

AN MEMBRE DE L'IN D'ETUDES

-|-|-|-|-|-|-|-

Sujet :

Etude technique et économique de la mise en culture
dans la région de DI (Sourou) ^{Sous} sans Pivot système -
optimisation.

Révisé par

Mr. D'AT de St. FOULC

010-84

Réalisé par

AMAR Aliou.

P R E M E R C I E M E N T S

Je ne saurais commencer la rédaction de ce mémoire de fin d'études sans remercier très sincèrement tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de mes études.

Je remercie aussi tout le personnel de l'E.I.E.R. employés et enseignants et particulièrement Mr. D'AT de St. FOULC qui n'a ménagé aucun effort pour la réalisation de ce modeste travail.

Merci.

OMMAIRE

I. - Mémoire explicatif

- Introduction
- Etude des besoins en eau
- Etude du Pivot
- Etude économique
- Conclusion.

II. - Note de Calculs.

PARTIE I.

Mémoire explicatif.

A N A R.

INTRODUCTION -

Le souci d'une bonne gestion des ressources en eau, l'amélioration des rendements des cultures et l'augmentation du niveau de vie du monde paysan a toujours été la préoccupation des techniciens du monde rural. Ceci a été la cause essentielle du développement de la mécanisation et de l'automatisation des irrigations à travers le monde et en Afrique en particulier.

C'est dans cette idée qu'une étude agro-économique faite par l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (I R A T) sur les terrasses du Niger amène à considérer la création d'unités de production mécanisées, irriguées automatiquement par un système moderne, simple et pratique ne nécessitant qu'un investissement limité de l'ordre de 1 600.000 F/ha.

Alors que des aménagements hydro-agricoles pour l'irrigation gravitaire ont coûté environ 3 000.000 F/ha.

Cette étude nous fait penser que l'automatisation non seulement permet l'économie de l'eau mais aussi elle a la faveur de minimiser le coût des investissements hydroagricoles ce qui serait un avantage très considérable.

Nous appuyant sur cette étude de l'IRAT nous allons essayer de voir l'adaptation d'un système d'irrigation automatisé en Haute-Volta et ses conséquences.

Pour cela il nous a été confié l'étude du sujet suivant "Etude Technique et économique de la mise en culture dans la région de Di (Seourou) ^{Selle} sans Pivots système - Optimisation."

Ce choix de la région de Di nous est dicté par le fait que la Haute-Volta est un pays essentiellement agricole et que la région du Seourou renferme des potentialités agricoles énormes et que la réussite de cette technique dans la région pourra contribuer à la recherche de l'auto-suffisance alimentaire.

II. - Présentation Générale :

Le village de Di se situe au Nord de Ouahigouha (13° N, 3,5° W) à une altitude de 352 m en Haute Volta, son climat est de type tropical sec. La pluviométrie moyenne de 600 mm/an. La saison sèche est longue de 8 mois. Les écarts de températures sont élevés, les températures extrêmes sont enregistrées en janvier 16, 3°C et en Avril 40,5°.

Ne disposant pas de données climatiques de la station de Di nous avons utilisé pour nos calculs celles de la station de Ouahigouha pour la période 1971 - 1983.

(Les valeurs des mesures sont données par le tableau n°1).

La région est arrosée par un cours d'eau : le Sourrou affluent de la Volta Noire nous considérons que les ressources en eau sont satisfaisantes et que l'approvisionnement est assuré jusqu'au point de desserte des pivots (machines à irriguer).

III. - Etude Technique :

Il existe plusieurs sortes de machines automatisées dans le domaine de l'irrigation. Nous avons choisi le pivot pour sa simplicité, c'est aussi une machine moderne et très pratique qui peut s'adapter à nos sols. D'autre part le pivot assure une bonne uniformité de la pluviométrie - des organes d'arrosage -

Le système de production préconisé est le suivant

- un assolement avec une rotation : Maïs - Tomate - Pomme de Terre.
- une culture perenne : canne à sucre -

Nous avons choisi de faire plusieurs cultures pour voir la possibilité d'utiliser le pivot sur des cultures différentes telles les cultures maraichères que vivrières.

Etudes des Besoins en eau :

Nous avons commencé par déterminer tout d'abord les évapotranspirations potentielles (E T P) pour chaque mois

Pour cela nous avons utilisé la formule de Penman (F.A.O.) les calculs ont donné les résultats suivants

Période	Janv	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct	Nov	Dec
ETPmm/	139	186	220	183	192	174	155	145	143	181	126	120

- Nous supposons que toutes les pluies mensuelles inférieures à 20 mm sont négligables et pour les pluies de hauteurs supérieures à 20mm nous considérons la pluie efficace égale à

$$Peff = P - 0,15.(P - 20)$$

avec P = hauteur de la pluie tombée

Peff : hauteur de la pluie efficace.

Le reste étant perdu par ruissellement.

- Nous prenons l'efficience de l'appareil = 0,85

- le nombre d'heure de travail est de 20h par jour nous supposons que l'en travaille tous les jours du mois.

Connaissant les calendriers culturaux et les coefficients culturaux (Kc) Nous avons déterminé les besoins en eau nécessaires pour chaque culture.

Ceci est donné par le Tableau.

Cultures	Besoin en eau	Débit max de Pointe	Mois de Pointe
Tomate	870 mm	400 m ³ /h	Mars
Pomme de Terre	1 160 mm	400 m ³ /h	Mars
Mais	675 mm	350 m ³ /h	Octobre
Canne à sucre	1 210 mm	350 m ³ /h	Octobre

Ce qui nous fait un besoin en eau global de 3915 mm soit 39150m³/ha correspondant à un volume d'eau de 17.226.000 m³ le débit maximum de pointe est de 400 m³/h.

Nous choisissons 4 pivots d'une rampe de 600 m et d'un débit variable pouvant atteindre 400 m³/h.

Etude du Pivot

Description du Pivot :

Le Pivot est un appareil simple : c'est un système mobile d'irrigation, sa rotation se fait autour d'un axe verticale situé à proximité de la pompe qui aspire l'eau à partir de la bouche de desserte et la refoule dans la conduite de la rampe qui alimente les organes d'arrosage.

La longueur de la rampe est de 600 m ; elle repose sur 15 tours espacés de 40 m. Chaque tour est équipé d'un moteur électrique

.../...

qui permet le déplacement de la rampe - La puissance des moteurs est de 1 Kw.

Mode d'utilisation -

- Le débit et la vitesse d'avancement sont réglables suivant les besoins en eau des différentes cultures.

- Le débit maximum est de 400 m³/h.

- Pour la tomate et la pomme de terre la rotation est de 2 jours soit une vitesse d'avancement de 1,6 m/mn.

Pour la canne à sucre et le maïs la rotation est de 7 jours soit une vitesse d'avancement de 0,5 m/mn.

Ne connaissant pas le R.F.U. et la vitesse d'infiltration du sol le choix doit être confronté aux résultats obtenus si ces données sont connues - avant d'être adopté.

- Les organes d'arrosage sur la rampe sont des buses espacées de 3 m dont la pression à l'extrémité est environ 2,5 Kg (basse pression) pour les cultures de canne à sucre et Maïs qui peuvent être arrosées par aspersion sans aucun danger. Par contre pour la Tomate et la pomme de terre nous avons prévu des tuyaux trainants que sont espacés de 1,5m et permettront d'arroser plus le sol ^{près du} suivant les sillons d'infiltration. (voir figure) (la pression à l'extrémité est 0,5 Kg.)

La pluviométrie du pivot est variable suivant les mois et les cultures - (voir Tableau de mesures)

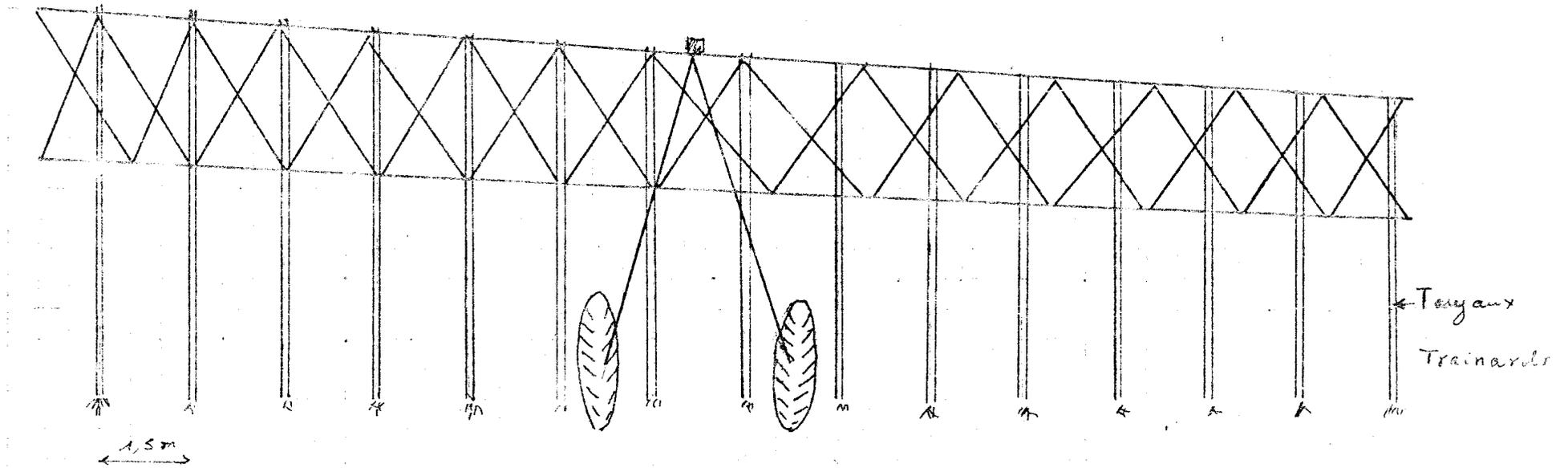
les pluviométries maximales sont :

Tomate	:	7,3 mm/jour	pour le mois de Mars
Pomme de terre:		7,3 mm/jour	pour le mois de Mars
Maïs		5,8 mm/jour	pour le mois de octobre
Canne	:	5,8 mm/jour	pour le mois de octobre

il faut noter que les pluviométries doivent être inférieures à la vitesse d'infiltration du sol afin d'éviter les ruissellements et les stagnations d'eau nuisibles.

Chaque pivot permettra d'irriguer une surface de 110 ha le pivot sera doté d'un système de réglage ^{regulation} et sécurité adéquat - pour éviter tous les dégâts dus aux fausses manoeuvres.

