

E. N. G. R. E. F.

ECOLE NATIONALE DU GENIE RURAL  
CES EAUX ET FORETS

I.N.A.

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE  
DE PARIS-GRIGNON

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE  
AGRONOMIQUE DE MONTPELLIER

C N°1 01369  
p100  
PER

DIPLOME D'AGRONOMIE APPROFONDIE  
SCIENCE DU SOL ET DU BIOTCLIMAT

Mention :

UTILISATION AGRICOLE DE L'EAU  
MAITRISE DU MILIEU ET DU BIOTCLIMAT

SUIVI HYDRIQUE D'HIVERNAGE DANS LE CADRE D'UNE UNITE  
DE PRODUCTION DE BIOGAZ - COMPOST  
APPLICATION A L'IRRIGATION DES CULTURES DE SAISON HUMIDE

Jury : MM. CALVET  
GOENAGA  
LUC  
PERRIER  
FOREST

Soutenu le 20 Novembre 1985

Stage IRAT/ISRA  
Centre National de Recherches Agronomiques de Bambe

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.L.	
Date	05 FEV. 1986
N°	86.0038
Signature	JPD
Signature	JPD

NOVEMBRE 1985

PERRIER Laurent

## REMERCIEMENTS

À l'issue de ce stage, je tiens particulièrement <sup>à</sup> remercier :

- messieurs FOREST F. et FARNET J.L. (IRAT DEVE de Saint clement la rivière) ,pour leur accueil, leur soutien et leurs conseils aussi bien en France qu'au Sénégal.

- monsieur RUSCH E., VSN au CNRA de Bambey, pour son appui technique et administratif au Sénégal.

- monsieur SARR P.L. (ISRA), pour ses conseils et son appui au Sénégal.

- tous les techniciens et ouvriers travaillant sur le projet Transpaille-biogaz au CNRA de Bambey, et en particulier Mr CISSE S. pour la partie observations de terrain et mise en place des essais agronomiques.

- les membres du service bioclimatologie du CNRA de Bambey pour leurs conseils et leur appui technique.

SIJIVI HYDRIRUE D'HIVERNAGE: DANS LE CADRE D'UNE UNITE  
 PRODUCTION DE: BIOBAZ - COMPOST  
 APPLICATION A L'IRRIGATION DES CULTURES DE SAISON HUMIDE

Première partie: CADRE EXPERIMENTAL -----page 2

A- Presentation générale -----page 3

B- Les différentes unités de l'exploitation -----page 3

1- Production végétale -----page 3

    a- Rotation-s et techni ques culturales -----page 3

    b- Campagne hi vernage 85 -----Em-----page 6

2- Elevage et production de biomasse -----page 7

3- Production de biogar -----page 7

4- Producti on de compost-----page 9

5- Utilisation du gaz-Irrigation -----page 10

C- Données agrométéorologi ques de 1 ' hi vernage 85 -----page 11

1- Pluviométrie -----page 11

2- Demande climatique -----page 14

D- Objectifs de recherche5 retenu5 pour 1 'hivernage 1985 ----page 15

1- Expérimentations sur le dispositif mis en place -----page 15

2- Observations comparatives -----page 15

3- Etude5 methodol ogiques -----page 15

Deuxième partie : ESSAIS COMPOST-SUIVI HYDRIQUE IN SITU-REPNSE A  
 L'IRRIGATION DE COMPLEMENT -----page 16

A- Présentation de5 essais, -----page 17

B- Suivi hydrique in situ -----page 18

1- Caractérisation des site5 de mesure -----page 18

    a- Choix de5 site5 -----page 18

    b- Pédologie sommaire des sols Dek -----page 18

    c- Caractéri sti que5 hydri que5 et hydrodynami ques ----page 23

    d- Implantation du dispositif expérimental -----page 23

    e- Matériel de mesure -----page 24

2- Suivi hydrique in situ d'une culture de mil -----page 26

    a- rappel sur le5 écoulements en milieu non saturé --page 26

    b- drainage sous la zone racinaire -----page 27

    c- Bilan hydrique -----page 28

C- Effet compost-réponse à l'irrigation de complément -----page 33

1- Mesure de croi ssance-tall age - - - - - m - page 33

2- Consommation en eau -----page 40

3- Rendement5 -----page 40

Troisième partie : SIMULATION DU BILAN HYDRIQUE-APPLICATION F1  
 L'IRRIGATION DES CULTURES D'HIVERNAGE -----page 46

A- Simulation du bilan hydrique -----page 48

1- Princ:ipe du modèle --- -----page 48

2- Définition et estimation des différents paramètre5 du bilan -----page 48

    a- pluviométrie et irrigation -----page 48

    b- ruissell ement -----page 49

    c- drainage -----page 49

    d- Estimation de l'évapotranspiration réelle -----page 50

3- Resultats du bilan-interprétation -----page 54

B- Comparaison du modèle au bilan in situ -----	page 55
C- Application à l'irrigation de complément -----	page 58
1- Faisabilité de l'irrigation de complément-Simulation sur 10 ans d'une arachide 90 jours à Bambey -----	page 58
a- Présentation -----	
b- Résultats sur 10 ans -----	page 59
c- Validité des seuils de décision -----	page 61
2- Irrigation des cultures d'hivernage -----	page 64
a- Essais agronomiques -----	page 64
b- Maraichage-mais-ni ébé -----	page 68
c- Utilisation du gaz-Rendement du réseau -----	page 68
CONCLUSION -----	page 71

ANNEXE;

**Le milieu sahélien est, depuis quelques années, confronté à deux problèmes agronomiques majeurs :**

- **d'une part, le manque de ressources hydriques, pluviométrie notamment) phénomène marquant depuis une dizaine d'années,**
- **d'autre part, la fertilité des sols (sols à dominante sableuse dans la région Centre Nord du Sénégal) soumis à des impératifs de production de plus en plus élevés, incompatibles avec leur équilibre naturel.**

La recherche agronomique tropicale s'est orientée vers deux axes de recherches :

- **adaptation du matériel végétal à la sécheresse,**
- **restructuration et fertilité des sols.**

Les **objectifs** sont alors de trouver des systèmes de cultures intégrés permettant un niveau de production suffisant tout en conservant un équilibre entrée-sortie compatible avec: le milieu naturel et humain.

Un système de production continue de biogaz/compost peut présenter une alternative à ce type de problème.

Il s'agit d'un module intégrant toutes les activités agricoles : élevage, production végétale, fertilité des sols, petite motorisation et tendant vers une autonomie complète de l'exploitation.

Ce type d'installation a été mis en place à titre expérimental dans la région Centre Nord du Sénégal depuis 1983, sur le centre de recherches agronomiques de Bambey.

Après deux années de fonctionnement et de recherche, il paraît intéressant de développer les points suivants :

- **évolution de la fertilité des sols par apport de compost et sous irrigation de complément,**
- **rationalisation des apports d'eau et étude d'un système de pilotage précis des irrigations.**

Ce rapport fait la synthèse des travaux effectués selon ces deux axes de recherches lors de l'hivernage 1985.

PREMIERE PARTIE

-

CADRE EXPERIMENTAL

=====

=====

PRESENTATION ET DONNEES DE FONCTIONNEMENT DU MODULE

## A. PRESENTATION GENERALE

La ferme expérimentale biogaz se situe à l'est du CNRA Bambey et s'étend sur une surface de 3 ha dont 2.5 ha en cultures.

La surface cultivée est répartie en 3 soles suivant le mode de culture :

- sole A : pluvial strict,
- sole B : irrigation de complément en saison humide,
- sole C : irrigation totale.

Ces cultures sont divisées en deux catégories :

- . cultures de rente : arachide / maraîchage,
- . cultures fourragères et céréalières : elles sont utilisées pour l'entretien de boeufs producteurs de biomasse. La biomasse produite par les boeufs est transformée en biogaz à l'aide d'un fermenteur continu du type TRANSPAILLE d'une capacité utile de 9 m<sup>3</sup>.

Ces résidus de fermentation sont stockés dans des fosses de finition compost. Ils sont ensuite épandus sur les surfaces cultivées de l'exploitation permettant ainsi une diminution d'intrant fumure minérale (engrais).

Le biogaz produit est utilisé d'une part pour les besoins domestiques d'une famille en permanence sur l'exploitation [cuisine + éclairage) et d'autre part pour un groupe moto-alternateur dual fuel-gaz alimentant une pompe immergée assurant l'exhaure et la distribution de l'eau.

Cette eau est amenée aux cultures par un réseau d'irrigation par aspersion ou par l'intermédiaire de tuyaux souples.

## B. LES DIFFERENTES UNITES DE L'EXPLOITATION

### 1) Production végétale

#### a) Rotations et techniques culturales

Ce sont celles préconisées par la recherche au niveau du CNRA de Bambey. Elles sont donc particulièrement adaptées à la région. L'intensification relative de la production

figure n°1: unite de production continue de biogaz  
schema explicatif du module

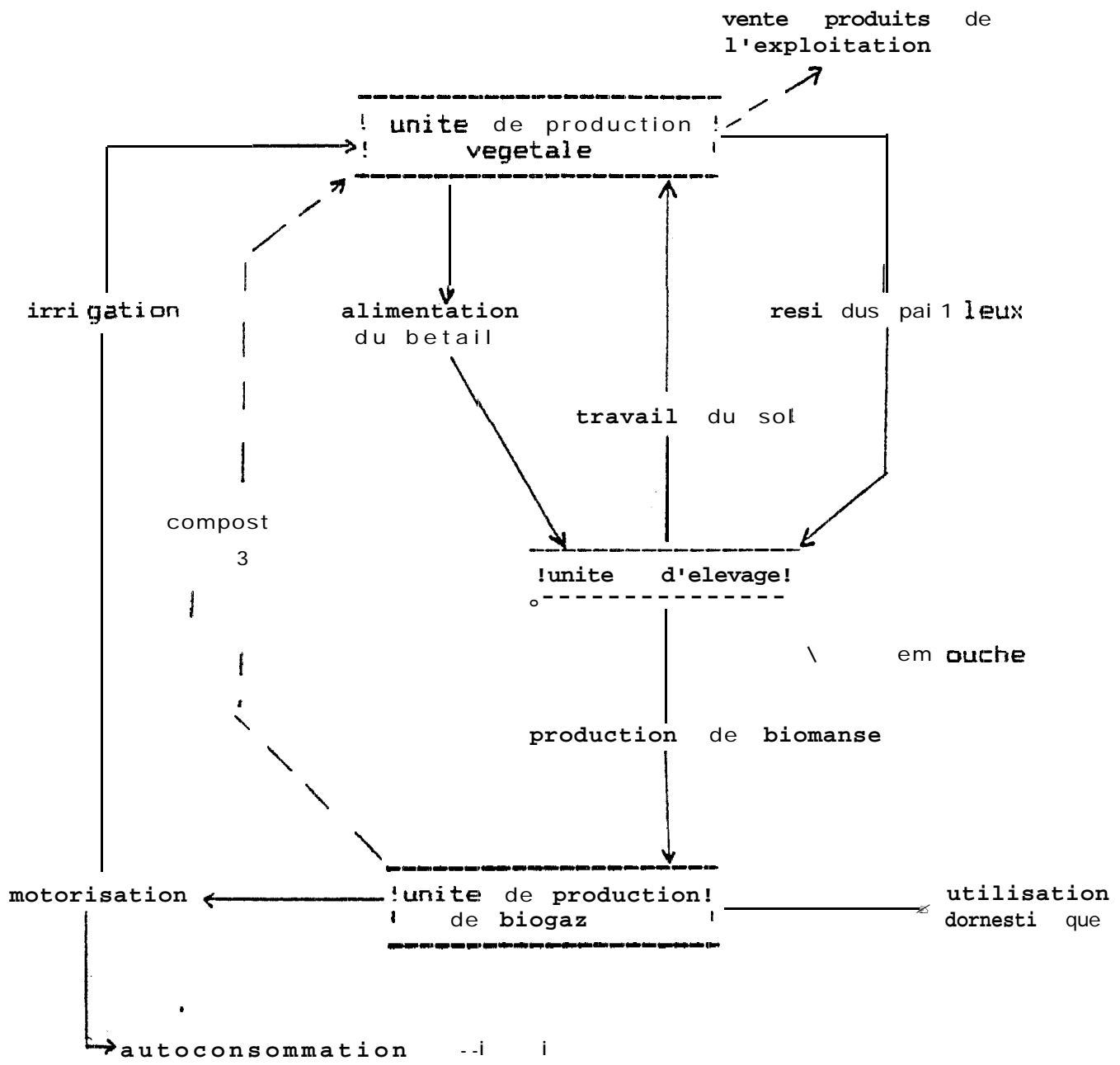




tableau n°1:ASSOLEMENTS ET ROTATIONS

SOLES	SURFACES	SAISON SECHE	INTER-SAISON	SAISON PLUIE
A	7500 m <sup>2</sup>		-	arachide
	7500 m <sup>2</sup>		-	mil
B	2500 m <sup>2</sup>			arachide
	2500 m <sup>2</sup>			mil
c	1700 m <sup>2</sup>	fouillage	(panicum)	
	1250 m <sup>2</sup>	jachere	-	marachage
	1250 m <sup>2</sup>	marachage	niebe	cultures div.
	1250 m <sup>2</sup>	-	-	mil / ara.

tableau n°2:VARIETES DATES DE SEMIS DES CULTURES D'HIVERNAGE 85

CULTURE	VARIETE	DUREE DU CYCLE	DATE DE SEMIS
mil	5ouna 3	90 j	12.07.85
arachide	55 437	90 j	15.07.85
mais	ZM10	110 j	1.07.85
niebe	1.1.14	75 j	1.07.85
niebe	fouillager		24.06.85
gombo	POP 12		27.06.85
aubergine	barbentane		13.07.85
diakhatou			13.07.85
fouillage	panni cum	culture perenne	
niebe der	59.9		19.08.85

agricole permet un niveau suffisant de production de matière sèche fermentescible équivalent afin d'assurer un fonctionnement optimum du fermenteur sur l'ensemble de l'année.

Les surfaces cultivées sont réparties de la façon suivante :

- sole A pluviale stricte : 1,5 ha  
cultures traditionnelles de saisons des pluies,
- sole B pluviale complémentée : 0,5 ha  
cultures traditionnelles de saison des pluies avec irrigation de complément,
- sole C : 0,5 ha  
cultures pérennes et cultures riches de contre-saison, maraîchage d'hivernage et de saison sèche.

Les rotations sont reportées dans le tableau 1.

#### b) Campagne hivernage 85

Pour l'hivernage 85, les surfaces cultivées sont réparties de la façon suivante :

##### Sole A

- 7 500 m<sup>2</sup> mil dont 2 x 1 250 m<sup>2</sup> d'essai agronomique
- 7 500 m<sup>2</sup> arachide dont 2 x 1 250 m<sup>2</sup> d'essai agronomique

##### Sole B

- 2 500 m<sup>2</sup> mil dont 1 250 m<sup>2</sup> d'essai agronomique en irrigué
- 2 500 m<sup>2</sup> arachide dont 1 250 m<sup>2</sup> d'essai agronomique en irrigué

##### Sole C

- 1 700 m<sup>2</sup> de fourrage (*Panicum*) en irrigué
- 1 250 m<sup>2</sup> de niébé fourrager en pluvial
- 1 040 m<sup>2</sup> de cultures diversifiées en irrigué (essais)
- 1 250 m<sup>2</sup> mil en pluvial.

Les cultures diversifiées entrent dans le cadre d'essai de cultures spéculatives pour l'exploitation. Il s'agit en effet d'apprécier la plus-value que peuvent apporter différentes cultures (maraîchage en particulier) sous irrigation de complément.

Les cultures retenues pour l'hivernage 85 ont été choisies en fonction des résultats obtenus à la ferme expérimentale des cultures irriguées de Bambey ainsi que des possibilités de ventes qu'elles présentent dans la région.

Il s'agit de :

- maraîchage d'hivernage . diakhatou 130 m<sup>2</sup>
  - . aubergine 130 m<sup>2</sup>
  - . gombo 130 m<sup>2</sup>
  - . patate douce 130 m<sup>2</sup>
- céréales et légumineuses . maïs 130 m<sup>2</sup>
  - . niébé 130 m<sup>2</sup>
  - . maïs niébé associés 130 m<sup>2</sup>
  - . maïs niébé débordé 130 m<sup>2</sup>

Les variétés utilisées et les dates de semis des différentes cultures sont reportées dans le tableau n° 2.

On trouvera en annexe 1 les fiches des diverses cultures.

## 2) Elevage et production de biomasse

L'unité d'élevage et de production de fumier comprend une étable en dur pouvant recevoir deux paires de boeufs ainsi qu'une trappe permettant le stockage du fumier avant l'introduction dans le fermenteur. Pendant l'hivernage, la production de biomasse est assurée par une paire de boeufs en stabulation. En saison sèche, deux rotations de boeufs d'embouche supplémentaires sont possibles.

Les rations sont à base de fourrage vert (*pannicum*), épis de mil, fanes d'arachide, pailles de céréales, fanes de niébé (essentiellement production de l'exploitation) (cf annexe 1).

Lors de l'hivernage 84, les boeufs (une paire) ont produit 7,6 kg MS/j. La production moyenne de fumier peut être estimée à 16,6 kg MS/j pour une composition de 54 % de paille et 46 % de fèces.

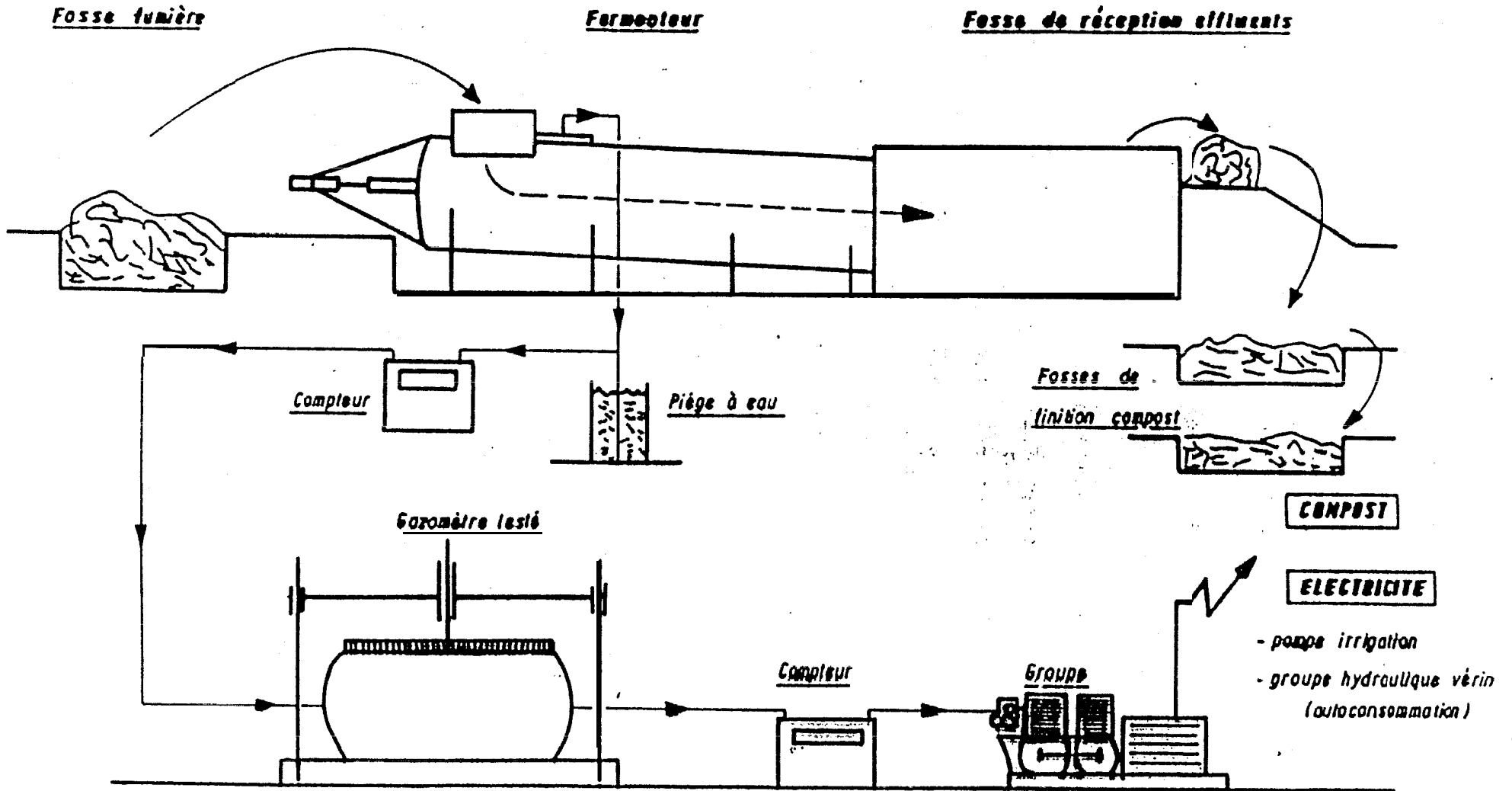
## 3) Production de biogaz

Le biogaz est produit à l'aide d'un fermenteur continu du type TRANSPAILLE utilisant le fumier produit par la paire de boeufs présente sur l'exploitation.

