

11655

DC 25.98

ETUDE DE L'EFFICIENCE DE L'IRRIGATION
GRAVITAIRE ET DU FONCTIONNEMENT
HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE DE
NDOMBO-THIAGO

Par Médoune BEYE

Document de travail*

ISRA
DEPARTEMENT SYSTEMES ET TRANSFERT
CENTRE DE SAINT-LOUIS

Référence : M. BEYE

Etude de l'efficience de l'irrigation gravitaire et
du fonctionnement hydro-agricole du périmètre de
NDOMBO-THIAGO

ISRA, Département Systèmes et Transfert

Document de travail N° 1985- 9 - DAKAR, janvier 1985

* Les opinions exprimées dans les documents publiés dans la série
"Document de travail" n'engagent que leurs auteurs.

**DÉPARTEMENT DE RECHERCHES SUR
LES SYSTÈMES DE PRODUCTION ET LE TRANSFERT
DE TECHNOLOGIE EN MILIEU RURAL**

ETUDE DE L'EFFICIENCE DE L'IRRIGATION
GRAVITAIRE ET DU FONCTIONNEMENT
HYDRO-AGRICOLE DU PERIMETRE DE
NDOMBO-THIAGO

Par Médoune BEYE

Document de travail*

ISRA
DEPARTEMENT SYSTEMES ET TRANSFERT
CENTRE DE SAINT-LOUIS

Référence : M. BEYE

Etude de l'efficience de l'irrigation gravitaire et
du fonctionnement hydro-agricole du périmètre de
NDOMBO-THIAGO

ISRA, Département Systèmes et Transfert
Document de travail N° 1985- 9 - DAKAR, janvier 1985

* Les opinions exprimées dans les documents publiés dans la série
"Document de travail" n'engagent que leurs auteurs.

**DÉPARTEMENT DE RECHERCHES SUR
LES SYSTÈMES DE PRODUCTION ET LE TRANSFERT
DE TECHNOLOGIE EN MILIEU RURAL**

1 - INTRODUCTION

=====

La très faible pluviométrie de la région du Fleuve constitue une hypothéque sérieuse pour les cultures pluviales. Ainsi l'avenir agricole de cette région est étroitement lié à l'irrigation. La construction des Barrages de Diama et Manantali rendra possible l'irrigation de centaines de milliers d'hectares sur la rive gauche. Déjà la SAED a aménagé et exploité plus de 12.000 hectares dans la vallée du SENEGAL. Ces aménagements ont été opérés graduellement dans le temps et leurs modes de conception ont évolué. C'est ainsi que l'on peut distinguer trois types de périmètres selon leurs schémas d'implantation.

Les grands périmètres couvrent de grandes superficies (plus de 1.000 ha), et sont aménagés grâce à de gros moyens mécaniques. Ils sont équipés de stations de pompage à très gros débits dominant chacune des centaines d'hectares. Les premiers périmètres aménagés par la SAED (DAGANA, NIANGA), sont de ce type. La station de pompage et le réseau sont gérés par la SAED. Les paysans sont responsables de la distribution de l'eau dans les canaux tertiaires et entre les parcelles. Les paysans ne participent ni aux travaux d'aménagement ni au planage des parcelles. Du point de vue économique, ce type de périmètre s'est révélé peu viable par l'importance des moyens mis en oeuvre et le manque d'entretien du réseau hydraulique.

Les petits périmètres ou PIV (Périmètres irrigués villageois) ont vu leur apparition en 1974/75 dans les départements de MATAM et BAKEL. Il s'agit de petits ensembles de 20 hectares en moyenne, aménagés sur les sols légers en bordure du fleuve. Les travaux d'aménagement sont assurés par les paysans eux-mêmes. Le groupe moto-pompe est offert gracieusement par un organisme extérieur avec l'entremise de la SAED. Cepen-

.../...

la 2^e génération

dant, les paysans doivent assurer le renouvellement de ce matériel par ^{d'un autre} d'
le versement des amortissements. Les paysans, organisés en groupements de producteurs, sont totalement responsables de la gestion du périmètre (acquisition des intrants, vente de la production, gestion de l'eau). Dès leurs premières années d'existence, ces périmètres se sont révélés fonctionnels et ont produit des rendements très satisfaisants, supérieurs à ceux obtenus dans les grands périmètres. Cependant les pertes d'eau dans le réseau y prennent souvent des proportions alarmantes. Elles ont pour cause le caractère filtrant des sols et la mauvaise conception et réalisation des aménagements.

Les périmètres de 3^e génération sont conçus pour réaliser la synthèse des avantages des deux premiers types de périmètres. Le périmètre de NDOMBO-THIAGO est la première réalisation de ce type de périmètre. Il s'agit d'une juxtaposition de plusieurs petits casiers (50 ha en moyenne dont chacun est dominé par un groupe moto-pompe. L'aménagement ^{L'ensemble des équipements en eau} est réalisé avec de gros moyens mécaniques. L'ensemble des équipements mécaniques (moto-pompes, tracteurs, matériel de travail du sol) est fourni gracieusement par ^{le bailleur} fonds. La gestion périmètre revient entièrement aux paysans, organisés en groupements de producteurs. Ces groupements assurent le renouvellement des équipements mécaniques du périmètre en versant les amortissements relatifs à ces équipements.

Le périmètre de NDOMBO THIAGO est expérimental du point de vue de la SAED. De sa réussite ou de son échec découleront des orientations en matière de conception des périmètres. Cet effort d'amélioration de la conception, de la maintenance et de l'utilisation des périmètres irrigués s'impose avec d'autant plus de poids qu'il constitue une des recommandations des bailleurs de fonds de la SAED.

2. OBJECTIFS

=====

La présente étude vise à porter un jugement de valeur sur le fonctionnement hydroagricole du périmètre de NDOMBO. Les éléments d'appréciation seront :

* l'efficience globale de l'irrigation. Elle sera quantifiée par des mesures au champ et la contribution des paysans aux pertes d'eau sera estimée.

* Le fonctionnement des groupes motopompes (consommations, état d'entretien).

* l'organisation de la gestion de l'eau telle qu'elle est pratiquée par les paysans. On s'interessera particulièrement à la distribution de l'eau (tour d'eau), à l'entretien du réseau et aux modes de solutions des conflits d'eau.

i.i.i. Evaporation

Elle est généralement importante : 9.4 mm/jour en moyenne sur la période 1965 - 1983. Les plus fortes évaporations sont enregistrées pendant les mois de Mars, Avril, Mai et Juin, les maximum journaliers (autour de 15 mm/jour) étant fréquemment atteints en Avril et Mai. Pendant ces deux mois, l'harmattan, (vent chaud et sec du Nord Est) contribue fortement à l'augmentation du taux d'évaporation. Pendant la saison des pluies, on enregistre une diminution de l'évaporation dûe surtout à l'augmentation de l'humidité relative. Cette diminution de l'évaporation persiste pendant la saison sèche froide (Nov. à Février) pendant laquelle elle est induite par la baisse importante de la température journalière moyenne. En moyenne arrondie, l'évaporation journalière prend les valeurs :

- Demande ?*
- 12 mm/Jour pendant la saison sèche chaude (Mars - Juin)
 - | → • 8 mm/Jour pendant la saison humide (Juillet - Oct.)
 - 9 mm/Jour pendant la saison sèche froide (Nov. - Février)

Mois	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Evaporation (mm/j)	8.1	8.0	8.7	9.9	11.4	12.5	12.9	10.6	8.6	7.2	6.8	8.3
Moy. Saison (mm/j)			8.7			11.9				7.7		

i.v. Vent

Pendant la saison sèche, la région est généralement balayée par des vents du Nord-Est. En Mars, Avril et Mai souffle l'harmattan, vent continental de l'Est, chaud et sec. Les courants des moussons, tièdes et humides, provenant du Sud, dominent pendant la saison des pluies à partir de Juillet. Parfois le vent peut atteindre des vitesses ponctuelles de 20 m/s, érodant les zones dépourvues de végétation.

v. Humidité relative

Température et humidité relative

Le tableau ci-dessous reprend les moyennes mensuelles des humidités relatives journalières, maximum, minimum et moyenne, pour la période 1965 à 1983 (sauf 1975 et 1976).

pourquoi ?

Mois	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Humid. R.Max. (%)	69.9	58.5	58.8	50.9	64.1	70.3	74.9	82.2	87.5	89.3	88.8	80.5
Humid. R.Min. (%)	28.7	25.0	22.0	19.6	18.1	19.0	23.1	33.2	46.3	53.2	50.0	34.5
Humid. R.Moy. (%)	49.3	41.8	40.4	35.3	41.1	44.7	49.0	57.7	66.9	71.3	69.4	57.5

Entre Novembre et Mai (saison sèche), les valeurs maximum, minimum et moyennes de l'humidité relative sont peu variables d'un mois à l'autre et prennent les valeurs moyennes arrondies de 64 % pour H.R.Max. ; 43 % pour H.R.Min. et 65 % pour la moyenne.

3.2. SCHEMA GENERAL D'AMENAGEMENT

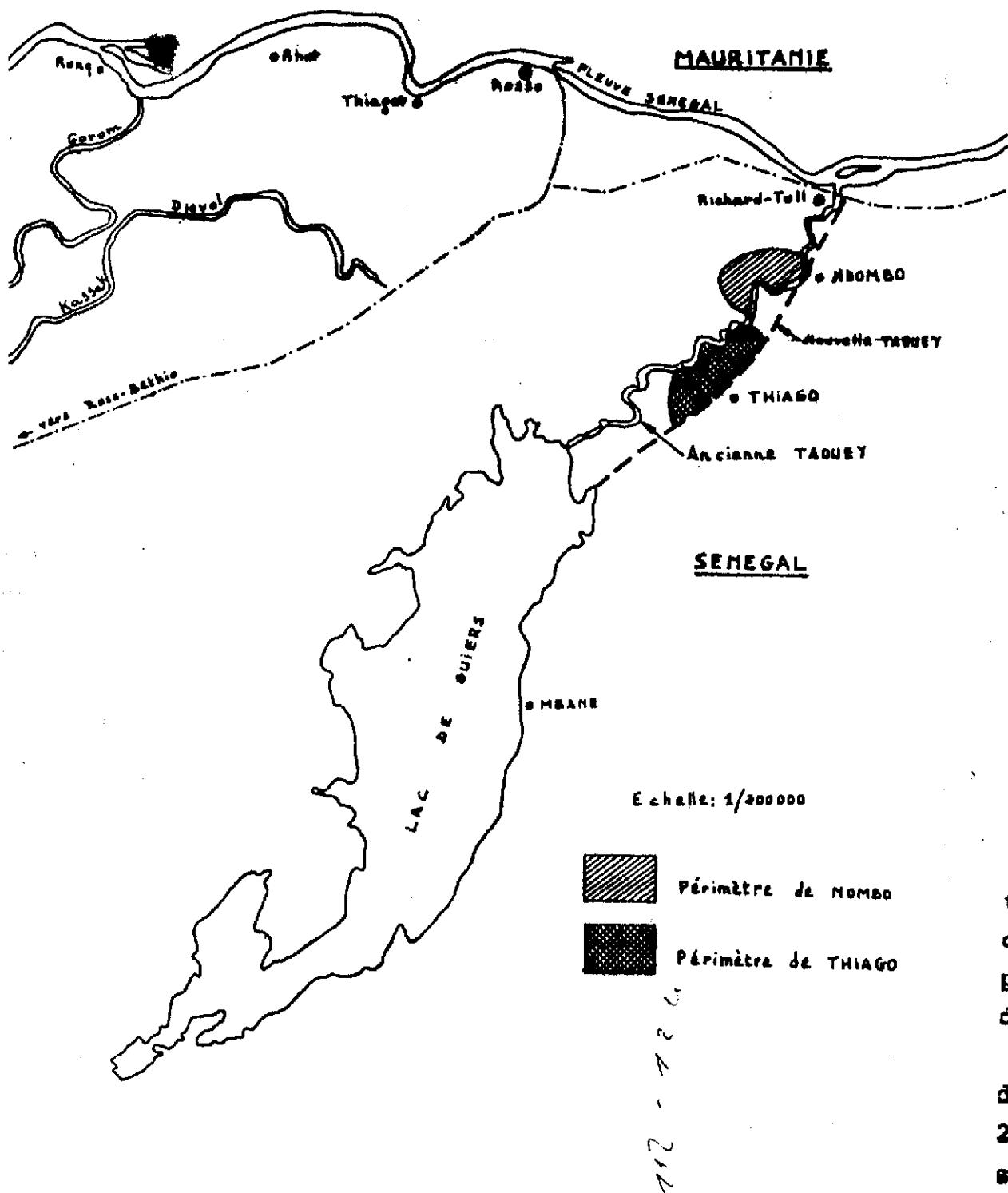
Le périmètre de NDOMBO est situé à 4 km au Sud de la ville de Richard-Toll, sur la rive Ouest du marigot TAQUEY. Il couvre une superficie de 276 ha bruts dont 240 ha nets et est morcelé en 5 casiers (A, B, C, D, E) équipés chacun d'une station de pompage. Une station d'exhaure évacue les eaux de drainage des 5 casiers sur le marigot.

Hormis le casier E, le schéma général d'aménagement d'un casier comprend :

- un groupe motopompe tirant l'eau à partir du marigot TAQUEY. Le matériel est standard. Il s'agit d'une pompe MEHGIN actionnée par un moteur LISTER (type H.R.3)
- un bassin de dissipation à section rectangulaire en béton armé
- un réseau de distribution de l'eau constitué de canaux portés en terre compactée.
- des parcelles de 0.75 ha (50 m x 150 m) environ chacune. L'irrigation d'une parcelle est opérée par la mise en fonctionnement d'une batterie de siphons reliant la parcelle au canal d'irrigation
- un réseau de drainage constitué de canaux ouverts et parallèle au réseau d'adduction d'eau. Ainsi, en général, chaque parcelle est longé, sur une largeur ~~par~~ 50 m par un canal d'irrigation et sur l'autre largeur par 50 m de fossé de drainage. Ces drains sont reliés à un collecteur principal qui évacue les eaux vers la station d'exhaure située sur le marigot, en aval des 5 stations de pompage des casiers.

10

PLAN DE SITUATION
DES PERIMETRES
DE NDOMBO ET THIAGO



Probabilité de dépassement de la crue	Débit maximal m^3/s
99.0 % (1972)	1.400
90.0 % (1973)	2.900
50.0 %	5.000
10.0 % decennale humide	7.200
1.0 % centenaire humide	10.000
0.1 % millénaire humide	13.000

Dans le delta les débits de pointe sont largement inférieurs à ceux de Bakel en raison de l'effet de laminage dû aux déversements qui ont lieu entre Bakel et Richard-Toll.

3.3.2. Endiguement et Barrages

Ajoutons qu'une digue continue longe le fleuve entre THIAGAR (P.K.127) et DAKAR-BANGO, à une dizaine de kilomètres de l'embouchure. Cette endiguement, réalisée en 1964, évite l'inondation des terres du delta pendant les fortes crues. Sur la rive gauche du fleuve, il n'existe actuellement aucun endiguement empêchant d'éventuels débordements des eaux de crue.

Le lit du fleuve se trouve bien au-dessous du niveau moyen de la mer sur 450 km environ à partir de l'embouchure. Ainsi, en étiage, les eaux marines remontent le fleuve. Ces eaux salées pénètrent le delta en Décembre-Janvier, atteignent Richard-Toll vers Avril avant de continuer parfois au-delà de Dagana. En général, la langue salée est repoussée par la nouvelle crue à la hauteur de Richard-Toll à partir du 10 Juillet, Début Août, elle retourne dans le bas delta.

L'organisation de mise en Valeur du Fleuve Sénégal a entrepris un projet ambitieux de construction d'une série de barrages sur le fleuve et ses affluents. Au total 9 barrages sont prévus, les principaux étant ceux de DIAMA, dans le delta et MANANTALI dans la haute vallée. L'objectif du barrage de DIAMA est d'empêcher la remontée des eaux marines et partant, de constituer en amont du barrage, un réserve d'eau douce destinée à satisfaire les futurs besoins en eau potable de DAKAR et SAINT-LOUIS au Sénégal et NOUACKHOTT en Mauritanie. Cette réserve servira aussi à l'irrigation, pendant la saison sèche, des nombreux périphétres du delta et de la basse vallée du Sénégal, pour un total de 30.000 ha dans une première phase. La réalisation de ce barrage implique comme préalable, l'endiguement de la rive droite du fleuve et le rehaussement de 60 à 80 cm de la

digue existant sur le coté sénégalais (rive gauche), de manière à éviter tout débordement de la crue centenaire avec une revanche d'environ un mètre. Plus tard, la construction du barrage de MANANTALI transformera la crue centenaire en une decennale, avec un abaissement du niveau des crues, dans le delta, de 60 cm. En principe le fonctionnement simultané de ces deux ouvrages d'art permettra une parfaite régulation des débits du fleuve Sénégal.

3.3.3. Axe Fleuve - TAOUEY - LAC

Les pompes du périmètre de NDOMBO tirent l'eau à partir de l'ancienne TAOUEY (ou marigot TAOUEY). Ces dominations sont relatives au cours d'eau qui, à l'origine, reliait le fleuve Sénégal au Lac de GUIERS. Le remplissage du lac à travers le marigot TAOUEY se faisait difficilement suite à un faible débit, du marigot résultant des pertes de charges importantes au niveau de ses multiples méandres, de l'envasement et de l'existence d'un bourrelet à la jonction lac-marigot. Ainsi les niveaux maxima dans le marigot était de 1.00 à 1.50 m plus élevés que ceux observés dans le lac.

Pour améliorer le remplissage du lac, il a été nécessaire de procéder :

- à la construction, sur la TAOUEY et au niveau de la ville de Richard-Toll d'un ouvrage de régulation des débits de remplissage et vidange du lac (pont-barrage de Richard-Toll 1952)
- au creusement, à l'aval du pont-barrage, du chenal d'aménée rectiligne débouchant sur le lac de GUIERS (1967). Ce chenal est dénomé TAOUEY Rectifié ou canal TAOUEY.

Deux buses armco situées à la hauteur du village de NDOMBO permettent le remplissage du marigot TAOUEY à partir de la TAOUEY Rectifiée, en période de crue.

Dès l'arrivée de la crue (Juillet), on ouvre les vannes du pont-barrage. Le lac se remplit ainsi via le canal TAOUEY. A l'amorce de la décrue, on ferme les vannes du pont-barrage afin d'empêcher le retour des eaux du lac vers le fleuve SENEGAL. Cette fermeture des vannes empêchera la contamination des eaux du lac par la langue d'eau salée remontant le fleuve à partir de la mer, en saison sèche. La réserve d'eau douce constituée par le lac de GUIERS et la TAOUEY est destinée à :

- l'alimentation en eau de la ville de DAKAR
- l'irrigation de 6.000 ha de canne à sucre de la C.S.S.
- l'irrigation des périmètres rizicoles de NDOMBO THIAGO et MBANE, aménagés par la SAED.