6



Rampe munie de tuyaux trainards
permettant d'ancrer plus près du sol (niveau des sillons)

Consommation en énergie.

Les rampes à propulsion électrique sont actionnées par des moteurs de 1 Kw, il y en a un par tour (selon les constructeurs).

Pour le cas qui nous concerne nous avons 15 tours soit 15 Kw. Sur le catalogue des constructeurs il faut un groupe électrique de 30 KVA, pour alimenter les moteurs et annexes. Nous disposerons de 5 groupes électrogènes de 30 Kw A dont un par pivot et un qui servira de secours.

Si nous considérons que les rendements de la pompe et du moteur sont de 0,75 (75 %) et en supposant une surcharge unitaire de 8 % la puissance installée du groupe moto-pompe est de 210 Cv. Nous disposerons aussi de 5 groupes moto-pompes dont un servira de secours.

Nous remarquons que la puissance du groupe moto-pompe est élevée 155 Kw. ceci parce que la pression minimum requise du pivot est assez grande 7,5 Kg. (valeur lue sur abaque). Connaissant le diamètre du tuyau de la rampe l'on peut calculer la perte de charge le long du tuyau en supposant que la longueur fictive est égale au tiers de la longueur réelle.

Ce calcul permettrait de gagner sur la valeur de la pression donc la puissance installée serait plus faible.

Mais ne disposant pas de catalogue pour les diamètres qu'il faut Nous sommes obligés de retenir cette valeur pour la suite des calculs.

Organisation du périmètre +-

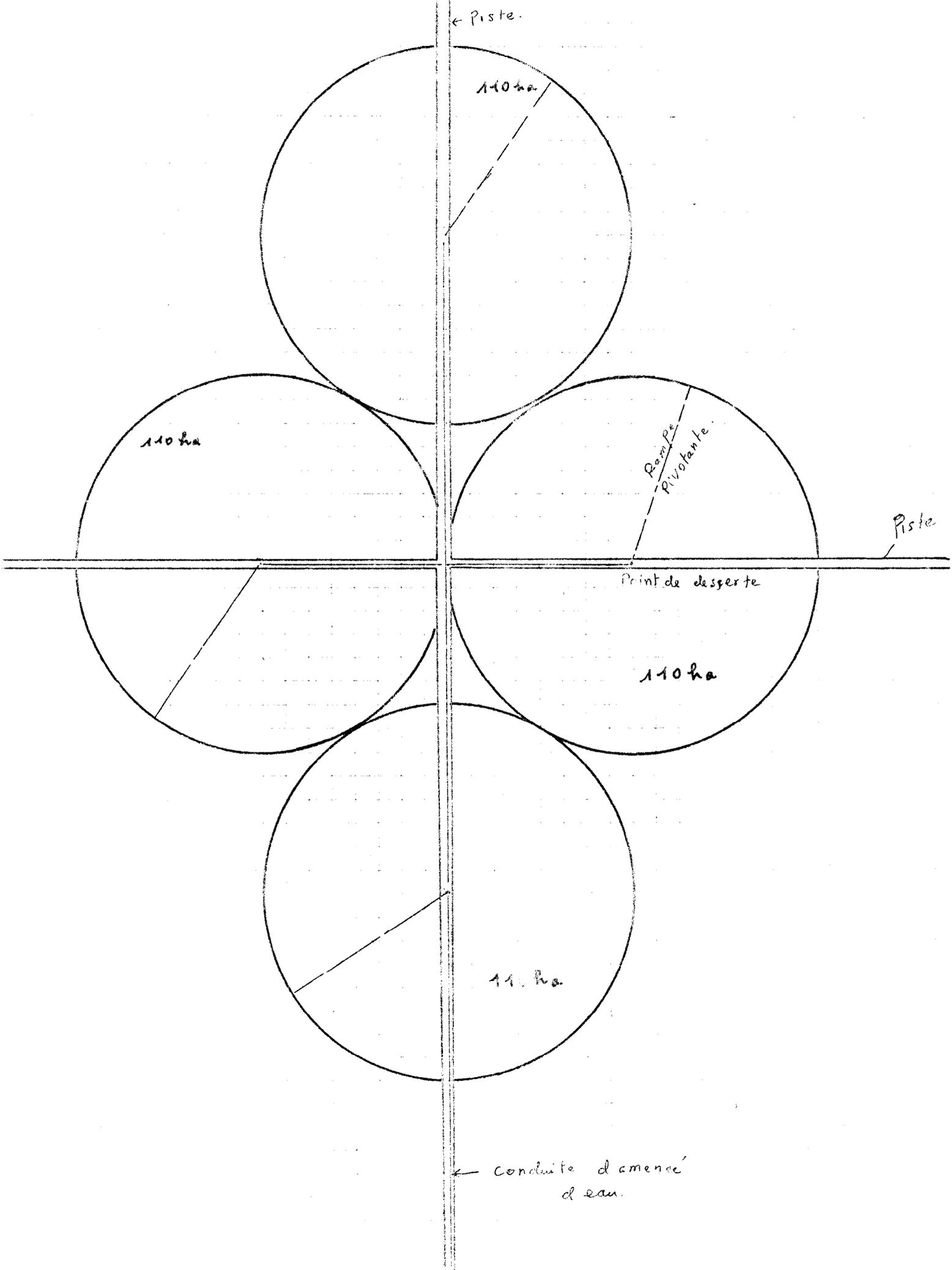
Nous proposons un schéma d'implantation des 4 pivots dans le terrain (voir figure)

Nous proposons un mode répartition des parcelles au niveau des familles. Chaque famille disposera d'une parcelle de 2500 m². Cette répartition a été simplifiée par les tracés des routes qui servent de limites ; chaque parcelle sera large de 40 m et longue de 62 m. (voir schéma).

.../...

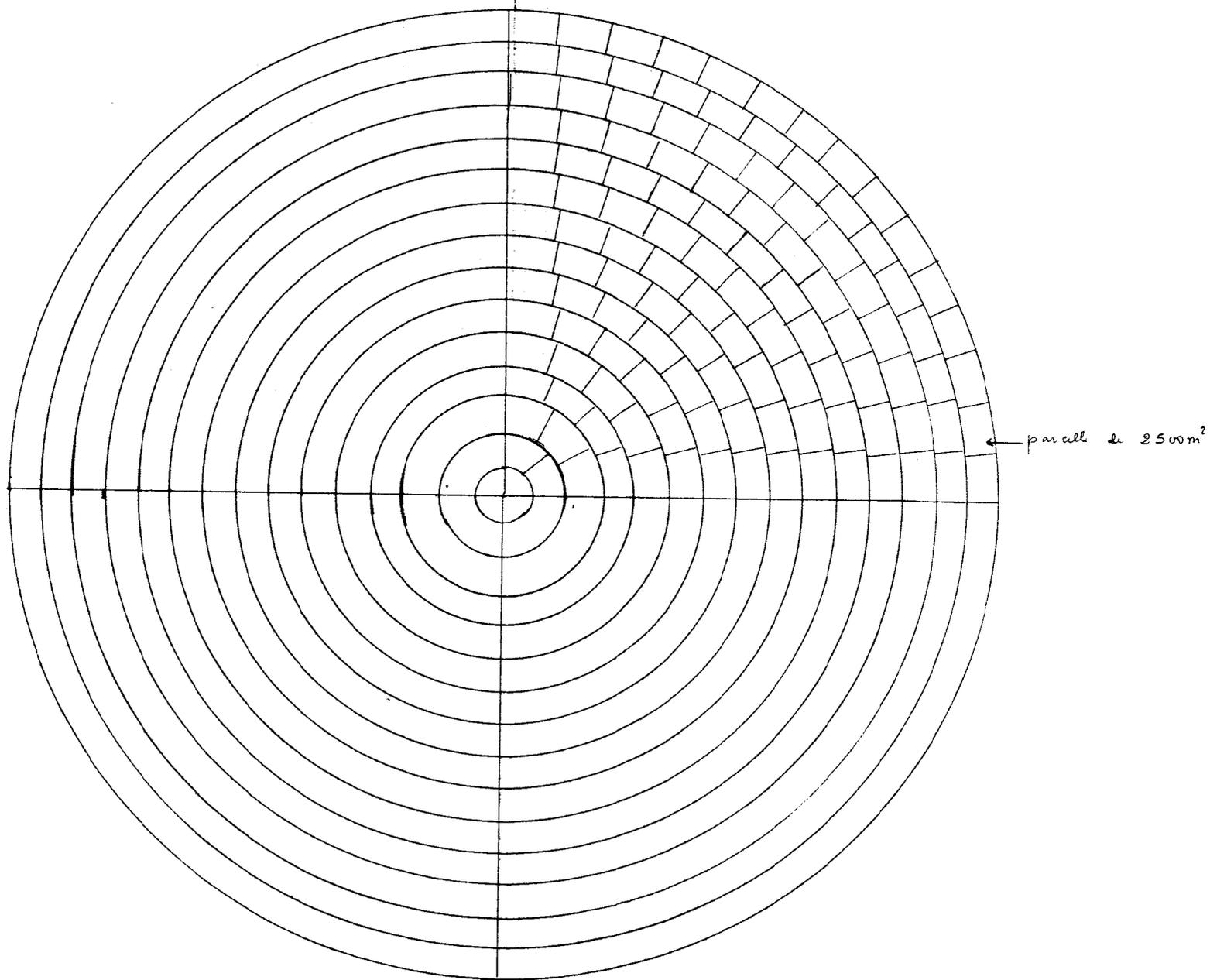
SCHEMA d'implantation de Pivots.

(10)



11

Mode de repartition des parcelles de 2500m².



Il sera prévu un réseau de pistes et un réseau de drainage des eaux sauvages pour protéger le périmètre.

Ne connaissant pas la topographie du terrain nous n'avons pas matérialisé le réseau de drainage.

Etude Economique :

Calcul du prix de revient du m³ d'eau.