L'unité de production comprend :

- un fermenteur continu, d'un volume utile de 9 m<sup>3</sup>,
- une fosse de réception des effluents digérés,
- deux fosses de finition compost : volume total 10 m<sup>3</sup>,
- un gazomètre souple d'une capacité de 15 m<sup>3</sup>.

FIGURE NO 2 : **SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION**



Le principe de fonctionnement est reporté Figure 2.

Ce type de fermenteur permet de produire :

- en saison froide 220 litres de biogaz/kg MS,
- en saison chaude 250 litres de biogaz/kg MS.

La productivité maximum étant de 1 à 1,1 m<sup>3</sup> de biogaz par m<sup>3</sup> de fermenteur et par jour.

Il faut toutefois remarquer que la production de gaz est tributaire de deux facteurs essentiellement :

- la température : la température optimale de fonctionnement se situe à 37°C. Le fermenteur présent sur l'exploitation présente une température moyenne de 32 à 33°C pendant l'hivernage ; la production est assez sensible aux variations de température ;
- la charge introduite : il existe une relation directe entre la charge et la production de gaz du fermenteur.

Une étude informatique est mise en place afin de modéliser la production en fonction de ces deux facteurs.

Pendant l'hivernage, compte tenu des besoins ponctuels en biogaz (irrigations non régulières), la production de gaz sera maintenue aux environs de 5 m<sup>3</sup>/j.

A titre d'exemple, lors de l'hivernage 84 pour une charge moyenne sur toute la campagne de 25 kg MS/j, on note une production moyenne de 5,13 m<sup>3</sup>/j ; soit un rendement moyen de 206 litres de biogaz/kg MS.

Cette production devrait permettre d'une part de couvrir les besoins pour l'irrigation de complément, et d'autre part l'entretien de la famille présente sur l'exploitation (cuisine et éclairage).

#### 4) Production de compost

Après fermentation, les effluents sont stockés dans les fosses de finition compost en conditions aérobies. Cette finition permet de diminuer le rapport C/N du compost afin de le rendre utilisable d'un point de vue agronomique.

Compte tenu des pertes (40 % au total) lors des deux transformations, aérobies (10 %) et anaérobies (30 %), on peut compter sur une production de compost de 8 à 9 tonnes de matière sèche par année.

Des expériences menées au CNRA de Bambey ont montré un effet positif direct sur le mil avec des doses de 3 tonnes de MS/ha.

Il est donc mené des essais sur mil et arachide testant la valeur agronomique de ce compost en termes d'économie d'engrais minéraux, ,

### 5) Utilisation du gaz - Irrigation

Comme il a été mentionné précédemment, le biogaz est utilisé

- pour l'éclairage et la cuisine d'une famille en permanence sur l'exploitation ; sa consommation lors de l'hivernage 85 a été de 1,92 m<sup>3</sup>/j en moyenne ;

- pour l'irrigation.

L'unité d'irrigation comprend :

- , un moto-alternateur Schule, type AV2, comprenant :

- moteur dual fuel adapté au biogaz, 10 CV, 1500 t/mn, 2 cylindres, refroidissement à eau, démarrage manuel,
- alternateur triphasé 380 V/50 kg; 5 kw ; 6,3 KVA,
- panneau de contrôle général,

- , une pompe immergée GUINARD, type SIIT5, triphasée 380 V 3 KW, HMT : 50 m, débit maximum : 12 m<sup>3</sup>/h,

- , un réseau d'irrigation par aspersion avec :

- une conduite principale en BAUER 4" avec compteur volumétrique,
- une conduite secondaire en ABC 2" équipée de raccords MD pour l'installation de 5 asperseurs sur les essais mil et arachide, 10 asperseurs sur les essais cultures de rente, 9 asperseurs sur le fourrage, avec une maille d'arrosage 6 x 12 m.

Les rampes ABC 2" sont équipées d'asperseur type RB 30 TNT dont les caractéristiques sont :

Diamètre de la buse (pouce)	Pression (bar)	Portée (m)	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Pluviométrie pour cercle complet maille 6x12
1 1/4	2,5	13,8	1,15	16 mm/h

Compte tenu des faibles disponibilités en eau, les surfaces irriguées ont été réduites au maximum. Ainsi, on ne disposera que de 5 300 m<sup>2</sup> de cultures irriguées.

En effet, le puits ne peut débiter que 8 m<sup>3</sup> au maximum par irrigation. La recharge du puits demandant 4 h 30 au minimum, on ne peut réaliser que 4 irrigations par jour.

Malgré la diminution des surfaces irriguées, il a été retenu l'ordre de priorité suivant :

- priorité 1 : mil essai agronomique,
- priorité 2 : arachide essai agronomique,
- priorité 3 : essai cultures diversifiées,
- priorité 4 : fourrage production.

La dose d'apport maximale sur les cultures de mil et arachide (essai compost et irrigation de complément) est de 30 mm par pentade.

On trouvera en annexe 1 un schéma récapitulatif de l'ensemble du réseau d'irrigation en place pour la campagne 85.

#### C. DONNEES AGROMETEOROLOGIQUES DE L'HIVERNAGE 1985

L'ensemble des données des relevés agrométéorologiques sont reportés dans les tableaux 3 et 4 (évaporation bac A et pluviométrie respectivement) ainsi que sur la figure 3.

Afin de vérifier la validité des évaporations bac mesurées, nous avons calculé les évapotranspirations potentielles d'après la formule de Penman (cf annexe 2).

##### 1) Pluviométrie

Sur le site sole C 85, le total pluviométrique atteint 395 mm. Une analyse fréquentielle des pluies (cf annexe 2) menée de 1940 à 1985 donne une moyenne pluviométrique annuelle de 599,2 mm, soit un déficit de 204,2 mm.

FIGURE NO 3 : HIVERNAGE 1985 - BAMBEY SOLE C

PLUIE/EVAPORATION BAC DU 20/6 AU 20/10

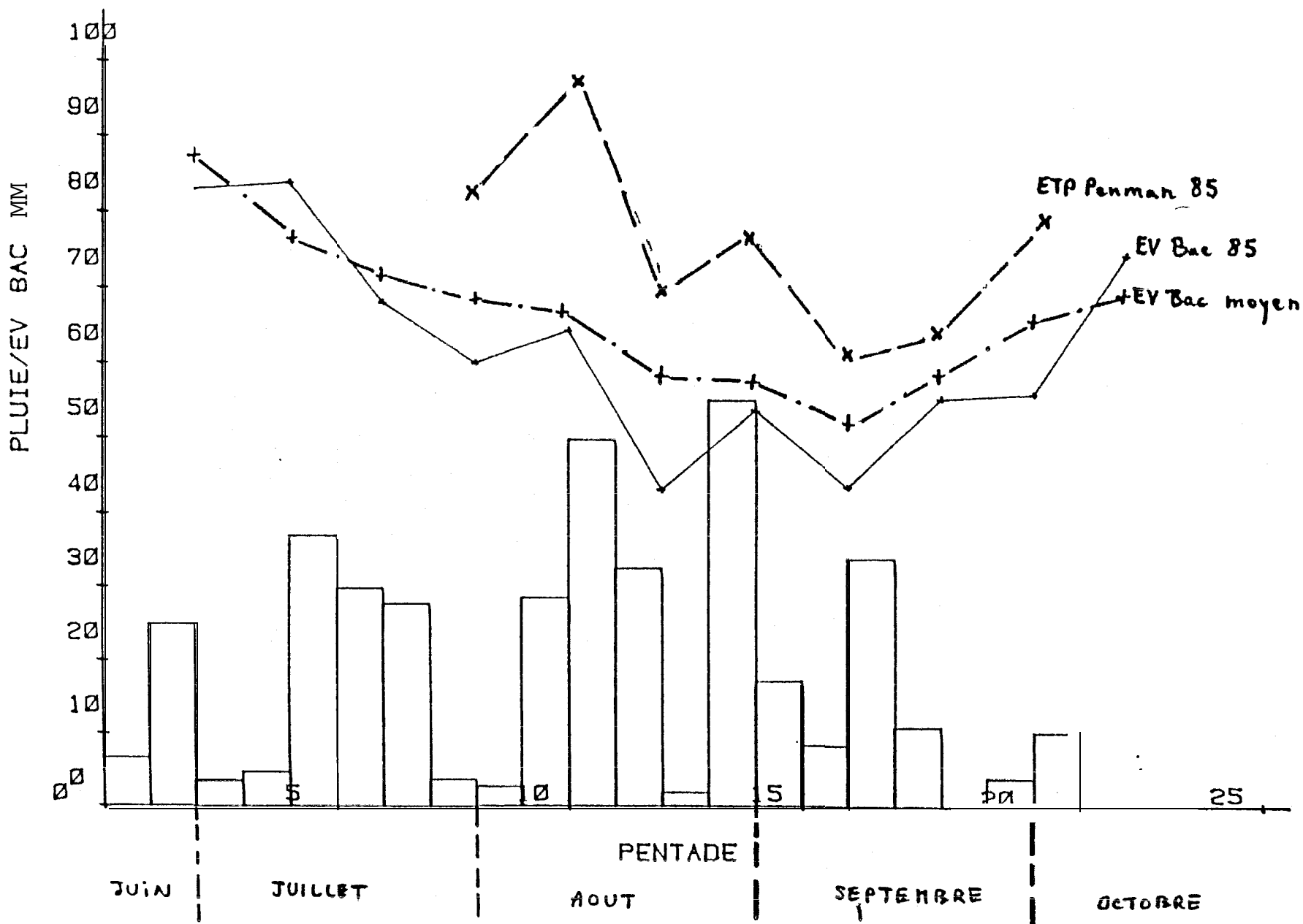




tableau no3:EVAPORATIONS BAC BAMBEY 1985

```

*****
if      *                               MOIS                               *
*DECADE*-----*
*      * JAN* FEV* MAR* AVR* MAI* JUI* JUI* AOU* SEP* OCT*
*****
*  1  * 58* 112* 134* 120* 113* 92* 84* 64* 44* 74*
*-----*
*  2  * 104* 107* 93* 103* 108* 91* 61* 54* 55*  *
*.-w--w-----e-----*
*  3  * 81* 94* 118* 96* 103* 87* 60* 56* 56*  *
*****
    
```

tableau no4:PLUVIOMETRIE SOLEC 85 (Bambey)

```

*****
*      *      *                               JOUR                               *
*MOIS *DECADE*-----*
*      *      * 1 * 2 * 3 * 4 * 5 * 6 * 7 * 8 * 9 * 10 * 11 *
*****
*      *  1  * - * - * - * - * - * - * - * - * - * - *
*-----*
*JUIN  *  2  * - * - * - * - * - * - * - * - * - * - *
*-----*
*      *  3  * - *6.7* - * - y -- * - *25 * - * - * - * - *
*****-E***u*****
*      *  1  * - * - * - *3.6* - * - * - * - * .3* 4.5*  *
*-----*
*JUIL  *  2  * - * - * - * 37* -- * - * - * 16* 14* - *  *
*-----*
*      *  3  * - * - * 7*0.5* 20* - * - *3.4* - * - * 0.4*
*****
*      *  1  * - *2.8* - * - * -- * - *1.5*3.5* 24* - *  *
*-----*
*AOUT  *  2  *8.8* - * - * - * 41*4.4* - * 25*2.7*0.5 *  *
*-----*
*      *  3  * - * 2* - * - * -- *9.5* 45*0.5* - * - * - *
*****
*      *  1  *3.6*0.2*2.5*1.4*9.5*8.2* - *0.3* - * - *  *
*-----*
*SEPT  *  2  *1.8* 15* - * 17* -- * - * - * - *3.5*7.5 *  *
*-----*
*      *  3  * - * - * - * - * - * - * 3*1.5* - * - *  *
*****
*      *  1  * - * - *2.5* - *8.5* - * - * - * - * - *  *
*-----*
*OCTO  *  2  * - * - * - * - * - * - * - * - * - * - *
*-----y
*      *  3  * - * - * - * - * - * - * - * - * - *  *
*****
    
```

De plus, au niveau total pluviométrique, l'année 1985 apparaît à la 39ème place sur les 46 dernières années.

Il faut toutefois noter que la campagne 1985 présente une très bonne répartition pluviométrique sans phase de sécheresse bien marquée. On peut noter la présence d'une petite période sèche fin juillet - début août : 11,6 mm du 26/7 au 9/8 (14 jours), située en début de cycle cultural pour les cultures comme le mil et l'arachide.

L'analyse fréquentielle mensuelle montre que l'hivernage a bien débuté aux mois de juin et juillet (rangs 19 et 22 sur 46 respectivement). Les mois d'août et septembre sont moins bien arrosés par rapport à la moyenne avec des classements de 33 à 42 sur 46 années respectivement.

On note enfin que sur l'ensemble des mois d'hivernage étudiés; (juin à octobre), seul le mois de juin 85 présente un total pluviométrique supérieur à la médiane calculée sur 46 années.

## 2) Demande climatique

La comparaison des évaporations bac 1985 avec les valeurs moyennes de 1972 à 1982 montre que l'on se situe légèrement en dessous de la moyenne avec un rapport moyen :

évaporation bac 85 / évaporation bac moyenne sur 10 ans  
calculé pour la période du 20/6 au 10/10, de 0,92, soit le détail mensuel suivant :

- juin (dernière pentade)	0.94
- juillet	0.89
- août	0.94
- septembre	0.93

La comparaison des évaporations bac 85 avec les évapotranspirations potentielles calculées à partir de la formule de Penman montre une bonne corrélation entre les deux approches de la demande climatique, avec des apports EV bac 85 / ETP Penman variant de 0,7 à 0,92 ; soit le détail mensuel suivant :

- juillet	0,74
- août	0,79
- septembre	0,77.

En conclusion, même si le total pluviométrique reste faible par rapport à la moyenne, la campagne 85 se rapproche plus d'un climat type tropical humide (bonne répartition pluviométrique lors de la saison humide) que d'un climat type tropical semi-désertique (périodes de sécheresse marquées en saison humide) .

## D. OBJECTIFS DE RECHERCHES RETE US POUR L'HIVERNAGE 1985

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'essai amélioration des sols et économie d'engrais minéraux par un apport complémentaire de compost sur une rotation mil-arachide dominante dans la région Centre Nord du Sénégal.

Ce dispositif expérimental, mis en place depuis 2 ans (essai en bloc de Fischer) n'a pu être transformé mais a été complété par de nouveaux essais.

Les objectifs et les caractères des expérimentations retenus pour la campagne agricole sont les suivants :

### 1) Expérimentations sur le dispositif mis en place (2<sup>ème</sup> partie)

#### - le suivi des essais économie d'engrais par apport de compost

étude de la réponse d'une culture de mil avec apport de compost à des doses décroissantes d'engrais minéraux (comprenant mesures de croissance, tallage et analyse des rendements) ;

#### - le suivi de l'alimentation hydrique d'une culture de mil

suivi hydrique in situ avec et sans apport de compost, et en conditions pluviales et irriguées.

### 2) Observations comparatives (2<sup>ème</sup> partie)

- Au niveau du compost, par comparaison entre les deux traitements : mil compost et mil sans compost en conditions pluviales.

- Au niveau de l'irrigation de complément par comparaison entre les deux parcelles : mil compost irrigué, mil compost pluvial.

### 3) Etudes méthodologiques (3<sup>ème</sup> partie) avec :

- mise en place d'un système de pilotage des irrigations à partir du modèle bilan hydrique simulé ;

- comparaison du bilan simulé avec le bilan in situ et améliorations possibles de la simulation.

DEUXIEME PARTIE -- ESSAIS COMPOST  
=====

SUIVI HYDRIQUE IN SITU, REPONSE AU COMPOST  
ET A L'IRRIGATION DE COMPLEMENT

### A. PRESENTATION DES ESSAIS

Il s'agit d'essais en bloc de Fischer randomisés :  
 4 traitements - 5 répétitions  
 avec le détail suivant :

		<u>Compost</u>	Fumure
Traitement 1	T1	4 TMS	0 % FMV
Traitement 2	T2	4 TMS	25 % FMV
Traitement 3	T3	4 TMS	50 % FMV
Traitement 4	T4	4 TMS	100 % FMV

FMV = fumure minérale vulgarisée, soit :  
 mil : 150 kg/ha 10.21.21  
 arachide : 150 kg/ha 8.18.27

Dimension des parcelles : 7.2 m x 7.2 m = 51.84 m<sup>2</sup>  
 parcelles utiles : 5.4 m x 5.4 m = 29.16 m<sup>2</sup>

Variétés utilisées : mil souba III  
 arachide 55.437 cycle de 90 jours

Cet essai est réalisé en deux séries :

- . arachide-mil : pluvial strict,
- . arachide-mil : irrigation de complément.

On dispose de plus d'une parcelle témoin avec le même plan de fumure minérale mais sans apport de compost, en conditions pluviales.

Les dates de semis sont les suivantes :

- . mil : 12 Juillet 1985,
- . arachide : 15 juillet 1985.

Le détail des opérations culturales est reporté en annexe 1.

## **B. SUIVI HYDRIQUE IN SITU**

### **1) Caractérisation des sites de mesure**

#### **a) Choix des sites**

**Pour une simplification du dispositif expérimental, il a été retenu pour le suivi hydrique in situ l'essai sur mil.**

D'autre part., pour l'essai mil, nous avons retenu parmi les 4 traitements engrais le traitement 2 : 25 % FMV, et ce pour deux raisons :

- on se place, avec les apports de compost, dans une optique économie d'apport d'engrais ; il est donc logique de choisir un des essais recevant 25 % ou 50 % de la fumure conseillée ;
- lors de l'essai 84, on a observé un léger décrochage des rendements à partir du traitement 2 (décrochage arithmétique, mais non significatif d'un point de vue statistique).

