MICROFICHE N°

00692

République Tunisienne

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية

وزارة الفلاحة

المركز القومي

للتوثيق الفلاحي

تونس

F 2

III - BESOINS EN EAU DES CULTURES

A/ - INTRODUCTION

Les diverses cultures étudiées ici correspondent aux spéculations que l'on peut envisager dans le cadre d'un périmètre irrigué.

Les données numériques sont celles de la station de Cherfech représentative de la Basse Vallée de la Medjerdha.

Cette étude vise également à fixer l'ordre de grandeur du débit fictif continu à fournir en période de pointe, dans le sens d'une économie d'eau en été.

A/ - L'ARBORICULTURE FRUITIERE

Seuls pommiers et poiriers, déjà cultivés et irrigués à Galaat peuvent faire l'objet de cultures intensives (on trouve également quelques cognassiers, grenadiers et figuiers).

Le système racinaire des pommiers est bien développé en surface et ne dépasse pas 1 m (70 % de racines entre 15 et 70 cm) Celui des poiriers est plus mal adapté, plus développé en profondeur (du même ordre de grandeur que le système aérien). C'est donc surtout le pommier qui sera intéressant, compte tenu de la profondeur de sol assainié.

La dose d'irrigation préconisée est la suivante (pour une couverture de 75 % de l'ETP).

Mois	A	M	J	Jt	A	S	Total
dose (mm)	80	100	150	150	150	50	680

B/ - LES CEREALES

Etant donnée l'importance actuelle de la céréaliculture (environ 300 ha en blé et orge) sur les terres du périmètre, sa diminution ne peut être que progressive. De plus le blé (culture primordiale en Tunisie) trouve parfaitement sa place dans un périmètre irrigué ; il a des besoins faibles en eau et il utilise les résidus de fumure.

Dans l'assolement il peut succéder à une plante sarclée, s'il est récolté dès maturité son rendement peut atteindre 55qx/ha

Mois	D	J	F	M	A	[illegible]
consommation (mm/jour)	2	2	3	4	5	[illegible]
Irrigation + pluies (mm/mois)	60	70	100	120	[illegible]	400

De décembre à début février, d'une part, de fin février à mars d'autre part, la compen tion des besoins est possible d'un mois sur l'autre.

La couverture de l'ETP doit atteindre 75 % à 100 % avant la floraison (mars).

Le besoin total en eau d'irrigation pendant la période végétative est donc selon les années de 100 à 150 mm. L'irrigation se fait par planche.

C/ - CULTURES MARAICHERES

L'irrigation est actuellement pratiquée sur cultures maraichères d'été, mais des cultures maraichères d'hiver peuvent être implantées également et notamment la fève craignant les accidents aclimatiques donc surtout localisée le long de la bordure côtière, et l'artichaut culture type de la basse vallée de la Medjerdha.

1°) - Cultures maraichères d'hiver

1.1.- La fève

Elle craint les terres asphyxiantes, et doit donc être cultivée sur les sols les plus riches.

Têtes d'assolement, c'est un excellent précédent du blé, et elle peut venir après une culture d'été (Maïs, tomate...) L'irrigation en billons peut se faire selon le modèle suivant :

Mois	N	D	J	F	M	Début-A	TOTAL
dose (mm)	60	60	60	60	110	60	410

1.2 - L'artichaut

La culture est conservée 2 ans général et s'adapte très bien aux textures fines. La plante demande des sols profonds supporte bien les terres lourdes si elles sont drainées.

La plantation a lieu fin juillet début août, la 1ere récolte de fin novembre à mai (les extra primeurs étant récoltés à la mi-février), la 2ème récolte l'année suivante jusqu'à fin mars.

L'artichaut peut venir après une jachère d'hiver ou un fourrage, et précéder une culture maraichère d'été, une céréale d'été, une culture d'hiver.

L'irrigation en billon peut se faire selon le modèle suivant :

Mois	Jt/A	S	O	N	D	J	F	M	Mi-A	TOTAL
Dose (mm)	200	100	100	75	60	60	90	120	60	

Soit donc 915 mm au total la première année
" " 800 mm " " la deuxième année

2°) - Cultures maraichères d'été

2.1 - La tomate de saison

C'est une culture riche qui contribue à amortir les charges d'un périmètre irrigué, et quidemande de la main d'oeuvre.

La plante végète bien même en sols assez lourds mais nécessite une hauteur de sol assainie d'au moins 80 cm.

Elle permet de valoriser la fumure organique. C'est une culture déjà pratiquée sur les terres du périmètre irriguée en billons, la période d'irrigation ne devant pas dépasser 7 jours en période chaude (du fait de la teneur en eau du fruit).
Le modèle d'irrigation est le suivant :

Période	Reprise-repiquage 15-4 au 30-4	Installation 1/5 au 7/6	1ers fruits 7/6 au 15/8	Dernier fruits 15/8 au 10/9	TOTAL
dose (total en mm)	80	120	450	150	800

2.2 - Cucurbitacées : pastèques et melons

Culture traditionnelle, elle est déjà pratiquée en irrigation sur les terres du futur périmètre.

Elle est semée de fin mars à avril et le cycle végétatif s'étend d'avril-mai à août-septembre;

Elle nécessite des sols profonds, bien aérés, bien drainées. L'irrigation en billons peut se faire selon le modèle suivant : L'apport très fractionné est fonction de la croissance très rapide de la plante, de sa demande constante en eau, de la teneur en eau importante du fruit.

Période	1/5 24/5	24/5 11/6	11/6 21/6	21/6 330/6	30/6 5/7	5/7 12/7	12/7 20/7
Total (mm)	60	45	53	63	38	43	65

Période	20/7	27/7	4/8	11/8	18/8
Total (mm)	46	73	43	43	33

L'apport total pour le cycle végétatif est donc de 665mm (dans la pratique 600 à 700 mm en période de 7 jours pendant la saison chaude).

D/ - LES CULTURES FOURRAGERES

Elles sont très peu pratiquées actuellement en irrigué sur les terres du périmètre : on n'y rencontre que des cultures fourragères traditionnelles d'hiver en sec. Leur mise en place est donc avant tout un problème de vulgarisation agricole.

L'introduction de fourrages en irrigué est cependant doublement nécessaire, pour amortir les charges d'investissement du périmètre, et en vue de l'intensification de l'élevage bovin laitier déjà existant.

1°) - Cultures fourragères d'hiver

1.1 - Le Ray grass

Il peut donner lieu à plusieurs exploitations par cycle végétatif. De plus son système racinaire dense améliore la structure de surface du sol.

Il peut être semé de fin septembre à la mi-novembre. L'optimum est obtenu pour un semi d'octobre et irrigation : les exploitations peuvent alors avoir lieu fin janvier, mars, avril et mai, par paturage (plus économique) quand l'état du sol le permet par fauche en hiver.

L'irrigation par planche peut se faire selon le modèle suivant :

Mois	O	N	D	J	F	M	A	TOTAL
dose (mm)	40	-	-	-	20	40	40	140

1.2 - L'orge en vert

Utilisée comme fourrage d'hiver, l'orge en vert peut s'exploiter par fauche ou paturage (plus économique) quand l'état du sol le permet.

Mois	O	N	D	J	F	M	A	TOTAL
dose (mm)	40	-	-	-	-	40	50 100	130 180

1.3 - Le bersim

Légumineuse fourragère, son système racinaire l'apparente à la luzerne. Il lui faut donc une tranche de sol assaini de 1,20 m. Sensible au froid elle convient bien à la zone côtière .
Dans l'assolement elle succède en général à une céréale ou une plante sarclée et précéde une culture d'été.

Il peut être semé de fin septembre à fin octobre: la première coupe a lieu alors de fin novembre à début février.

De mars à fin mai, on peut envisager une coupe par mois.

- L'irrigation par planche est :
  - complémentaire des pluies en hiver [illegible] éviter l'engagement ;
  - de période 2 à 3 semaines en ma[illegible] mai.
- Doses mensuelles moyennes :

Mois	O	N	D	J		TOTAL
Dose (mm)	40	30	20	10	10	440

2⁴) - Cultures fourragères d'été

On les trouve actuellement de manière ponctuelle sur les terres du futur périmètre. C'est leur introduction qui permettra de rentabiliser les investissements de base.

2.1 - La luzerne

C'est une des cultures fourragères de base en périmètre irrigué, de par sa plasticité à l'égard du sol, et la qualité du fourrage obtenu.

C'est une culture pluriannuelle (l'optimum étant constitué d'une exploitation sur 3 ans).

C'est un excellent précédent du blé et des cultures légumières. La tranche de sol assainie doit atteindre 1, 20 m.
L'irrigation se fait par planche (l'exploitation se faisant par fauchage : en vert ou en foin)

- Modèle d'apport de l'irrigation

Mois	M	A	M	J	Jt	A	S	TOTAL
Dose (mm)	100 120	120 140	150 180	180	180	180	150	1060 1130

La végétation s'arrête en hiver et reprend au début du printemps. Le modèle d'irrigation est donc le même pour les 3 années.

2.2 - Le maïs

Plante fourragère d'été, le maïs a un cycle végétatif très court (150 jours maximum) en 4 phases:

- du semis à la montaison
- montaison
- floraison fécondation
- maturation.

(D'une manière générale, l'apport d'eau doit précéder la demande). Le maïs est exigeant au point de vue sol, mais son système racinaire s'adapte à la fréquence d'irrigation.

Il nécessite cependant des terres saines. L'irrigation se fait de préférence par billons (surtout en terres lourdes comme c'est le cas).

- Modèle d'irrigation

Mois	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
Dose	130	100	150	70	450
(mm)	160	140	150	0	450

2.3 - Le Sorgho

Il permet l'affouragement en vert du bétail en été et repousse après fauche.

Ses exigences éclimatiques le situent de préférences en zone cotière. Au point de vue sol le sorgho semble mieux tirer parti des terres lourdes et peut même tolérer une certaine hydromorphie. Il pourra donc valoriser les terres les moins bien drainées du périmètre.

Le sorgho peut succéder à une culture d'hiver récoltée précocement : bersim, ray grass, fève, artichaut.

Son cycle végétatif est plus court, encore que celui du maïs : semé mi-mai, il peut être fauché la première fois début juillet, puis une fois par mois jusqu'en octobre.

- Modèle d'irrigation (par planches)

Mois	Mi-Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Déb. Oct.	TOTAL
Dose (mm)	120 180	150	225	225	140	(70)	860 90
Nbre d'irrigations	2	3	3	3	2	(1)	

E - CONCLUSION

Sur la base de ces cultures, compte tenu de l'exploitation actuelle des sols (en particulier arboriculture), des données de la carte d'aptitude des sols en irrigué, l'exploitation des terres du futur périmètre peut donc donner lieu aux assolements suivants:

- cultures arbustives (en l'état ou intensifiées)
- cultures maraîchères
- cultures fourragères
- cultures mixtes: maraichères - fourragères.

TABLZAU RECAPITULATIF - DOSES MENSUELLES (mm)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	TOTAL
Arboriculture				80	100	150	150	150	150				680
Blé		20	60	40									120
Fève	60	60	110	60							60	60	410
Artichaut	60	90	120	60			200	200	100	100	75	60	915
Tomate				60	120	180	180	180	60				800
Pastéque		20	40	40						40			[illegible]
Ray-Grass			20	40	40					40			140
Orge-vert				40	80					40			160
Bersim	10	10	60	120	150					40	30	20	440
Luzerne			100	120	150	180	180	180	150				1060
Maïs					130	100	150	70					450
Sorgho					120	150	225	225	140	(70)			860

TABLEAU RECAPITULATIF

DEBIT FICTIF CONTINU (en 1/S/ha)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Arboriculture				0,31	0,37	0,58	0,58	0,58	0,20			
Blé		0,08	0,22	0,15								
Fève	0,22	0,22	0,41	0,22							0,22	0,22
Artichaut	0,22	0,37	0,45	0,22				0,37	0,37	0,37	0,29	0,22
Tomate				0,22	0,45	0,69	0,69	0,69	0,22			
Pastèque					0,30	0,54	0,75	0,75	0,15			
Ray-Grass		0,08	0,15	0,15						0,15		
Orge-vert			0,15	0,30						0,15		
Bersim	0,04	0,04	0,22	0,45	0,58					0,15	0,12	0,08
Luzerne			9,37	0,45	0,58	0,69	0,69	0,58				
Maïs					0,48	0,37	0,58	0,26				
Sorgho					0,45	0,58	0,84	0,84	0,54	0,26		

1°) - Type maraîcher

La rotation pourra inclure :

- maraichères d'été (tomates - cucurbitacées)
- maraichères d'hiver (artichauts, fèves)
- céréales (blé)
- jachère ou engrais vert (fève)

Les meilleures terres du périmètre sont à réserver à ce type de culture à savoir les terres de la zone 1

La superficie concernée est de l'ordre de : 250 ha

2°) - Type fourrager

La rotation pourra comprendre :

- luzerne et autres fourrages d'été (sorgho, maïs)
- fourrages d'hivers(Ray Grass, bersim, orge en vert)
- céréales (blé et orge).