1) Investissements -

4 pivots	: 25 000 000 x 4	:	100.000.000 F
Transports 4+installation		:	18.500.000 F
5 groupes moto-pompes(210Cv)	10.000.000 x 5 =		50.000.000 F
Génie Civil (stations de pompage)		:	15.000.000 F
1 citerne carburant (5000 l)			1 000.000 F
			<hr/>
			207.500.000
Imprévus 10 % et environ :		+	21 000.000
			<hr/>
Investissement global			228.500.000 F

Ce qui représente un coût à l'hectare de $\frac{228.500.000}{440} = 519.318F/ha$

2) Charge d'exploitation :

- frais financier :

Nous supposons l'investissement acquis avec un prêt de 8 % remboursable en 15 ans (intérêt en cours)

Nous n'allons pas faire un calcul comptable pour calculer les frais annuels. Nous supposerons ces frais constants et égale à l'annuité annuel de la moitié de l'investissement.

$$A = \frac{50 \% \text{ Investissement}}{\sum_{1}^{n} \frac{1}{(1+i)^t}}$$

$$A = \frac{0,5 \times 228.500.000}{\sum_{1}^{15} \frac{1}{(1+0,08)^t}}$$

.../...

$$\sum_{1}^{15} \frac{1}{(1 + 0,08)^t} = \frac{1}{0,08} \left(1 - \frac{1}{(1+0,08)^{15}} \right) = 8,55948$$

$$A = \frac{0,5 \times 228.500.000}{8,55948} = \frac{114.250.000}{8,55948} = 13.347.775 \text{ F/an}$$

13.350.000 F/an

Carburant :

Consommation moto-pompe (210 cv) = 0,2 l/cv/h
 Consommation groupe électrogène (30Kw) = 0,25 l/cv/h
 durée de fonctionnement : 18 180 heures/an

Consommation annuel moto-pompe : $0,2 \times 210 \times 18180 = 763 \text{ m}^3$
 Consommation annuel groupe électrogène $0,25 \times 41 \times 18180 = 186 \text{ m}^3$
 Consommation annuel en gas oil : 950 m³

Prix du litre 200 F

Prix du carburant :	200 x 950 000	190.000 000 F
Lubrifiant : 5 %		<u>9 500.000 F</u>
		199.500.000 F

Pièces détachées :

Pivots : 5%	5 000.000 F
Moto-pompes 3%	1 500 000 F
Groupes électrogènes 3%	<u>690.000 F</u>
	7 190 000 F

Main d'oeuvre :

1 électromécanicien :	80.000 x 12	960.000 F
1 mécanicien	70.000 x 12	840.000 F
4 manoeuvres (Temporaires: 30.000(6+8+6+10)		<u>900.000 F</u>
		2 700 000 F

.../...

Frais d'Amortissement :

Pivots (15 ans)	7.900.000 F
Groupe moto-pompe (7 ans)	7.142.000 F
Groupe électrogène (7 ans)	3.285.714 F
Citerne carburant (7 ans)	142.857 F
Génie civil (15 ans)	1.000.000 F
	<hr/>
	19.471.428 F
Frais de Gestion	500.000.000 F

Récapitulatif : charges d'exploitation.

- frais financiers :	13.350.000 F
- Amortissement	19.471.428 F
- Main d'oeuvre	2.700.000 F
- Pièces détachées	7.190.000 F
- Carburant + Lubrifiant	199.500.000 F
- Frais de Gestion	500.000 F
	<hr/>
	242.711.428 F

Volume d'eau : $10 \times 3\ 915 \times 440 = 272.260.000 \text{ m}^3$

Prix de revient du m^3 $\frac{242\ 711\ 428}{272.260.000} = 14,0 \text{ F}$

le m^3 d'eau peut être vendu à 14 F avec un bénéfice nul.

Ce prix 14 F/ m^3 est le prix de vente minimum de l'eau. Cela correspond

Tomate :

Besoin : 870 mm = 5700 m^3 /ha.
Prix de vente 60 F/Kg :
Soit 1 production de : $\frac{14 \times 5\ 700}{60} = 2,030 \text{ T/ha}$

Pomme de Terre :

Besoin : 1160 mm : 11600 m^3 /ha
Prix de vente 100 F/Kg
Soit une production : $\frac{14 \times 11\ 600}{100} = 1,624 \text{ T/ha}$

Maïs

Besoin 675 mm = 6750 m³/ha

Prix de vente 60 F/Kg

Soit une production de $\frac{14 \times 6750}{60} = 1,575$ T/ha.

Canne à sucre :

Besoin 1210 mm = 12100 m³/ha

Soit : 14 x 12100 = 169,400 F/ha.

CONCLUSIONS

Comparer aux rendements de ces cultures l'on peut dire que ce prix est bien accessible aux paysans.

Il faut noter que ce prix de revient calculé n'est qu'un prix minimum car dans le coût de l'investissement nous n'avons pas pris en compte les coûts du réseau de pointes et du réseau de drainage. Mais nous pouvons dire que l'investissement nécessaire pour cela ne peut dépasser 50 % de l'investissement global.

Dans nos calculs nous avons pris un amortissement sur 15 ans pour notre étude car l'expérience a montré que la plupart des aménagements en Haute-Volta sont repris avant 15 ans de durée de vie.

La crise mondiale de l'énergie attire maintenant l'attention sur certaines formes d'arrosage mécanisées. C'est pourquoi dans les pays développés l'on a cherché à trouver pour l'irrigation gravitaire pour la consommation d'énergie des méthodes permettant de réduire les grosses pertes en eau et les besoins élevés en main d'œuvre qui restaient liés à ce système d'irrigation.

Les rampes pivotantes dont les buses sont disposées tout près du sol à l'extrémité d'un tube vertical descendant (méthode utilisée par notre étude pour irriguer les tomates et les pommes de terre) en sont un exemple - les machines distribuent l'eau sans la pulvériser en se déplaçant suivant des sillons. On remarque par là que l'on a toujours cherché à minimiser le coût des investissements hydro-agricoles.

A titre de comparaison si nous prenons l'aménagement hydro agricole de Dakiri en Haute-Volta sur une superficie de 120 ha - L'investissement a coûté 3000.000 F/ha L'on peut remarquer que l'irrigation automatisé est moins onéreux que l'irrigation gravitaire.

Adaptation du pivot au paysan

La nature de l'aide que le technicien du monde rural doit apporter au paysan doit se situer entre les deux voies suivantes :

- contribuer à mieux valoriser les ressources en sol et en eau des familles qui vivent de la terre
- contribuer à l'augmentation de la production agricole par la création des nouvelles aires irriguées.

Avec l'utilisation du pivot il suffit au paysan de savoir que sa parcelle est irriguée il peut être complètement dissocié de l'irrigation.

Ainsi il aura son temps d'irrigation libre contrairement au système d'irrigation gravitaire où il doit être forcément présent sur sa parcelle à l'heure de l'irrigation. Ceci lui permettra de diminuer voire même supprimer le gaspillage d'eau. Le temps qu'il passait pour irriguer sa parcelle pourra servir à cultiver d'autres terres. Le pivot est un appareil simple ne nécessitant pas beaucoup de main d'oeuvre mais sa gestion demande un personnel qualifié tel un électromécanicien par exemple. C'est pour cela nous proposons la gestion du pivot à une entreprise privée ou publique qui assurera la distribution et la vente de l'eau au paysan.

Le paysan libéré de la contrainte d'irrigation payera en contre-partie sa consommation en eau.

- Le pivot nécessite aussi un entretien en permanence ceci demande une société agréée sur place ou bien un gros lot de pièces détachées disponibles.

Nous pouvons dire que l'introduction des grandes machines à irriguer est possible en Afrique particulièrement en Haute-Volta.

Et loin de ce qu'en pense généralement à savoir : les méthodes sophistiquées coûtent cher Nous remarquons là que l'utilisation de grandes machines à irriguer est accessible aux paysans et l'investissement nécessaire est presque deux fois moins élevé que celui nécessaire pour l'irrigation gravitaire qui est souvent utilisée.

L'irrigation automatisée présente les avantages suivants :

- nécessite de peu de main d'oeuvre
- suppression du gaspillage d'eau
- coût moins onéreux
- Nous avons remarqué que les rampes pivotantes sont adaptées à toutes les cultures : maraichères et vivrières, et à toutes les modes d'irrigation - aspersion ou infiltration.

^{di fon}
Nous ne disons pas qu'il n'existe pas d'inconvénients mais
ils peuvent être limités et peuvent trouver leurs solutions.

.../...

PARTIE II.

NOTE DE CALCUL

A M A R

-|-|-|-|-|-|-|-|-|-

I. PRESENTATION GENERALE

La présente étude est faite sur la région de Di (Sourou) en Haute-Volta.

Di est un village situé au Nord de Ouahigouya (13°14' N et 3,5° W) à 352 m d'altitude.

Son climat est de type tropical sec les températures extrêmes sont enregistrées en janvier 16,3°C et Avril 40,5°C.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 600 m La saison sèche est longue de 8 mois.

Données : Climatiques et Hydrologiques -

Ne disposant pas des données climatiques de la station de Di nous avons utilisé celles de la station de Ouahigouya. (ceci est donné sur le tableau n° 1).

La région est arrosée par un cours d'eau : le sourou. Nous considérerons pour tous nos calculs que les quantités d'eau nécessaires sont disponibles et que l'approvisionnement a été assuré jusqu'au point de desserte des pivots (machines à irriguer).

Le système d'irrigation préconisé est le suivant.

Chaque culture sera sous pivot. le pivot sera fixe et la longueur de la rampe est de 600 m (en nous basant sur l'étude de l'IRAT au Niger) soit une surface à irriguer de 110 ha environ par culture.

Nous envisageons faire

- un assolement avec une rotation : Tomate - Pomme de terre - Maïs.

- une culture perenne de canne à sucre -

Nous supposerons les conditions pédologiques et hydrologiques satisfaisantes. Toutefois il serait prudent de se renseigner auprès des services compétents.

II. Etude des Besoins en eau.

1) Calcul des E.T.P. Mensuelles -

Nous avons utilisé la formule de Penmann.

$$E.T.P. = \frac{\frac{P_c}{P} \cdot \frac{\Delta}{\gamma} (1 - \alpha) R a (a + b \frac{h}{H}) - G T_K (0,56 - 0,079 \sqrt{ea}) (0,1 + 0,9 \frac{h}{H}) + 0,26 (d + CU_2) (ea - ed)}{\frac{P_c}{P} \cdot \frac{\Delta}{\gamma} + 1,00}$$

.../...

