

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

5/89

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du diplôme
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

THEME

Conception et dimensionnement
d'un réseau d'irrigation par aspersion
Mitidja-Ouest Secteur-Sud

11 PLANCHES
PRESENTE PAR :

BENYAHIA Toufik et OUALITSEN Karim-Akli

Proposé par : L'AGID

Dirigé par : M^r BOUGUERRA

PROMOTION JUIN 1989

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE

المكتبة — المكتبة المتعددة اللغويات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du diplôme
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

THEME

Conception et dimensionnement
d'un réseau d'irrigation par aspersion
Mitidja-Ouest Secteur-Sud

PRESENTE PAR :

BENYAHIA Toufik et OUALITSEN Karim-Akli

Proposé par : L'AGID

Dirigé par : Mr BOUGUERRA

PROMOTION JUIN 1989

S O M M A I R E

INTRODUCTION

TERMINOLOGIE

PARTIE I - ELABORATION DES DONNEES DE BASE DU PROJET

CHAPITRE I :

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CONFIGURATION TOPOGRAPHIQUE
2. INSERTION DANS LE SCHEMA D'AMENAGEMENT
3. AVANTAGES DE LA MISE EN VALEUR

CHAPITRE II :

1. DONNEES PHYSIQUES ET FACTEURS CLIMATIQUES
 - 1.1. Choix de la station
 - 1.2. Pluviométrie
 - 1.3. Température
 - 1.4. Les vents
 - 1.5. Sirocco
 - 1.6. Ensoleillement et insolation relative
 - 1.7. Humidité relative
2. CONCLUSION
3. DONNEES AGRO-PEDOLOGIQUES
4. RESSOURCES EN EAU

CHAPITRE III :

1. CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE
 - 1.1. Définition
 - 1.2. Méthodes de calcul et logiciels
 - 1.3. Résultats
 - 1.4. Option de synthèse

2. COEFFICIENTS CULTURAUX
3. DEFINITION DE LA PLUIE UTILE
4. ETABLISSEMENT DU BILAN HYDRIQUE
5. RESSOURCES EN EAU, ECHEANCES DE LEUR MOBILISATION
 - 5.1. Qualité des eaux d'irrigation

CHAPITRE IV :

1. NOTION DE RESERVE FACILEMENT UTILISABLE
 - 1.1. Définition
 - 1.2. Prise en compte
 - 1.3. Calcul
2. CHOIX DU PLAN D'ASSOLEMENT
3. CALCUL DES BESOINS NETS EN EAU DES CULTURES
 - 3.1. Principes de calcul
 - 3.2. Notes de calcul - Logiciel
 - 3.3. Calcul de la moyenne pondérée des besoins en eau
 - 3.4. Répartition des besoins en eau
 - 3.5. Débit fictif continu.

PARTIE II - DEFINITION DU PROJET

CHAPITRE I :

1. CHOIX DE L'ILOT-TYPE
 - 1.1. Paramètres de choix, mode d'irrigation
 - 1.2. Dispositifs envisagés
 - 1.2.1. Equipement classique
 - 1.2.2. Equipement semi-mobile
 - 1.2.3. Equipement semi-fixe
 - 1.2.4. Machines à irriguer
2. SOLUTIONS-BASE D'AMENAGEMENT
3. DIMENSIONS ET DISPOSITIONS DE L'ILOT

CHAPITRE II :

1. CALCUL DE L'INSTALLATION
 - 1.1. Données de base
 - 1.2. Dose d'arrosage maximale
 - 1.3. Notion de fréquence d'arrosage
2. CALCUL DU DEBIT D'EQUIPEMENT
3. CALCUL ET CHOIX DES SYSTEMES
4. ORGANISATION DES ARROSAGES
5. PRINCIPAUX PARAMETRES RECAPITULATIFS

CHAPITRE III :

1. CANEVAS HYDRAULIQUE
 - 1.1. Contraintes en zone d'assolement
 - 1.2. Contraintes hydrauliques
 - 1.3. Contraintes d'aménagement
2. DISPOSITION EN ZONE AGRUMES
3. PROJET DE RESEAU DE DISTRIBUTION
 - 3.1. Position des bornes d'irrigation. Tracé du réseau
 - 3.2. Surface desservie par la borne.

CHAPITRE IV :

1. DIMENSIONNEMENT DES RAMPES ET PORTE-RAMPES

1.1. Position du problème

1.2. Calcul des pertes de charge, calcul des rampes

1.3. Porte-rampes, dimensionnement.

CHAPITRE V :

DETERMINATION DES DEBITS DE TRANSIT

METHODE DE CLEMENT

1. GENERALITES

2. EXPOSE DE LA METHODE

3. CALCUL DES DEBITS A VEHICULER DANS LES DIFFERENTS TRONÇONS

CHAPITRE VI :

OPTIMISATION DU RESEAU RAMIFIE

METHODE DISCONTINUE DE LABYE

1. DONNEES DU PROBLEME

2. EXPOSE DE LA METHODE

3. CALCUL D'OPTIMISATION

CHAPITRE VII :

ETUDE ECONOMICO-FINANCIERE

1. DONNEES DE COUTS DU PROJET

2. NATURE DES INVESTISSEMENTS

2.1. Investissements en conduites

2.2. Investissement en station de pompage

2.3. Dépenses en énergie électrique

3. COUT GLOBAL

4. TRACE DU PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE

CHAPITRE VIII :

APPAREILLAGE D'EQUIPEMENT DU RESEAU

1. VANNE DE SECTIONNEMENT
2. VENTOUSES
3. SOUPAPES DE DECHARGE ANTI-BELIER
4. BORNES D'IRRIGATION

CHAPITRE IX :

STATION DE POMPAGE - RESERVOIR DE REGULATION

1. GENERALITES
2. STATION DE MISE EN PRESSION
3. CARACTERISTIQUES DES POMPES
4. RESERVOIR DE REGULATION
 - 4.1. Positionnement, volume
 - 4.2. Détermination des pertes de charge
 - 4.3. Détermination de la côte du radier

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

L'irrigation par "réseau à la demande" est une technique ayant pour objectif la valorisation maximale de l'eau, elle est un facteur de développement confirmé et la plaine de la Mitidja s'y prête amplement.

Dans la première partie du présent travail, partant des paramètres de définition et tenant compte des informations relatives aux spéculations envisagées, l'étude a permis le calcul des besoins en eau et le choix d'un ilot-type. bases de l'élaboration du réseau d'irrigation.

Dans la seconde partie, l'étude du réseau a été fondée sur la base des méthodes de Clément et Labye pour le dimensionnement optimal du réseau à la demande devant satisfaire la demande de pointe de la culture la plus exigeante en eau.

TERMINOLOGIE

Tout au long de notre étude, nous aurons affaire à une terminologie nouvelle, c'est pourquoi nous avons jugé préférable vous y introduire dès à présent.

Ainsi, les agrumes désigneront le nom collectif des rutacées cultivées, les cultures fourragères : l'aliment végétal destiné aux animaux, et les maraîchères : les cultures de légumes réclamant de fortes fumures.

Par ailleurs, l'ilot désignera une parcelle de terrain dont les dimensions ont été calculées de manière à optimiser la S.A.U. soit la surface agricole utile égale à la surface totale du périmètre moins la superficie qu'occupent le bois et les cours d'eau.

Notons que la surface totale est obtenue par planimétrie. La partie du périmètre d'irrigation susceptible d'être arrosée avec profit est dite périmètre irrigable, la fraction effectivement arrosée est le périmètre irrigué. La distinction entre ces diverses notions est importante du fait qu'elles déterminent, chacune à son sens, l'état d'évolution de la mise en valeur.

PARTIE I

ELABORATION DES DONNEES DE BASE DU PROJET

C H A P I T R E I

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CONFIGURATION TOPOGRAPHIQUE :

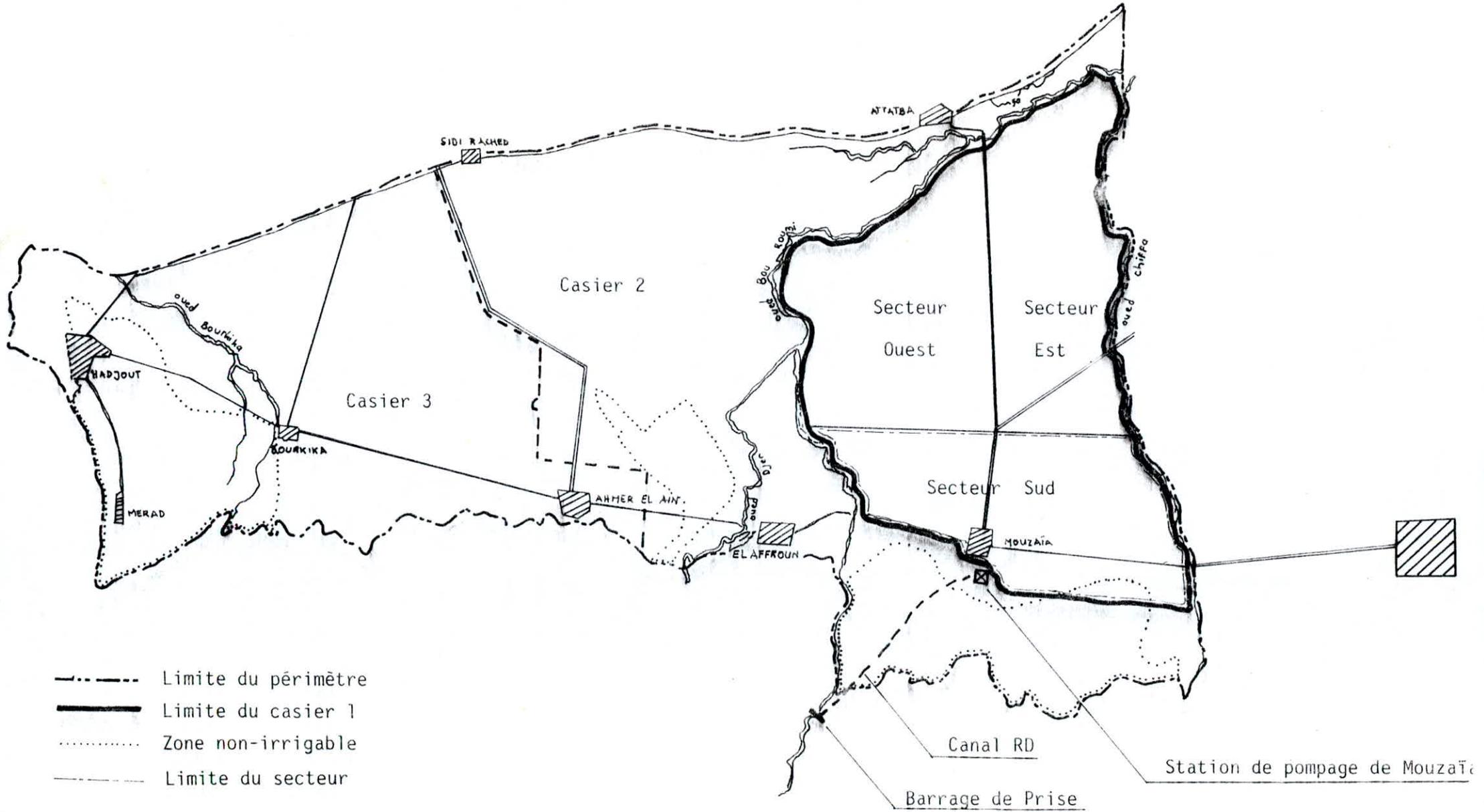
Estimée à 28 000 (ha), la surface totale du périmètre de la Mitidja-Ouest est séparée en deux parties par le cours du Bou-Roumi, 2/5 en rive droite et 3/5 en rive gauche.

Elle comprend, au sud, de la RN Blida-Hadjout, une bande assez pentue de côtes comprises entre 100 et 140 NGA et au nord de la RN une plaine légèrement descendante vers le sud, de côtes comprises entre 100 et 60 NGA.

La bande située au sud de la RN adossée au contre-forts montagneux, est coupée par un éperon compris entre les vallées du Bou-Roumi et du Djer et qui s'avance jusqu'à El-Affroun.

Dans le découpage administratif, la zone comprise entre l'Oued Bou-Roumi et l'Oued la Chiffa, sera dénotée casier, zone importante alimentée par un ouvrage d'infrastructure bien défini, qui à son tour est subdivisé en secteurs Est, Ouest et Sud ; selon leur mode d'alimentation (Desserte gravitaire ou Station de pompage), ils désigneront des unités hydrauliques.

SITUATION GENERALE DU PERIMETRE



Par ailleurs, ce découpage a été fonction du milieu topographique, des données foncières et des objectifs culturels. Ceci s'applique tout particulièrement au secteur Sud de la Mitidja-Ouest, objet de notre étude.

2. INSERTION DANS LE SCHEMA D'AMENAGEMENT :

Le secteur est physiquement bien délimité à :

- l'Ouest par Oued-Chiffa,
- l'Est et au Nord par Oued Bou-Roumi
- au Sud par le piémont de l'Atlas Blidéen (côte 135 NGA).

Le barrage "El Moustakbel" sur l'oued Bou-Roumi à 20 km en amont du périmètre, régularisera à terme 125 Mm³ d'eau par an.

Un barrage de prise sur l'oued Bou-Roumi, situé à 15 km en aval du "El Moustakbel" dérive les eaux dans un canal se scindant en deux branches, le secteur sud sera desservi par la branche en rive droite du Bou-Roumi ; elle se trouve calée à l'altitude de 138 NGA, le secteur sud étant situé à une altitude supérieure à 80 NGA sera alimenté, par conséquent, par une station de pompage, celle de Mouzaia.

3. AVANTAGES DE LA MISE EN VALEUR :

L'irrigation a pour principaux objectifs les points suivants :

- Elle introduit la régularité de la production agricole à un niveau plus élevé que celui de l'agriculture en sec, soit la suppression de la variabilité de phénomènes hydrologiques.

- Elle améliore les rendements et en conséquence augmente les revenus (coefficient multiplicateur 4 à 5).
- Par suite, augmente la production alimentaire et favorise l'expansion de l'économie régionale, d'où la mise en relief d'une importance économique certaine.

Cette mise en valeur s'applique particulièrement au secteur-sud de la Mitidja Ouest, objet de notre étude. Sa surface géographique est estimée à 2660 ha par suite tenant compte des routes, des terres en bois et des zones non-irrigable, on aboutit à une surface irriguée de 2297 hectares. Une étude des proportions est donné en annexe.

CHAPITRE II

1. DONNEES PHYSIQUES ET FACTEURS CLIMATIQUES :

1.1. CHOIX DE LA STATION :

Nous l'avons porté sur la station de Blida, dont les données sont classées de 1er ordre, cette station est définie telle : latitude $36^{\circ} 28' N$, longitude $2^{\circ} 60' E$ et altitude 267 (m). Elle est l'unique station jugée représentative du fait qu'à Sidi-Rached, Mouzaia et El-Affroun, des données indispensables étaient manquantes. Cependant, on verra que l'on aura recours à un changement de station du fait que certaines mesures ne se font pas à la station de référence, certes Précautions prises.

1.2. PLUVIOMETRIE :

Ajustées à la période 40 ans de 1913/1914 à 1952/1953 par S ES; les précipitations moyennes annuelles retenues à la station de Blida figurent dans le tableau -1- en annexe.

Dans ce même tableau, on présentera le nombre de jours de gel dans chaque mois, ainsi que la nébulosité moyenne ajustée pour une période d'enregistrement de 25 ans.

Ceux sont ces deux facteurs dont on ne tiendra pas compte vu leur faible influence.

1.3. TEMPERATURE :

La moyenne des températures a été établie sur 25 ans par Seltzer, vu son importance, nous l'avons considérée dans son intégralité.

B L I D A

Mois	m''	m'	$\frac{M + m}{2}$		M	M'	M''
J	.90	2.7	7.3	10.7	14.1	20.4	25.0
F	.2	3.3	8.0	11.9	15.8	22.3	26.0
M	.3	3.9	9.4	13.65	17.9	25.9	29.0
A	.5	6.2	11.2	16.2	29.2	29.6	34.0
M	8.0	9.6	14.0	19.3	24.6	32.9	38.0
J	10.0	13.9	17.3	22.85	28.4	36.9	41.0
J	14.9	16.3	20.2	26.55	32.9	39.9	45.0
A	15.2	16.8	21.0	27.3	33.6	39.8	45.0
S	10.6	13.8	19.0	24.5	30.0	36.9	40.2
O	7.0	10.3	15.0	19.65	24.3	30.7	37.0
N	0.7	6.6	11.3	15.1	18.9	25.8	31.0
D	0.0	3.1	8.4	12.05	35.7	21.7	27.0
Année	0.0	8.8	13.5	18.3	23.1	30.1	45.0

m''	= min. absolu observé.
m'	= moyenne brute des minima mensuels extrêmes.
m	= moyenne des minima (tous).
$\frac{M + m}{2}$	= moyenne mensuelle.
M	= moyenne de tous les maxima.
M'	= moyenne brute des maxima extrêmes.
M''	= max. absolu observé.

La moyenne des minima des mois les plus froids, décembre-janvier-février, est relativement élevée, la moyenne annuelle est de 13,5° C.

1.2. LES_VENTS : (Source : Etude Energo-Projet, mai 1977).

La rose des vents à Blida, fait ressortir près de 30% du temps total sans vent, donc 70% avec les vents suivants :

N	10	%
N E	15.6	%
E	5.6	%
S E	1.6	%
S	3.1	%
S W	10.2	%
W	18.6	%
N W	5.9	%

Ainsi, les vents de composante N atteignent 31.5 %

S	14.9 %
E	22.8 %
W	34.7 %

La composante dominante interviendra ultérieurement dans la disposition des brises-vent, ce dont nous tiendrons compte.

1.5. LE_SIROCCO :

A El-Affroun, souffle en moyenne 13 jours par an, dont 7 à 8 au total en juillet et août.

1.6. ENSOLEILLEMENT_ET_INSOLATION_RELATIVE :

Mesuré seulement à Dar-El-Beida (sur 23 ans), il atteint une moyenne annuelle de 2803 heures.

Cette donnée sera retenue, avec sa répartition annuelle mois par mois, représentative pour le périmètre conformément à l'étude d'Ecrement -Seghir d'autre part, le même tableau -1- nous donne l'insolation relative, calculée pour la station de Blida.

1.7. HUMIDITE_RELATIVE :

Elle est donnée en pourcentage pour chaque mois, et constitue un report de la station de Blida sur le tableau sus-cité.

2. CONCLUSION :

Les paramètres consultés indiquent une homogénéité climatique de la plaine, seule la pluviométrie présente une certaine hétérogénéité dans ses répartitions spatiale et temporelle (en référence : les stations de Mouzaia et de Sidi Rached).

3. DONNEES AGRO-PEDOLOGIQUES :

A l'issue de l'étude agro-pédologique, les ressources en terres prospectées par ECREMENT - SEGHIR en 1974, ont été regroupées en quatre zones distinctes.

ZONE_1 :

De mise en valeur prioritaire, sols aptes à toutes les cultures, ne posant aucun problème majeur de mise en valeur, sauf pour les endroits en pente, qu'il faut protéger, contre les eaux de ruissellement.

Aptitude : bons pour toutes les cultures arbustives, maraîchères, industrielles, céréalières et fourragères.

Problèmes de mise en valeur : topographie en pente, sols se situant aux pieds des versants et texture fine à moyenne.

Travaux nécessaires : labours profonds et amendements organiques.

ZONE_2 :

Zone irrigable à problèmes de mise en valeur mineurs.

Aptitude : cultures céréalières, fourragères et industrielles et dans une moindre mesure, les cultures maraîchères et arbustives.

Problème de mise en valeur : nappe en profondeur, teneur en calcaire actif élevée, texture moyenne à fine, hydromorphie faible et sols moyennement profonds.

Travaux nécessaires : drainage retardé (possibilité de formation d'une nappe après mise en irrigation intensive), labours profonds et amendements organiques.

ZONE_3 :

Zone irrigable, la mise en valeur nécessite des amendements dûs à l'apparition de facteurs limitants.

Aptitude : moyenne aux cultures industrielles, à quelque maraîchères, céréalières et fourragères. Inapte aux cultures arbustives.

Problèmes de mise en valeur : forte teneur en calcaire actif, hydromorphie, vertisolisation, et texture très fine.

Travaux nécessaires : labours profonds, amendements organiques, drainage retardé et à noter aussi que l'irrigation y est difficile et délicate.

ZONE_4 :

Zone défavorable à l'irrigation à problèmes de mise en valeur majeurs tels :

- forte hydromorphie,
- halomorphie,
- texture très fine,
- nappe à très faible profondeur (30 cm),
- niveau caillouteux à une profondeur de 30 cm.

Travaux nécessaires : dessalage, drainage, labours très profonds, amendements organiques et drainage retardé.

4. RESSOURCES EN EAU :

Du fait de l'exploitation déjà importante des eaux souterraines, les apports annuels ne sont que faiblement supérieurs aux exhaures et les excédents éventuellement mobilisables sont réservés à l'alimentation en eau potable.

Ainsi, l'alimentation en eau agricole sera de surface, réalisée au moyen d'un complexe hydraulique dont l'ouvrage principal est le barrage "El-Moustakbel" sur le Bou-Roumi. (Nous y reviendrons ultérieurement).

CHAPITRE III

1. CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE :

1.1. DEFINITION

L'évapotranspiration potentielle (E.T.P.) est la consommation d'eau, sous l'action conjuguée de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes d'un couvert végétal en plein développement, occupant le sol en totalité, et sous les conditions optimales d'alimentation en eau sans l'influence d'aucun facteur limitant.

2.2. METHODES DE CALCUL ET LOGICIELS :

Parmi la multitude des méthodes existantes, nous en avons adopté cinq ; quatre des plus connues : Blaney - Criddle - Penman-Rayonnement - Turc, afin de pouvoir comparer, et la cinquième qui est la méthode d'Ivanov, dont les résultats comme nous le verrons, sont proches de ceux des méthodes précitées et pourtant pour laquelle, on ne peut porter d'approbation formelle du fait de l'inexistence d'une comparaison inter-annuelle des E.T.P.

Il s'en suit que le caractère expérimentation, c'est le cas de le dire, doit faire ses preuves.

On retrouvera ces méthodes de calcul sous forme de logiciels, dont le nom indiquera le programme correspondant. (C.F. Disquette annexée).

I.3. RESULTATS :

Le tableau ci-dessous, donne les valeurs de l'ETP mensuelles corrigées, calculées par les logiciels définis :

MOIS ↓ETP (mm) →	JANV.	FEV.	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL →
BLANEY-CRIDDLE	90	93	120	138	167	183	203	194	161	134	103	92	1 678
PENMAN	59	79	109	138	179	211	251	230	168	107	73	65	1 669
TURC	40	54	83	106	140	153	166	162	128	76	56	41	1 205
RAYONNEMENT	39	55	99	133	168	191	230	212	157	96	55	37	1 472
IVANOV	57	71	80	98	124	173	201	192	172	111	87	62	1 428

La représentation graphique de la page suivante en est une illustration plus nette.

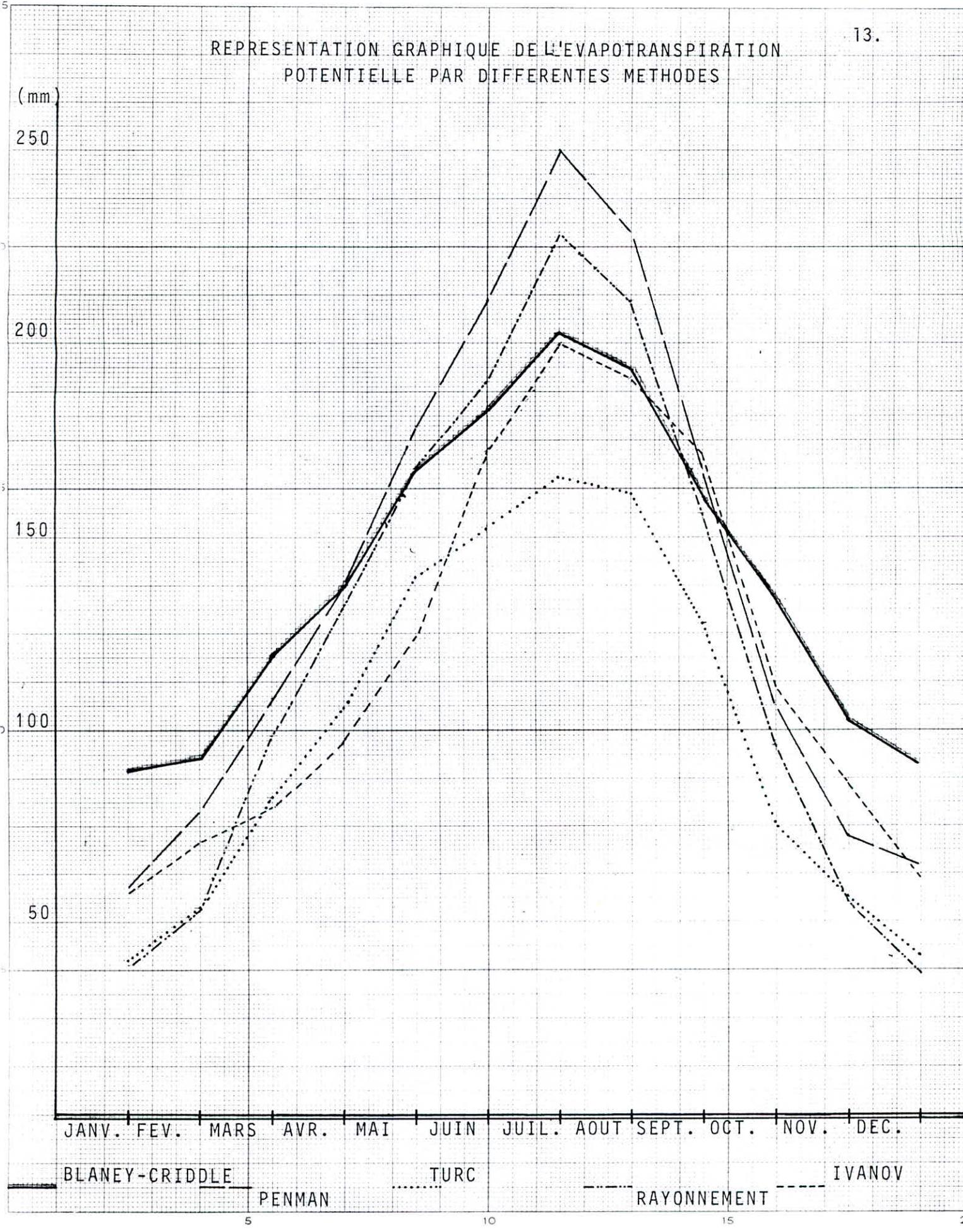
REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L'EVAPOTRANSPIRATION
POTENTIELLE PAR DIFFERENTES METHODES

(mm)

250
200
150
100
50

JANV. FEV. MARS AVR. MAI JUIN JUIL. AOÛT SEPT. OCT. NOV. DEC.

