION DE VAGNER (nd) EN MILITARE D'AVIEN LES TEMPERATURES DE °C CAPTURES AVEC THERMOMETRE SEC ET THERMOMETRE MOULLE (PSYCHOMETRE A ASPIRATION)

0	1 °C, thermometre mouille & depression, altitude 0-1 000m											thermometre sec	0	1 °C, thermometre mouille & depression, altitude 1 000-2 000m																
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22						
73,8	64,9	56,2	49,2	43,2	37,1	31,1	25,8	21,2	16,7	12,6	8,5	5,3	2,7	1,2	0,2	73,8	65,2	57,1	49,8	43,0	37,0	31,0	25,6	20,7	15,2	10,2	6,9	3,8	0,9	
59,4	51,9	42,8	36,4	30,4	24,9	19,5	14,0	9,3	5,0	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	62,3	54,2	46,1	38,7	31,9	24,8	17,8	10,7	4,9	1,3	0,5	0,1	0,1	0,1	
43,4	36,2	28,5	21,5	15,2	9,2	3,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	43,4	36,1	28,2	20,1	12,9	5,9	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
27,4	20,1	12,8	5,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	27,4	20,1	12,8	5,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
11,4	4,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	11,4	4,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 3b

TENSION DE VAPEUR (ed) DE MILLIBARS D'APRES LES TEMPERATURES EN °C PRELEVÉES AVEC THERMOMETRE SEC ET THERMOMETRE HUMIDE
(PSYCHROMETER FOR WETBULB)

°C, thermomètre mouillé à dépression, altitude 1-1 000m												thermo- mètre sec °C	°C, thermomètre mouillé à dépression, altitude 1 000-2 000m												
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
73,8	54,7	56,2	48,4	41,2	34,4	28,0	22,4	17,0	12,0	7,4	3,0	40	73,8	54,7	56,7	49,1	42,0	35,6	29,6	24,1	18,9	14,1	9,8	5,6	
56,3	57,8	50,0	42,8	36,0	29,8	24,0	18,6	13,6	9,0	4,6	0,6	38	66,3	58,0	50,5	43,4	36,9	31,0	25,4	20,3	15,5	11,1	7,0	3,2	
59,4	51,6	44,4	37,6	31,4	25,6	20,2	15,2	10,6	6,2	2,2		36	59,4	51,8	44,8	38,3	32,3	26,8	21,2	16,3	12,5	8,3	4,6	1,0	
53,2	45,9	39,2	33,0	27,2	21,8	16,8	12,2	7,8	3,8			34	53,2	46,1	39,7	33,7	28,1	23,0	18,2	13,9	9,7	5,9	2,4		
47,5	40,8	34,6	28,8	23,4	18,4	13,8	9,4	5,4	1,6			32	47,5	41,0	35,1	29,5	24,3	19,6	15,2	11,1	7,3	3,7	0,4		
42,4	36,2	30,4	25,0	20,0	15,4	11,0	7,0	3,2				30	42,4	36,4	30,9	25,7	20,9	16,6	12,4	8,7	5,1	1,7			
37,8	32,0	26,6	21,6	17,0	12,6	8,6	4,8	1,2				28	37,8	32,2	27,1	22,3	17,9	13,8	10,0	6,5	3,1				
33,6	28,2	23,2	18,6	14,2	10,2	6,4	2,8					26	33,6	28,4	23,7	19,3	15,1	11,4	7,8	4,5	1,4				
29,8	24,8	20,2	15,8	11,8	8,0	4,4	1,1					24	29,8	25,0	20,7	16,5	12,7	9,2	5,8	2,8					
26,4	21,8	17,4	13,4	9,6	6,0	2,7						22	26,4	22,0	17,9	14,1	10,5	7,2	4,1	1,2					
23,4	19,0	15,0	11,2	7,6	4,3	1,1						20	23,4	19,2	15,5	11,9	8,5	5,5	2,5						
20,6	16,6	12,8	9,2	5,9	2,7							18	20,6	16,8	13,3	9,9	6,8	3,9	1,1						
18,2	14,4	10,8	7,5	4,3	1,4							16	18,2	14,6	11,3	8,2	5,2	2,5							
16,0	12,4	9,1	5,9	3,0	0,1							14	16,0	12,6	9,6	6,6	3,8	1,3							
14,0	10,7	7,5	4,6	1,7								12	14,0	10,9	8,0	5,2	2,6	0,3							
12,3	9,1	6,1	3,3	0,7								10	12,3	9,3	6,7	4,0	1,6								
10,7	7,7	4,9	2,3									8	10,7	7,9	5,4	3,0	0,6								
9,3	6,5	3,9	1,5									6	9,3	6,7	4,4	2,0									
8,1	5,5	2,9	0,9									4	8,1	5,7	3,4	1,1									
7,1	4,5	2,3										2	7,1	4,7	2,5	0,3									
6,1	3,7	1,5										0	6,1	3,8	1,7										

Tableau 3c

TENSION DE VAPEUR (ed) D'APRES LES TEMPERATURES AU POINT DE ROSEE

t °C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
ed milli- bars	6,1	7,1	8,1	9,3	10,7	12,3	14,0	16,0	18,2*	20,6	23,4	26,4	29,8	33,6	37,8	42,4	47,5	53,2	59,4	66,3	73,8

Tableau 9

VALEUR DE LA FONCTION VENT, $f(u) = 0,27 \left(1 + \frac{U^2}{100}\right)$ D'APRES LE
PARCOURS DU VENT A UNE HAUTEUR DE 2m, EN KM/JOUR

Vent en km/jour	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	-	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51
100	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78
200	0,81	0,84	0,86	0,89*	0,92	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05
300	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32
400	1,35	1,38	1,40	1,43	1,46	1,39	1,51	1,54	1,57	1,59
500	1,62	1,65	1,67	1,70	1,73	1,76	1,78	1,81	1,84	1,80
600	1,89	1,92	1,94	1,97	2,00	2,02	2,05	2,03	2,11	2,15
700	2,16	2,19	2,21	2,24	2,27	2,29	2,32	2,35	2,38	2,40
800	2,43	2,46	2,43	2,51	2,54	2,56	2,59	2,62	2,65	2,65
900	2,70									