Notons que les hydrogrammes de crue relevés au niveau du pont-barrage de Richard-Toll entre 1952 et 1983 montrent que :

- l'amorce de crue se situe généralement entre le 15 et le 31 Juillet
- les niveaux maximum atteints varient entre les cotes I.G.N. 2,5 et 3,5
- l'amorce de décrue se situe généralement entre le 1er et le 15 Novembre.

3.3.4. Qualité de l'eau

Le fonctionnement ainsi décrit de l'ensemble Fleuve - TAOUEY - Lac de GUIERS garantie une excellente qualité à l'eau dans le canal TAOUEY. En effet les mesures de conductivité électrique, effectuées par la C.S.S. au niveau du grand pont-barrage de Richard-Toll accusent une moyenne sur 3 ans (1980 - 81 - 82) de 198 micromhos et une S.A.R. de 1 %. Ce qui correspond à la classe C1S1 du diagramme de Riverside (U.S.D.A.). La qualité des eaux du lac de GUIERS est variable dans l'axe Nord-Sud. Si au niveau de la jonction TAOUEY - Lac, l'eau du lac est d'une qualité avoisinant celle de la TAOUEY, il n'est pas de même à l'extrême Sud du lac où l'eau peut atteindre le seuil de potabilité et est impropre à l'irrigation. Cette dégradation progressive de la qualité de l'eau du lac est la résultante de l'action combinée de plusieurs facteurs négatifs (J.Y. GAG, COGELS 1982).

- L'évaporation, qui constitue la plus importante source de pertes en eau du lac (79 % des pertes contre 19 % pour les pompages de la C.S.S. et 2 % pour les pompages conjugués de la SONEES et de la SAED), entraîne une minéralisation importante des eaux du lac, qui les rend fortement chlorurées sodiques.
- Une masse d'eau salée est piégée dans la zone Sud du lac. Son existence, antérieure à la construction du pont-barrage de Richard-Toll et de la digue-retenue de KEUR MOMAR SARR, correspond à une contamination des eaux du lac suite à la remontée saisonnière des eaux de mer dans le réseau hydrographique du fleuve Sénégal.
- Les eaux de drainage du casier de 6 000 ha de canne à sucre de la C.S.S. sont déversées dans le lac. Ces eaux saumâtres, contribuent fortement à la dégradation de la qualité des eaux du lac. D'après une étude menée par l'Institut des Sciences de l'environnement en 1982, la minéralisation des eaux lacustres doublera en 4 ans si la cadence actuelle des déversements d'eaux de drainage est maintenue.

3.3.5. Disponibilité en eau

Le lac a une capacité maximale de 730 millions de m^3 d'eau, correspondant à un plan d'eau à la cote + 2.25 m I.G.N., cote maximum permise par la digue de KEUR MOMAR SARR.

En année de crue "normale", le remplissage du marigot permet la double culture de riz et une culture de tomate. Cependant si la crue est particulièrement faible (cas de 1982), la campagne rizicole de saison sèche chaude est particuliè-

rement compromise par l'insuffisance du remplissage du marigot. Pour sécuriser les rendements en condition de crue décennale sèche, il sera nécessaire d'améliorer le remplissage du marigot notamment en procédant à son dragage au niveau de certains seuils.

3.4. HYDROGEOLOGIE

Une nappe phréatique salée se trouve à une faible profondeur au-dessous des sols du delta (y compris la zone du lac de GUIERS). Sa salinité est variable mais généralement élevée, avec un résidu sec oscillant entre 3 et 50 g/l. L'hydrogéologie de la zone n'est pas parfaitement connue. Cependant, des quelques études réalisées, on peut tirer les conclusions suivantes :

- * La nappe phréatique est constituée par des formations apparemment lenticulaires de granulométrie variable. La circulation horizontale est assez facile à l'intérieur d'une couche sableuse, mais elle est difficile d'une couche à l'autre. Ceci serait la cause des différences de hauteurs piézométriques constatées dans certaines zones, qui autrement seraient inexplicables.
- * La variabilité de la salinité de la nappe devrait dépendre de l'interférence de plusieurs facteurs, tels que la profondeur, la nature et l'étendue du sédiment aquifère, le degré d'hétérogénéité des sols adjacents etc... La nature de la salinité est variable aussi. Certains échantillons prélevés sont riches en ions SO_4^{--} et Ca^{++} , alors que d'autres sont dépourvus d'ions SO_4^{--} . D'autres encore se distinguent par l'absence de carbonates et bicarbonates.
- * Les facteurs de variation de la profondeur de la nappe sont la saison et la morphologie. Durant l'étiage, le niveau piézométrique descend au dessous du 0 I.G.N. et, dans les zones les plus basses, tombe à des cotes proches de -1 I.G.N.. Toujours à l'étiage, on a constaté que le plan de la surface piézométrique était parallèle à la surface du sol. Ceci est dû à un équilibre entre remontée capillaire et évaporation, cette dernière étant particulièrement intense à cette époque. Pendant l'hivernage, l'alimentation de la nappe par les eaux de pluie est faible puisque les sols ont des couches superficielles peu perméables. Seule l'inondation des terrains, dûe aux eaux météoriques s'accumulant dans les dépressions ou aux déversements du fleuve ou à la submersion des rizières, provoque une montée sensible de la surface piézométrique. L'alternance des périodes de submersion et d'évaporation donne lieu à la montée du sel dans la zone d'oscillation de la nappe et de sa frange capillaire.
- * On peut estimer négligeable les échanges entre la nappe et le fleuve et ses défluents, en raison notamment de l'étanchéité des lits secondaires due à des sédiments argileux. Par ailleurs, la pente hydraulique trop faible représente un autre obstacle aux mouvements horizontaux de la nappe.

Une étude plus approfondie sur le dynamique de la nappe s'avère nécessaire et urgente en vue d'évaluer les conséquences qu'elle pourrait subir à la suite de la construction du barrage de DIAMA. L'élévation du plan d'eau du fleuve aura en effet pour conséquence, malgré la faible transmissivité générale de la nappe, la mise en charge des couches plus perméables situées au dessous de la couche de surface. Cette dernière, malgré sa faible perméabilité, sera traversée par un certain débit remontant en surface, qui sera dissipée par évaporation. Alors que la salinité de la nappe ne sera pas modifiée par la réalisation du barrage, à court et moyen terme, la remontée de la nappe salée donnera lieu, à cause de l'évaporation, à une salinisation progressive des couches superficielles des sols.

3.5. PEDOLOGIE

Le périmètre de NDOMBO est aménagé sur un ancien bassin de décantation dans lequel, on reconnaît deux entités pédologiques distinctes : des sols peu évolués à hydromorphie légère (Fondé) et des sols hydromorphes à gley (Hollaldé).

Les sols "Fondé" sont constitués d'une couche argilo-sableuse d'épaisseur variable reposant sur du sable filtrant. Plus la couche argileuse est profonde, plus ces sols sont lourds (peu drainants), et plus ils conviennent à la riziculture submergée. Le drainage, moyen à faible (classe de drainage 3 à 2) de ces sols les fait affecter généralement à la polyculture (tomate, sorgho, maïs).

Les sols "Hollaldé" sont constitués d'une épaisse couche argileuse (supérieure à 1 mètre) reposant sur un substratum sableux. Ces sols, peu drainants (classe de drainage 1) sont parfaitement rizicultivables.

En général, la couche argileuse des sols "Fondé" dénote un taux d'Argile + Limon compris entre 30 et 60 %, alors que ce taux évolue entre 60 et 90 % pour les sols "Hollaldé".

Concernant la minéralogie les sables et les limons sont généralement quartzitiques, alors que les argiles sont constituées par de la kaolinite, de la montmorillonite, de l'illite. Y sont présents des minéraux de fer de différentes nature, du gypse, des calcites et d'autres sels d'origine marine.

Dans le périmètre de NDOMBO la salinité des sols est très faible. En effet des mesures de conductivité électrique effectuées au casier C en Juin 1983 sur pâte saturée, ont donné une moyenne de 470 micromhos (écart-type 142) pour les sols Fondé et 340 micromhos (écart-type 77) pour les sols Hollaldé.

Les sols de NDOMBO sont généralement acides (pH entre 5 et 7). Des mesures effectuées au casier C révèlent un pH moyen de 5.7 (écart-type 0.35, pH max. 6.7 et pH min. 5.1). La limite de tolérance à l'acidité des parcelles et interdire l'usage des engrangements sulfatés.

En effet, on constate durant la submersion, des processus de sulfato-réduction qui peuvent abaisser l'acidité du sol. Les processus de réduction s'accompagnent de changements profonds dans les phénomènes électrochimiques qui ont lieu dans le terrain, dont les principaux sont les suivants :

- augmentation de la conductivité électrique,
- accumulation de CO_2 ,
- dénitrification,
- réduction des sulfates et donc augmentation de l'acidité,
- solubilisation des sulfates,
- augmentation, dans la solution circulaire de cations Fe^{++} et Al^{++} .

Sans entrer dans les détails qui, du reste sortent du cadre du présent rapport, on peut noter que l'augmentation de l'acidité dans le sol peut provoquer la formation de combinés capables d'attaquer le réseau cristallin des argiles et donc d'altérer les conditions d'équilibre en modifiant négativement la structure des terrains. On peut en outre constater des actions secondaires qui peuvent provoquer des baisses importantes de rendements, voire la mort des plantes. Par exemple l'augmentation des cations Fe^{++} et Al^{++} dans la solution circulante peut provoquer des phénomènes de toxicité pour les cultures, et même compromettre la production si ces éléments dépassent un certain niveau.

5 - LE CASTER

Le casier C, choisi pour notre étude, couvre une superficie de 60 ha bruts, dont 50 ha nets, répartis en 66 parcelles de 0.75 ha (50 x 150 m) environ. Il est équipé d'un réseau d'irrigation et de drainage le rendant indépendant des casiers limitrophes.

5.1. AMÉNAGEMENT ET ÉQUIPEMENT

5.1.1. Station de Pompage

Le casier C est équipé de 2 pompes hélico-centrifuge à axe verticale (marque MERGIN, type 4 CHSPR1) immergées, chacune d'elle étant actionnée par un moteur thermique (marque LISTER type HR3) placé en surface. Des courroies réalisent l'accouplement moteur-pompe. Ces pompes assurent un débit maximum de 900 m³/h avec une H.M.T. de 8 m. Les moteurs fournissent une puissance maximum de 45 CV. Les crêpines d'aspiration des pompes sont plongées dans un puisard relié au marigot TACUEY par une buse Ø 500 vannée, enterrée et flanquée d'un regard. Puisard et regard sont exécutés en béton. La buse devrait permettre l'alimentation gravitaire directe du réseau en cas d'élévation suffisante de la cote du plan d'eau de la TACUEY. Malgré nos contacts avec le fournisseur (MAIFOR et la S.A.E.D. (D.P.A. - B.E.P.), nous n'avons pu obtenir les courbes caractéristiques (Débit/ Hauteur Manométrique/ Puissance absorbée/ Rendement) des pompes installées. Par contre, les caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles des moteurs nous sont connues :

Marque : LISTER

Type : HR3

Origine : Angleterre

Diésel : 4 temps

Injection: Directe

Refroidissement : Air par ventilation radiale solidaire du volant

Cylindres : 3 cylindres verticaux

Alésages : 107.95 mm

Courses : 114.3 mm

Cylindrée totale : 3.14 l

Vitesse moyenne linéaire du piston : 5.72 m/s

Vitesse (tr/min)	11.000	11.500	11.500	11.900	11.800	11.900
------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Puissance continue (CV)	31.0	33.5	35.5	38.0	40.0	42.0
-------------------------	------	------	------	------	------	------

Alésage (mm)	107.95	107.95	107.95	107.95	107.95	107.95
--------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Course (mm)	114.3	114.3	114.3	114.3	114.3	114.3
-------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nombre de cylindres	3	3	3	3	3	3
---------------------	---	---	---	---	---	---

- filtre à combustible

- matériel d'injection BOSCH

Consommation de combustible (données du constructeur)

à 1.500 tr/min	: 178.7 g/CV h
----------------	----------------

à 1.600 tr/min	: 179.4 g/CV h
----------------	----------------

à 1.700 tr/min	: 182.3 g/CV h
----------------	----------------

Graissage : . sous pression d'huile

. filtre à huile à cartouche, à débit total

. refroidisseur d'huile

. capacité du carter 10 l

. vidange au minimum toutes les 200 h

Démarrage : manuel (manivelle, décompresseurs couplés, volant lourd)

Admission : filtre à air à bain d'huile.

Les moteurs sont montés sur un socle en béton armé dont la fonction essentielle est d'absorber les vibrations et par là, d'éviter un affaissement progressif du terrain qui, à la longue, rendrait le fonctionnement des courroies d'accouplement très difficile, voire impossible. Il faut noter l'absence de protection des moteurs contre les intempéries (pluie, poussière). Une bâche plastifiée, prévue pour cette protection n'est jamais utilisée.

5.1.2. Réseau d'irrigation et ses ouvrages

Les tuyaux de refoulement des pompes débouchent au-dessus d'un bassin de dissipation en béton armé, de section rectangulaire qui assure une tranquillisation des filets liquides, de façon à rendre l'écoulement presque laminaire à l'entrée du réseau d'irrigation.

Le réseau est constitué d'un canal principal qui alimente 3 canaux primaires rectilignes et sensiblement parallèles entre elles. L'entrée de chaque canal tertiaire est commandée par une vanne à glissière.

La planche de la page suivante tirée de l'étude de faisabilité, donne les caractéristiques dimensionnelles de ces canaux d'irrigation réalisés en terre compactée non revêtue. Ces canaux ont été dimensionnés pour transiter un débit de 0.5 l/s/ha.

Les profils en long des canaux ont été relevés à 15 places dessinées en figures 9. Ils dénotent des pentes moyennes de 0.004 pour le primaire et 0.002 pour les tertiaires 1, 2 et 3.

Le canal principal est flanqué d'un déversoir latéral en béton. Son rôle est de limiter la charge hydraulique dans la partie du canal principal afin de minimiser les risques de rupture des talus. Ce déversoir, qui à l'origine devait assurer une revanche de 50 cm dans le canal principal a été surélevé de 15cm environ par les exploitants du casier. Les raisons évoquées se rapportent à une insuffisance des débits transités en aval du déversoir.

Hormis les varmes à glissières, le réseau comporte :

- 2 ouvrages de franchissement, sur le canal principal, au droit des pistes carrossables. Ils sont constitués de buses en béton.
- 3 ouvrages de déversement situés aux extrémités des canaux tertiaires, à leur jonction avec le drain principal.

5.1.3. Parcelles

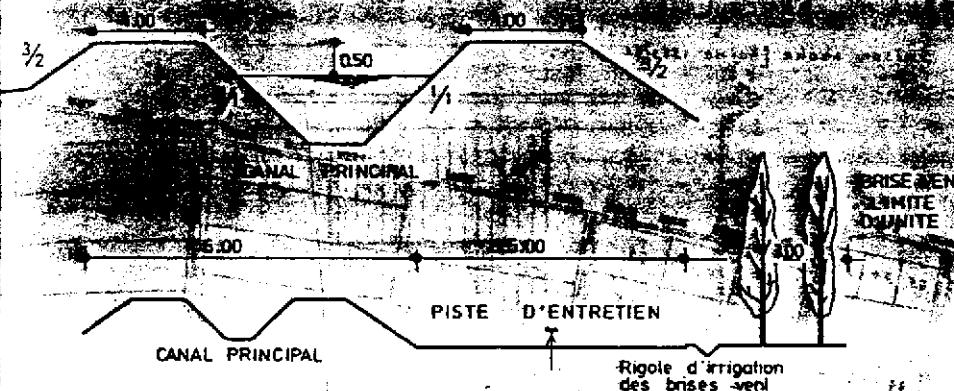
Elles sont toutes de 0.75 ha environ et reçoivent l'eau d'un canal tertiaire, ou du primaire, grâce à la mise en fonctionnement d'une batterie de siphons amovibles en P.V.C.. Elles accusent une légère pente descendante du canal d'irrigation vers le drain auquel elles sont reliées par des buses P.V.C. Ø 90. Suite à leur configuration allongée, les parcelles sont subdivisées en sous-parcelles par des diguettes parallèles à la largeur, afin d'assurer un meilleur contrôle de la lame d'eau.

Pendant la saison sèche froide de 83/84, 22 parcelles ont été cultivées en tomate. Elles ont été subdivisées en 68 sous-parcelles (une par exploitant) selon le morcellement suivant :

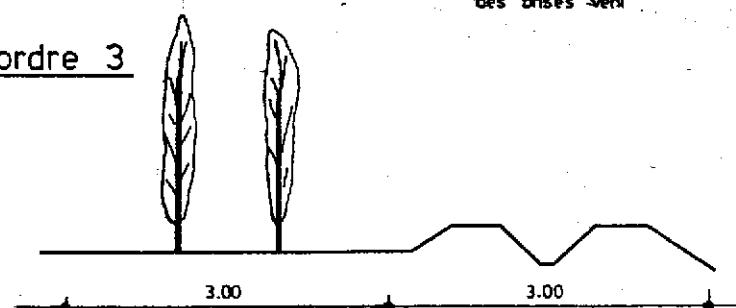
- . 16 sous-parcelles de 21.00 ares
- . 48 sous-parcelles de 25.00 ares
- . 4 sous-parcelles de 39.00 ares

Ces parcelles, destinées à recevoir la tomate, ont été billonnées au préalable. L'irrigation est conduite à la raié, chaque raié étant alimentée par un siphon. En pratique, les sous-parcelles d'une même grande parcelle peuvent être irriguées indépendamment. Lors de l'irrigation d'une sous-parcelle déterminée, les siphons utilisés sont placés en tête d'une collature qui longe la diguette de séparation interparcelles et débouche sur la sous-parcelle à irriguer.