Une telle exploitation pourra tirer des terres les moins bien drainantes du secteur; c'est à dire les terres de la classe : 5

La superficie concernée est de l'ordre de : 300ha (max.)

3°) - Type mixte

Etant donné le peu de différenciation nette entre les terres du périmètre, les cultures actuellement pratiquées, ce type pourra exploiter tout ou partie des 700ha actuellement occupés par les cultures annuelles et céréalières.

La rotation pourra comprendre :

- luzerne et fourrages d'été
- fourrages d'hiver
- artichaut et fève
- maraichères d'été
- céréales.

4°) - Conclusion

Ces trois types d'exploitation possible des terres en irrigué laissent donc une grande liberté d'adaptation aux conditions de sol particulières, à la spéculation primordiale de l'exploitation. Dans aucun des cas l'abandon de la céréaliculture n'a été envisagé ;

Les besoins en eau théoriques (débit fictif continu pour la période de pointe juillet-août) peuvent se répartir comme suit (voir tableaux)
(compte tenu des besoins en eau de chaque culture considérée (voir tableaux).

- type maraîcher : 0,75 l/s/ha
- type fourrager : 0,70 l/s/ha
- type mixte : 0,50 l/s/ha.

Ces chiffres sont obtenus pour des assolements théoriques (sans jachère) compte tenu des doses mensuelles préconisées tenant compte :

- des besoins hydriques de la culture
- de l'évapotranspiration
- du lessivage des sols
- des pertes (minimes) par percolation.

IV - NECESSITE DU DRAINAGE

A - INTRODUCTION

La carte de vocation des sols en irrigué nous l'indique déjà : la majorité des sols du périmètre nécessitent des travaux de drainage préalable obligatoires ou conseillés.

De plus nous avons vu au cours de l'étude des besoins en eau des cultures que la majorité des plantes concernées demandaient une tranche de sol assainie de 0,80 m à 1,20 m.

Or, si l'on se réfère également aux cartes de nappes (situation en hiver et en été) on s'aperçoit que celles-ci oscillent entre 1,50 m et 2,50 m en été, 50 cm et 1 m en hiver.

Du fait de la situation topographique de la plaine, un apport d'eaux d'irrigation en été entrainerait donc une remontée de la nappe incompatible avec le développement des cultures.
De plus la salure, des eaux d'irrigation (eaux de la Medjerdha) incite à préconiser doses plus fortes et drainage pour assurer le lessivage des sols et éviter la remontée capillaire.
(Les agriculteurs de la région ont cru pouvoir déceler une baisse de fertilité du sols en liaison avec l'utilisation des eaux de la Medjerdha dont le débit solide peut atteindre 5 %).

B - QUALITE DES EAUX

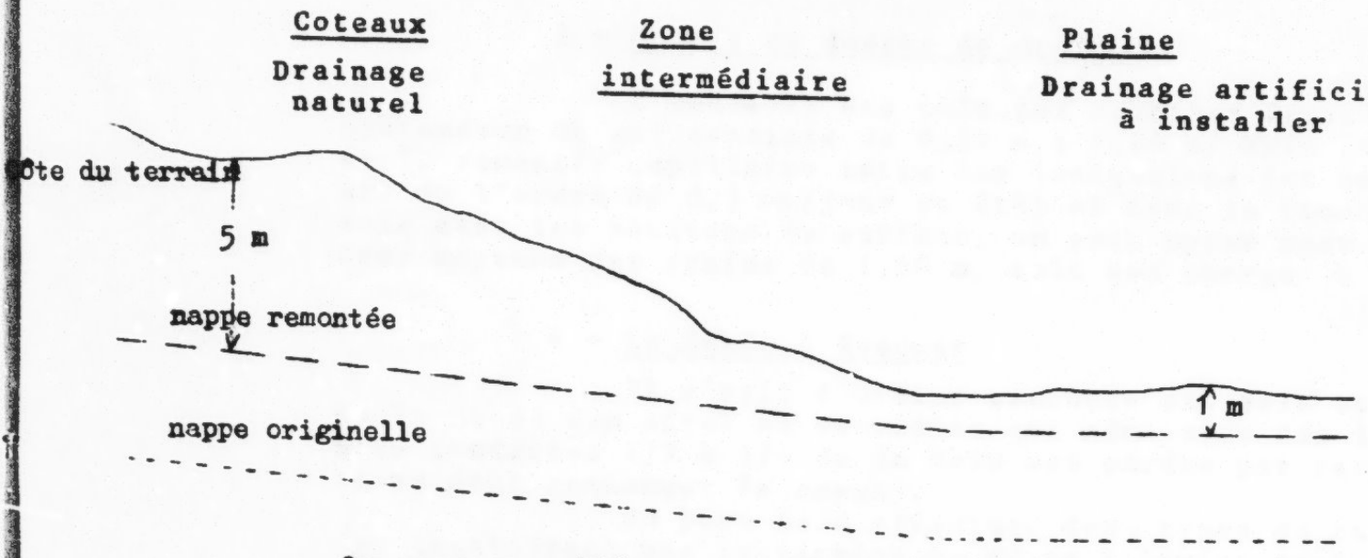
Des analyses effectuées en amont de Cherfech ont donné les résultats suivants pour la période 1964-68.

Il est à noter que des travaux effectués depuis en amont ont pu entrainer encore une augmentation de la teneur en sels des eaux.

ANNEE		EC mmhos/cm	RS	SAR
64	Hiver	3,7	2,3	7,2
	Eté	2,9	1,7	6,0
65	Hiver	3,7	2,5	7,5
	Eté	2,0	1,3	5,2
66	Hiver	3,3	2,2	7,4
	Eté	2,3	1,6	5,4
67	Hiver	3,8	2,5	7,9
	Eté	3,1	2,0	7,4
68	Hiver	3,4	2,2	7,2
	Eté	2,9	1,8	6,8

C - SITUATION TOPOGRAPHIQUE

Le schéma suivant a pu être établi, montrant la remontée de la nappe dans un périmètre irrigué.



On peut considérer que l'ensemble des terres du périmètre se trouve dans la zone de plaine où la nappe est dangereuse. Le drainage est donc obligatoire pour :

- aérer le sol
- éviter sa destructuration
- éviter la remontée des sels par capillarité.

D - MODALITE DU DRAINAGE

Dans le cas présent les irrigations considérées se font par planches ou billons : c'est à dire qu'il y a apport important (de l'ordre de 80 mm au maximum) par périodes de 10 à 20 jours selon les saisons.

Le drainage est donc un drainage en régime transitoire. Néanmoins dans le cadre de cet avant projet les calculs seront effectués pour un régime supposé permanent (formule de Hooghoudt).

On se fixera donc une hauteur de sol à assainir (ou une charge au dessus des drains) : la tranche de sol réellement assainie oscillera autour de cette valeur moyenne en fonction du tarissement du régime.

E - LES PARAMETRES DU DRAINAGE

1 - Profondeur de l'imperméable

Faute d'un ensemble de mesures ponctuelles, nous considérerons que l'assise imperméable est située à 3 m de profondeur sur l'ensemble des terres.
(Couche constituée des vases de l'ancienne mer d'Utique).

2 - Les perméabilités

voir ci-dessus : 3 grandes zones à :

- 0,14 m/j
- 0,41 m/j
- 0;64 m/j

3 - Charge au dessus du drains

L'ensemble des cultures étudiées demandent une profondeur de sol assainie de 0,80 m à 1,20 m/ Mais pour réduire la remontée capillaire entre les irrigations (et celle-ci est de l'ordre de 0,3 mm/jour en été) et donc la remontée des sels dans les horizons de surface, on peut opter pour une profondeur moyenne des drains de 1,50 m, soit une charge h = 0,60 m.

4 - Le débit à évacuer

Il s'agit d'éviter remontée des sels et remontée de la nappe (en effet on considère que même avec des irrigations bien conduites 1/3 à 1/4 de la dose est perdue par percolation et va donc rechanger la nappe).

On peut donc effectuer deux types de calculs (en considérant une irrigation de 80 mm - limite supérieure).

4.1 - Evacuation des eaux en excès

L'excès d'eau est donc de 20 à 25 mm La période d'irrigation et 10 à 15 jours.On aura une marge de sécurité suffisante en évacuant 2 mm/jour.

4.2 - Lessivage des sols

(calcul calqué sur l'exemple de la stationù expérimentale de Cherfech)

- Apport d'eau d'irrigation	600 mm (été)	200 mm (hiver)
- Salure des eaux	2,5 g/l	2 g/l
- Salure max. de la solut.du sol	12 g/l	
- Efficacité du lessivage	0,85	

On en déduit la salure de l'eau de drainage.
Cd = 12 x 0,85 = 10 g/l, donc la quantité d'eau à drainer :

$$Q_d \times C_d = G_i\ C_i$$

$$G_d = \frac{600 \times 2,5 + 200 \times 2}{10} = 190 \text{ mm}$$

On suppose que le lessivage est tributaire des pluies d'hiver (450 mm) et des premières irrigations d'été. Soit donc sur une période de 6 mois (novembre-avril), le débit minimal à évacuer serait donc de 1 mm.

4.3 - Conclusion

Les calculs précédents ont tous deux été effectués pour le cas le plus défavorables.

Il s'agit d'évacuer des eaux d'irrigations, on pourra donc prendre une valeur moyenne pour le débit à évacuer soit :

q_c = 1,5 mm/jour
(environ 0,2 l/s/ha)

5 - Ecartement des drains

La profondeur des drains étant de 1,50 m, ils ne sont pas posés sur l'imperméable : pour calculer leur écartement on prendra donc la formule de Hooghoudt :

$$E^2 = \frac{8 K \Phi \Delta h}{q_c}$$

K : perméabilité en m/j
Φ : profondeur équivalente de Hooghoudt en m
Δh : charge au dessus des drains en m
q_c : débit à évacuer en m/j

(Pour simplification étant donné l'ordre de grandeur attendu des écartements nous prendrons Φ = Z profondeur du substratum au dessous des drains).

Zone 1 K = 0,14 m/j E = 30 m

Zone 2 K = 0,41 m/j E = 50 m

Zone 3 K = 0,64 m/j E = 70 m

6 - Pente minimale des files de drains

Pour éviter sédimentation dans les drains et érosion autour des files de drains, la vitesse de l'écoulement de l'eau dans les drains doit être comprises entre 2 limites :

$$0,2 \text{ m/s} < V < 1 \text{ m/s}$$

En appliquant la formuel de Darcy Friedrich on obtient :

$$0,2 < 20 \quad D\,i < 1$$

D : diamètre intérieur des drains

i : pente de la file de drains.