Tableau 10

VALEURS DU FACTEUR DE PONDERATION ($1-W$) RENDANT COMPTE DE L'EFFET DU VENT ET DE L'HUMIDITE SUR ET0 A DIFFERENTES TEMPERATURES ET ALTIITUDES

t °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
($1-W$) à une altitude de																				
0 m	0,57	0,54	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,32	0,29	0,27	0,25	0,23*	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15
500	0,56	0,52	0,49	0,46	0,43	0,45	0,38	0,35	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14
1 000	0,54	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13
2 000	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
3 000	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
4 000	0,46	0,42	0,39	0,36	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10

Tableau 11

VALEURS DU FACTEUR DE PONDERATION W RENDANT COMPTE DE L'EFFET DU RAYONNEMENT SUR ET0 A DIFFERENTES TEMPERATURES ET ALTIITUDES

t °C	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W à l'altitude de 0 m																				
500	0,43	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77*	0,78	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85
1 000	0,44	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
2 000	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
3 000	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88
4 000	0,52	0,55	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
	0,54	0,58	0,61	0,64	0,66	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90

Tableau 12

RAYONNEMENT EXTRA-TERRRESTRE (Ra) EXPRIME EN EVAPORATION EQUIVALENTE, MM/JOUR

HEMISPHERE NORD													Lat.	HEMISPHERE SUD												
Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.		Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.		
3,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2	50°	17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2		
4,2	6,6	9,8	13,0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,0	7,8	5,0	3,7	48	17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2		
4,9	7,1	10,0	13,3	16,0	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3	46	17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4,0	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3		
5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,7	14,7	11,9	8,7	6,0	4,7	44	17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3		
5,9	8,1	11,0	14,0	16,2	17,3	16,7	15,0	12,2	9,1	6,5	5,2	42	17,8	15,5	12,2	8,3	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3		
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7	40	17,9	15,7	12,5	9,0	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3		
6,9	9,0	11,9	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,6	10,0	7,5	6,1	38	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3		
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,8	8,0	6,6	36	17,9	16,0	13,0	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2		
7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,6	15,5	13,2	10,8	8,5	7,2	34	17,9	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,3	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2		
8,3	10,0	12,8	15,0	16,5	17,0	16,6	15,6	13,6	11,0	9,0	7,8	32	17,9	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1		
8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,6	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3	30	17,9	16,4	14,0	11,3	8,9	7,5	8,0	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1		
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,9	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,9	28	17,9	16,4	14,3	11,6	9,3	8,0	8,5	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9		
9,8	11,5	13,7	15,4	16,4	16,7	16,7	15,8	14,3	12,3	10,3	9,3	26	17,9	16,4	14,4	11,8	9,5	8,1	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,8		
10,3	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,6	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7	24	17,9	16,4	14,5	12,0	10,1	8,7	9,1	10,9	13,1	15,5	17,2	17,8		
10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,1	10,2	22	17,9	16,4	14,6	12,1	10,2	8,9	9,3	11,0	13,2	15,6	17,1	17,7		
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,2	11,6	10,7	20	17,9	16,4	14,8	12,3	10,4	9,1	9,5	11,1	13,3	15,7	17,0	17,5		
11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,4	12,0	11,7	18	17,9	16,4	14,9	12,4	10,5	9,2	9,6	11,2	13,4	15,8	17,0	17,4		
12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,7	12,4	11,6	16	17,9	16,4	15,0	12,6	10,7	9,4	9,8	11,3	13,5	15,8	16,8	17,1		
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0	14	17,9	16,4	15,1	12,8	10,9	9,6	10,0	11,4	13,6	15,8	16,7	16,8		
12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5	12	17,9	16,4	15,2	13,0	11,1	9,8	10,2	11,5	13,7	15,8	16,5	16,6		
13,2	14,0	15,3	15,7	15,6	15,3	15,3	15,6	15,3	14,7	13,6	12,9	10	17,9	16,4	15,3	13,2	11,3	10,0	10,4	11,7	13,9	15,8	16,4	16,5		
13,6	14,5	15,8	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,8	13,3	8	17,9	16,4	15,4	13,4	11,5	10,2	10,6	11,9	14,0	15,8	16,3	16,4		
13,9	14,8	16,0	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	14,9	14,0	13,7	6	17,9	16,4	15,5	13,6	11,7	10,4	10,8	12,1	14,1	15,7	16,2	16,3		
14,3	15,0	16,2	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,2	14,1	4	17,9	16,4	15,6	13,8	12,0	10,7	11,0	12,3	14,2	15,7	16,2	16,3		
14,7	15,3	16,4	15,3	14,6	14,0	14,3	14,9	15,3	15,3	14,5	14,4	2	17,9	16,4	15,7	14,0	12,2	10,9	11,2	12,5	14,3	15,7	16,2	16,3		
15,0	15,5	16,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	14,7	14,8	0	17,9	16,4	15,8	14,2	12,4	11,1	11,4	12,7	14,4	15,7	16,2	16,3		

Tableau 13

DUREE ASTRONOMIQUE JOURNALIERE MOYENNE D'HEURES D'INSOLATION (Y)
D'APRES LE MOIS ET LA LATITUDE

Latitude Nord	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Latitude Sud	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin
50°	3,5	10,1	11,3	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48°	3,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46°	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44°	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9
42°	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,9	11,1	9,8	9,1
40°	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
35°	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30°	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9*	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25°	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20°	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15°	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10°	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5°	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
0°	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Nébulosité en dixièmes						Nébulosité en oktas					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8		0	0,2	0,4	0,6	0,8
0	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0,95	0,9	0,9	0,85	0,85
1	0,85	0,85	0,85	0,85	0,8	1	0,85	0,85	0,8	0,8	0,8
2	0,8	0,8	0,8	0,75	0,75	2	0,75	0,75	0,75	0,7	0,7
3	0,75	0,7	0,7	0,7	0,65	3	0,65	0,65	0,65	0,6	0,6
4	0,65	0,65	0,6	0,6	0,6	4	0,55	0,55	0,5	0,5*	0,45
5	0,55	0,55	0,5	0,5	0,5	5	0,45	0,4	0,4	0,35	0,35
6	0,5	0,45	0,45	0,4	0,4	6	0,3	0,3	0,25	0,25	0,2
7	0,4	0,35	0,35	0,3	0,3	7	0,15	0,15	-	-	-
8	0,3	0,25	0,25	0,2	0,2	8	-	-	-	-	-
9	0,15	0,15	0,15	-	-	* oktas: barème à 9 graduations selon le- quel 8,0 correspond à une nébulosité to- tale et 0 à un ciel sans nuage.					
10	-	-	-	-	-						

EXEMPLE: La nébulosité est de 4,6 oktas; la valeur équivalente de n/N est de 0,5 $\frac{1}{2}$.