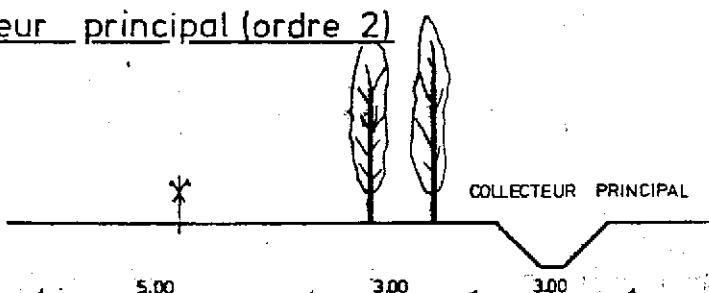
Canal principal (ordre 2)



Canal d'ordre 3



Collecteur principal (ordre 2)



Collecteur d'ordre 3

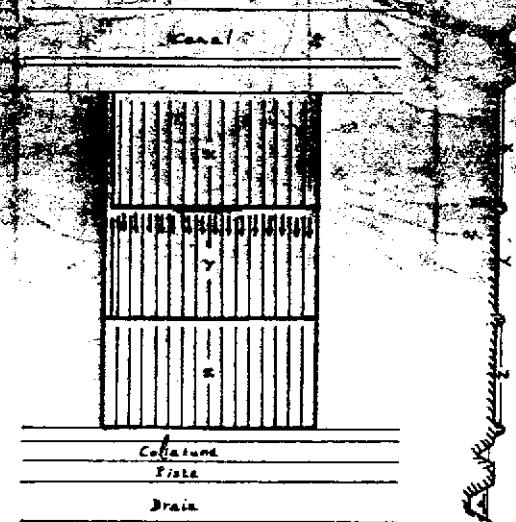
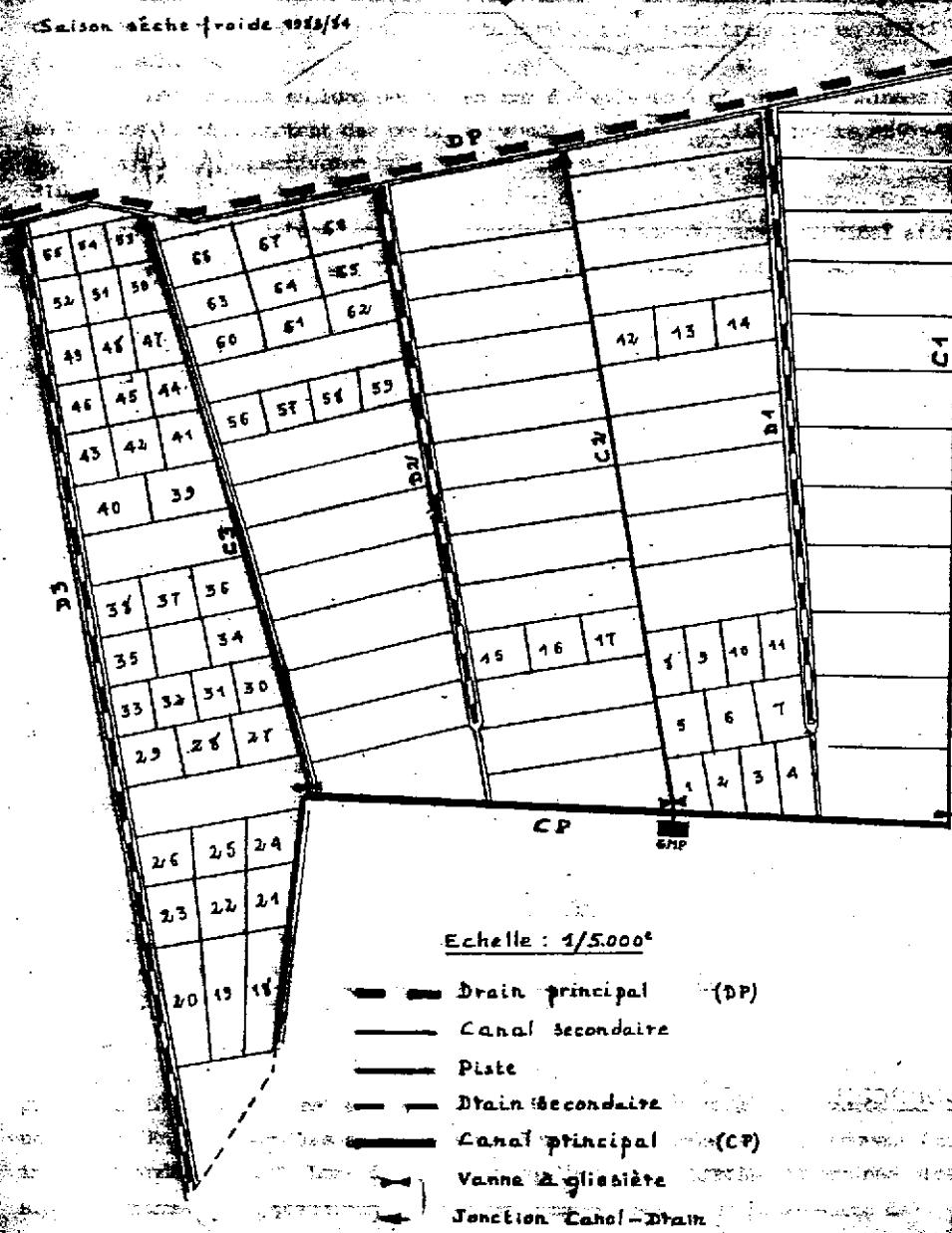


N'DOMBO

CASIER C

PLAN PARCELLAIRE

Saison sèche-froide 1983/84



Les parcelles destinées à la riziculture sont planées et l'irrigation est conduite par submersion avec contrôle de la lame d'eau. Si la parcelle est subdivisée en sous-parcelles perpendiculairement à la longueur, un ordre strict d'irrigation sera respectée : les sous-parcelles les plus éloignées du canal d'irrigation reçoivent l'eau en premier lieu. Les sous-parcelles seront irriguées dans l'ordre Z, Y, X. Ce cas s'observe quand toutes les sous-parcelles sont exploitées par le même paysan. Dans le cas contraire, la parcelle est subdivisée perpendiculairement à la largeur, de façon à ce que chaque sous-parcelle puisse être irriguée et drainée indépendamment des autres.

5.1.4. Réseau de drainage

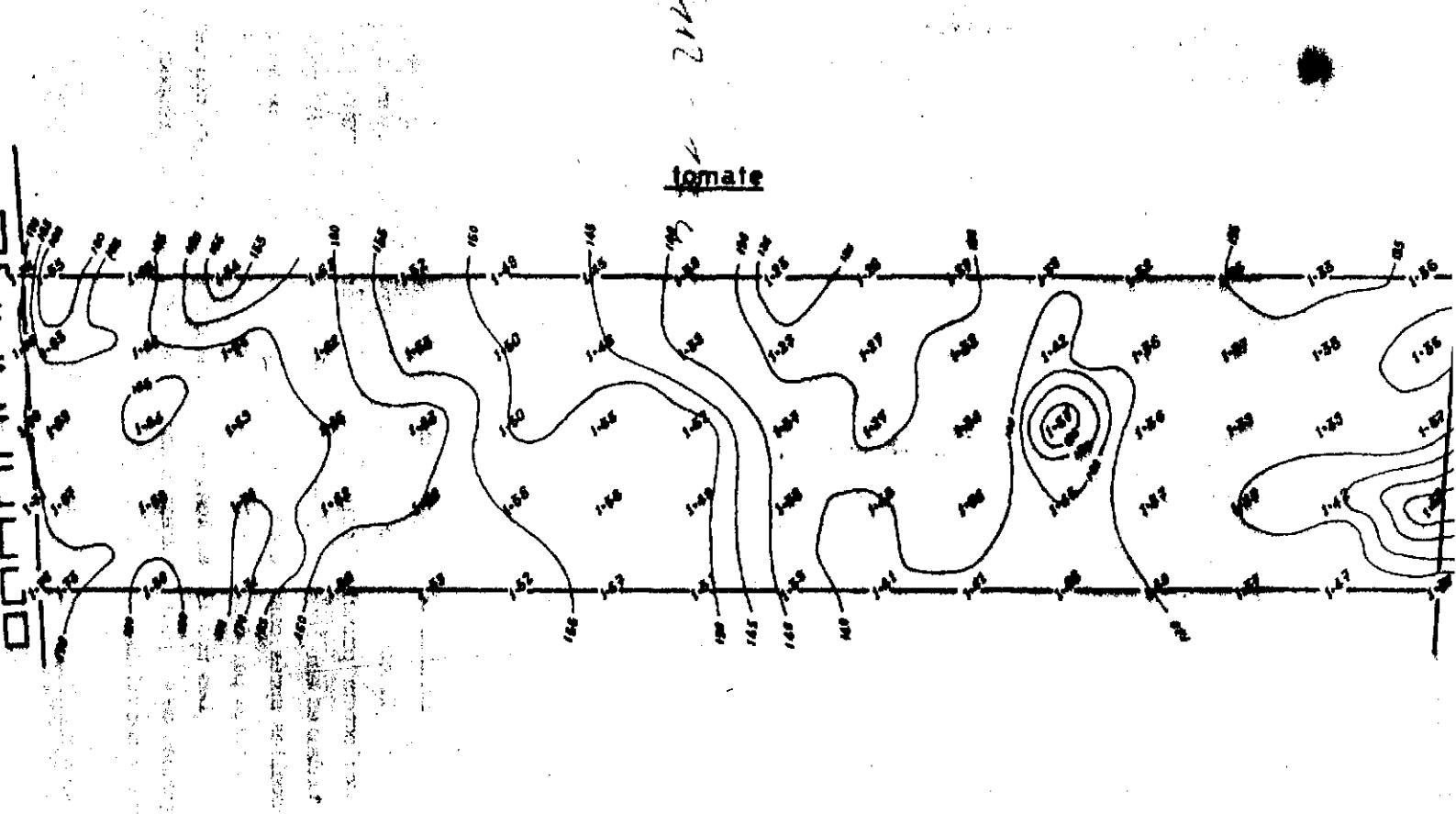
Il est constitué par 3 drains secondaires qui déversent leurs eaux dans un collecteur principal ceinturant tout le périmètre de N'DOMBO. Chacun des drains secondaires est longé de part et d'autre par une colature qui reçoit l'eau des parcelles après cassure des diguettes. Les colatures sont reliées aux drains secondaires par des buses P.V.C..

Les profils en long des drains ont été relevés et dénotent des pentes moyennes de $0,15\%$ pour le drain principal et $0,26\%, 0,18\%, 0,55\%$ pour les drains secondaires 1, 2 et 3.

N'DOMBO
CUVETTE C
PARCELLE C3 D9

ECHELLE: 1/750

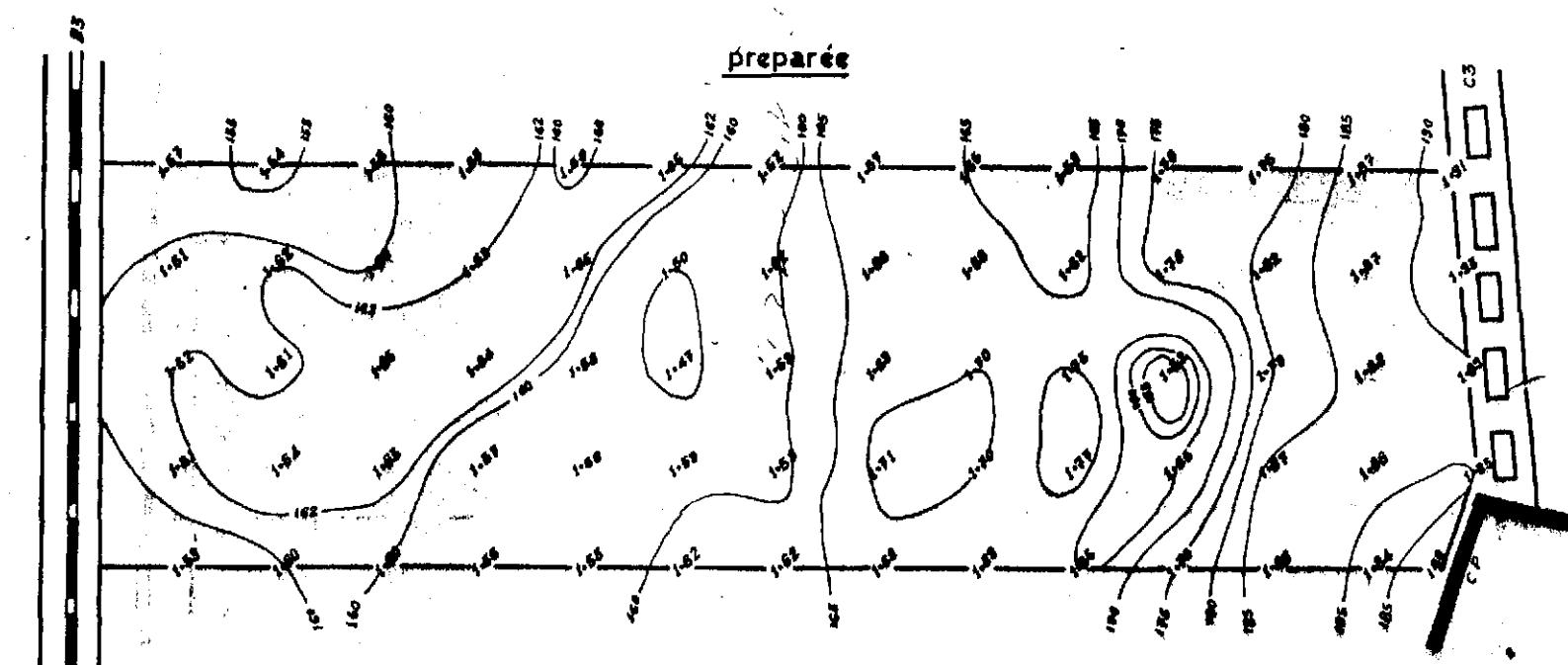
tomate

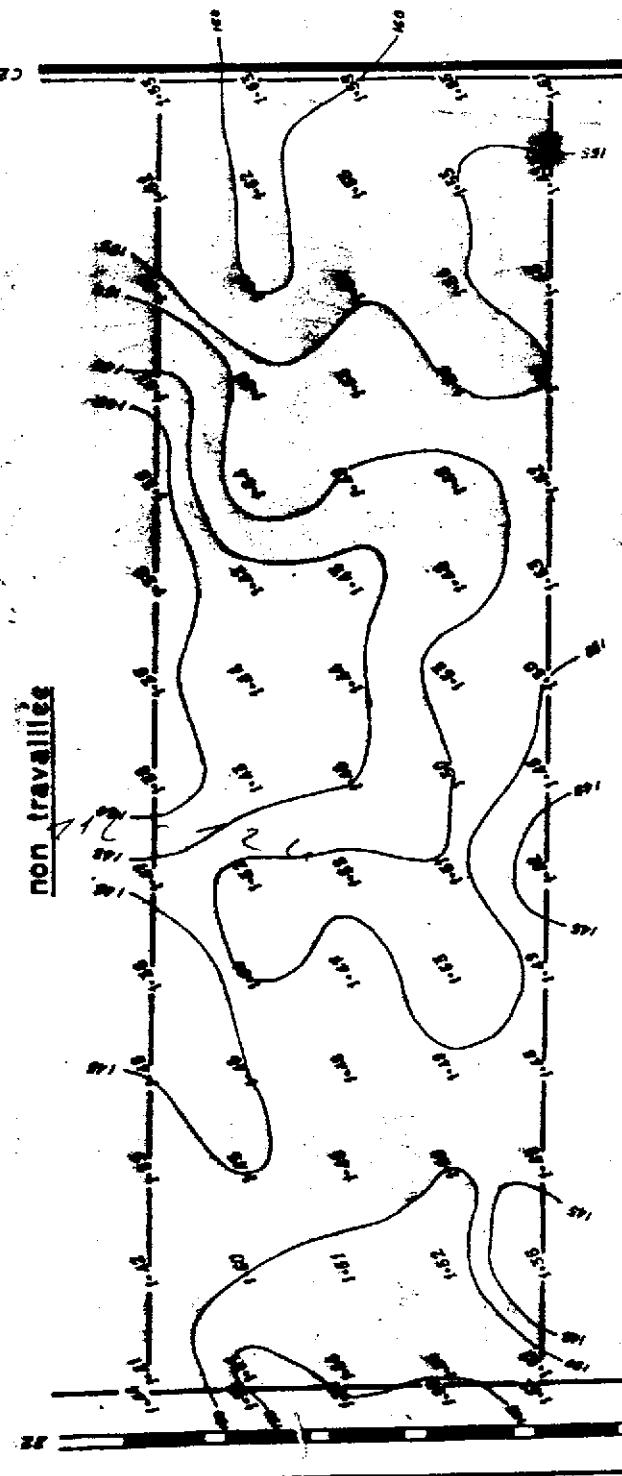


CUVETTE C
PARCELLE C3 G5

ECHELLE: 1/750

préparée





6 - METHODOLOGIE

Ce diagnostic du fonctionnement hydro-agricole du casier C nous a donné l'occasion de tester une méthodologie d'approche. Il a fallu mettre au point et tester une méthode de détermination de l'efficience du réseau et de suivre du fonctionnement des groupes motopompes, utilisable dans le cas particulier de l'équipement du casier à étudier. Compte tenu de la possibilité d'utilisation de cette méthodologie sur des périmètres présentant des caractéristiques de réseau semblables à celles de NDOMBO, il nous a paru nécessaire de l'exposer dans les détails et de discuter la fiabilité des résultats attendus.

6.1. EFFICIENCE GLOBALE DE L'IRRIGATION

6.1.1. Principe

L'efficience du réseau d'irrigation (η) exprime le pourcentage du volume d'eau pompée effectivement utilisée dans les parcelles nonobstant les pertes dans le parcours. Ces pertes ont diverses causes : infiltration dans les canaux, débordements, colature, rupture éventuelle des canaux, évaporation. L'efficience déterminée expérimentalement dans notre étude est la résultante de toutes ces pertes. Il ne nous malheureusement pas été possible, pour des raisons d'in disponibilité d'équipement de mesure, de fractionner les pertes dans le réseau en fonction de leurs origines. En particulier, l'utilisation d'un déversoir à paroi mince (tôle chanfrenée) calé sur la crête du déversoir latéral aurait permis de mesurer la contribution de ce dernier aux pertes dans le réseau.

Si nous admettons que pendant tout le cycle cultural,

V = Volume d'eau refoulé par la station de pompage (m^3)

I = cumul des volumes d'eau admis dans les parcelles (m^3)

D = cumul des volumes de drainage hors parcelles (m^3)

v = cumul des volumes "utilisés" dans les parcelles

alors : $I = v + D$

et l'efficience du réseau $\eta = 100 \cdot v/V$

$\eta = 100 \cdot (I - D)/V + 1$

Durant le cycle cultural de la tomate, les parcelles n'ont jamais été drainées. Il en a résulté que seuls les paramètres V et I ont été mesurés, l'efficience étant :

$\eta = (I - D)/V + 1$

V et I sont respectivement calculés à partir des débits de la pompe et les débits à l'entrée de la parcelle.

6.1.2. Mesure des débits de la pompe

En Novembre 1983, une relation a été déterminée expérimentalement entre le débit de la pompe (Q) et la longueur du jet horizontal (L). Pour ce faire, le bassin de dissipation a été hermétiquement barré à l'aide de 2 planches de bois contreplaqué rivées sur le béton. Un film en caoutchouc (chambre à air usagée) remplissait l'interface béton-contreplaqué et la rendait étanche.

En pratique, la manipulation consiste à :

- faire tourner le moteur à un régime déterminé (R)
- mesurer la longueur (L) du jet nécessaire pour enregistrer une chute de la veine liquide d'un pied (30,5 cm) par rapport à l'horizontal.
- mesurer les temps et hauteurs de remplissage du bassin de dissipation.

Le débit (Q) est ensuite calculé à partir de la vitesse de remplissage du bassin et sa section horizontale ($10.701 m^2$). La relation suivante a été obtenue, par régression linéaire entre Q et L

$$Q = 13.034 L - 0.007 \quad (3)$$

avec Q en m^3/h , L en cm et un coefficient de corrélation

$$r = 0.9999$$

La relation (3) peut être simplifiée sans perte de précision à :

$$Q = 1303.4 L \quad (4)$$

avec Q en m^3/h et L en m.