**Ainsi, pour chaque essai. (3 parcelles), on disposera de 5 parcelles recevant le traitement T2. Parmi ces 5 parcelles, on choisira les 3 représentant l'ensemble de l'essai au point de vue granulométrique (argile + limon) : cf § c.**

#### **b) Pédologie sommaire des sols DEK**

##### **b.1. Généralités :**

**Les sols DEK sont des sols sableux à hydromorphie temporaire de surface. Ils occupent des surfaces importantes dans la zone Centre Nord du Sénégal, et particulièrement dans le triangle formé par THIES, BAMBEY, JOAL-FADIOUTH.**

**Ils sont surtout représentés dans les zones de dépression, le long des marigots et dans les interdunes très marquées où ne se produit aucun écoulement de surface.**

##### **b.2. Caractères pédologiques :**

**Ce sont. des sols hydromorphes à engorgement temporaire partiel, très sableux, de couleur brune, peu évolués ; leur profil est homogène, avec toutefois un horizon humifère bien marqué et assez épais, s'atténuant graduellement en profondeur. Le taux d'argile croît régulièrement avec la profondeur. La fraction argileuse est composée de 40 % de montmorillonite et. 55 % de kaolinite.**

**Ces sols représentent un terme de transition entre sols ferrugineux tropicaux et vertisols, leur calcimorphie pouvant être plus ou moins accentuée.**

tableau n° 5: RECAPITULATIF DES ESSAIS AGRONOMIQUES 1984

essai mil

```

*****
*      trait      *      T1      *      T2      *      T3      *      T4      *
*
* r d t kg/ha * PS   !   IC * PS   !   IC * PS   !   IC * PS   !   IC *
*****
*   grains     * 471 ! 557* 423 ! 1703* 585 ! 921* 524 ! 1364*
*****
* paille+ra+gl Y 6170 ! 7340* 6445 ! 8750* 6730 ! 8620* 7140 ! 8310*
*****
* M.S totale  * 6639 ! 7899* 6891 ! 10454* 7312 ! 9541* 7664 ! 9669*
*****

```

essai arachide

```

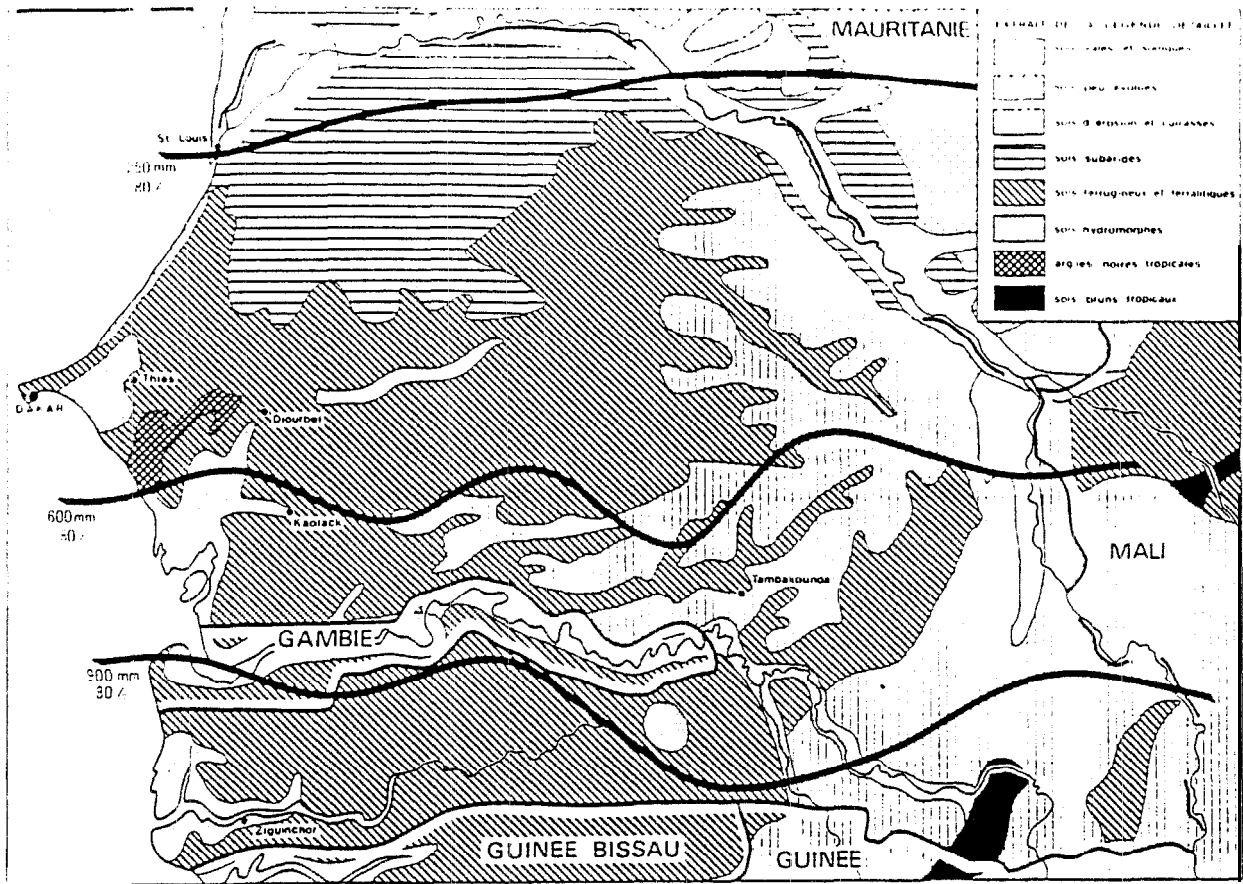
*****
*      trait      *      T1      *      T2      *      T3      *      T4      *
*
* r d t kg/ha * PS   !   IC * PS   !   IC * PS   !   IC * PS   !   IC *
*****
*   gousses   * 967 ! 1509* 1015 ! 1694* 1070 ! 1667* 1091 ! 1680*
*****
*   fanes     * 981 ! 1642* 883 ! 1347* 1246 ! 1523* 1205 ! 1681*
*****
* M.S totale  * 1948 ! 3151* 1898 ! 3041* 2316 ! 3190* 2296 ! 3361*
*****

```

PS= pluvial strict  
 IC= irrigation de complement  
 M.S=matiere seche

# SENEGAL

## Potentialité des sols



- Sols minéraux bruts et peu évolués, désertiques et subdésertiques.  
Possibilités agricoles très faibles sauf irrigation des sols subdésertiques, mais généralement coût très élevé (agriculture d'oasis).
- Sols halomorphes variés (sols salés et sodiques).  
Valeur agricole nulle sauf investissements considérables.
- Sols peu évolués d'apport.  
Utilisables en agriculture avec apport d'eau et de matière organique.  
(donc coût élevé).
- Sols d'érosion, minéraux bruts (cuirasses) et sols peu évolués.  
Pâturage extensif ; avec, quand les précipitations le permettent, cultures dans les vallées et sur les sols gravillonnaires de bord de cuirasses (2-3 à 5 % de la surface).
- Sols isohumiques = subarides.  
Possibilités culturales faibles en égard à la faiblesse des précipitations. Cultures variées possibles si irrigation et apport d'engrais.
- Sols ferrugineux et sols ferralitiques (\* sols hydromorphes dans les bas-fonds - 5-8 % de la surface environ).  
Sols épais et meubles, de richesse chimique variable.  
Facteur limitant prépondérant pour l'agriculture : la répartition des pluies. Autrement, bons rendements de cultures variées (mils, arachide, coton par ex.) si apport de phosphates et de matière organique et si protection contre l'érosion.
- Sols hydromorphes.  
Richesse chimique variée.  
Saturés d'eau de façon permanente ou saisonnière, en surface ou en profondeur ; d'où nécessité de drainage pour la mise en valeur.  
Dans ce cas, possibilités de cultures variées et potentialités intéressantes pour la riziculture.
- Vertisols (argiles noires tropicales)  
Sols riches chimiquement mais lourds et ayant besoin d'eau.  
Difficiles à travailler avec les méthodes traditionnelles.  
Bons rendements de cultures variées (mils, sorgho, coton, cultures fruitières, canne à sucre, etc...) si travail mécanique et irrigation complémentaires.
- Sols bruns tropicaux.  
Les plus riches chimiquement de la zone sahélienne ; meubles mais pas très profonds : très sensibles à l'érosion.  
Cultures variées = terres à coton par exemple.



D'apres G.HAMON (caractérisation hydrodynamique de deux sols du Sénégal)

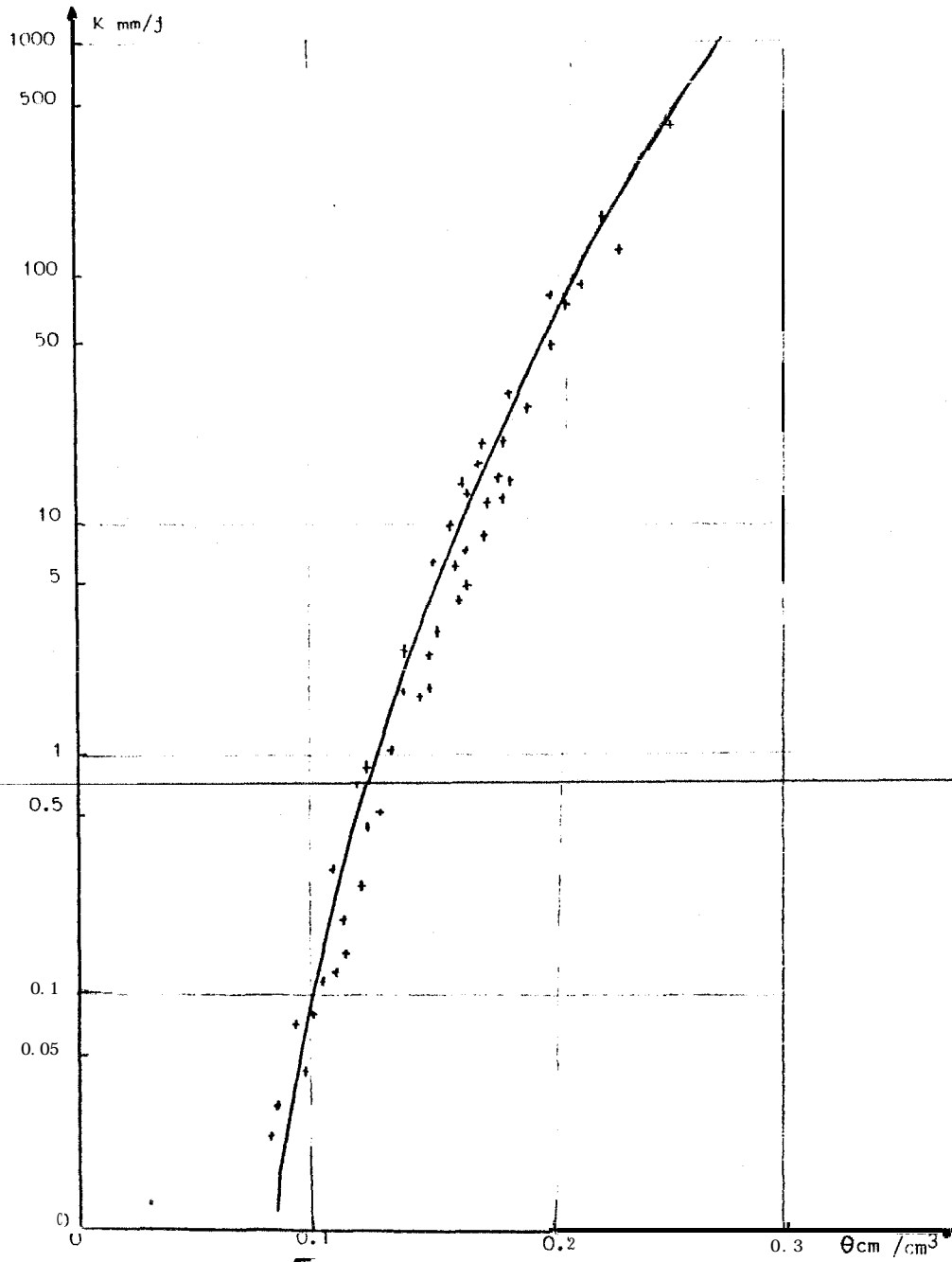


Figure no 5 : SOL DEK.RELATION CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE  
TENEUR EN EAU

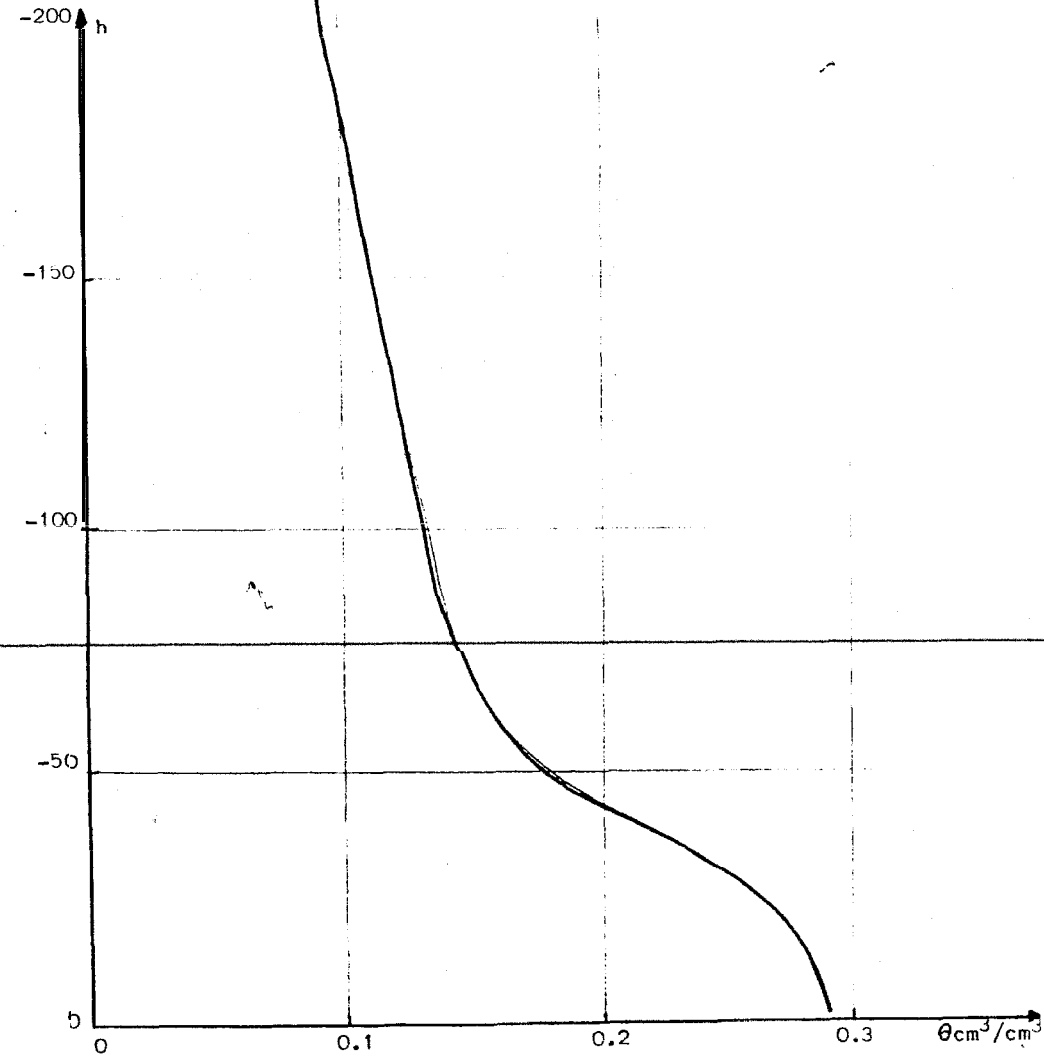


Figure no 4 : SOL DEK.RELATION SUCCION-TENEUR  
EN EAU

CARACTERISTIQUES HYDRIQUES D'UN SOL DEK

Stock hydrique au point de fletrissement permanent:

0-50 cm	12 rnm
50-100 cm	24 mm
100-150 cm	28 mm

Stock hydrique "utile" à la capacite de retention:

0-50 cm	68mm
50-100 cm	58mm
100-150 cm	49 mm

Stock hydrique "utile" apres 2 semaines de ressuyage sans évaporation:

0-50 cm	59mm
50-100 cm	42 mm
100-150 cm	42 mm

Stock hydrique "utile" apres 120 jours d'évolution en conditions naturelles

0-50 cm	22mm
50-100 cm	22 mm
100-150 cm	23 mm

D'apres G. HAMON (caracterisation hydrodynamique de deux sols du Sénégal)

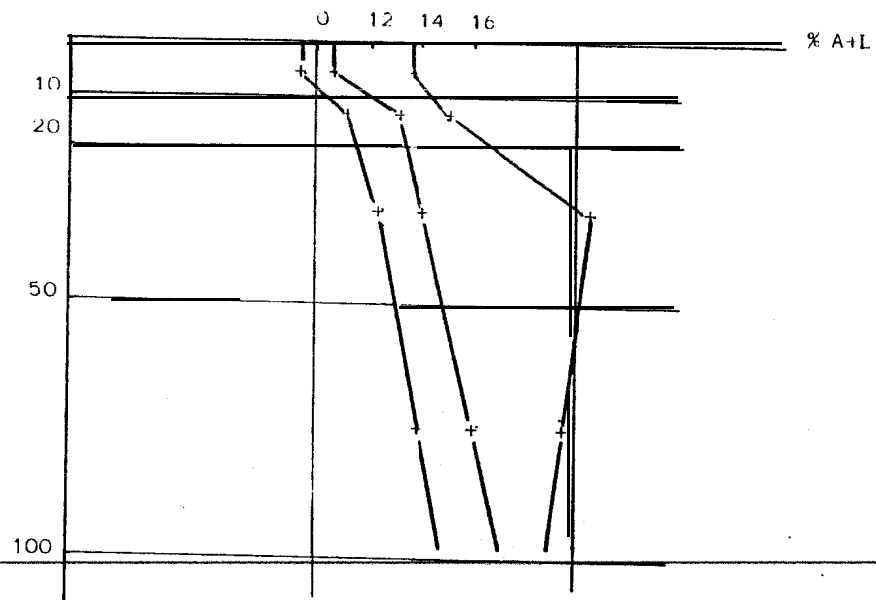


Figure no 7 : PROFILS A+L PARCELLE II  
MIL COMPOST PLUVIAL

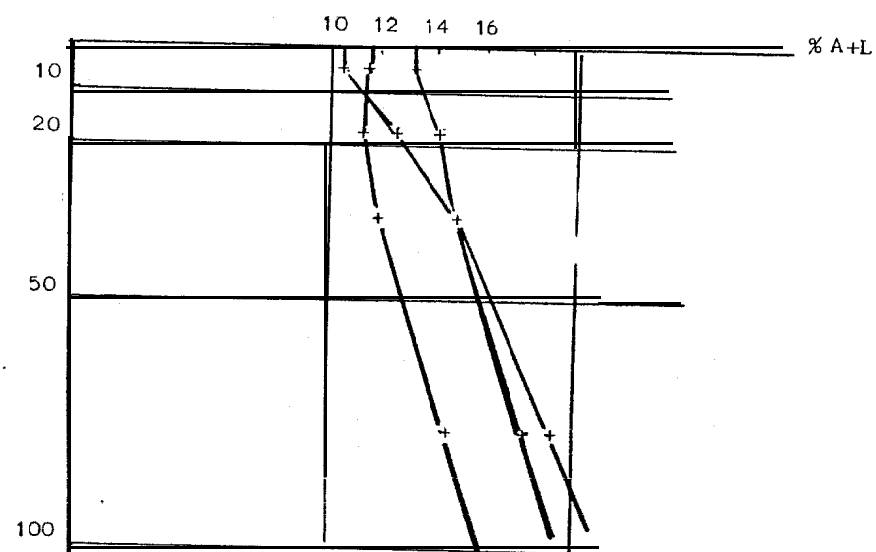


Figure no 8 : PROFILS A+L PARCELLE III  
MIL TEMOIN PLUVIAL

Tableau no 6 : MOYENNE A+L POUR CHAQUE SITE (SUR 1M DE SOL)