Les drains utilisés en Tunisie sont de diamètre intérieur 6 cm, on obtient donc : - pente maximale i_{max} = 4 %
- pente minimale i_{min} = 1,7 ‰

7 - Longueur maximale théorique des files de drains :

Soit L_m : longueur à déterminer

E : l'écartement

La surface drainée par une file de drain est $S = L_m \times E$

Le débit du drain : $Q = L_m \times E \times q$

Le débit correspondant à l'écoulement gravitaire maximal nous est donné par :

$$Q = 15,7\ D^2\ \ D^i$$

Pour une pente minimale de 1,7‰ nous aurons donc :

$$L_m = \frac{15,7\ D^2\ \ Di}{q \times E}$$

$$L_m = \frac{15,7\ (0,06)^2\ \ 0,06 \times 1,7\ 10.^{-3}}{0,2\ 10^{-7}\ E.}$$

E = 30 m $\quad L_m = 950$ m

E = 50 m $\quad L_m = 570$ m

E = 70 m $\quad L_m = 407$ m

Une longueur maximale théorique des files de drains pourra donc être prise à 00 m.

7 - Longueur maximale théorique des files de drains

Soit L_m : longueur à déterminer

E : l'écartement

La surface drainée par une file de drain est $S = L_m \times E$

Le débit du drain : $Q = L_m \times E \times q$

Le débit correspondant à l'écoulement gravitaire maximal nous est donné par :

$$Q = 15,7\ D^2\ \ D^i$$

Pour une pente minimale de 1,7‰ nous aurons donc :

$$L_m = \frac{15,7\ D^2\ \ Di}{q \times E}$$

$$L_m = \frac{15,7\ (0,06)^2\ \ 0,06 \times 1,7\ 10.^{-3}}{0,2\ 10^{-7}\ E.}$$

E = 30 m $\quad L_m = 950$ m

E = 50 m $\quad L_m = 570$ m

E = 70 m $\quad L_m = 407$ m

Une longueur maximale théorique des files de drains pourra donc être prise à 00 m.

V - AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DU TERRAIN

A - L'INFRASTRUCTURE ACTUELLE

1 - L'irrigation

L'irrigation se fait actuellement le long de la Medjerdha, par pompage direct et refoulement dans des seguias en terre pouvant atteindre 3km de long.

Des études effectuées sur les pertes en séguia ont pu les chiffrer pour de tels sols à 2,5 l/s pour 100 m pendant la 1ère heure d'irrigation.

(Une bonne partie de l'eau pompée pendant la 1ère heure sent donc à la "formation" de la séguia).

L'un des objectifs lors de la création d'un périmètre irrigué étant l'économie d'eau par la réalisation d'un réseau étanche (jusqu'aux quaternaires), cet ensemble devra être abandonné.

2 - L'assainissement

Le drainage par poteries enterrées n'existe pas actuellement, cependant (voir carte topographique au 1/10000) existe entre la Medjerdha et l'Oued Faregh (750 ha environ) un ensemble de fossés qui servent à l'écoulement des eaux superficielles. Ce réseau bien que très envasé, pourra servir après curage (moyenne se situant autour de 200 m) à l'assainissement du périmètre et l'évacuation des eaux de drainage.

B - INFRASTRUCTURE : PREVUE

1 - Nivellement et planches

L'ensemble des cultures étudiées est irrigué par planches ou billons. Il s'agit donc d'une irrigation de surface par ruissellement.

Le nivellement est obligatoire (pente optimum 2‰). La longueur de la planche nous est donnée par la distance entre deux fossés collecteurs de drainage soit 200 m (des études effectuées à Cherfech ont montré qu'en de tels sols la planche de 200 m était à préconiser).

De plus le parallèle pourra donc être établi entre canaux d'irrigation et fossés collecteurs.

Enfin on vérifie bien que la longueur des files de drain est inférieure à la longueur maximale théorique (200 m).

2 - Canaux d'irrigation

Les eaux d'irrigation acheminées par gravité nécessitent donc l'installation ed'un réseau complet : canalisations secondaires et tertiaires en béton vibré, quaternaires en terre recouverte de béton moulé.

Les secondaires sont à calculer en fonction du débit fictif continu à admettre dont nous avons mentionné les caractéristiques propres à chaque culture.

33-Drainage et assainissement

Il est prévu de mettre en place un réseau complet de drainage par poteries. Les filets de drains débouchant dans des collecteurs. Le réseau de fossés à mette en place, devant dans la mesure du possible (topographie-être d'envasement) inclure ceux existant actuellement.

Dans le périmètre, du fait de la topographie nous considérerons deux zones : chacune de ces zones ayant un réseau de drainage qui lui est propre. Ces deux zones sont :

- Zone 1 : entre la Medjerdha et l'Oued Faregh,
- Zone 2 : dans la boucle de l'Oued Faregh.

Dans chacune de ces zones un collecteur principal sera creuser. En vue d'une réduction du coût des travaux, l'utilisation de l'infrastructure actuelle sera envisagée (infrastructure naturelle : Oued Faregh, et artificielle : fossés existant actuellement.

VI- L'ENSEMBLE IRRIGATION - DRAINAGE - ASSAINISSEMENT

A - L'IRRIGATION :

L'alimentation en eau du périmètre se fera à partir des eaux de la Medjerdha, ceci après pompage. La station de la pompage devra être calculée pour pouvoir distribuer sur le réseau 650 l/s (débit fictif continu de pointe).

Il nous a semblé préférable de ne mettre en place qu'une station de pompage, (comportant trois groupes de 125 l/s - 125 l/s - 400 l/s). Cette station étant placée en bordure de l'Oued, alimentant un bassin d'une capacité de 5000 m3. Ce bassin remplissant trois fonctions : la décantation - le transit) permettre une charge suffisante afin d'alimenter tout le réseau.

Cette solution nous est apparue préférable à l'implantation d'un bassin de stockage situé à 3 km de la station de pompage.

Ce projet nécessitant la pose d'une conduite de refoulement de 3 km.

L'eau ainsi pompée étant distribuée dans un réseau classique : canaux à ciel ouvert en béton vibré. Le tracé de ce réseau nécessitant une étude détaillée du parcellaire; nous n'avons proposé qu'une "ossature" possible du réseau.

B - ASSAINISSEMENT - DRAINAGE

I - ZONE 1 (Superficie de 750 ha)

1 - Problème du collecteur principal

La topographie, la direction naturelle de l'écoulement des eaux, nous obligent à choisir comme tracé de ce collecteur une ligne traversant le secteur en sa partie médiane (cf plan d'aménagement). Ce collecteur débouchant dans le canal nord de la plaine. Le calcul de ce collecteur devant tenir compte des contraintes suivantes :

- cote du TN à l'origine du collecteur : 4,00 m
- cote du TN à la sortie du périmètre : 3,00 m
- cote du TN à l'entrée du canal nord : 2,3 m
- cote au plafond du canal nord : 1,3 m
- longueur du collecteur : 3300 m
- profondeur théorique des drains : 1,50 m
- profondeur théorique des collecteurs II : 2,00 m

Une hauteur au plafond de 2 m pour les collecteurs II est nécessaire pour éviter l'ennoyement des bouches de drains).
La profondeur du collecteur doit être de 2 m.

2 - Solutions proposées

a + écoulement gravitaire tout le long de tout le réseau

Si l'on place les drains dans le périmètre à une profondeur de 1,30 m ou 1,20 m; les collecteurs I et II à 1,60 m l'écoulement gravitaire est possible. La pente du collecteur I sera dans ce cas de 0,33‰. Cette pente permettant l'écoulement gravitaire des eaux, mais favorise l'envasement dans le collecteur.

a.ǂ - Collecteurs II

Les collecteurs ayant une hauteur au plafond de 1,60 m, les collecteurs II ne pourrant du fait de la topographie avoir une profondeur supérieure à 1,50 m (la pente étant alors de 0,25 ‰).

a.é - Drainage

La profondeur maximale des fils de drain sera dans ce cas de 1,30 ou 1,20 m. Ceci afin d'éviter l'ennoyement des boucles de drain. Pour une pente de 1,7 % la profondeur en bout de planche ne serait plus que de 0,96 ou 0,85 m.
(Un tel réseau de drainage existe à Cherfech. La pente des files de drains étant de 1‰ aucun inconvénient n'a été constaté). En bout de planche, la profondeur serait de 1,10 m ou 1,00 m. Ce qui est acceptable.

Une telle conception du réseau, interviendrait alors sur l'écartement des fils de drains (cf. Tableau).

Pour une tranche de sol de 90 cm devant être assainie; la formule d'écartement des drains nous donne :

K = 0,14 m/j	Profondeur des drains (m)	1,30	1,20
	Ecartement des files de drain (m)	20	16
K = 0,41 m/j	Profondeur	1,30	1,20
	écartement	33	28
K = 0,64 m/j	Profondeur	1,30	1,20
	écartement	42	35

a.3 - Conclusion

Cette solution du fait de la topographie se trouve à la limite de ce qui est techniquement réalisable. La 2ème solution serait donc de mettre en place un dispositif de pompage des eaux de drainage.

b + mise en place d'une station de pompage

Cette solution permettrait la mise en place d'un réseau dont l'efficacité serait optimale. En effet, les contraintes topographiques ne seraient plus à considérer.

c + Conclusion :

Le choix est donc à faire pour le bon fonctionnement du périmètre irrigué, conditionné par son réseau de drainage entre :

- le surdimensionnement de l'écartement des drains dû à leur profondeur peu importante, permettant l'écoulement gravitaire des eaux.
- la mise en place d'une station de pompage permettant de mettre en place un réseau de drainage dont les qualités seraient optimales.

La trop faible profondeur des drains, la réduction des charges de sécurité (20 ou 30 cm entre la bouche du drainset le plafond du collecteur) dans le cas du choix de l'écoulement gravitaire des eaux nous incite à penser que cette solution est difficilement réalisable et se ferait au détriment du périmètre.

La solution du pompage semble donc préférable. Malgré les problèmes que cela crée (coût - entretien 'eaux salées', sardiennage...)

3 - Travaux à effectuer

Pose du réseau de drainage par poteries

Construction du collecteur principal:

+ Calcul du collecteur

a + débit à évacuer : Le drainage a été calculé pour évacuer un débit fictif continu de 0,2 l/s/ha. Mais du fait de leur dimension ils peuvent évacuer un débit maximum q de :(cas des pluies hivernales).

$$q = 15,7\ D^2 \qquad D_i = 0,57\ l/s/ha$$

soit = 4,9 mm/jour

Du fait de la continuité de l'écoulement, la capacité de drainage des fossés collecteurs est :

$$q = 0,0036\ K \text{ (en m)}$$

Soit pour une valeur moyenne des débits évacués par les fossés :

$$q' = 1,8 \text{ mm/j}$$

Débit du collecteur principal : Q q+q' = 6,7 mm/j/ha. La superficie intéressant ce collecteur étant de 750 ha, le débit à évacuer sera donc de :

Q = 0,59 m3/s

b + contraintes pour le calcul du collecteur

Hauteur au plafond : h = 2 m
Pente : 0,3‰
Débit : 0,59 m3/s

C + dimensions du collecteur

L'utilisation de la formule de Bazin nous permet de donner une largeur en plafond minimum, (le profil trapézoïdal idéal de ce fossé permettant un débit de 4,68 m3/s).

Nous choisirons comme largeur en plafond 50 cm. Ceci afin de protéger de manière efficace les bouches de drains contre l'ensablement.

Profil en travers

Station de pompage

Un calcul rapide préconise une station de pompage d'une puissance de 24000 W soit 180 cv.

Cette station de pompage devant être construite à la sortie du périmètre plutôt qu'à l'entrée du canal nord. En effet dans cette zone, le niveau de la nappe phréatique est tel en hiver (50 cm) que le fossé jouer ait le rôle d'un puits captant.

Tracé du réseau de fossé : cf. carte topographique.

Dans cette zone on a tenu compte de la présence d'une piste importante située entre l'oued Faregh et le collecteur principal. Afin d'éviter la construction de trop nombreux ouvrages d'art (dallots). Nous avons tracé un deuxième collecteur principal rejoignant le premier collecteur. Dans ce cas, la construction d'un seul dallot est nécessaire.

4° - Conclusion

Il semble que le dimensionnement de la station de pompage soit économiquement rentable. La potentialité agricole de cette zone étant très grande. Néanmoins une étude économique plus précise s'impose afin de calculer la rentabilité des solutions que nous avons proposées.