BLANEY-CRIDDLE PENMAN TURC RAYONNEMENT IVANOV



1.4. OPTION DE SYNTHÈSE :

Méthode	Penman	Blaney-Criddle	Turc	Rayonnement	Ivanov
ETP (mm)	1669	1678	1205	1472	1428

Dressons alors l'écart moyen à base 100 pour les différentes méthodes, ce qui donnerait :

Blaney-Criddle	Penman	Rayonnement	Tvanov	Turc
100	99.46	87.72	85.10	71.81
	..54	11.74	2.61	13.29

On remarque que l'écart entre les valeurs des E.T.P. calculées n'est pas constant, cependant, en raison de la prise en compte de l'ensemble des paramètres climatiques disponibles, la formule de Blaney-Criddle suit au plus près la courbe de variation de l'évapotranspiration potentielle au cours d'une décennie, de plus elle donne des résultats annuels proches de la réalité lorsque l'on introduit les coefficients culturaux, ce qui justifie son adoption.

2. COEFFICIENTS CULTURAUX :

La prise en compte des caractéristiques spécifiques de chaque plante, dicte l'introduction d'un paramètre k_c obtenu par étalonnage en cases lysimétriques dit coefficient cultural et ayant pour expression :

$$k_c = \frac{\text{volume évapotranspiré}}{\text{ETP calculée par la formule}}$$

Le coefficient est intrinsèquement lié à la formule d'E.T.P.

En effet, les mesures en cases lysimétriques préconisées doivent se renouveler pour chaque mois et pour chaque culture ; en leur absence, les coefficients culturaux calculés par la même formulation dans des régions au même relief hydrologique sont valables.

Un tableau en annexe nous donne (par l'AGID) les différentes valeurs de ces coefficients.

3. DEFINITION DE LA PLUIE UTILE :

Pour tout épisode pluvieux, la plante ne mobilise qu'une partie de l'eau reçue du fait du dessèchement rapide de la tranche superficielle du sol après l'arrêt de la pluie, d'où la notion de pluie utile.

La fraction non utilisée par la plante varie selon l'importance de la précipitation.

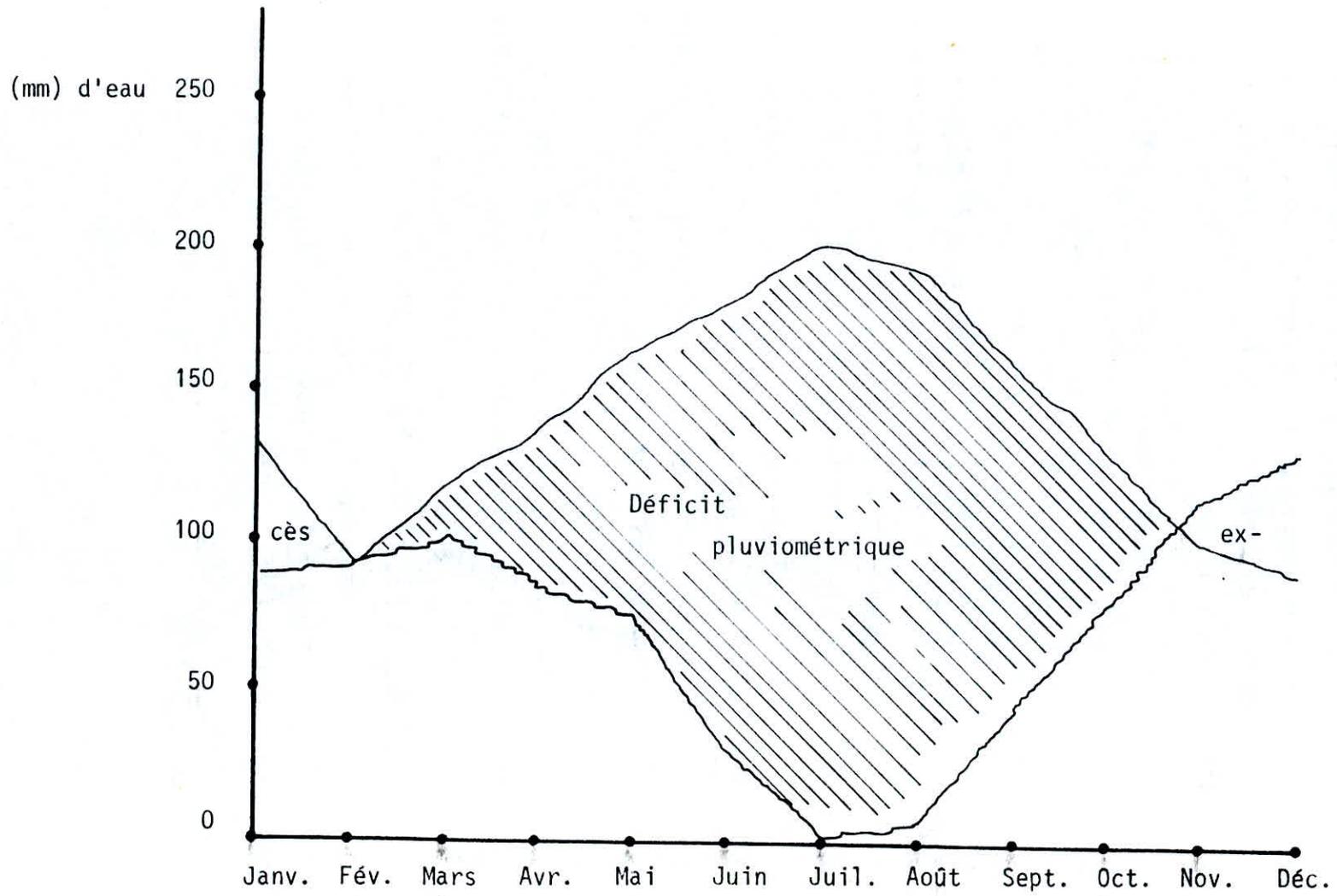
Cette notion trouve son importance aussi bien lors du dimensionnement des équipements que lors de l'exploitation pour décider du déclenchement des irrigations.

Nos valeurs de pluie utile ont été estimées d'après la méthode de Hopkinson (Logiciel boîte noire A.N.R.H.)

4. ETABLISSEMENT DU BILAN HYDRIQUE :

Le bilan hydrique exprime la différence entre la précipitation mensuelle moyenne et l'évapotranspiration potentielle de référence pour ce même mois ; si elle est positive, elle sera dite Excès, dans le cas contraire, sa valeur absolue sera dénotée Déficit.

REPRESENTATION DU BILAN HYDRIQUE ANNUEL



Le tableau suivant illustre celui-ci suivi de sa représentation graphique ci-contre.

Mois	Jan.	Fev.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Pr. moy. (mm)	134	95	102	86	77	30	3	8	45	81	119	135
ETP (mm)	90	93	120	138	167	183	203	194	161	134	103	92
Excès (mm)	44	02	.	.	.	.	.	.	.	.	16	43
Déficit (mm)	.	.	18	52	90	153	200	186	116	53	.	.

Précip. annuelle (mm)	ETP (annuelle) (mm)	Excès (annuel) (mm)	Déficit (annuel) (mm)
915	1678	105	868

5. RESSOURCES EN EAU, ECHEANCES DE LEUR MOBILISATION :

Le volume total disponible au barrage étant de 125 Mm³ devra être, à la parcelle, réduit des diverses efficiences suivantes :

* La distance entre les prises éventuelles et le barrage étant réduite, les pertes en rivière seront faibles. (Pente forte en terrain rocheux réduisant l'infiltration et l'évaporation). De plus, la vallée est inhabitée, donc il n'y aura aucun prélèvement incontrôlé.

D'où l'efficiencia du transport en rivière : $E_r = .9$

* Dans l'hypothèse la plus probable d'une distribution par conduites :

l'efficacité dans les réseaux de canaux et canalisations sera

$$E_s = .9$$

* Pour des dispositions à la parcelle que nous verrons ultérieurement, l'efficacité à la parcelle sera $E_a = .9$

Ainsi le volume disponible à la plante à terme sera

$$V = 10^6 \cdot 125 \times (.9)^3 = 91.125 \text{ Mm}^3$$

5.1. QUALITE DES EAUX D'IRRIGATION :

Parmi les différents caractères physico-chimiques d'une eau, la salinité en constitue l'aspect le plus important en irrigation.

Les eaux chargées de sels dissous se trouvent confrontées lors de leur épandage, au complexe absorbant du sol ayant sa propre concentration en sel, une accumulation des sels dans le sol peut se produire, qui est susceptible de ralentir la croissance des végétaux avec baisse des rendements, pouvant entraîner le dépérissement.

La conductivité électrique de notre sol étant inférieure à 0,025 micromhos, nous sommes amenés en conséquence à négliger le lessivage du fait que la salinité est faible.

la qualité des eaux ?

C H A P I T R E I V

1. NOTION DE RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (R.F.U.)1.1. DEFINITION :

La R.F.U. d'un sol est une fraction de la réserve utilisable que le système racinaire d'une plante est susceptible de capter sans conséquences sur le développement naturel de l'organisme végétal.

Cette réserve est, au plus, égale à 50-60% du volume d'eau emmagasiné entre la capacité au champ H_c et le point de flétrissement H_f par les horizons de sols correspondant à la profondeur d'enracinement.

La R.F.U. est fonction de la nature du sol et de la profondeur prospectée par le système radical du végétal.

1.2. PRISE EN COMPTE DE LA R.F.U. :

Observons ces divers phénomènes relatifs à la R.F.U. :

- Lors de la mise en place de la culture, le système racinaire peu développé n'explore que la couche superficielle du sol, du fait des irrigations, la plante trouvant l'eau nécessaire en surface ne déploie pas ses racines pour mobiliser une eau plus en profondeur ;

Dans le cas d'un temps pluvieux, lors de la mise en place, le phénomène est identique,

- En pleine saison, aucune R.F.U. n'est disponible dans la tranche du sol sondée par les racines, les besoins en eau de la culture considérée sont strictement compensés par l'apport d'eau d'irrigation.

La mobilisation de la R.F.U. nécessiterait le développement du système racinaire en profondeur au détriment de la plante elle-même, ce qui entraînerait une baisse de rendement.

C'est pourquoi, nous ne mobiliserons celle-ci que dans le cas des cultures pérennes.

1.3. CALCUL :

Hc et Hf sont respectivement la capacité au champ et la capacité au point de flétrissement.

On définit par X la profondeur atteinte par les racines, elle est de :

- 0,5 m pour les maraichages,
- 0,8 m pour les cultures industrielles,
- 1,2 m pour l'arboriculture.

Se référant alors aux données de l'étude d'Ecrement-Seghir, on recueille les valeurs suivantes :

Horizon (cm)	0 - 20	20 - 50	50 - 120
Hc	13,3	13,7	12,3
Hf	16,4	16,4	15,6

On remarquera que Hc et Hf expriment ici un potentiel capillaire que l'on dénotera PF3 et PF4,2

$$\text{d'où } R F U = \frac{(PF3 - PF4,2) \cdot da \cdot X}{100} \quad (\text{mm})$$

où d_a désigne la densité apparente du sol que l'on prendra égale à 1,5 pour un horizon de surface sinon à 1,8.

Le calcul nous donne par suite une R.F.U. de 71 mm pour les cultures pérennes, 20 mm pour les maraîchères et 47 mm pour les plantations industrielles.

2. CHOIX DU PLAN D'ASSOLEMENT :

La carte d'orientation culturale (cf. Planche 1) impose le type des assolements et vergers ; cependant l'introduction de la notion d'hectare physique augmente la probabilité que la sole soit entièrement exploitée, dans le cas présent nous l'avons évalué à un optimum de 150 (%). Ce qu'illustre clairement le plan.

Notons que la période de rotation des cultures y a été fixée à 4 années et la superficie de la sole est calculée à la base de la surface agricole utile telle que définie.

L'assolement est la division de la surface à cultiver en plusieurs soles (représentées en italique sur le plan) portant chacune une culture déterminée, il est fonction de l'organisation du travail et des contraintes économiques.

Suit alors la rotation qui est l'ordre de succession des cultures sur la même parcelle visant l'exploitation des différents horizons du sol.

Par suite, sur la base des objectifs en matière de production agricole, de la qualité de l'eau et des sols, on définit le plan d'assolement suivant.

SPECULATIONS ET ASSOLEMENT - TYPE

SUPERFICIE (ha)	1° ANNEE												2° ANNEE												3° ANNEE												4° ANNEE											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
463	d'hiver																																															
445	Cultures Perennes (Agrumes) 100 %																																															

3. CALCUL DES BESOINS NETS EN EAU DES CULTURES :

3.1. PRINCIPES DE CALCUL :

Les besoins en eau des cultures envisagées sur le secteur seront évalués par une méthode basée sur :

- la considération de l'ETP,
- le passage de la consommation théorique au besoin effectif de chaque culture par l'utilisation de coefficient cultural fonction de l'état végétatif,
- l'établissement du bilan d'eau en tenant compte de la pluviométrie efficace, de la réserve dans le sol et des consommations en eau de chaque culture.

Ce sont ces étapes respectivement qui nous conduiront à la détermination de l'apport nécessaire en eau des cultures, l'un des objectifs du calcul qui suit.

3.2. NOTES DE CALCULS - LOGICIEL :

Des tableaux en annexe représenteront respectivement les étapes de calcul et résultats passant par les besoins moyens des cultures (mensuels), puis l'introduction de la notion d'hectare physique pour aboutir aux besoins par hectare réel. Le détail de la méthode est illustré par le logiciel "IRPRO'.Bas" annexé dans la disquette.

3.3. CALCUL DE LA MOYENNE PONDEREE DES BESOINS EN EAU DE L'ASSO- LEMENT :

$$V = 3351 \times 80.63\% + 4\ 470 \times 19.37\% =$$

$$V = 2701,91 + 865,83 = 3568 \text{ (m}^3\text{/ha/an)}$$

ou encore pour le secteur un besoin annuel de :

$$VE = 3568.2297 = 8195\ 696 \text{ (m}^3\text{/an)}$$

$$\text{soit } VE = 8,20 \text{ Mm}^3\text{/an}$$

3.4. REPARTITION DES BESOINS :

En résumé, les besoins seront répartis tel que :

Spéculations type	Besoins d'irrigation (m ³ /ha/an)	Superficie (ha)	Besoins d'irrigation totaux (m ³ /an)	Volume annuel net (Mm ³)
Assolées	3351	1852	6 206 052	
Pérennes	4470	445	1 989 150	
TOTAL	7821	2297	8 195 202	VE = 8,20

On retrouve un volume que l'on pourra satisfaire dans une large mesure en comparaison aux ressources mobilisables.

3.5. DEBIT FICTIF CONTINU :

C'est le débit exprimé en (l/s/ha) qu'il faudrait apporter à une culture dans l'hypothèse d'une irrigation fictive de 24 heures par jour, pendant le mois de pointe, il est exprimé par la formule :

$$D = \frac{B_n \cdot 10^3}{n \cdot 24 \cdot 3600 \cdot E_p}$$

(l/s/ha)

avec :

B_n : besoin net d'eau d'irrigation (m³/ha)

n : nombre de jours du mois de pointe

E_p : efficacité du système d'irrigation.

Cette efficacité du système exprime le rapport entre les quantités d'eau effectivement utilisées et les quantités dérivées en tête du réseau.

Pour l'irrigation par aspersion, on prendra $E_p = 0.8$ ainsi on peut introduire les notions de besoins bruts et de débit fictif continu, il s'en suit :

Pour l'assolement :

avec $B_n = 1700$ (m³/ha)

$$D = \frac{1700 \cdot 10^3}{31.24 \cdot 3600 \cdot 0,8} = 0,79 \text{ (l/s/ha)}$$

soit : 68,54 (m³/ha/j)

De la même manière on trouve un débit fictif continu pour les agrumes de 0,64 (l/s/ha) soit de 56 (m³/ha/j).

PARTIE II

DEFINITION DU PROJET

C H A P I T R E I

1. CHOIX DE L'ILOT-TYPE :

On entend par ilot-type, la parcelle de référence équipée du réseau, sa détermination tient compte des assolements choisis et du système d'irrigation adopté.

1.1. PARAMETRES DE CHOIX, MODE D'IRRIGATION :

Ils sont de différents ordres :

. Les sols : dictent l'ajustement nécessaire de la pluviométrie de l'aspersion à la perméabilité du sol, et étant lourds ne peuvent admettre des pluviométries élevées (limitées à 6 [mm/h]) ce qui introduit la notion de pluviométrie admissible.

. Structure foncière : l'ilot-type devra s'insérer facilement dans la trame de pistes et de brise-vents existante. De même le secteur comprend de nombreuses exploitations agricoles collectives et individuelles de 80 ha en moyenne. On se souciera d'avoir une occupation des terres différente de la leur. Ainsi afin que chaque agriculteur dispose de son propre matériel on introduit la borne d'irrigation (on la définira plus loin).

. Aménagement : il devra être d'une fine souplesse de manière à pouvoir modifier les assolements sans conséquence sur les infrastructures fines.

. Economie d'eau : le mode d'irrigation par aspersion est à retenir pour les raisons suivantes :

- Efficience élevée permettant de réaliser d'importantes économies d'eau.
- Même si les coûts sont élevés en comparaison à d'autres systèmes (tel le gravitaire), il permet d'irriguer une superficie plus importante.

Donc, dans les estimations préalables de notre part, les avantages comparatifs par rapport aux autres systèmes sont favorable à l'aspersion.

1.2. DISPOSITIFS ENVISAGES :

De différents ordres, on les classera en :

1.2.1. Equipement classique : les rampes, tuyaux métalliques en alliage léger disposés sur le sol équipés de raccords rapides déboitables à distance. Le raccordement des rampes aux vannes hydrant est réalisé avec des éléments de tuyaux identiques à ceux utilisés pour les rampes qui portent à intervalles réguliers de 12 ou 18 m des asperseurs montés sur des rallonges de hauteur adaptée aux cultures.

Les rampes sont déplacées de poste en poste par démontage des éléments de tuyaux, transport et remontage à l'emplacement voisin distant de 12 ou 18 m selon le cas.

1.2.2. Equipement semi-mobile : constitué de rampes identiques aux précédentes, alimente des batteries de traîneaux porte-asperseurs par l'intermédiaire de tuyaux souples en matière plastique, le déplacement du traîneau équivaut à un changement de poste.

1.2.3. Equipement semi-fixe : équipement identique au précédent où toutes les rampes sont en place et la seule intervention nécessaire consiste à déplacer les traîneaux porte-asperseurs en

les tractant par l'intermédiaire du tuyau souple. Les rampes sont en polyéthylène, posées sur le sol avec des colliers de prise en charge espacés d'une longueur égale au double de l'écartement entre les asperseurs, cela permet la rotation sans avoir à déplacer les batteries de traîneaux. A l'origine de chaque rampe, une vanne de sectionnement permet son isolement de la conduite principale. Les asperseurs utilisés sont du type sous-frondaison à jet tendu.

1.2.4. Machines à irriguer : les canons auto-moteurs sont une bonne solution pour les cultures industrielles ou fourragères. Ils sont constitués d'un arroseur canon monté sur un chariot à déplacement automatique. Leur conduite d'alimentation est un tuyau souple qui s'enroule autour d'un tambour en position fixe et qui tracte le canon.

2. SOLUTIONS-BASE D'AMENAGEMENT :

Le système radiculaire peu développé des spéculations retenues nécessitant une bonne répartition de l'eau d'irrigation, les systèmes 12x12 et 18x18 seront à l'étude où le rendement cultural compensera l'économie.

L'aspersion sous frondaison pour une irrigation efficace sera pour les cultures pérennes avec matériel semi-mobile (asperseur sur traîneau alimenté par tuyau souple), l'appui du choix à deux raisons :

- les potentialités hydrauliques du réseau pour l'aspersion permettent de passer à l'irrigation localisée tandis que la réciproque n'est pas toujours vraie.

- Le système est reconnu pour ses performances.

3. DIMENSIONS ET DISPOSITION DE L'ILOT-TYPE :

Subdivisé en quatre soles de culture afin de respecter l'assolement-type et de correspondre aux dispositifs d'irrigation retenus 12x12 et 18x18.

Ainsi, les dimensions des soles devront être multiples de l'écartement des asperseurs, et ceux sont les contraintes principales qui nous ont amenées à retenir un ilot de 432x432 mètres, soit une superficie de 18 ha 66, que l'on a divisée telle qu'elle figure sur l'ilot-type représenté en :

1 sole de tomates industrielles	6 ha 22
1 sole de cultures maraîchères	3 ha 11
1 sole de soja	4 ha 66
1 sole en friche après blé	4 ha 66

Cependant, il est important de préciser qu'en agrumes monoculture pérenne, il n'y a pas d'ilot-type du fait de l'absence de la contrainte de rotation, seule une disposition type sera adoptée.

Dans la région, l'écartement d'arbres est compris entre 6 et 8 m, on en adopte celui de sept (7 m).

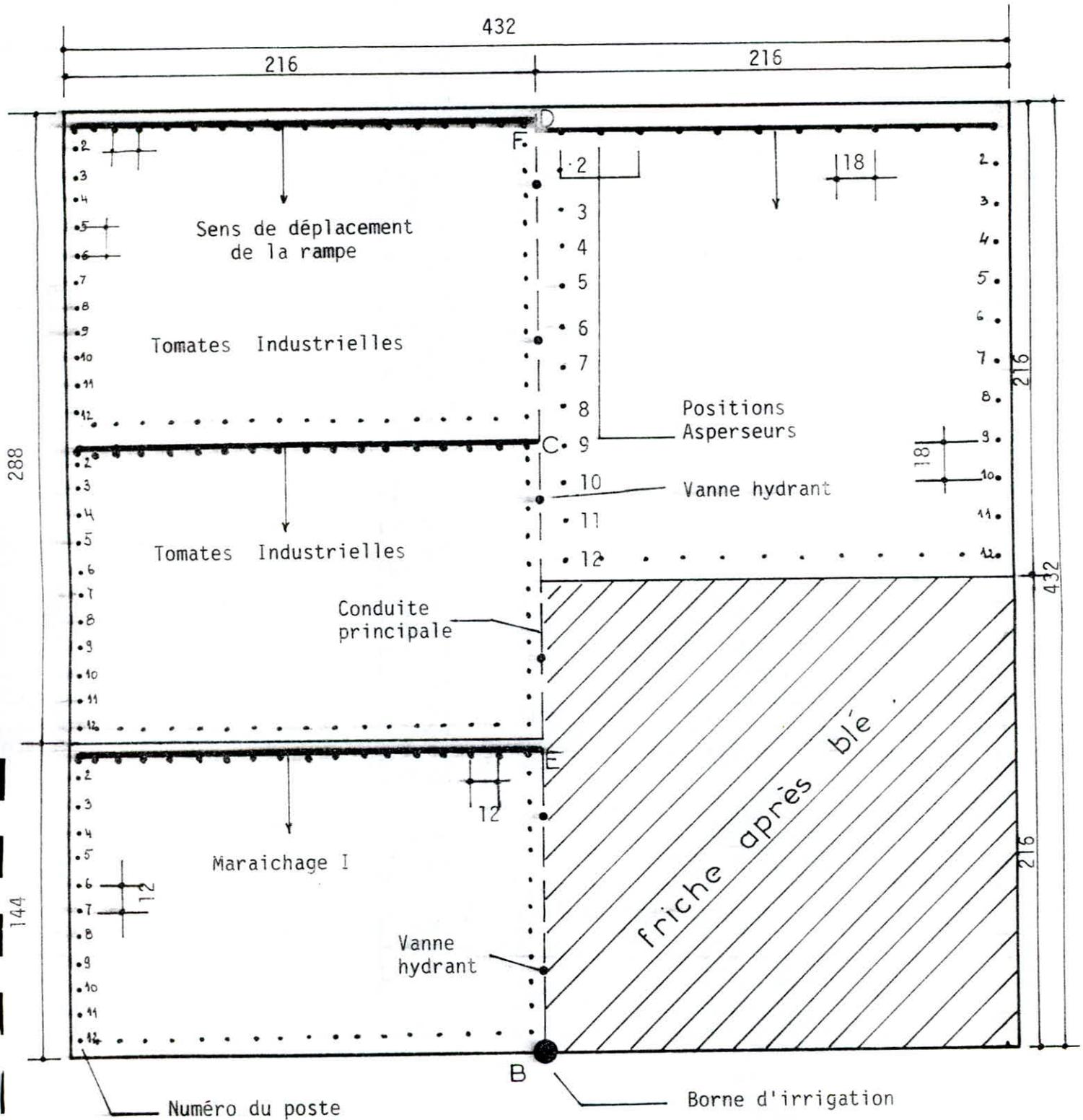
Ci-après, nous retrouverons une représentation de l'ilot-type pour le mois de pointe (juillet), par le détail qui le compose on pourra distinguer les avantages qui le composent en ce qui est de la standardisation d'où la facilité de son insertion.