PARCELLE	SITE									
	A	A'	B	B'	C	C'	D	D'	E	E'
I	13.18	13.33	14.58	13.85	14.28	14.25	12.15	12.20	12.03	X
II	17.12	16.95	14.51	12.40	12.82	12.15	13.10	11.60	13.22	13.27
III	12.32	12.22	13.37	14.9	10.40	14.4	13.35	14.22	14.7	15.03

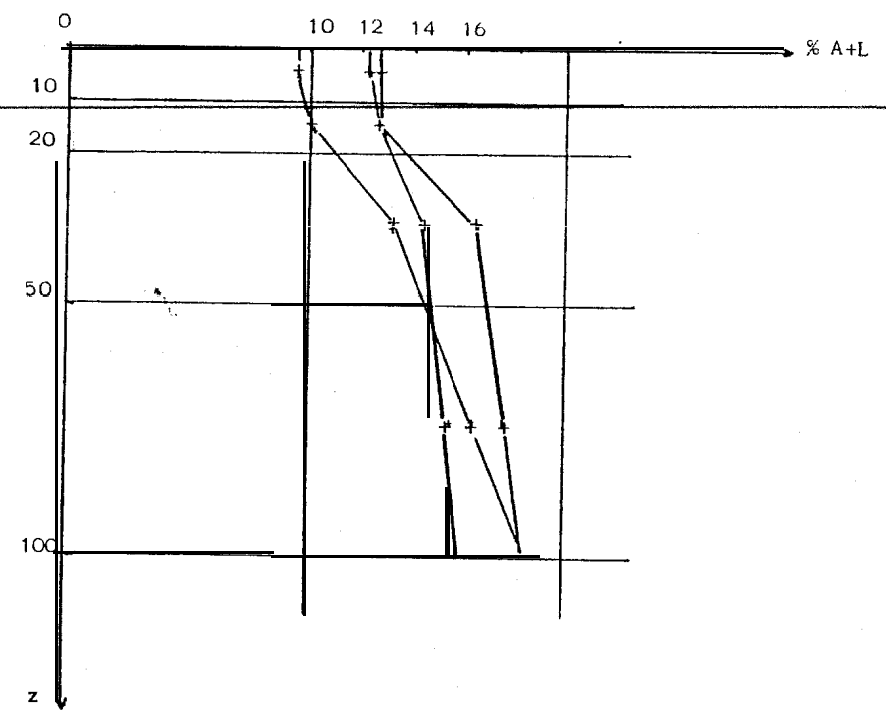


Figure no 6 : PROFILS A+L PARCELLE I  
MIL COMPOST IRRIGUE

### c) Caractéristiques hydriques et hydrodynamiques

Suivant les méthodes de mesures employées (Muntz, Porchet, case lysimétrique, etc), la valeur de la conductivité hydraulique à saturation varie dans de larges mesures : de 10 à 270 mm/h. Ces mesures effectuées sur le terrain étant toujours beaucoup plus élevées que les mesures de laboratoire.

Toutefois, ces méthodes rendent mal compte des phénomènes réellement observés sur le terrain pendant les pluies. En effet, la capacité d'infiltration varie beaucoup entre le début de l'hivernage (lorsque le sol est sec) et le milieu ou la fin de l'hivernage (lorsque le sol est déjà plus humide). C'est pourquoi il est intéressant d'avoir une idée des deux courbes : teneur en eau et pression, conductivité hydraulique ( $h(\theta)$  et  $K(\theta)$ ).

En ce qui concerne les caractéristiques hydriques, les sols DEK à la capacité de rétention présentent en moyenne un stock hydrique de 160 mm sur le 1er mètre de sol. Au point de flétrissement, ce même stock hydrique tombe aux environs de 30 à 40 mm. La réserve utile d'un sol DEK peut donc être estimée à 120 mm sur le première mètre de sol. Comparée aux autres sols présents au Sénégal (Dior 60 mm et Dière 45 mm), cette valeur est la plus élevée. Les sols DEK se comportent donc comme de bons réservoirs hydriques mais l'étude des courbes  $h(\theta)$  montrent que, en condition de stress hydrique, les plantes doivent fournir une énergie importante pour s'alimenter en eau.

### d) Implantation du dispositif expérimental

Afin de réaliser un suivi hydrique précis de la culture de mil en pluvial strict sans compost, en pluvial strict avec compost et sous irrigation de complément avec compost, il a été décidé de mettre en place 9 tubes, d'accès de sonde à neutrons (3 tubes dans chaque essai agronomique).

La longueur des tubes est de 4 m afin d'annuler le facteur drainage pour le calcul du bilan hydrique. Après difficulté d'installation, cette longueur a été ramenée à 3 m.

En ce qui concerne le choix des sites des tubes, la procédure a été la suivante :

- sur chacune des parcelles retenues (parcelle d'essai recevant 25 % de la FMV, soit 15 au total.), on a effectué 2 profils argile+limons fins sur le 1er mètre de sol, avec 4 prélèvements aux horizons : 0-10 cm/10-20 cm/20-50 cm/50-100 cm ;

- pour chaque profil, on retient une valeur moyenne de la fraction A + LF (moyenne sur les 4 horizons) et, pour chacun des 3 essais agronomiques mil compost irrigation / mil compost pluvial strict / mil pluvial strict, on réalise la moyenne des 10 sites de mesures.

A chaque essai, correspond donc une valeur moyenne A + LF.

Les 3 sites retenus parmi les 10 pour chaque essai agronomique sont alors :

- le site dont la valeur moyenne se rapproche le plus de la moyenne de l'essai agronomique auquel il appartient,
- les deux sites dont les valeurs moyennes sont les plus éloignées (valeur maximale et valeur minimale) de la moyenne de l'essai agronomique auquel ils appartiennent.

#### e) Matériel de mesure

Les mesures d'humidité sont réalisées avec une sonde à neutrons de type Troxler tous les 10 cm à partir de la cote 30 cm.

Pour les horizons 0.10 et 1.0.20, les humidités sont déterminées par la méthode gravimétrique. Les valeurs de densité apparentes sont de 1,5 et 1,55 pour les horizons 0.10 et 1.0.20 respectivement.

Compte tenu de l'homogénéité des sols de la région au niveau de la parcelle, l'étalonnage a été fait sur un seul tube de la façon suivante :

- pose d'un tube de 200 cm et mesure du profil sec à la sonde. Parallèlement, on réalise 3 profils d'humidité au voisinage immédiat du tube par méthode gravimétrique. On obtient un nuage de points sur le graphique ;

- après un apport d'eau massif (lampe d'eau de 15 cm), on mesure le profil humide à la sonde. Parallèlement, on réalise 3 profils d'humidité par la méthode gravimétrique. On reporte le 2ème nuage de points sur le graphique.

La droite d'étalonnage est obtenue par une régression linéaire au sens de moindre carré :

$$HV \% = 0.477 N/N\% - 3.81$$

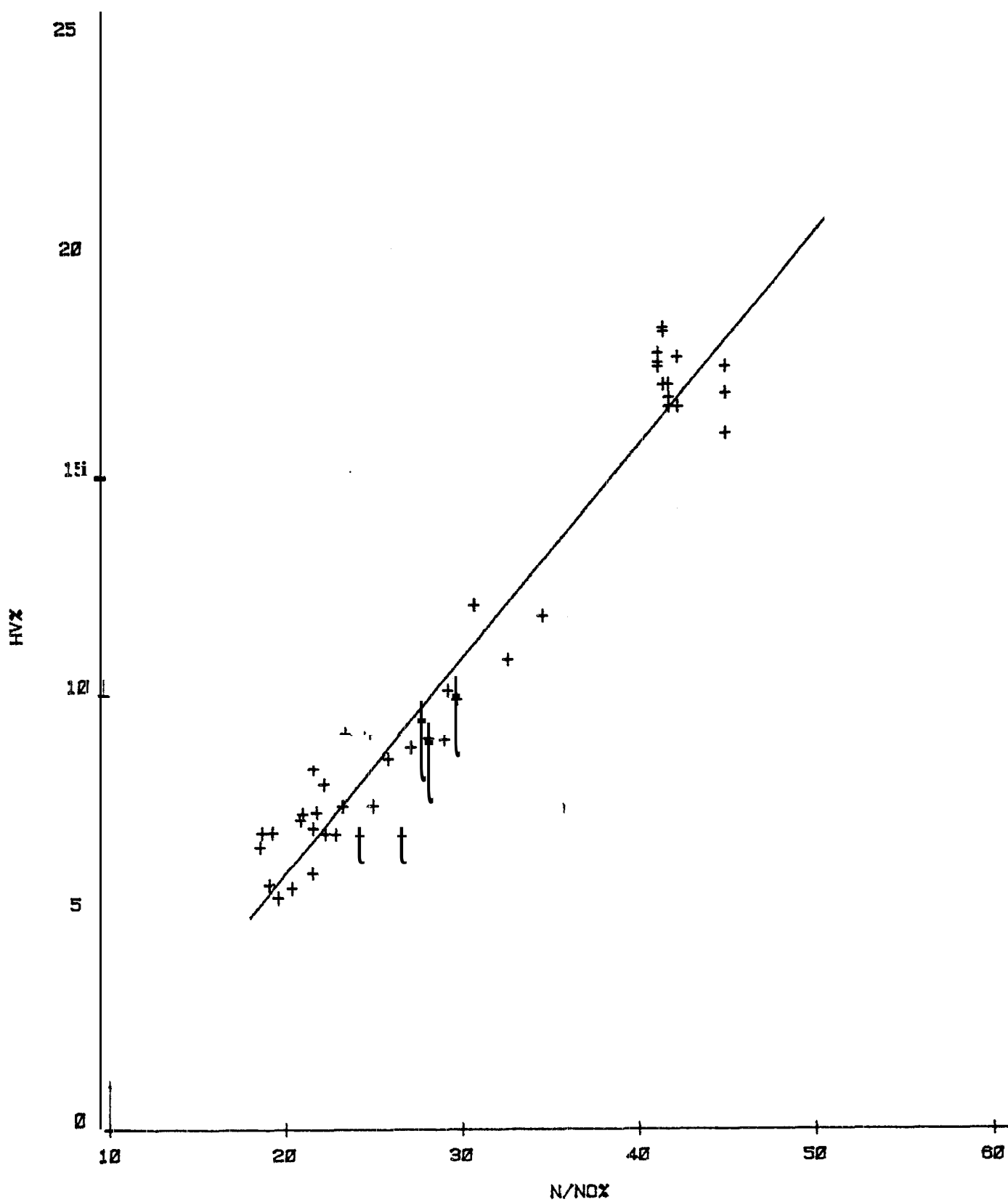
avec HV % : humidité volumique en %  
 N/N% : comptage sur comptage  $\times 100$   
 coefficient de corrélation : 0.96

REMARQUE : les valeurs de  $d_a$  ont été prises égales à 1.6 sur l'ensemble du profil.

FIGURE NO 9

## ETALONNAGE SONDE TRDXLER

$$HVX = 0.477N/NOX - 3.81$$



2) Suivi hydrique in situ d'une culture de mil

Afin de mieux suivre les consommations en eau du mil sur les différentes parcelles mil compost irrigué, mil compost pluvial, mil témoin pluvial, on se propose de réaliser d'une part un bilan hydrique hebdomadaire in situ, d'autre part d'estimer la quantité d'eau drainée BOUS la zone racinaire, c'est-à-dire la perte nette pour les plantes.

a) Rappel sur les écoulements en milieu non saturé

D'une manière générale, les Equations rendant compte des écoulements en milieu non saturé sont les suivantes :

\* Equation de continuité :

Sa formulation générale est :

$$\frac{\delta(\rho_w \theta)}{\delta t} = - \operatorname{div}(\rho_w \bar{q}) - r \quad (1) \quad \text{avec :}$$

$\rho_w$  : masse volumique de l'eau

$\bar{q}$  : densité de flux volumique

$r$  : terme source d'extraction racinaire

Si l'on suppose l'eau et le milieu incompressibles, l'équation (1) devient :

$$\frac{\delta S}{\delta t} = - \operatorname{div} \bar{q} - r \quad (2)$$

Si l'on considère enfin une tranche de sol d'épaisseur dont la variation d'humidité est  $\Delta \theta$  pendant la période et dans le cas d'un écoulement vers le bas, l'équation (2) peut être approximée à :

$$\frac{\Delta S - \Delta \theta}{\Delta t} = q_1 - q_2 \quad (3)$$

C'est-à-dire la quantité d'eau entrante moins la quantité d'eau sortante du volume de sol  $\Delta z \cdot A$  est égale à la variation du stock hydrique du volume de sol  $\Delta z \cdot A$  s'il n'y a ni source ni puits dans l'élément de volume, l'équation (3) peut encore s'écrire :

$$q_2 - q_1 = - \frac{\Delta z \cdot \Delta \theta}{\Delta t}$$

En général,  $\Delta S = \Delta z \cdot \Delta \theta$  : variation de stock hydrique de la tranche de sol  $\Delta z$  pendant le temps

$$\text{Soit } q_2 - q_1 = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (4)$$

### \* Equation dynamique

En faisant l'hypothèse que le milieu est homogène et isotope, que la phase air du sol est à la pression atmosphérique et que la phase eau n'est pas soumise à des gradients chimiques ou thermiques, les quantités d'eau s'écoulant sous l'effet d'une différence de charge entre deux points peuvent être obtenus par la loi de Darcy généralisée :

$$q = - K(\theta) \frac{dH}{dz} \quad (5) \quad \text{avec :}$$

$q$  : flux de densité d'écoulement

$K(\theta)$  : conductivité hydraulique (fonction de l'humidité volumique du sol)

$\frac{dH}{dz}$  : gradient de charge hydraulique

### b) Drainage sous la zone racinaire

D'après les équations (4) et (5), les flux de drainage ou la lame d'eau percolée à travers un plan à la cote  $z_i$  peuvent être obtenus de 2 façons :

-- par l'équation de Darcy généralisée :

$$q = - K(\theta) \frac{dH}{dz}$$

Connaissant le gradient de charge hydraulique (mesuré à l'aide de tensiomètres) à la profondeur  $z_i$  et la conductivité hydraulique à l'humidité  $\theta$ , on obtient directement la valeur du flux à la cote  $z_i$ .

- Par l'équation de continuité

$$q_2 - q_1 = - \frac{\Delta z \cdot \Delta \theta}{\Delta t}$$

Si l'on considère une épaisseur de sol située sous la zone de puisage des racines (élimination de terme puits ou source) et si l'on connaît la valeur exacte du flux sortant, il est possible de calculer le flux entrant dans la tranche de sol  $\Delta z$  (dans le cas d'un écoulement vers le bas) pendant l'intervalle de temps  $\Delta t$  :

$$q_1 = \frac{\Delta z \cdot \Delta \theta}{\Delta t} + q_2$$



En pratique, et en l'absence d'un dispositif de mesure de charge hydraulique (tensiornètres), on utilise l'équation de continuité en supposant que le flux sortant (cote maxi de mesure) est nul compte tenu de l'état sec des profils en début de campagne. On obtient le flux de drainage sous les racines par simple calcul de la variation de stock hydrique de l'élément de sol compris entre la cote  $z_i$  (profondeur maxi de puisage des racines) et la cote  $z_p$  (profondeur maxi des mesures d'humidités).

En fait, lors de l'hivernage 1985, par absence d'apports d'eau massifs par précipitations ou irrigation, le front d'humectation n'est jamais descendu au-delà d'un mètre sur l'ensemble des profils mesurés. Les valeurs d'humidités volumiques n'ont jamais dépassé  $0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  à la cote 150 cm, profondeur maximum de puisage des racines pour le mil. Or, d'après la courbe conductivité teneur en eau pour un sol DEK, la conductivité hydraulique pour une humidité de  $0,1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  est de  $0,08 \text{ mm/j}$ . Les flux maximum dans le cas d'un gradient de charge hydraulique égal à 1 sont donc de :  $0,08 \text{ mm/j}$ , soit :  $0,56 \text{ mm}$  pour 7 jours. Valeur négligeable par rapport aux valeurs d'évapotranspiration mesurées sur des périodes de 7 jours (valeur variant de 1 à  $60 \text{ mm/7 jours}$ ).

Pour l'ensemble de la campagne, le drainage sous la zone racinaire peut donc être considéré comme nul.

## c) Bilan hydrique

### c.1. Principe

L'objectif du bilan hydrique est de calculer à partir de paramètres mesurés (pluviométrie, réserve utile, stock d'eau du sol) l'évapotranspiration réelle de la culture étudiée.

L'équation générale du bilan pendant une période  $(t_1, t_2)$  est :

$$\Delta S_{t_2}^{t_1} = P(i) + I(i) - DR(i) - RU(i) + RC(i) - ETR(i) \quad (1)$$

avec :

$ETR(i)$  : évapotranspiration réelle de la culture pendant la période  $(t_1-t_2)$

$P(i)$  : pluviométrie pendant la période  $(t_1-t_2)$

$I(i)$  : irrigation pendant la période  $(t_1-t_2)$

$DR(i)$  : drainage pendant la période  $(t_1-t_2)$

$RU(i)$  : ruissellement pendant la période  $(t_1-t_2)$

$RC(i)$  : remontées capillaires pendant la période  $(t_1-t_2)$

$\Delta S_{t_2}^{t_1}$  : variation du stock hydrique du sol pendant la période  $(t_1-t_2)$

Certains termes du bilan ne peuvent être approchés par la mesure. Il est donc nécessaire de faire quelques hypothèses simplificatrices :

- compte tenu des propriétés pédologiques (sols à dominante sableuse) et topographiques (pas de pente marquée) des parcelles étudiées!, le terme ruissellement peut être considéré comme nul,
- le terme remontée capillaire sera négligé,
- enfin, comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, le terme drainage peut être considéré comme nul pendant toute la campagne de mesures à la cote 150 cm, profondeur maximale de puisage par les racines.

Suite à ces hypothèses simplificatrices, l'équation du bilan devient :

$$\boxed{S = P + I - ETR} \quad (2)$$

La pluviométrie et les doses d'irrigation sont parfaitement connues : mesure à l'aide de pluviomètres.

Les variations de stock hydrique de la tranche de sol 0-150 cm sont obtenues à partir des mesures d'humidité volumique effectuées à la sonde à neutrons.