Le tableau ci-dessous présente les données recueillies sur le terrain lors de l'établissement de la relation (3)

R (tr/mm)	H (cm)	V (m^3)	t (s)	Q (m^3/h)	L (cm)
800	33.35	3.57	60	213.86	16.5
850	40.75	4.36	60	260.82	20.0
900	48.80	5.22	60	312.45	24.0
950	57.95	6.20	60	377.14	28.5
1 000	61.75	6.61	60	393.92	30.5
1 050	62.60	6.70	60	408.23	31.0
1 100	63.75	6.82	60	409.38	31.5
1 150	65.70	7.03	60	427.20	32.0
1 200	71.10	7.61	60	455.92	35.0
1 250	76.53	8.19	60	490.36	37.5
1 300	65.51	7.07	45	560.87	43.0
1 350	68.44	7.11	45	568.63	43.5
1 400	72.52	7.76	45	620.79	47.5
1 450	77.28	8.27	45	667.23	50.5
1 500	81.65	8.74	45	694.04	53.5
1 550	58.59	6.27	30	755.12	58.0
1 600	60.46	6.47	30	779.89	60.0
1 650	69.57	7.07	30	845.17	64.0
1 700	69.81	7.47	30	859.84	69.0
1 750	70.46	7.54	30	907.07	70.0

Le débit étant directement proportionnel à la section transversale (S) du tuyau de refoulement, la relation (4) peut être écrite sous la forme :

$$Q = 14\ 032 \times S \times L \quad (5)$$

dans laquelle :

S = section de passage de l'écoulement en m^2 ($1 = 3.29 \times 10^{-2} m^2$ dans notre cas)

Une régression linéaire entre le débit (Q) et le régime du moteur (R) conduit à la relation :

$$Q = 0.7171 \times R - 362.8 \quad (6)$$

avec Q en m^3/h et R en tours/minute.

le coefficient de corrélation $r = 0.9904$.

La relation entre le débit et la longueur du jet est constante puisqu'elle est indépendante d'autres facteurs externes. Par contre celle qui lie le débit Q et le régime du moteur R varie en fonction du niveau de l'eau dans le marigot TACUEY. En effet, pour une même énergie fournie par le moteur ($R = \text{cste}$) le débit est d'autant plus grand que le niveau de l'eau dans le TACUEY est plus élevé.

Durant le cycle culturel de la tomate, les débits de pompage ont été calculés à partir du régime du moteur selon la relation (6). Compte tenu de la variabilité attendue de la relation $Q(R)$ en fonction de la cote du plan d'eau dans le marigot, il a été nécessaire d'envisager les deux cas extrêmes :

- un étalonnage $Q(R)$ en Novembre, pendant la période des plus basses eaux, qui a conduit à la relation (6)
- un autre étalonnage $Q(R)$ en Juillet, après l'arrivée de la crue (9/07/84) pendant la période de plus hautes eaux qui a conduit à la relation (7) ci-dessous :

$$Q = 0.6620 \times R - 278.6 \quad (7)$$

avec un coefficient de corrélation $r = 0.999$, Q en m^3/h et R en tr/min.

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs expérimentales qui ont conduit à la relation (7) :

R (tr/min)	L (m)	Q (m^3/h)	R (tr/min)	L (cm)	Q (m^3/h)
850	0.21	273.71	1 350	0.48	425.63
900	0.25	325.85	1 400	0.50	451.70
950	0.25	338.88	1 450	0.53	460.80
1 000	0.30	391.02	1 500	0.55	476.87
1 050	0.32	417.09	1 550	0.57	492.94
1 100	0.33	430.12	1 600	0.59	509.00
1 150	0.37	482.26	1 650	0.62	508.41
1 200	0.40	521.36	1 700	0.65	547.21
1 250	0.42	547.43	1 750	0.67	573.98
1 300	0.46	599.56			

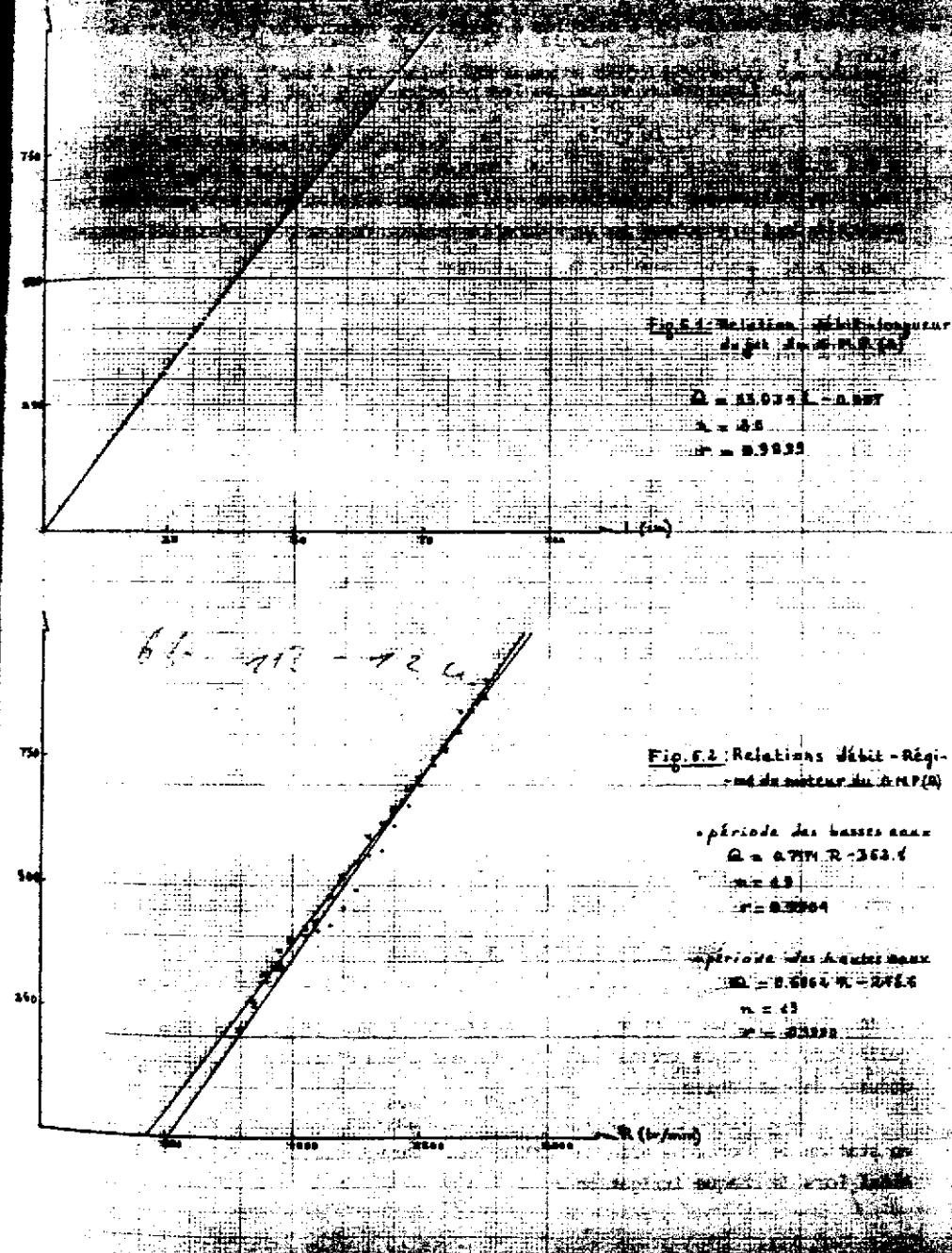


Fig. 5.1: Relation débit - régime moteur pour la période des basses eaux

• période des basses eaux
 $Q = 0.7171 \times R - 362.8$
 $A = 45$
 $r = 0.9904$

• période des hautes eaux
 $Q = 0.6620 \times R - 278.6$
 $A = 43$
 $r = 0.999$

La longueur du jet (L) a été mesurée pour plusieurs régimes moteur (R) et les débits (Q) calculés à partir des valeurs de (L) selon la relation (3).

La figure 6.2 visualise les relations (6) et (7).

Durant tout le cycle cultural le régime de fonctionnement du moteur a été maintenu entre 1 500 et 1 700 tours/min. Dans cette plage de régimes, l'erreur relative réalisée sur le calcul des débit selon la relation (6) prend une valeur maximale de 1,1%, comme indiqué dans le tableau des valeurs résiduelles ci-dessous.

R (tr/min)	Q (6) m ³ /h	Q (7) m ³ /h	Résidu Δ Q	Δ Q/Q (6)
850	246.76	284.14	- 37.38	- 0.15
950	318.48	350.34	- 31.86	- 0.10
1 050	390.19	416.54	- 26.35	- 0.067
1 150	461.90	482.74	- 20.84	- 0.045
1 250	533.61	548.94	- 15.33	- 0.028
1 350	605.32	615.14	- 9.82	- 0.016
1 450	677.03	681.34	- 4.31	- 0.006
1 500	712.88	714.44	- 1.56	- 0.002
1 550	748.74	747.54	+ 1.20	0.002
1 600	784.59	780.64	+ 3.95	0.005
1 650	820.45	813.74	+ 6.71	0.008
1 700	856.30	846.84	+ 9.46	0.011

D'après ces résultats, il y a très peu de différence entre les relations (6) et (7). Donc les débits calculés, durant la campagne selon la relation (6) sont valables.

6.1.3. Mesure des débits à la parcelle

Les parcelles sont irriguées par des siphons P.E. de diamètres 20, 25, 40, 55 mm. Il s'agit de mesurer les débits transités par ces siphons dans chaque parcelle lors de chaque irrigation. Les volumes d'eau d'irrigation seront ensuite déduits de ces débits.

Les siphons utilisés pour l'irrigation des parcelles ont été calibrés au station de Recherche afin de sortir leurs caractéristiques Débit - Charge Q (H) ainsi lors de chaque irrigation :

La méthode graphique de mesure de la charge de débit a été utilisée pour déterminer le débit admissible par chaque parcelle en fonction de la charge. En connaissant le nombre et le type de siphons utilisés

Le volume d'eau d'irrigation est ensuite calculé à partir des débits et des durées de fonctionnement des siphons.

6.1.3.1. Calibrage des siphons

Le calibrage des siphons a été effectué expérimentalement. Pour ce faire, les siphons ont été soumis à plusieurs charges altimétriques. Les débits des siphons soumis à une charge déterminée ont été mesurés par emportement. Ainsi, pour chaque type de siphon, la caractéristique débit-charge altimétrique a été déterminée. Cette caractéristique est une équation du type :

$$Q = K H^x$$

dans laquelle : K et x sont des constantes

H est la charge altimétrique.

Le tableau T. en annexe reprend les valeurs expérimentales des débits (Q) charges (H). Les caractéristiques Q (H) obtenues sont les suivantes :

* pour les siphons P.E. Ø 20 :

$$Q = 1.82 H^{0.60} \quad (8)$$

déduite de l'équation $\log. Q = 0.600 \log. H + 0.259$ (9)

obtenue avec un coefficient de corrélation $r = 0.999$

* pour les siphons P.E. Ø 25 :

$$Q = 3.50 H^{0.56} \quad (10)$$

déduite de : $\log. Q = 0.563 \log. H + 0.544$ (11)

avec $r = 0.998$

* pour les siphons P.E. Ø 40

$$Q = 10.62 H^{0.53} \quad (12)$$

déduite de : $\log. Q = 0.533 \log. H + 1.026$ (13)

avec $r = 0.995$

* pour les siphons P.E. Ø 55

$$Q = 19.91 H^{0.55} \quad (14)$$

déduite de : $\log. Q = 0.550 \log. H + 1.299$ (15)

avec $r = 0.999$

Dans ces équations Q (H), Q est exprimé en l/min et H en cm.

Les équations (8), (10), (12) et (14) peuvent être réécrites comme sur 7, afin de rendre les unités homogènes : Q en l/s et H en dm

- siphon Ø 20 : $Q = 0.121 H^{0.60}$ (16)

- siphon Ø 25 : $Q = 0.211 H^{0.56}$ (17)

- siphon Ø 40 : $Q = 0.600 H^{0.53}$ (18)

- siphon Ø 55 : $Q = 1.177 H^{0.55}$ (19)

Lors de chaque irrigation, le débit Q admis dans chaque parcelle est calculé à partir de la mesure de la charge altimétrique H, en appliquant l'équation expérimentale Q (H) correspondante.

6.1.3.2. Mesure de la charge altimétrique (H)

Lors de chaque irrigation une fiche de mesures à la parcelle (cf annexes) est remplie, dans laquelle sont notés, pour chaque parcelle :

- $H_a D$ = Hauteur d'eau dans le canal d'irrigation au début de l'irrigation

- $H_a F$ = " " " " à la fin de l'irrigation

- $H_S F$ = Hauteur d'eau dans la parcelle à la fin de l'irrigation

- D = Denivelée topographique entre canal et parcelle.

$H_a D$ et $H_a F$ sont lues sur des réglettes graduées dans le canal d'irrigation au droit de chaque parcelle. $H_S F$ est mesurée à l'aide d'une règle, à la fin de l'irrigation. Les denivelées ont été déterminées par un relevé topographique.

La charge altimétrique moyenne H_m est calculée, à partir des valeurs de $H_a D$, $H_a F$, $H_S F$ et D , comme indiqué sur la planche ci-dessous :

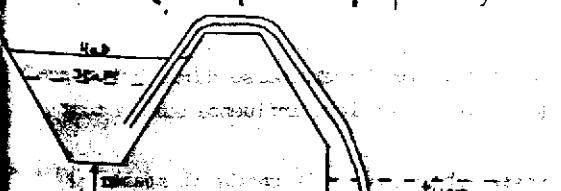
cas 1 : $D > 0$ (canal plus haut que parcelle) : Début : $H_1 = (H_a D + D)$

Fin : $H_2 = (H_a F + D) - MSF$

$$H_m = \frac{1}{2} (H_1 + H_2)$$

$$\frac{1}{2} (H_a D + H_a F - MSF) + D$$

$$H_m = \frac{1}{2} (H_a D + H_a F - MSF) + D$$



$$\frac{H_m}{m} = \frac{1}{2} (HaD + HaP - HSF) - D$$

La charge moyenne \bar{H} ainsi déterminée, les débits des siphons sont calculés à partir des équations $Q = H^4$. Les volumes d'eau d'irrigation sont ensuite déduites des débits des siphons et de leurs temps de fonctionnement.

6.2. SUIVI DES GROUPES MOTO-POMPES (G.M.P.)

L'objectif de ce suivi est double. Il s'agit :

- de mener les consommations en gaz-oil des G.M.P. (consommations horaires moyennes et cumuls de consommations en gaz-oil)

Vous trouverez en annexe un exemple de la fiche d'entretien et de consommation en gaz-oil qui a été utilisée.

- les volumes de gaz-oil versés dans le réservoir du G.M.P.
 - les dates et les cumuls horaires correspondants à ces remplissages
 - toutes les autres opérations effectuées sur le G.M.P. et leurs dates
(graissages, vidange, nettoyage etc....)

6.3. SURVI DU TERR D'EAU

La chronologie d'irrigation des parcelles peut être établie à partir des fiches de mesures à la parcelle. Le tour d'eau pratiqué, étant ainsi déterminé, on s'attachera à en dégager une appréciation qualitative. Une attention particulière sera accordée à l'identification des règles (si elles existent) conflits internes liés au tour d'eau. Le rôle des divers personnages du groupement de producteurs sera étudié du point de vue de leur influence sur le tour d'eau et la maintenance du réseau.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Nous présentons ici les seuls résultats obtenus lors de l'isomérisation
roidé et polymérisation de l'acrylonitrile.

Ces résultats ne sont pas définitifs. Ils sont obtenus en cours de campagne et doivent être confirmés lors de la campagne d'école d'hiverage 1984.

1. Efficiency

L'efficience mesurée est le rapport entre le chimil des volumes d'eau utilisés (pas de drainage) dans les parcelles pour le volume d'eau pompé lors de chaque irrigation. Cette efficience tient aussi bien compte des pertes dues au réseau (percolation, évaporation, infiltration) que de celles dues à l'aptitude des paysans à conduire l'irrigation (déversements hors réseau, déchets de fuite vers le réseau de drainage, stagnation de l'eau dans les canaux en fin d'irrigation). C'est dire que l'efficience mesurée est le produit de l'efficience du réseau (Er)⁽¹⁾ et de l'efficience coefficient de technicité) des paysans (Ep)⁽²⁾.

7.1.1. Résultats

Les tableaux 7.1 à 7.6, des pages suivantes, reprennent les résultats obtenus. Pour chaque date d'irrigation, ces tableaux indiquent :

- les volumes d'eau admis dans chaque parcelle irriguée
- le cumul des volumes d'eau admis dans ces parcelles (I)
- le volume d'eau pompé lors de cette irrigation (V)
- l'efficience globale (E) de cette irrigation
- le nombre de parcelles irriguées à cette date

On déduit de ces résultats que durant tout le cycle de la tomate : les parcelles ont effectivement reçu 140984.6 m^3 soit $8352.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ le cumul des pompages est de 273668.1 m^3 soit $16212.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ l'efficience globale de l'irrigation est alors de 51.5 %.

Ainsi 48.5% du cumul des pompages soit 132683.5 m^3 , ont été perdus par :
percolation verticale sous les canaux d'irrigation
évaporation de l'eau dans les canaux d'irrigation.

- Efficience du réseau d'irrigation du casier exprimé en %, est égale au rapport entre les volumes d'eau entrés dans les parcelles et ceux admis en tête de réseau (pompés), en supposant que la totalité des débits disponibles soit utilisée (aucune perte aux déversoirs de sécurité du réseau).
 - Efficience paysan ou coefficient de technicité des utilisateurs du réseau, exprimé en %, est égal au rapport entre les débits réellement utilisés dans les rizières et les débits maxima utilisables. Ce coefficient tient compte des pertes d'eau aux extrémités, aux rizières et aux déversoirs de sécurité.