Il sera suivi d'une disposition générale type, fonction de la pente où la surface desservie par une borne restera l'unique contrainte majeure.

ILOT-TYPE EN ZONE D'ASSOLEMENT

MOIS DE POINTE - JUILLET-

EQUIPEMENT D'IRRIGATION PAR RAMPE DEPLACABLE



* l'unité de mesure est le mètre.

Echelle : 1/2500

C H A P I T R E I I

1. CALCUL DE L'INSTALLATION :

1.1. DONNEES DE BASE :

- Pression à la borne d'irrigation $P_0 = 4$ bars
- Durée maximale journalière d'irrigation $T = 13$ heures
- Pluviométrie admissible maximum retenue pour l'ensemble du périmètre 6 mm/h [étude agro-pédologique d'Ecrement-Seghir 1974].

1.2. DOSE D'ARROSAGE MAXIMALE [Dm] :

Considérée comme un apport théorique à ne jamais atteindre, qui cependant permet le calcul de la dose d'arrosage réelle, elle est exprimée par la formule suivante :

$$D_m = \frac{R F U}{E_a} \quad [\text{mm}]$$

RFU : réserve facilement utilisable,

E_a : efficience à la parcelle, prise égale à 90%

Tableau C.S.1.

CULTURES	R.F.U. [mm]	$D_m = RFU/.9$	PROFONDEUR D'ENRACINEMENT [m.]
Pérennes	71	78.88	1.20
Maraichères	20	22.22	0.20
Industrielles	47	52.22	0.80

Basée sur la culture la plus exigeante, $D_m = 52.22$ [mm] soit 522.2 [m³/ha].

1.3. NOTION DE FREQUENCE D'ARROSAGE :

La fréquence d'arrosage traduit le temps écoulé, en jours, entre deux arrosages consécutifs d'une même parcelle définie telle que :

$$p = \frac{D_m}{D} \quad [\text{jours}]$$

où D_m désigne la dose d'arrosage maximale [m³/ha] et D les besoins journaliers de la culture [m³/ha/j] numériquement on obtient :

$$p = \frac{522.2}{68.54} = 7.65 \quad [\text{jours}]$$

On adopte alors une fréquence de 7 jours à laquelle correspondra une dose réelle d'arrosage D_r pour l'ensemble des cultures assolées :

$$D_r = 68.54 \times 7 = 479.83 \quad [\text{m}^3/\text{ha}]$$

soit $D_r = 48$ [mm]

En admettant un jour de temps mort (vent, repos), l'installation devra être dimensionnée afin d'apporter effectivement 480 [m³/ha] en six (06) jours.

Par suite, ces deux notions de dose et fréquence d'arrosage prévaudront le choix du système.

2. CALCUL DU DEBIT D'EQUIPEMENT :

Celui-ci exprime le débit à utiliser en tête de l'ilot pendant la période d'irrigation, exprimé par :

$$d = \frac{D \cdot P \cdot s}{(P-1) T}$$

[m³/h]

D : débit fictif continu [m³/ha/j]

P : périodicité d'arrosage [J]

S : surface d'ilot-type [ha]

T : durée max. journalière d'arrosage [h]

Le tableau suivant résumera son calcul pour l'assolement et les agrumes

	D [m ³ /ha/J]	P [J]	S [ha]	T [h]	d [m ³ /h]	d [l/s]
Assolement	68.25	7	18.66	18	82.54	23
Agrumes	55.30	10	35.7	18	117.51	33

On remarquera que le module de pointe de 1,23 l/s/ha à la borne en zone d'assolement présente un certain avantage à l'exploitant dans l'organisation de ses irrigations, soit la possibilité de rattraper des retards en ajoutant des rampes supplémentaires.

3. CALCUL ET CHOIX DES SYSTEMES :

En juillet, mois de pointe, l'ilôt-type est caractérisé par la répartition culturelle suivante :

- une sole de tomates industrielles,
- une sole de culture maraîchère,
- une sole de soja,
- une sole en friche après blé.

* Pour la tomate industrielle :

Le nombre de postes nécessaires pour l'arrosage complet en six (06) jours est $N = P.n = 6 n$.

n : nombre de postes par jour,

P : fréquence d'arrosage.

On définit alors par :

$$C = \frac{S}{N} \text{ La surface théorique d'un poste} = \frac{\text{Surface de la sole}}{\text{nombre de postes par arrosage}} \text{ [ha]}$$

$$t = \frac{T}{n} \text{ la durée théorique d'un poste} = \frac{\text{durée max journalière d'arrosage}}{\text{nombre de postes par jour}} \text{ [h]}$$

$$P_{\text{uth}} = \frac{D_r}{10t} \text{ la pluviométrie théorique} = \frac{\text{dose réelle d'arrosage}}{10 \times \text{durée d'un poste}} \text{ [mm/h]}$$

Par suite, sachant que :

$$D_r = 48 \text{ mm}$$

$$T = 18 \text{ h}$$

$$S = 6,22 \text{ ha}$$

on dresse le calcul suivant :

n	N	C	T	P_{uth}	Pluviométrie adm.
1	6	1.036	18	2.66	6
2	12	0.259	9	5.33	6
3	18	0.345	6	8	6

Notons que le même calcul concerne deux rampes en ce qui est de cette sole.

Le caractère de définition étant la pluviométrie, on opte pour une irrigation de 2 postes par jour, avec douze postes par arrosage complet ($P_{\text{uth}} < P_{\text{u adm}}$).

Choix du système :

soient,

E : espacement entre asperseurs [m]

L : largeur de la sole [m]

l : longueur de la sole [m]

$$NAR = \left[\frac{L - E}{E} + 1 \right] : \text{nombre d'asperseurs par rampe}$$

$$NPR = \left[\frac{1 - E}{E} + 1 \right] : \text{nombre de positions de rampes}$$

E [m]	NAR	NPR	NRP	a	Sr [ha]	Si* [ha]	Qs. [m ³ /h]	Puréele [mm/h]	Q [m ³ /h]
12	18	12	1	18	0.259	6.21	28.30	5.46	0.78
18	12	8	1	12	0.388	9.33	-	-	-

* : Surface irriguée par deux rampes.

- NRP : nombre de rampes par poste [unités]
- a : NAR x NPR : nombre d'asperseurs par poste [unités]
- Sr : a . E² . 10⁴ : surface réelle du poste [ha]
- Si : Sr x nombre de postes par irrigation : Surf. irriguée [ha]
- Qs : débit à la sole [m³/h]
- Q : Pu.réelle . E² . 10³ : débit de l'asperseur [m³/h]
- Puréele : pluviomètre réelle = $\frac{d}{10.Sr}$ [mm/h]

On préconise ainsi, un système 12x12 avec deux rampes fonctionnant simultanément, pour une bonne répartition de l'eau d'arrosage.

* Pour le soja :

Pour S = 4,66 [ha], un calcul analogue a celui mené nous conduit à :

n	N	C	t	Puth	Puadm.
1	6	0.77	18	2.66	6
2	12	0.39	9	5.33	6
3	18	0.25	6	8	6

Une irrigation complète par 12 postes à raison de 2 postes par jours s'avère la mieux valoir.

Choix du système

E	NAR	NPR	NRP	a	Sr	Si	Qs	Puréelle	Q
18	12	12	1	12	0.39	4.68	21.20	5.49	1.759
12	18	18	2	36	0.51	6.22	-	-	-
24	9	9	1	9	0.51	6.22	-	-	-

Le système 18x18 est le plus approprié pour la culture, qui, ne nécessite pas une grande uniformité de répartition d'eau d'arrosage.

* Pour le maraîchage :

$$S = 3,11 \text{ [ha]}$$

n	N	C	T	Puth	Puadm
1	6	0.51	18	2.66	6
2	12	0.259	9	5.33	6
3	18	0.177	6	8	6

Conclusion : deux postes par jour, donc douze pour une irrigation complète.

Choix du système :

E	NAR	NPR	NRP	a	Sr	Si	Qs	Puréelle	Q
12	18	12	1	18	0.259	3.11	14.15	5.46	0.78
18	12	8	1	12	0.388	4.66	-	-	-

S'agissant d'une culture fragile, elle nécessite une bonne répartition de l'eau, donc un faible écartement entre asperseurs, ce que le calcul confirme, soit donc un système 12x12 [m].

Cependant, le système radiculaire tant en surface qu'en profondeur n'étant que peu développé ceci oblige à assurer à tout moment des apports d'eau d'irrigation par faibles doses et fréquentes, ce qui nous amène à reconsidérer la fréquence et la dose.

Le tableau suivant en est l'illustration

$N = 4 n$; $S = 3,11$ [ha] $Dr = 20$ [mm] (réf.Tab. CS1)

n	N	S	t	P _{uth}	P _{uadm}
1	4	0.77	18	1.11	6.
2	8	0.38	9	2.22	6.
3	12	0.259	6	3.33	6

Sans impact sur le choix du système, le tableau suivant montre l'intérêt de cette reprise en compte par une utilisation optimale du réseau, de même c'est un résumé concis des calculs précédents.

Culture	Besoins mensuels [mm]	Dose [mm]	Nombre d'apports mensuels	Durée du poste [h]	Nb de postes par jour	Durée de la rotation [J]	Utilisat. mensuelle [J]
Tomate Ind.	203	48.	4.	9	2	6	24
Soja	163	48	4	9	2	6	24
Maraîchage	122	48 20	3 6	9 6	2 3	6 4	18 24
Agrumes	142	71	2	18	1	10	29

Ainsi donc, le débit d'équipement correspondra au fonctionnement simultané de quatre (04) rampes.

3 en dispositif 12x12

1 18x18

* Pour les agrumes :

L'irrigation par aspersion sous frondaison leur a été préconisée.

Par la même méthode analytique on a dressé la dernière ligne du tableau précédent, sachant que :

$$D_m = 788 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$P = 10 \text{ jours et une dimension de } 850 \times 420 [\text{m}] \text{ pour l'ilot}$$

$$D_{\text{réelle}} = 784 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Q \text{ (débit continu)} = 0,6 \text{ l/s/ha.}$$

Soit un poste par jour de 18 heures avec une périodicité de 10 jours, avec un dispositif de 14x14 qui tient compte de l'écartement des arbres. Il est intéressant de remarquer que la dose réelle calculée est supérieure à la R.F.U., c'est pourquoi, nous la ramenons à la dite valeur de 71 mm dans le premier souci d'éviter la percolation, donc des pertes.

Les asperseurs choisis comme base d'équipement auront un débit nominal de 1 l/s fonctionnant sous une pression nominale de 2,5 bars ayant une portée minimale de 10 m et à angle de tir inférieur à 12°.

4. ORGANISATION DES ARROSAGES :

En dispositif 12x12 pour le maraîchage et la tomate, la rotation s'effectue en 4 jours, avec 3 postes par jour de 6 heures chacun. La rampe mobile dotée de 18 asperseurs occupera 12 positions successives - conformément au dimensionnement de l'ilot - sur la sole.

L'ilot comptera 4 rampes en fonctionnement simultané, dont 2 seront disposées dans la sole des tomates et les deux autres dans la parcelle de soja et du maraîchage, fonction implicite de l'écartement des asperseurs, elles auront pour longueurs 210 ou 208 [m] selon le cas.

A la fin de chaque poste, la translation des rampes doit être réalisée en moins de deux heures (12 m pour le maraîchage et la tomate, 18 m pour le soja) ; par suite à la fin des 12 ou 18 postes, les rampes auront parcouru la totalité des parcelles, donc l'ilôt aura été entièrement arrosé.

Le second arrosage est repris, pour la prochaine rotation, au premier poste, le matériel mobile sera ainsi déplacé six fois pour le maraîchage et quatre fois pour la tomate et le soja durant le mois de pointe, réalisant une exploitation du réseau de 24 jours par mois. Les sept jours qui restent constitueront une marge de maintenance, de réparation éventuelle, ou de circonstances climatiques spéciales.

En guise de récapitulation, nous dresserons le tableau suivant relatif à l'ilôt type définissant toutes ses caractéristiques, il comprendra de même celles de la disposition en zone agrume.

5.. PRINCIPAUX PARAMETRES RECAPITULATIFS

N°	CULTURE *		T.I	SOJA	MGE	AGR.
1	Débit nominal de l'asperseur m3/h	m3/h	0.78	1.74	0.78	1
2	Pression nominale asperseur bars	bar	2.5	2.5	2.5	2.5
3	Pluviométrie réelle	mm	5.40	5.38	5.40	3.29
4	Durée d'irrigation par jour	h/j	18	18	18	18
5	Durée du poste	h	9	9	9	18
6	Nombre de postes par jour		2	2	2	1
7	Nombre d'asperseurs par rampe		18	12	18	Vario
8	Nombre de rampes par poste		1x2	1	1	2
9	Nombre d'asperseurs par poste		18x2	12	18	Vario
10	Fréquence d'arrosage	J	6	6	4	10
11	Nombre de postes par arrosage		12x2	12	12	Vario
12	Nombre de positions de rampe		12x2	12	12	Vario
13	Longueur de la rampe	m	210	207	210	Vario
14	Ecartement entre asperseurs	m	12	18	12	14
15	Ecartement entre rampes	m	12	18	12	14
16	Nombre d'asperseurs dans l'ilôt			66		Vario
17	Débit de la rampe	(i)x(9)	14.04x2	20.88	14.04	-
18	Débit d'équipement	m3/h - 1/s $\Sigma (1)x(9)$		63 - 17.5		-

* T.I : tomates industrielles

Mge : maraîchage

Agr : agrumes (cultures pérennes)

Vario : nombre variable fonction de la superficie.

C H A P I T R E I I I

1. CANEVAS HYDRAULIQUE :

1.1. CONTRAINTES EN ZONE D'ASSOLEMENT :

Dans le sens de l'antenne enterrée (longueur), une modification de la distance a pour conséquence la modification du nombre de prises hydrant.

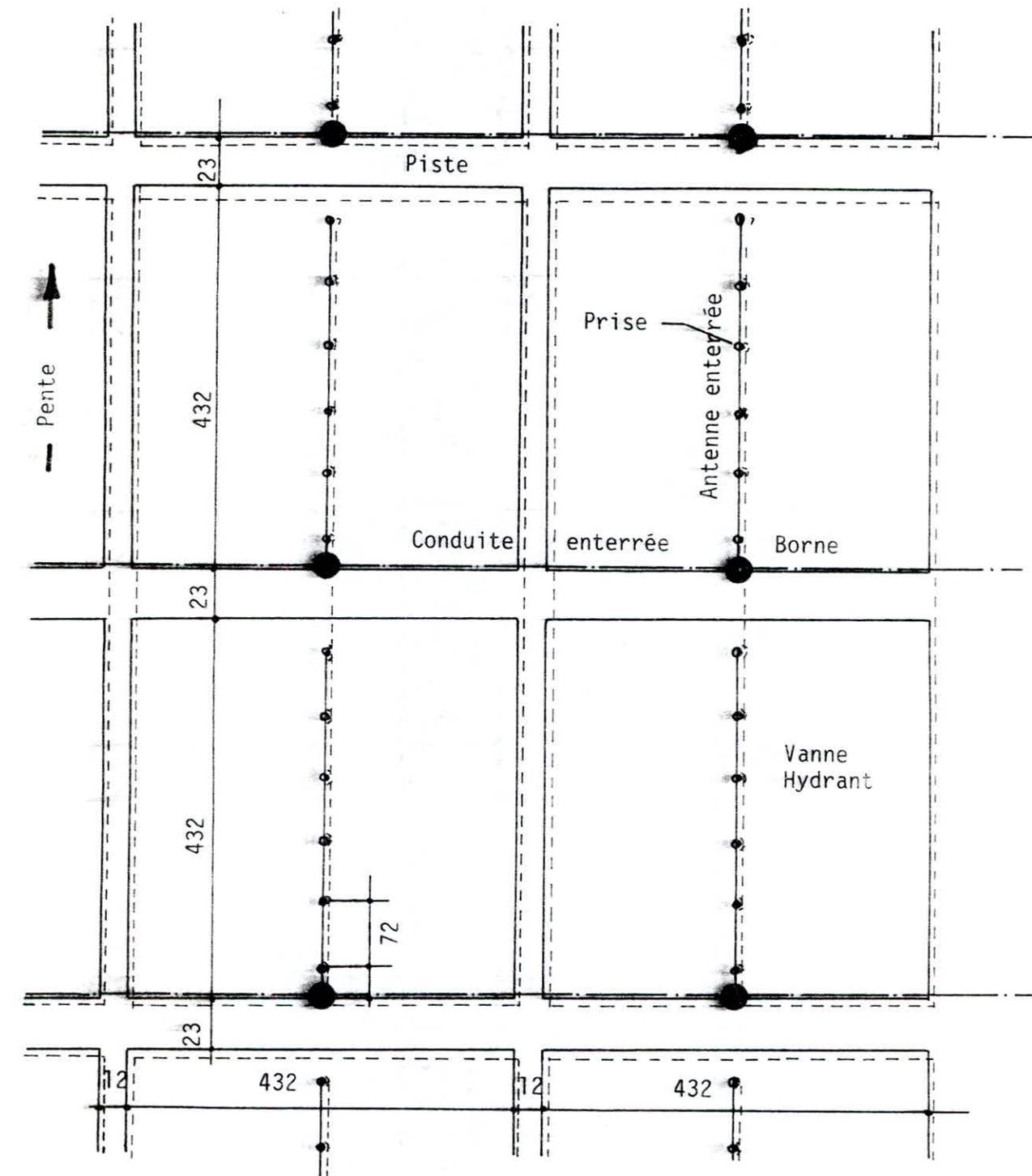
Dans le sens des rampes (largeur), une modification de la distance peut avoir une influence sur le dimensionnement de la rampe conduisant ainsi, quelque soit le cas, à des longueurs de rampes différent d'un îlot à l'autre.

C'est pourquoi, la recherche de la standardisation des rampes déplaçables est souhaitée afin d'en faciliter l'exploitation aussi bien au niveau de l'agriculteur, que de l'organisme gestionnaire, ce qui nous amène à conclure que la largeur la contrainte la plus forte convenant parfaitement aux dimensions de l'ilôt-type.

1.2. CONTRAINTES HYDRAULIQUES :

Un écart de 20% de la pression nominale est toléré pour le bon fonctionnement des asperseurs, soit un écart de 5 mètres de charge entre les asperseurs alimentés sous les charges extrêmes. (2,5 bars à l'asperseur dans ce cas).

DISPOSITION DES ILOTS D'IRRIGATION
EN FONCTION DE LA PENTE
DU TERRAIN NATUREL



— Disposition en faible pente
- - - Disposition en forte pente

Des appareils régulateurs de pression montés avec les bornes d'irrigation ou les vannes hydrant permettront d'assurer cette condition. Lorsque l'on a une pente de terrain, la répartition des pressions est partiellement déterminée par les dénivellées, il serait alors subtile d'utiliser cette pente pour compenser les pertes de charge et améliorer les répartitions des pressions dans le réseau à la parcelle. Il en découle que la disposition de l'antenne enterrée dans le sens de la pente serait favorable ; dans l'hypothèse que la ligne piezométrique dans l'antenne suit le terrain naturel - ceci étant une disposition idéale, certes - les rampes seront alors alimentées sous une pression d'une constance probable, voir ci-contre.

1.3. CONTRAINTES D'AMENAGEMENT :

Celui-ci comprend trois réseaux distincts :

- canalisations, pistes et fossés d'assainissement.

La trame générale doit être établie de manière à obtenir une harmonieuse imbrication de ces réseaux, ces quelques principes ont été établis par ordre de priorité :

- . Eviter les intersections systématiquement des pistes et fossés,
- . Assurer l'accès aux parcelles par le point haut,
- . Eviter les intersections fossés-conduites (risques d'affouillement).

2. DISPOSITION EN ZONE AGRUMES :

Le nombre de contraintes, s'agissant d'une monoculture, agrumes, se trouve réduit :

- Longueur : dans le sens de l'antenne enterrée, celle-ci sera un multiple de 120 ; l'équipement sera d'autant plus économique que la longueur sera importante, cependant cette longueur sera limitée par un critère de surface desservie par l'antenne (soit 60 ha) donc de débit à la borne.
- Largeur : limitée par le dimensionnement de la rampe de surface constituée de conduites de \emptyset extérieur 60, 70 [mm] (les \emptyset supérieurs n'étant que difficilement manipulables sont à exclure), qui est présentée sous forme de rouleaux transportables.

Ainsi, ce sont les conditions hydrauliques qui détermineront la longueur de la rampe. La différence de pression entre asperseurs ne devant pas excéder 20% de la pression nominale, la perte de charge sera répartie a priori de la manière suivante :

- 3 [m] dans la rampe
- 2 [m] dans l'antenne enterrée.

Par suite, nous affirmons envers que la notion d'ilôt-type en zone agrumes n'a aucune signification réelle, toutefois, fonctions de la configuration topographique, on adoptera les dispositions types suivantes :

NB : La détermination des pentes n'a été possible que sur le film du fond topographique de la zone, disponible à l'ANRH.

Pente Nord-Sud > 3 ‰

Disposée dans le sens de la pente, la rampe sera alimentée par le point haut et sa longueur sera d'autant plus grande que la pente sera forte-

Nord-Sud < 3 %

Dans le sens de la pente la longueur est limitée à 420 m et en contre-pente à 196 m.

Est-Ouest

Les antennes polyéthylène sont disposées sur la courbe de niveau, leur longueur est limitée à 420 [m]

En ce qui est des brise-vents, leur disposition entre les rampes est préférée dans la mesure où elle présenterait un intérêt dans le cas d'un labour croisé dont la longueur de travail sera de 420x120 [m]. Des dispositions types fonctions de la pente seront données dans des pages en annexe.

3. PROJET DE RESEAU DE DISTRIBUTION :3.1. POSITION DES BORNES D'IRRIGATION - TRACE DU RESEAU :

La position des bornes, conformément à la disposition type, est fixée par le découpage en îlots résultant du canevas hydraulique.

Le tracé du réseau résulte, lui, du canevas et de l'implantation des bornes, il a été établi sur les bases suivantes :

- linéaire minimum du tracé, toutefois les conduites suivront les emprises,
- intersection minimum entre les réseaux préexistants.

Ainsi, les longueurs des tronçons seront définies et les surfaces des îlots déterminées par planimétrage, et étant donné l'importance du périmètre, nous nous sommes vus contraints de le subdiviser tel que défini sur la carte d'assemblage et légendes en annexe, dans le souci d'être clairs et confrontés aux problèmes réels du terrain au 1/5000.

3.2. SURFACE_DESSERVIE_PAR_LA_BORNE :

Le tableau en annexe donne la surface, calculée au planimètre, desservie par chaque borne, celle-ci nous servira de vérification quant au débit disponible à la borne.

C H A P I T R E I V

1. DIMENSIONNEMENT DES RAMPES ET DES PORTE -RAMPES :1.1. POSITION DU PROBLEME :

Rampes et porte-rampes constituent une importante partie de l'équipement de l'ilot, les premières sont portées par le porte rampe disposé dans le sens de la longueur de l'amont en aval et font avec lui un angle de 90° (ce qui nous rappelle une antenne de télé...). Le système rampe porte-rampe doit donc, être dimensionné à la base d'un **calcul complet de pertes de charge** le long de chacune, valeur qui ne devra pas excéder une valeur limite de 20% de la pression nominale d'un asperseur, caractéristique de l'uniformité de répartition de l'eau dans le système équivalente à 5 m de charge.

1.2. CALCUL DES PERTES DE CHARGE, CALCUL DES RAMPES :

Celui-ci s'appuie sur la méthode de "Christiansen" ayant pour **hypothèse** : uniformément réparties sur la longueur de la rampe les n sorties auront le même débit.

Le coefficient de P.d.c. a pour expression :

$$J = C_1 \cdot \frac{V^m}{D^r} \quad [\text{mm/m}]$$

en introduisant le débit volumétrique $J = C_2 \frac{Q^m}{D^{m+r}}$

C_1 C_2 : coefficients de perte de charge

V : vitesse d'écoulement [m/s]

Q : débit volumétrique [m³/s]

D : diamètre de la conduite [m]

m, r : coefficients fonction du matériau utilisé.