Disposant des humidités volumiques  $\theta_i$  aux différentes cotes  $z_i$  (pas de 10 cm), le stock d'eau contenu dans la tranche de sol 0-150 cm est alors au temps  $t_j$  :

$$S_{tj} = \theta_{10} + \theta_{20} + 1,5 \theta_{30} + \theta_{40} + \dots + \theta_i \dots + 0,5 \theta_{150}$$

La variation du stock hydrique contenu dans la tranche de sol 0-150 m entre le temps  $t_1$  et le temps  $t_2$  est alors :

$$\boxed{S_{t_2}^t = S_{t_2} - S_{t_1}} \quad (3)$$

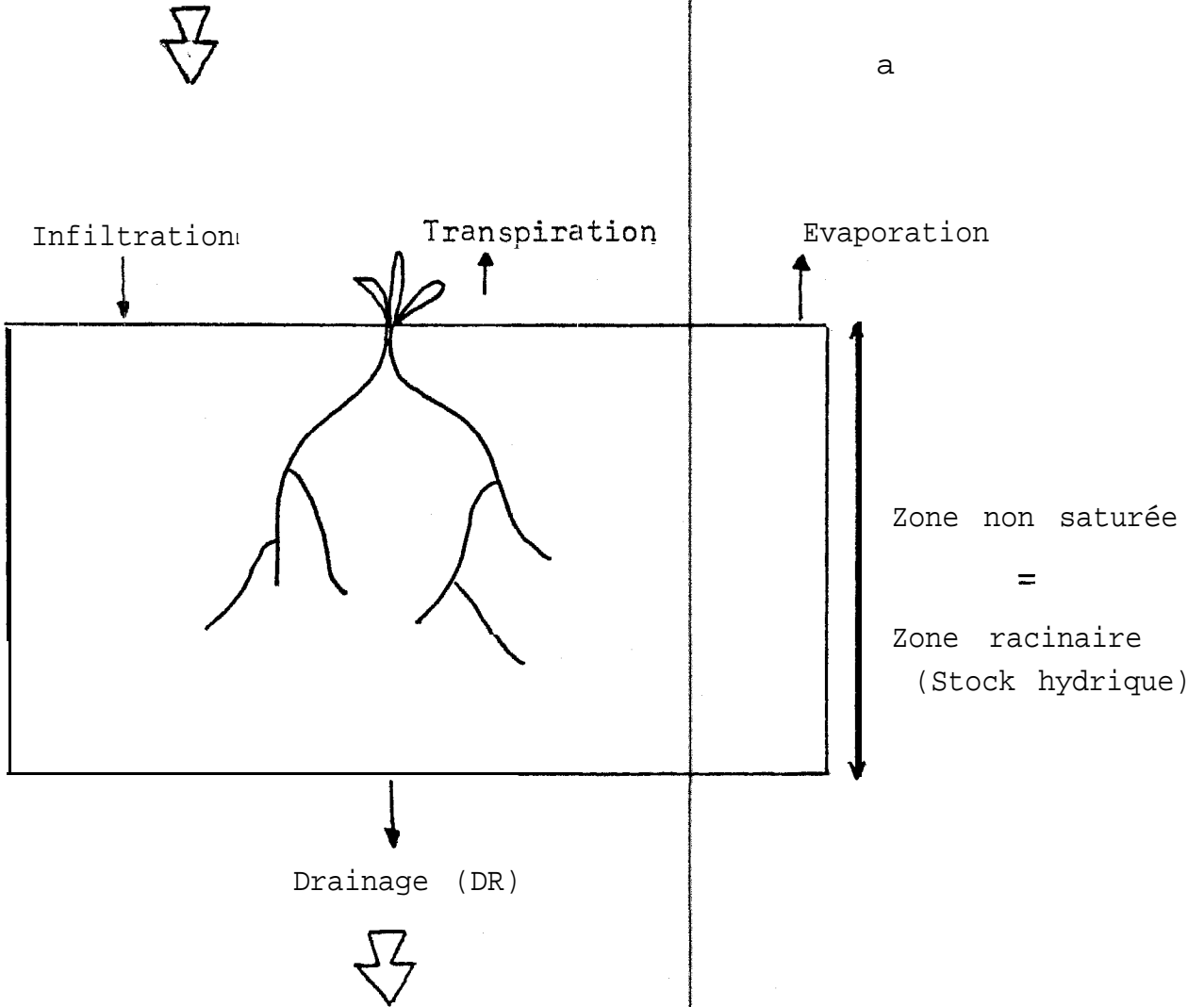
On a alors :

$$\boxed{ETR = P + I - \frac{S_{t_2}^t}{t_2 - t_1}} \quad (4)$$

Figure no 10 : BILAN HYDRIQUE

PLUIE + IRRIGATION (P+I)

EVAPOTRANSPIRATION (ETR)



RECHARGE DES NAPPES

$$ETR + DR - (P + I) - S = 0$$

tableau no 7: BILAN HYDRIQUE IN SITU

! MESURE !	MIL COMPOST IRRIGUE !	MIL COMPOST PLUVIAL !	MIL TEMOIN PLUVIAL !
1 !	0 !	0 !	0 !
2 !	3.7+-0.5 mm/j !	3.4+-0.8 mm/j !	3.9+-0.1 mm/j !
3 !	4.2+-0.2 mm/j !	2.9+-0.2 mm/j !	3.7+-1.0 mm/j !
4 !	1.2+-0.5 mm/j !	1.3+-0.4 mm/j !	1.4+-0.2 mm/j !
5 !	4.7+-0.4 mm/j !	5.4+-0.9 mm/j !	5.0+-0.5 mm/j !
6 !	6.8+-0.5 mm/j !	6.4+-1.2 mm/j !	6.0+-1.0 mm/j !
7 !	7.9+-0.5 mm/j !	8.1+-0.4 mm/j !	7.7+-0.8 mm/j !
8 !	5.0+-0.7 mm/j !	4.2+-0.6 mm/j !	4.0+-0.6 mm/j !
9 !	4.0+-0.3 mm/j !	3.3+-0.3 mm/j !	3.6-C-0.5 mm/j !
10 !	4.7+-0.9 mm/j !	4.7+-0.4 mm/j !	4.6+-0.6 mm/j !
11 !	4.3+-0.7 mm/j !	4.0+-0.3 mm/j !	3.6+-0.1 mm/j !
12 !	3.14-0.9 mm/j !	0.9+-0.5 mm/j !	0.8+-0.7 mm/j !
13 !	1.9+-0.7 mm/j !	1-94-0.5 mm/j !	1.1+-1.2 mm/j !
TOTAL !	388.8 mm !	347.1 mm !	342.9 mm !

## C.2. Résultats

L'ensemble des résultats (profils hydriques, bilan et calcul d'ETR) sont reportés en annexe 3. On trouvera au tableau n° 7 les différents bilans regroupés par parcelle d'essai.

Suite à des attaques par des animaux et des problèmes de mise en place des tubes, deux sites de mesures ont dû être éliminés (écoulements préférentiels) sur les parcelles mil témoin et mil compost pluvial respectivement.

L'analyse des profils hydriques conduit aux remarques suivantes :

- Les premières mesures effectuées sur les différents sites montrent que, en début d'hivernage, le sol présente de faibles humidités volumiques en surface (5 à 8 %). On retrouve une certaine quantité d'eau à partir de 2 m environ, avec une grande variabilité selon les sites. Les humidités volumiques mesurées en fond de tube (cote 3 m) peuvent atteindre des valeurs importantes : de l'ordre de 20 %. Enfin on n'observe aucun report de réserve hydrique de 1' année précédente même sur la parcelle irriguée.

- le front d'humectation n'a jamais dépassé 80 cm sur l'ensemble des 7 sites de mesures retenus, à l'exception du profil 2 sous irrigation de complément (1 m). La profondeur supposée de puisage des racines n'a donc pu être supérieure à 80 cm sur l'ensemble des 3 parcelles. D'autre part, l'analyse chronologique des différentes mesures met en évidence l'évolution suivante :

- le sol a subi une phase d'humectation du début de l'hivernage jusqu'au 30 août (mesure 4 sur les profils) en relation avec une forte pluviométrie relevée jusqu'à fin août ;
- à partir de début septembre, le sol entre dans une phase de dessèchement jusqu'en fin d'hivernage. Aux dernières mesures effectuées le 10 octobre on atteint le profil sec sur les parcelles en conditions pluviales (mesure n° 7 sur les profils).

D'une manière générale, la bonne répartition des pluies dans le temps a conduit à une bonne alimentation hydrique des plantes. Celles-ci ne se sont pas enracinées profondément (80 cm) mais ont consommé les petites pluies humectant seulement les horizons supérieurs du sol.

L'analyse des résultats du bilan in situ montre que :

- En conditions pluviales, le mil a très bien utilisé les ressources pluviométriques : évapotranspiration réelle totale mesurée de 345 mm (moyenne sur les 4 profils en conditions pluviales) pour une pluviométrie totale de 395 mm et de ,355 mm du semis à la récolte. On observe de très fortes consommations en eau (7 à 8 mm/j) pendant la phase critique floraison-épiaison, signe d'une très bonne alimentation hydrique. La courbe des consommations en eau suit très bien les événements précipitations : léger déficit fin juillet - début août, très forte augmentation fin août, puis chute en septembre et début octobre.

- En conditions irriguées, les différences de consommations avec les parcelles pluviales se situent essentiellement en fin de cycle (apport de 26 mm du 26 au 30 septembre). Les consommations totales mesurées atteignent 388,8 mm (moyenne sur 3 profils) pour une offre en eau totale (pluie + irrigation) de 446 mm et. de 398 mm du semis à la récolte.

### C. EFFET COMPOST - REPOSE A L'IRRIGATION DE COMPLEMENT

Afin de mieux cerner l'effet dû au compost en matière d'économie de fumure minérale et à l'irrigation d'appoint, on a procédé lors de la campagne sur l'ensemble des essais à des mesures de croissance (hauteur des plants à différentes dates) et tallage (nombre de talles). Parallèlement, on étudiera les différents rendements (grains, paille, total) sur les différentes parcelles et les différents traitements.

#### 1. Mesure de croissance - tallage

Les mesures de croissance ont été réalisées toutes les semaines du 29 juillet au 2 septembre. Ces mesures de fin de cycle n'ont pu être effectuées suite à des problèmes d'ordre technique.

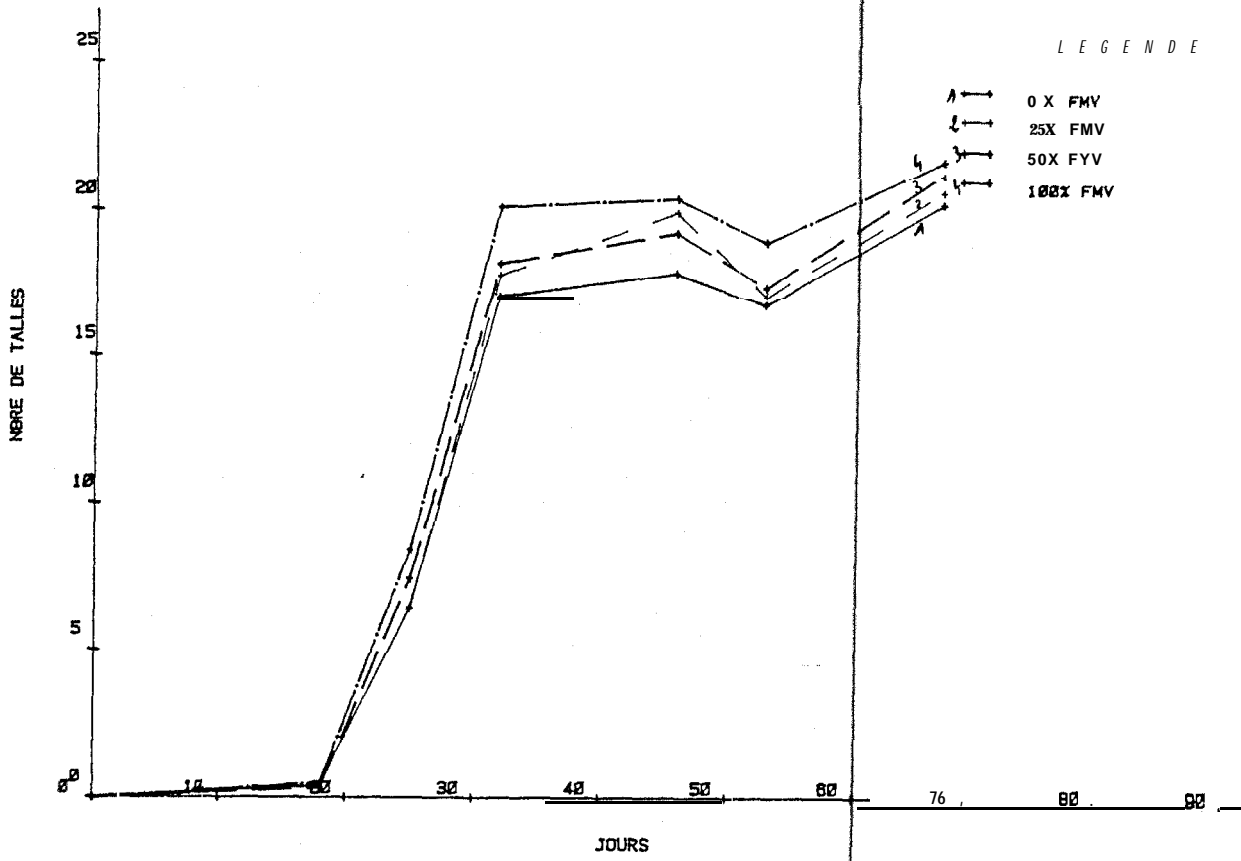
Parallèlement, on a procédé à un comptage du nombre de talles par poquet aux mêmes dates jusqu'au 16 septembre.

L'ensemble des valeurs est reporté en annexe 4 ainsi que sur les figures 11 à 15.

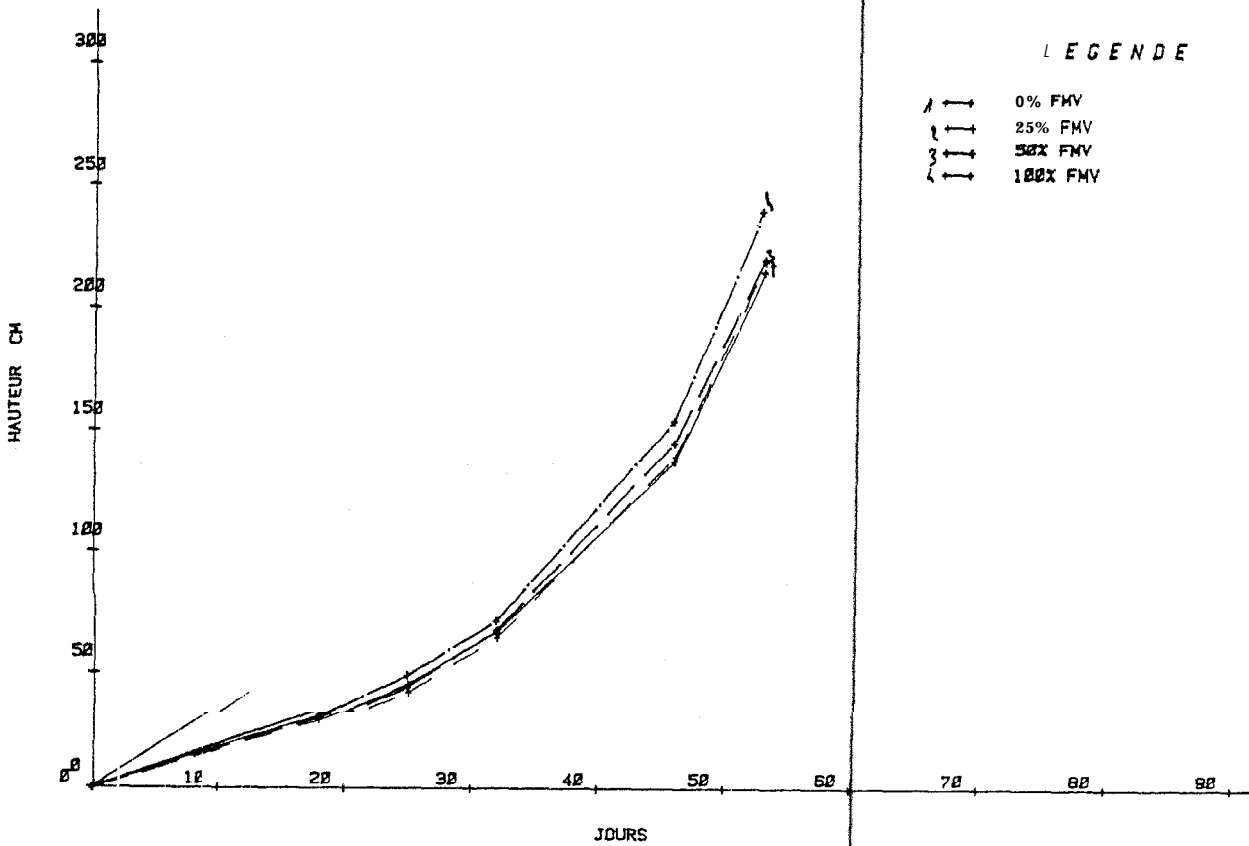
L'interprétation des résultats s'est faite en deux temps :

- Interprétation par parcelle (bloc de Fischer) : on détermine ainsi l'effet traitement sur croissance et tallage. L'analyse de variance montre la hiérarchie suivante selon les différentes parcelles :