TABLEAU 7.2 : EFFICIENCE DE L'IRRIGATION - RESULTATS

Date	Numéro parcelle	Volume d'eau d'irrigation en m ³	I (m ³)	V (m ³)	E (\$)
1/12/83	22(410.1) : 23(410.1) : 59(525.6) :	:	:	:	1345.7
1/12/83	42(59.7) : 43(59.7) : 44(59.7) : 63(227.4) : 64(227.4) : 65(227.4) :	:	:	:	861.1
1/12/83	3(75.5) : 5(90.7) : 13(90.4) : 19(115.6) : 36(40.0) :	:	:	:	392.2
1/12/83	3(177.8) : 5(197.0) : 7(81.3) : 8(102.8) : 9(102.8) : 27(166.2) : 28(166.2) : 29(166.2) : 35(45.0) :	:	:	:	1640.3
1/12/83	56(147.0) : 57(147.0) : 58(147.0) :	:	:	:	1640.3
1/12/83	6(136.9) : 10(95.6) : 12(235.0) : 15(217.0) : 26(400.1) : 32(312.3) : 33(312.3) : 48(168.3) : 49(168.3) : 2035.8	:	:	:	2035.8
1/12/83	18(131.1) : 19(131.1) : 26(126.5) : 30(61.2) : 31(61.2) : 47(395.4) : 48(100.4) : 60(98.1) : 61(98.1) :	:	:	:	1889.2
1/12/83	82(426.2) :	:	:	:	1889.2
1/12/83	57(147.8) : 52(147.8) : 62(429.7) :	:	:	:	725.4
1/12/83	11(225.5) : 17(200.7) : 48(188.2) : 50(400.1) :	:	:	:	1014.4
1/12/83	2(145.2) : 3(188.8) : 38(83.2) : 39(74.9) : 53(256.2) : 54(256.2) : 55(256.2) : 63(143.7) : 64(143.7) : 1548.7	:	:	:	1548.7
1/11/84	5(91.1) : 18(96.2) : 45(373.8) :	:	:	:	561.1
1/11/84	4(189.5) : 5(180.5) : 6(180.5) : 13(93.7) : 27(206.1) : 28(206.1) : 29(206.1) : 38(202.8) : 39(99.8) :	:	:	:	3228.8
1/11/84	43(138.4) : 44(138.4) : 48(290.7) : 55(869.4) : 68(225.2) :	:	:	:	3228.8
1/11/84	5(236.1) : 6(236.1) : 30(161.8) : 31(161.8) : 34(217.4) : 35(217.4) : 38(52.9) : 49(105.8) : 66(207.8) : 1596.6	:	:	:	1596.6
1/11/84	14(106.5) : 19(296.4) : 32(90.1) : 33(90.1) : 36(24.3) : 50(93.1) : 51(93.1) : 52(93.1) : 60(256.5) : 1745.2	:	:	:	1745.2
1/11/84	1(88.4) : 4(42.1) : 38(100.0) :	:	:	:	210.5
1/11/84	4(59.1) : 11(758.5) : 17(78.5) : 34(69.2) : 35(69.2) : 39(56.0) : 47(67.5) : 56(326.5) : 7(28.6) : 919.1	:	:	:	919.1
1/11/84	10(143.6) : 12(146.3) : 15(186.0) : 16(186.0) : 17(186.0) : 21(189.1) : 22(189.1) : 23(189.1) : 24(242.1) :	:	:	:	2328.8
1/11/84	25(242.1) : 26(242.1) : 67(190.9) : 1(81.2) :	:	:	:	2328.8
1/11/84	2(86.8) : 3(86.8) : 13(787.9) : 27(176.7) : 28(176.7) : 29(176.7) : 48(301.8) : 49(301.8) : 53(259.9) : 3432.9	:	:	:	3432.9
1/11/84	54(590.6) : 61(242.0) : 63(122.6) : 64(122.6) :	:	:	:	3432.9
1/11/84	14(90.0) : 55(186.2) :	:	:	:	298.1
1/11/84	4(27.1) : 5(515.7) : 6(254.8) : 7(254.8) : 38(165.0) : 39(120.8) : 40(120.8) : 47(149.8) : 60(154.8) :	:	:	:	2577.6
1/11/84	81(154.6) : 62(462.8) : 1(200.8) :	:	:	:	2577.6
1/11/84	32(184.5) : 33(184.5) : 38(157.8) : 39(86.8) : 44(123.5) : 46(148.5) : 52(160.2) : 62(63.8) :	:	:	:	1109.4

Date	Numéro parcelle	Volume d'eau d'irrigation en m ³	I (m ³)	V (m ³)	E (\$)
2/11/83	26(184.3) : 33(57.1) : 42(273.4) : 47(250.7) :	:	:	:	1855.5
2/11/83	30(100.5) : 31(100.5) :	:	:	:	1855.5
2/11/83	8(179.7) : 56(250.7) : 57(250.7) : 62(53.2) : 65(273.4) : 68(55.1) :	:	:	:	2013.0
2/11/83	6(175.3) : 10(315.2) : 14(40.1) : 32(58.5) : 35(84.3) : 52(18.8) : 57(250.7) : 58(79.5) :	:	:	:	2062.8
2/11/83	65(273.4) : 68(55.1) :	:	:	:	2062.8
2/11/83	52(51.8) : 58(129.2) : 59(337.0) : 68(63.9) :	:	:	:	1308.2
2/11/83	3(80.4) : 9(80.2) : 11(253.9) : 18(322.7) : 23(99.0) : 24(365.5) : 48(283.5) : 49(99.5) : 59(158.9) : 1727.8	:	:	:	1581.9
2/11/83	3(111.5) : 22(173.8) : 28(210.1) : 29(210.1) : 49(286.3) : 51(187.0) : 53(132.6) : 54(181.0) : 55(240.8) : 1981.4	:	:	:	1981.4
2/11/83	7(159.7) : 4(32.0) : 6(31.2) : 18(665.3) : 26(89.6) : 36(56.1) : 38(91.3) : 45(182.9) : 46(198.8) :	:	:	:	1644.7
2/11/83	49(73.9) : 51(84.0) :	:	:	:	1644.7
2/11/83	14(19.6) : 18(550.0) :	:	:	:	589.8
2/11/83	2(73.0) : 3(172.4) : 5(46.1) :	:	:	:	291.5
2/11/83	1(9.7) : 5(10.5) : 15(68.4) : 16(68.4) : 17(68.4) : 20(11.4) : 37(95.6) :	:	:	:	332.8
2/11/83	12(132.1) : 14(67.7) : 23(90.4) : 24(90.4) : 25(90.4) : 42(49.6) : 43(49.6) : 44(49.6) :	:	:	:	332.8
2/11/83	60(216.4) : 61(149.1) : 63(112.8) : 64(116.5) : 68(320.1) :	:	:	:	332.8
2/11/83	6(57.4) : 7(58.7) : 15(17.6) : 16(17.6) : 39(210.5) : 40(208.4) : 62(430.3) : 65(85.4) :	:	:	:	1085.8
2/11/83	8(43.4) : 9(43.4) : 56(259.2) :	:	:	:	348.0
2/11/83	30(36.4) : 33(37.1) : 34(137.7) : 35(137.7) : 56(207.3) : 65(193.5) :	:	:	:	749.8
2/11/83	27(145.0) : 28(145.0) : 29(145.0) :	:	:	:	749.8
2/11/83	4(57.8) : 6(41.9) : 10(76.0) : 11(42.4) : 17(131.7) :	:	:	:	435.0
2/11/83	1(16.0) : 8(47.2) : 9(47.2) : 17(86.8) : 21(111.5) : 22(111.5) : 23(111.5) : 25(97.7) :	:	:	:	349.9
2/11/83	47(88.5) :	:	:	:	349.9
2/11/83	47(161.8) : 48(219.7) : 50(111.6) : 51(279.4) : 52(279.4) : 53(43.2) : 54(43.2) :	:	:	:	349.9
2/11/83	18(123.9) : 57(155.9) : 46(108.2) : 53(118.3) : 54(197.1) : 55(331.1) :	:	:	:	1098.8
2/11/83	33(24.4) : 67(203.8) :	:	:	:	1098.8
2/11/83	2(124.8) : 78(50.9) : 25(115.4) : 26(69.8) :	:	:	:	1360.8

TABLEAU 7.4 : EFFICIENCE DE L'IRRIGATION - RESULTATS

Date	Numéro parcelle	Volume d'eau d'irrigation en m ³	I (m ³)	U (m ³)	E (%)
1/02/84	4(127.0); 12(97.3); 40(46.2); 41(57.1); 60(72.5); 66(101.4);	30(282.1); 37(53.6); 32(53.6); 37(183.9); 39(57.1);			7326.4
2/02/84	30(148.9); 31(148.9);				297.7
3/03/84	1(109.0); 2(109.0); 11(267.6); 32(36.8); 38(63.2); 45(369.0); 47(200.8);				1155.1
4/03/84	22(326.3); 26(90.0); 27(223.7); 28(223.7); 29(223.7); 48(346.4); 49(346.4);				1780.2
5/03/84	2(272.3); 60(59.5); 63(123.7); 64(123.7);				579.3
6/03/84	5(191.5); 6(197.5); 21(206.1); 22(206.1); 23(206.1);				1001.3
7/03/84	72(58.4); 13(58.9); 14(58.9); 17(47.2); 39(78.0); 41(78.0); 61(138.1); 62(138.1); 7(708.3); 1025.0				1890.9
8/03/84	46(163.2); 47(161.6); 53(197.7); 54(197.7); 55(197.7); 67(267.9);				1183.8
9/03/84	1(114.4); 2(181.0); 3(153.7); 4(118.6); 15(151.0); 16(151.0); 24(153.5); 25(153.5); 26(153.5);				2302.5
10/03/84	40(141.1); 48(645.0); 52(50.0); 66(136.2);				3053.5
11/03/84	5(78.7); 6(78.7); 8(323.4); 9(323.4); 10(837.4); 18(173.8); 19(173.8); 20(173.8); 30(180.0);				
12/03/84	31(160.0); 34(295.5); 37(75.3); 39(119.8); 45(187.2); 48(212.1); 49(212.1); 50(185.3);				4287.3
13/03/84	57(185.3); 52(185.3); 60(146.5);				534.8
14/03/84	7(209.0); 27(160.4); 28(160.4); 29(160.4); 42(45.7); 43(45.7); 44(45.7); 45(115.5); 88(93.8);				1018.8
15/03/84	36(128.2); 38(303.7); 60(322.6); 61(322.6);				1093.8
16/03/84	25(321.6); 61(213.0);				
17/03/84	2(49.6); 3(49.6); 5(201.12); 12(223.0); 13(88.2); 14(88.2); 48(541.5); 49(541.5);				1782.7
18/03/84	2(135.0); 3(135.0); 4(135.0); 6(174.6); 8(139.8); 9(139.8); 10(139.8); 21(98.1); 22(98.1);				
19/03/84	23(98.1); 24(88.3); 25(88.3); 26(88.3); 27(166.2); 28(166.2); 29(166.2); 33(29.1); 36(165.0); 3025.6				
20/03/84	53(217.3); 54(217.3); 56(148.7); 57(191.6);				
21/03/84	5(186.7); 6(186.7); 7(186.7); 18(65.5); 19(65.5); 21(162.7); 22(162.7); 28(417.3); 45(294.7);				
22/03/84	46(294.7); 52(137.9); 55(210.7); 56(45.7); 60(320.6);				2738.0
23/03/84	1(268.6); 8(173.4); 38(132.2); 47(159.1); 50(592.5); 51(592.5); 53(240.6); 56(198.8); 66(191.7); 2529.5				
24/03/84	15(266.7); 16(266.7); 34(106.7); 35(106.7); 38(233.0); 41(47.6); 42(47.6); 43(47.6);				1122.6
25/03/84	31(221.0); 32(221.0); 35(576.8); 42(193.1); 57(272.8);				1484.7
26/03/84	8(117.9); 9(117.9); 10(117.9); 33(129.9); 61(83.6); 64(186.9);				754.1

TABLEAU 7.5 : EFFICIENCE DE L'IRRIGATION - RESULTATS

Date	Numéro parcelle	Volume d'eau d'irrigation en m ³	I (m ³)	U (m ³)	E (%)
1/01/84	8(50.0); 13(149.7); 15(70.7); 16(70.7); 39(55.9); 42(124.8); 43(124.8); 45(205.8); 51(130.1);				
	68(227.9);				2241.8
2/01/84	8(108.8); 9(108.8); 21(196.4); 22(196.4); 23(196.4); 27(175.3); 28(175.3); 29(175.3); 45(780.0);				1260.8
	50(203.1); 51(203.1); 66(316.3); 68(316.3);				2105.9
3/01/84	19(359.8); 51(423.3); 63(188.4); 64(188.4);				5731.8
4/01/84	34(164.4); 35(164.4); 48(328.2); 49(328.2); 62(90.0); 68(174.0);				1760.0
5/01/84	10(165.1); 11(263.8); 13(122.6); 14(40.8); 24(138.5); 25(138.5); 26(138.5); 2(221.1);				1228.6
6/01/84	1(124.4); 4(96.2); 15(178.7); 16(118.7); 17(118.7); 53(115.5); 54(115.5); 55(115.5); 58(193.7);				1682.9
7/01/84	57(155.4); 68(161.8);				17883.0
8/01/84	7(5.6); 8(98.9); 9(98.9); 13(81.3); 14(214.4); 15(120.1); 16(120.1); 36(78.8); 59(57.8);				
	45(268.5); 46(366.9); 55(522.3); 66(120.0);				2203.8
9/01/84	4(59.2); 6(120.2); 47(185.9); 60(147.0); 61(322.7); 62(322.7);				1157.5
10/01/84	2(95.4); 8(77.3); 32(150.4); 33(150.4); 42(106.3); 43(106.3); 44(106.3); 48(395.0); 49(395.0);				1950.7
	50(196.5); 51(196.5); 52(196.5); 63(292.1); 64(292.1);				
11/01/84	30(173.2); 31(173.2); 34(272.4); 35(272.4); 40(156.0);				2256.0
12/01/84	1(99.5); 10(306.2); 11(248.9); 13(82.6); 24(152.5); 25(152.5); 26(152.5); 27(42.0);				1047.1
	29(42.0); 39(106.0); 53(107.4);				1528.2
13/01/84	4(79.9); 18(436.3);				576.2
14/01/84	6(114.0); 7(114.0); 8(232.3); 9(99.7); 10(99.7); 12(135.4); 13(135.4); 14(135.4); 27(137.8);				
	28(131.3); 29(131.3); 36(222.3); 45(92.1); 46(92.1); 47(92.1); 48(364.9); 49(364.9); 60(101.1);				3703.4
15/01/84	1(54.1); 5(77.8); 6(179.2); 15(182.3); 16(182.3); 27(137.4); 28(137.4); 29(137.4); 45(191.0);				1908.4
16/01/84	48(189.5);				
17/01/84	18(436.3); 18(263.5); 19(263.5); 20(263.5); 21(190.2); 22(190.2); 23(190.2); 24(105.6); 24(105.6);				
	26(105.6); 34(211.3); 35(211.3); 39(23.6); 41(23.6); 42(73.6); 43(73.6); 44(73.6); 53(195.9);				1984.5
18/01/84	55(195.9); 63(350.5); 64(350.5); 67(291.0);				5845.0
19/01/84	2(76.0); 3(60.6); 8(184.9); 8(162.0); 9(162.0); 42(40.5); 46(357.2); 50(229.8); 51(229.8);				
	52(229.8); 53(252.3); 54(252.3); 55(252.3); 56(207.8); 57(207.8); 60(360.0); 61(360.0);				3825.0

TABLEAU 7.6 : EFFICIENCE DE L'IRRIGATION - RESULTATS

Date	Numéro parcelle (Volume d'eau d'irrigation en m ³)										I (m ³)	V (m ³)	E (%)
1/05/84	15(15)	34(41.9)	25(41.9)	50(272.5)	51(272.5)						843.8	2865.2	29.4
1/05/84	32(153.4)	33(153.4)									306.8	1695.6	18.1
2/05/84	15(325.8)	48(255.5)	49(255.5)	53(259.8)	54(259.8)	55(259.8)					1616.1	2204.0	73.3
3/05/84	5(131.3)	46(177.6)	63(154.4)	64(154.4)	67(297.4)						949.0	1985.9	47.8
4/05/84	32(14.3)	3(74.3)	12(778.6)	14(48.5)	15(110.0)	16(110.0)	17(110.0)	24(125.7)	25(125.7)				
	36(125.7)	39(101.4)	40(101.4)	41(101.4)	46(114.4)						1477.2	2976.0	50.7
5/05/84	6(78.0)	6(78.0)	8(316.6)	9(316.6)	11(412.9)	18(14.3)	19(14.3)	20(14.3)	27(232.9)				
	23(232.9)	29(232.9)	60(216.7)	61(216.7)	66(55.1)						2432.3	3216.0	75.6
6/05/84	4(152.7)	46(97.1)	47(97.1)	60(143.4)	66(176.8)						667.3	2174.3	30.7
7/05/84	8(115.6)	9(115.6)	12(186.5)	13(96.5)	14(96.5)	30(100.0)	31(100.0)	32(100.0)	33(100.0)				
	15(101.4)	45(199.0)									1221.1	3126.1	39.1
8/05/84	15(14.3)	66(209.3)									365.6	893.9	40.9

$$\begin{cases}
 \text{VALEURS CUMULEES DURANT} \\
 \text{LE CYCLE DE LA TOMATE :} \\
 \quad I = 140984.6 \text{ m}^3 \\
 \quad V = 273668.1 \text{ m}^3 \\
 \quad E = 51.58
 \end{cases}$$

Date	Numéro parcelle (Volume d'eau d'irrigation en m ³)										I (m ³)	V (m ³)	E (%)
1/05/84	32(870.9)	40(270.9)	48(357.2)	49(357.2)	62(286.15)						1542.6	3291.1	46.8
2/05/84	23(214.7)	32(203.5)									632.9	1150.7	55.0
3/05/84	15(14.0)	24(164.6)	25(164.6)	26(164.6)	63(241.7)	64(241.7)					977.0	2972.7	32.9
4/05/84	50(14.2)	51(194.2)	53(176.9)	54(176.9)	55(176.9)	56(201.7)	57(206.7)				1142.6	1709.1	66.9
5/05/84	50(14.3)	51(226.3)	54(245.8)	55(245.8)	56(231.9)	57(231.9)					1408.1	1917.1	73.5
6/05/84	15(99.7)	22(186.7)									173.4	1250.2	13.9
7/05/84	15(99.9)	9(92.8)	30(124.2)	31(124.2)	34(177.0)	35(177.0)	48(402.7)	49(402.7)			1593.5	2250.2	70.8
8/05/84	15(100.4)	12(120.3)	13(120.3)	14(120.3)	36(50.6)	46(164.1)	47(164.1)				840.7	2172.4	38.4
9/05/84	15(140.0)	31(94.1)	5(197.4)	6(197.4)	7(197.4)	11(313.7)					1139.9	1999.7	57.0
10/05/84	15(14.7)	14(277.8)	23(146.7)	27(124.2)	28(124.2)	29(124.2)	38(113.8)	39(133.4)	53(153.8)				
11/05/84	15(133.4)	41(133.4)	42(70.8)	43(70.8)	44(70.8)						1811.1	2692.0	67.3
12/05/84	15(86.9)	12(82.2)	14(82.2)	15(87.6)	16(87.6)	17(87.6)	18(392.5)	27(173.3)	60(444.2)				
13/05/84	15(173.3)	56(206.5)									2077.1	2784.6	74.6
14/05/84	15(91.5)	2(45.8)	3(45.8)	13(45.6)	14(45.6)	24(160.8)	25(160.8)	26(160.8)	36(29.7)				
15/05/84	38(73.2)	39(62.6)	40(62.6)	41(62.6)	44(3.7)	45(272.1)	46(244.2)	48(18.2)	49(18.2)				
16/05/84	51(163.4)	52(163.4)	56(204.6)	62(272.0)	66(125.3)	67(125.3)					2657.8	3601.2	73.8
17/05/84	5(42.6)	6(42.6)	8(124.8)	9(124.8)	15(99.3)	16(99.3)	17(99.3)	39(200.5)	42(59.2)				
18/05/84	15(59.2)	48(59.2)	47(180.8)	48(180.8)	49(266.6)	50(118.9)	51(118.9)	57(62.7)	62(160.3)	2098.8	2748.2	76.4	
19/05/84	5(51.7)	50(130.2)	51(130.2)	52(130.2)							442.3	651.1	67.9
20/05/84	5(86.7)	7(86.7)	53(189.8)	54(189.8)	55(189.8)	60(57.5)	61(57.5)	62(217.4)	63(157.9)	1391.0	1996.3	69.7	
21/05/84	15(14.9)												
22/05/84	28(225)	29(225)									675.3	1159.7	58.8
23/05/84	6(104.7)										147.9	1764.7	8.4
24/05/84	15(105.8)	47(168.9)									209.4	1495.1	14.0
25/05/84	5(58.1)	43(58.1)	44(58.1)	52(81.1)	52(81.1)	60(114.5)	61(114.5)				274.7	1151.7	23.9
26/05/84	5(58.1)	43(58.1)	44(58.1)	52(81.1)	52(81.1)	60(114.5)	61(114.5)				484.5	2205.6	22.0

infiltration latérale à travers les talus des canaux
 déversements hors du réseau au niveau du déversoir latéral
 alimentation du réseau de drainage au niveau des jonctions canaux/drains
 stockage de l'eau dans les canaux après irrigation.