Si la dernière sortie est distante de celle qui la précède de $L = \frac{\text{longueur de rampe}}{\text{nombre de sorties}}$,

entre les deux dernières sorties, sachant que le tronçon véhicule un débit q , aura pour valeur :

$$\Delta h_1 = C_2 L \cdot \frac{q^m}{D^{2m+r}} \quad [\text{m}]$$

Donc, le tronçon comportant les deux dernières sorties apportera un débit $2q$ d'où la perte de charge

$$\Delta h_2 = C_2 L \cdot \frac{(2q)^m}{D^{2m+r}} \quad [\text{m}]$$

On démontre alors par récurrence que pour le premier tronçon

$$\Delta h_n = C_2 \cdot L \cdot \frac{q^m}{D^{2m+r}} \cdot n^m \quad [\text{m}]$$

Pour n tronçons successifs la perte de charge est égale à la somme des pertes de charge partielles, soit

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \Delta h_i$$

soit $\Delta H = (1^m + 2^m + \dots + n^m) L \cdot C_2 \frac{q^m}{D^{2m+r}}$

et sachant que $n \cdot q = Q$ est le débit en tête de la rampe, il s'en suit :

$$\Delta H = \left(\sum_{i=1}^n i^m \right) \cdot C_2 \cdot \frac{L}{n} \cdot \frac{Q^m}{n^m} \cdot \frac{1}{D^{2m+r}}$$

$$\Delta H = \left(\sum_{i=1}^n i^m \right) \frac{1}{n^{m+1}} \cdot C_2 \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{2m+r}}$$

On obtient généralement une bonne approximation de la perte de charge en écrivant :

$$\Delta H = Fc \cdot C_2 \cdot L \cdot \frac{Q^m}{D^{2m+r}}$$

avec
$$Fc = \frac{1}{m+1} + \frac{3n + \sqrt{m-1}}{6n^2}$$

Cependant, comme le premier asperseur porté par la rampe est à une distance égale à la moitié de l'écartement entre arroseurs, le coefficient de correction sera :

$$Fn = \frac{2n Fc - 1}{2n - 1}$$

Pour la commodité de calcul, on utilisera la formule de Scobey, ainsi :

$$J = 2,5087 \cdot 10^{-3} C_s \frac{V^m}{D^r} \quad [\%]$$

où $C_s = 0,43$ est le coefficient de Scobey en $m^{-0,8} s^{1,9}$

$$m = 1,9$$

$$r = 1,1$$

V : la vitesse en m/s et D le diamètre en [m]

ceci pour des pertes de charge linéaires des tubes de 6 m de long à raccordement express en aluminium ou acier galvanisé.

Le calcul donne pour un système 18x18 avec comme données de bas d'entrée dans le logiciel 'nis.bas' annexé dans la disquette

$$Q = 20,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 207 \text{ m.}$$

$$C_1 = 2,5087 \cdot 0,43 \cdot 10^{-3}$$

$$P \text{ asperseur} = 2,5 \text{ bars}$$

D [pouce]	F	ΔH [m]	Pr [m]	Pdc.l [m]	U	V [m/s]
2" 1/2	0,360	5,274	30,274	3	0,174	1,831
2" 3/4	0,360	3,306*	28,306	3	0,116	1,531
3"	0,360	2,158	27,158	3	-	1,272

où D : est le diamètre de la rampe

F : facteur de correction de Christiansen

ΔH : p.d.c. linéaire sur la rampe

Pr : pression à l'entrée de la rampe égale à la pression nominale de l'asperseur additionnée à la perte de charge totale.

Pdc.l: la perte de charge limite dans la rampe.

U : coefficient d'uniformité de distribution de Christiansen

V : vitesse d'écoulement dans la conduite en m/s

De la même manière pour le système 12x12 avec :

$$Q = 14,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$L = 210 \text{ m}$$

$$P \text{ asperseur} = 2,5 \text{ bars}$$

D [Pouce]	F	H [m]	Pr [m]	Pdc.l [m]	U	V [m/s]
2"	0,355	7,391	32,391	3	-	-
2" 1/4	0,355	4,150*	29,150	3	0,142	1,520
2" 1/2	0,355	2,476	27,476	3	0,10	1,231

L'astérisque désigne la valeur de p.d.c. adoptée dans chacun des cas en prévision d'éventuelles fuites susceptibles d'élever la valeur de la p.d.c. à sa valeur limite imposée, ce qui correspond au choix du diamètre.

Notons que les pertes singulières ont été négligées du fait que l'asperseur ne pénètre que peu dans la rampe.

En définitive et pour des raisons pratiques de maintenance, nous n'opterons que pour un seul diamètre de rampe, même si l'option 'diamètres différents' reste plus adaptée économiquement à l'ilot, certes chacun des systèmes doté de son propre diamètre.

1.3. PORTE-RAMPE, DIMENSIONNEMENT :

Le calcul est fait en prenant en considération le poste d'arrosage le plus défavorisé, c'est-à-dire celui pour lequel les débits sont à véhiculer sur les plus grandes longueurs.

Le programme "Pr.Bas" nous en donnera le détail. Nous sommes amenés à utiliser des conduites en amiante-ciment que l'on prendra soin d'enterrer afin de réduire la gêne lors de l'exploitation. La formule de perte de charge est donnée par $J = U \cdot \frac{Q_m}{D^r}$ pour laquelle les coefficients sont déterminés par la rugosité des parois telle que Lechapt et Calmon l'ont définie, soit alors :

$$k = 0,025 \quad U = 1,1 \quad m = 1,84 \quad r = 4,88$$

Par ailleurs, l'intervalle des vitesses sera $I =$

$$[0,4 \div 2,0] \text{ m/s et sachant que } V = 1,30 \text{ m/s}$$

$$P = 4,0 \text{ bars}$$

et que la perte de charge à la borne est estimée à 10 m et la pression à l'entrée de la rampe $P_r = 28,306 \text{ m}$, on obtient le tableau suivant

Tronçon	L [m]	Q [m ³ /h]	D [mm]	V [m/s]	Pdc.l [m]	ΔH [m]
BE	138	63.00	200	0,557	2	0,228
EC	150	48.96	150	0,769	2	0,636
CF	135	34.92	125	0,790	2	0,748
FD	3	14.04	100	0,496	2	0,009

Rappelons toutefois, que la désignation des tronçons a été établie sur le schéma de l'ilot-type.

L : désigne la longueur du tronçon,

Q : le débit y transitant,

D : le diamètre nominal normalisé,

V : la vitesse d'écoulement,

Pdc.l : la perte de charge limite.

D'où la perte de charge totale au porte-rampe serait de 1,621 mètres, inférieure à la P.d.c. limite, ce qui nous assure l'uniformité de l'écoulement avec une pression à la borne de 39,927 m à la vérification.

C H A P I T R E V

DETERMINATION DES DEBITS DE TRANSIT
METHODE DE CLEMENT1. GENERALITES :

La méthode consiste à trouver par un calcul probabiliste le débit de pointe qui risque d'être enregistré sur les diverses branches du réseau. Celui-ci dépend de facteurs variés, souvent imprécis et souvent même résultants d'un hasard. C'est en particulier l'influence de ces facteurs aléatoires qui justifie l'utilisation du calcul probabiliste.

En effet, le débit correspondant à l'alimentation simultanée de toutes les prises représente une éventualité tellement faible qu'il n'est pas question de calculer le réseau pour véhiculer une telle quantité d'eau pour des raisons évidentes d'économie sur les diamètres des conduites.

2. EXPOSE DE LA METHODE :

S'agissant d'un réseau d'irrigation à la demande, le débit d'une prise est disponible à toute heure, par ailleurs la méthode suppose que le réseau comprend n prises de même classe de débit, distribuées sur une superficie arrosée annuellement.

Si d est le débit d'une prise, $n.d$ sera le débit maximum maximum du tronçon dont la probabilité est très faible et D le débit fictif continu moyen, le problème serait alors de déterminer entre ces deux valeurs, le débit à prendre en compte, dans l'hypothèse d'un fonctionnement d'une durée $T = 24$ heures/jour.

Cependant, il serait plus rationnel de considérer que le réseau n'est utilisé que pendant une fraction T' du temps T où $r = \frac{T'}{T}$ serait le coefficient d'utilisation du réseau.

Dès lors, Clement admet que les prises sont indépendantes et que leur ouverture obéit à un processus aléatoire, la fréquence ou probabilité d'ouverture d'une prise étant P et la probabilité contraire $q = 1-P$, avec

$$p = \frac{\text{Temps d'ouverture de la prise,}}{\text{durée d'une journée d'irrigation}}$$

Le problème posé alors est le suivant : sur les n prises alimentées par une canalisation quelle est la probabilité pour que x prises, au plus, soient ouvertes simultanément. Si les prises ne sont pas individualisées et si la probabilité élémentaire d'ouverture d'une prise est p , la probabilité d'ouverture simultanée d'un nombre x de prises sur les n que comporte la population est donnée par la loi binomiale

$$P(X = x) = C_n^x \cdot p^x \cdot q^{n-x}$$

$$\text{avec } C_n^x = \frac{n!}{x! (n-x)!}$$

Il vient alors qu'en vertu du théorème des probabilités totales, la probabilité pour qu'il y ait au plus x bornes simultanément ouvertes s'écrit :

$$P(X < x) = \sum_{i=0}^x C_n^i \cdot p^i \cdot q^{n-i}$$

soit $P(0 < X < x) = P(X = 1) + \dots + P(X = x)$

Néanmoins, dès que le réseau est de l'ordre de quelques dizaines d'hectares, le recours à la loi normale est nécessaire. La formule de Stirling :

$$n! = n^n \cdot \sqrt{2\pi n} \cdot e^{-n}$$

permet de démontrer que pour n suffisamment grand ($n > 30$) et P pas trop petit, la loi de probabilité définie à partir de la loi binomiale peut-être assimilée à une loi normale dont la densité de probabilité est :

$$h(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi npq}} e^{-\frac{1}{2} \left\{ \frac{x - np}{\sqrt{npq}} \right\}^2}$$

dont l'espérance mathématique est $E(X) = np$ et l'écart-type $\sigma(x)$. Le passage à la normale centrée réduite $N(0,1)$ se fait par le changement de variable :

$$y = \frac{x - np}{\sqrt{npq}}$$

de la même manière que précédemment, on établit que :

$$P(X < x) = P(y < y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{y = -\frac{np}{\sqrt{npq}}}^{y = \frac{x - np}{\sqrt{npq}}} e^{-y^2/2} dy$$

La primitive de cette fonction n'existant pas on utilise la table de valeurs de

$$\Phi(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{y = -\infty}^{y = y} e^{-y^2/2} dy$$

On a alors :

$$P(X < x) = P(Y < y) = \Phi \left\{ \frac{x - np}{\sqrt{npq}} \right\} = 1 - \Phi \left\{ \frac{-np}{\sqrt{npq}} \right\}$$

la table ne donnant que les valeurs de Φ que pour les valeurs positives de y , pour avoir $\Phi \left\{ \frac{-np}{\sqrt{npq}} \right\}$ on fait :

$$\Phi \left\{ \frac{-np}{\sqrt{npq}} \right\} = 1 - \Phi \left\{ \frac{np}{\sqrt{npq}} \right\}$$

Clement pose alors :

$$\mu = \frac{x - np}{\sqrt{npq}}$$

d'où $P(X < x) = \Phi(\mu) + \Phi \left\{ \frac{np}{\sqrt{npq}} \right\} - 1$

alors $P(X < x) = F(\mu) = F \left\{ \frac{x - np}{\sqrt{npq}} \right\}$

Si l'on fixe $P(X < x)$ la table permet d'en déduire μ , on a alors :

$$x = np + \mu \sqrt{npq}$$

D'autre part $\Phi \left\{ \frac{np}{\sqrt{npq}} \right\}$ est presque toujours égal à l'unité et on peut écrire :

$$P(X < x) = \Phi(\mu)$$

De là, Clement énonce : si d est le débit d'une prise, le débit à véhiculer par le tronçon considéré est :

$$M = x.d = npd + \mu d \sqrt{npq}$$

p est un paramètre qui reflète la qualité de fonctionnement, généralement pris égal à 1,645 ce qui correspond à une probabilité de bon fonctionnement de 95 %.

Certes, la méthode de Clement reste applicable lorsque la population des prises est de classes différentes. On applique celle-ci à chacune des familles de prises correspondantes aux diverses classes.

Toujours est-il que le produit de convolution de plusieurs variables aléatoires indépendantes suivant chacune une loi normale, est une loi normale dont l'espérance mathématique est égale à la somme des espérances et la variance à la somme des variances, soient :

$$E(\sum X_i) = \sum E(X_i)$$

$$V(\sum X_i) = \sum V(X_i)$$

ce qui revient à énoncer pour la loi de Clement :

$$M = \sum_i n_i p_i d_i + \mu \sqrt{\sum_i n_i p_i q_i d_i^2}$$

Quant à l'application de la méthode, l'appréciation en est laissée à son utilisateur, les configurations seront nombreuses.

En ce qui concerne notre réseau, nous avons opté pour une configuration extrême et qui est de choisir les x bornes parmi les plus hautes et les plus éloignées.

3. CALCUL DES DEBITS A VEHICULER DANS LES DIFFERENTS TRONCONS

La note de calcul figure dans l'annexe, le débit en tête du réseau dénotée X, tenant compte du coefficient d'utilisation du réseau est $Q = 2720$ l/s.

Et étant donné l'importance du réseau, nous avons restreint l'étude détaillée désormais à la branche Æ telle que celle-ci figure sur le plan du réseau ; de même quant au calcul d'optimisation (Planche 4).

C H A P I T R E V I
OPTIMISATION DU RESEAU RAMIFIE
METHODE DISCONTINUE DE LABYE

1. DONNEES DU PROBLEME :

Une fois fixés les débits véhiculés dans chacun des tronçons du réseau, l'optimisation a pour objet de déterminer les diamètres des conduites et les côtes de réservoir qui minimisent les coûts de premier établissement et d'entretien.

Cette optimisation s'appuie sur les éléments et hypothèses suivants réunis :

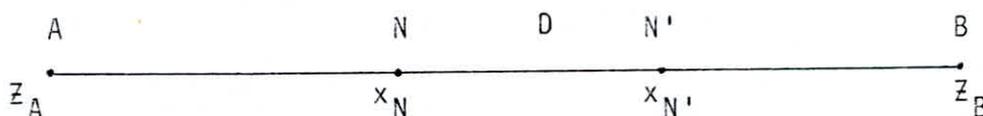
- . Configuration du réseau avec longueurs et débits de chaque tronçon,
- . Condition de côte piézométrique à assurer sur les bornes les plus défavorisées,
- . Condition de vitesses limites minimales et maximales à respecter dans les conduites, on fixe un intervalle allant de 0,5 à 2,0 m/s.
- . Choix d'une série de canalisations avec bordereau de prix, faisant apparaître le prix du mètre linéaire de tuyau posé, comprenant toutes fournitures, équipements complémentaires et suggestions de pose. Un bordereau complet figure en annexe.

2. EXPOSE DE LA METHODE :

Soit sur un réseau quelconque, un tronçon de conduite AB de longueur L. Pour le débit Q, les cotes piézométriques sont Z_A et Z_B aux extrémités du tronçon. La perte de charge est :

$$H = Z_A - Z_B$$

Imaginons que le tronçon soit composé de n conduites de diamètres différents appartenant à une même série de construction :



Supposons H invariant et admettons $n > 2$, il existe alors au moins deux points sur le tronçon où l'on change de diamètre.

Si l'on augmente par exemple la longueur d'un gros diamètre en déplaçant N, on peut augmenter parallèlement celle d'un très petit diamètre au détriment d'un diamètre moyen en déplaçant N' d'une longueur telle que la perte de charge reste inchangée.

Le déplacement de N' est lié au mouvement arbitraire de N par le fait que H reste constant. La perte de charge H et le prix P du tronçon sont donc des fonctions linéaires de x_N et $x'_{N'}$ lorsque H est constant. Dans ce dernier cas on peut écrire :

$$P = \alpha x_N + b$$

où α et b seront des coefficients dépendant uniquement des caractéristiques (pertes de charge unitaire J et prix) des canalisations dont les longueurs vont varier par suite du déplacement

de N et par voie de conséquence de N' , avec :

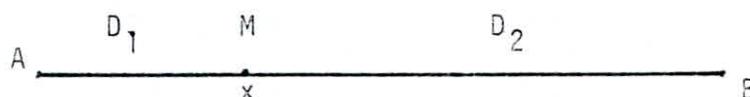
$$H = \sum (x_{i+1} - x_i) J_i$$

$$P = \sum (x_{i+1} - x_i) P_i$$

et $x_{N'} = F(x_{N'})$ pour H constant.

Ainsi, on peut déplacer N de manière à faire diminuer P , le prix. Le sens du déplacement dépend du signe du coefficient directeur α . Le changement de signe établit un nouveau coefficient α' de telle façon que P continue à diminuer.

De n canalisations, on est donc passé à $(n-1)$. En continuant de déplacer N , il arrivera un moment où il ne restera sur le tronçon que deux canalisations de diamètres différents (N et N' se confondent). Ceci, établit qu'à toute répartition de $n > 2$ canalisations de diamètres différents sur un tronçon et telle que H soit donnée, on peut associer au plus une répartition d'au plus 2 canalisations et dont le prix ne soit pas supérieur.



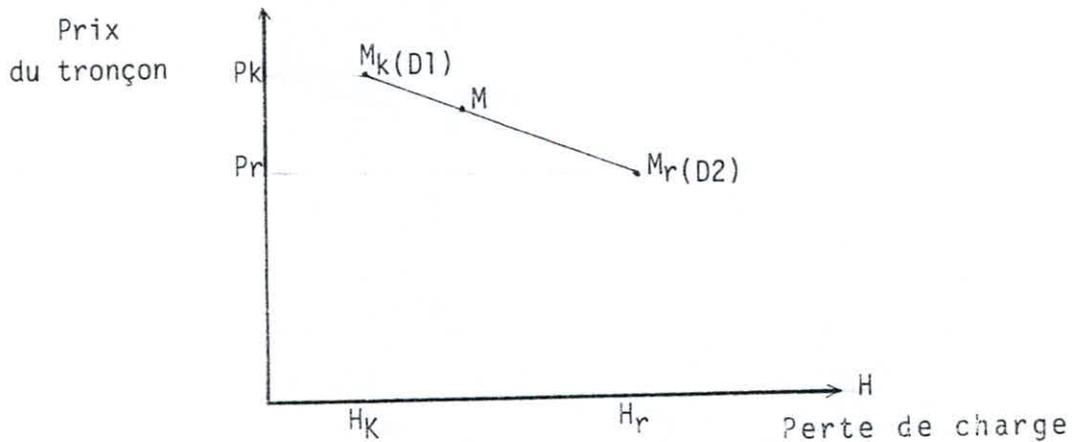
Si L est la longueur du tronçon portant les deux diamètres D_1 et D_2 et que l'on fait varier l'abscisse x du point de raccordement, H et P varient linéairement avec x , donc P varie linéairement avec H . La fonction $P(H)$ est donc représentée par un segment de droite ayant pour extrêmes les points :

$$M_k \text{ de coordonnées } H_k = J_k(Q).L \text{ et } P_k = P_k.L$$

$$M_r \quad \quad \quad H_r = J_r(Q).L \text{ et } P_r = P_r.L$$

M_k correspondrait au cas où le tronçon serait constitué d'un diamètre unique D_1 ; même raisonnement M_r donc D_2 .

La fonction $P(H)$ du prix minimal se traduit par la fonction de M_k et M_r .



On peut écrire alors :
$$\frac{\Delta P}{\Delta H} = \frac{P_r - P_k}{H_k - H_r}$$

Si L_1 est la longueur de D_1

L_2 D_2

alors
$$L_1 = L \cdot \frac{M M_r}{M_k M_r} \quad \text{et} \quad L_2 = L \cdot \frac{M_k M}{M_k M_r}$$

On remarquera que le contour polygonal pour un tronçon tourne toujours sa concavité vers les ordonnées positives.

Cas de deux tronçons en série :

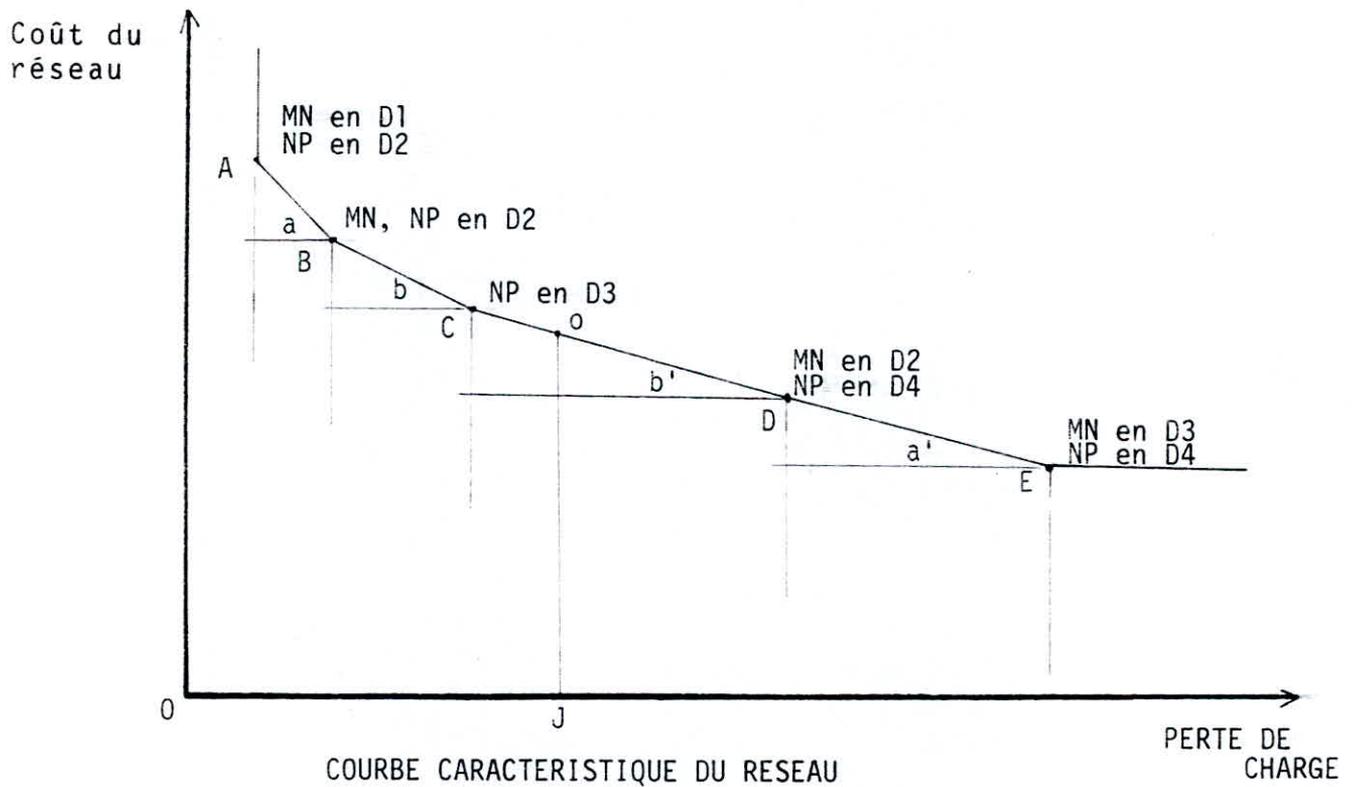
Soit une canalisation composée de deux tronçons de longueurs L et L' portant les débits Q et Q' .

Admettons que pour le tronçon MN (L) les diamètres possibles soient D_1 , D_2 , D_3 et pour NP (L'), D_2 , D_3 , D_4 .

Pour chaque tronçon, le calcul des pertes de charge et des coûts relatifs à chacun des diamètres possibles permet de tracer la courbe caractéristique. On calcule pour chacune de ces deux courbes les pentes des segments successifs soit respectivement pour chacun des tronçons a , b et a' , b' .

Les deux extrémités sont données telle que l'origine corresponde au diamètre le plus gros dans les deux tronçons, et l'extrémité s'obtient en considérant le segment de plus grande pente, soit a.

Pour placer le point C, on considère le segment suivant. Soit la pente b et on porte les écarts ΔP et ΔH qui y correspondent, et de même les points D et E, comme le montre la figure suivante :



Le point O situé sur CD détermine la courbe caractéristique du tronçon NP. Pour avoir le diamètre de MN on remonte la courbe à gauche du point O jusqu'à obtenir un segment relatif au tronçon. Le diamètre est celui qui correspond au premier point du segment.

Cette méthode se généralise à n tronçons et n diamètres en série, dans le cas d'une ramification on ramène le problème à un réseau en série par composition des courbes caractéristiques.

3. CALCUL D'OPTIMISATION

Le calcul figure en annexe sous forme de tableaux, il est relatif à la branche Æ du réseau ramifié.

P_c : investissements en conduites
 P_{sp} : investissements en station de pompage
 P_{el} : dépenses en énergie électrique
 P_m : dépenses d'entretien et maintenance.

Le coût total aura pour valeur :

$$CT = P_c + P_{sp} + P_{el} + P_m$$

2.1. INVESTISSEMENTS EN CONDUITES

Ils englobent les dépenses classiques de terrassement D_t , de fourniture, transport et pose DF_p , des pièces spéciales D_{ps} estimées à 20 % de DF_p , les dépenses en génie civil : 5 % de l'ensemble des dépenses citées, soit 5 % D_g .

Il s'ensuit que les dépenses primaires en conduites auront pour valeur $D_c = 1,05 D_t + 1,26 DF_p$, auxquelles s'ajoutent les frais d'entretien annuels, estimés à 1 % de D_c , soit

$E = D_c/100$, la durée de vie des conduites étant de 30 ans il est d'intérêt de définir les charges d'entretien pour l'année n , ce qui introduit la valeur de n annuités ($n =$ entier naturel) :

$$C_n = \sum_{p=1}^n C_p$$

où C_p désigne la valeur actuelle d'une annuité à l'année p , d'où

$$C_n = \sum_{p=1}^n \frac{1}{(1+i)^p}$$

Pour $n = 30$ et $i = 7\%$, la charge d'entretien totale

$$\begin{aligned}
 E_n &= C_n \cdot D_c \cdot 10^{-2} \\
 &= 12,40 D_c \cdot 10^{-2}
 \end{aligned}$$

Les dépenses globales en conduites auront alors pour valeur :

$$Pc = Dc + En = Dc + 0,124 Dc$$

d'où :

$$Pc = 1,1802 Dt + 1,41624 Dfp$$

avec Dt : frais des terrassements

DFp : frais de fourniture, transport et pose.