II - ZONE II (superficie de 300ha)

1° - Solutions adoptée : Dans cette zone la topographie est moins contraignante quant à la conception du réseau de drainage. Un réseau d'évacuation des eaux par gravité est proposé.

Le collecteur principal de ce réseau ayant une profondeur de 2 m sera tracé de manière à utiliser au maximum le collecteur naturel qu'Est l'Oued Faregh. Cependant il sera nécessaire de creuser deux canaux coupant deux méandres de cet oued (la pente naturelle dans ces néandres étant nulle).

La conception du réseau d'assainissement et de drainage étant la même que celle décrite pour la zone I, nous n'en détaillerons pas les caractéristiques.

2° - Travaux à effectuer :

- Réseau de drainage en potérie
- Réseau de fossés collecteurs
- Collecteur principal.

- Contraintes pour le calcul du collecteur

- Pente TN : 1‰
- Cote du plafond en sortie du périmètre : 0,90 m
- Cote du débouché dans la Sebkha : 0,30 m

Ce collecteur sera conçu de la manière suivante :

- La partie dans le périmètre = écoulement gravitaire possible ,
- La partie dans les parties basses : écoulement gravitaire médiocre.

La deuxième partie du collecteur empruntant l'ouest Faregh bien que de faible pente permettra l'écoulement des eaux (pente 0,2%) l'inconvénient de ce système étant :

- envasement accéléré du collecteur
- stagnation d'une partie des eaux.

Le tracé du collecteur sera : cf. carte plan du projet

3° - Conclusion : Bien que la topographie de cette zone soit moins contraignante, la solution choisie est une fois de plus à la limite de ce qui est techniquement réalisable.

NOTE SUR LA DEVIATION DE L'OUED FARECH

1 - Le problème

Lors des pluies d'hiver, les parties basses du village de Galaat (et les terres environnantes) sont inondées par débordement de l'Oued Faregh qui se "jette" dans le village (voir carte ptopegraphique au 1/10000).
(En 1973 c'est le débordement de la Medjerdha qui a entrainé le déversement des eaux dans l'Oued Faregh).

2 - Solution proposée

Le barrage de l'ancien lit de la Medjerdha à la jonction avec l'émissaire de Tobias (travaux en cours) supprime tout risque de débordement de la Medjerdha dans l'OuedsFaregh.

Le seul problème consiste donc en l'évacuation des eaux der pluies.

La solution qui s'impose est la déviation de l'Oued Faregh et la création d'un fossé le reliant à l'Oued Semara, des dijues devront également être construites pour éviter la pénétration des eaux dans le village.

3 - Travaux à effectuer

3.1 - Calcul des dimensions du fossé

Les contraintes sont donc :

- angle de talus = 45°
- pente i = 1,1‰
- débit à évacuer q = 2,78 m3/s
- vitesse maximale permise dans ces terrains : V = 0,6 m/s.

3.2 - Calcul du débit à évacuer

Superficie du bassin versant 100 ha
Hauteur maximale d'eau observée 60 mm en 6 h (1973)
Coefficient de ruissellement K = 1
(en raison de la forte pente et de la nature gréseuse du substratum), d'où débit à évacuer :

$$Q = \frac{100 \times 10^4 \times 60 \times 10^{-3}}{6 \times 3600} = 2,78 \text{ m3/s}$$

3.3 - Dimensions du fossé (formule de Bazin)

Hauteur au plafond	1,40 m
Largeur en plafond	2,00 m
Largeur en gueule	4,80 m

[redacted]

La terre provenant du curage et creusement du fossé peut servir à la construction des digues .

4- Travaux annexes .

Dans la partie basse du village, le lit de l'oued sert actuellement à l'évacuation des eaux usées .

Lorsque l'écoulement sera interrompu, ces eaux usées ne pourront [redacted] évacuées .

La solution la plus simple et la plus économique est donc de canaliser ces eaux par des buses de béton . Une ouverture prévue dans les barrages de protection ne semble pas satisfaisante .

(étude E 262 réalisée par la société Grontmij - Tunis Mars 1973)

En effet l'oued est asséché en été, la construction d'une ouverture en béton armé est certainement couteuse, et le gain sur le plan de la salubrité, nul .

[redacted]

La terre provenant du curage et creusement du fossé peut servir à la construction des digues .

4- Travaux annexes .

Dans la partie basse du village, le lit de l'oued sert actuellement à l'évacuation des eaux usées .

Lorsque l'écoulement sera interrompu, ces eaux usées ne pourront [redacted] évacuées .

La solution la plus simple et la plus économique est donc de canaliser ces eaux par des buses de béton . Une ouverture prévue dans les barrages de protection ne semble pas satisfaisante .

(étude E 262 réalisée par la société Grontmij - Tunis Mars 1973)

En effet l'oued est asséché en été, la construction d'une ouverture en béton armé est certainement couteuse, et le gain sur le plan de la salubrité, nul .

II - LES PARTIES BASSES DE LA PLAINE

ASSAINISSEMENT - DONNEES DE BASE

A - INTRODUCTION

Cet avant projet concerne toutes les zones exploitables de la plaine (à l'exception des terres inclues dans le futur périmètre). Il ne tiendra donc pas compte de toute la bordure cotière Est (Sebkhas, Garaat).

Il s'agit en général de terres d'aptitudes culturales médiocres. Un plan d'assainissement rationnel de la plaine (qui devra de plus tenir compte de l'aspect économique du problème) repose sur la résolution de deux problèmes particulièrement délicats à maitriser et très défavorables.

1°) - La topographie

La grande majorité des sols à assainir est caractériser par une topographie très plane ; les parties les plus hautes sont de côte 3 m, les plus basses de côte 0.

La pente naturelle varie de 1‰ à 0,5‰. Or la Sebkha située à l'Est submerge en hiver les terres basses jusqu'à la côte 0,45, du fait de la conjonction (maximale en hiver) de 2 facteurs

- elle sert d'exutoire naturel aux eaux de la plaine
- les vents d'hiver entrainent une communication avec la mer.

Il en résulte donc que le réseau d'assainissement projeté ne pourra avoir la profondeur optimale et qu'il n'assainira les terres que de manière superficielle.

2°) - L'halomorphie et l'hydromorphie

Ces 2 facteurs sont étroitementstliés à la topographie. Du fait de leur intensité actuelle, ils interdisent tout espoir de rentabilité à court terme du projet.

Actuellement leur conjonction rend impossible toute culture rentable. Les cultures pratiquées ne le sont que de manière très extensive.

B - GENERALITES

1°) - Rappels sur le milieu physique

1.1 - Limites

Les limites de la plaine (méditerranée à l'Est, Medjerdha à l'Ouest et au Nord, émissairé de Tobias au Sud) l'isolent d'un grand bassin versant amont.

1.2 - Climat

- La pluviométrie est de l'ordre de 500 mm par an concentrés essentiellement de septembre à mars.

Pendant toute cette période, l'engorgement des sols est tel que leur accès est impossible aussi bien aux animaux qu'aux engins agricoles.

- L'étude des températures met en évidence 2 saisons : - Hiver de novembre à avril (moyenne de 11° à 15°C),
- Eté d'avril à octobre (moyenne : 19,1° à 26,4°C)?

- Le déficit annuel ETP - P = 900 mm , l'ETP est supérieure aux précipitations 8 mois sur 12.

Ces conditions climatiques (auxquelles s'ajoutent les vents souvent violents sur une telle superficie plane) conditionnent sévèrement les possibilités de culture.

1.3 - Les sols et leur vocation

Un des caractères des sols de la plaine est leur hétérogénéité d'aptitude culturale (cette aptitude se dégradant de plus avec la proximité de la mer),

L'étude pédologique de la plaine nous permet de distinguer trois grandes zones.

ZONE 1 : LES TERRES CONTIGUES AU FUTUR PERIMETRE

Partie Sud

(entre le promontoire du village et l'Oued Medjerdha). C'est la meilleure zone pédologique de la plaine : les sols sont peu évolués, d'apport fluviatile, sains (nappe inférieure à 2 m été comme hiver), non salés (EC $<$ 1 mmhos /cm). Actuellement cette partie est vouée aux cultures arbustives, exigeantes au point de vue sol (pommiers, poiriers, pruniers), et maraichères (tomates et melons de saison, pastèques), en irrigué.

Régions limitrophes du périmètre

Les sols d'apport fluviatile également vont du sols alluviaux sains aux sols alluviaux peu salés en profondeur.

La nappe varie entre 1 m (hiver) 1,50 m (été). La conductivité électrique est comprise entre 2 et 8 mmhos/cm. En général, il s'agit de sols convenant moyennement, ou bien aux cultures annuelles irriguées.

ZONE 2 : LA REGION NORD

Les sols vont de plus salés en profondeur à des sols halomorphes non lessivés (sols halomorphes à alcalis salés et très salés) La nappe varie entre 0,50 m (hiver) et 1 m (été). La conductivité électrique est comprise entre 5 et 10 mmhos/cm. Il s'agit soit de sols de qualité médiocre à moyenne pour les cultures annuelles, soit de sols à aménager en paturages. L'assainissement agricole sera limité dans cette partie par la topographie et la qualité moyenne des sols.

ZONE 3 : LES PARTIES BASSES DE LA PLAINE (SUD)

Les sols sont ici caractérisés par leur halomorphie et leur engorgement (sols halomorphes à alcalis et à alcalis très salés), la profondeur de la nappe est fonction de la topographie et toujours faible : 0 à 1 m en hiver ,
0,50 à 1,50 m en été.

Ces sols ne sont utilisables qu'en paturage (sous condition de dessalage et assainissement).

2°) - Situation agricole actuelle

Seules les deux premières zones ont un caractére agricole et sont cultivées.

ZONE 1 : Du fait de sa position prévilégiée (sols et coteaux profonds, bien drainés, et de bonne qualité) elle constitue la partie la plus riche de la plaine : arboriculture et maraichage (il pourrait être intéressant de reconsidérer les limites du périmètre irrigué).

ZONE 2 : Elle est actuellement sous le régime de cultures extensives en sec (fourrages et céréales). Les récoltes sont de l'ordre de 8 qx/ha pour le blé.

ZONE 3 : Elle est en grande partie classée domaine public maritime et donc à l'abandon.
(Quelques zones appropriées exploitent céréales et fourrages en sec). Mais le régime dominant est celui du parcours (paturage pour ovins élevés par des nomades).

3°) - Conclusion

L'hétérogénéité du milieu physique, les potentialités intrinséques de chaque zone conditionnent donc la solution proposéedans chaque cas.

L'impératif économique doit être respecté avant tout.

Tableau des dommages subis par les plantes (en pour-cent de la récolte optimale) en cas d'une submersion de 3, 7, 11 ou 15 jours.

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Nombre de jours de submersion	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15
1. Fourrages pérennes	- - 5 10	- - 5 10	- - 5 10	- 10 20 30	10 25 40 60	10 20 70 100
2. Pâturage	- - - -	- - - -	- - - -	- - - 10	- 10 20 30	- 15 30 50
3. Prairie	- - - -	- - - -	- - - -	- - - 10	- 10 20 30	- 15 30 50
4. Betterave à sucre betterave fourragère	- - - -	- - - -	- - - -	10 30 100 100	10 50 90 100	10 30 90 100
5. Pomme de terre	- - - -	- - - -	- - - -	30 80 100 100	30 80 100 100	40 80 100 100
6. Tournesol	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	10 20 40 80	10 30 60 100
7. Chanvre	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	20 40 50 100	20 30 75 100
8. Céréales d'automne	- 5 10 20	- 5 10 15	- 5 10 20	5 15 30 50	10 25 40 70	20 40 70 100
9. Céréales de printemps	- - - -	- - - -	- - - -	10 20 40 100	15 40 75 100	15 30 75 100
10. Maïs	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	20 50 100 100	10 30 80 100

Mois	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Nombre de jours de submersion	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15
1. Fourrages pérennes	10 40 70 100	10 40 70 100	10 30 50 80	10 30 50 70	- 10 20 30	- - 5 10
2. Pâturage	- 20 30 50	- 20 30 50	- 10 20 30	- - - 10	- - - -	- - - -
3. Prairie	- 20 30 50	- 20 30 30	- 10 20 30	- - - 10	- - - -	- - - -
4. Betterave à sucre betterave fourragère	10 40 80 100	10 40 90 100	10 40 80 100	10 60 80 100	- 10 20 30	- - - -
5. Pomme de terre	50 100 100 100	50 100 100 100	50 100 100 100	20 40 50 80	- - - -	- - - -
6. Tournesol	10 40 80 100	10 40 60 80	- 10 30 50	- - - -	- - - -	- - - -
7. Chanvre	10 40 60 80	10 30 50 70	- - 10 30	- - - -	- - - -	- - - -
8. Céréales d'automne	20 50 80 100	- - 10 20	- - - -	- - - -	- 5 10 20	- 5 10 20
9. Céréales de printemps	20 50 75 100	- - 10 20	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
10. Maïs	10 40 75 100	- 10 30 60	- 10 40 60	- 10 20 30	- - 10 10	- - - -

D'après Salamin (Hongrie).
(Relevés de Alker, Csirbey, Fekete, Nizsalovszky, Secker).