Ces pertes sont importantes. Nous tenterons de nous faire une idée de la contribution du réseau d'irrigation d'une part, et de la conduite de l'irrigation par les paysans d'autre part, sur ces pertes. Au préalable, les résultats brutos confinés dans les tableaux 7.1 à 7.6 succitent quelques remarques.

i) On constate une forte variabilité de l'efficience globale, d'une irrigation à l'autre.

Les raisons de cette variabilité doivent d'abord être imputées à la conduite très inégale de l'irrigation d'un jour à l'autre. En effet les quantités d'eau déversées hors casier et les volumes d'eau stockés après irrigation varient beaucoup d'une irrigation à l'autre.

ii) Les valeurs les plus élevées de E sont enregistrées lorsqu'un grand nombre de parcelles sont irriguées à la même date.

La figure 7.1. représente les valeurs de E en fonction du nombre de parcelles irriguées lors d'un événement d'irrigation, tandis que la figure 7.2 représente

- d'une part l'évolution des valeurs moyennes de E en fonction du nombre de parcelles irriguées à la même date. Les intervalles de confiance de E sont représentés par les traits verticaux.

- d'autre part, l'histogramme de fréquence du nombre de parcelles irriguées à la même date.

L'annexe 7.1 reprend les valeurs qui ont permis d'établir ces courbes.

D'après la figure 7.2, l'efficience globale croît si le nombre de parcelles irriguées à la même date augmente. Cette efficience globale tend vers la valeur 75 % si le nombre de parcelles irriguées lors de la même irrigation atteint ou dépasse 15.

..../....

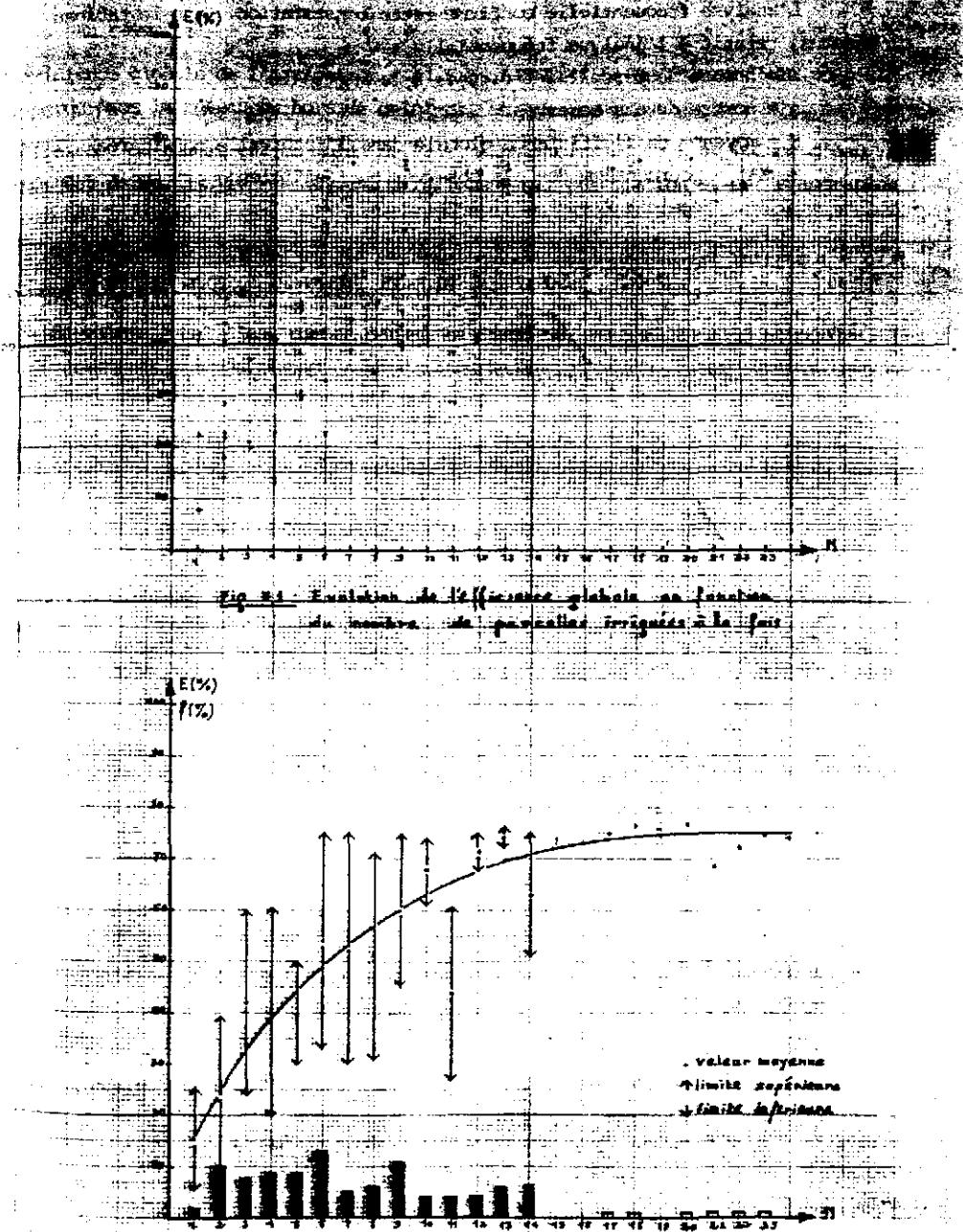


Fig. 7.2 : Evolution de la valeur moyenne de l'efficience globale en fonction du nombre de parcelles irriguées à la fois. En dessous : histogramme de fréquence du nombre de parcelles irriguées à la fois.

L'analyse fréquentielle confirme cette constatation. Dans le tableau ci-dessous, relatif à l'analyse fréquentielle :

N = nombre de parcelles irriguées à la même date

n = nombre de cas observés

E = moyenne de l'efficience globale dans l'intervalle considérée

P(X%) = pourcentage des cas observés où l'efficience est supérieure ou égale à X %.

	$N < 5$	$5 \leq N < 10$	$10 \leq N < 15$	$15 \leq N < 20$	$20 \leq N$
E (%)	31.1	44	25	2	5
E (%)	34.6	49.8	64.7	75.7	73.1
P(50%)	25.8	52.3	84.0	100.0	100.0
P(60%)	16.1	40.9	76.0	100.0	100.0
P(70%)	3.2	22.7	56.0	100.0	80.0
P(75%)	3.2	6.8	12.0	50.0	20.0
	:	:	:	:	:

Les valeurs de E les plus élevées sont obtenues quand $N > 15$.

Cependant, pendant la campagne, la moyenne des nombres de parcelles irriguées le même jour = 8, ce qui correspond à une efficience prédictive de 51.4%, d'après l'étude fréquentielle (cf Annexe 7.1).

Sur la base de ces remarques, on peut dégager des ordres de grandeurs pour l'efficience du réseau (Er) et le coefficient de technicité des paysans (Ep). Rappelons d'abord que l'efficience globale mesurée est le produit de Er et Ep

$$E = Er \cdot Ep$$

La valeur maximale de l'efficience globale est de 76.7%, correspondant au meilleur cas de conduite de l'irrigation observé pendant la campagne de mesures. On peut en déduire que l'efficience du réseau d'irrigation est au moins égal à 76.7% puisque la technicité montrée par les paysans lors de cette irrigation (du 18 Mars 80) est au plus égal à 100%

$$Er > 76.7\%$$

Le coefficient de technicité des paysans, durant toute la campagne, est déduit de :

$$Ep = E/Er$$

avec E = efficience globale de l'irrigation durant la campagne 51.5%

$$Er = \text{efficience du réseau}$$

Comme Er est au moins égale à 76.7%, le coefficient de technicité des paysans (valeur moyenne durant toute la campagne) est au plus égal à 67.1%.

En résumé :

- 1'efficience globale de l'irrigation = 51.5%. Ainsi moins de 23% du volume d'eau pompée est perdu dans le réseau ou hors de celui-ci.
- l'efficience du réseau est au moins de 77%. Ainsi moins de 23% du volume d'eau pompée est perdu dans le réseau, essentiellement par percolation et par évaporation verticale et latérale.
- le coefficient de technicité montré par les paysans du casier C est inférieur à 67.1% (moyenne durant la campagne d'irrigations)
- 25.5% du volume total d'eau pompée durant la campagne, soit 69785 m³ sont perdus par déversements hors du réseau, débits de fuite aux jonctions canaux/drains, stockage de l'eau dans les canaux en fin d'irrigation.

7.1.2 Précision de la mesure de l'efficience globale

L'efficience de l'irrigation E a été déduite des volumes d'eau pompés (V) et admis dans les parcelles (I). Cependant, chacun de ces deux paramètres (V et I) a été calculé à partir des données mesurées sur le terrain et entachées d'une certaine erreur systématique de lecture. L'objectif de ce paragraphe est de calculer la précision de la mesure de l'efficience du réseau, compte tenu des grandeurs réelles de ces erreurs systématiques.

L'efficience du réseau (E) étant un quotient (I/V), l'erreur relative réalisée sur sa mesure est, en valeur absolue, inférieure ou égale à la somme des valeurs absolues des erreurs relatives réalisées sur les mesures des volumes d'eau pompés et admis dans les parcelles.

$$\left| \frac{\Delta E}{E} \right| < \left| \frac{\Delta I}{I} \right| + \left| \frac{\Delta V}{V} \right|$$

$$\text{En effet de } E = \frac{I}{V}$$

$$\text{il résulte que : } \frac{dE}{E} = \frac{\partial E}{\partial I} dI + \frac{\partial E}{\partial V} dV$$

$$\frac{dE}{E} = \frac{1}{V} dI - \frac{I}{V^2} dV$$

$$\text{en divisant par } E = I/V$$

$$\frac{dE}{E} = \frac{dI}{I} - \frac{dV}{V}$$

$$\text{or } \frac{dI}{I} - \frac{dV}{V} < \left| \frac{dI}{I} \right| + \left| \frac{dV}{V} \right| < \left| \frac{dI}{I} \right| + \left| \frac{dV}{V} \right|$$

et en remplaçant les différentielles par des différences finies mais petites :

$$\left| \frac{\Delta E}{E} \right| < \left| \frac{\Delta I}{I} \right| + \left| \frac{\Delta V}{V} \right|$$

Il est donc nécessaire de faire des études pour améliorer la technique des paysans à conduire à l'irrigation. C'est pourquoi il est nécessaire de faire des études pour améliorer la technique des paysans à conduire à l'irrigation. C'est pourquoi il est nécessaire de faire des études pour améliorer la technique des paysans à conduire à l'irrigation.

Les débits de pompage sont souvent très supérieurs aux débits utilisés. Il en résulte :

un remplissage excessif des canaux, entraînant des déversements hors réseau et un stockage d'importantes quantités d'eau après irrigation.

Des débits de fuites aux jonctions canal tertiaire - drain principal.

Le débit de chaque irrigation, tous les 3 canaux sont systématiquement remplis sans qu'il y ait suffisamment de parcelles à irriguer par canal.

Parfois un canal peut être ainsi rempli alors qu'aucune des parcelles qu'il domine ne soit irriguée.

Les solutions à adopter pour améliorer le coefficient de technicité des paysans, et donc réduire ces pertes, ne relèvent pas de la recherche, mais plutôt de l'encadrement. Une amélioration appréciable de la conduite de l'irrigation peut être obtenue en adoptant les attitudes suivantes :

i). instaurer une rotation dans la mise en eau des canaux, de façon à ce qu'au plus, deux canaux soient remplis à la fois. Ceci suppose comme préalable l'établissement d'un tour d'eau.

ii). fixer un nombre minimum de parcelles à irriguer par canal, avant le remplissage de ce dernier. Ceci dans le souci de réduire l'écart entre le débit transité par le canal et les débits prélevés aux prises des parcelles.

iii). surveiller les déversements en contrôlant la vanne en tête de canal et en modulant les débits de la station de pompage.

De telles mesures entraîneront une augmentation appréciable de l'efficience global, suite à une amélioration de coefficient de technicité des paysans. L'efficience globale se rapprochera ainsi de la valeur de l'efficience du réseau (77%).

L'aménagement a été réalisé en supposant une gestion optimale de la part des paysans. D'une façon générale, les études techniques préalables à l'aménagement hydroagricole ne tiennent pas du tout, compte tenu de l'aptitude des paysans à conduire l'irrigation. Le réseau de distribution est dimensionné sur des bases essentiellement techniques (besoins en eau des cultures, débits de pointe, efficience du réseau).

Il est donc nécessaire de faire des études pour améliorer la technique des paysans à conduire à l'irrigation. C'est pourquoi il est nécessaire de faire des études pour améliorer la technique des paysans à conduire à l'irrigation.

$$0.020 < \left| \frac{\Delta v}{v} \right| < 0.040$$

L'erreur relative sur l'efficience de l'irrigation

$$\left| \frac{\Delta E}{E} \right| < \left| \frac{\Delta v}{v} \right| < 0.040$$

$$\text{or } 0.024 < \left| \frac{\Delta v}{v} \right| < 0.031$$

$$\text{et } 0.020 < \left| \frac{\Delta v}{v} \right| < 0.040$$

Il en résulte que :

$$\left| \frac{\Delta E}{E} \right| < 0.071$$

L'erreur relative sur l'efficience de l'irrigation est au plus égale à 7.1%.

Il en résulte que l'efficience globale (E), l'efficience du réseau (Er) et le coefficient de technicité des paysans sont ainsi bornés :

$$47.8 < E < 55.2 \text{ donc pertes entre } 44.8 \text{ et } 52.2\%$$

$$71.5 < Er < 82.5$$

$$62.2 < Er < 71.8$$

7.1.3. Discussion

L'efficience globale de l'irrigation est très faible. Trop d'eau est perdue entre la tête de réseau et les parcelles. Par conséquent des solutions doivent être trouvées afin de donner à ces pertes des proportions acceptables.

L'efficience estimée du réseau (77%) est satisfaisante. En effet, pour 3 canaux à ciel ouvert, en terre, les valeurs maximales de l'efficience du réseau attendue se situant entre 75 et 80%. Ainsi, il ne nous paraît pas urgent d'expérimenter des méthodes physico-chimiques de réduction de ces pertes (film plastique, bentonite, bitume etc...).

L'étude de factibilité prévoyait une efficience du réseau de 80%. Ce chiffre se révèle réaliste.

Le design de ces aménagements est étroitement lié dans l'optique de leur fonctionnement optimum et choisi dans le but de minimiser les coûts d'exploitation et d'exploitation tout en assurant une sécurité et une durabilité dans le temps.

Les études d'optimisation de l'exploitation doivent dans les périmètres hydroagricoles doivent revêtir un caractère pluridisciplinaire, intégrant aussi bien les aspects techniques (mesure d'efficience du réseau, fonctionnement des stations de pompage, choix des cultures, fertilisation des sols, études de la salinité) que les aspects humains liés à l'organisation des utilisateurs du réseau.

Ensuite nous étudierons aussi bien l'efficacité et l'efficacité des utilisateurs du réseau.

7.2. Consommation des groupes motopompes

Les 2 G.M.P sont constitués par des moteurs LISTER-HRS accouplés à des pompes MENGHIN.

Pour chaque G.M.P, la consommation horaire moyenne a été déterminée par régression linéaire entre le cumul des heures de fonctionnement (T) et les cumuls des quantités de gas-oil versées dans le réservoir(C).

Les résultats suivants ont été obtenus :

• pour le G.M.P N° A, la consommation moyenne est de 5.66 l/heure.

Régression réalisée sur 18 points

Coefficient de corrélation $r = 0.994$

• pour le G.M.P. N° B la consommation moyenne = 5.40 l/heure.

Régression réalisée sur 83 points

$r = 0.999$

Les figures 7.3. et 7.4 représentent ces 2 courbes de consommation.

En considérant que les G.M.P ont fonctionné à un régime moyen de 1600 tr/min, avec une faible amplitude de variation (1500 - 1700 tr/mn), on peut rapporter ces consommations à la puissance moyenne fournie par les moteurs. On obtient ainsi :

0.159 l/cv/h pour le G.M.P. N° A

0.152 l/cv/h pour le G.M.P. N° B

Ces consommations sont relativement faibles.

Durant la campagne, les moteurs se sont avérés robustes. Aucune panne grave n'a été enregistrée. L'entretien, assuré par le mécanicien de la SAED, a été réduit à un strict minimum :

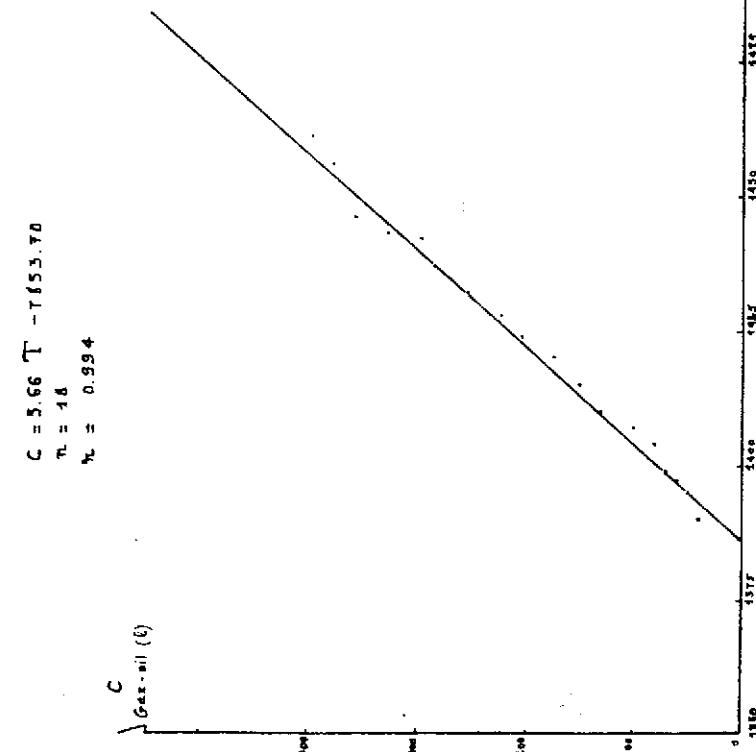
- 4 graissages espacés de 28, 97 et 60 heures de fonctionnement soit en moyenne un graissage tous les 60 heures.