2.2. INVESTISSEMENTS EN STATION DE POMPAGE

Ils comportent les dépenses initiales Dpi tenant compte de la puissance installée, telle que $Dpi = A.N$

A : prix unitaire du kw DA

$N = \frac{\rho g Q HMT}{\eta}$ la puissance installée kw

ρg : poids volumique de l'eau $N.m^{-3}$

HMT : la hauteur manométrique m

η : rendement moyen de la station %

Les dépenses en génie civil DGC sont estimées au tiers des dépenses initiales auxquelles s'ajouteront les charges d'entretien annuelles, évaluées à 0,5 % des dépenses en génie civil ; cependant, il est à remarquer que l'entretien s'échelonne sur plusieurs années, la valeur actualisée aura donc pour expression :

$$DEG = 0,005. Cn. DGC$$

où C_n est la valeur des n annuités
pour une durée de vie du génie civil de la station de 30 ans
et un taux d'actualisation $i = 7 \%$, $C_n = 12,40$

alors

$$DEG = 0,062.DGC = \frac{0,062}{3} Dpi$$

Par la suite viennent s'ajouter les dépenses en équipements électromécaniques Dem qui sont de l'ordre de $2/3.Dpi$ et d'une charge d'entretien annuelle de $2,5 \%$ des frais d'investissement en ces équipements.

Echelonnée sur 10 ans, durée de vie des équipements, avec $i = 7 \%$, la valeur de l'annuité $C_n = 7,02$. L'entretien des équipements sera donc :

$$EEM = 0,016.C_n.Dpi$$

de là, on peut arrêter le coût total de l'entretien

$$P_m = EEM + DEG$$

soit $P_m = 0,1376 Dpi$

On devra prendre en considération le renouvellement de l'équipement électromécanique par la même occasion, qui concerne les $2/3$ de la station de pompage.

Ainsi, tenant compte des durées de vie des installations et des équipements, on a :

$$C_{n1} = \frac{1}{(1+i)^{10}} \text{ et } C_{n2} = \frac{1}{(1+i)^{30}}$$

Le coût du renouvellement serait alors :

$$C_r = I_r.C_{n1} + E_r.C_{n2}$$

Avec I_r et E_r les coûts de renouvellement respectifs des installations et des équipements électromécaniques.

Par suite, dans l'hypothèse que $E_r = I_r$ et $2I_r = D_{pi}$, le coût de renouvellement serait :

$$C_r = 0,639.2/3.D_{pi}$$

En définitive, le coût global de la station de mise en pression serait :

$$P_{sp} = D_{pi} + C_r$$

ou encore :

$$P_{sp} = 1,426 D_{pi}$$

2.3. DEPENSES EN ENERGIE ELECTRIQUE

Elles sont données par la formule suivante :

$$P_{el} = N.B.Ti.C_n$$

N : puissance installée kw

B : prix du kw - heure 0,19 DA

C_n : valeur actuelle de l'annuité

$$= \sum_{P=1}^n C_p \quad 12,40$$

n : durée de vie des appareils électriques 30 ans

Ti : temps de pompage annuel 7 300 heures

d'où $P_{el} = 17198,8.N.$

3. COUT GLOBAL

A titre de récapitulation, le coût total du réseau s'exprimerait par :

$$CT = 1,1802 Dt + 1,41624 DF_p + 1,5636 D_{pi} + 17198,8.N$$

Néanmoins, rappelons que par la méthode de Labye, les diamètres retenus sont les plus économiques, c'est ce qui fait l'unicité de la variante du calcul économique-financier que l'on retrouvera en annexe.

4. TRACE DU PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE

Caractérisé par un minimum de points haut, le profil en long doit être régulier, on retrouvera sa référence sur la liste des annexes - le calcul des conduites est basé sur la méthode de Labye.

C H A P I T R E V I I I

A P P A R E I L L A G E D ' E Q U I P E M E N T D U R E S E A U

Dans le cadre d'un aménagement de réseau de distribution d'eau sous pression, on retrouvera les quatre formes d'appareillage suivantes :

1. VANNES DE SECTIONNEMENT

Nécessaires pour une exploitation rationnelle, elles permettent d'isoler une partie du réseau pour une intervention sans entraver le fonctionnement général.

Pour des raisons d'exploitation et facilité de fermeture on a choisi des vannes papillons pour les \emptyset de vannes supérieurs ou égaux à 250 mm. On les disposera au début des antennes comportant dix bornes au minimum et en amont des conduites se piquant sur des conduites en béton ($\emptyset > 500$ mm), un dispositif adéquat permettra leur démontage sans toucher aux conduites adjacentes ni aux ouvrages de génie-civil.

Une autre vanne-papillon à fermeture automatique par détection de survitesse associée à des by-pass de remplissage et clapets de rentrée d'air est à prévoir pour l'ouvrage de régulation.

2. VENTOUSES

Placées aux points hauts du réseau, elles auront pour fonction d'évacuer les poches d'air. On placera systématiquement une ventouse, sinon plusieurs, entre deux vannes, en particulier aux points hauts.

Leur choix est fonction du diamètre des conduites. On en a adopté quatre types: 80, 100, 150 et 200.

3. SOUPAPES DE DECHARGE ANTI-BELIER

Leur fonction : écrêter les surpressions accidentelles importantes. En conséquence, chaque vanne sera dotée d'une soupape. On en disposera de même sur les conduites de grande longueur (cas de la zone Agrumes). Ces soupapes ont pour caractéristiques :

- le débit à évacuer
- la pression d'étanchéité.

Le débit à évacuer

Il est donné par la formule suivante :

$$Q_e = f \cdot Q_c \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

où

Q_e : est le débit à évacuer par la soupape

Q_c : débit de projet dans la conduite

f : une fraction de débit.

La table suivante nous donne les différentes valeurs de f :

$\emptyset < 150$	$200 \leq \emptyset \leq 300$	$350 \leq \emptyset \leq 600$	$700 \leq \emptyset \leq 1000$	$\emptyset \geq 1100$	
f	1	1/2	1/4	1/5	1/6

cependant, une condition de fonctionnement est à imposer à la soupape

$$Q_s > 0.8 Q_e \quad [m^3/s]$$

où

Q_s est le débit évacué par la soupape.

Traduite en diamètre, cette condition permet de fixer le diamètre de la buse de la soupape, ceci nous permet de dresser le tableau pour les tranches de diamètre de canalisation suivantes :

\emptyset conduite [mm]	\emptyset buse anti-bélier [mm]
100 - 500	50
500 - 800	80
900 - 1400	125
1400 - 1700	200

La pression d'étanchéité

Cette pression définie (P_c) doit être supérieure ou égale à la pression de réglage (P_r), soit

$$P_c \geq P_r \quad [m] \text{ ou } [bars]$$

(P_r) est la pression souhaitée pour l'ouverture de la soupape ; elle doit approcher au mieux la pression statique (P_s) s'établissant en un point confondu avec l'anti-bélier :

$$P_r = P_s + c \quad [m]$$

où c est la colonne d'eau tenant compte de la côte du terrain et de la précision de réglage.

Dans notre cas, la bride des soupapes anti-bélier est à un niveau sensiblement identique à celui du terrain naturel, c'est pourquoi la valeur de c a été estimée à 4 mètres.

4. BORNES D'IRRIGATION

Ce sont les organes permettant la distribution de l'eau au niveau des parcelles. Elles ont pour rôle d'assurer les fonctions suivantes :

- en raison du vannage fréquent, l'organe de fermeture doit être progressif, afin d'éviter les coups de béliers, et résistant aux nombreuses manoeuvres,
- comptage des volumes
- contrôle des débit et pression délivrés à l'aval.

Les différents types de bornes proposés sont justifiés par la surface desservie, donc le débit, et l'existence d'une antenne enterrée. On trouvera en annexe une coupe figurant les différentes parties chargées d'assurer les différentes fonctions citées.

C H A P I T R E I X

STATION DE POMPAGE - RESERVOIR DE REGULATION

1. GENERALITES

Situé en zone haute du périmètre, le secteur sud sera alimenté par pompage ; la station de Mouzaïa située en rive droite du Bou-Roumi.

A celle-ci sera associé un réservoir au sol situé en contre-haut et alimenté par une conduite de refoulement-distribution.

Le rôle principal de ce volume ainsi stocké est d'assurer la régulation de la station de pompage par asservissement de niveau, pour répondre à la demande du réseau aval. En outre, ce stockage devra permettre de pallier aux inconvénients inhérents aux coupures d'énergie, tels :

- pour les coupures de durée inférieure à 15s. (faibles) le volume maintiendra dans le réseau une pression suffisante pour éviter les cavitations lors de la reprise de pompage,
- pour les coupures de longue durée, il permettra de passer du débit nominal à un débit nul avec un taux de variation $\Delta Q/\Delta T$ limitant la dépression.

C O N C L U S I O N

Une étude agro-pédologique récemment achevée par l'ANRH réalisée au 1/20000 pourrait apporter quelques précisions quant à la nature des sols déjà prospectés au 1/50000, ce qui préciserait dans une certaine mesure la carte d'aptitudes culturales.

Nous avons pris en considération ce facteur non-élémentaire dans notre dimensionnement. L'ilot conservera alors ses dimensions, les conduites leurs longueurs et les bornes leurs caractéristiques, les éventuels changements ne porteraient sinon que sur l'administration de l'eau.

De ce fait, notre réseau a été conçu pour satisfaire le débit d'équipement maximum.

B I B L I O G R A P H I E

BIBLIOGRAPHIE

- Besoins en eau des cultures FAO 24
- Catalogues commerciaux Rain-Bird - Irrifrance
- Détermination des besoins en eau des cultures Arrighi De Casanova
- Etude agro-pédologique de la Mitidja Ouest Ecrement-Seghir 71 (ANRH)
- Hydraulique générale Carlier
- Irrigation et drainage du moyen Chélif Energoprojet
- Irrigation par aspersion R. Clément/A. Galand
- Irrigation Ollier-Poirée
- Irrigation du secteur Bounamoussa (PFE) Benziada-Benyamina
- Les sols irrigables JH. Durand
- Larousse Agricole JM. Clément
- Mémento des Pdc Idel'cik
- Monographie n° 65 de la météo nationale Brochet-Gerbier
- Pratique de l'irrigation par aspersion FAO
- Technique de l'irrigation et gestion des eaux FAO 0410
- Traité pratique de l'irrigation sous pression Fayen-Leliart-Badji
- Techniques de l'ingénieur C. Monteil

*Nos remerciements les plus sincères s'adressent à
tous ceux qui nous ont aidés à mener à terme ce projet.*

A nos femmes ...

PROJET DE FIN D'ETUDES

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT
D'UN RESEAU D'IRRIGATION PAR ASPERSION
MITIDJA-OUEST SECTEUR-SUD**

Annexes de Calcul

PROJET DE FIN D'ETUDES

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT
D'UN RESEAU D'IRRIGATION PAR ASPERSION
MITIDJA-OUEST SECTEUR-SUD

Annexes de Calcul

NOTES DE CALCUL

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
1 - Données physiques et facteurs climatiques	1
2 - Coefficients culturaux	2
3 - Besoins en eau moyens mensuels	3
4 - Besoins en eau par hectare physique	4
5 - Détermination de l'apport nécessaire en eau	5
6 - Disposition générale en zone agrumes.NS pente $> 3\text{‰}$	6
7 - Disposition NS, pente $< 3\text{‰}$	7
8 - Disposition Est - Ouest	8
9 - Surface desservie par la borne	9
10 - Longueur des tronçons	10
11 - Côtes du terrain (N.G.A.)	11
12 - Méthode de Clément-Débits transités	12
13 - Bordereau des prix	13
14 - Méthode de Labye - caractéristiques des tronçons	14 - 21
15 - Paramètres de la caractéristique du réseau	22 - 25
16 - Caractéristiques des pompes	26
17 - Principales caractéristiques du réseau d'irrigation	27
18 - Calcul économique-financier du réseau	28

LISTE DES PLANCHES

Plan de situation	1
Carte d'aptitude culturelle	2
Plan d'assemblage et d'ensemble	3
Plan topographique - Tracé du réseau	
	4 - B3
	5 - B4
	6 - A4
	7 - B1
	8 - B2
Tracé du réseau ramifié	9
Profil en long	
Refoulement	10
Adduction	10 bis
Borne et Asperseur	11

DONNEES PHYSIQUES, FACTEURS CLIMATIQUES

MOIS	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	TOTAL
Précipitation moyenne (mm)	45	81	119	135	134	95	102	86	77	30	3	8	915
Humidité relative (%)	61	69	70	75	75	71	70	68	65	58	58	61	
Insolation théorique N (h/mois)	373	350	307	301	310	306	371	393	438	438	445	420	
Insolation réelle n (h/mois)	274	203	158	147	143	171	220	228	299	296	352	329	
Insolation relative n/N (%)	0.73	0.58	0.51	0.48	0.46	0.55	0.59	0.58	0.68	0.67	0.79	0.78	
Nébulosité en (dixième)	4.2	4.0	4.7	5.3	5.7	5.2	5.9	5.0	5.6	4.3	2.7	2.3	4.6 myn
STATION EL-AFFROUN - PLAINE MITIDJA - ALTITUDE STATION 92 (m)													
Jours de gel	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CULTURE	COEFFICIENTS CULTURAUX											
Blé	.4	.6	.8	.9	.9	.4				↓	.2	.4
Pommes .t.								.6	.7	.7	1.0	.7
Soja				.2	.5	.7	.8	.7				
Tomates Ind.				.6	.8	.8	1	.8	.4			
Fourrage d'hiv.	.5										.85	1.05
Betterave Suc.	.8	.8	.8	.8	.6					↓	.4	.6
Maraîchage I			.4	.5	.6	.7	.6	.5				
Maraîchage II	.5	.5						.6	.5	.6	.7	.6
Arbres fruit.	.6	.6	.65	.65	.65	.7	.7	.7	.7	.7	.65	.65
↓ : Mise en place de la culture (semis)												

BESOINS EN EAU MOYENS MENSUELS DES SPECULATIONS RETENUES (MM)

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
ETP Blanney-C (mm)	90	93	120	138	167	183	203	194	161	134	103	92	1678
Blé kc	0.4	.6	.8	.9	.9	.4				-	.2	.4	
Blé B.mens	36	56	96	124	150	73					21	37	593
P.terre kc								.6	.7	.7	.1	.7	
P.terre B.mens								116	113	94	103	64	490
Soja kc				.2	.5	.7	.8	.7					
Soja B.mens				28	83	128	163	136					538
Tomates Ind. kc				.6	.8	.8	.1	.8	.4				
Tomates Ind. B.mens				83	134	146	203	155	64				785
Fourrage d'hiver kc	.5										.85	1.05	
Fourrage d'hiver B.mens	45										87	97	229
Betterave suc. kc	.8	.8	.8	.8	.6					-	.4	.6	
Betterave suc. B.mens	72	74	96	110	100						41	55	548
Maraichage I kc			.4	.5	.6	.7	.6	.5					
Maraichage I B.mens			48	69	100	128	122	97					564
Maraichage II kc	.5	.5						.6	.5	.6	.7	.6	
Maraichage II B.mens	45	47						116	81	80	72	55	496
Arbres fruit. kc	.6	.6	.65	.65	.65	.7	.7	.7	.7	.7	65	65	
Arbres fruit. B.mens	54	56	78	90	108	128	142	136	113	94	67	60	1126
TOTAL	252	233	318	504	675	603	630	756	371	268	391	368	5369

BESOINS EN EAU DE L'ASSOLEMENT PAR HECTARE PHYSIQUE EN (M3)

mois	(%) ha	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Blé	25	90	140	240	310	375	183					52	92	1482
P.terre arrière saison	12.5								145	141	117	129	80	612
Soja	12.5				35	104	160	204	170					673
Tomates Ind.	25				207	334	366	508	388	161				1964
Fourrage d'hiver	25	113										219	241	573
Betterave s.	25	180	186	240	276	250						103	138	1373
Maraichage I	12.5			60	86	125	160	153	122					706
Maraichage II	12.5	56	59						145	101	100	90	68	619
Total	150	439	385	540	914	1188	869	865	970	403	217	593	619	8002
Superficie totale irriguée (%)		87.5	62.5	62.5	100	100	750	50	75	50	25	100	100	
Besoins en eau de l'assolement en (mm)		50	62	86	91	119	117	173	129	81	87	60	62	1117 (mm)

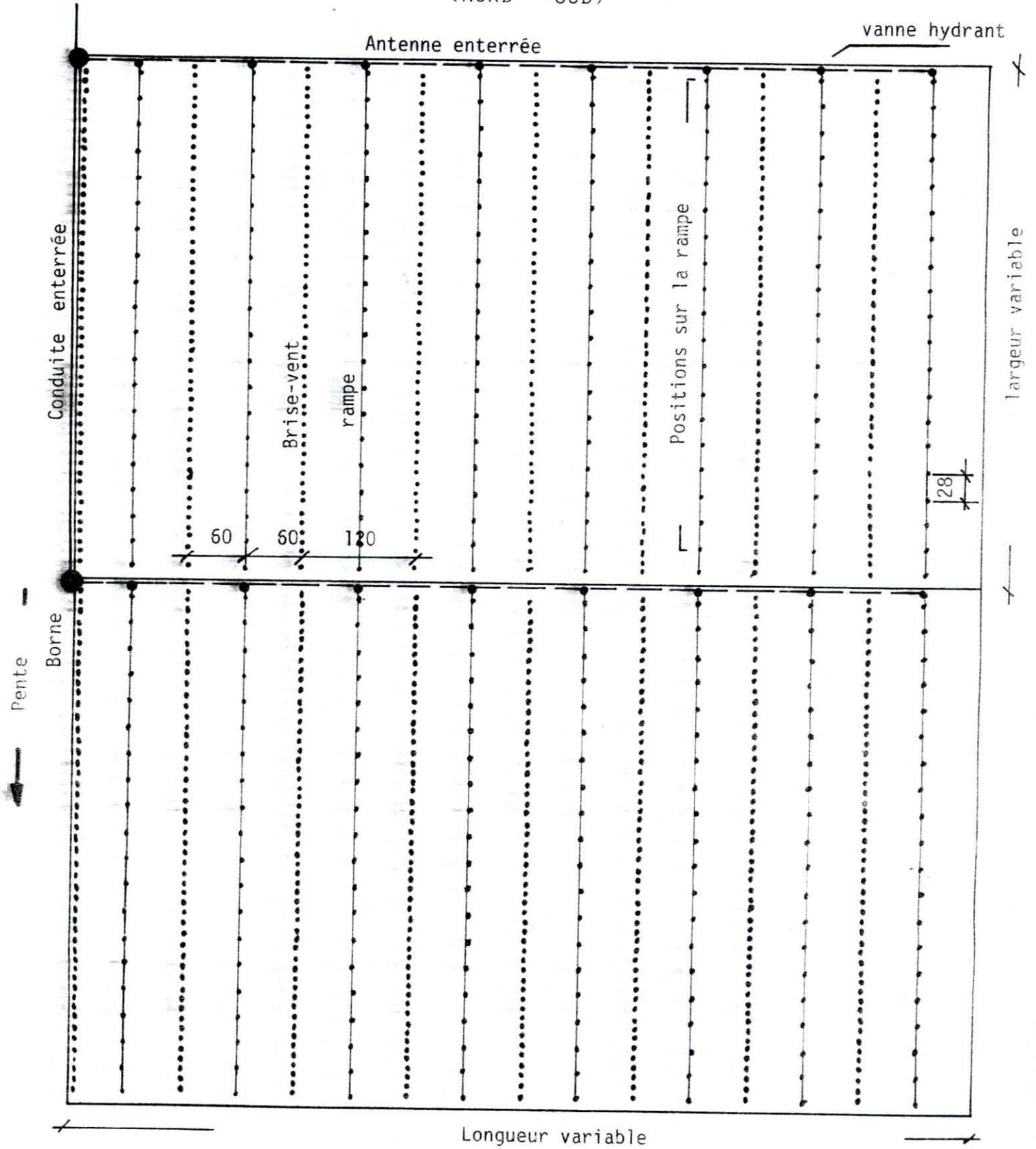
DETERMINATION DE L'APPORT NECESSAIRE EN EAU

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel
Pluie effective (mm)	96	80	84	74	68	28	3	8	42	71	92	97	743
Cultures assolées 80.63 (%)													
Superficie cultivée dans le mois (%)	87.5	62.5	62.5	100	100	75	50	75	50	25	100	100	-
Besoins en eaux totaux (mm)	50	62	86	91	119	117	173	129	81	87	60	62	1117
Rétention de l'eau dans le sol RFU (mm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ruissellement (mm)	46	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64
Apport nécessaire (mm)	-	-	2	17	51	89	170	121	39	16	-	-	505
Besoins d'irrigation net (m3/ha)	-	-	12.5	170	510	667	850	907.5	195	40	-	-	3351
Cultures Perennes 19.37 (%)													
Superficie cultivée (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
Besoins en eaux (mm)	54	56	78	90	108	128	142	136	113	94	67	60	1126
RFU (mm)	70	70	70	54	14	-	-	-	-	-	25	62	365
Ruissellement (mm)	34	24	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64
Apport nécessaire (mm)	-	-	-	-	-	86	139	128	71	23	-	-	447
Besoins d'irrigation (m3/ha)	-	-	-	-	-	860	1390	1280	710	230	-	-	4470

DISPOSITION GENERALE EN ZONE AGRUMES

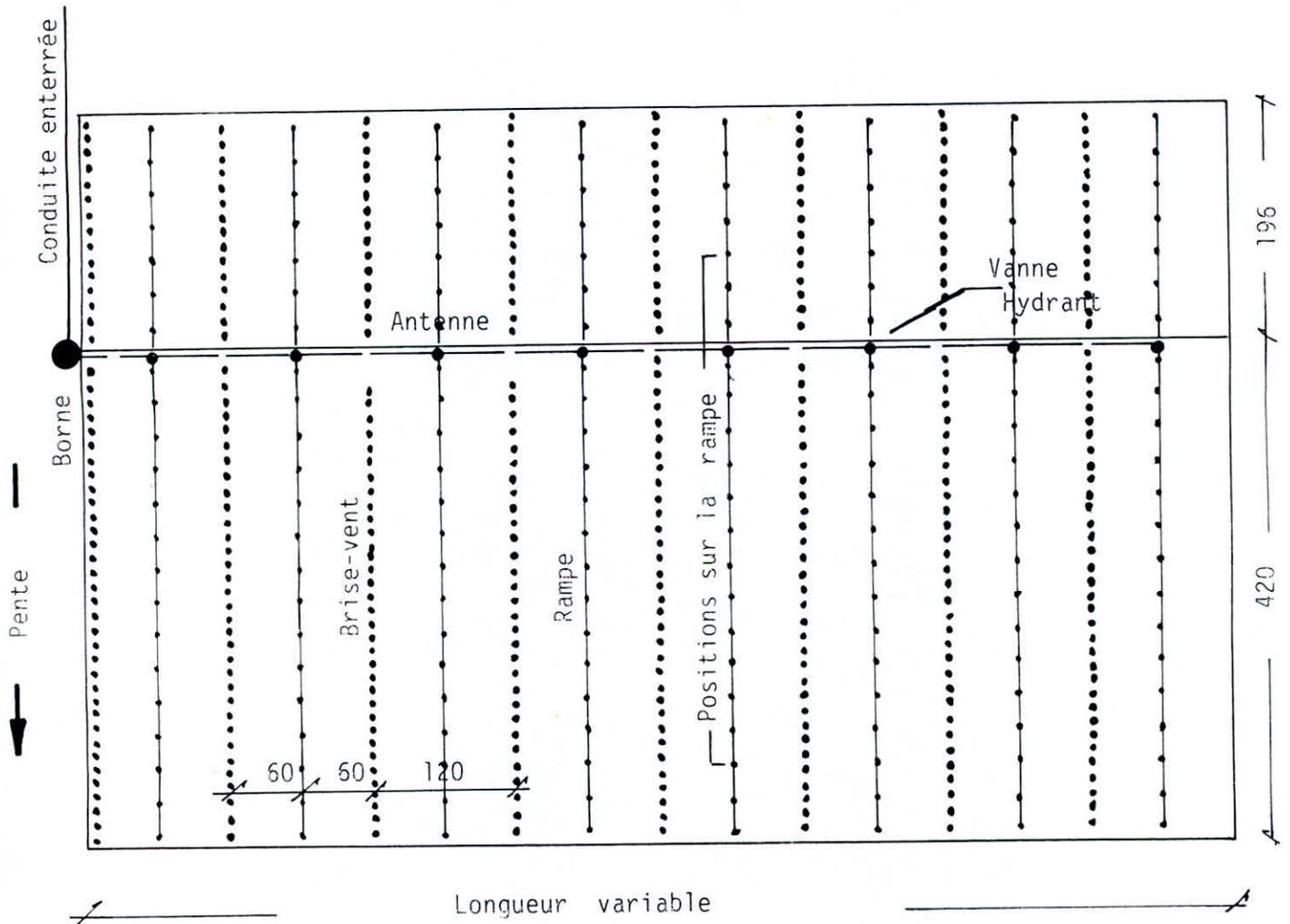
PENTE > 3 ‰

(NORD - SUD)