MIL COMPOST IRRIGUE  
TALLAGE

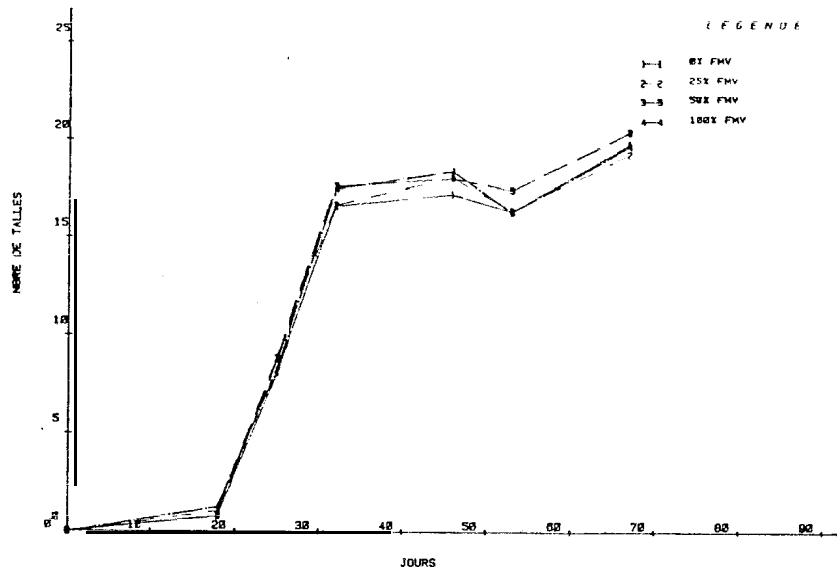


MIL COMPOST IRRIGUE  
CROISSANCE



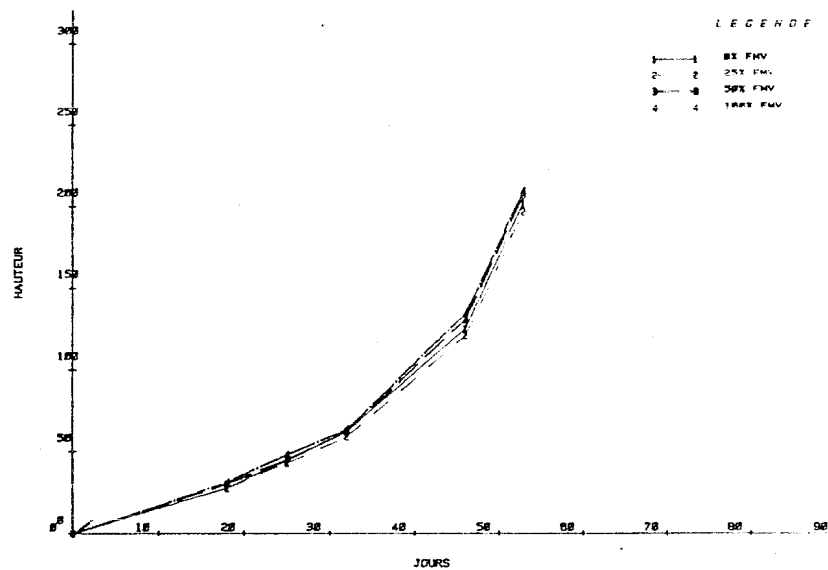
MIL COMPOST PLUVIAL

TALLAGE



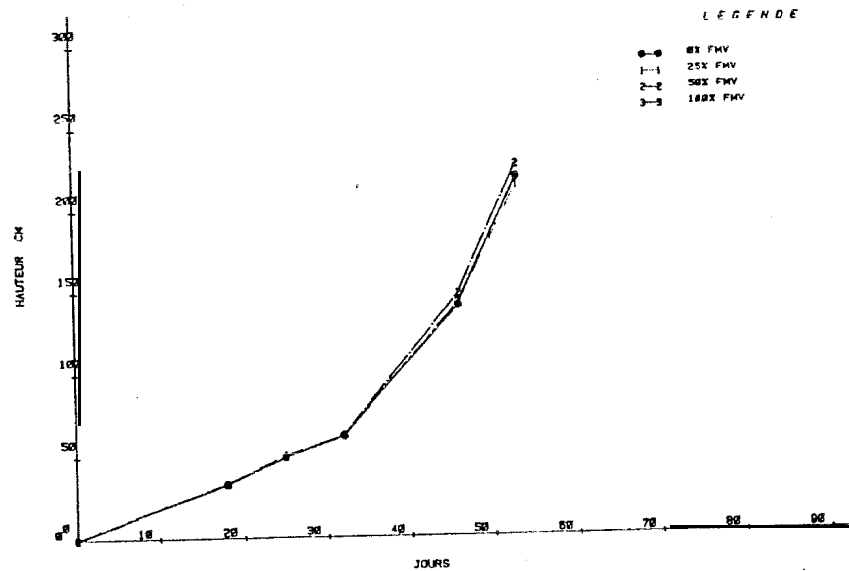
MIL TEMOIN

CROISSANCE



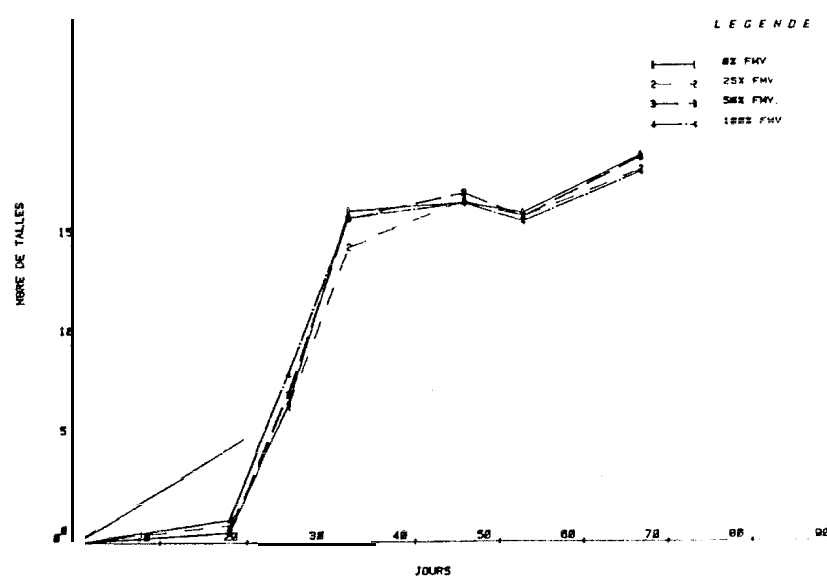
MIL COMPOST PLUVIAL

CROISSANCE



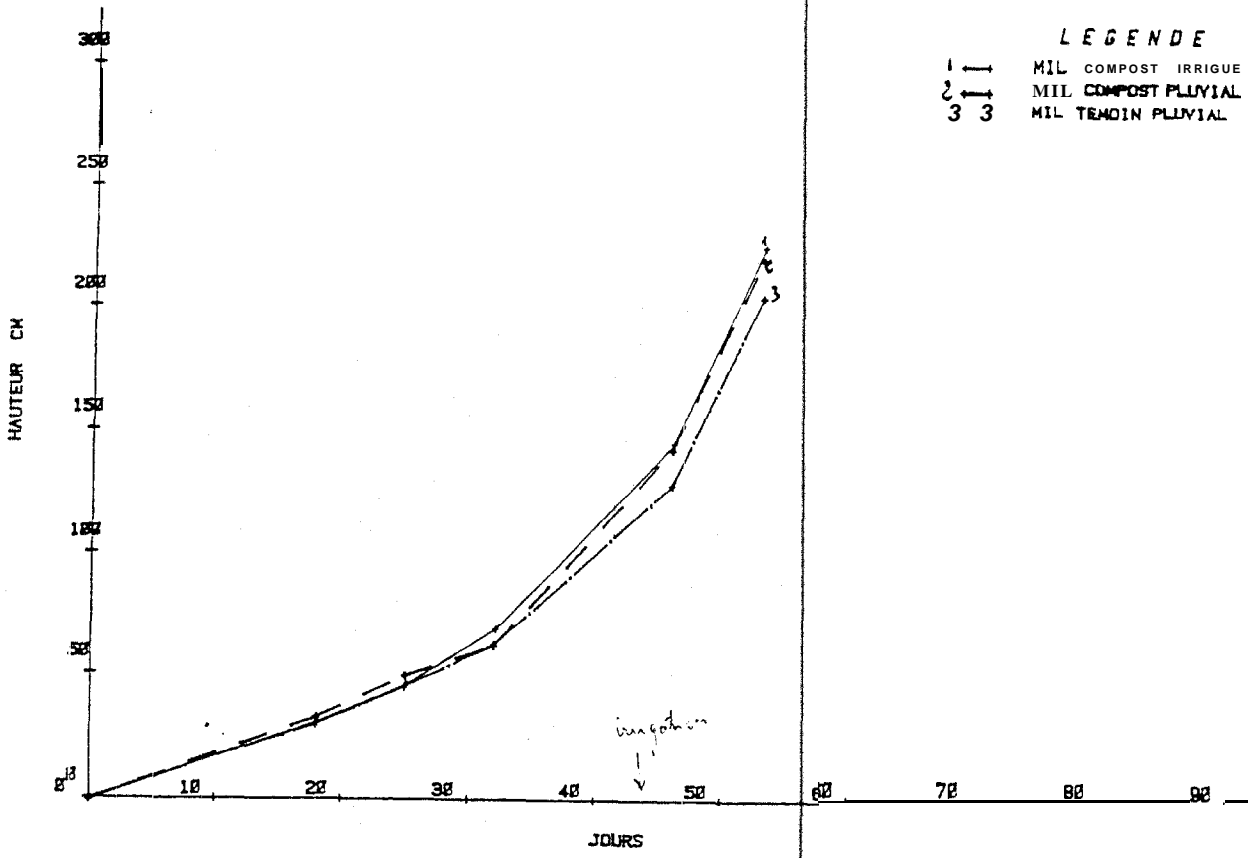
MIL TEMOIN

TALLAGE





MESURES DE CROISSANCE



MIL SOUNA3/ESSAI COMPOST IRRIGATION DE COMPLEMENT

NOMBRE DE TALLES

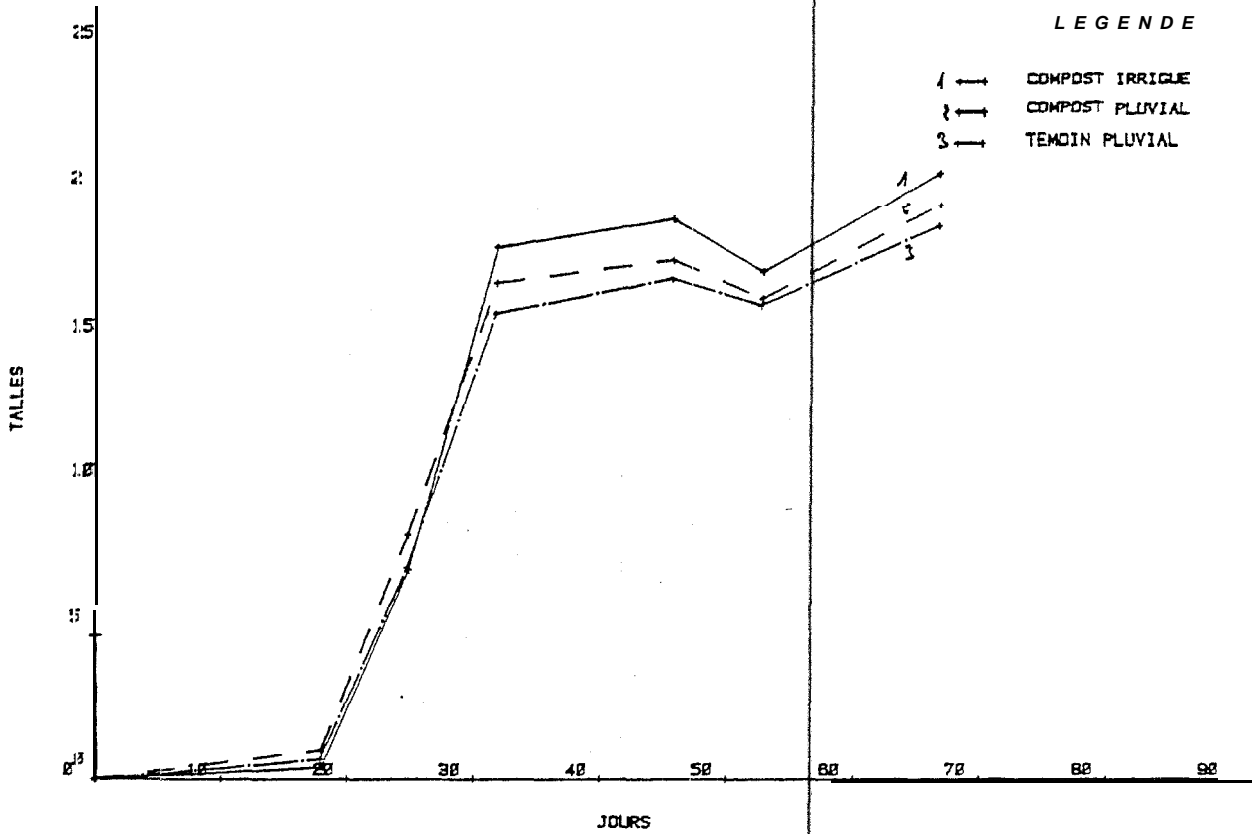


FIGURE NO 1 3

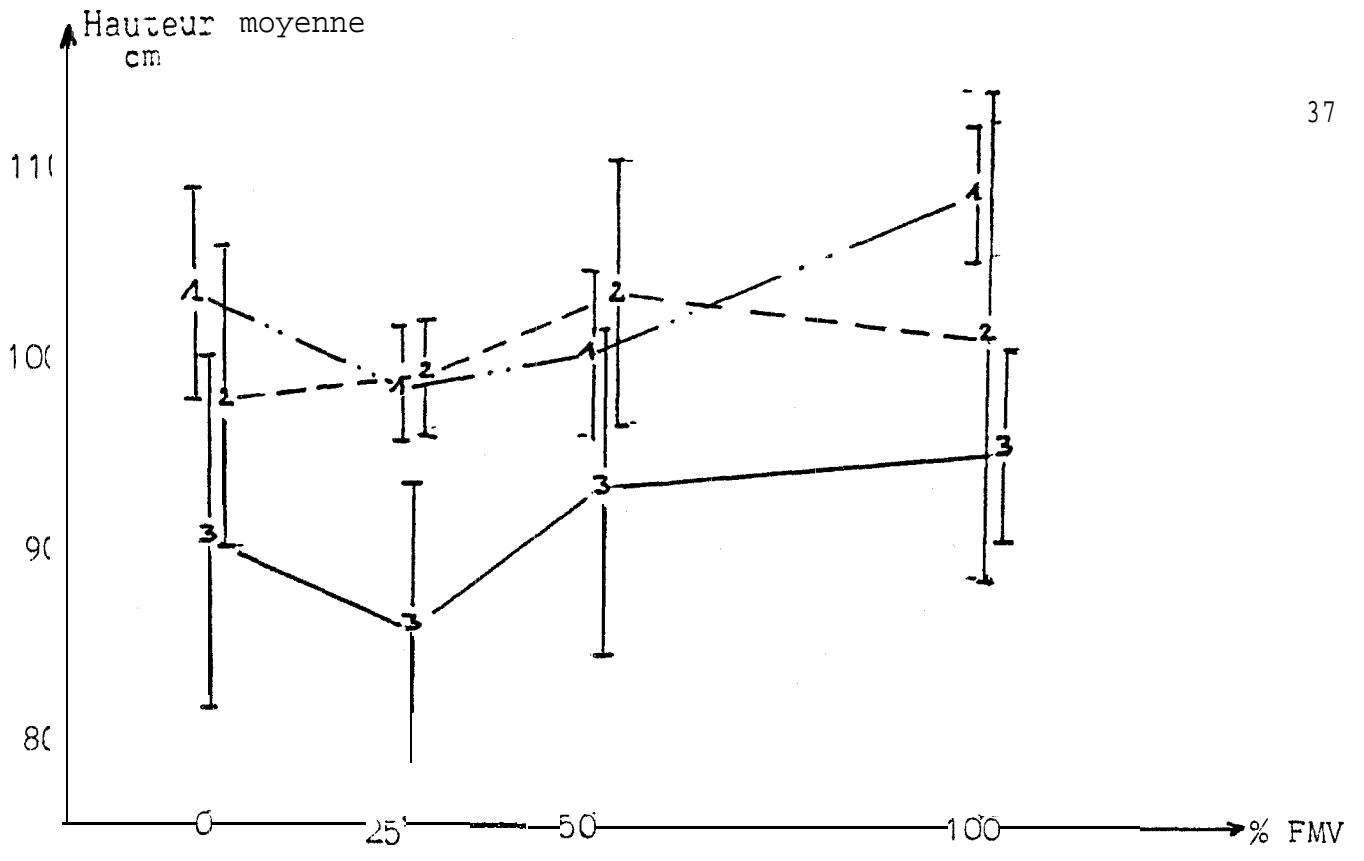


Figure no 14 : COURBE DE REPONSE CROISSANCE

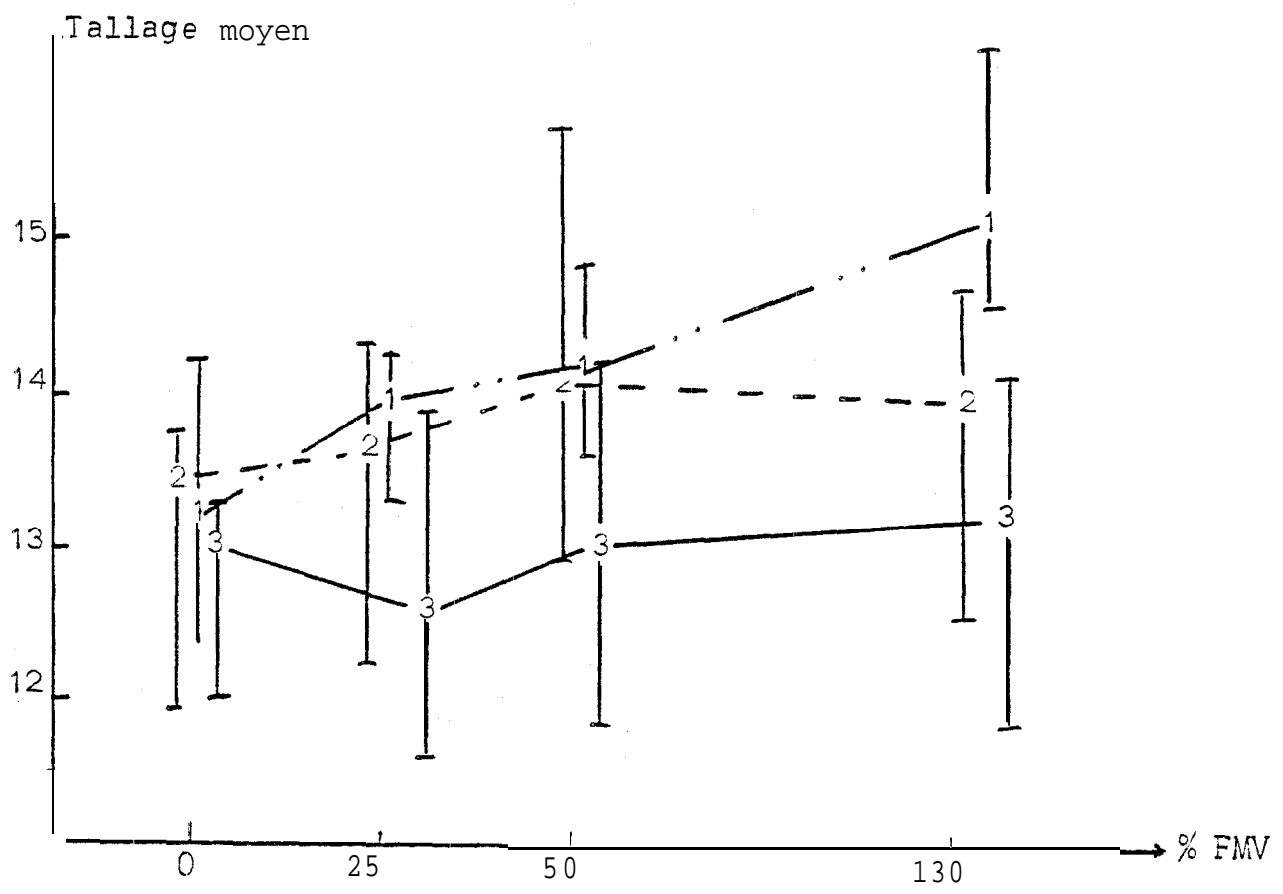


Figure no 15 ; COURBE DE REPONSE TALLAGE

- . parcelle 1 : compost et irrigation de complément ; démarquage du traitement 4 (100 % FMV par rapport aux 3 autres) sur croissance et tallage ;
- . parcelle 2 : aucun effet significatif des différents traitements tant sur tallage que sur la croissance ;
- . parcelle 3 : témoin ; démarquage peu significatif (croissance) des traitements 3 et 4 par rapport aux traitements 1 et 2.

- Interprétation par traitement compost et irrigation. On se limite ici à une analyse graphique des résultats (p36 et 37) le dispositif expérimental ne permettant pas une analyse statistique (analyse de variance). D'autre part, il faut noter que la parcelle témoin présente un précédent production, celle-ci n'étant pas en place en 1984 (100 % FMV sur l'ensemble de la parcelle).

La figure 13 met en évidence un effet compost sur le facteur croissance. L'irrigation n'a ici que peu ou pas d'action ; celle-ci intervenant en fin de croissance (1er apport entre le 45ème et le 50ème jour de végétation et pour un total de 51 mm).