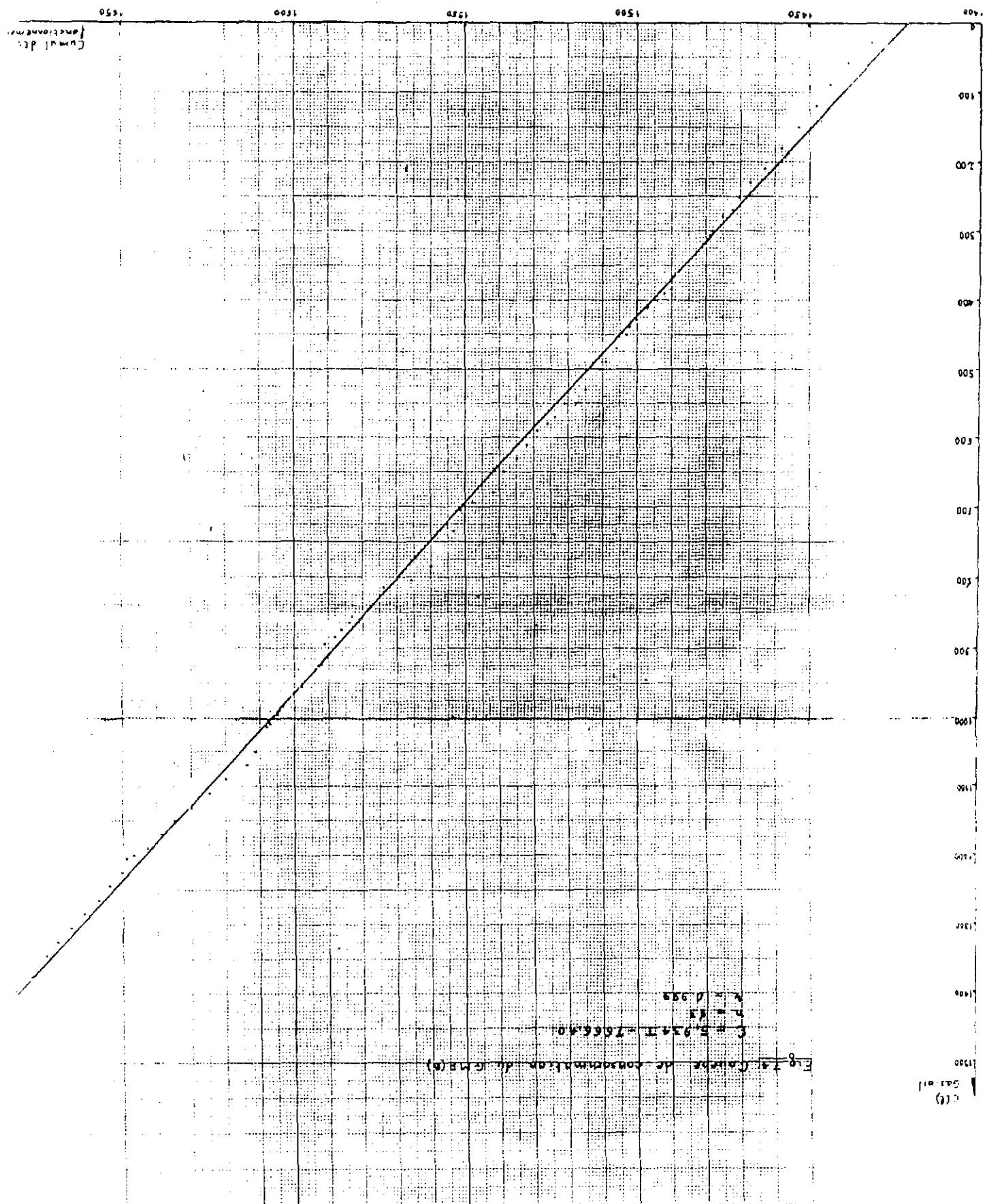
- 1 changement des filtres d'huile et de gas-oil

- une seule vidange sur le G.M.P N° B couvrant 143 heures de fonctionnement

- une purge suite à une prise d'air.

Fig. 7.3: Courbe de consommation du G.M.P. (A)





En gros, le fonctionnement de la station de pompage a été satisfaisant. Les moteurs ont des consommations horaires faibles et ont nécessité peu d'entretien et de réparations. Les pompes n'ont pratiquement pas nécessité de soins particuliers. Les G.M.P. ont fonctionné pendant 351 heures au total soit 20 h 47/hectare, avec la répartition suivante :

66 heures en Novembre soit 3 h 55'/ha
 31 heures en Décembre soit 1 h 50'/ha
 45 heures en Janvier soit 2 h 40'/ha
 52 heures en Février soit 3 h 05'/ha
 43 heures en Mars soit 2 h 33'/ha
 80 heures en Avril soit 4 h 44'/ha
 34 heures en Mai soit 2 h / ha

7.3. Organisation de la conduite de l'irrigation

Les questions auxquelles nous avons tenté de répondre sont les suivantes :

- y'a t-il un tour d'eau préétabli? En d'autres termes peut-on savoir les parcelles qui doivent recevoir l'eau avant chaque irrigation?
- Ce tour d'eau est-il respecté? Sinon pourquoi?
- Quel sont les caractéristiques du tour d'eau pratiquement adopté?
- Distribution de l'eau : quelles sont les règles? Quel rôle y jouent les responsables du groupement?
- Entretien du réseau : quelles sont les règles?
- Conflits d'eau en existe t-il? Quelles sont les solutions adoptées? Qui en décide?

7.3.1. Tour d'eau préétabli?

On a constaté qu'il n'existait pas de tour d'eau préétabli. Le pompiste ne sachant pas avec précision, avant de mettre la pompe en marche, quelles seront les parcelles à irriguer. Il se limite à remplir les 3 canaux d'irrigation. Les paysans présents sur le terrain et qui désirent irriguer leurs parcelles peuvent mettre leurs siphons en fonctionnement. Ceci a quelquesfois conduit des situations absurdes : un canal peut être rempli à ras-bord, alors qu'aucune des parcelles qu'il domine ne soit à irriguer. Notons que les canaux remplissent une fonction secondaire, celle de fournir de l'eau pour la consommation humaine (boisson et toilette). La satisfaction de cette fonction secondaire justifie aux yeux du pompiste que les 3 canaux puissent être remplis simultanément. Nous devons cependant faire un examen conscient que ce remplissage systématique est une cause de perte d'eau.

7. Pour l'eau : pratiques

Il y a 10 parcelles qui ont été irriguées. Le résultat de ce "tour d'eau" est amoureux, puisqu'il n'existe pas de rotation dans l'attribution de l'eau aux parcelles. Un fait fait est que les parcelles sont toutes irriguées.

Le diagramme du "tour d'eau" pratiqué se trouve parmi les pièces dessinées en annexes, il s'agit en fait de la chronologie des irrigations des parcelles du périmètre. L'examen de ce diagramme suscite les remarques suivantes :

i). En général, les irrigations ont été faites dans le désordre, chaque paysan ou son représentant décideant lui-même de sa date d'irrigation. Il va sans dire que ces dates d'irrigation sont choisies parmi les dates de mise en fonctionnement de la pompe qui dépendent, elles, de la disponibilité physique du pompiste.

ii). Pendant la période de mise en place de la culture (jusqu'au 31/1/84), on note une anarchie totale des irrigations. Pour une même parcelle, les irrigations sont assez rapprochées. Il s'agit d'une période pendant laquelle les plantes sont très sensibles au stress hydrique.

iii). Après le 31/1/84, les irrigations deviennent quelque peu structurées dans le temps. C'est ainsi que l'on peut distinguer 7 séries d'irrigation avec les caractéristiques suivantes :

Dates	T	T	Durée du "tour d'eau"
Du 5 au 14/2	10 J	-	-
Du 21/2/ au 5/3	13 J	6 J	16
Du 12/3 au 19/3	8 J	6 J	19
Du 31/3 au 08/4	9 J	11 J	19
Du 14/4 au 21/4	8 J	6 J	15
Du 25/4 au 1/5	7 J	3 J	11
Du 8/4 au 18/5	11 J	6 J	13
 Moyennes	 9 J	 6 J	 15 J

T = nombre de jours requis pour irriguer l'ensemble des parcelles

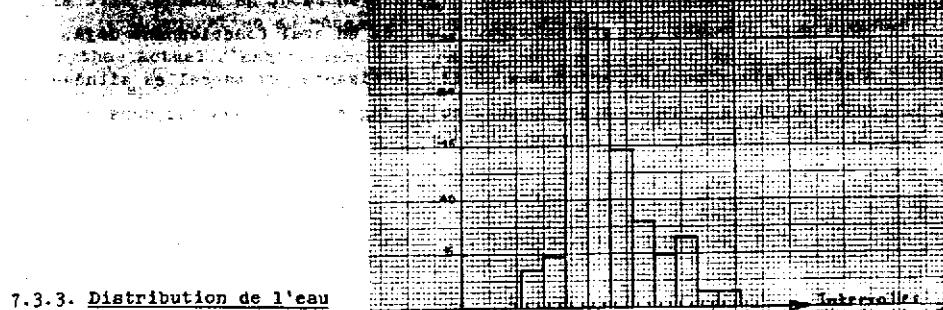
T = Intervalle de temps entre deux séries d'irrigations.

En moyenne chaque parcelle a reçu l'eau 1 fois tous les 15 jours.

Il existe dans les parcelles un certain nombre de canaux qui sont utilisés pour l'alimentation des parcelles. Ces canaux sont utilisés pour l'alimentation successive.

La moyenne des intervalles de temps est de 14,7 soit 45 jours.

Un histogramme de fréquence des intervalles d'irrigation est représenté ci-dessous.



7.3.3. Distribution de l'eau

Nous avons noté un certain nombre de règles, établies par entente directe entre les membres du groupement de producteurs, et dont l'application régit la distribution de l'eau. Ces règles ne sont pas confinées dans un document signé par les producteurs. Certains cas de violation d'une de ces règles ont été observées. Aucune sanction n'a été prise à l'encontre des contrevenants. Le respect de ces règles fait plutôt appel à l'honneur et au respect de la parole donnée.

Règle 1 : Le pompage ne doit s'effectuer que s'il y a un minimum de quatre parcelles à irriguer.

Cette règle n'a pas été toujours respectée pendant la campagne, puisque très souvent le pompiste n'était pas avisé des parcelles à irriguer.

Règle 2 : Il est interdit de casser les cavaliers des canaux afin d'installer des buses destinées à l'irrigation des parcelles.

Durant la campagne de tomate, 3 paysans ont violé cette règle. Ils ont installé des buses PVC Ø 90 et Ø 160 afin de disposer de gros débits d'alimentation de leurs parcelles. Cette attitude provoquante avait bien levé quelques protestations qui s'estompèrent par la suite. Ces violations n'ont pas été sanctionnées. Ces 3 paysans ont délibérément opté pour les buses à cause de leur facilité d'utilisation et des gros débits transits. Les contrevenants sont des personnes âgées recevant peu d'aide de la part de leurs enfants pour effectuer les travaux des champs.

Règle 3 : en cas de passage naturel du canal, les canaux secondaires et le drain principal sera fermés jusqu'à la réfection de plus tous les paysans ne pouvant plus se servir à partir de ce canal devront participer à la réfection.

En pratique, la réfection n'est refaite sans la participation de tous les usagers du canal. Souvent les bonnes volontés se manifestent et effectuent la tâche.

Règle 4 : Le long d'un même canal, les siphons situés en amont ne peuvent être mis en fonctionnement que si les siphons situés en aval fonctionnent déjà.

Cette règle vise à garantir des débits suffisants aux parcelles situées en aval du canal. Durant la campagne de tomate, cette règle ne fait pas toujours respectée. Cependant ceci n'a pas entraîné des conséquences sensibles puisque les débits transmis par les canaux étaient de loin supérieurs aux débits d'arrosage des parcelles.

D'autre part, les remarques suivantes caractérisent le mode de distribution de l'eau :

- i. Aucun paysan n'irrigue la parcelle d'autrui. En l'absence d'un paysan et des membres de sa famille sa parcelle ne reçoit pas d'eau.

- ii. Il n'y a pas de limitation sur le nombre de siphons utilisés par les paysans

L'attribution des siphons, lors d'une irrigation, n'est pas réglementée. Les paysans arrivés les premiers se servent. Ils ont le loisir de choisir, de prendre autant de siphons que possible.

Certaines paysans, en général, agents de la SAED, possèdent leurs propres siphons.

- iii. Les paysans qui ont installé des buses ont droit aussi aux siphons.
- iv. La durée du pompage est très souvent déterminée par la disponibilité en gas-oil. Ainsi cette durée n'est pas fixée au préalable.
- v. Chaque paysan qui irrigue peut mettre dans sa parcelle autant d'eau qu'il le désire.

Durant la campagne, les responsables du groupement n'ont jamais intervenu pour résoudre des problèmes liés à la distribution de l'eau entre les paysans. Ils se sont limités à l'exploitation de leurs parcelles. A noter que lors de leurs irrigations, ces responsables ont souvent beaucoup plus de siphons que les autres paysans.

7.3.4. Entretien du réseau

En règle générale, l'entretien des canaux principaux et du drain principal doit être réalisé collectivement par tous les paysans du casier. En contre, l'entretien des canaux et drains secondaires doit être effectué par les paysans qui utilisent ces canaux et drains, chaque paysan s'occupant des tronçons de canal et drain donnant accès à sa parcelle.

durant la campagne, les responsables du groupement n'ont jamais intervenu pour résoudre des problèmes liés à la distribution de l'eau entre les paysans. Ils se sont limités à l'exploitation de leurs parcelles. Ainsi cette durée n'est pas fixée au préalable.

Les drains (secondaires et principal) sont envahis par une végétation composée essentiellement de cyperacées, typha, sesbania, réduisant fortement leur hydraulique. Cette population végétale est particulièrement luxuriante dans le drain principal. Cela entraîne une diminution de la hauteur d'eau dans les canaux et drains secondaires. L'entretien du réseau (surtout des drains) se pose de façon urgente. Au rythme actuel d'enherbement des drains, ceux-ci risquent de ne plus être fonctionnels après deux ou trois campagnes.

Certaines des tâches d'entretien peuvent être réalisées manuellement : coupe de la végétation dans les canaux et drains, reprise des terrassements aux abords des ouvrages de distribution et des buses de drainage des parcelles. Pour effectuer rapidement et correctement ces travaux, le groupement doit faire appel à la main d'œuvre salariée. Des membres volontaires du groupement de producteurs peuvent être choisis pour effectuer ce travail rémunéré par le groupement.

D'autres travaux font appel à des moyens mécaniques légers (tracteur de puissance moyenne muni d'une pelle à godets à l'arrière et d'un godet-chageur à l'avant) : curage des canaux et drains, réfection des talus. Ces travaux pourront être réalisés par des engins de la SAED à la demande du groupement qui en supportera le coût.

7.3.5. Conflits d'eau

Certains cas de conflits d'eau ont été notés. Leurs causes sont liées à :

- l'influence des siphons pendant les jours où un grand nombre de paysans veulent irriguer (souvent les Dimanches). Les paysans arrivés les premiers au périphérie s'octroient souvent un grand nombre de siphons. Si, par la suite, une pénurie de siphons se manifeste, ils n'acceptent de céder quelques uns des siphons qu'ils utilisent qu'à des paysans avec qui ils ont de bons rapports de camaraderie ou qui leur sont apparentés. Ce comportement de copinage provoque quelquefois des susceptibilités. Des injures sont échangées, mais les bagarres sont rares (un seul cas noté).

- l'attribution des parcelles. Les unités de parcelles de 0.75 ha sont partagées en 2, 3 ou 4 parcelles exploitées par des paysans différents. Si des affinités ne sont pas tissées entre ces paysans, la conduite de l'irrigation risque de poser des problèmes. En effet, pour irriguer les parcelles les plus éloignées du canal, il faut transiter par les parcelles situées en bordure du canal, qui se trouvent ainsi quelque peu irriguées. Ceci a quelquefois entraîné des frictions entre paysans.

Il est donc nécessaire de faire évoluer le système actuel de distribution d'eau pour éviter les conflits d'eau entre les agriculteurs et les producteurs de boissons.

Pour mettre un terme à ces conflits d'eau, des mesures rigoureuses doivent être prises par le groupement de producteurs.

Concernant l'attribution des siphons, deux solutions peuvent être envisagées : un accès à un seul siphon commun à tous les agriculteurs ou la construction d'un tour d'eau fixe et répartition équitable des siphons entre irrigants.

Acquisition individuelle des siphons. Les paysans achètent leurs siphons à la SAED ou à la CSS.

Concernant l'attribution des parcelles, il serait judicieux de partager les unités de 0.75 ha par des diguettes perpendiculaires à l'axe du canal. Les parcelles ainsi délimitées auront chacune un accès sur le canal et pourront, de ce fait, être irriguées indépendamment les unes des autres.

quantité d'eau irrigante nécessaire pour l'irrigation (I), le rendement produit (Y) et la productivité de l'eau (x).

3.3.1. Besoins en eau

La quantité d'évaporation maximale (ETM) est calculée à partir des coefficients de correction de l'évaporation du bac classe A.

Période	kc	Ev. Bac	ETM	Dose/15 j
		(mm/j)	(mm)	(mm)
11/11/83 - 25/11/83	0.50	10.0	74.8	75
26/11/83 - 9/1/84	0.80	8.5	306.9	102
10/1/84 - 18/2/84	1.25	12.3	617.0	234
19/2/84 - 29/3/84	0.90	11.6	416.4	157
30/3/84 - 30/4/84	0.65	12.9	268.8	126
ETM durant le cycle de culture :				1683.9

On remarquera que ces besoins en eau sont très élevés. Ceci est dû à la sécheresse exceptionnelle de la saison sèche froide 1983/84, qui s'est traduit par des valeurs très élevées d'évaporations du bac classe A. En fait, les besoins en eau calculés sur la base des moyennes des évaporations pendant la période 1965 à 1983 (cf Chapitre 3) donnent une valeur moindre -

$$ETM = \sum kc \cdot Ev = 1470 \text{ mm}$$

L'intervalle moyenne entre 2 irrigations étant de 15 jours, on a calculé sur le tableau ci-dessus la dose d'irrigation permettant de satisfaire 100 % des besoins en eau pour chaque période de cycle végétatif. La dose moyenne est de 147 mm tous les 15 jours.