- E T P : évapotranspiration en mm/jour
 P_o : Pression atmosphérique moyenne en milibars au niveau de la mer
 P : Pression atmosphérique à l'altitude du lieu
 Δ : Pente de la courbe de tension de vapeur d'eau saturante
 fonction de la température en milibars/°C
 γ : Constante psychométrique = 0,66
 $1-\alpha = 0,75$ facteur exprimant la réduction due à l'albedo
 R_a : Radiation de courte longueur double reçue à la limite
 de l'atmosphère en mm d'eau évaporée avec une constante
 solaire de $2 \text{ cal/cm}^2/\text{mn.}$
 a et b : coefficient d'Angstron
 h : durée réelle de l'ensoleillement pendant la période consi-
 dérée (en heures)
 H : durée astronomique de l'ensoleillement possible
 σT_k^4 : Radiation d'un corps noir exprimé en mm d'eau évaporée en
 fonction de la température de l'air en degré Kelvin
 e_a : tension de vapeur d'eau dans l'air
 e_d : tension de vapeur d'eau à la surface
 U_2 : Vitesse moyenne du vent à 2m du sol en m/s

Les calculs sont faits avec l'aide des Tableaux de valeurs déjà existants.

(Voir les feuilles de calculs ci-joint)

les E T P mensuelles trouvées sont

Période	Jan	Fev	Mars	Av.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct	Nov	Dec.
E T P mm/mois	139	186	220	183	192	174	155	145	143	181	126	120

④ Données climatiques et Hydrologiques de la station de Ouahigouba (1971 / 82)

	Janv	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Pluviométrie moyenne (mm)	0,2	/	3,3	12,6	20,9	81,7	152,0	170,2	98,9	27,6	/	0,2
Température moyenne sous abri (°C)	26,8	27,0	30,9	33,0	33,2	31,1	28,5	27,8	28,4	30,2	27,5	24,5
Température minimale sous abri (°C)	16,3	17,8	22,3	25,5	26,7	25,1	23,2	23,2	22,8	22,8	18,7	16,5
Température maximale sous abri (°C)	33,3	36,0	38,7	40,5	39,8	37,1	33,6	32,8	34,1	37,5	36,3	33,5
Humidité relative moyenne (%)	14	13	14	21	32	45	59	62	56	35	15	11
Vent à 2m (m/s)	1,8	1,64	1,60	1,51	1,78	1,97	1,5	1,29	1,12	0,96	1,23	1,5
insolation. (h)	292,2	272,1	278,9	278,7	281,2	276,7	265,0	260,2	261,7	282,4	287,6	287,

DONNEES

lieu: Be (Sourrou)
 long: 3° 5' W lat: 13° N
 alt: 358m

periode: Janvier

- Ra 12,61 I
ou mm Ibis
- Rg ca D
- h 9,63 h D
- H 11,48 h II
- Tc 24,3° D
- Tmax c 33,3 D
- Tmini c 16,3° D
- ed mb D
- ea 31,3 VII
- U2 1,4 m/s D ou XI
XI bis
- HR 0,25 % D
- a 0,65 XII
- b 0,29 XII
- c XIII
- T^{terme}
- T^{point} Rosée

D = donnée

CALCULS

$$\frac{h}{H} = \frac{9,63}{11,48} = 0,83$$

ou XIV

ed = inconnu

$$0,14 \times 31,3 = 4,38$$

HR x ea ed
 au tableaux XV XVI ou XVII

$$31,3 - 4,38 = 26,92$$

$$33,3 - 16,3° = 17°$$

Tmax - Tmini

ETP
ou
ETO

ETP couvert végétal
 $(1 - \alpha) = 0,75$
 $d = 1$

ETO nappe d'eau libre
 $(1 - \alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

Formule de PENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$$12,61 \times 0,47 = 5,93$$

Ra III

ou

$$\text{cel} \times \frac{1 - \alpha}{59} = 5,93$$

Rg

b. Radiation reflechie

$$15,61 \times 0,395 \times 0,95 = 5,84$$

IV Y-Ybis VI-VI bis

c. Therme Aerodynamique

$$0,584 \times 26,92 = 15,72$$

VIII A
ou IX

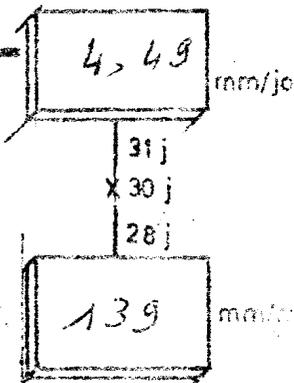
$$\left[2,95 \times 0,69 \right] + 15,72$$

X ① ②

$$2,95 + 1,00$$

X

5,93
 = 0,69 ①
 Radiation nette



DONNEES

lieu : Lie (Sous-sou)
 long : 3° 5' W lat 13° N
 alt : 352

periode : Fevrier

CALCULS

$$\frac{h}{H} = \frac{9,72}{11,52} = 0,84$$

ou XIV

ed = inconnu

$$0,13 \times 35,65 = 4,63$$

HR x ea = ed

au tableaux XV XVI ou XVII

$$35,65 - 4,63 = 31,02$$

ea - ed = A

$$36^{\circ}C - 17,8^{\circ}C = 18,2$$

Tmax - Tmini

Tmax - Tmini

Formule de PENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$$13,77 \times 0,47 = 6,47$$

Ra x III

ou

$$cel \times \frac{1-\alpha}{59}$$

Rg

6,47

b. Radiation reflechie

$$11,07 \times 0,39 \times 0,36 = 3,71$$

IV x V-Vbis x VI-VIbis

3,71

= 2,76 ①
Radiation nette

c. Therme Aerodynamique

$$0,63 \times 31,02 = 19,54$$

VIII x A
ou IX

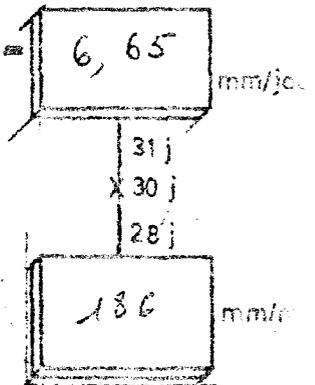
19,54 ②

$$\left[3,31 \times 2,76 \right] + 19,54$$

X ① ②

ETP
ou
ETO

$$\frac{3,31}{X} + 1,00$$



ETP couvert végétal
 $(1-\alpha) = 0,75$
 $d = 1$

ETO nappe d'eau libre
 $(1-\alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

T° terme $\frac{sec}{hum}$
 T° point Rosée

0 = donnée

- Ra 13,77 I
- ou mm I bis
- Rg cel D
- h 9,72 h D
- M 11,52 h II
- Tc 27° D
- Tmax c 36° D
- Tmini c 17,8° D
- ed mb D
- ea 35,65 VII
- U₂ 1,64 $\frac{m}{s}$ D ou XI
- ou m/s XI bis
- HR 13 % D
- a 0,35 XII
- b 0,45 XII
- c 0,39 XIII

DONNEES

lieu: Die (Coursouls)
 long: 3° 5' W lat: 43° N
 alt: 352m

periode: Mars

- Ra 14,93 I
ou mm I bis
- Rg cal D
- h 8,99 h D
- H 12,0 h II
- Tc 30,9 ° D
- Tmax c 28,7 ° D
- Tmini c 22,3 ° D
- ed mm D
- ea 44,67 VII
- U₂ 1,2 m/s D ou XI
XI bis
- HR 14 % D
- a 0,25 XII
- b 0,45 XII
- c 0,89 XIII
- T_{ter no} SEC hum
- T_{point} Rosee

D = donnée

CALCULS

$$\frac{h}{H} = \frac{8,99}{12} = 0,75$$

ou XIV

ed = inconnu

$$0,16 \times 44,67 = 6,25$$

HR x ea ed

au tableaux XV XVI ou XVII

$$44,67 - 6,25 = 38,42 \text{ A}$$

ea - ed

$$38,7 - 22,3 = 16,4$$

T_{max} - T_{mini}

ETP
 couvert végétal $\begin{cases} (1-\alpha) = 0,75 \\ \alpha = 1 \end{cases}$

ETO
 nappe d'eau libre $\begin{cases} (1-\alpha) = 0,95 \\ d = 0,50 \end{cases}$

Formule de FENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$$14,93 \times 0,46 = 6,50$$

Ra III

ou $\frac{Rg}{1-\alpha} = \frac{\text{cal}}{59}$

6,50

3,52 ①

Radiation nette

b. Radiation reflechie

$$10,93 \times 0,36 \times 0,78 = 3,07$$

IV V-Vbis VI-VIbis

c. Therme Aerodynamique

$$0,561 \times 38,42 = 21,55 \text{ ②}$$

VIII ou IX A

$$4,03 \times 3,52 + 21,55$$

X ① ②

$$4,03 + 1,00$$

X

7,1 mm/jc

31 j x 30 j = 28 j
 220 mm/m

DONNEES

lieu: Sic (Sourou)
 long: 3° 5' W lat 13° N
 alt: 358m

periode: Avril

Formule de FENMANN

CALCULS

$\frac{h}{H} = \frac{9,09}{12,42} = 0,73$ ou XIV

ed = inconnu

$0,24 \times 50,31 = 10,57$

HR x ea ed
 au tableaux XV XVI ou XVII

$40,5 - 10,57 = 39,74$ A

$40,5 - 25,5 = 15$

Tmax - Tmini

a. Radiation de courte longueur d'onde

$15,66 \times 0,43 = 6,73$
 Ra III

ou $cel \times \frac{1-\alpha}{59}$
 Rg

6,73

b. Radiation reflechie

$17,4 \times 0,30 \times 0,76 = 3,97$
 IV V-Vbis VI-Vbis

2,76 ①
 Radiation nette

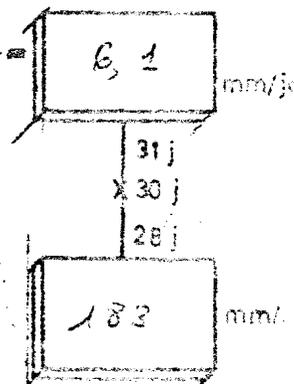
c. Therme Aerodynamique

$0,505 \times 39,74 = 20,1$
 VIII ou IX A

20,1 ②

$\left[4,26 \times 2,76 \right] + 20,1$

$4,26 + 1,00$



ETP
 ou
 ETO

ETP couvert végétal
 $(1-\alpha) = 0,75$
 $d = 1$

ETO nappe d'eau libre
 $(1-\alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

Ra 15,66 I
 ou Ibis

Rg gal D

h 9,09 h D

H 12,42 h II

Tc 33° D

Tmax c 40,5 D

Tmini c 25,5 D

ed mb D

ea 50,31 VII

U2 1,2 m/s D ou XI
 XIbis

HR 21 % D

a 0,25 XII

b 0,45 XII

c 0,78 XIII

T° temp. hum

T° point Rosée

D = donnée

DONNEES

lieu : 270 (Zouren)
 long : 3,5°W lat 13°N
 alt : 352m

periode : Mai

- Ra 15,75 I
ou mm I bis
- Rg cal D
- h 9,07 h D
- M 12,72 h II
- Tc 33,2 °C D
- Tmax c 39,8 °C D
- Tmini c 26,7 °C D
- ed mb D
- ca 50,87 VII
- U2 1,4 m/s D ou XI
XI bis
- HR 32 % D
- a 0,25 XII
- b 0,45 XII
- c 0,68 XIII
- T* termo-hum
- T* point Rosée