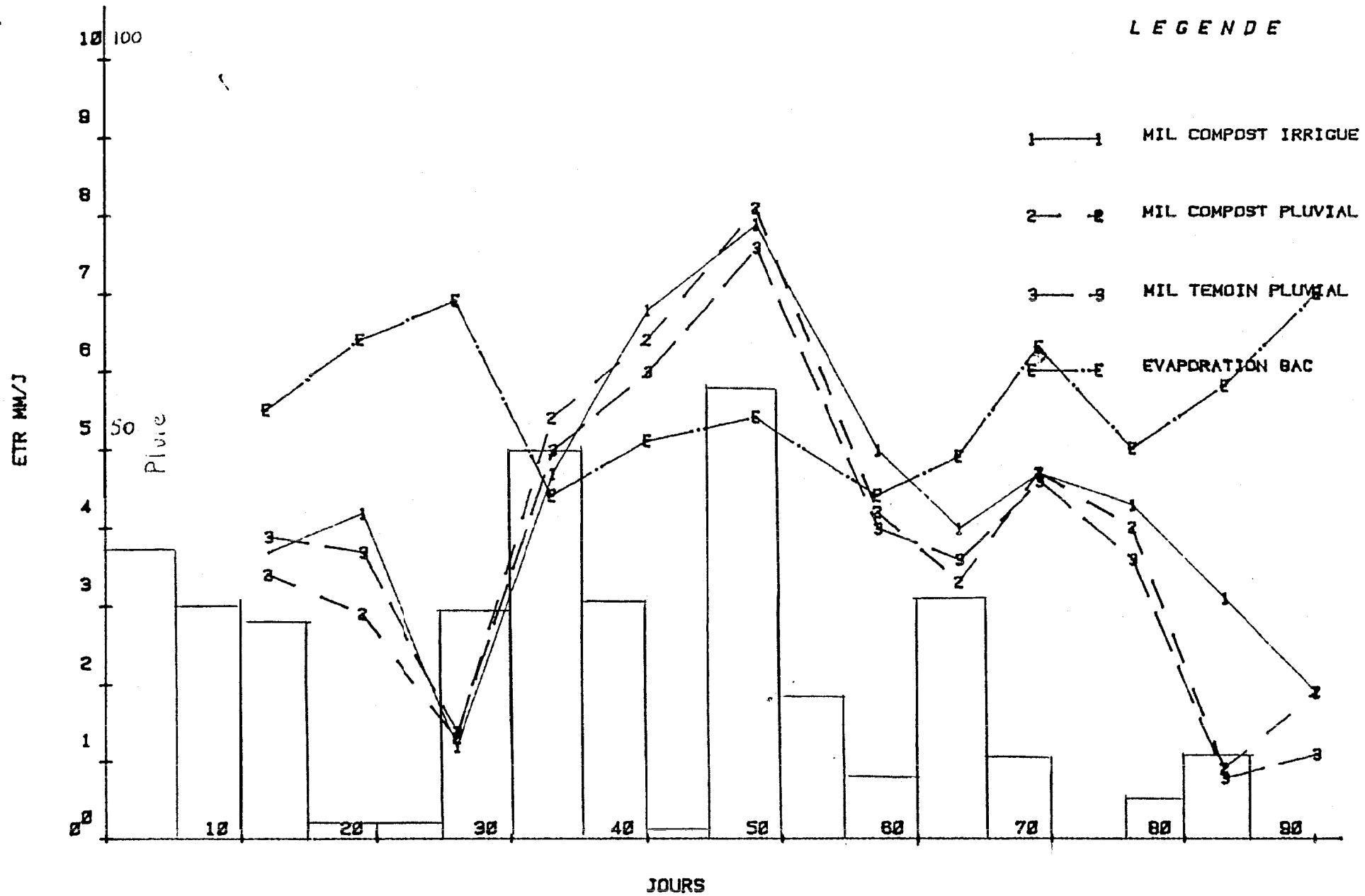
La figure 13 conduit aux remarques suivantes :

- On décerne entre les courbes 1+2 et 3 un effet dû au compost ;
- le décalage entre les courbes 1 et 2 au 30ème jour de végétation peut être dû à :
  - . un effet irrigation, mais celle-ci n'intervient qu'au 45ème jour du cycle cultural,
  - . un effet report de réserve du précédent cycle cultural sur la parcelle irriguée ; l'analyse des profils hydriques en début de campagne met en évidence que ce report est proche de 0 (état sec des profils sur le 1er mètre de sol) ;
  - . un effet hétérogénéité de terrain, la parcelle mil compost pluvial étant située en bordure de terrain.

En ce qui concerne l'effet compost pour chaque traitement (figures 14 et 15), l'interprétation des résultats est difficile, la parcelle témoin étant en 1984 en culture de production avec une fumure maximale.

On peut toutefois noter que l'on a un effet compost sur l'ensemble des traitements, les courbes compost et non compost (2 et 3) présentant un écart constant avec toutefois une réponse similaire au traitement 4.

FIGURE No 17 BILAN HYDRIQUE IN SITU  
MIL SOUNA 3



On note un effet dépressif du traitement 2 essentiellement sur la parcelle mil témoin pluvial.

L'effet irrigation est peu significatif (faibles apports d'eau sur l'ensemble de la campagne et situés en fin de cycle cultural) à l'exception du traitement 4 sur la parcelle 1 (mil compost irrigué) qui se démarque des 2 autres.

## 2. Consommation en eau

Les mesures ont été réalisées uniquement sur le traitement 2. D'après la figure 17, l'effet compost sur les consommations en eau apparaît en milieu de cycle du 40ème au 60ème jour. Il faut toutefois minimiser les interprétations possibles. En effet, l'analyse détaillée de consommation par site de mesure (annexe 3) montre que les différences entre les parcelles II et III (mil compost pluvial, mil témoin pluvial) ne sont pas évidentes.

A l'issue de 2 années d'apport de compost, l'effet dû à la matière organique sur la rétention en eau du sol est très faiblement marqué.

L'effet irrigation de complément intervient, comme nous l'avons vu précédemment, surtout en fin de cycle entre le 75ème et le 85ème jour de végétation.

On note par ailleurs sur la figure 17 un léger décrochage de la courbe 1 (mil compost irrigué) par rapport aux deux autres (conditions pluviales) après l'irrigation apportée fin août au 45ème jour de végétation.

Comme précédemment, il est nécessaire de minimiser des conclusions trop rapides avec une analyse précise des consommations par site de mesure.

## 3. Rendements

Les données numériques de rendement sont les valeurs brutes sans correction de la matière sèche, celle-ci n'ayant pu être réalisées dans les temps voulus.

Les résultats sont suivis sur les deux cultures d'essais : mil et arachide. La méthode d'analyse est analogue à la précédente.

Concernant le mil, l'analyse des résultats par parcelle montre que (détail en annexe 4) :

Tableau no 8: ESSAIS AGRONOMIQUES - MIL

TRAITEMENT	GRAINS kg/ha			PAILLE kg/ha			EPIS /ha		
	ICC	PSC	TPS	ICC	PSC	TPS	ICC	PSC	TPS
T 1	2109	2315	1920	9088	8249	7202	77846	6.5775	55830
T 2	2548	2617	1958	9636	9088	7579	86077	69959	62483
T 3	2404	2438	1876	9396	9191	7785	76475	71262	59328
T 4	2469	2754	2130	10357	9765	7785	81962	77503	61248

Tableau no 9: ESSAIS AGRONOMIQUES - ARACHIDE

TRAITEMENT	GOUSSE kg/ha			FANES kg/ha			PIEDS /ha		
	ICC	PSC	TPS	ICC	PSC	TPS	ICC	PSC	TPS
T 1	2524	1941	1d22	3076	2853	2555	135117	128944	123457
T 2	2270	1746	1674	2791	2891	2335	132716	129630	128601
T 3	2537	2003	1663	3141	3042	2318	135802	127572	130658
T 4	2349	2078	1859	2788	2984	2599	126886	131687	127915

ICC : irrigation de complément et compost

PSC : pluvial strict et compost

TPS : témoin et pluvial strict

valeurs brutes sans correction matière sèche.

## RESULTAS TOUS TRAITEMENTS CONFONDUS

## MIL

	! mil compost <i>irrigué</i> !	! mil compost pluvial !	! mil témoin pluvial !
! GRAINS !	2383	2538	1972
! PAILLE !	9636	9019	7579
! PIEDS !	81962	70988	59842

## ARACHIDE

	! ara compost irrigué !	! ara compost pluvial !	! ara témoin pluvial !
! GOUSSE !	2421	1941	1704
! FANES !	2990	2942	2459
! PIEDS !	132716	129630	127572

Rendements en kg/ha et nombre de pied/ha.

valeurs brutes sans correction matière sèche.

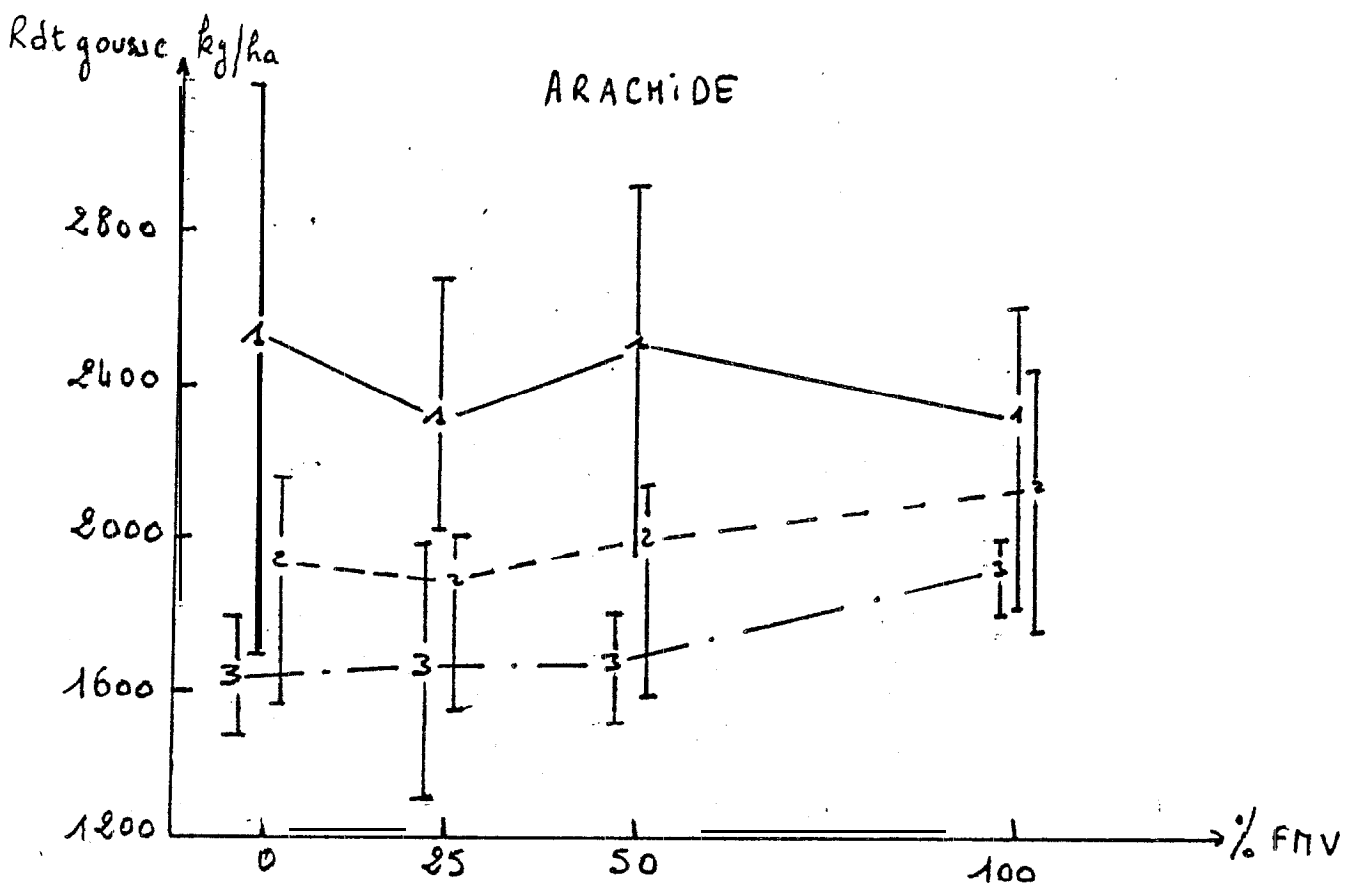
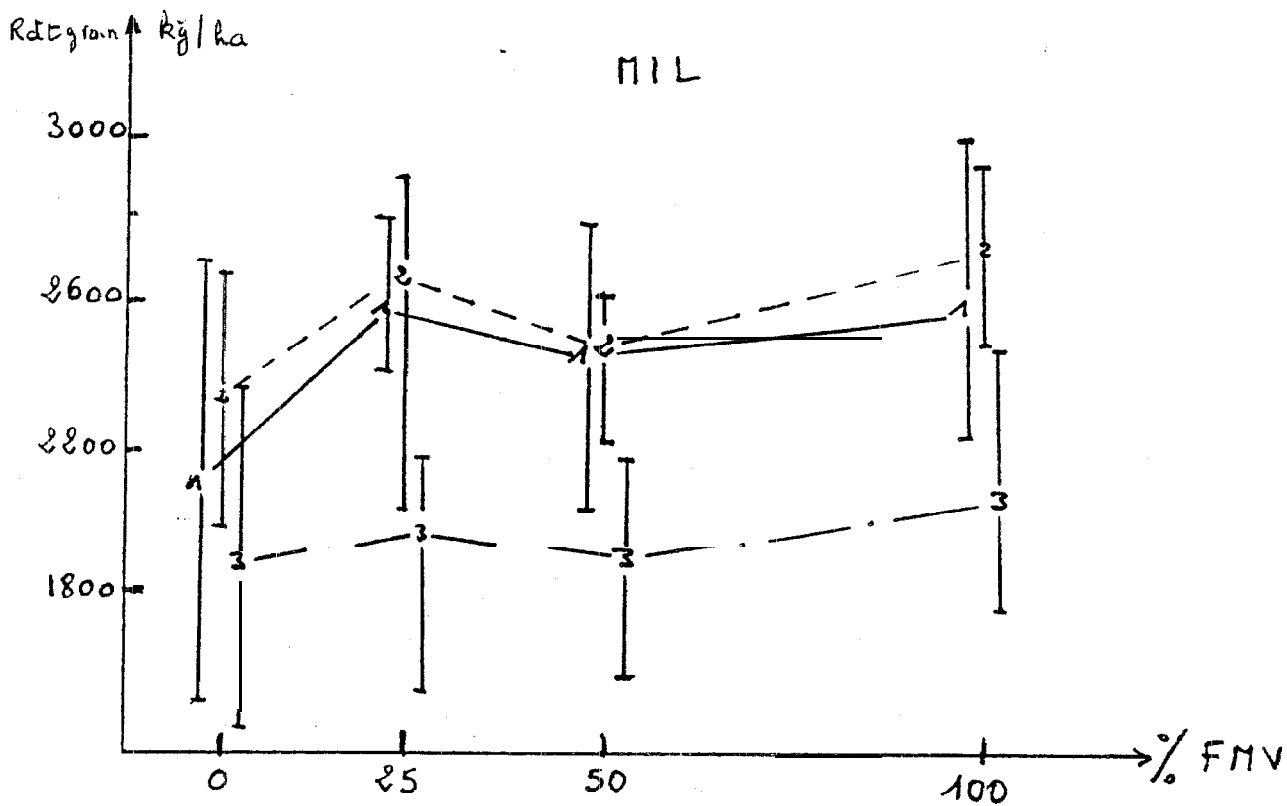


figure n° 16 : REPOSE FUTURE MINERALE  
RENDERENTS



- en conditions irriguées et avec apport de compost, les différences entre traitements ne sont pas significatives sur les rendements grains ; concernant les pailles, rachis et glumes, le traitement 4 (100 % FMV) se démarque du traitement 1 (0 % FMV) ;

- en conditions pluviales avec apport de compost, le traitement 4 se démarque du traitement 1 vis-à-vis du rendement grain, mais pas de différence concernant les pailles, rachis et glumes ;

- en conditions pluviales sans compost : aucune différence significative entre les traitements.

Pour l'arachide, l'analyse n'indique aucune différence significative entre les traitements.

La comparaison des différentes parcelles (effet de l'irrigation, effet du compost) se fera de façon graphique (figure 16) :

• L'effet irrigation d'appoint est peu marqué sur le mil, on note même un effet dépressif en conditions irriguées sur le rendement grain qui peut s'expliquer par une attaque plus intense par les cantarides sur cette parcelle en pleine floraison. Sur l'arachide (apport d'eau en phase de croissance, fin juillet début août), l'effet est plus marqué, surtout sur le rendement gousse. Celui-ci s'atténue avec l'augmentation des apports fumure minérale.

En résumé, les 43 mm apportés essentiellement en fin de cycle sur le mil n'ont eu qu'une faible incidence sur les rendements.

Par contre, les 32 mm, apportés fin juillet - début août et en fin de cycle sur l'arachide, permettent au rendement en gousse de passer de 1941 kg/ha à 2421 kg/ha en irrigué. L'effet sur le rendement en fanes est moins marqué.

L'effet compost (parcelles 2 et 3) est très marqué sur le mil, un peu moins sur l'arachide. L'apport de compost permet de multiplier le rendement grains et pailles pour le mil, gousses et fanes pour l'arachide par 1,2 en moyenne.

A noter que sur le mil l'effet compost se fait surtout sentir à partir du traitement 2 (25 % FMV) pour le rendement grain (figure 16).

Enfin, on remarque que les résultats concernant les parcelles témoins, pluvial sans compost mil et arachide, sont biaisés par l'effet d'un apport maximum d'engrais (150 kg/ha 10.21.21) l'année précédente : les parcelles ayant reçu

0 % de fumure minérale présentent des rendements analogues à celles ayant reçu 100 % de fumure minérale.

Sur l'ensemble des deux années 1984-1985, on peut retenir les points suivants :

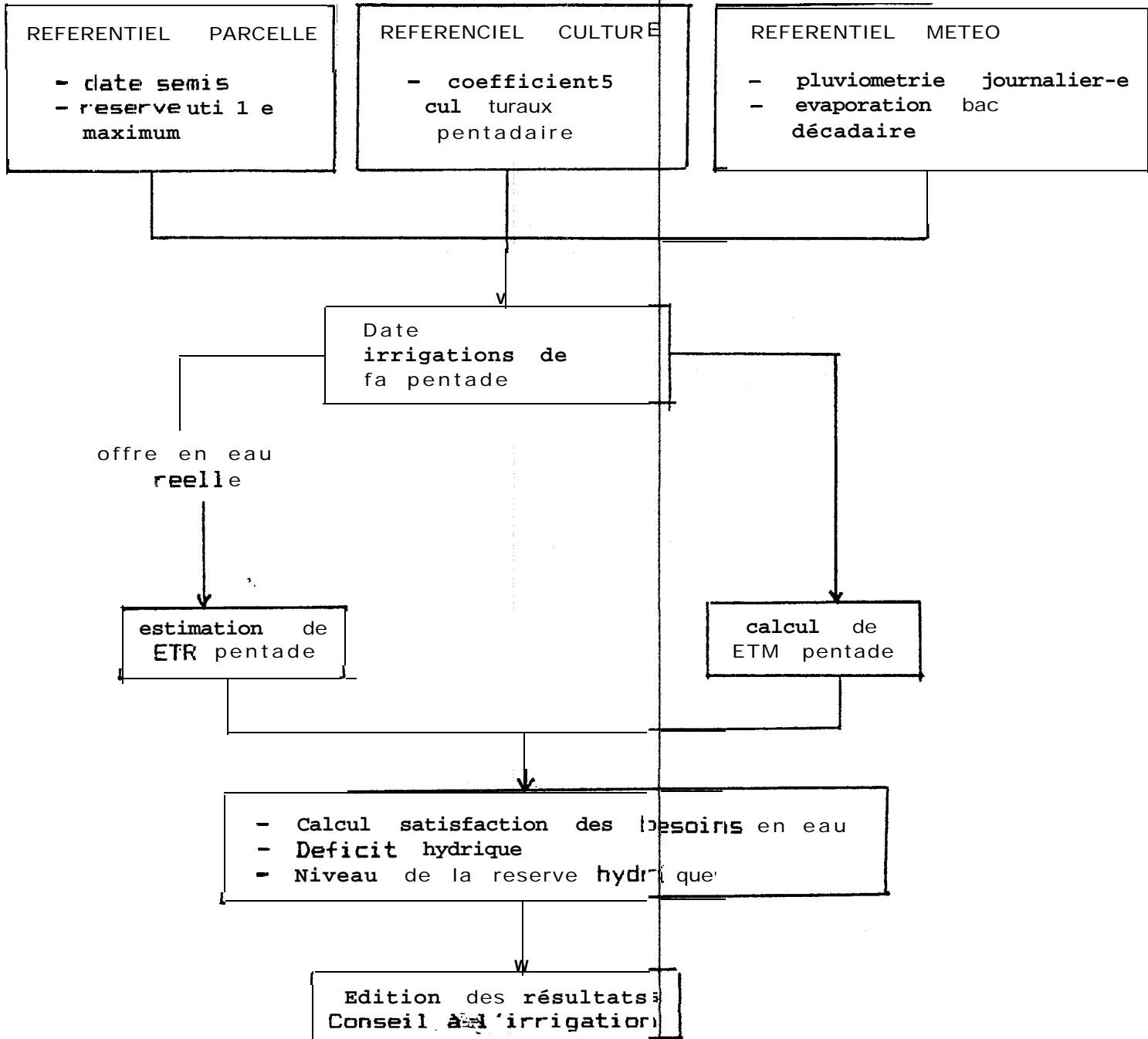
- l'année 1984, avec une sécheresse bien marquée en phase critique, a mis en évidence l'effet irrigation de complément (x 2 les rendements) ; l'effet compost était alors atténué ;
- l'année 1985, bien alimentée en eau (pluviométrie régulière), a mis en évidence l'effet compost (cf mesure de croissance et tallage sur les différentes parcelles ainsi que l'effet sur les rendements mil et arachide).