C - BILAN HYDROLOGIQUE

Pour déterminer le débit spécifique à évacuer par l'intermédiaire du réseau d'assainissement il nous faut tout d'abord considérer le bilan hydrologique de la plaine.

Soient : q_H : le débit correspondant à la pluie tombée sur le périmètre considéré ;

q_R : le débit correspondant au ruissellement à partir du bassin versant ;

q_i le débit correspondant à l'infiltration latérale.

On peut d'écrire l'équation (intéressant un sol à sa capacité au champ normale) d'un débit spécifique quel qu'il soit sous la forme :

$$\boxed{Q = q_H + q_R + q_i - q_e}$$

q_e étant la tranche d'eau évapotranspirée par les plantes

Dans le cas de la plaine de Galaat (voir présentation) q_R et q_i sont nuls (la Medjerdha et l'émissaire des Tobias jouant le rôle de colatures).

q_e est négligeable pendant les périodes pluvieuses considérées.

donc il reste à déterminer q_H.

I - PREMIERE METHODE - PLUIES DE TROIS JOURS

1°) - Principe

Les travaux sur la baisse de rendement des cultures en fonction de la durée de submersion, concordant en Tunisie avec les données de Salamin.

La majorité des sols à assainir en Tunisie étant à vocation céréalière, il a été adopté le principe d'accepter une baisse de rendement de 10 % soit accepter une submersion de 3 jours.

2°) - Méthode de calcul

- On s'attache donc à déterminer la pluie critique de 3 jours; au jour i correspond la somme des hauteurs de pluie tombée aux jours i, i + 1, i + 2.

Au jour i + 1, la somme $H_{i+1} + H_{i+2} + H_{i+3}$ etc...

Classant les résultats en tranches successives de 10 mm, on considère comme pluie critique de 3 jours la borne supérieure de la classe de fréquence annuelle 1.

3°) - Résultats

Disposant des données journalières de la station de Cherfech de 1965 à 1975 (11 ans) nous avons pu dresser le tableau suivant pour des "pluies" supérieures à 30 mm :

	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110
1965	9	1	0	3	-	-	-	-
1966	11	0	0	0	-	-	-	-
1967	3	3	0	0	-	-	-	-
1968	6	0	0	0	-	-	-	-
1969	6	2	0	2	-	-	-	-
1970	1	0	2	0	-	-	-	-
1971	4	4	4	1	2	0	0	0
1972	5	1	2	0	0	-	-	-
1973	6	5	2	1	3	0	3	0
1974	2	0	0	0	-	-	-	-
1975	3	1	1	0	2	1		2
TOTAL	56	17	11	7	7	1	3	2
Fréquence (Cumulative)		4,36	2,82	1,82	1,18	0,55	0,45	0,18

On considère donc une pluie de 3 jours critique, de fréquence annuelle 1,1a pluie

H = 80 mm

II - DEUXIEME METHODE - MODELES PROBABILISTE

1°) - Principe

Un modèle a été établi, montrant qu'il était possible à partir de 10 années (minimum) d'observations journalières d'obtenir une bonne estimation des paramètres de distribution des pluies.

Il s'agit donc de déterminer le rythme d'apparition des évènements pluvieux et plus spécialement ceux qui risquent de causer un excès d'eau (donc leur période de retour).

2°) - Définitions

Episode pluvieux : il est constitué d'un certain nombre de jours pluvieux, consécutifs, précédés au suivis d'un ou plusieurs jours secs.

A un jour pluvieux correspond une hauteur de pluie journalière non nulle (au moins 0,1mm).

Un épisode pluvieux est caractérisé par une durée en jours, une hauteur totale de pluie (somme des hauteurs de pluie journalière de chaque jour), une hauteur maximum.

Episode mixte : C'est la succession d'un épisode pluvieux et d'un épisode sec (indépendamment de l'ordre de succession).

Episode sec : C'est la succession de jours sans pluie, encadrés d'épisodes pluvieux.

Pour la détermination des divers épisodes à partir des données journalières, on travaille mois par mois.

Un épisode à cheval sur 2 mois est attribué au mois > (en cas d'égalité, au premier mois chronologiquement).

3°) - Paramètres fondamentaux

Durée moyenne des épisodes pluvieux : Pour chaque mois on déterminer la moyenne m des durées des épisodes pluvieux, ainsi que l'écart type correspondant. σ dans l'hypothèse de base la durée des épisodes pluvieux suit une loi exponentielle caractérisée par $\alpha = \frac{1}{m}$, dans la pratique m et σ varient sensiblement. On prend donc comme durée moyenne :

$$\frac{m + \sigma}{2}$$

Durée moyenne des épisodes secs : C'est pour chaque mois la moyenne des durées des épisodes secs.

Durée moyenne des épisodes mixtes : C'est la somme des 2 durées moyennes précédemment définies.

REMARQUE :

Pour atténuer le découpage arbitraire en mois tous ces paramètres sont lissés : leur valeur finale est déterminée en donnant un poids 6/8 au mois considéré, 1/8 aux mois i-1 et i+1.

$$\gamma_i = \frac{\gamma_{i-1} + 6\gamma_i + \gamma_{i+1}}{8}$$

4°) Période de retour des épisodes pluvieux totalisant plus de H_{mm} de pluie (quelque soit leur durée)

Définition : C'est la durée moyenne (en année) séparant 2 épisodes pluvieux caractérisés uniquement par $h > H_{mm}$.

Nombre moyen d'épisodes

Pour un mois J, le nombre moyen d'épisodes ainsi définis est donné par l'expression : (voir modèle probabiliste utilisé) :

$$\boxed{hj = e^{-\alpha H} \cdot \gamma \cdot tj}$$

γ = inverse de la durée moyenne des épisodes mixtes,
α = inverse de la hauteur moyenne des épisodes pluvieux,
tj = nombre de jours - de mois J.

Période de retour

Soit n_1 nombre moyen d'épisodes de hauteur $h > Hmm$ pour le mois de janvier, n_2 pour février etc...
Pour l'année :

$$\overline{N} = \sum_{i=1}^{12} n_2$$

La période de retour en années pour les épisodes considérée est

$$T = \frac{1}{\overline{N}}$$

5°) - Résultats

Toujours à partir des données de Cherfech, nous avons déterminé les paramètres considérés ; Soient :

Φ : durée moyenne des épisodes secs,
γ : durée moyenne des épisodes pluvieux,
γ^{-1} : durée moyenne des épisodes mixtes,
α^{-1} : hauteur moyenne des épisodes pluvieux.

	ϕ_2	$\hat{\phi}_i$	ν_i	$\hat{\nu}_i$	$\hat{\gamma}_i^{-1}$	$\hat{\gamma}_i$	α_i^{-1}	$\hat{\alpha}_i^{-1}$	$\hat{\alpha}_i$
J	3,84	3,81	1,475	1,55	5,36	0,187	10,90	12,05	0,083
F	3,42	3,65	1,955	1,85	5,50	0,182	17,89	16,14	0,062
M	4,805	3,01	1,64	1,60	6,61	0,151	10,865	11,43	0,087
A	7,85	8,17	1,02	1,11	9,28	0,108	8,39	8,72	0,115
M	13,44	13,54	1,16	1,14	14,68	0,068	8,58	8,44	0,118
J	19,85	20,24	1,08	0,95	21,19	0,047	7,69	7,02	0,142
Jt	29,36	27,50	0	0,33	27,83	0,036	1,4	2,79	0,358
A	23,95	23,23	1,575	1,32	24,55	0,041	6,24	6,54	0,155
S	12,74	13,79	1,11	1,22	15,01	0,067	13,78	13,78	0,073
O	9,93	10,51	1,58	1,39	11,90	0,084	22,975	21,39	0,047
N	11,73	10,55	1,65	1,64	12,19	0,082	19,76	19,33	0,052
D	4,04	4,98	1,59	1,58	6,56	0,151	13,12	13,67	0,073

On calcule donc la période de retour pour des épisodes totalisant 50 mm de pluie, 60 mm, 70 mm, 80 etc....

Résultats

	50 mm	60 mm	70 mm
n_1	0,0914	0,0398	0,0174
n_2	0,2296	0,1235	0,0664
n_3	0,0604	0,0253	0,0106
n_4	0,0103	0,0033	0,0021
n_5	0,0058	0,0018	0,0005
n_6	0,0012	0,0008	0,0001
n_7	-	-	-
n_8	0,0006	0,0001	-
n_9	0,0522	0,0252	0,0121
n_{10}	0,2483	0,1552	0,0970
n_{11}	0,1827	0,1086	0,0646
n_{12}	0,1217	0,0586	0,0282
$\overline{N}$	1,004	0,5457	0,2975
T	0,996	1,832	3,361

Les épisodes pluvieux de fréquence annuelle ont donc une hauteur totale comprise entre 50 et 60 mm (plus proche de 50 mm).

Un épisode totalisant 70 mm de pluie a déjà une période de retour supérieure à 3 ans.

6°) - Résultats empiriques - comparaison

L'examen des observations journalières de Cherfech nous donne comme résultats empiriques (sur 11 an) :

H = 50 mm $\quad \overline{N} = 1,18$
H = 60 mm $\quad \overline{N} = 0,636$
H = 70 mm $\quad \overline{N} = 0,454$
H = 80 mm $\quad \overline{N} = 0,364$

On voit donc que fréquences et périodes de retour des épisodes extrêmes observés, sont supérieures, légèrement, à celles des épisodes estimés .

Ceci est dû au fait que la loi exponentielle minimise toujours ces valeurs extrêmes .

7°) Conclusion

L'utilisation du modèle probabiliste est cependant bien plus satisfaisante que celle de la méthode, empirique, des pluies de 3 jours .

En effet on considère les pluies dans leur déroulement temporel logique, tandis qu'avec la méthode des pluies de 3 jours, nous avons pour un épisode de 4 jours i, j, k, l par exemple, 6 pluies de 3 jours :

$H_{i-2} + H_{I-1} + H_i$

$H_{i-1} + H_i + H_j$

$H_i + H_j + H_k$

$H_j + H_k + H_l$

$H_k + H_l + H_{l+1}$

$H_l + H_{l+1} + H_{l+2}$

Le calcul de la fréquence annuelle en sera donc faussé, et la hauteur de pluie critique surestimée .

D - DEBIT SPECIFIQUE A EVACUER

1°) - Introduction

Le choix de ce débit critique devient donc un problème purement pratique sous la dépendance de 3 facteurs;

- la pluviométrie et le ruissellement
- les dommages subis par la plante en cas de submersion
- (voir donnée de Salamin)
- le choix de la culture à mettre en place.