En général, les doses d'irrigation appliquées ont été faibles. Il en a résulté des à-sec temporaires qui ont certainement eu une répercussion négative sur le rendement.

TABLEAU 1

N° PARCELLE	SURFACE (ha)	H (cm)	W (cm)	G (t/ha)	g (kg)	WATRE (kg/ha)	WATRE (%)
1	0.21	881.0	52.3	14.72	1.7	219	143
2	0.21	871.0	51.7	13.32	1.2	200	143
3	0.21	826.1	49.1	25.25	3.1	283	300
4	0.21	650.6	38.6	13.08	2.0	28	27
5	0.25	1150.5	68.3	14.40	1.3	98	229
6	0.25	1073.7	63.8	9.05	0.8	116	230
7	0.25	8391.8	23.3	5.74	1.5	80	79
8	0.21	1231.4	73.1	19.51	1.6	95	109
9	0.21	962.8	57.2	18.29	1.9	95	109
10	0.21	1093.6	64.9	17.59	1.6	95	218
11	0.21	1191.5	70.8	18.65	1.6	90	290
12	0.25	602.2	35.8	15.48	2.6	76	244
13	0.25	776.3	46.1	16.68	2.1	76	244
14	0.25	655.4	38.9	14.90	2.3	58	176
15	0.25	674.9	40.1	9.76	1.4	82	92
16	0.25	734.7	43.6	10.98	1.5	82	92
17	0.25	630.8	37.5	11.03	1.7	82	92
18	0.25	1432.9	85.1	11.34	0.8	95	92
19	0.25	449.5	26.7	9.32	2.1	95	92
20	0.25	185.2	11.0	-	-	95	120
21	0.25	495.3	29.4	14.92	3.0	98	168
22	0.25	815.7	48.4	13.40	1.6	98	168
23	0.25	1040.0	61.8	17.62	1.7	98	168

N° PARCELLE	SURFACE(ha)	L(mm)	% ETN	Y(T/ha)	p(kg/m ³)	N(kg/ha)	C.P	%
24	0.25	715.0	42.5	16.22	2.3	192	123	120
25	0.25	354.0	398.8	17.42	2.7	192	123	120
26	0.25	916.8	554.4	16.78	1.8	192	123	120
27	0.25	994.4	59.1	17.91	1.8	104	214	120
28	0.25	1245.5	74.0	17.91	1.4	104	214	120
29	0.25	1078.4	64.0	17.98	1.7	104	214	120
30	0.21	1642.0	38.1	12.53	2.0	68	164	120
31	0.21	621.2	36.9	12.53	2.0	68	164	120
32	0.21	744.7	44.2	10.21	1.4	58	82	71
33	0.21	603.0	35.9	11.00	1.8	58	82	71
34	0.38	471.9	28.0	6.56	1.4	76	151	118
35	0.38	657.8	39.1	5.99	0.9	76	151	118
36	0.25	318.0	18.9		86	161	120	
37	0.25	181.9	10.8		63	161	120	
38	0.25	808.6	48.0	15.96	2.0	52	138	240
39	0.25	763.7	45.4	4.64	0.6	63	46	60
40	0.25	496.3	29.5	6.98	1.4	63	137	60
41	0.25	278.7	16.6	3.30	1.2	58	61	-
42	0.25	403.7	24.0	15.72	3.9	58	61	-
43	0.25	333.5	19.8			58	61	120
44	0.25	315.4	18.7			80	92	120
45	0.25	1534.9	91.2	17.50	1.1	34	92	120
46	0.25	1018.8	60.5	21.57	2.1	80	92	120

TABLEAU 1

N° PARCELLE	SURFACE(ha)	L(mm)	% ETN	Y(T/ha)	p(kg/m ³)	N(kg/ha)	C.P	%
47	0.25	1691.2	456.0	22.36	2.3	116	184	120
48	0.38	1563.2	492.8	20.76	1.9	121	121	79
49	0.38	1162.7	69.0	24.45	2.1	121	155	79
50	0.25	1145.6	68.0	10.40	0.9	167	229	120
51	0.25	1507.1	89.5	13.54	0.9	98	229	120
52	0.25	770.1	45.7	14.35	1.9	98	168	120
53	0.25	1226.8	72.9	20.66	1.7	98	168	120
54	0.25	1247.4	74.1	8.61	0.7	98	168	120
55	0.25	1699.9	101.0	15.45	0.9	98	168	120
56	0.21	1278.3	75.9	9.90	0.8	120	174	214
57	0.21	1085.6	64.5	8.17	0.8	120	225	214
58	0.21	267.9	15.9	-	-	65	198	214
59	0.21	475.9	28.3	-	-	65	171	214
60	0.25	2084.4	123.8	15.73	0.8	80	138	120
61	0.25	1030.2	61.2	8.75	0.8	80	138	120
62	0.25	1622.7	96.4	6.76	0.4	80	120	120
63	0.25	846.0	50.2	22.67	2.7	80	143	120
64	0.25	882.3	52.4	22.47	2.5	82	120	120
65	0.25	421.3	25.0	-	-	46	120	120
66	0.25	722.2	42.9	17.02	2.4	80	142	120
67	0.25	733.2	43.5	22.44	3.1	80	142	120

7.4.2. Productivité de l'eau à la parcelle

Elle est déterminée pour chaque parcelle par le rapport entre la production de tomates obtenue et le volume total d'eau effectivement admis dans la parcelle.

Cette productivité est très variable d'une parcelle à l'autre, avec un maximum de 3.9 kg/m^3 . L'histogramme de fréquence montre que :

- 80 % des parcelles ont eu une productivité inférieure à 1.5 kg/m^3 . Ce niveau de productivité est faible.

- 45 % des parcelles ont eu une productivité de l'eau entre 1.5 et 2.5 kg/m^3 .

Une productivité de l'eau à la parcelle de 2.0 kg/m^3 s'avère être une moyenne que les paysans peuvent atteindre sans beaucoup d'efforts.

- 15 % des parcelles ont eu une productivité de l'eau supérieure à 2.5 kg/m^3 .

Ces hauts niveaux de productivité ont été atteints par les paysans les plus assidus aux champs, qui ont été les plus attentifs à l'état hydrique de leurs parcelles.

Ces niveaux de productivité de l'eau sont reportés sur la courbe de réponse à l'eau des parcelles (fig.75) où sont aussi reportés les numéros des parcelles. Notons que dans chacun des 3 groupes de paysans dégagés, les rendements obtenus sont très variables. Ceci découle évidemment du fait que la dose d'irrigation n'est qu'un des facteurs d'élaboration du rendement. Les autres facteurs (fertilisation, désherbage etc...) sont très variables d'un paysan à l'autre.

A l'échelle du casier la productivité de l'eau à la parcelle est faible : 1.38 kg/m^3 . Compte tenu des pertes d'eau entre la motopompe et les parcelles, la productivité globale de l'eau, à l'échelle du périmètre n'est que de 0.71 kg/m^3 .

Notons à titre de comparaison que l'étude de factibilité prévoyait la productivité de l'eau à la parcelle au niveau 1.73 kg/m^3 , la productivité globale étant fixée à 1.04 kg/m^3 .

7.4.3. Rendements

Les rendements parcellaires sont très variables, de 0 à 25.3 tonnes/ha. 7% des paysans ont obtenu des rendements supérieurs à 22.5 tonnes/ha, qui constitue un niveau de rendement que la majorité des exploitants peut atteindre moyennant un suivi plus serré des parcelles en culture.

Le rendement global, obtenu à l'échelle du casier est faible : 13.0 tonnes/ha. La production totale est de 194.3 tonnes de tomate, 8 parcelles sur 68 ont été abandonnées par insuffisance de main d'œuvre. Elles couvrent une superficie totale de 1.92 ha.

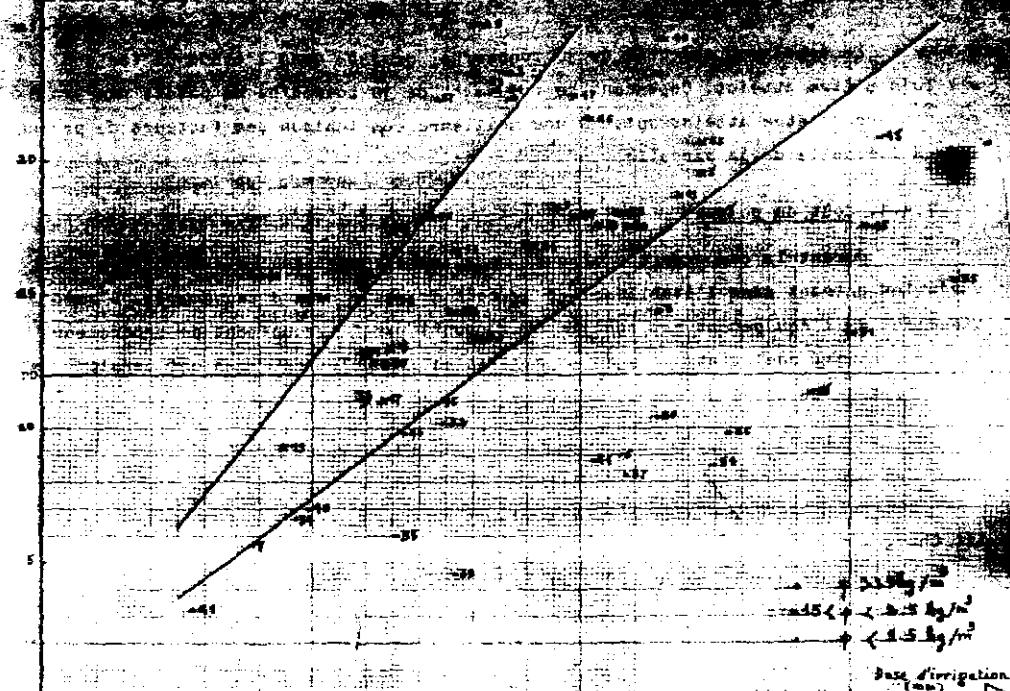
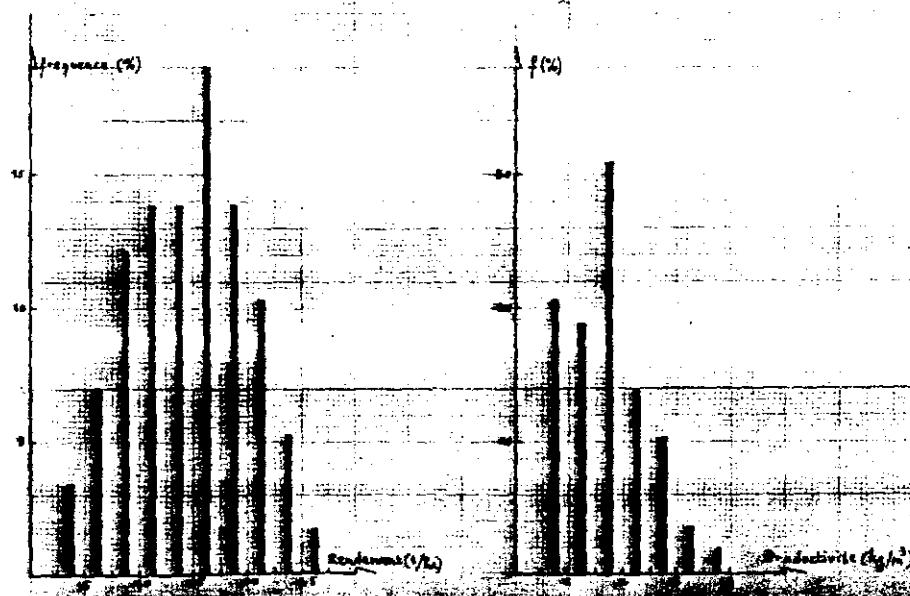


Fig. 75: Réponse à l'eau des rendements parcellaires



Le rendement facile du pompage nous a permis d'obtenir un rendement assez élevé. Cependant, le rendement moyen (tonnes/ha) ne semble pas être assez élevé pourraient être atteints avec une meilleure gestion des facteurs de production à l'échelle de la parcelle.

7.4.4. Coût du pompage

Durant la campagne de culture, nous avons mesuré toutes les charges variables entrant dans l'établissement du coût du mètre cube d'eau pompée. L'amortissement de l'équipement est réellement supporté par le groupement de producteur et son montant n'a pas été pris en considération. Des éléments nous ont permis de calculer le coût de l'eau d'irrigation, comme suit :

i. Charges variables

- gas-oil consommé	= 1907 litres soit	286 050 F
- lubrifiant consommé	= 47.5 litres soit	49 875

ii. Charges fixes

- salaire du pompiste (du 11/11 au 26 Mai)	: 110 000
- Amortissement des équipements de pompage	

$$600 \text{ F/heure} \times 351 \quad : \quad 210 600$$

$$\text{Total des charges} = 656.525$$

$$\text{Total Volume d'eau pompé} = 273.668 \text{ m}^3$$

$$\text{Coût du mètre cube d'eau pompée} = 656.525/273.668 = 2.4 \text{ F/m}^3$$

On en déduit que le coût de l'eau perdue entre la tête de réseau

et les parcelles est de :

$$2.4 \times 132.683 = 318.439 \text{ F}$$

Compte tenu des pertes, le coût du mètre cube d'eau

admis dans les parcelles est de :

$$656.525/140.985 = 4.7 \text{ F/m}^3$$

Ce coût du mètre cube d'eau peut être réduit à

$$2.4/0.77 = 3.1 \text{ F/m}^3$$

Grâce à une optimisation de la gestion de l'eau par les paysans.

A l'échelle du périmètre, le coût de l'eau, rapporté à l'hectare est de $656.525/16,88 = 38.894 \text{ F/ha}$. Ce coût est comparable à la tarification forfaitaire de l'eau dans les grands périmètres (35.000 F/ha).

Cependant dans les grands périmètres, la facture de l'eau est réglée après la récolte, tandis qu'à NDOMBO, le coût de l'eau est une charge rapportée tout au cours de la campagne.

6. CONCLUSION

L'étude a mis en évidence que 48 % de l'eau pompée est perdue dans la réseaux de distribution, entre la moto-pompe et les parcelles. Ces pertes se répartissent comme suit : plus des 25 % sont imputables à la mauvaise conduite de l'irrigation pratiquée par les paysans.

- la contribution du réseau à ces pertes d'eau (infiltration, colatures, évaporation) est inférieure à 23 % du volume d'eau pompé et est dans l'ordre de grandeur des prévisions du projeteur.

Il s'avère ainsi qu'une réduction importante des pertes d'eau dans le casier rizicole sera obtenue en organisant au mieux la gestion de l'eau pratiquée par les paysans. Le casier est techniquement bien conçu et aménagé. Cependant l'accent doit être mis sur l'organisation des utilisateurs du réseau afin de tirer le maximum de cet outil de production en minimisant les charges de fonctionnement.

Les groupes moto-pompes ont correctement fonctionné. Leur niveau de consommation est acceptable au vu de la puissance fournie.

Pendant la campagne de saison sèche de 1983/84 couverte par notre étude, la gestion de l'eau pratiquée par les paysans s'est révélée inorganisée. L'irrigation est à la demande, mais à l'insu total du pompiste. Le réseau d'irrigation et de drainage est très mal entretenu par les utilisateurs. Le règlement des conflits d'eau se fait sans intervention des dirigeants du groupement de producteurs.

BIBLIOGRAPHIE

- DUCLOS (J.Y.) et DOGEIS (F.X.) : Note technique sur le lac de Guiers. 1983. 2 p.
- Etude probable de deux mondes dans les sédiments holocènes du lac de Guiers. 21 p. 1983.
- Circulation et salinité des eaux du lac de Guiers. Problèmes de développement et modèle de gestion. 14 p. 1983.
- O.R.N.V.S. : Evaluation des effets sur l'environnement d'aménagements prévus dans le bassin du fleuve SÉNÉGAL. (Rapports partiels sur le Développement Agricole et la climatologie).
- M. DUBOIS DE LA SABLONNIÈRE : Projet de NDOMBO-THIAGO ; Rapport de mission d'évaluation. Avril 1983.
- SCET INTERNATIONAL : Aménagement des pérимètres de NDOMBO et THIAGO. Etude de factibilité ; 1978.
- BATTIENON (C), FAYE-SENGHOR (L.) et MBAYE (M.) : Etude comparative économique de réseaux. Application à la cuvette de NDOMBO ; 1979.
- COURTESSOLE (P) et JAMIN (J.Y.) : Expérimentation d'appui au projet "NDOMBO-THIAGO". Etude en milieu rural d'un système d'exploitation comportant une petite motorisation. Résultat de la 1ère année. 68 p. 1982.
- M.L. International : Etude de l'aménagement hydro-agricole de la cuvette de RONCQ.
- FALL (O) : Complexe Fleuve SÉNÉGAL - TAOUEY - Lac de Guiers. Ses possibilités hydrauliques. Mission d'Aménagement du Fleuve SÉNÉGAL ; 1961.

ANNEXE 1 :

CALIBRAGE DES SIPHONS : POINTS EXPERIMENTAUX

CHARGE ALTIMETRIQUE H EN CM

DEBIT Q EN l/minuté

\emptyset 20 mm		\emptyset 25 mm		\emptyset 40 mm		\emptyset 55 mm	
H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
30	14.28	21	18.26	26	58.07	36	130.90
40	16.18	31	24.76	36	66.44	46	165.44
50	18.58	41	29.04	46	85.56	65	196.52
60	20.94	51	32.96	56	92.94	85	233.04
70	23.16	61	35.10	66	100.91	105	260.49
80	25.18	71	37.65	76	109.92	125	275.33
90	27.35	81	42.27	86	116.91	146	310.12
100	29.32	91	45.58	96	125.47	166	332.83
110	30.54	101	47.85	106	127.06	186	352.46
120	32.33	111	49.68	116	135.69		
130	33.62	121	51.60	126	141.65		
140	35.64	131	53.13	136	144.63		
150	36.64	130	55.17	146	147.89		
160	37.94	140	55.80	156	151.34		
170	39.00	150	58.20	166	157.88		
180	41.96	160	60.68	176	164.62		
190	43.00	170	62.52	186	169.3		
		180	65.20	196	174.8		
		190	67.64				

ANNEXE 3

CONSOMMATION DU GMP (A)

CHM = Cumul des heures de fonctionnement du moteur

CGO = Cumul des apports de gas-oil (en litres)

DATE	CHM	CGO
16/1/84	1390	40
20/1/84	1395	50
22/1/84	1397	60
23/1/84	1399	70
28/1/84	1404	80
11/5/84	1407	100
12/5/84	1410	130
13/5/84	1415	150
14/5/84	1420	175
18/5/84	1424	205
22/5/84	1428	225
25/5/84	1432	255
26/5/84	1437	285
27/5/84	1442	297
28/5/84	1443	327
29/5/84	1446	357