Tableau 14 FACTEUR DE CONVERSION DU RAYONNEMENT EXTRA-TERRÊTRE EN RAYONNEMENT SOLAIRE NET (F_{ms}) POUR UN COEFFICIENT DE REFLEXION DONNÉ DE 25% ET DIFFÉRENTS RAPPORTS ENTRE LES HEURES RÉELLES ET ASTRONOMIQUES D'INSOLATION (1 - α) (0,25 + 0,50 n/N)

n/N	0,0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
(1-α)(0,25+0,50 n/N)	0,19	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56

Tableau 15 CORRECTION RENDANT COMPTE DE L'EFFET DE LA TEMPÉRATURE f(t) SUR LE RAYONNEMENT DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE (R_{ml})

t°C	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
f(t) = σ T _k ⁴	11,0	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	13,1	13,5	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4	15,9	16,3	16,7	17,2	17,7	18,1

Tableau 16 CORRECTION RENDANT COMPTE DE L'EFFET DE LA TENSION DE VAPEUR f(e_d) SUR LE RAYONNEMENT DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE (R_{ml})

f(e _d) = √e _d	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	40

Tableau 17 CORRECTION RENDANT COMPTE DE RAPPORTS ENTRE LES HEURES RÉELLES ET ASTRONOMIQUES D'INSOLATION f(n/N) SUR LE RAYONNEMENT DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE (R_{ml})

n/N	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0
f(n/N) = 0,1+0,9 n/N	0,10	0,15	0,19	0,24	0,28	0,33	0,37	0,42	0,47	0,51	0,55	0,60	0,64	0,69	0,73	0,78	0,82	0,87	0,91	0,96	1,0

Tableau 17a - Coefficient de correction C dans l'équation de Penman présentée

	RHmax = 30%				RHmax = 60%				RHmax = 90%			
Rn, mm/jour	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
Ujour, m/s	Ujour/Unuit = 4.0											
0	.86	.90	1.00	1.00	.96	.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	.79	.84	.92	.97	.92	1.00	1.11	1.19	.99	1.10	1.27	1.32
6	.68	.77	.87	.93	.85	.96	1.11	1.19	.94	1.10	1.26	1.33
9	.55	.65	.78	.90	.76	.88	1.02	1.14	.88	1.01	1.16	1.27
	Ujour/Unuit = 3.0											
0	.86	.90	1.00	1.00	.96	.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	.76	.81	.88	.94	.87	.96	1.06	1.12	.94	1.04	1.18	1.28
6	.61	.68	.81	.88	.77	.88	1.02	1.10	.86	1.01	1.15	1.22
9	.46	.56	.72	.82	.67	.79	.88	1.05	.78	.92	1.06	1.18
	Ujour/Unuit = 2.0											
0	.86	.90	1.00	1.00	.96	.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	.69	.76	.85	.92	.83	.91	.99*	1.05*	.89	.98	1.10*	1.14*
6	.53	.61	.74	.84	.70	.80	.94	1.02	.79	.92	1.05	1.12
9	.37	.48	.65	.76	.59	.70	.84	.95	.71	.81	.96	1.06
	Ujour/Unuit = 1.0											
0	.86	.90	1.00	1.00	.96	.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	.64	.71	.82	.89	.78	.86	.94*	.99*	.85	.92	1.01*	1.05*
6	.43	.53	.68	.79	.62	.70	.84	.93	.72	.82	.95	1.00
9	.27	.41	.59	.70	.50	.60	.75	.87	.62	.72	.87	.96