2°) - Cas de la plaine de Galaat

Les zones à assainir sur le plan agricole dans la région de Galaat sont de 2 types selon leur vocation agricole:

- zones actuellement cultivées en céréales
- zones du demain public maritime qu'un rabattement de la nappe phréatique peut permettre d'aménager en cultures fourragères et paturages

Les résultats précédents nous indiquent que la pluie critique, de fréquences annuelle tombant sur la plaine est de 60 mm (en prenant une importante marge de sécurité).
C'est donc cette pluie qu'il faut évacuer ;
La période pluvieuse s'étend de septembre à mars: pendant cette période une submersion cause aux cultures considérées les dommages suivants :

Mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Submersion (jours)	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7	3 7	3 7	3 7	3 7
Fourrages	10%,30%	10%	. .	. .	. .	. .	. ..
Paturages prairies	- -	-	- -	- -	- -	- -	- -
Céréales d'automne	- -	4%	- 5%	- 5%	- 5%	- 5%	5%,15%
Céréales de printemps							10%,20%

Si l'on accepte de prendre le risque de voir la récolte diminuée de 10% par l'effet d'une submersion temporaire : le nombre de jours de submersion accepté sera donc :

- Fourrages : entre 3 et 7 jours
- Céréales d'automne : entre 3 et 7 jours
- Céréales de printemps : 3 jours.

3°) - Hauteur d'eau reçue

La majorité des sols de la plaine ne reçoit que les eaux de pluie et la submersion est alors liée à la remontée de la nappe.
(C'est donc une submersion par eau douce : lentilles d'eau au dessus de la nappe saumâtre). La topographie du terrain ne permet ni l'évacuation des eaux superficielles, ni le drainage naturel.

Seule la zone située en contrebas du promontoire du village (zone céréalière) reçoit en plus les eaux ruisselant de ce promontoire.

La pente du terrain est de 50 % environ. Nous prendrons donc le coefficient de ruissellement K = 1 (cas le plus défavorable) ; ce promontoire est un massif gréseux, l'infiltration déjà limitée par la pente est donc à peu près nulle.

La quantité supplémentaire d'eau reçue par la partie aval sera donc de la forme :

$$H = K S I$$

H et I : hauteurs d'eau
S : superficie de ruissellement.

- ASSAINISSEMENT - AVANT PROJET -

L'hétérogéité de la pédologie et des aptitudes des sols de la plaine nous obligent à considérer trois grandes zones :

- la zone Sud et les zones limitrophes du périmètre (Zone 1) ,
- la zone Nord (Zone 2) ,
- les parties basses de la plaine (Zone 3).

Dans les deux dernières zones, l'assainissement devra être économique. Les réseaux d'assainissement devant utiliser au maximum les quelques infrastructures existantes ainsi que celles qui seront crées lors de la mise en place du périmètre.

A - ZONE 1

Cette zone inclut la partie sud du périmètre ainsi que les zones limitrophes de ce dernier. La superficie de cette zone est d'environ 250 ha.

I - ZONE SUD DU PERIMETRE

Au point de vue assainissement, cette zone de par sa topographie (+ 4 m) et sa protection face aux eaux de ruissellement (limitée par l'Oued Fareigh collectant les eaux ruisselant du promontoire et l'Oued Medjerdah dont les crues ne sont plus à craindre ne pose aucun problème particulier (sols profonds, bien drainants et sains).

Cette zone en étant inclue dans le périmètre n'y gagnerait qu'un apport rationnel des eaux d'irrigation. Actuellement cette zone est irriguée à partir des eaux de la Medjerdha, dont le pompage est à la charge des exploitants. L'utilisation des eaux acheminées à l'aide de canaux en béton vibré permettrait de supprimer le réseau de seguias en terre (dans un tel réseau les pertes d'eau sont approximées à 2,5 litres/seconde et par 100 mètres de seguia pendant la première heure de service).

II - ZONES LIMITROPHES DU PERIMETRE IRRIGUE

Il s'agit de zones actuellement exploitées en irrigué (cultures fourragères et maraichères : pastèque, melon et tomate de saison).

Il apparait donc que ces terres devraient au même titre que celles inclues dans le périmètre bénéficier d'aménagement en vue de l'irrigation et du drainage (voir étude du périmètre irrigué. Cependant, leur situation topographique en est un obstacle majeur.

B - ZONE 2

Cette zone a une superficie d'environ 900 ha dont 300 sont à vocation céréalière et fourragère. Le reste étant à aménager en pâturages.

I - INFRASTRUCTURES EN PLACE

Seules les parties Est et Nord de cette zone sont pourvues de quelques fossés et d'un grand canal. (actuellement très envasé) :

1 - Les fossés : Leur écartement varie de 100 à 200 m. Pour la plupart des travaux de curage et faucardage sont à envisager ;

2 - Le canal : Il a été creusé vers 1930 et est actuellement non fonctionnel : envasement très important et envahissement par la végétation. Ce canal semble avoir été construit afin de collecter les eaux de cette zone. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- pente : 0,6‰
- longueur : 3 km

Nous avons envisagé le recalibrage de ce canal en vue de l'utilisation comme collecteur principal des eaux de drainage d'une partie du périmètre irrigué et de la zone 2.

II - PARAMETRES DE L'ASSAINISSEMENT

1 - Hauteur optimale de la nappe sphréatique

La nappe étant à une profondeur de 0cm à 50cm en hiver, la mise en place de cultures rentables dans cette zone nécessite un rabattement de la nappe phréatique.

Le tableau suivant nous précise les exigences des cultures envisagées quant à la profondeur de la nappe :

Culture	d'après Tcherkassov	d'après Rolley
Céréales	0,60 - 0,80	0,70 - 1,20
Fourrages verts pluriannuels	0,50 - 0,70	0,50 - 0,80

Dans le cas étudié, nous fixerons le rabattement de la nappe à 0,50m. Ceci afin de minimiser les coûts d'éxécution. Il est à noter que cette profondeur de la nappe permet de cultiver sans dommages des cultures céréalières et fourragères. De plus ce rabattement de 0,50 m semble suffisant car l'état d'engorgement des sols intervient en hiver (novembre à février) période pendant laquelle les céréales d'automne et les pâturages sont à un stade végétatif très résistant.

2 - Profondeur optimale des fossés

Il n'est pas question de déterminer la profondeur des fossés en vue des résultats théoriques espérés mars en fonction de la topographie. Dans cette zone, la pente naturelle est voisine de 1‰ (partie Ouest 1‰ - partie Est 0,5‰). Cette pente permettant l'écoulement de l'eau dans les fossés.
(Nous verrons plus loin la solution proposée afin de résoudre les problèmes posés par cette topographie très plane).

Il est nécessaire que l'ensemble du réseau débouche à la cote de 0,50 m (le niveau maximum atteint par la Sebkha étant de 0,30 m).

- Distance la plus longue à parcourir par les eaux : 4 km
- Dénivellation entre le point le plus haut et le plus bas:4m
- Pente naturelle : 1%.

Des fossés ayant une profondeur de 1,5 m permettront à la majeure partie du réseau une pente de 0,62‰. Ce qui permet un écoulement correct des eaux, c'est cette profondeur que nous retiendrons.

3 - Débit critique théorique

Nous choisirons ce débit en fonction:

- des cultures envisagées
- des risques consentis pour chaque culture (cf. tableau de Salamin).

Pour une période pluvieuse allant de novembre à mars, les pertes de rendement des cultures envisagées en fonction de la durée de submersion sont :

Durée de submersion (jours)		3	5	7	10	15
Chute de Rendement	Céréales d'automne	-	3%	5%	10%	20%
	Pâturages et C.F.	-	-	-	-	-
Débit a évacuer qc 1/s/ha		2,31	1,39	1,00	0,69	0,46

Si nous consentons le risque de voir les cultures subir une chute de rendement de 20% le débit à évacuer sera de 0,46 1/s/ha.

4 - Ecartement des fossés

4.1 - Formule : La formule que nous avons utilisée est celle mentionnée dans le plan directeur d'assainissement des plaines du Nord de la Tunisie.

$$L = 2\sqrt{\frac{K}{q_c} H(H+2Z)}$$

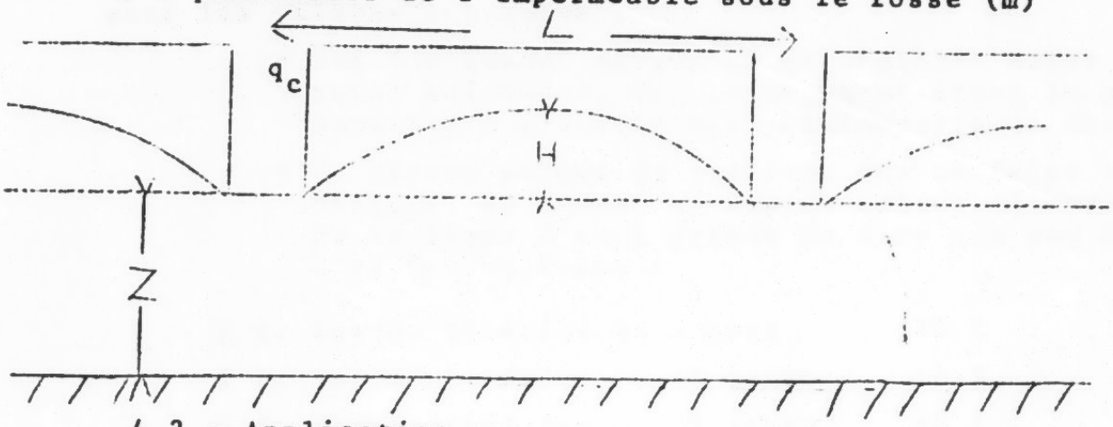
L = écartement des fossés (m)

K = perméabilité (m/s)

q_c = débit caractéristique (m/s)

H = hauteur maximum de la nappe au dessus des fossés (m)

Z = profondeur de l'imperméable sous le fossé (m)



4.2 - Application

K = 0,4 m/j (valeur moyenne des perméabilités)

H = 1,00 m

* Z = 1,50 m

q_c = fonction des risques consentis

on obtient : $L = \sqrt{\frac{3,68\ 10^{-5}}{q_c}}$

On peut donc dresser le tableau suivant : écartement des fossés en fonction du débit caractéristique donc des risques consentis :

---

* faute de mesures systématiques sur le terrain nous retiendrons comme valeur de Z 3 mètres (profondeur mise en évidence lors de l'étude pédologique).

Nombre de jours de submersion	3	5	7	10	15
Débit caractéristique (l/s/ha)	2,31	1,39	1,00	1,69	0,46
Ecartement (m)	13	17	20	23	29

4.3 - Choix de l'écartement entre les fossés

De toute évidence, les résultats obtenus d'après la théorie ne sont pas adaptés aux potentialités de la plaine. Dans ce type de sol en Tunisie un écartement inférieureà 50 m est antiéconomique. En général, les fossés sont creusés tous les 100 m seulement dans de telles terres.

Il nous a semblé préférable de choisir un écartement de 75m pour les raisons suivantes :

)- Cet écartement permet un dégorgement assez rapide des zones cultivées. Cet engorgement étant le principal handicap à l'utilisation rationnelle de ces sols ;

- Ce réseau permet de cultiver des céréales à moindres risques. En effet, un rapide calcul (d'après la forme de la ligne d'eau) permet de dire que ces fossés auront l'action suivante :

% de terres libérées en 3 jours	20 %
% de terres libérées en 10 jours	50 %
% de terres libérées en 15 jours	60 %

Avec dce réseau, les chutes de rendements n'interviendront que dans une zone de 30 m de largeur située entre les fossés. On peut estimer à 15% les risques pris pour l'ensemble des cultures céréalières, ce qui semble en accord avec les espoirs qu'il est permis de fonder sur cette zone.

III - L'ASSAINISSEMENT

1 - Conception du réseau (schéma de fonctionnement)

Sur l'ensemble de la zone un réseau de fossés à ciel ouvert semble acceptable (sous réserve d'une étude économique détaillée). Les fossés d'assainissement aboutissant dans trois collecteurs actuellement en place :

- le grand canal nord
- 2 fossés longant le grand canal nord et situés à 400 m de ce dernier.

Les eaux évacuées allant se perdre sdans les parties basses proches de la Sebkha. Cette zone étant alors zone d'épandage des eaux de drainage.

La profondeur des fossés sera variable suivant la topographie (de 1,50 m dans les parties les plus hautes à 0,80 m dans les parties les plus basses.

Dans la zone à vocation céréalière l'écartement entre les fossés sera de 75 m.