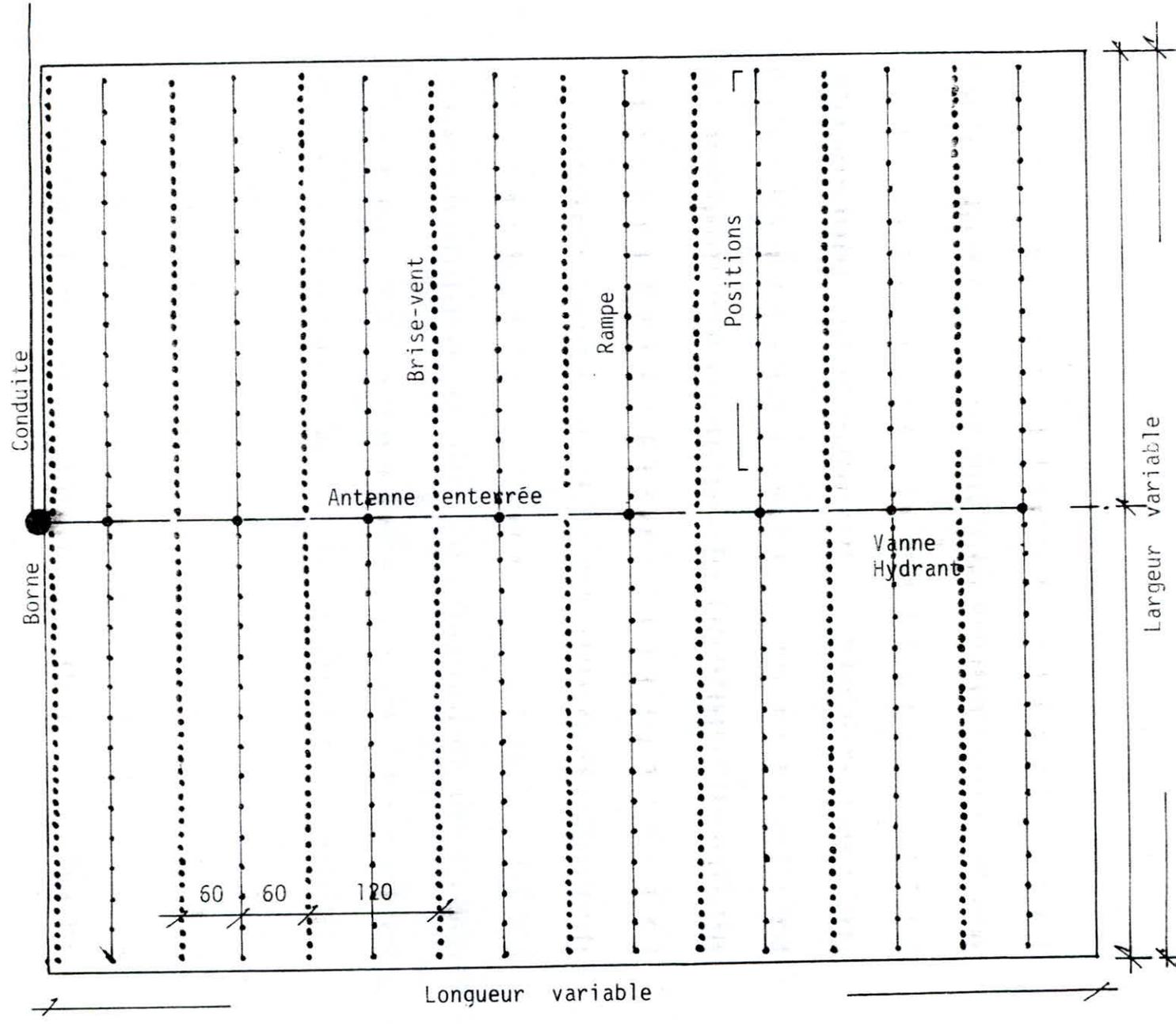
DISPOSITION GENERALE EN ZONE AGRUMES EN PENTE ET EN CONTRE-PENTE

NORD - SUD < 3 0/00



DISPOSITION GENERALE EN ZONE AGRUMES EN FONCTION DE LA PENTE DU TERRAIN EST - OUEST

— Pente →



CALCUL DE LA SURFACE DESSERVIE PAR LA BORNE

Bi	Si	Bi	Si	Bi	Si	Bi	Si
1	18.35	28*	36.80	55	15.44	82	26.35
2	15.48	29	16.82	56	10.74	83*	37.50
3	10.20	30*	24.40	57	29.97	84	9.98
4	19.90	31	25.55	58*	38.60	85	14.96
5	16.19	32	9.15	59	17.35	86	23.16
6	11.40	33	20.55	60	14.70	87*	28.80
7	9.17	34	20.56	61	10.00	88*	33.20
8*	35.50	35	10.73	62	17.34	89*	36.00
9	23.50	36	9.26	63	14.72	90*	35.31
10*	27.60	37	13.17	64	11.88	91	7.70
11*	28.60	38	7.04	65	17.22	92*	33.00
12	26.84	39	11.51	66	11.58	93	37.33
13*	35.56	40	20.55	67	17.34	94*	38.00
14	19.73	41	6.10	68	16.10	95	24.50
15	13.44	42	22.44	69	11.45	96	19.14
16	25.50	43	10.85	70	8.58	97*	27.95
17*	36.00	44	22.17	71	11.56	98*	31.40
18*	34.61	45	19.25	72	11.01	99	17.38
19	22.72	46	15.55	73	7.16	100*	31.33
20	17.10	47	22.29	74	13.20	101*	37.33
21	21.07	48	22.06	75	7.20	102*	39.42
22*	39.03	49	21.75	76	11.42	103*	52.25
23*	34.30	50	10.89	77	14.45	104*	44.00
24*	38.95	51	13.32	78	8.61	105*	34.45
25	15.35	52	26.90	79	9.25	106	20.65
26*	32.30	53	13.54	80	12.70	107*	30.80
27	19.70	54*	30.87	81	12.35	108	11.05

Bi : Ième Borne irriguant la surface Si

* : bornes multiprises.

DETERMINATION DES LONGUEURS DES TRONÇONS

Tronçon	L (m)	Tronçon	L (m)	Tronçon	L (m)	Tronçon	L (m)
R - a	1875	13 - C	215	59 - 61	170	17 - 16	500
a - 1	235	C - 14	165	61 - 64	240	16 - 108	275
1 - 2	390	14 - 15	115	64 - 63	190	108 - 97	410
2 - 3	215	15 - 40	335	t - 11	180	97 - 96	320
3 - 4	480	40 - 41	190	11 - 10	390	96 - 95	335
4 - 34	455	41 - 42	315	10 - 9	460	95 - 94	470
34 - 35	445	42 - 43	375	9 - 8	450	94 - 93	450
35 - 68	285	43 - 44	330	8 - 90	400	0 - P	400
68 - 69	330	44 - 45	325	90 - 89	390	P - 28	270
69 - 70	360	45 - h	185	89 - 88	390	P - 9	75
70 - b	175	h - 46	285	88 - 87	485	q - 27	20
b - 71	485	46 - 47	255	87 - 86	390	q - r	510
71 - 72	300	h - i	695	86 - 85	100	r - 26	150
72 - 73	115	i - 52	210	85 - 84	695	26 - 25	230
73 - c	235	i - 56	505	84 - 91	295	25 - 24	390
c - 74	55	56 - 60	235	91 - 92	370	24 - 23	415
c - 75	130	60 - 62	155	92 - j	100	23 - 105	510
b - 76	165	62 - 65	280	J - 80	30	104 - 103	535
76 - 77	340	65 - 67	280	J - 98	335	103 - 102	650
77 - 78	270	67 - 66	35	98 - 81	15	102 - 101	470
78 - 79	330	e - f	625	99 - 82	625	r - 30	690
79 - 36	179	f - 29	515	e - 100	50	30 - 31	390
a - d	485	f - 21	255	100-m	415	31 - 32	220
d - 5	230	21 - 22	210	m - 83	600	32 - 33	245
5 - 6	450	22 - 53	365	m - 106	60	103 - 104	365
6 - 7	380	53 - g	210	106-107	15	g - 48	410
7 - 37	400	g - 58	550	t - n	660	48 - 49	375
37 - 38	380	58 - 57	315	n - 20	205	49 - 50	325
38 - 39	370	g - 54	265	n - o	85	50 - 51	330
d - t	380	54 - s	275	o - 19	195	98 - L	400
t - 12	205	s - 55	35	19 - 18	385	L - 99	15
12 - 13	440	s - 59	80	18 - 17	425	TOTAL 38 km 380	

Bi	CT	Bi	CT	Bi	CT	Bi	CT
1	135,5	28*	101,0	55	95,6	82	85,3
2	133,5	29	101,2	56	93,7	83*	80,6
3	134,0	30*	88,0	57	94,0	84	93,5
4	131,2	31	91,0	58*	102,2	85	96,0
5	125,5	32	91,5	59	93,5	86	96,2
6	124,5	33	91,3	60	89,6	87*	101,0
7	122,0	34	129,2	61	90,9	88*	103,0
8*	113,0	35	125,5	62	87,0	89*	107,4
9	112,0	36	106,5	63	88,4	90*	111,8
10*	116,0	37	121,0	64	88,7	91	91,0
11*	117,0	38	120,3	65	84,0	92*	90,0
12	118,6	39	116,5	66	84,0	93	89,0
13*	118,3	40	115,6	67	83,6	94*	91,0
14	116,3	41	115,0	68	126,8	95	91,0
15	116,0	42	113,5	69	126,0	96	94,0
16	99,0	43	111,8	70	122,8	97*	97,5
17*	102,2	44	109,8	71	124,0	98*	89,5
18*	103,0	45	105,0	72	120,5	99	86,4
19	104,0	46	102,0	73	119,0	100*	86,0
20	107,7	47	101,5	74	113,5	101*	82,6
21	102,5	48	101,19	75	114,5	102*	82,8
22*	103,0	49	100,0	76	118,0	103*	85,0
23*	89,3	50	98,3	77	111,0	104*	88,8
24*	90,3	51	96,0	78	109,5	105*	89,3
25	90,5	52	95,1	79	106,5	106	81,8
26*	91,0	53	99,3	80	91,3	107*	81,8
27	99,0	54*	96,8	81	89,5	108	97,0

CT : côte du terrain de la Ième borne.

* : borne multiprises.

METHODE DE CLEMENT
CALCUL DES DEBITS VEHICULES

12.

Tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)	Tronçon	Longueur (m)	Débit (l/s)
t-12	205	640	50-51	330	20
12-13	440	620	g-54	265	140
13-e	215	600	54-s	275	100
e-14	165	300	s-55	35	20
14-15	115	280	s-59	80	80
15-40	335	260	59-61	170	60
40-41	190	260	61-64	240	40
41-42	315	240	64-63	190	20
42-43	375	220	h-i	695	140
43-44	330	200	i-52	210	20
44-45	325	200	i-56	505	120
45-h	185	180	56-60	235	100
h-46	285	40	60-62	155	80
46-47	255	20	62-65	280	60
e-f	625	340	65-67	280	40
f-29	515	20	67-66	35	20
f-21	255	320	x	1 875	2 720
21-22	210	320	a-d	485	1 780
22-53	365	280	d-t	380	1 700
53-g	210	260	t-n	660	620
g-58	550	80	n-o	85	620
58-57	315	40	o-p	400	420
g-48	410	80	p-q	75	420
48-49	375	60	r-q	510	380
49-50	325	40	30-r	690	100

DONNEES DE L'OPTIMISATION

BORDEREAU DES PRIX

Diamètre (m)	Prix ml (DA)	V min. (m/s)	V max. (m/s)
0,100	89,00	0,10	1,50
0,125	107,00	0,15	1,50
0,150	142,00	0,17	1,50
0,200	207,00	0,30	1,60
0,250	285,00	0,32	1,55
0,300	386,00	0,34	1,70
0,400	515,00	0,35	1,91
0,500	750,00	0,38	2,04
0,600	758,00	0,39	2,19
0,700	927,00	0,40	2,29
0,800	1 134,00	0,42	2,39
0,930	1 397,00	0,45	2,50
1,000	1 570,00	0,47	2,70
1,250	2 271,00	0,49	2,95
1,500	2 879,00	0,52	3,00
1,800	3 680,00	0,55	3,00
2,000	4 200,00	0,50	3,00

Nota : Le prix du mètre linéaire proposé englobe l'ensemble des frais de transport, de pose et des travaux préliminaires préalables. Ce sont les prix établis par l'Agence Nationale de la Protection de l'Environnement.

Bi	C.T.N	P.d.c (m)	C.P (m)	Bi	C.T.N	P.d.c	C.P
12	118,6	0,294	158,89	66	84	0,122	137,255
13	118,3	0,594	159,18	F		1,103	
E		0,272		29	101,2	1,20	144,663
14	116,3	0,269	157,72	21	102,2	0,399	144,862
15	116	0,163	157,59	22	103	0,338	146,00
40	115,6	0,503	157,695	53	99,3	0,519	142,819
41	115	0,285	157,380	G		0,315	
42	113,5	0,726	156,606	58	102,2	0,484	142,720
43	111,8	0,733	155,639	57	94	1,07	139,38
44	109,8	0,658	154,297	51	96	2,44	146,699
45	108,0	0,648	153,145	50	98,3	1,1	146,559
h		0,302		49	100	2,0	147,249
46	102	0,976	148,423	48	101,19	1,33	142,523
47	101,5	1,900	149,823	63	88,4	1,41	137,21
i		2,351		64	98,7	0,82	136,10
52	95,1	0,736	143,63	61	90,5	0,95	137,08
56	93,7	1,28	143,514	59	93,5	0,26	139,13
60	89,6	0,55	139,964	S		0,645	
62	87,0	0,50	137,864	55	95,6	0,26	141,229
65	84,0	1,55	136,414	54	96,8	0,89	141,524
67	83,6	0,719	136,733				

Bi est la Ième borne située à la côte C.T.N (NGA)

P.d.c est la perte de charge en mètres.

C.P la côte piézométrique en mètres.

Les lettres alphabétiques désignent des points de ramification.

Tronçon t-I2						Tronçon I2-I3						
Q= 640 1/5 L= 205 m						Q=620 1/5 L=440 m						
∅	I250	I000	930	800	700	∅	I250	I000	930	800	700	
J _i	0.18	0.58	0.85	1.86	3.71	J _i	0.17	0.55	0.79	1.74	3.49	
P _i	227I	I570	I397	II34	927	P _i	227I	I570	I397	II34	927	
P.10 ⁴	0.046	32.18	0.028	23.24	I9.00	P.10 ⁴	0.099	0.069	0.061	0.049	40.78	
J.10	3.75	I2.00	I7.40	38.1	76.2	J.10	7.60	24.10	35.20	76.80	I53.7	
Δ J.10	8.2	5.4	20.7	38.1		Δ J.10	I6.5	II.0	4I.7	76.8		
Δ P.10 ⁴	I4.37	3.546	5.39	4.243		Δ P.10 ⁴	30.844	7.6I2	II.57	9.108		
Δ P/Δ J	I75I	648	26I	III		Δ P/Δ J	I863	689	277	II8		
∅ = 700 mm						∅ = 700 mm						
Tronçon 48-49						Tronçon 49-50						
Q= 60 1/5 L=375 m						Q= 40 1/5 L= 325 m						
∅	400	300	250	200		∅	300	250	200			
J _i	0.49	2.03	4.94	I4.69		J _i	0.96	2.34	6.96			
P _i	5I5	386	285	207		P _i	386	285	207			
P.10 ⁴	0I9.3I	I4.5	0.0I0	7.762		P.10 ⁴	I2.54	9.26	6.72			
J.10	I8.7	76.17	I85.4	550.9		J.10	3I.3	72.6	226.4			
Δ J.10	57.46	I09.2	365.5			Δ J.10	44.9	I50.2				
Δ P.10 ⁴	4.8375	3.7875	2.925			Δ P.10 ⁴	I2.545	9.2625	6.727			
Δ P/Δ J	84	35	8			Δ P/Δ J	72:00	I7				
∅ = 250 mm						∅ = 250 mm						
Tronçon g-54						Tronçon 57-58						
Q= I40 1/5 L= 265 m						Q= 40 1/5 L= 3I5 m						
∅	600	500	400	300		∅	300	250	200			
J _i	0.42	I.08	2.37	9.65		J _i	0.96	2.34	6.96			
P _i	758	750	5I5	386		P _i	386	285	207			
P.10 ⁴	20.08	0.0I9	I3.64	I0.22		P.10 ⁴	I2.15	8.97	6.52			
J.10	II.14	28.7I	62.86	255.9		J.10	30.34	73.8	0.2I9			
Δ J.10	17.56	34.14	193			Δ J.10	43.5	I45.6				
Δ P.10 ⁴	0.2I2	6.2275	0.0034			Δ P.10 ⁴	3.18I5	2.457				
Δ P/Δ J	I2	I82	I8			Δ P/Δ J	73	I7				
∅ = 400 mm						∅ = 250 mm						
Tronçon f-2I						Tronçon g-53						
Q= 320 1/5 L=255 m						Q= 260 1/5 L= 2I0 m						
∅	I000	930	800	700	600	500	∅	800	700	600	500	
J _i	0.15	0.2I	0.47	0.95	2.12	5.47	J _i	0.3I	0.63	I.4I	3.64	
P _i	I570	I397	II34	927	758	750	P _i	II34	927	758	750	
P.10 ⁴	0.040	0.035	28.9I	0.023	I9.32	0.0I9	P.10 ⁴	23.8I	I9.46	I5.9I	I5.75	
J.10	3.82	5.57	I2.18	24.36	0.054	0.139	J.10	0.006	0.0I3	0.029	0.076	
Δ J.10	I.75	6.6	I2.17	29.8	85.4		Δ J.10	6.67	I6.3	46.8		
Δ P.10 ⁴	4.4II5	6.065	2.278	4.309	0.204		Δ P.10 ⁴	4.347	3.549	0.168		
Δ P/Δ J	2520	I0I5	433	I44	2.38		Δ P/Δ J	65I	2I6	3.58		
∅ = 700 mm						∅ = 600 mm						

Tronçon 60-62 Q= 80 1/3 L= 155 m						Tronçon 62-65 Q= 60 1/3 L= 280 m					
∅	500	400	300	250		∅	400	300	250	200	
J _i	0.36	0.84	3.44	8.39		J _i	0.49	2.03	4.94	14.7	
P _i	750	515	386	285		P _i	515	386	285	207	
P · 10 ⁴	11.62	7.98	5.98	4.41		P · 10 ⁴	14.42	0.01	7.98	5.79	
J · 10	5.60	13.13	53.45	130		J · 10	13.97	56.87	138.4	411.3	
Δ J · 10	7.52	40.3	76.6			Δ J · 10	42.9	81.5	272.9		
Δ P · 10 ⁴	3.64	1.99	1.56			Δ P · 10 ⁴	3.61	2.82	2.18		
Δ P / Δ J	484	49	20			Δ P / Δ J	84	34	8		
∅ = 300 mm						∅ = 300-250 mm					
Tronçon I-56 Q= 120 1/3 L= 505 m						Tronçon 56-60 Q= 100 1/3 L= 235 m					
∅	600	500	400	300		∅	500	400	300		
J _i	0.31	0.80	1.78	7.27		J _i	0.56	1.27	5.19		
P _i	758	750	515	386		P _i	750	515	386		
P · 10 ⁴	38.27	37.87	26.00	19.49		P · 10 ⁴	17.62	12.10	9.07		
J · 10	15.70	40.45	90.20	367.2		J · 10	13.16	30.01	122.1		
Δ J · 10	24.74	49.75	277			Δ J · 10	16.84	92.17			
Δ P · 10 ⁴	0.404	11.86	6.51			Δ P · 10 ⁴	5.522	3.031			
Δ P / Δ J	16	238	23			Δ P / Δ J	328	33			
∅ = 400 mm						∅ = 400 mm					
Tronçon 42-43 Q= 220 1/3 L= 375 m						Tronçon 43-44 Q=200 1/3 L=330 m					
∅	800	700	600	500	400	∅	700	600	500	400	
J _i	0.22	0.45	1.02	2.62	5.44	J _i	0.38	0.84	2.18	4.57	
P _i	1134	927	758	750	515	P _i	927	758	750	515	
P · 10 ⁴	42.52	34.76	28.42	0.028	0.019	P · 10 ⁴	30.59	25.61	24.75	16.99	
J · 10	8.595	17.18	38.25	98.54	204.3	J · 10	12.54	27.92	71.94	150.89	
Δ J · 10	8.593	21.06	60.29	105.79		Δ J · 10	15.38	44.01	78.94		
Δ P · 10 ⁴	7.76	6.33	0.30	8.81		Δ P · 10 ⁴	5.577	0.264	7.755		
Δ P / Δ J	903	300	4.97	83		Δ P / Δ J	362	5.99	98.22		
∅ = 400 mm						∅ = 400 mm					
Tronçon 44-45 Q= 200 1/3 L= 325 m						Tronçon 45-46 Q= 180 1/3 L= 185 m					
∅	700	600	500	400		∅	700	600	500	400	
J _i	0.38	0.84	2.18	4.57		J _i	0.30	0.68	1.77	3.76	
P _i	927	758	750	515		P _i	927	758	750	515	
P · 10 ⁴	30.12	24.63	24.37	16.73		P · 10 ⁴	17.14	14.02	13.87	9.527	
J · 10	12.35	27.30	70.85	148.6		J · 10	5.72	12.73	32.8	69.68	
Δ J · 10	15.14	43.35	77.75			Δ J · 10	7.01	20.07	36.87		
Δ P · 10 ⁴	5.492	0.26	7.63			Δ P · 10 ⁴	3.126	0.148	4.347		
Δ P / Δ J	362	5.99	98			Δ P / Δ J	445	7.37	118		
∅ = 400 mm						∅ = 400 mm					

Tronçon h-46						Tronçon 46-47						
Q=40 1/3 L=285 m						Q=20 1/3 L=255 m						
∅	300	250	200			∅	250	200	I50	I25		
J _i	0.96	2.34	6.96			J _i	0.65	I.94	7.92	I9.28		
P _i	386	285	207			P _i	285	207	I42	I07		
P.10 ⁴	II.00	8.I2	5.89			P.10 ⁴	7.26	5.27	6.62	2.72		
J.10	27.45	66.83	I98.5			J.10	I6.70	49.62	202.03	49I.8		
Δ J.10	39.38	I3I.7				Δ J.10	32.92	I52.4	289.8			
Δ P.10 ⁴	2.8785	2.223				Δ P.10 ⁴	I.989	I.657	0.892			
Δ P/Δ J	73	I7				Δ P/Δ J	60	II	3			
∅ = 250 mm						∅ = I50 mm						
Tronçon h-I						Tronçon i-52						
Q= I40 1/3 L=695 m						Q=20 1/3 L=2I0 m						
∅	600	500	400	300		∅	250	200	I50			
J _i	0.42	I.08	2.37	9.65		J _i	0.65	I.94	7.92			
P _i	758	750	5I5	386		P _i	285	207	I42			
P.10 ⁴	52.68	52.I2	35.79	0.026		P.10 ⁴	5.985	4.347	2.982			
J.10	29.36	75.3I	164.80	67I.I		J.10	I3.75	40.87	I66.3			
Δ J.10	46.07	89.55	506.3			Δ J.10	27I	I25.5				
Δ P.10 ⁴	0.556	I6.33	8.965			Δ P.10 ⁴	0.I63	I.365				
Δ P/Δ J	I2	I82	I3			Δ P/Δ J	I6	II				
∅ = 400 mm						∅ = 200 mm						
Tronçon e-f						Tronçon f-29						
Q=340 1/3 L=625 m						Q=200 1/3 L=5I5 m						
∅	I000	930	800	700	600	500	∅	250	200	I50	I25	
J _i	0.I6	0.24	0.53	I.07	2.39	6.I6	J _i	0.65	I.94	7.92	I9.28	
P _i	I570	I397	II34	927	758	750	P _i	285	207	I42	I07	
P.10 ⁴	98.I2	8.73I	70.87	57.93	0.047	4.687	P.10 ⁴	0.0I4	0.0I	7.3I3	5.5I05	
J.10	I0.56	I5.39	33.62	67.24	I49.6	385.5	J.10	33.73	I00.2	408.0	993.3	
Δ J.10	4.83	I8.23	33.6I	82.4	235.86		Δ J.10	66.49	307.8	585.3		
Δ P.10 ⁴	I0.8I	I6.43	I2.93	I0.56	0.500		Δ P.10 ⁴	4.0I7	3.347	I.802		
Δ P/Δ J	2238	90I	385	I28	2		Δ P/Δ J	60	II	3		
∅ = 600 mm						∅ = 200 mm						
Tronçon 65-67						Tronçon 67-66						
Q=40 1/3 L=280 m						Q=20 1/3 L=35 m						
∅	300	250	200			∅	250	200	I50			
J _i	0.96	2.34	6.96			J _i	0.65	I.94	7.92			
P _i	386	285	207			P _i	285	207	I42			
P.10 ⁴	I0.80	7.98	5.79			P.10 ⁴	0.99	0.72	0.49			
J.10	26.97	65.66	I95.09			J.10	2.29	6.8I	27.73			
Δ J.10	2828	2I84				Δ J.10	4.5I	20.9				
Δ P.10 ⁴	0.0389	0.I29				Δ P.10 ⁴	0.273	0.2275				
Δ P/Δ J	73	I7				Δ P/Δ J	60	II				
∅ = 250 mm						∅ = 200 mm						