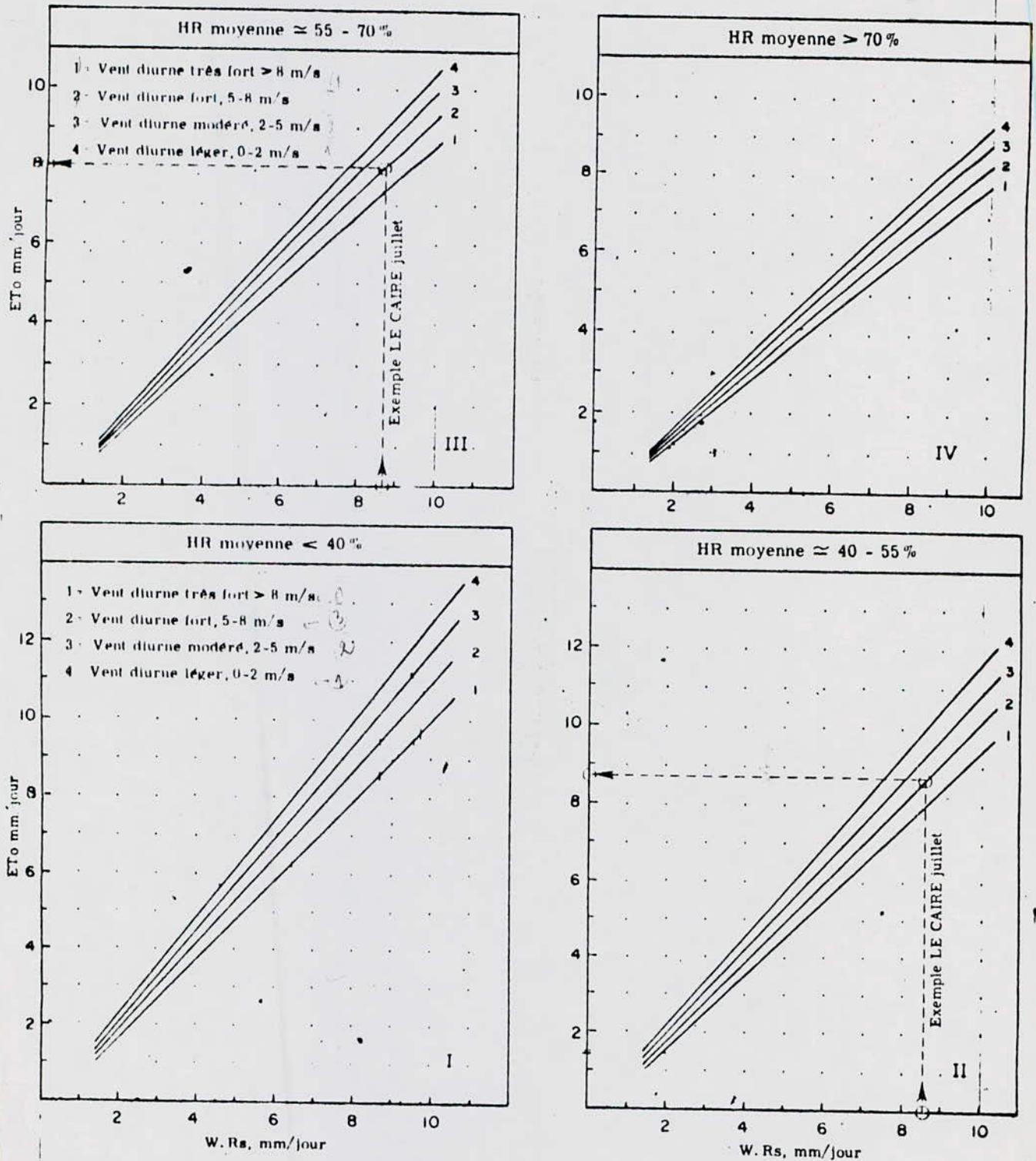


Fig. 2 Relations permettant d'obtenir E_{To} à partir des valeurs calculées de $W. Rs$ et de la connaissance générale de l'humidité relative moyenne et du vent diurne

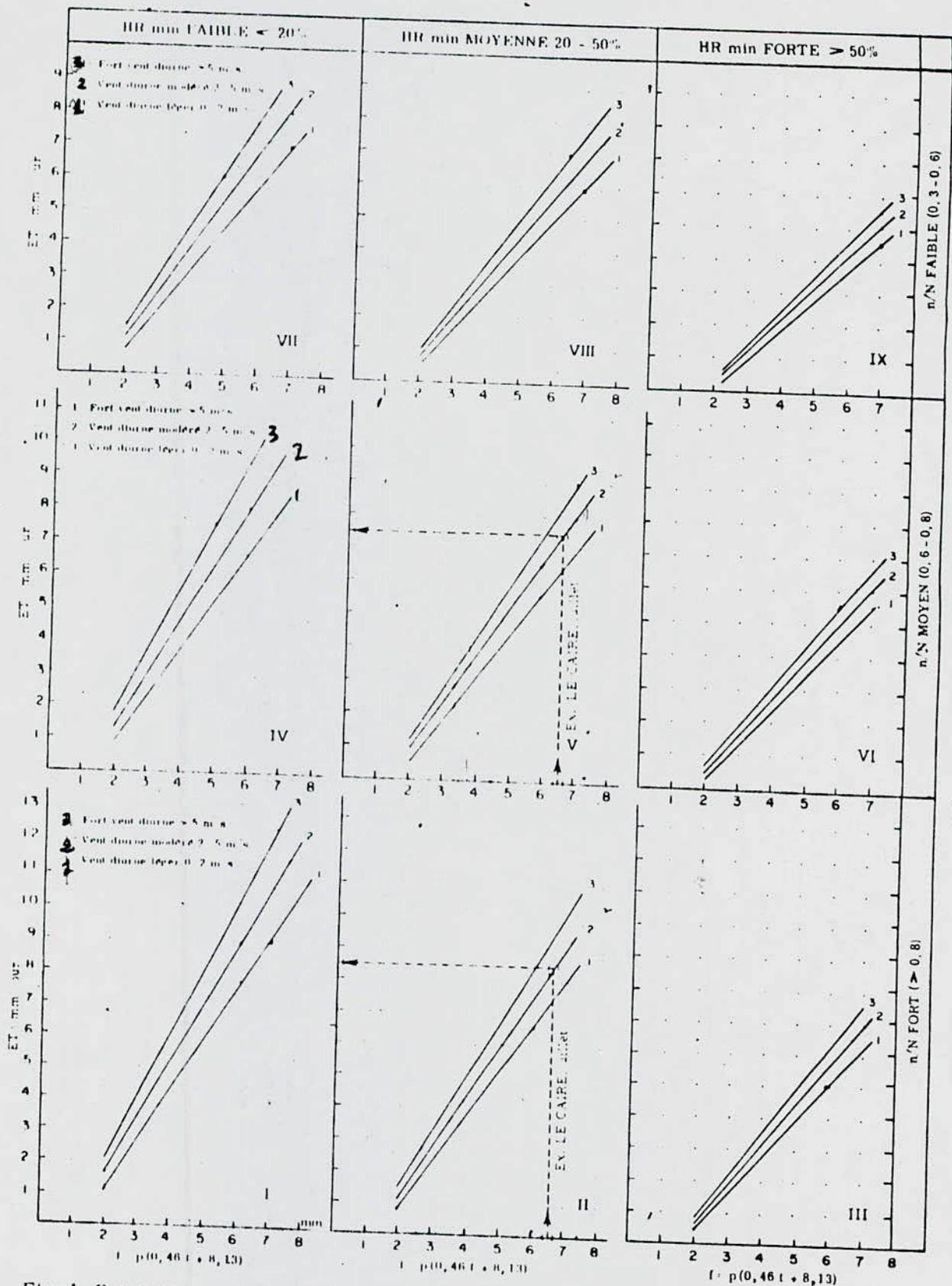
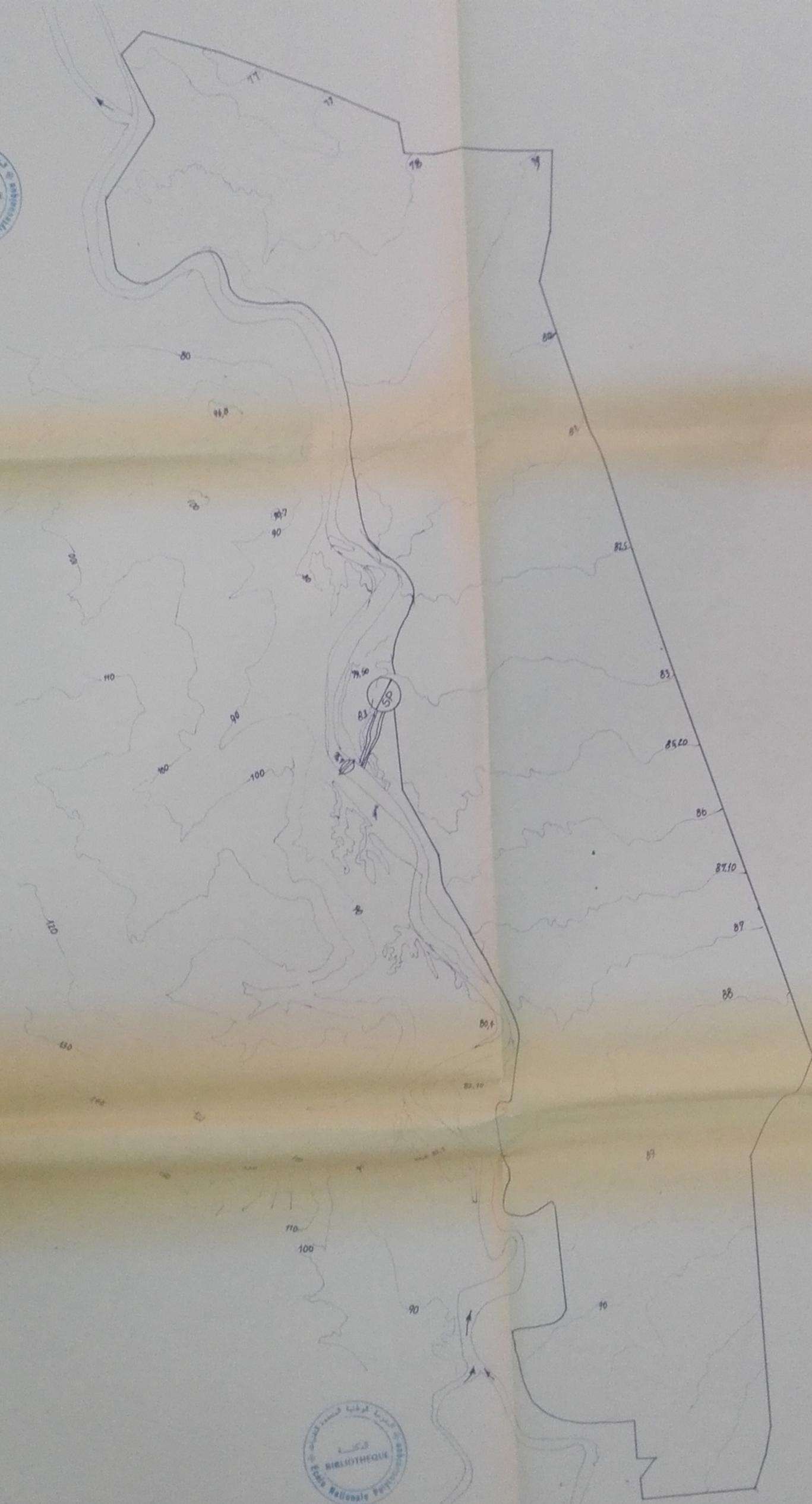