D = donnée

CALCULS

$\frac{h}{M} = \frac{9,07}{12,72} = 0,71$ ou XIV

ed = inconnu

$0,32 \times 50,87 = 16,28$
 HR x ca ed

au tableaux XV XVI ou XVII

$50,87 - 16,28 = 34,59$ A
 ca - ed

$39,8 - 26,7 = 13,1$
 Tmax - Tmini

ETP
ou
ETC

ETP couvert végétal
 $(1 - \alpha) = 0,75$
 $d = 1$

ETO nappe d'eau libre
 $(1 - \alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

Formule de PENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$15,75 \times 0,43 = 6,77$
 Ra III

ou $cel \times \frac{1 - \alpha}{59} = 6,77$
 Rg

b. Radiation réfléchie

$17,45 \times 0,24 \times 0,74 = 3,10$
 IV V-Vbis VI-Vbis

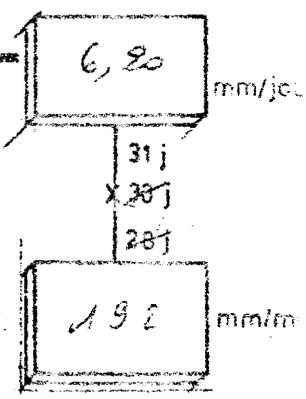
c. Therme Aerodynamique

$0,508 \times 34,59 = 17,57$
 VIII ou IX A

$4,5 \times 3,67 + 17,57$
 X ① ②

$4,5 + 1,00$
 X

6,77
 = 3,67 ①
 Radiation nette



DONNEES

lieu : Bre (Saurion)
 long : 30,5 W lat 13°N
 alt : 352

periode : Juin

- Ra I
ou Ibis
- Rg D
- h h D
- N h II
- Tc ° D
- Tmax c ° D
- Tmini c ° D
- ed D
- ea VII
- U2 m/s D ou XI
XI bis
- HR D
- a XII
- b XII
- c XIII
- T_{termo} /
- T_{point} Rosée

D = donnée

CALCULS

$$\frac{1}{H} = \frac{9,22}{12,88} = 0,71$$

ou XIV

ed = inconnu

$$0,45 \times 45,18 = 20,33$$

HR x ea ed

au tableaux XV XVI ou XVII

$$45,18 - 20,33 = 24,85 \text{ A}$$

ea - ed

$$37,1 - 25,1 = 12$$

Tmax - Tmini

ETP
ou
EPO

ETP couvert végétal

$$(1 - \alpha) = 0,75$$

$$d = 1$$

ETO nappe d'eau libre

$$(1 - \alpha) = 0,95$$

$$d = 0,50$$

Formule de FENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$$15,59 \times 0,43 = 6,70$$

Ra x III

ou

$$\text{cel} \times \frac{1 - \alpha}{59}$$

b. Radiation reflechie

$$16,97 \times 0,20 \times 0,74 = 2,51$$

IV x V-Vbis x VI-VIbis

①
Radiation nette

c. Therme Aerodynamique

$$0,499 \times 24,85 = 12,4$$

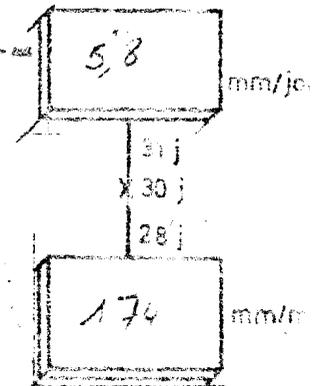
VIII ou IX x A

$$\left[4,05 \times 4,19 \right] + 12,4$$

X ① + ②

$$4,05 + 100$$

X



DONNEES

lieu : Zire (Soudan)
 long: 3° 5' W lat: 13° N
 alt: 358 m

periode : Juin 1967

Formule de PENMANN

CALCULS

$$\frac{H}{H} = \frac{8,62}{12,78} = 0,67$$

ou XIV

ed = inconnu

$$0,59 \times 38,91 = 22,96$$

HR x ea = ed

au tableaux XV XVI ou XVII

$$38,91 - 22,96 = 15,95$$

ea - ed = A

$$33,6 - 23,3 = 10,3$$

Tmax - Tmini

a Radiation de courte longueur d'onde

$$15,62 \times 0,42 = 6,56$$

Ra x III

ou

$$Rg \times \frac{1-\alpha}{59}$$

6,56

b. Radiation reflechie

$$16,40 \times 0,18 \times 0,72 = 2,12$$

IV x Y-Ybis x VI-Vibis

4,44 ①
Radiation nette

c. Therme Aerodynamique

$$0,443 \times 15,95 = 7,06$$

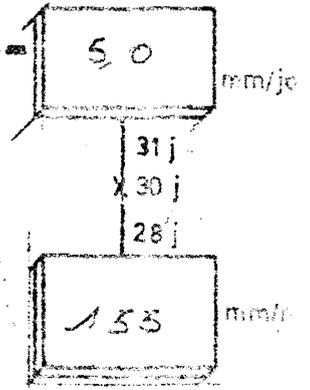
VIII x A
ou IX

$$3,57 \times 4,44 + 7,06$$

X ① ②

$$3,57 + 1,00$$

X



- Ra 15,62 I
- ou mm Ibis
- Rg cal D
- h 8,53 h D
- M 12,78 h II
- Tc 27,5 ° D
- Tmax c 33,6 ° D
- Tmini c 23,3 ° D
- ed mb D
- ea 38,91 VII
- U2 1,3 m/s D ou XI XIbis
- HR 59 % D
- a 0,25 XII
- b 0,45 XII
- c 0,54 XIII
- T termo sec hum
- T port Rosée

ETP couvert végétal (1-α) = 0,75
c = 1

ETP nappe d'eau libre (1-α) = 0,95
d = 0,50

D = donnée

DONNEES

lieu : Ste (Sourrou)
 long: 3° 5 W lat 13° N
 alt: 352m

periode: Aout

Formule de FENMANN

CALCULS

$$\frac{h}{H} = \frac{8,39}{12,52} = 0,67$$

ou XIV

ed = inconnu.

$$0,62 \times 37,36 = 23,16$$

HR x ea = ed

au tableaux XV XVI ou XVII

$$37,36 - 23,16 = 14,2 \text{ A}$$

ea - ed

$$32,8 - 23,2 = 9,6$$

Tmax - Tmini

a Radiation de courte longueur d'onde

$$\frac{15,63}{Ra} \times \frac{0,41}{III} = 6,40$$

$$\frac{cel}{Rg} \times \frac{1-\alpha}{59} = 6,40$$

b. Radiation reflechie

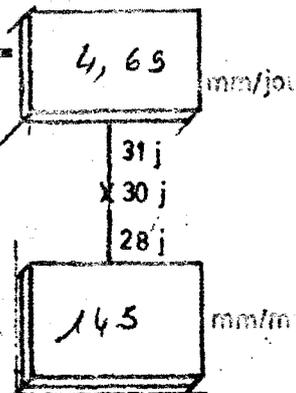
$$\frac{16,25}{IV} \times \frac{0,18}{V-Vbis} \times \frac{0,70}{VI-VIbis} = 2,0$$

c. Therme Aerodynamique

$$\frac{0,4}{VIII \text{ ou IX}} \times \frac{14,2}{A} = 5,68 \text{ ②}$$

$$\left[\frac{X}{3,44} \times \frac{①}{4,4} \right] + \frac{②}{5,68}$$

$$\frac{3,44}{X} + 100$$



- Ra 15,63 I
- ou mm Ibis
- Rg cel D
- h 8,39 D
- h 12,52 II
- Tc 27,8 D
- Tmax c 32,8 D
- Tmini c 23,2 D
- ed mb D
- ea 37,36 VII
- Uz 1,0 D ou XI
- ou m/s XI bis
- HR 62 D
- a 0,25 XII
- b 0,45 XII
- c 0,56 XIII
- T termo sec hum
- T point Rosee

ETP couvert vegetal (1-α) = 0,75
 d = 1

ETO nappe d'eau libre (1-α) = 0,95
 d = 0,50

D = donnée

DONNEES

lieu : Zire (Source-)
 long: 3°, 5 W lat 13°N
 alt: 352m

periode: septembre

- Ra 15,19 I
ou mm I bis
- Rg cal D
- h 8,72 D
h
- H 12,16 II
h
- Tc 28,4 D
°C
- Tmax c 34,1 D
°C
- Tmini c 22,8 D
°C
- ed mb D
- ea 38,69 VII
- U2 0,9 D ou XI
m/s XI bis
- HR 56 D
%
- a 0,25 XII
- b 0,45 XII
- c 0,54 XIII

T° termo
 T° point Rosée

D = donnée

CALCULS

$$\frac{h}{H} = \frac{8,72}{12,16} = 0,72 \quad \boxed{}$$

ou XIV

ed = connu

$$0,56 \times 38,69 = \boxed{21,66}$$

HR x ea ed

au tableaux XV XVI ou XVII

$$38,69 - 21,66 = \boxed{17,03} \text{ A}$$

ea - ed

$$34,1 - 22,8 = \boxed{11,3}$$

Tmax - Tmini

ETP
ou
ETO

ETP couvert végétal
 $(1 - \alpha) = 0,75$
 $d = 1$

ETO nappe d'eau libre
 $(1 - \alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

Formule de PENMANN

a. Radiation de coute longueur d'onde

$$\frac{15,19}{Ra} \times \frac{0,43}{III} = \boxed{6,53}$$

ou $\frac{\text{cel}}{Rg} \times \frac{1-\alpha}{59} = \boxed{6,53}$

b. Radiation reflechie

$$\frac{16,37}{IV} \times \frac{0,19}{V-Vbis} \times \frac{0,75}{VI-VIbis} = \boxed{2,33}$$