Tronçon 6I - 64 Q= 40 1/5 L= 240 m					Tronçon 6I - 63 Q=20 1/5 L=190 m				
Ø	300	250	200		Ø	250	200	150	125
J _i	0.96	2.34	6.96		J _i	0.65	1.94	7.92	19.28
P _i	386	285	207		P _i	285	207	142	107
P. 10 ⁴	0.009	6.84	4.968		P. 10 ⁴	5.41	3.933	2.698	2.033
J.10	23.1	56.28	167.2		J.10	12.44	36.97	150.53	366.4
Δ J.10	332	1109			Δ J.10	24.5	113.5	215.9	
Δ P. 10 ⁴	2.424	1.872			Δ P. 10 ⁴	1.482	1.235	0.665	
Δ P/Δ J	73	17			Δ P/Δ J	60	11	3	
Ø = 250 mm					Ø = 200 mm				
Tronçon 50 - 5I Q=20 1/5 L= 330 m					Tronçon Q= 1/5 L= m				
Ø	250	200	150	125	Ø				
J _i	0.65	1.94	7.92	19.28	J _i				
P _i	285	207	142	107	P _i				
P. 10 ⁴	9.405	6.831	4.686	3.531	P. 10 ⁴				
J.10	21.6	64.2	261.4	632.5	J.10				
Δ J.10	42.6	197.2	375		Δ J.10				
Δ P. 10 ⁴	2.574	2.145	1.155		Δ P. 10 ⁴				
Δ P/Δ J	60	11	3		Δ P/Δ J				
Ø = 200 mm					Ø = mm				
Tronçon Q= 1/5 L= m					Tronçon Q= 1/5 L= m				
Ø					Ø				
J _i					J _i				
P _i					P _i				
P. 10 ⁴					P. 10 ⁴				
J.10					J.10				
Δ J.10					Δ J.10				
Δ P. 10 ⁴					Δ P. 10 ⁴				
Δ P/Δ J					Δ P/Δ J				
Ø = mm					Ø = mm				
Tronçon Q= 1/5 L= m					Tronçon Q= 1/5 L= m				
Ø					Ø				
J _i					J _i				
P _i					P _i				
P. 10 ⁴					P. 10 ⁴				
J.10					J.10				
Δ J.10					Δ J.10				
Δ P. 10 ⁴					Δ P. 10 ⁴				
Δ P/Δ J					Δ P/Δ J				
Ø = mm					Ø = mm				

Tronçon 59-s Q= 80 1/5 L= 80 m					Tronçon 59 - 6I Q= 60 1/5 L=170 m				
Ø	500	400	300	250	Ø	400	300	250	200
J _i	0.86	0.84	3.44	8.39	J _i	0.49	2.03	4.94	14.69
P _i	750	515	386	285	P _i	515	386	285	207
P.10 ⁴	6.0	4.12	3.088	2.28	P.10 ⁴	0.87	6.56	4.84	3.51
J.10	2.89	6.77	27.5	67.16	J.10	8.48	38.53	84.0	249.7
Δ J.10	3.88	20.8	39.5	55.0	Δ J.10	26.0	49.5	165.7	
Δ P.10 ⁴	1.88	1.032	0.808		Δ P.10 ⁴	2.1930	1.717	1.326	
Δ P/Δ J	484	49	20		Δ P/Δ J	84	34	8	
Ø = 300 mm					Ø = 300 mm				
Tronçon 54 - S Q= 100 1/5 L= 275 m					Tronçon 55 - S Q= 20 1/5 L= 35 m				
Ø	500	400	300		Ø	250	200	150	125
J _i	0.560	1.27	519		J _i	0.65	1.94	7.92	19.28
P _i	750	515	386		P _i	285	207	142	107
P.10 ⁴	20.62	14.16	10.61		P.10 ⁴	0.997	0.724	0.497	0.374
J.10	15.41	35.12	142.9		J.10	2.29	6.81	27.73	67.50
Δ J.10	19.7	107.8			Δ J.10	4.5	20.9	39.77	
Δ P.10 ⁴	6.4625	3.547			Δ P.10 ⁴	0.273	0.227	0.122	
Δ P/Δ J	328	33			Δ P/Δ J	60	11	3	
Ø = 400 mm					Ø = 150 mm				
Tronçon g - 58 Q=80 1/5 L=550 m					Tronçon g - 48 Q= 80 1/5 L=410 m				
Ø	500	400	300	250	Ø	500	400	300	250
J _i	0.36	0.84	3.44	8.39	J _i	0.36	0.84	3.44	8.39
P _i	750	515	386	285	P _i	750	515	386	285
P.10 ⁴	0.041	28.3	0.021	0.015	P.10 ⁴	30.75	0.021	0.016	0.011
J.10	19.9	46.59	189.6	461.7	J.10	14.83	34.73	141.39	344.22
Δ J.10	26.69	143.1	272.1		Δ J.10	19.89	106.6	202.8	
Δ P.10 ⁴	12.925	7.095	5.555		Δ P.10 ⁴	9.635	5.289	4.141	
Δ P/Δ J	484	49	20		Δ P/Δ J	484	49	20	
Ø = 400 mm					Ø = 300 mm				
Tronçon Q= 1/5 L= m					Tronçon Q= 1/5 L= m				
Ø					Ø				
J _i					J _i				
P _i					P _i				
P.10 ⁴					P.10 ⁴				
J.10					J.10				
Δ J.10					Δ J.10				
Δ P.10 ⁴					Δ P.10 ⁴				
Δ P/Δ J					Δ P/Δ J				
Ø = mm					Ø = mm				

Tronçon 2I-22 Q=320 1/2 L=2I6 m							Tronçon 22-53 Q= 280 1/2 L= 365 m						
Ø	I000	930	800	700	600	500	Ø	930	800	700	600	500	
J _i	0.55	0.22	0.47	0.95	2.12	5.47	J _i	0.16	0.36	0.73	1.63	4.21	
P _i	I570	I397	II34	927	758	750	P _i	I397	II34	927	758	750	
P.10 ⁴	33.9I	0.03	24.49	20.02	0.016	0.016	P.10 ⁴	50.99	4I.39	0.034	0.027	0.027	
J.10	3.24	4.72	10.3I	20.63	45.92	II8.3	J.10	6.14	I3.42	26.84	59.73	I53.8	
Δ J.10	I.5	5.6	I0.3	25.3	72.38		Δ J.10	7.3	I3.4	32.9	94.1		
Δ P.10 ⁴	3.7368	5.68	4.47	3.65	0.1728		Δ P.10 ⁴	9.5995	7.555	6.168	0.292		
ΔP/ΔJ	2520	I0I5	433	I44	2.38		ΔP/ΔJ	I3I8	563	I87	3.10		
Ø = 600 mm							Ø = 600 mm						
Tronçon I4-I5 Q= 280 1/2 L=II5 m							Tronçon I5-40 Q=260 1/2 L= 335 m						
Ø	930	800	700	600	500		Ø	800	700	600	500		
J _i	0.17	0.36	0.73	I.63	4.21		J _i	0.31	0.63	I.41	3.64		
P _i	I397	II34	927	758	750		P _i	II34	927	758	750		
P.10 ⁴	0.016	I3.04	10.66	8.717	8.625		P.10 ⁴	37.98	0.031	0.025	0.025		
J.10	I.93	4.22	8.45	I8.82	48.48		J.10	10.65	21.3	47.41	I22.1		
Δ J.10	2.29	4.22	I0.36	29.66			Δ J.10	10.65	26.11	74.72			
Δ P.10 ⁴	3.02	3.38	I.94	0.092			Δ P.10 ⁴	6.9345	5.6615	0.268			
ΔP/ΔJ	I319	563	I87	3.10			ΔP/ΔJ	651	217	3.58			
Ø = 600 mm							Ø = 600 mm						
Tronçon 40-41 Q=260 1/2 L=I90 m							Tronçon 41-42 Q= 240 1/2 L= 315 m						
Ø	800	700	600	500			Ø	800	700	600	500	400	
J _i	0.32	0.63	I.41	3.64			J _i	0.27	0.54	I.20	3.11	6.39	
P _i	II34	927	758	750			P _i	II34	927	758	750	515	
P.10 ⁴	21.546	I7.61	I4.40	I4.25			P.10 ⁴	35.72	29.2	23.87	23.62	I6.22	
J.10	6.04	I2.08	26.89	69.27			J.10	8.56	I7.12	38.11	98.17	201.45	
Δ J.10	6.04	I4.8	42.38				Δ J.10	8.56	20.98	60.06	I03.28		
Δ P.10 ⁴	3.933	3.211	0.152				Δ P.10 ⁴	6.5205	5.3235	0.252	7.402		
ΔP/ΔJ	651	216	3.58				ΔP/ΔJ	761	253	4.19	71.67		
Ø = 600 mm							Ø = 400 mm						
Tronçon I3-e Q=600 1/2 L=2I5 m							Tronçon e-I4 Q= 300 1/2 L= I65 m						
Ø	I250	I000	930	800	700		Ø	930	800	700	600	500	
J _i	0.16	0.51	0.75	I.63	3.27		J _i	0.19	0.42	0.84	1.87	4.82	
P _i	2271	I570	I397	II34	927		P _i	I397	II34	927	758	750	
P.10 ⁴	46.82	33.75	30.03	24.38	I9.93		P.10 ⁴	23.05	I8.71	I5.3	I2.5	I2.37	
J.10	3.47	II.05	I6.11	35.21	70.41		J.10	3.18	6.94	I3.89	30.91	79.63	
Δ J.10	7.586	5.058	I9.09	35.20			Δ J.10	3.766	6.944	I7.02	48.72		
Δ P.10 ⁴	I5.07	3.72	5.65	4.45			Δ P.10 ⁴	4.34	3.41	2.78	0.13		
ΔP/ΔJ	I986	735	296.12	I26.4			ΔP/ΔJ	II52	492	I64	2.70		
Ø = 700 mm							Ø = 600 mm						

Methode de LABYE-Characteristiques des troncons
 Cas particulier d'un point de ramification.

J mm	Troncon s-54	Troncon s-55	Composée	
	Prix	Prix	Pente	Prix
318	152513	9975	- 311	162488
363	141237	7245	- 44	148482
572	134354	4970	- 36	139324
970	121274	3745	-	125019

Caractéristiques des pompes.

		unité
.Hauteur géométrique	43	m
.Pertes de charge au refoulement	2	m
.Hauteur manométrique	45	m
.Débit de la pompe	680	l/s
.Puissance installée	376	Kw
.Nombre de tours par minute	1450	tr/mn
.Rendement	80	%

Principales caractéristiques du reseau d'irrigation.

		moyenne à l'hectare	%
Surfaces (ha)			
.géographique	2660		100
.équipée	2490		93.61
.irriguée	2490		86.35
Type de culture (ha irrigué)			
.Assolement	1852		
.Agrumes	445		
Linéaires (ml)			
.Total	38380	15.41m/ha	
.Réseau de distribution			
$\emptyset \geq 600$	5205		
$\emptyset < 600$	8540		
Débit en tete du reseau (l/s)			
	2720	1.09 l/s	
Bornes d'irrigation (unités)			
.Monoprise	77		
.Multiprise	31		
.TOTAL DES Bornes	108	23.05 ha	

Ø (mm)	150	200	250	300	400	600	700	Total
Longeur (m)	290	1280	1872	1043	4055	2215	1115	
Prix total (DA)	411180	264969	533520	402598	2088325	1678970	1033605	6043158
N (Kw)	1530							
A (DA)	5156							
Dpi (DA.Kw)	7888680							
CT (DA)	3864971.10^5							
Charge à l'hectare irrigué $CD = 1,682.10^8$ DA/ha								

N est la puissance installée.

A le prix unitaire du Kw.

Dpi = A.N // CT coût total des investissements.

Process 3

-A-

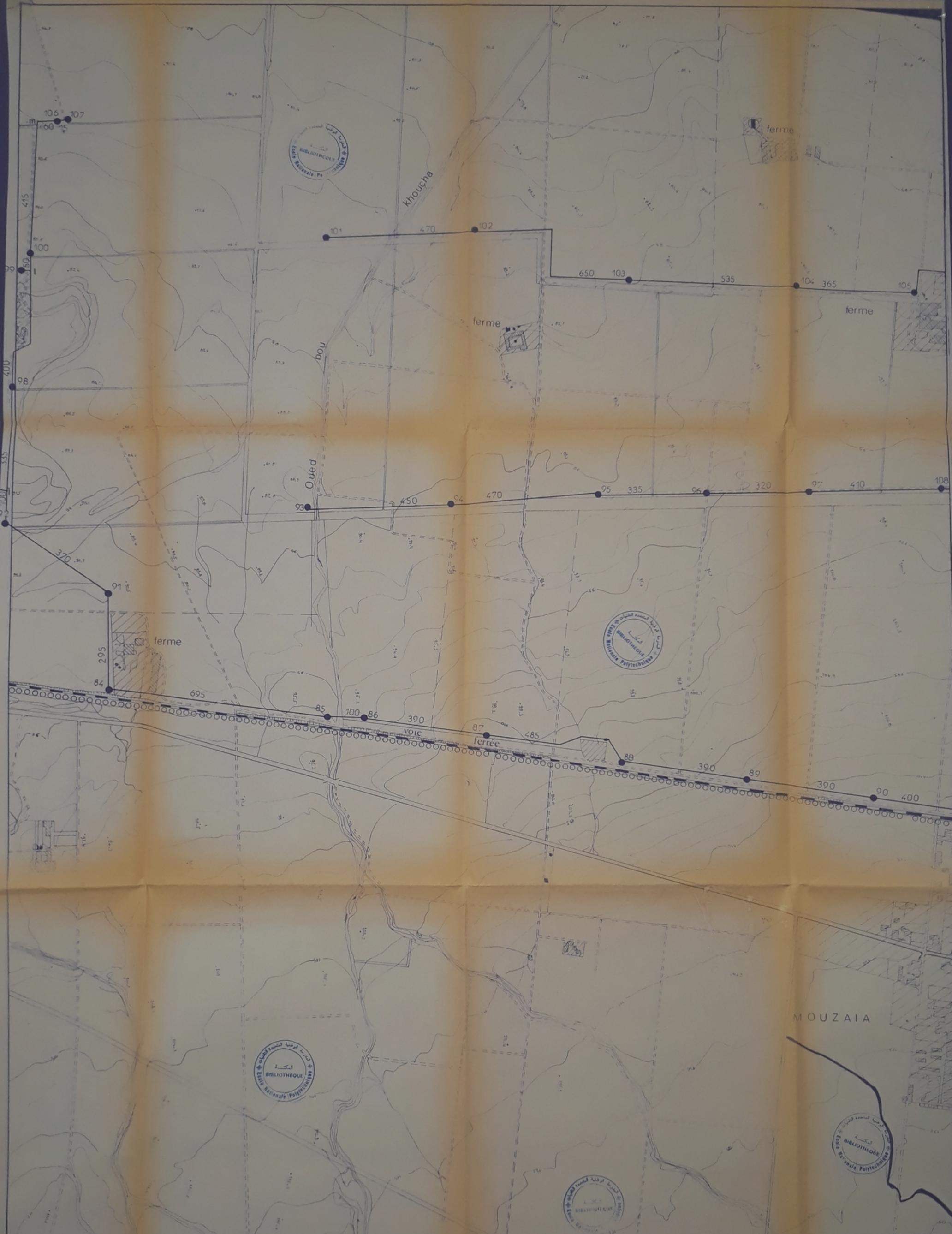
in charge

1900-1901



Process 3

-A-



MINISTRE ALGERIEN DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
 MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
 ET DE L'URBANISME
 Direction des Travaux Publics
 Bureau des Travaux Topographiques
 Alger, Algérie

Conception Et Direction des Travaux
 Direction des Travaux Publics
 Bureau des Travaux Topographiques
 Alger, Algérie

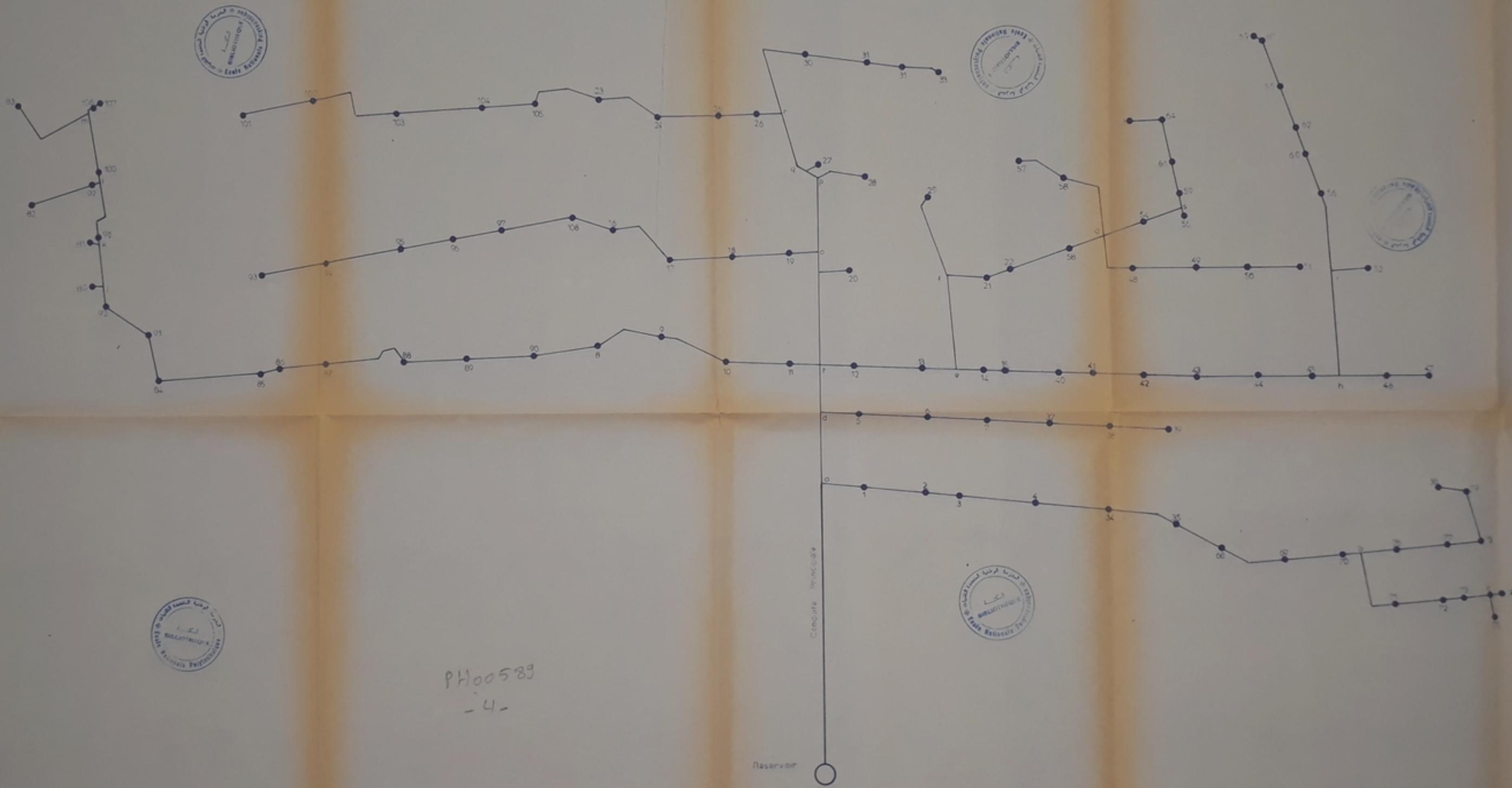
Plan Topographique - Travaux de Terrain
 1/5000
 (B2)

P100589
 -2-

ligne de charge

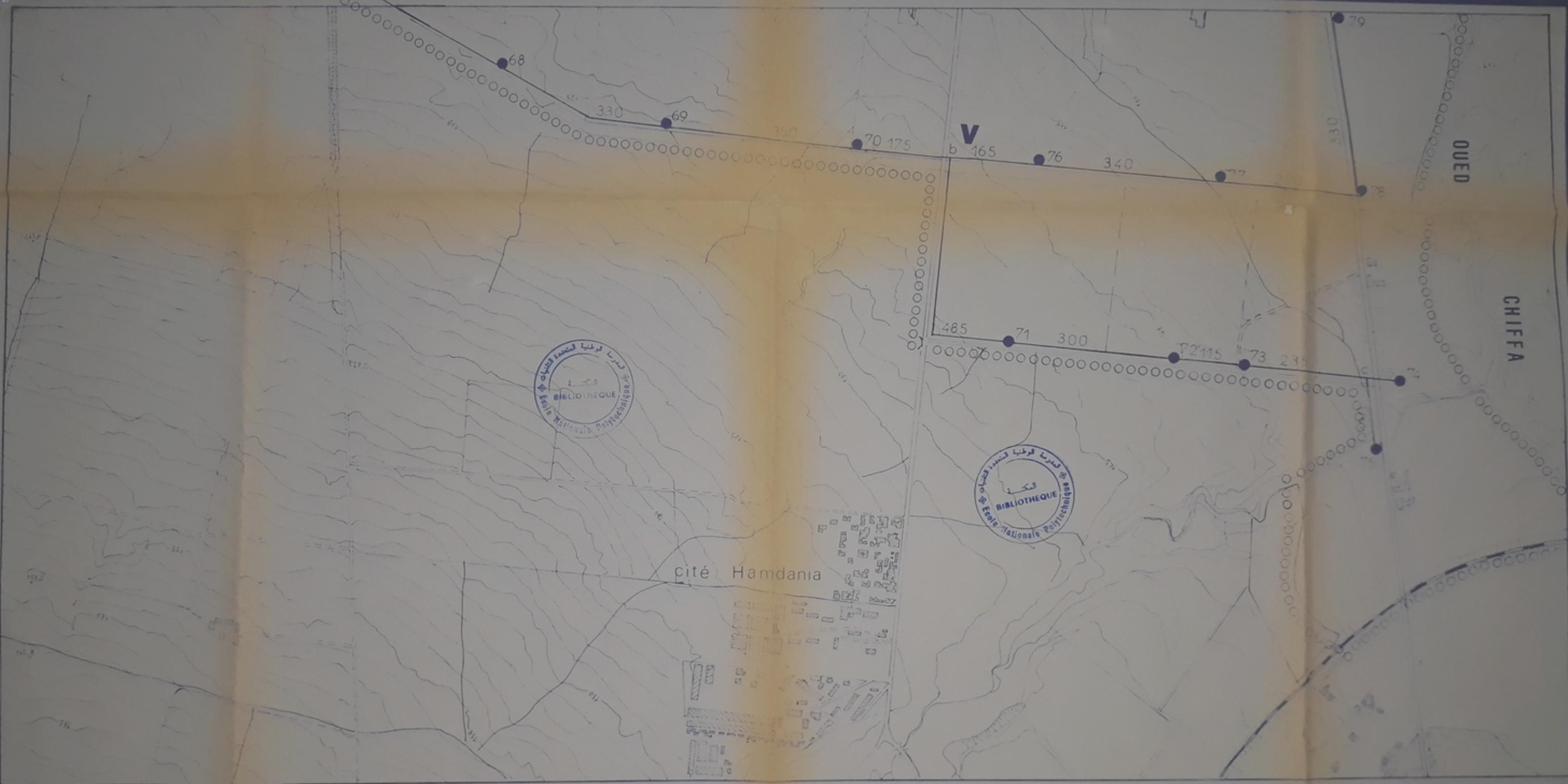
ligne piézométrique





PH00589
- 4 -

PH00589
-5-



PROJET D'AMENAGEMENT DE LA
CITE DE HAMDANIA
Plan Topographique - Tracé des Bâti-
ments

PROJET D'AMENAGEMENT DE LA
CITE DE HAMDANIA
Plan Topographique - Tracé des Bâti-
ments