Fig. 1 Prédiction de ET₀ à partir du facteur f de Blaney-Criddle, pour différentes conditions d'humidité relative minimum, d'heures d'insolation par jour et de vent diurne



PH007/88

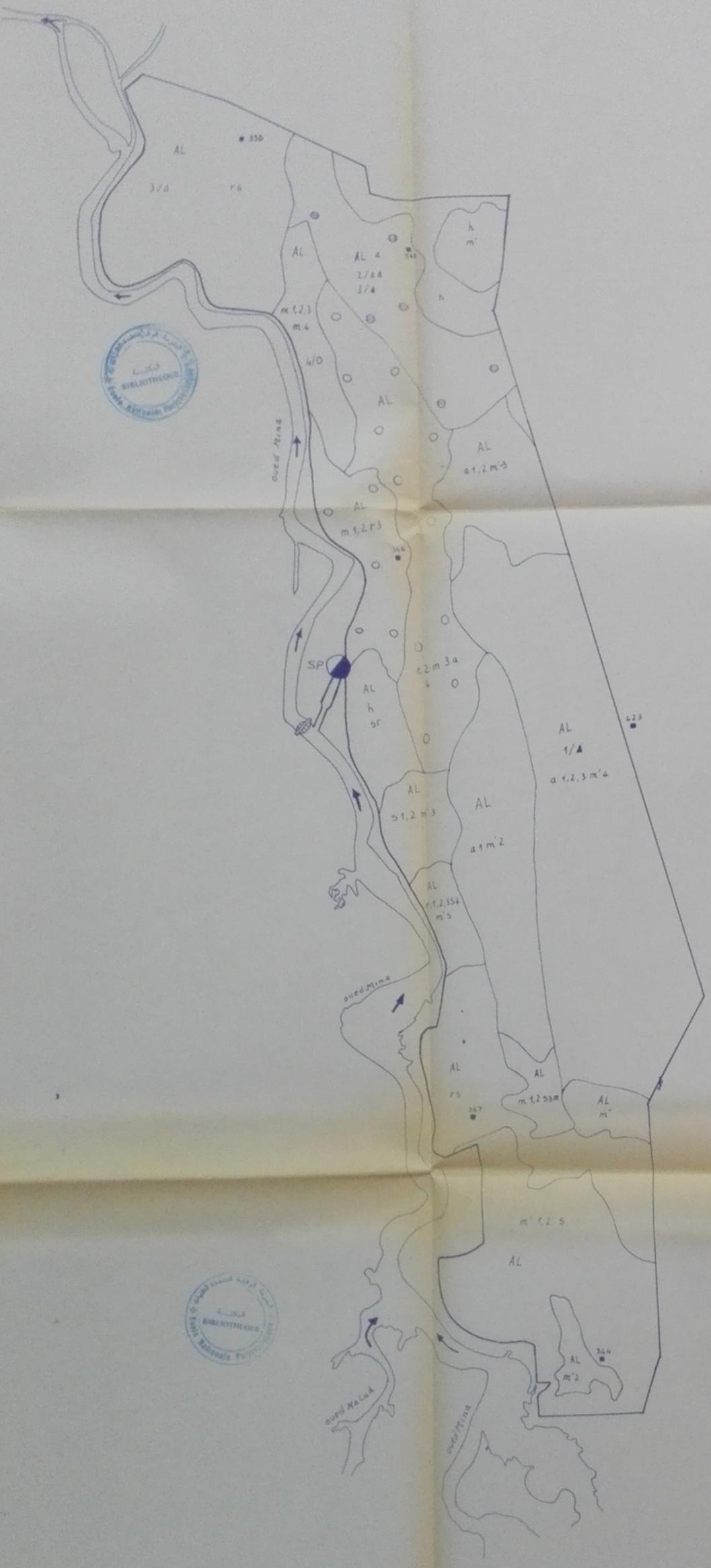
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