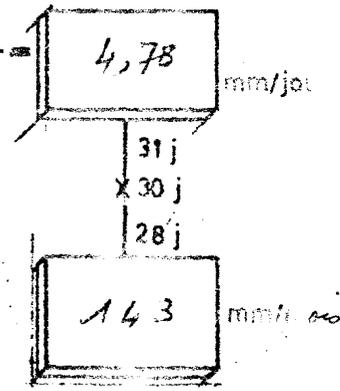
4,20 ①
Radiation nette

c. Therme Aerodynamique

$$\frac{0,403}{VIII \text{ ou IX}} \times \frac{17,03}{A} = \boxed{6,86} \text{ ②}$$

$$\left[\frac{X}{3,55} \times \frac{①}{4,20} \right] + \frac{②}{6,86}$$

$$\frac{3,55}{X} + 1,00$$



DONNEES

lieu : Ste (Lorraine)
 long: 3° 5 W lat 13° N
 alt: 352 m

periode: octobre

- Ra 14,25 I
ou mm I bis
- Rg cal D
- h 9,11 h D
- H 11,80 h II
- Tc 30,2 ° D
- Tmax c 37,5 ° D
- Tmini c 22,8 ° D
- ed mb D
- ea 42,92 VI
- U₂ 0,8 m/s D ou XI
XI bis
- HR 35 % D
- a 0,25 XII
- b 0,45 XII
- c 0,75 XIII
- T_{termo} sec / hum
- T_{point Rosée}

D = donnée

CALCULS

$$\frac{h}{H} = \frac{9,11}{11,80} = 0,77 \quad \text{ou XIV}$$

ed = inconnu

$$0,35 \times 42,92 = 15,0 \quad \text{HR} \times \text{ea} \quad \text{ed}$$

au tableaux XV XVI ou XVII

$$42,92 - 15 = 27,92 \quad \text{A}$$

$$37,5 - 22,8 = 14,7$$

T_{max} - T_{mini}

ETP
ou
~~EIO~~

ETP couvert végétal
 $(1 - \alpha) = 0,75$
 $d = 1$

EIO nappe d'eau libre
 $(1 - \alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

Formule de FENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$$14,25 \times 0,45 = 6,41 \quad \text{Ra} \times \text{III}$$

$$\text{ou } \text{cal} \times \frac{1 - \alpha}{0,99}$$

6,41

b. Radiation reflechie

$$16,77 \times 0,25 \times 0,79 = 3,31 \quad \text{IV} \times \text{V-V bis} \times \text{VI-VI bis}$$

3,31

3,10 ①
Radiation nette

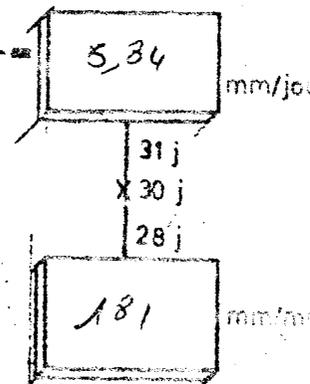
c. Therme Aerodynamique

$$0,592 \times 27,92 = 16,52 \quad \text{VIII ou IX} \times \text{A}$$

16,52 ②

$$\left[3,89 \times 3,10 \right] + 16,52 \quad \text{X} \quad \text{①} \quad \text{②}$$

$$3,39 + 100 \quad \text{X}$$



DONNEES

lieu : *Sen* (Senegal)
 long: 3° 5' W lat 13° N
 alt: 352

periode: *Novembre*

Ra *13,05* I
 ou *mm* I bis

Rg *cel* D

h *9,59* h D

N *11,48* h II

Tc *27,5* ° D

Tmax c *36,3* ° D

Tmini c *18,7* ° D

ed *mb* D

ea *36,71* VII

U2 *0,98* m/s D ou XI
 XI bis

HR *15* % D

a *0,25* XII

b *0,45* XII

c *0,89* XIII

T_{termo} *sec*

T_{point} *Rosée*

D = donnée

CALCULS

$$\frac{h}{N} = \frac{9,59}{11,48} = 0,83$$

ou XIV

ed = inconnu.

$$0,15 \times 36,71 = 5,5$$

HR x ea ed
 au tableaux XV XVI ou XVII

$$36,71 - 5,5 = 31,21 \text{ A}$$

$$36,3 - 18,7 = 17,6$$

$$T_{max} - T_{mini}$$

ETP
 ou
 ETO

ETP couvert végétal
 $(1 - \alpha) = 0,75$
 $d = 1$

ETO nappe d'eau libre
 $(1 - \alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

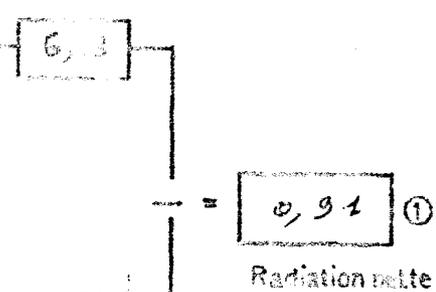
Formule de PENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$$13,05 \times 0,47 = 6,3$$

Ra III

ou $R_g \times \frac{1 - \alpha}{59}$



b. Radiation reflechie

$$16,18 \times 0,38 \times 0,85 = 5,22$$

IV V-Vbis VI-VIbis

c. Therme Aerodynamique

$$0,491 \times 31,21 = 15,32 \text{ (2)}$$

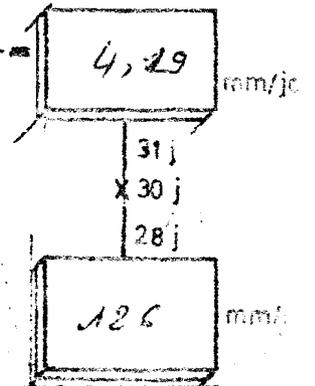
VIII ou IX A

$$\left[3,39 \times 0,91 \right] + 15,32$$

X (1) (2)

$$3,39 + 1,00$$

X



DONNEES

lieu: Sic (Lyon)
 long: 5° 5' W lat 43° N
 alt: 352 m.

periode: Decembre

- Ra 12,25 I
- ou 10,0 I bis
- Rg eal D
- h 9,26 h D
- M 11,32 h II
- Tc 24,0 D
- Tmax c 33,5 D
- Tmini c 16,3 D
- ed mb D
- ea 31,3 VII
- U2 1,2 m/s D ou XI
- ou XI bis
- HR 17% D
- a 0,25 XII
- b 0,45 XII
- c 0,89 XII
- T' tempo sec hum
- T' point Rosec

D = donnée

CALCULS

$\frac{h}{H} = \frac{9,26}{11,32} = 0,82$ ou XIV

ed = inconnu

$0,17 \times 31,3 = 5,32$
 HR x ea ed

au tableaux XV XVI ou XVII
 $31,3 - 5,32 = 25,98$
 ea - ed A

$33,5 - 16,3 = 17,2$
 Tmax - Tmini

ETP
 ou
 ETO

ETP couvert végétal
 $(1 - \alpha) = 0,75$
 $d = 1$

ETO nappe d'eau libre
 $(1 - \alpha) = 0,95$
 $d = 0,50$

Formule de PENMANN

a. Radiation de courte longueur d'onde

$12,25 \times 0,46 = 5,63$
 Ra x III

ou $\text{cel} \times \frac{1 - \alpha}{59} = 5,63$
 Rg

b. Radiation reflechie

$15,63 \times 0,38 \times 0,24 = 4,99$
 IV x V-V bis x VI-VI bis

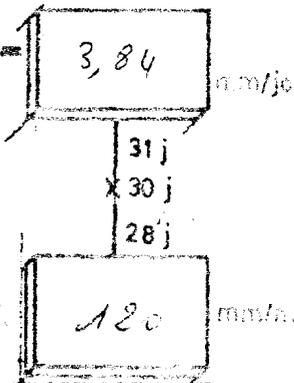
c. Therme Aerodynamique

$0,515 \times 25,98 = 13,38$
 VIII ou IX x A

$2,98 \times 0,64 + 13,38$
 X (1) + (2)

$2,98 + 1,00$
 X

5,63 + 4,99 = 10,62
 Radiation nette (1)



2 : Calculs des Besoins en Eau des différentes cultures.

+ Les calendriers culturaux et des coefficients culturaux des différentes cultures sont donnés par le tableau suivant :

Cultures	Calendrier cultural	Coefficient cultural (Kc)
Tomate	Novembre à Avril	Varie de 0,6 à 0,9
Pom. de terre	Octobre à Mai	Varie de 0,6 à 0,9
Mais	Avril à Novembre	Varie de 0,6; 0,8 à 1
Canne à sucre	Culture perenne	Varie de 0,6 à 1

+ Nous supposons que toutes les pluies mensuelles d'une hauteur inférieure à 20 mm sont négligées. Pour les pluies de hauteur supérieure à 20 mm nous considérons la pluie efficace donnée par la formule

$$Pe_{eff} = P - 0,15 (P - 20)$$

Pe_{eff} : hauteur de la pluie efficace

P hauteur de la pluie mensuelle tombée

(le reste étant perdu par ruissellement très généralement)

+ L'efficience de l'appareil est de 85 %

+ la durée du travail par jour est de 20 h et nous supposons que l'en travaille tous les jours du mois. Ceci nous permet de calculer les débits nécessaires pour l'irrigation des cultures connaissant les besoins en eau.

Exemple de calcul :

Culture : Tomate

Période : Janvier

Kc = 0,6

E T P(théorique) = 139 mm.

Pluie mensuelle : négligeable

Pluie efficace : néant

$$\text{Besoin Brut} = E T P \times K_c = 139 \times 0,6 = 83,4 \text{ mm}$$

$$\text{Besoin Net} = E T P \times K_c - P_{eff} = 83,4 \text{ mm}$$

$$\text{Besoin en tête de réseau} = \frac{\text{Besoin net}}{\text{efficience}} = \frac{83,4}{0,85} = 98,12 \text{ mm.}$$

$$\text{Soit : } 980 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

nbre de jours de travail : 31 jours

nbre d'heure de travail par jour 20h.

$$\text{Débit fictif continu (D F C)} = \frac{\text{Besoin en Tête de réseau}}{\text{nbre de jours de travail}}$$

$$\text{D F C (l/s/ha)} = \frac{\text{Besoin en Tête de réseau (en m}^3/\text{ha)}}{\text{nbre de jour de Travail} \times 86.400}$$

$$\text{D F C} = \frac{E T P \times K_c - P_{eff}}{\text{efficience} \times \text{nbre jours} \times 86.400} = \frac{980}{31 \times 86.400} = 0,36 \text{ l/s/ha}$$

$$\text{Débit maximum de Pointe} = \text{D M P} = \frac{\text{D F C} \times 24}{20} =$$

$$\text{D M P} = \frac{0,36 \times 24}{20} = 0,44 \text{ l/s/ha}$$

la surface à irriguer est de 110 ha environ

le débit pour le mois de janvier = D M P \times S

$$Q_{max} = 0,44 \times 110 = 48 \text{ l/s.} = 175 \text{ m}^3/\text{h}$$

les résultats des calculs sont donnés par les tableaux de valeur ci-joint.