Dans la zone à vocation fourragère le réseau d'asssainissement sera moins dense. Etant donné la médiocrité de ces sols un écartement de 100 à 150 m entre les fossés semble acceptable. Ces fossés étant de profondeur variable suivant la topographie de 1,50 m à 0,80 m). Ce type de réseau n'aura donc qu'une action superficielle.

2 - Travaux à effectuer

2.1 - Collecteur principal. Le collecteur principal du réseau d'assainissement de cette zone est le grand canal nord (creusé vers 1930). Ce canal servant également de collecteur principal pour les eaux de drainage du périmètre irrigué.

Un recalibrage de ce canal s'impose.

- Débit maximum à l'entrée du canal :

0,57 m3/s	(drainage du périmètre irrigué)
0,10 m3/s	(drainage de la zone 2)
0,67 m3/s	

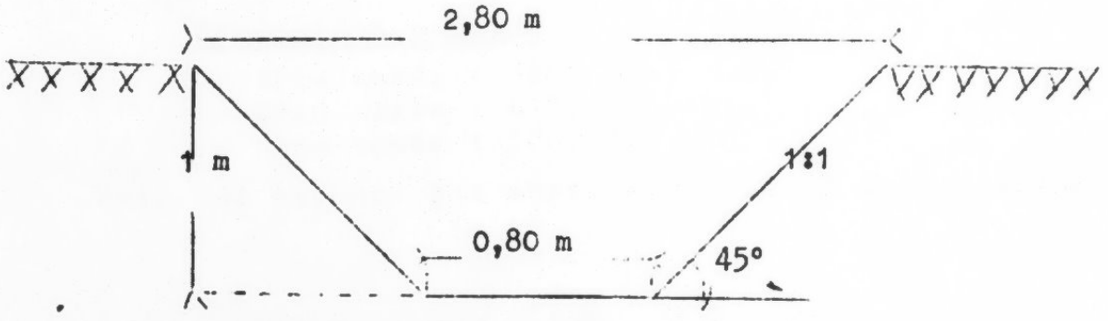
- Vitesse maximum de l'eau dans ces terrains : 0,6 m/s

- Profondeur du canal : 1,00 m. Cette hauteur étant un maximum et ne pouvant l'augmenter, nous allons calculer sa largeur en plafond.

- Angle de pente : 45°

La formule de Bazin nous donne les résultats suivants :

- hauteur : 1 m
- largeur en plafond : 80 cm
- vitesse maximale d'écoulement 0,4 m/s
- débit permis : 0,80 m3/s



PROFIL EN TRAVERS - TYPE

2.2 - Réseau de fossés

- Curage et faucardage des fossés existants ;
- Creuser des fossés tous les 75 m, profonds de 1,50 m en tête et 1,00 m enfin dans la zone de vocation céréalière.
- Creuser des fossés tous les 100 à 150 m des fossés profonds de 0,60 à 1,20 m en tête et 1,00 m en fin. Ces fossés pouvant être tracés à l'aide d'une rigoleuse

3 - Spéculations retenues

3.1 - Zone céréalière : Une fois ces travaux d'assainissement effectués il sera possible de cultiver des dcéréales d'automne. Cette culture en sol sain pouvant permettre des rendements de 20 qx/ha (variété tunisienne). Bien qu'un peu déficitaire en eau ce blé pourra se développer normalement.

Prödüction permise

400 ha x 20 qx = 8000 qx

3.2 - Zone à vocation fourragère : Les conditions du milieu ne permettent que l'implantation de prairies de fétuque et de Rag-Grass.

Fétuque : paturée par les moutons assez nombreux dans cette région, cette culture est susceptible de fournir les rendements suivants (avec 500 mm de pluie) :

1ère année	2ème année	3ème année
17 T/Ha	38 T/HA	25 T/Ha

avec une moyenne de 0,12 UF/kg de vert.

Cette culture semble particulièrement bien adaptée à cette zone car :

- elle ne nécessite pas d'irrigation. Elle passe l'été sous forme de "paillasse" et ne craint pas la sécheresse ;
- elle convient aux sols lourds et humides (elle peut supporter 1 mois de submersion ;
- elle améliore la qualité du sol par un enracinement dense et profond et supporte des sols salés (jusqu'à 8 MMHO/CM).

Production permise

- 1ère année : 2000 UF
- 2ème année : 4500 UF
- 3ème année : 3000 UF

Soit une moyenne par année sur 3 ans d'exploitation : 3000 UF/ha

- Ray-Grass : Cette culture peut servir d'appoint à l'alimentation des bovins en hiver. (Exploitation par coupes ou par paturage). Avantages que présente cette culture :

. elle supporte bien le pietinement,
. elle améliore la structure du sol en surface par son système racinaire dense,
. elle est dotée d'une certaine résistance à la salure. elle supporte jusqu'à 4,5 mmho/cm;
. elle peut être cultivée sans irrigation.

- Production permise : 3000 UF/ha

3.2 - Production envisagée

Ces 500 ha étant plantés :

1/3 sous Ray-Grass : 3000 UF x 160 ha = 480.000 UF
2/3 sous fétuque : 3000 UF x 340 ha = 1.020.000 UF
1.500.000 UF

Par an cette zone une fois assainie peut permettre une production de : 1.500.000 UF (3000 UF/an).

C - ZONE 3

Cette zone a une superficie d'environ 4000 ha. Les caractéristiques des sols (hydromorphie, halomorphie) ainsi qu'une topographie très plane permettent d'affirmer que les potentialités agricoles de cette zone sont "minces" à court et moyen terme.

Actuellement, cette zone est classée (domaine public maritime, donc interdite à toute exploitation agricole. Avant toute chose il conviendra de repousser les limites du domaine maritime, ces limites faisant suite à un décret du 18 août 1928 toujours en vigueur actuellement.

I - SITUATION ACTUELLE

1 - Exploitation : Cette zone est classée zone de parcours, c'est à dire que le paturage des troupeaux ovins appartenant aux habitants de Galaat et aux nomades est permis.

Mis à part le fait qu'il s'agisse du domaine public maritime, l'état d'engorgement est tel du mois de novembre à mars que cette zone est impénétrable.

2 - Les sols : On trouve dans cette zone toute la gamme des sols halomorphes non lessivés. La nappe phréatique saumâtre(5 à 10g par litre) est présente dès 1,00 m en été et elle affleure en hiver. En été l'évaporation concentre les sels dans le sol (apparition d'efflorescences salines). La végétation dans cette partie de la plaine met én évidence le caractère halomorphe des sols (Hordeum Maritimum, Centaurium spicatum, Hallochnémum...).

Il est à noter que la zone située sous le promontoire (200 ha environ) présente une bonne aptitude aux cultures céréalières et fourragères. Actuellement cette zone est impropre aux cultures, du fait d'un ennoyement 4 mois sur 12 par des eaux ruisselant du promontoire.

Il semble que les conditions très défavorables du milieu physique ne permettent pas d'attendre grande chose de cette zone. En effet tout mise en culture devant être postérieure au dessalage et à l'assainissement de ces terres. Sous réserve d'une mise endéfaut par une étude économique (que nous n'avons pu faire); nous avons envisagé un type d'assainissement adapté à cette plaine.

II - SOLUTIONS PROPOSEES

1 - Limites du domaine maritime public ; Les limites doivent être déplacées jusqu'à la zone impropre aux cultures. (Zone dite à pseudesables et efflorescences salines): cf. carte de vocation des sols.

2 - Conception du réseau

Etant donné les potentialités très faibles de cette zone (zone située sous le promontoire exeptée) le réseau devra être économique. Aucune infrastructure n'existant dans cette zone, le tracé du réseau pourra être variable.

Le réseau d'assainissement proposé comporte deux parties :

- 1 réseau collecteur des eaux de ruissellement du promontoire. Ces eaux étant vehiculées par un collecteur principal allant se perdre dans les parties basses de la plaine ,
- 1 réseau très lâche de fossés superficiels permettant un bon écoulement des eaux de ruissellement mais peu ou pas d'action en profondeur. Ces fossés débouchant dans la mesure où la topographie le permet dans le collecteur principal mentionné ci-dessus.

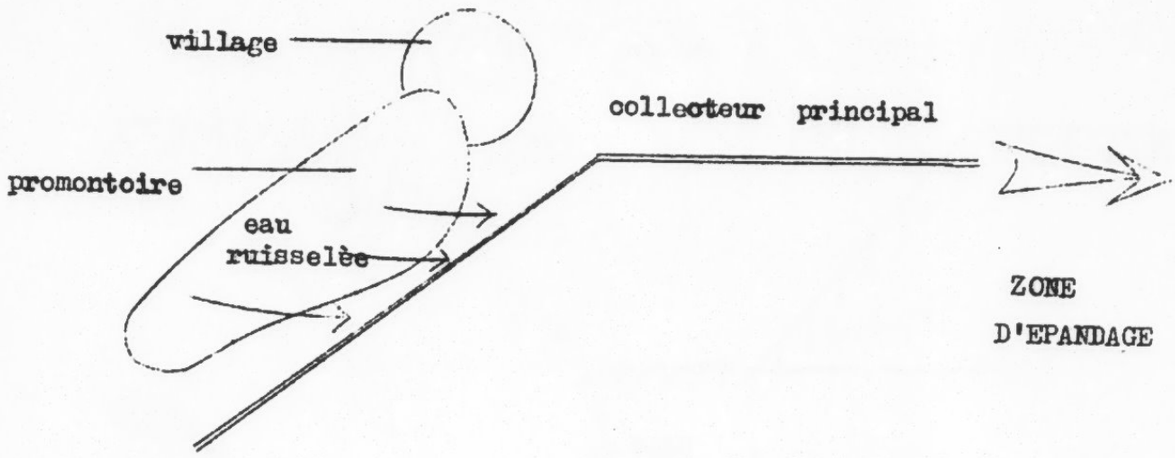
Ce réseau libérant les parties les plus hautes ou dépend des parties les plus basses (zones servant d'épandage aux eaux de drainage).

3 - Zone située sous le promontoire

3.1 - Solution préconisée

Mise en place d'un réseau de fossés collectant les eaux ruisselant du promontoire, ces eaux étant véhiculées par un grand collecteur principal (fossé de collature).

3.2 - Schéma du réseau



3.2 - Travaux à effectuer

3.3.1 - Calcul sommaire du collecteur principal

- Superficie de ruissellement : 100 ha
- Coeficient de ruissellement : K = 1 (nous prenons K = 1 en raison de la très forte pente du promontoire (50 %) et de la nature du substraum (grès),
- Hauteur d'eau à reçue par jour (30 mm). Cette hauteur d'eau par jour étant de fréquence annuelle,
- Débit à évacuer : 3104 m3/j = 0,35 m3/s.

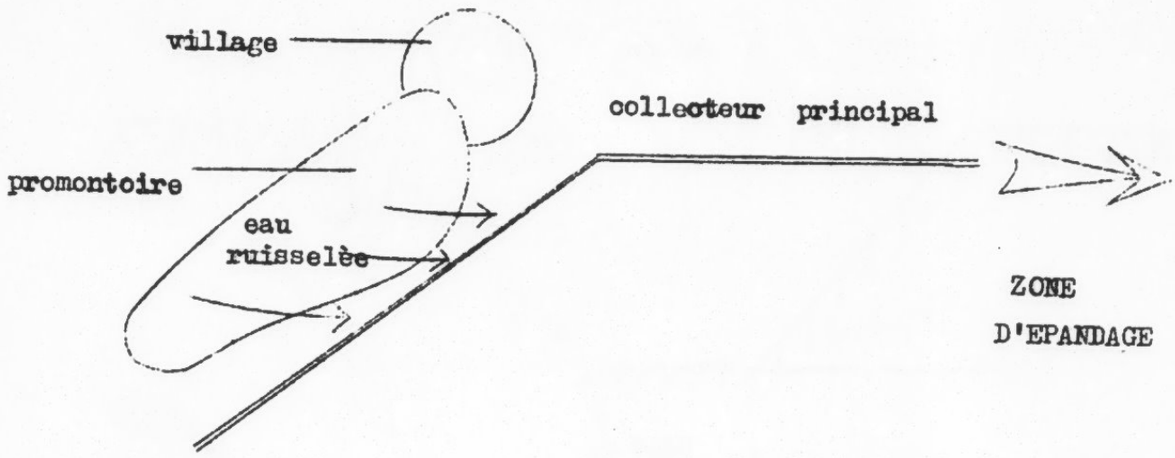
Le collecteur principal sera calculé pour absorber un débit de 0,5 m3/s (on peut se permettre un tel ajustement étant donné la violence et l'intensité de certaines pluies). L'utilisation de la formule de Bazin nous donne les caractéristiques suivantes pour le collecteur :

- h = 0,80 m
- l = 0,50 m
- $Q_{m3/s}$ maximum : 0,67 m3/s
- vitesse maximale de l'écoulement des eaux : 0,51 m/s. (vitesse maximum permise dans ces terrains : 0,6 m/s).