E.N.P. MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

Titre de l'étude Dimensionnement du réseau d'irrigation d'un secteur de 518 ha de la MINA Spécialité Hydraulique

Titre du dessin Carte Topographique du Secteur Promotion Janvier 1988

Presse RAHM Saïd BOUCHAFA Lyazid Echelle 1/10000

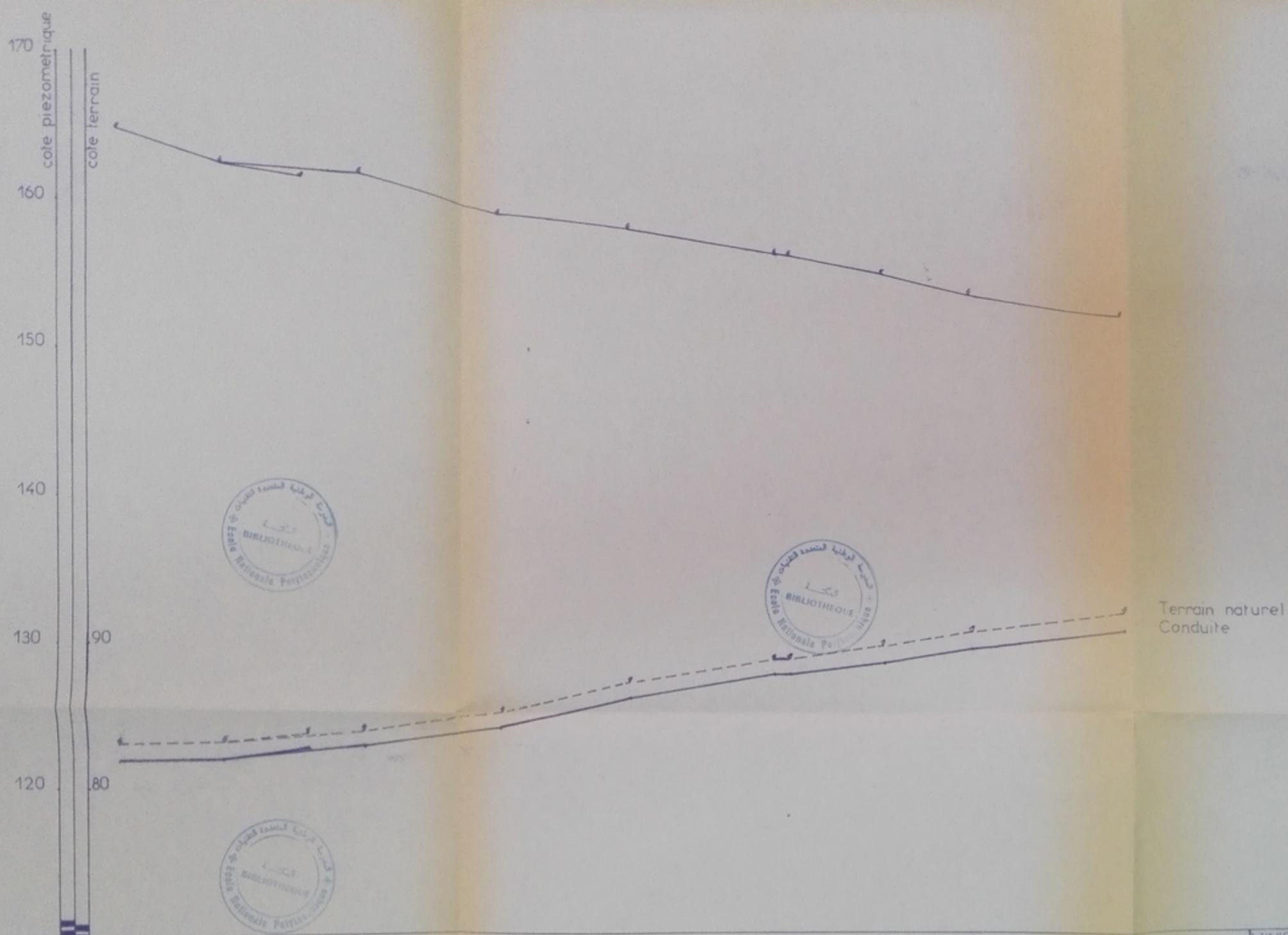


Legende

- AL Alluvions
- a Argile
- m' Angilo-limoneuse, Limono-argileuse
- m Limoneuse equilibree
- m' Limono-sableuse
- s Sableuse, Sablo-limoneuse
- h Pseudo-gley en profondeur
- O Sols peu evolues, AL en profondeur
- ⊙ Sols non climatiques, "
- 4/0 Sur sol verticale halomorphe
- 12,3,4 Classe, S-Class, Groupe, S-Groupe
- 1/Δ 7 à 16 mmh/cm sur une profondeur de 0-30cm
- 2/ΔΔ 4 à 7 " " " " 30-50cm
- 3/Δ 2 à 4 " " " " 50-80cm
- 3/Δ 7 à 16 " " " " " "
- Profil