A4

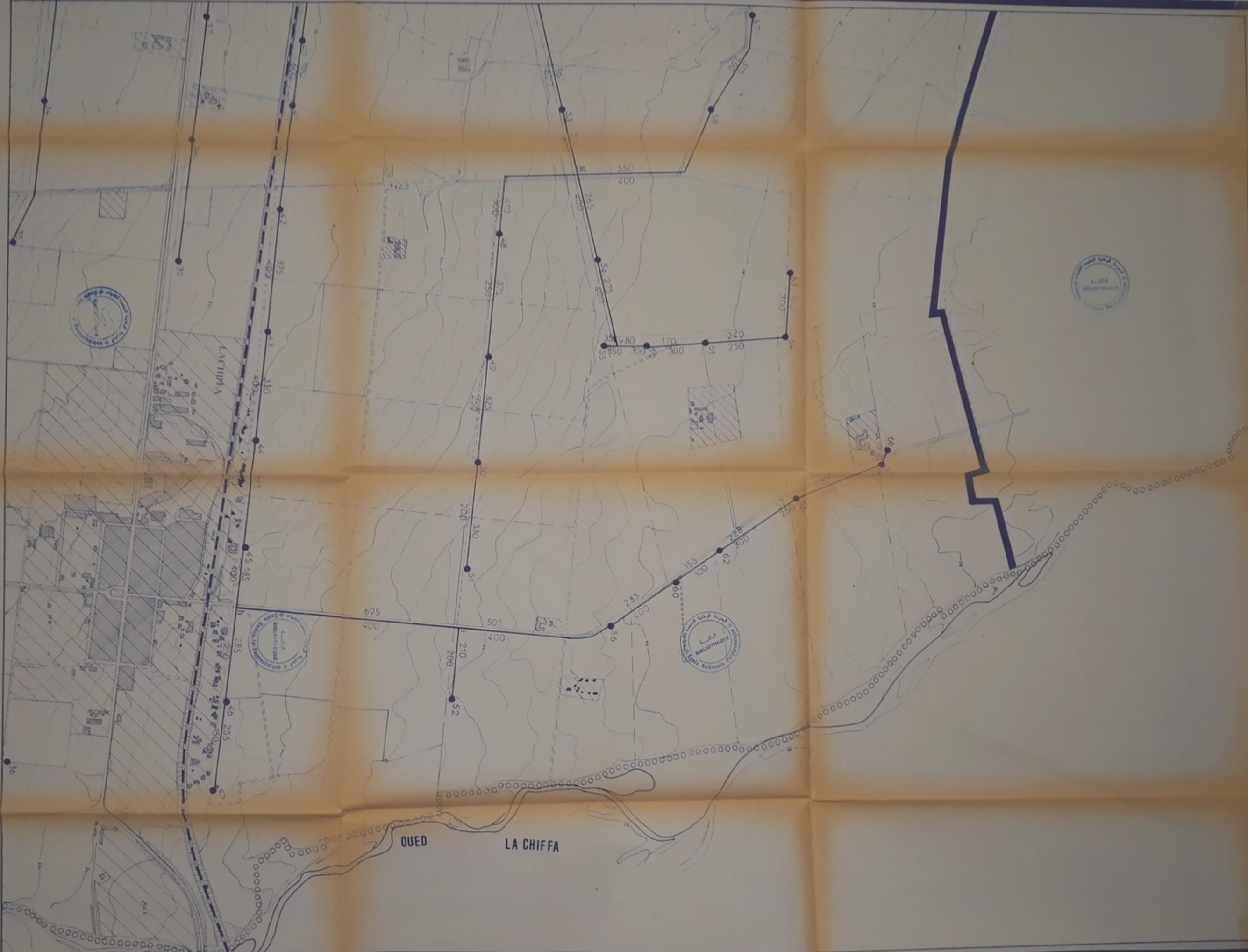
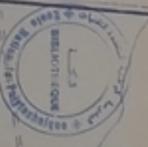
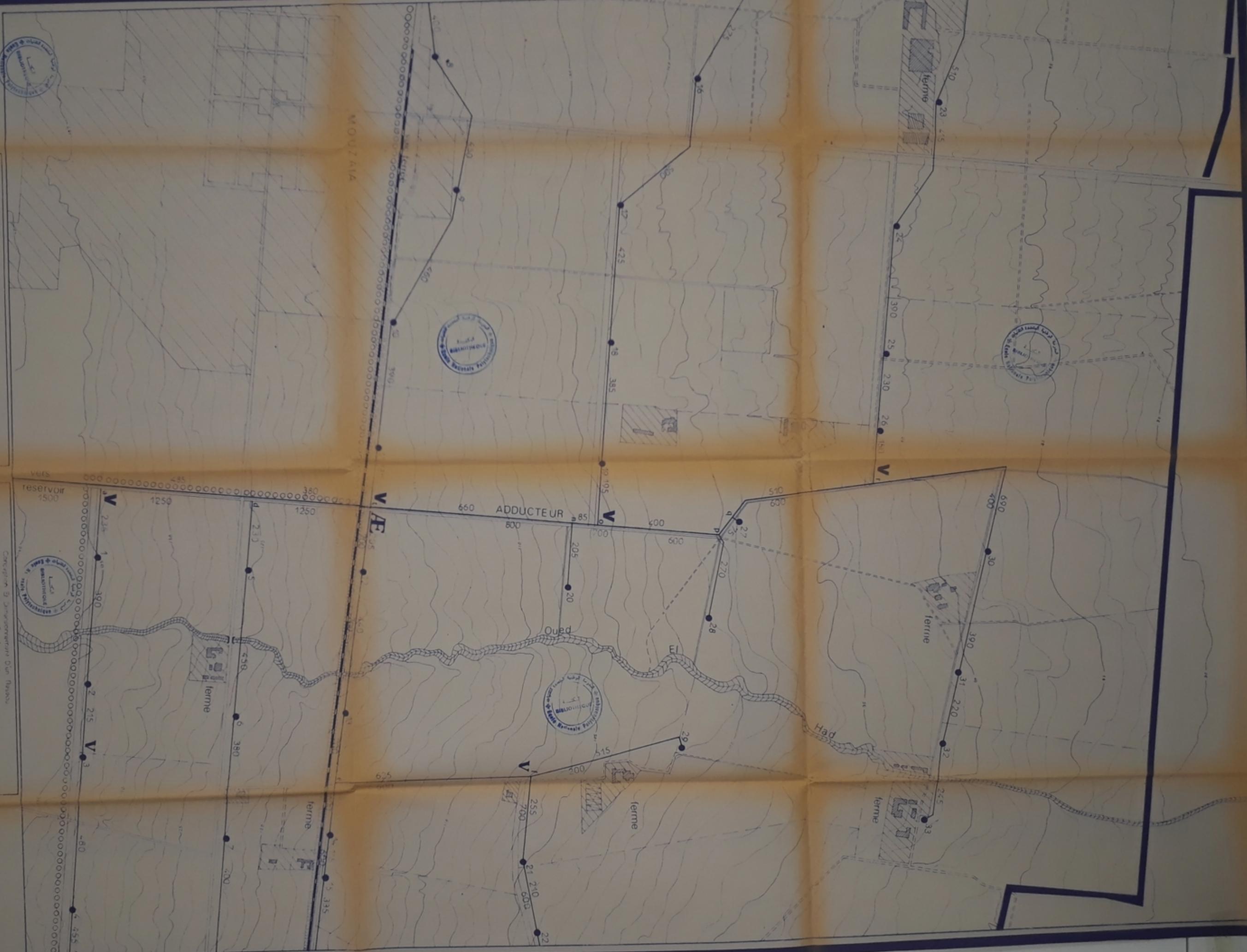


PHOTO 588
UNITE D'ETUDE DE LA ZONE DE LA CHIFFA
DANS LE CADRE DE LA RECONSTRUCTION
DE LA VILLE DE LA CHIFFA
Mars 1958

Carte de la Zone de la Chiffa
Dressée par le Service
Météo-Ouv.
Mars 1958

5
34
5



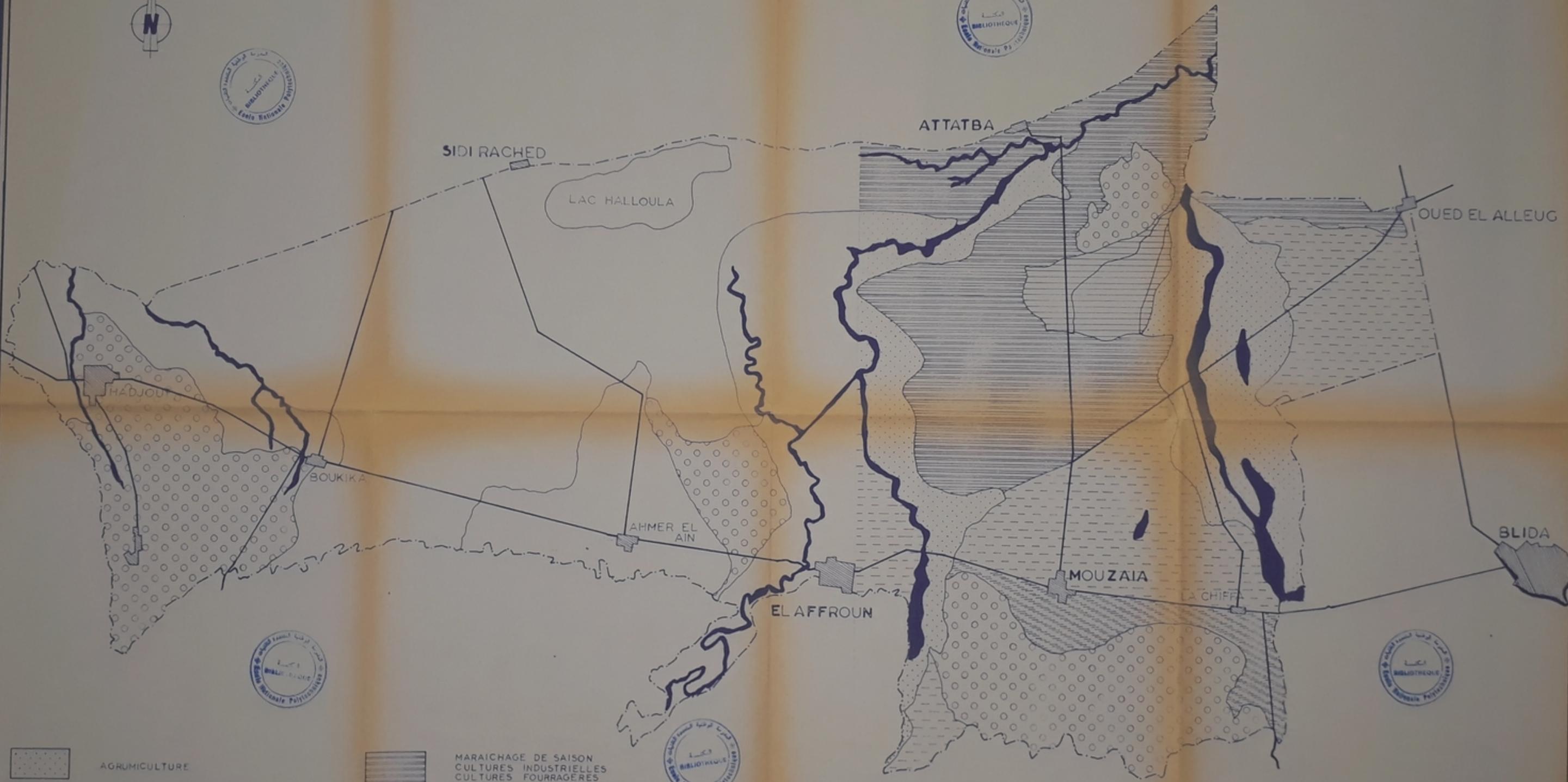
1. Direction Générale de l'Équipement Rural
 2. Direction Régionale de l'Équipement Rural
 3. Direction Provinciale de l'Équipement Rural
 4. Direction Communale de l'Équipement Rural

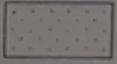
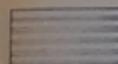
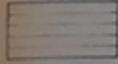
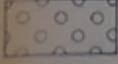
1. Direction Générale de l'Équipement Rural
 2. Direction Régionale de l'Équipement Rural
 3. Direction Provinciale de l'Équipement Rural
 4. Direction Communale de l'Équipement Rural

1. Direction Générale de l'Équipement Rural
 2. Direction Régionale de l'Équipement Rural
 3. Direction Provinciale de l'Équipement Rural
 4. Direction Communale de l'Équipement Rural

1. Direction Générale de l'Équipement Rural
 2. Direction Régionale de l'Équipement Rural
 3. Direction Provinciale de l'Équipement Rural
 4. Direction Communale de l'Équipement Rural

CHARTRE D'ORIENTATION CULTURALE



- | | | | |
|--|--|---|--|
|  | AGRUMICULTURE |  | MARAICHAGE DE SAISON
CULTURES INDUSTRIELLES
CULTURES FOURRAGERES |
|  | MARAICHAGE DE SAISON
CULTURES INDUSTRIELLES |  | MAIS GRAIN |
|  | CULTURES INDUSTRIELLES |  | VITICULTURES |

-  Agglomération
-  route principale
-  Principaux oueds
-  Limite périmètre

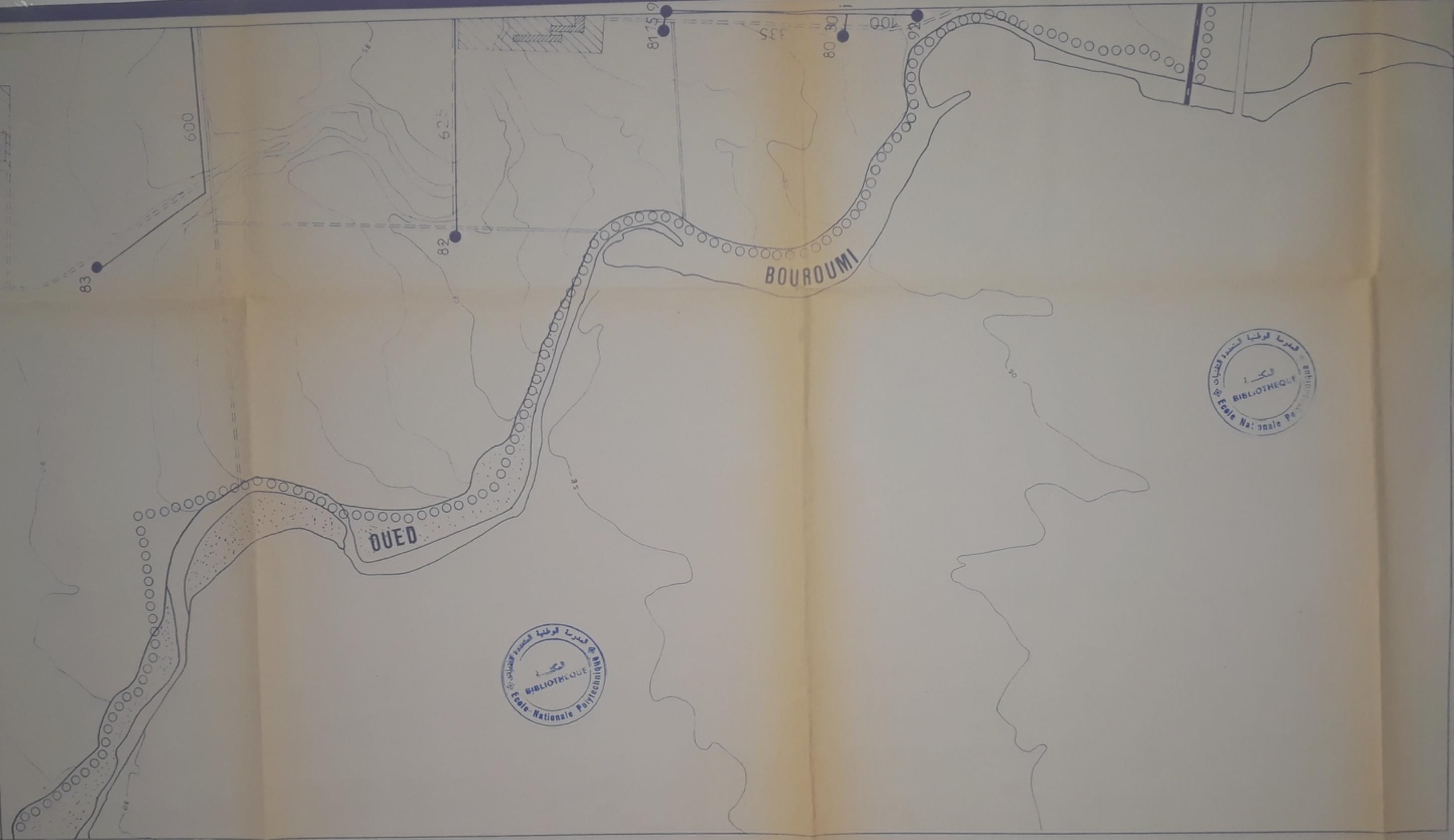
ECHELLE: 1/50000



Bureau d'Aménagement et d'Urbanisme
 Casablanca
 Maroc

Bureau d'Aménagement et d'Urbanisme
 Casablanca
 Maroc

Bureau d'Aménagement et d'Urbanisme
 Casablanca
 Maroc



PH 00589
- 10 -

REPUBLICAINE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Ecole Nationale Polytechnique

Projet Et Fin D'études
Proposé par
L'AS G I D

Dirigé par
M. BOUGERRA

Conception Et Dimensionnement D'un Réseau
D'irrigation Par Aspiration
Mirdja - Ouest
Secteur - Sud

Plan Topographique - Tracé Du Réseau

Echelle 1 / 5000

(7)

(B1)

LEGENDE

○○○○○○○○○○○○○○

Limite du Périmètre du projet

▬

Limite sectionnelle

▨

Zone non irriguable

□

Propriété privée

— L —

Conduite, longueur, diamètre

○

Bonne d'irrigation

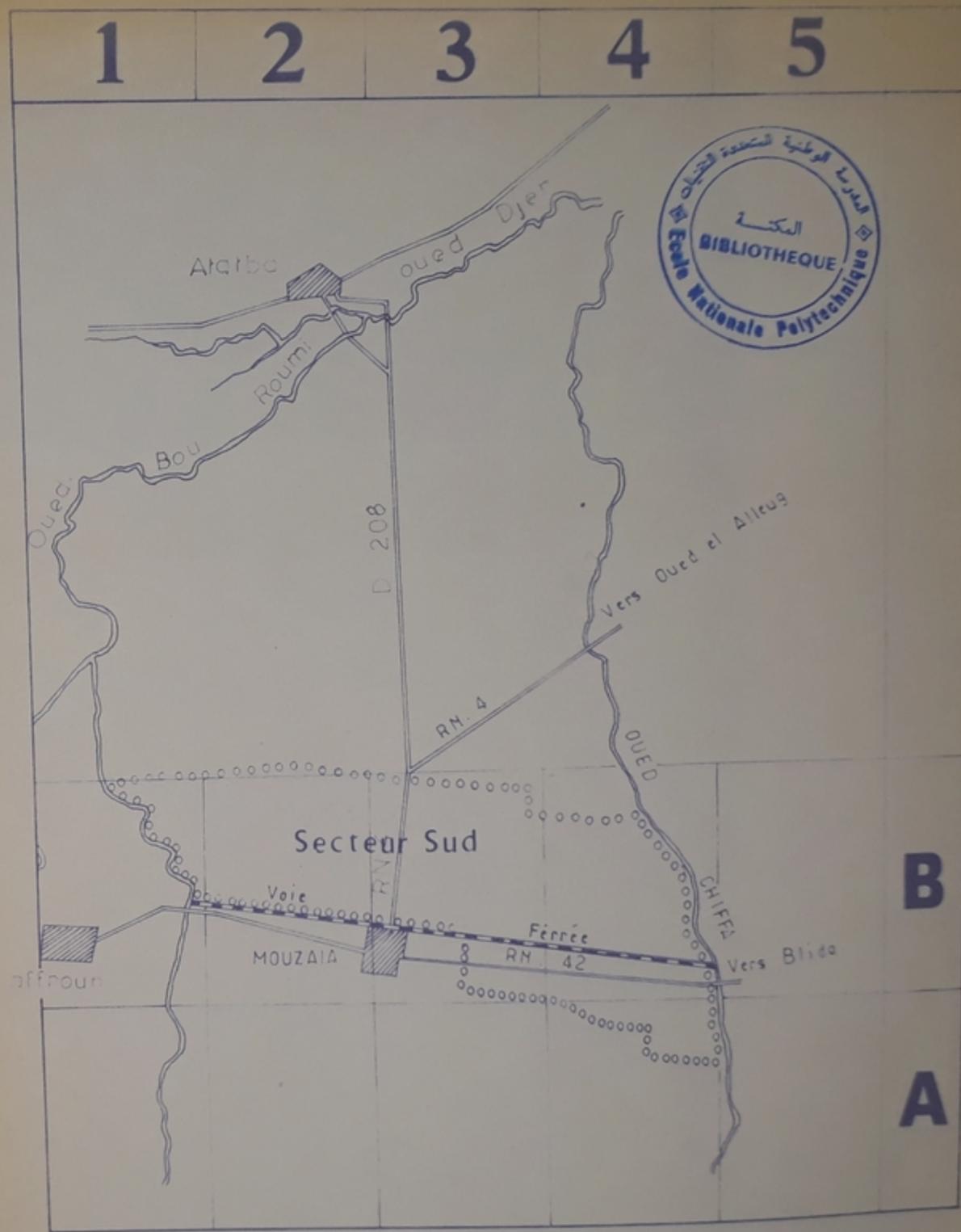
●

Chambre de vannes

V



PH00589
- M -



PROJET DE LA LIGNE D'IRRIGATION ET DE LA REPARTITION
DE L'EAU D'IRRIGATION...
Ecole Nationale Polytechnique

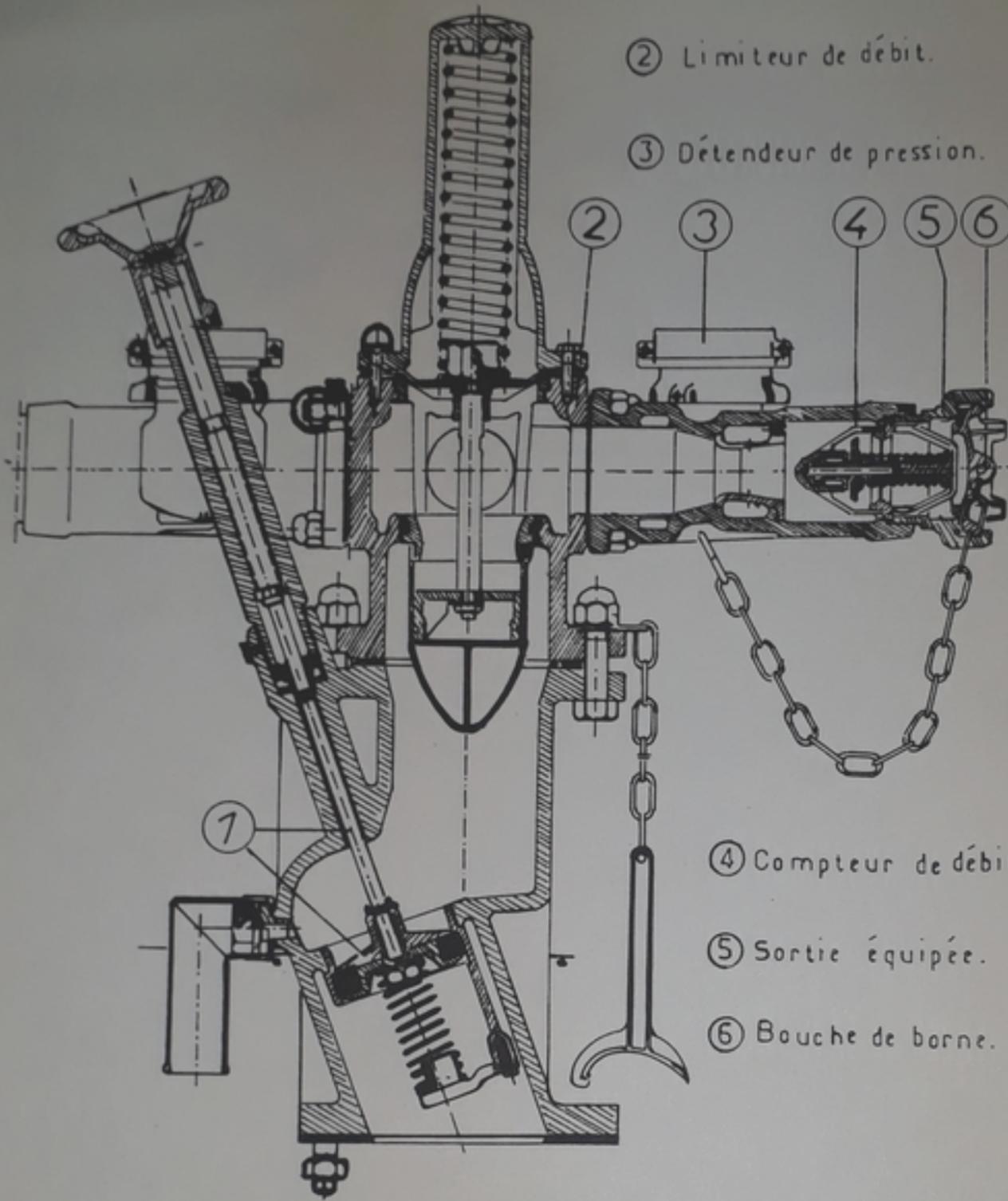
Conception Et Dimensionnement D'un Réseau
D'irrigation Par Aspiration
Moudjahid - Ouest
Secteur Sud

Par Moudjahid - Ouest

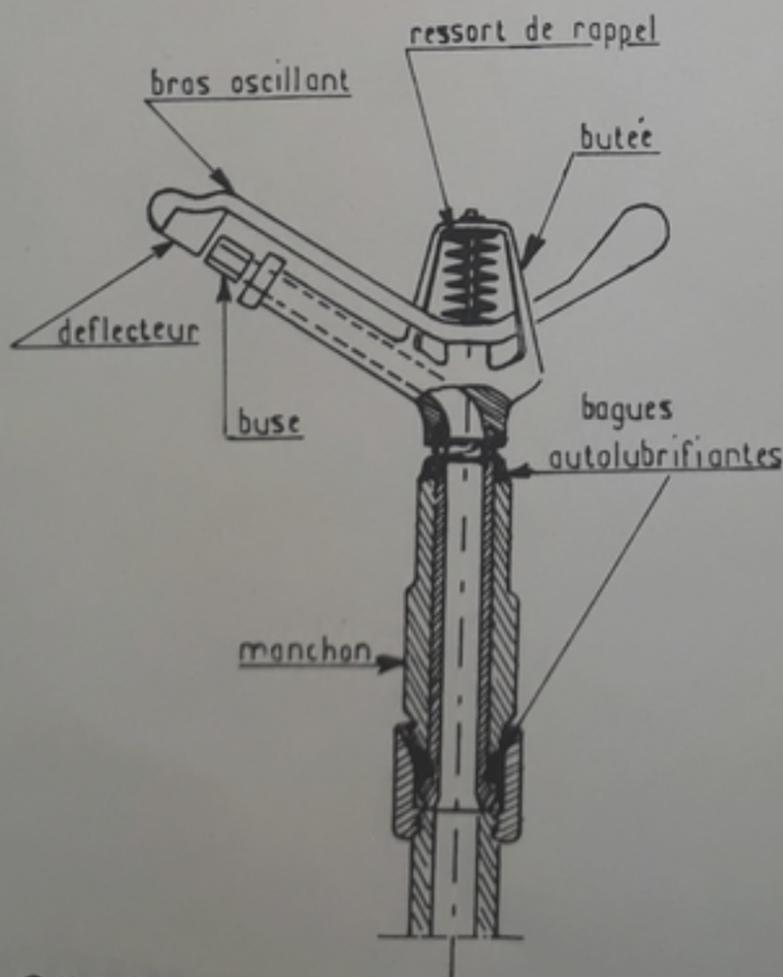
① Vanne de commande.

② Limiteur de débit.

③ Détendeur de pression.



Borne d'irrigation



Asperseur



PH 00589
-11-

Conception Et Dimensionnement D'un Réseau

D'irrigation Par Asperision

Mitidja - Ouest

Secteur - Sud

Projet De Fin D'études

Proposé par

I. A. G. I. D.

Dirigé par

M^r BOUGUERRA

11-

Réalisé par
BENYAHIA Toufik x 84
OUALITSEN Karim - Akli x 84