Si nous faisons le récapitulatif nous avons le Tableau suivant

.../...

Besoin en eau :

culture : Tomate.

(20)

Calendrier cultural : Novembre à Avril. K_c varie de 0,6 à 0,9

efficacite du reserai = 0,85

nbre d'heurs de travail par jour : 20 h.

mois	Pluie mensuelle (mm)	ETP calculé (mm)	Pluie efficace (mm)	K_c	Besoin brut $ETP \times K_c$ (mm)	Besoin net $ETP \times K_c - P_{eff}$ (mm)	Besoin en Tete reserai $\frac{ETP \times K_c - P_{eff}}{0,85}$ m ³ /ha	nbre de jours	D F C Debit fid. & continue (l/s/ha)	D M P Debit max de Pointe (l/s/ha)	
Novier	/	139	/	0,7	97,3	97 mm	114,5	1145 m ³ /ha	31	0,43 l/s/ha	0,51 l/s/ha
Decembre	/	186	/	0,8	148,8	149 mm	175	1750 m ³ /ha	28	0,72 l/s/ha	0,87 l/s/ha
Janv	/	220	/	0,9	198,0	198 mm	232,9	2329 m ³ /ha	31	0,87 l/s/ha	1,0 l/s/ha
Fev	12,6	183	/	0,8	146,4	146 mm	172,2	1722 m ³ /ha	30	0,66 l/s/ha	0,8 l/s/ha
Mars	20,9	192	20,7						31		
Avril	81,7	174	73,4						30		
Mai	152	155	132,2						31		
Juin	170,2	145	147,7						31		
Juillet	98,9	143	87,1						30		
Aout	27,6	181	26,6						31		
Sept	/	126	/	0,6	75,6	76 mm	89 mm	890 m ³ /ha	30	0,34 l/s/ha	0,41 l/s/ha
Oct	/	72	/	0,6	72	72 mm	85 mm	850 m ³ /ha	31	0,32 l/s/ha	0,38 l/s/ha

Debit max de Pointe : 1 l/s/ha avec $S = 110$ ha $Q = 400$ m³/h

Besoin en eau

Culture : Pomme de Terre

Calendrier cultural octobre à Mai

ke varie de 0,6 à 0,9

efficacite du reservoir : 0,85

nombre et heures de Travail par jour 20h.

mois	Pluie mensuelle (mm)	ETP calculé (mm)	Pluie efficace (mm)	ke	Besoin brut ETP x ke (mm)	Besoin net ETP x ke - P_eff (mm)	Besoin en Tete de reser		nombre de jours	de l/ha	
							ETP x ke - P_eff (mm)	efficacite m ³ /ha		DFC (l/s/ha)	DMP (l/s/ha)
Janvier	-	139 mm		0,7	97,3	97 mm	114,5 mm	1145 m ³ /ha	31	0,434 l/s/ha	0,51 l/s/ha
Fevrier	-	186 mm		0,8	148,8	149 mm	175	1750	28	0,72 l/s/ha	0,87 l/s/ha
Mars	-	220 mm		0,9	198	198 mm	232,9	2329	31	0,874 l/s/ha	1,0 l/s/ha
Avril	12,6	183 mm		0,9	164,7	165	193,7	1937	30	0,75 l/s/ha	0,9 l/s/ha
Mai	20,9	192 mm	20,7	0,8	153,6	133	156,3	1563	31	0,584 l/s/ha	0,7 l/s/ha
Juin	81,7	174 mm	72,4								
Juillet	159	155 mm	132,2								
Aout	170,2	145 mm	147,7								
Septembre	93,5	143 mm	87,1								
Octobre	27,6	181 mm	26,6	0,6	82,1	82	96,5	965	31	0,36 l/s/ha	0,43 l/s/ha
Novembre	-	126 mm	-	0,6	75,6	76	88,9	889	30	0,34 l/s/ha	0,41 l/s/ha
Decembre	-	107 mm	-	0,7	84	84 mm	98,3	988	31	0,37 l/s/ha	0,44 l/s/ha

Quantite d'eau requise 1 l/s/ha S = 110 ha → Q = 400 m³/h.

Besoin en eau

Culture: Maïs

Calendrier cultural Avril à Nov.

Kc varie 0,6, 0,8 à 1

efficience du réseau: 0,85

nbre d'heures de Travail par jour 20h

Mois	Pluie mensuelle (mm)	ETP calculée (mm)	Pluie efficace (mm)	Kc	Besoin brut ETP x Kc (mm)	Besoin net ETP x Kc - P_eff	Besoin au Total de réseau		nbre de jours	Débits	
							ETP x Kc - P_eff / efficience (mm)	m ³ /ha		DFC l/s/ha	DN P l/s/ha
AVRIL	-	139	-								
MAY	-	186	-								
JUN	-	220	-								
JUL	12,6	183	-	0,6	109,8	109,6 mm	129,0	1290 m ³ /ha	30	0,54 l/s/ha	0,64 l/s/ha
AOÛT	20,9	192	20,7	0,6	115,2	94,5 mm	111 mm	1110 m ³ /ha	31	0,64 l/s/ha	0,54 l/s/ha
SEPTEMBRE	31,7	174	72,4	0,6	104,4	32 mm	38 mm	380 m ³ /ha	30	0,24 l/s/ha	0,17 l/s/ha
OCTOBRE	152	155	138,2	0,8	93	-	-	-	31	-	-
NOVEMBRE	170,2	145	147,7	0,8	116	-	-	-	31	-	-
DÉCEMBRE	93,9	113	87,1	1	113	55,9 mm	66	660 m ³ /ha	30	0,25 l/s/ha	0,38 l/s/ha
JANVIER	27,6	131	26,6	1	131	154,5 mm	182	1820 m ³ /ha	31	0,74 l/s/ha	0,91 l/s/ha
FÉVRIER	-	126	-	0,8	126	126 mm	148	1480 m ³ /ha	31	0,51 l/s/ha	0,7 l/s/ha
MARS	-	120	-								

DFC = 0,91 l/s/ha S = 110 ha ⇒ Q = 320 m³/h

Besoin en eau

Culture canne à sucre.

Calendrier cultural : culture toute l'année Kc varie de 0,6 à 1

efficacite du reseau : 0,85

nombre d'heures de Travail par jour 20 h

periode	Pluie mensuelle (mm)	ETP calculee (mm)	Pluie efficace (mm)	Kc	Besoin brut ETP x Kc (mm)	Besoin net ETP x Kc - P_eff	Besoin en Tete du reseau		nombre de jours	Debits	
							ETP x Kc - P_eff	efficacite		DFC l/s/ha	DNP l/s/ha
janvier	/	139	/	0,6	83,4	83,4 mm	98,11 mm	980 m ³ /ha	31	0,31 l/s/ha	0,44 l/s/ha
fevrier	/	186	/	0,6	111,6	111,6 mm	131 mm	1310 m ³ /ha	28	0,54 l/s/ha	0,65 l/s/ha
mars	/	220	/	0,6	132	132 mm	155 mm	1550 m ³ /ha	30	0,64 l/s/ha	0,78 l/s/ha
avril	12,6	183	/	0,6	109,8	109,8 mm	129 mm	1290 m ³ /ha	31	0,54 l/s/ha	0,64 l/s/ha
mai	20,9	192	20,7	0,6	115,2	94,5 mm	111 mm	1110 m ³ /ha	30	0,41 l/s/ha	0,52 l/s/ha
juin	81,7	174	72,4	0,8	139,2	66,8 mm	78,5 mm	785 m ³ /ha	30	0,34 l/s/ha	0,36 l/s/ha
juillet	15,2	155	132,2	0,8	124	/	/	/	31	/	/
août	170,2	145	147,7	0,8	116	/	/	/	31	/	/
septembre	93,1	143	87,1	0,8	114,4	27,3 mm	32 mm	320 m ³ /ha	30	0,10 l/s/ha	0,15 l/s/ha
octobre	27,0	181	25,6	1	181	154,5 mm	182 mm	1820 m ³ /ha	31	0,74 l/s/ha	0,81 l/s/ha
novembre	/	126	/	1	126	126 mm	148 mm	1480 m ³ /ha	30	0,64 l/s/ha	0,78 l/s/ha
decembre	/	120	/	0,3	120	120 mm	141 mm	1410 m ³ /ha	31	0,53 l/s/ha	0,64 l/s/ha

de pointe 0,81 l/s/ha S = 110 ha Q = 320 m³/h.

Cultures	Besoin en eau en tête de réseau	Débit Maxi de Pointe		Mois
		l/s/ha	m ³ /h.	
Tomate	870 mm	1 l/s/ha	400 m ³ /h	Mars
Pom. de terre	1 160 mm	1 l/s/ha	400 m ³ /h	Mars
Mais	675 mm	0,81 l/s/ha	350 m ³ /h	Octobre
Canne à sucre	1 210 mm	0,81 l/s/ha	350 m ³ /h	Octobre

Soit un besoin total en tête de réseau de 3 915 mm.

Soit un volume d'eau de $39\ 150 \times 440 =$

$$172.26.000 \text{ m}^3 \approx 17\ 230\ 000 \text{ m}^3$$

III. Etude du Pivot

Conformément à l'étude faite par l'IRAT nous choisissons une rampe de 600 m de longueur soit une surface irriguée de 110 ha. environ.

Caractéristiques du pivot

Le pivot est fixe et décrit une circonférence $c = 2\pi R$.

$$c = 2\pi 600 = 3770 \text{ m}$$

la rampe est à propulsion électrique et comporte 15 tours espacés de 40 m.

Selon le constructeur les rampes à propulsion électrique ont des tours d'extrémité Y dont la vitesse peut aller selon le réglage de 0,15m/mm à 3,7 m/mm ce qui donne

$$\text{une rotation minimale} = \frac{2\pi R}{\text{vitesse max}} = \frac{3\ 770}{3,7 \times 60} = 17 \text{ h.}$$

$$\text{une rotation maximale} = \frac{2\pi R}{\text{vitesse min.}} = \frac{3\ 770}{0,15 \times 60} = 420 \text{ h}$$

Nous adoptons une rotation de 2 jours (48 h) pour la tomate et la pomme de terre ; soit une vitesse d'avancement

$$v = \frac{3\ 770}{48 \times 60} = 1,57 \text{ m/mm.} \quad 1,6 \text{ m/mm.}$$

.../...

et une rotation de 7 jours (140 h) pour le maïs et la canne à sucre soit une vitesse d'avancement $v = \frac{3\,770}{140 \times 60} = 0,45 \text{ m/mm} = 0,5 \text{ m/mm}$.