PH007/88
-3-

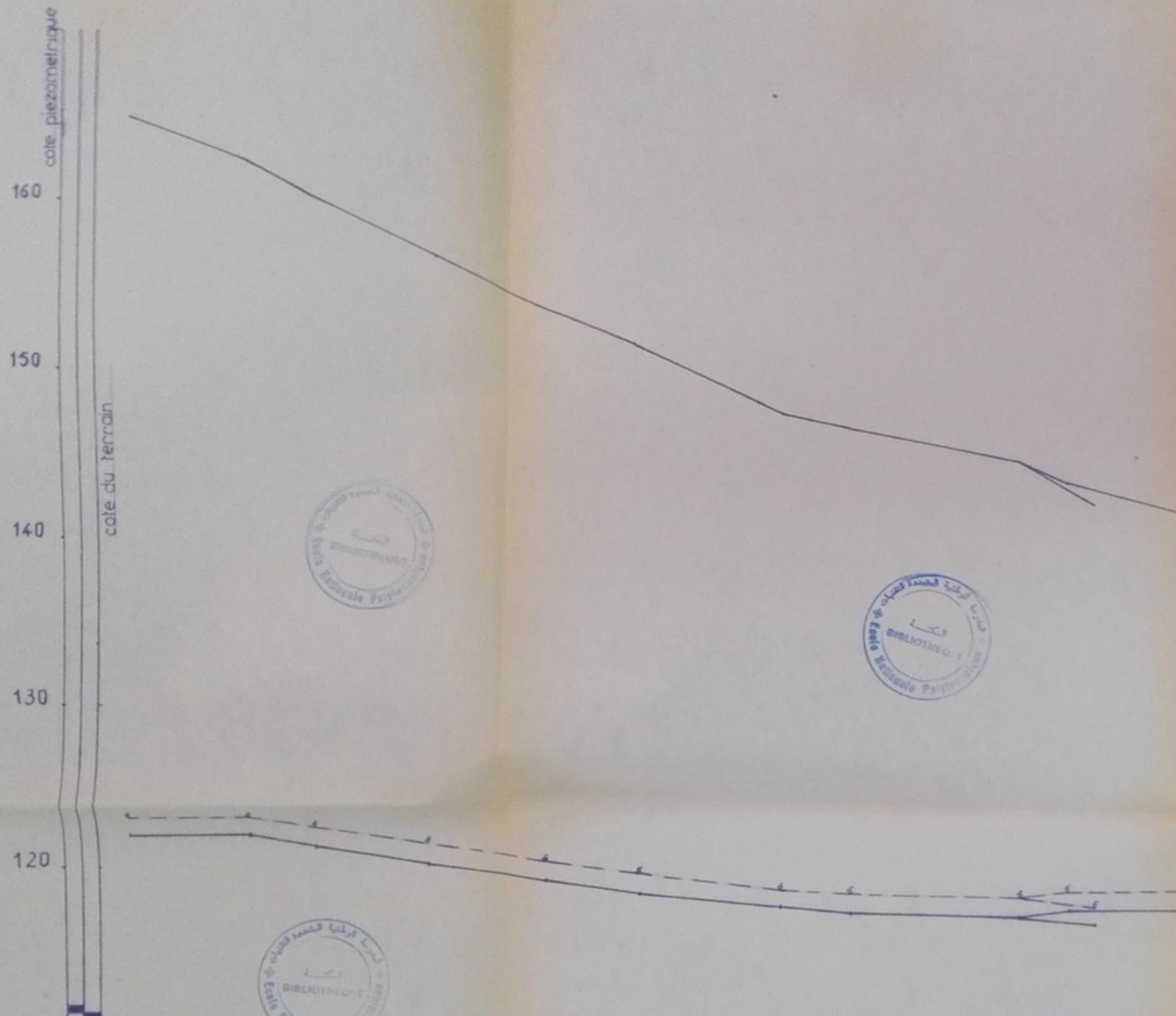
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE		
ENP MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR		
Titre de l'etude Dimensionnement du reseau d'irrigation d'un secteur de 518ha de la MINA	Promotion Janvier 1986	
Titre du dessin Carte Agro-pedologique	Specialitee : Hydraulique	
Nom de l'auteur RAHIM Saïd BOUCHAFA Lyazid	Echelle 1/10000	



N° du nœud	sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
longueurs m	350	180	470	480	450	500	50	320	300	520	
longueurs cumulées m	350	530	820	1300	1750	2250	2300	2620	2920	3440	
debit l/s	917,13	120	517,61	489,44	411,85	337,77	295	246,06	155,79	180	
diametre mm	800	350	800	700	700	600	600	500	400	450	
cote du terrain m	83	83	83,5	83,7	85	87,1	88,6	88,6	89,6	90,5	91,5
charge libre m	81,8	79,42	77,93	77,95	73,88	70,85	67,76	67,64	65,38	63	60
cote piezometrique m	164,8	162,42	161,43	161,65	158,88	157,95	156,36	156,24	154,98	153,5	151,5

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
 E N P - DEPT: HYDRAULIQUE
 Promotion : Janvier 1988
 PROFIL EN LONG
 TRONÇONS SP-2
 SP-10
 Dimensionnement du réseau d'irrigation d'un secteur de 518 ha de la MINA
 Etudié par : RAHIM Saïd
 BOUCHAFA Lyazid
 Echelles Longueur 1/10000
 Hauteur 1/200