Soit :

Profil à travers

3.2 - Schéma du réseau



3.2 - Travaux à effectuer

3.3.1 - Calcul sommaire du collecteur principal

- Superficie de ruissellement : 100 ha
- Coeficient de ruissellement : K = 1 (nous prenons K = 1 en raison de la très forte pente du promontoire (50 %) et de la nature du substraum (grès),
- Hauteur d'eau à reçue par jour (30 mm). Cette hauteur d'eau par jour étant de fréquence annuelle,
- Débit à évacuer : 3104 m3/j = 0,35 m3/s.

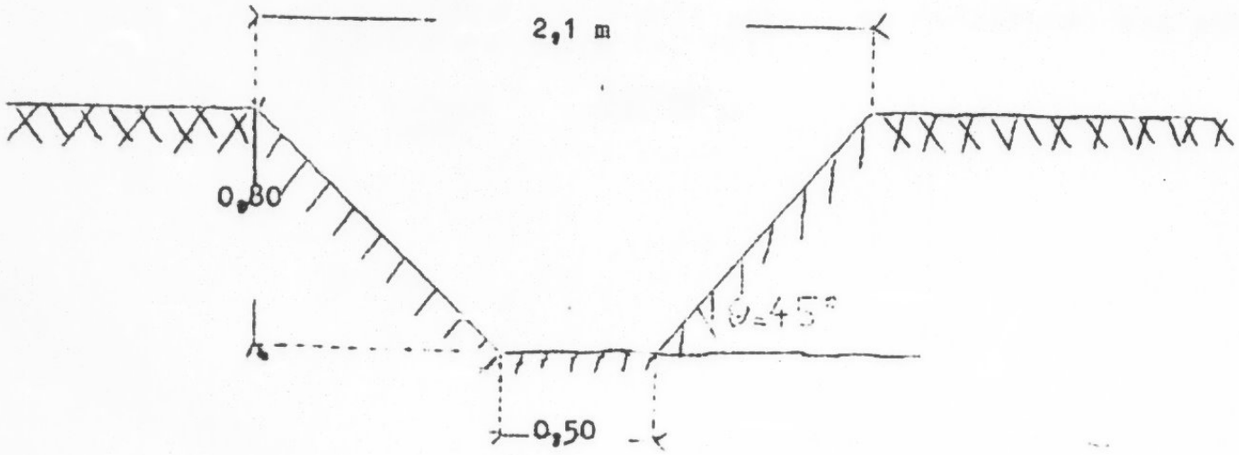
Le collecteur principal sera calculé pour absorber un débit de 0,5 m3/s (on peut se permettre un tel ajustement étant donné la violence et l'intensité de certaines pluies). L'utilisation de la formule de Bazin nous donne les caractéristiques suivantes pour le collecteur :

- h = 0,80 m
- l = 0,50 m
- $Q_{m3/s}$ maximum : 0,67 m3/s
- vitesse maximale de l'écoulement des eaux : 0,51 m/s. (vitesse maximum permise dans ces terrains : 0,6 m/s).

Soit :

Profil à travers

PROFIL EN TRAVERS - TYPE



3.3.2 - Calcul sommaire des fossés

Les fossés étant écartés de 200 m, ils seront au nombre de 23 pour un angle de raccord avec le collecteur de 30°. Chaque fossés aura les dimensions suivantes :

h = 0,80
e (largeur en gueule) 90 cm
Débit maximum (m3/s) - 0,2 m3/s.

Lors de la mise en place de ce réseau, une étude précise devra être faite afin de permettre à ce réseau un fonctionnement et des dimensions optimales.

3.4 - Spéculations : La création d'un tel réseau permettrait la mise en culture d'environ 200 ha de céréales d'automne. Actuellement, cette zone est cultivée en blé dont les rendements sont décevants (3 qx/ha à 8 qx/ha)

Productinn permise : 200 ha x 20 qx = 4000 qx

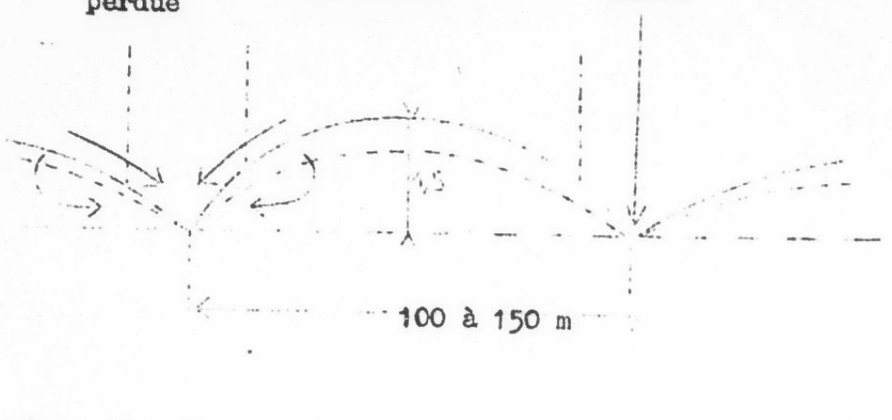
4 - Parties basses de la plaine

4.1 - Solutions préconisées

Etant donné la valeur agricole de ces terrains, des travaux superficiels et peu importants s'imposent. Deux solutions sont possibles :

- Un réseau très lâche de fossés superficiels. Les uns débouchant dans le collecteur des eaux du promontoire les autres allant se perdre dans la Sebkha. L'écartement entre les fossés et leur dimensionnement n'étant fonction que des sacrifices économiques consentis pour la mise en valeur de cette zone

- La réalisation de grands billons : en direction des parties basses. Une telle réalisation existe dans la région de Mateur, cela permet de cultiver environ 60 % des terres.
Cette façon culturale permet un écoulement des eaux par fossés entre les billons.



4.2 - Plan d'aménagement

Nous proposons d'aménager les zones aval du promontoire en billons ; ceci sur une superficie de 5 à 600 ha. Le reste de la zone étant assainie par lun réseau très lâche de fossés superficiels (permettant l'écoulement des eaux de ruissellement).

L'aménagement en billon de ces 500 ha pourrait permettre quelques années après leur mise en place d'envisager la mise en place de cultures plus rentables que la fétuque. En effet, cette mise en place libère 60 % de terres qui seront suffisament assainies et lessivées pour permettre l'implantation de céréales (à ce sujet on on peut rappeller qu'une pluviomètrie annuelle de 5400 mm permet un lessivage correct des terres).

4.3 - Spéculation

La seule culture susceptible d'occuper les sols ainsi assainis est la fétuque (cf.paragraphe 3-2). La production permise étant alors(l'assainissement portant sur 2000 ha environ) :

2000 ha x 60 T de MU = 12.10^4 T de MU par an

Soit : $1210^4 \times 10^3 \times 0,12$ UF= $14,410^6$ UF/par an

4.4 - Conclusion

La réalisation de ces travaux ne pourra être envisagée qu'après une étude économique précise et détaillée.

En effet, étant donnée la médiocrité de ces sols, tout projet d'assainissement devra être corroboré par une étude de sa rentabilité.

III -- CONCLUSION GENERALE

Au cours de cette étude nous pensons donc avoir démontré qu'un projet de mise en valeur de la plaine de Galaat-el-Andeless, passe par la résolution de 3 problèmes particulièrement délicats et liés entre eux :

les contraintes que cree la topographie

l'hydromorphie

l'halomorphie

Le plan proposé permetà plus ou moins longue échéance et avec plus ou moins d'intensité selon les sacrifices financiers consentis, la mise en valeur de 5000 ha environ sur les 7500 ha que compte la plaine .

Les solutions proposées, adaptées aux potentialités agricoles des diverses zones de l'ensemble, nécessitent cependant une étude économique précise et détaillée .

En effet, étant donné les problèmes que pose la création d'un périmètre irrigué (écoulement des eaux de drainage), il convient de déterminer si la solution proposée (une station de pompage) est compatible avec l'économie de cette zone.

En ce qui concerne l'assainissement des parties basses de la plaine il est nécessaire de tenir compte d'une rentabilité à long terme ; seule justification au plan proposé;

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

O.M.V.V.M. — La mise en valeur du périmètre irriguable p
Projet minimal - Dernière tranche (mars 1969)

O.M.V.V.M. — L'irrigation à la raie
Bulletin technique de vulgarisation (1976)

ROEDERER — Perméabilité des sols - Méthode Porchet
H.A.R. - Section spéciale d'études de pédologie et hydrologie

J.VAN BAERS — La méthode du sondage à la tarière pour l'évaluation du coefficient de perméabilité
H.A.R. (1968)
International Institute for land reclamation and inprouement - Wageningen.

J.M. LUTHIN — Drainage engineering (1968)

POIREE OLLIER — L'assainissement agricole

SCET TUNISIE — Plan directeur d'asssainissement des plaines du Nord de la Tunisie
(dossiers 1, 2, 3, 4, 5)

SCET TUNISIE — Plan directeur d'utilisation des eaux du Nord de la Tunisie.

CARLIET — Hydraulique générale et appliquée (1972)

GUYON — Drainage des nappes perchées
B.T.G.R. N°102 (1970)

PNUD FAO — Recherche et information en matière d'irrigation avec des eaux salées.
Rapport techniques (1962-1969)

J.COLLIN — L'Espagnol en 90 leçons (1967)

L. DE CORNELISSEN (Expert FAO)
Etude des pertes d'eau en Seguia.

C.R.G.R. — Irrigation de surface
Amélioration des techniques d'irrigation et de drainage
Projet PNUD - FAO.

C.R.G.R. — Observations pratiques sur l'irrigation en Tunisie
(Tunis 1973)

C.R.G.R. — Besoins en eaux des cultures - Récapitulation des données pour le Bassin Méditerranéen.

C.R.G.R. — Irrigation des cultures annuelles : Le blé l'orge, le sorgho, le maïs, la luzerne, la tomate, les cucurbitacées le ray-grass, la fétuque, l'artichaut, la fève.
(N°3 à 13 bis)
(Projet PNUD - FAO - TUNIS 1972).

LOWRY MALCOLM : Hear us oh lord, from heaven thy dwelling place (Abu dhabi 1954)

BACHELARD GASTON : L'eau et les rêves (1923)

M. ROCHE (ORSTOM): Hydrologie de surface (Paris - 1963)

S. HISON TIDESTROM : Manuel de Base de l'Ingénieur (Tome 1 - 1059)

HEWLETT PACKARD : HP 25 Gwner's - Handbook and applications programs.

J.M. MASSON :(SCET COOPERATION GROUPE HYDROLOGIE - Département LNH.
EDF - Direction des Etudes et recherches)
Lois de probabilité intensité - durée des épisodes pluvieux.

J. DAUTY :(SCET COOPERATION GROUPE HYDROLOGIE - Département LNH.
EDF - Direction des études et recherches)
Lois de probabilité intensité durée des épisodes secs.

A. LOBERT (SCET COOPERATION - CENTRE D'ETUDES HYDROMETREOROLOGIQUES DE MONTPELLIER. - Département LNH.
EDF - Direction des études et recherches)
"Modèle Probabilité de base pour les pluies dans le bassin de l'allier.

FIN

106

VUES