Toutefois ce choix doit être confronté aux valeurs que donneraient les calculs si la R.F.U. est connue pour le sol considéré.

Nous donnons dans le tableau les valeurs des doses nécessaires pour le choix.

Calcul de la hauteur de la pluie journalière -

La pluviométrie horaire délivrée ne doit pas dépasser la perméabilité du sol ou tout au moins sa possibilité de stockage sans ruissellement et sans stagnation d'eau nuisible exemple de calcul :

Période : Janvier

culture : Tomate rotation 20 h. (2 jours)

débit maximum de pointe = $200 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\text{soit } \frac{200}{110} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h/ha} = 0,18 \text{ mm/h}$$

Soit une pluviométrie journalière de $0,18 \times 20 = 3,6 \text{ mm/jour}$

Les résultats des calculs donnés sur le Tableau de valeurs ci-joint pour chaque culture.

Toutefois il serait plus prudent de comparer les valeurs avec la vitesse d'infiltration du sol.

Calcul de la Hauteur manométrique Totale

- les organes d'arrosage sur la rampe sont des buses (pression 2,5 Kg) pour le maïs et la canne qui peuvent être irriguées par aspersion. Ou des trainards (pression 0,5 Kg) pour la tomate et la pompe de terre ce qui permettra de les irriguer suivant des sillons

- La hauteur de l'appareil est de 3m.

- Les constructeurs fournissent des abaques permettant de déterminer la perte de charge le long de la rampe en fonction de sa longueur, du débit, du nombre de tours (Société Irrico France) voir abaque

R = 600 m

Q = $400 \text{ m}^3/\text{h}$

perte de charge = 45 m.

15 tours.

.../...

Calculs des doses

Mois	Tomate : Rot = 2 jours		Pomme de Terre Rot = 2 jours		Maïs : Rotation 7 jours		Canne à sucre Rot = 7 jours	
	Besoin net	Dose = $\frac{\text{Besoin} \times \text{Rot}}{\text{nbre jours}}$	Besoin net	Dose = $\frac{\text{Besoin} \times \text{Rot}}{\text{nbre jours}}$	Besoin net	Dose = $\frac{\text{Besoin} \times \text{Rot}}{\text{nbre jours}}$	Besoin net	Dose = $\frac{\text{Besoin} \times \text{Rot}}{\text{nbre jours}}$
avril	97 mm	6 mm	97 mm	6 mm			83 mm	19 mm
mai	149 mm	11 mm	149 mm	11 mm			112 mm	28 mm
juin	198 mm	13 mm	198 mm	13 mm			132 mm	33 mm
juillet	146 mm	10 mm	165 mm	11 mm	110 mm	25 mm	110 mm	28 mm
août			133 mm	9 mm	94,5	21 mm	94,5 mm	21 mm
sept					32 mm	7 mm	67 mm	16 mm
octobre					-		-	
novembre					-		-	
décembre	76 mm	5 mm	82 mm	5 mm	56 mm	13 mm	27 mm	6 mm
janvier	72 mm	5 mm	76 mm	5 mm	155 mm	36 mm	155 mm	36 mm
février			84 mm	5 mm	126 mm	28 mm	126 mm	28 mm
mars							120 mm	27 mm

Valeurs de la pluviométrie des pivots par jour pour chaque culture -

10025	Tomate (Pot 8 jours)			Pomme de Terre (rotation 2 jours)			Maïs (Pot 7 jours)			Canne à Sucre (Rotation 7 jours)		
	Debit maximum l/s/he	m ³ /h	Pluie mm/jour	Debit maximum l/s/he	m ³ /h	Pluie mm/jour	Debit maximum l/s/he	m ³ /h	Pluie mm/j	Debit maximum l/s/he	m ³ /he	Pluie mm/jour
noires	0,51	200	3,6 mm/j	0,51	200	3,6 mm/j				0,64	170	3 mm/j
vrier	0,87	350	6,4 mm/j	0,87	350	6,4 mm/j				0,65	260	4,7 mm/j
ros	1,0	400	7,3 mm/j	1,0	400	7,3 mm/j				0,7	280	5,1 mm/j
roul	0,9	320	6,0 mm/j	0,9	360	6,5 mm/j	0,6	240	4,4 mm/j	0,6	240	4,3 mm/j
roul				0,7	280	5,0 mm/j	0,5	200	3,6 mm/j	0,5	200	3,6 mm/j
roul							0,17	70	1,3 mm/j	0,3	120	2,0 mm/j
roul							-			-		
roul							-			-		
roul							0,3	120	2,2 mm/j	0,15	60	1 mm/j
roul				0,43	170	3,0 mm/j	0,81	320	5,3 mm/j	0,91	320	5,3 mm/j
roul	0,41	160	3,0 mm/j	0,41	160	3,0 mm/j	0,7	280	5 mm/j	0,7	280	5 mm/j
roul	0,38	150	2,2 mm/j	0,44	170	3,0 mm/j				0,6	240	4,3 mm/j

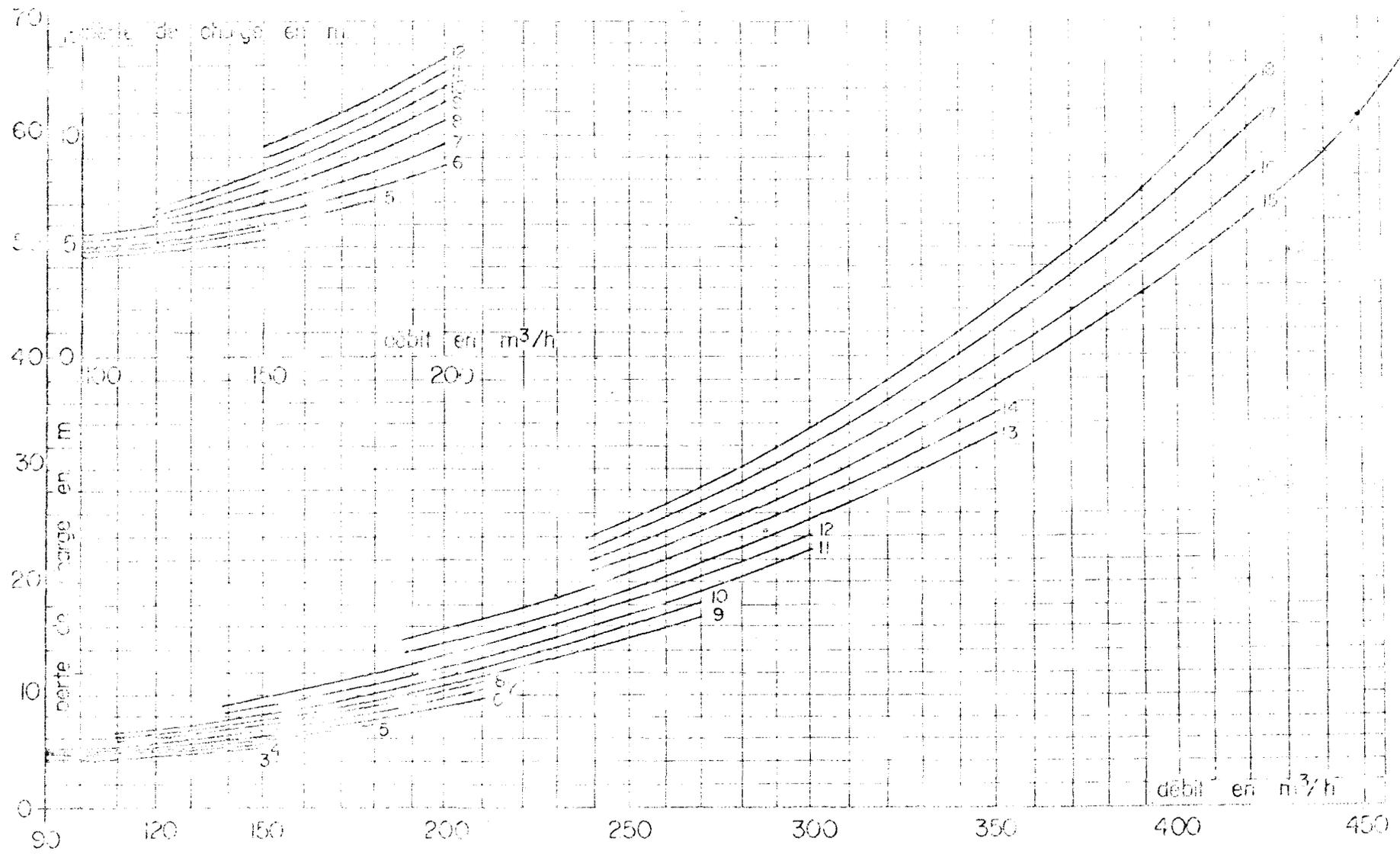


Fig. 139 - Pertes de charge par la Société IRRUCO (139) ; les chiffres portés sur le graphique sont les nombres de tours de la rampe pivotante

La hauteur manométrique total $H_m T = 25 + 3 + 45 = 73 \text{ m}$
soit $H_m T = 75 \text{ m}$.

Consommation d'énergie :

1) Puissance du groupe électrogène :

Les rampes à propulsion électrique sont actionnées par des moteurs de 1 Kw, il y en a un par tour.

Soit pour 15 tours il faut 15 Kw.

Sur le catalogue des constructeurs il faut un groupe électrogène de 30 KVA.

2) Puissance du groupe moto-pompe :

La puissance du moteur installé est donné par la formule

$$P_{int} = \frac{Q(l/s) \times H_m T(m)}{75 \times \eta_p \times \eta_m} \quad (\text{en Cv}).$$

$$Q = 400 \text{ m}^3/\text{h} = 110 \text{ l/s}$$

$$H_m T = 75 \text{ m}$$

$$\eta_p = \text{rendement pompe} = 75 \%$$

$$\eta_m = \text{rendement moteur} = 75 \%$$

$$P_{int} = \frac{110 \times 75}{75 \times 0,75 \times 0,75} = 195 \text{ cv.}$$

Nous considérons une surcharge unitaire de 8 %

$$195 \times \frac{8}{100} = 15 \text{ cv.}$$

La puissance installée = $195 + 15 = 210 \text{ CV.}$

$$P_{int} = 210 \text{ Cv.}$$

.../...