PH007/88
-4-

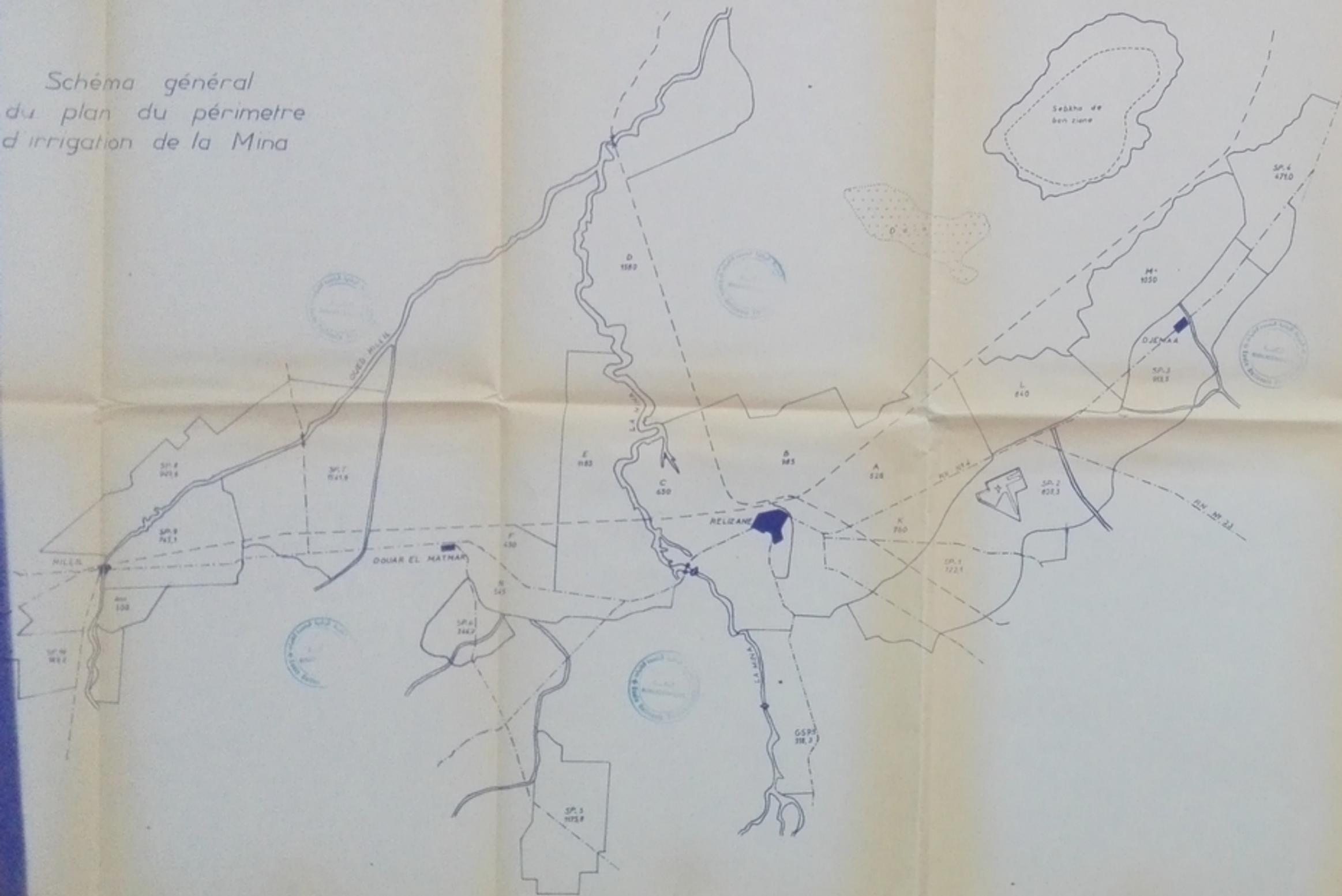


N° du nœud	sp	1	11	12	13	14	15	16	17	19	18	20
longueurs m	350	180	370	320	290	440	200	520	180	230	350	
longueurs cumulées m	350	530	900	1220	1510	1950	2150	2670	2850	2900	3200	
debit l/s	917,13	456,22	405,87	335,75	302,63	241,97	155,28	155,28	180	120	120	
diametre mm	800	700	700	600	600	500	450	450	450	350	350	
cote du terrain m	83	83	82,4	81,1	80,2	79,4	78,3	78,1	77,8	78,2	77,1	78,2
charge libre m	81,8	79,42	77,88	75,87	73,81	72,31	69,52	68,84	67,28	65,60	65,32	63,68
cote piezometrique m	164,80	162,42	160,28	156,97	154,01	151,71	147,82	146,94	145,08	143,80	142,42	141,88

PROFIL EN LONG	
TRONÇONS: SP-20	
E N P - DEPT: HYDRAULIQUE	
Dimensionnement du reseau d'irrigation d'un secteur de 518 ha de la MINA	
Promotion Janvier 1988	
Echelles	Longueur 1/10000 Hauteur 1/200
Etudie par	RAHIM Said BOUCHAFA Lyazid

PH007/88
5.

Schéma général
du plan du périmètre
d'irrigation de la Mina



- LEGENDE
- SP. 1 10734 Designation du périmètre irrigable et sa superficie
 - Barrage
 - Limite du secteur
 - - - Ligne de chemin de fer
 - Route
 - ⇄ Pont
 - * Secteur d'étude

Explication des terres irrigables

DESIGNATIONS	ha
<i>Périmètre existant</i>	
A	525
B	985
C	650
D	1580
E	1185
F	430
K	760
L	840
M	1010
N	545
REL. 1	1224
Total	9070,0
<i>Périmètre en extension</i>	
<i>rive droite GSP. 1</i>	
SP. 1	308,30
SP. 2	722,70
SP. 3	605,30
SP. 4	912,50
SP. 4	471,00
Total	2420,20
<i>Rive gauche</i>	
SP. 5	1175,60
SP. 6	346,00
SP. 7	1341,90
SP. 8	949,60
SP. 9	743,10
SP. 10	869,20
Total	5327,60
Total en extension	8787,80
Total périmètre existant et périmètre extension	17857,80

PH 002/88
 الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

EN P	MINISTRE DE L'ENSTONEMENT SUPERIEUR	
TITRE DU DESSIN	SCHEMA GENERAL DU PLAN D'IRRIGATION DE LA MINA	SPECH. 100 000/000
TITRE DE L'ETUDE	Dimensionnement du réseau d'irrigation d'un secteur de 2000 ha de la MINA	PROF. M. J. ANASTAS
PREPARE PAR	RAHIM SAÏD BOUCHARA LBAÏO	RECH. 100 000/000