L'analyse simultanée de deux années très différentes comme 1984 et 1985 permet de dire que le système biogaz production de compost et irrigation de complément permet une sécurisation du niveau de récolte.

TROISIEME PARTIE - SIMULATION DU BILAN HYDRIQUE  
===== <-e.-m-=====  
=====

APPLICATION A L'IRRIGATION DE COMPLEMENT  
DES CULTURES D'HIVERNAGE

figure no 18: BILAN HYDRIQUE SIMULE



## A. SIMULATION DU BILAN HYDRIQUE

La simulation du bilan a été réalisée à l'aide du modèle BIP mis au point par la DEVE-IRAT (modèle FOREST). Il s'agit d'un bilan pentadaire pas-à-pas (pentade par pentade). Ce dernier a été adapté afin de fonctionner sur le micro-ordinateur Commodore du Centre de Bambey.

### 1. PRINCIPE DU MODELE

L'équation du bilan hydrique, comme nous l'avons vu au §1B2c peut s'écrire :

$$\text{ETR} : \text{DRH} + \text{P} + \text{I} = \text{RV} - \text{DR} \quad (1)$$

(si on néglige le terme remontée capillaire), avec :

ETR : évapotranspiration réelle de la culture

P : pluviométrie

I : irrigation

RU : ruissellement

DR : drainage

DRH : variation de la réserve utile du sol

Après avoir estimé l'évapotranspiration réelle de la culture (à partir de paramètres climatiques = pluviométrie - et pédologiques = état hydrique du sol -) et les termes ruissellement et drainage, on a directement accès, d'après l'équation (1), à la variation de la réserve hydrique du sol pendant la période (niveau de remplissage de la réserve utile).

D'autre part, à partir des référentiels évaporation bac et coefficients culturaux, on peut comparer la valeur ETR estimée à l'évapotranspiration maximale de la culture étudiée. Cette comparaison permet de calculer le déficit hydrique de la culture, ainsi que le taux de satisfaction des besoins en eau, termes importants pour l'analyse des consommations en eau de la plante lors de son cycle cultural.

### 2. DEFINITION ET ESTIMATION DES DIFFERENTS PARAMETRES DU BILAN

#### a) Pluviométrie et irrigation

Pour fonctionner, le modèle exige un fichier séquentiel pluviométrique où l'on introduit les pluies journalières arrondies au mm. Il est indispensable d'indiquer les pluies du 1er janvier à la date de réalisation du bilan, ce dernier débutant le 1er jour de l'année. Les irrigations sont introduites par pentade, le modèle considérant celles-ci également réparties lors de la période.

### b) Ruissellement

Malgré le peu d'informations connues sur le ruissellement, le modèle intègre une fonction simple de ruissellement. Celle-ci dépend de deux facteurs principaux :

- texture du sol,
- technique culturale (travail du sol).

A partir de ces deux facteurs, le modèle identifie deux facteurs nécessaires au calcul du ruissellement :

- seuil de pluie au-delà duquel le ruissellement se déclenche : PRUS,
- coefficient d'écoulement, ou fraction de la pluie ruisselant : KRUS.

Texture du sol	Sablo-argileux	Argileux
non travail ou trav. superficiel		
PRUS	20 mm	10 mm
KRUS	30 %	40 %
sol labouré		
PRUS	30 mm	20 mm
KRUS	10 %	20 %

Les sols sableux sont éliminés, considérant que leur texture fine favorise une infiltration rapide des précipitations. Enfin, à partir de la phase de l'initiation florale, le coefficient de ruissellement est systématiquement divisé par 2, considérant que la végétation protège suffisamment le sol.

### c) Drainage

Le drainage correspondant à un écoulement en profondeur très rapide après l'événement précipitation en sol gravillonnaire ou sableux (12 heures après la pluie), le modèle calcule le drainage de la façon suivante :

- La pluviométrie, après calcul du ruissellement ou offre en eau, est comparée à la valeur maximale de la réserve (réserve utile).

Si la différence est positive ( $OE > RU$ ), celle-ci est directement imputée au registre drainage. De cette manière, on estime parfaitement une quantité d'eau qui échappe à la plante.

Après calcul du ruissellement et du drainage, on dispose de l'offre en eau réelle pour la plante :

$$OER = P + I - RIJ - DR$$

#### d) Estimation de l'évapotranspiration réelle

Il est nécessaire de distinguer les deux cas :

- évaporation du sol nu (avant et après le cycle cultural),
- évapotranspiration réelle de la culture.

##### d.1. Evaporation du sol nu

L'évaporation du sol nu peut être décomposée selon deux termes différents :

- un effet d'évaporation de surface lorsque le sol est mouillé (après une pluie). On peut estimer que, dans ce cas, le sol évapore comme une surface d'eau libre (évaporation bac). Ce processus correspond à l'évaporation du sol pendant la journée suivant les pluies ;
- un effet "d'évaporation de profondeur" correspondant à une évaporation de l'eau profonde du sol par cheminements multiples de l'eau vers le haut par la porosité du sol. Ce terme peut être approché en prenant pour valeur 1/10 de l'évaporation bac journalière correspondante. Ce phénomène est continu dans le temps.

L'évaporation du sol nu pentadaire est alors :

$$ESN(i) : EV_{ji} + nuage \times EV_{ji} \quad \text{avec :}$$

$ESN(i)$  = évaporation sol nu pendant la pentade  $i$

$EV_{ji}$  = évaporation journalière pendant la pentade  $i$

$nuage$  : nombre de jours où les précipitations journalières sont supérieures à 5 mm

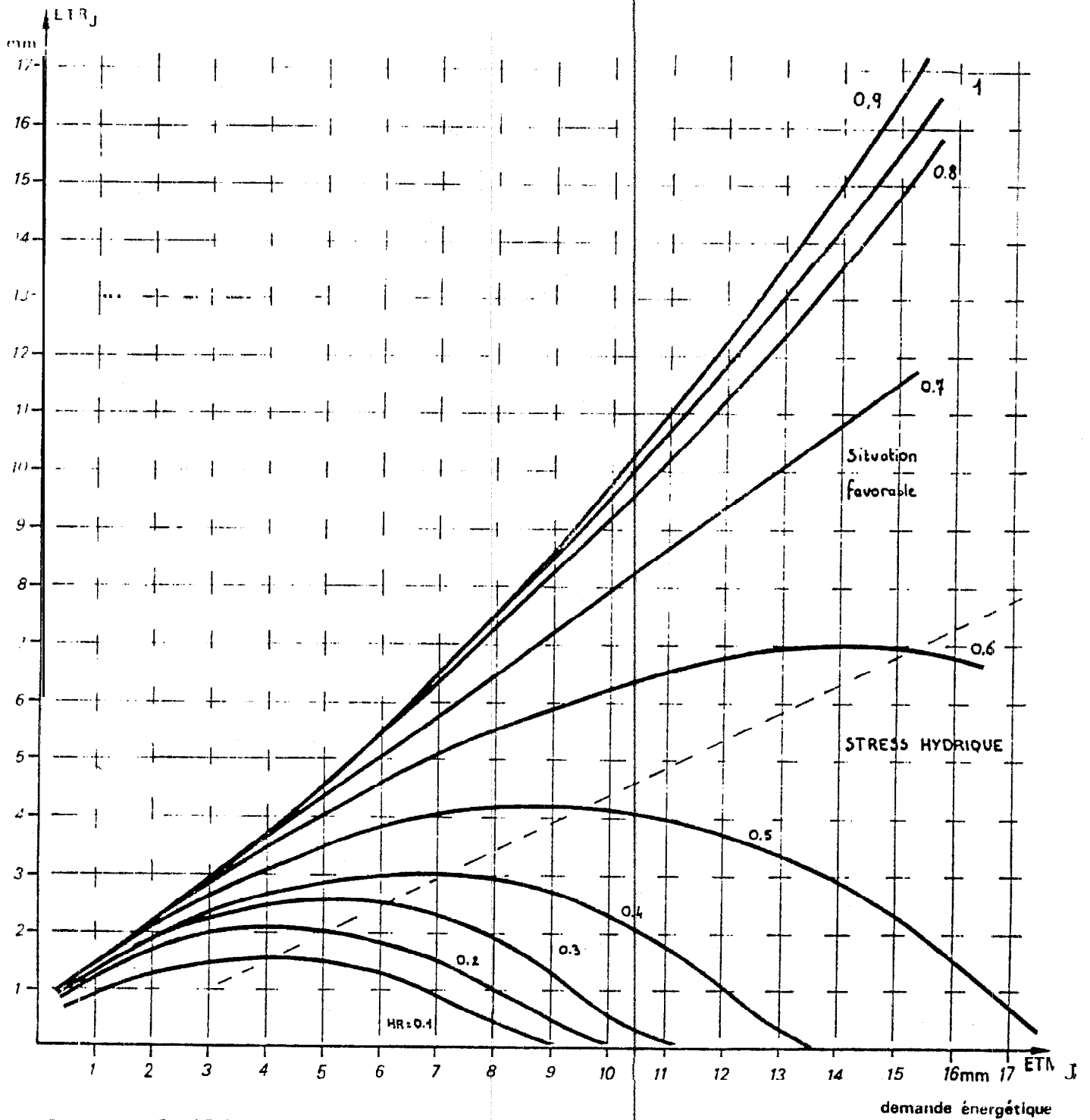
##### d.2. Evapotranspiration du semis à la récolte

\* Limite de variation du terme ETR :

Avant de calculer ou d'estimer le terme ETR, il est nécessaire de rappeler quelles sont les limites de variations possibles. En pratique, le terme ETR peut varier de 0 à l'ETM

FIGURE: NO 19

Relation entre l'évapotranspiration réelle journalière  $ETR_J$  et la demande  $ETM_J$  en fonction de l'humidité disponible



Fonction d' EAGLEMAN

$$\underline{ETR_J} = 0.732 + 0.050 ETM_J + \left[ 4.97 ETM_J - 0.661 ETM_J^2 \right] HR - \left[ 8.57 ETM_J + 1.56 ETM_J^2 \right] HR^2 + \left[ 4.35 ETM_J - 0.880 ETM_J^2 \right] HR^3$$



(évapotranspiration maximale) :

$$0 \leq \text{ETR} \leq \text{ETM} = K_c \text{ ETP} = K \text{ EV bac}$$

Le terme **ETM** varie selon deux facteurs :

- le **facteur climatique** : l'ETM est lié au terme **ETP** (évapotranspiration potentielle) par le **coefficient cultural**  $K_c$  :  $\text{ETM} = K_c \text{ ETP}$
- le **facteur culture ou coefficient. cultural** : celui-ci évolue selon le **stade physiologique de la plante** ; il croît. en début de cycle, puis passe par un maximum en phase critique pour rechuter en fin de cycle cultural.

Pour un calcul correct de l'ETM, il est donc nécessaire de choisir un bon référentiel climatique. Pour ce modèle, il a été retenu l'évaporation **bac** classe A (mesure de l'évaporation d'une surface d'eau libre) rendant bien compte du phénomène évaporatif en milieu tropical :

$$\text{ETM} = K \text{ EVA}$$

On dispose également de toute la série des coefficients culturaux pentadaires pour chaque culture, calculés à partir du référentiel évaporation **bac** pour la zone considérée (région Centre Nord Sénégal).

#### « ESTIMATION DE L'ETR »

L'évapotranspiration de la culture en conditions d'eau limitantes est calculée à partir des algorithmes mis au point par **Eagleman** (cf figure 49). Celui-ci a estimé l'ETR d'un gazon (dans les conditions expérimentales précisées par **Penmann**) en fonction de deux termes :

- l'évapotranspiration potentielle **ETP**,
- l'humidité relative du sol : **HR**.

La formule de base était la suivante :

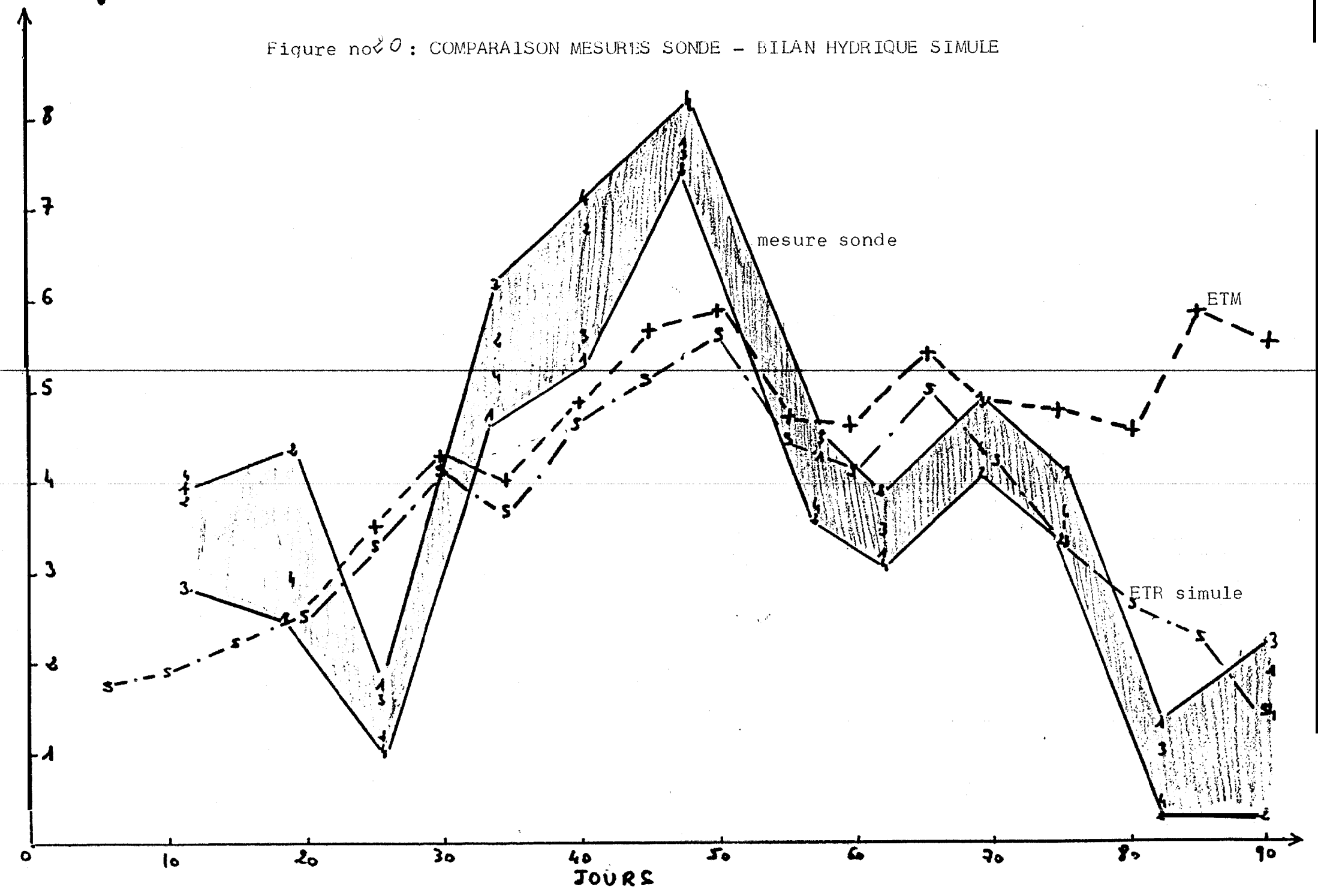
$$\text{ETR}_j = 0,7 - 0,05 \text{ ETP}_j + \text{HR} (4,9 \text{ ETP}_j - 0,6 \text{ ETP}_j^2) - \text{HR} (8,6 \text{ ETP}_j - 1,6 \text{ ETP}_j) + \text{HR}^3 (4,3 \text{ ETP}_j - 0,9 \text{ ETP}_j) \quad (1)$$

Si l'on considère que **Eagleman** a travaillé sur l'évaporation d'un gazon correspondant à celle de l'évaporation du gazon de référence décrit par **Penmann**, on peut écrire :

$$\begin{aligned} \text{ETM (gazon)} &= K_c \text{ ETP} && \text{avec } K_c = K = 1 \\ \text{ETM (gazon)} &= K \text{ EVA} && \text{par définition} \end{aligned}$$

ETR mm/j

Figure no 0 : COMPARAISON MESURES SONDE - BILAN HYDRIQUE SIMULE



On peut donc: remplacer dans l'équation (1) le terme ETP par  $ETM_C$  avec la série des coefficients K (stades) égaux à 1. Le terme HR est estimé de la façon suivante :

$$HR = \frac{\text{offre en eau de la période}}{HUM}$$

avec HUM  $\equiv$  : valeur max (pluie + réserve) observée depuis le début du cycle

La valeur maximum de HUR correspond donc à RU max lorsque tout le front d'humectation a atteint la profondeur maximum d'enracinement.

On peut encore expliciter le terme HR de la façon suivante :

$$HR = \frac{\text{fraction du système racinaire humecté}}{\text{totalité de l'enracinement}}$$

Le terme HR rend donc compte de la fraction d'eau réellement assimilable par la plante.

On note enfin que le modèle tient compte de l'effet de reprise de l'ETR après une période sèche. Dans ce cas, la plante ne réagit pas tout de suite, étant en condition limitante d'alimentation hydrique depuis un certain temps. On pondère alors négativement le terme HR de 30 %.

ex : HR = 0,9 en conditions normales

après correction

$$HR = 0,6 = 0,9 - 0,3 \text{ en période de reprise}$$

### 3. RESULTATS DU BILAN - INTERPRETATION

Le calcul ou l'estimation des différents termes (ETM, ETR, drainage, ruissellement) permet de réaliser le bilan hydrique selon l'équation (1) et donc d'avoir accès :

- au taux de satisfaction des besoins en eau

Par définition :  $T \% = \frac{ETR}{ETM} \times 100$

Il indique en % l'importance du déficit hydrique subi par la plante.

- au déficit hydrique

Par définition,  $DH = ETM - ETR$ . Ce terme représente en mm la quantité d'eau qu'il aurait fallu lui apporter pour qu'elle consomme à l'ETM.

- à la réserve hydrique sur la profondeur d'enracinement maximum

$$\text{On a : } RH_j = P_j - I_j - RU_j - DR_j + RH_{j-1} - ETR_j$$

ce qui permet de connaître le niveau de remplissage de la réserve :

$$RH_j / RU_{\max}$$

## B. COMPARAISON DU MODELE AU BILAN IN SITU

Compte tenu du dispositif de mesure mis en place pour la campagne, la comparaison ne peut être effectuée que sur une seule culture (mil).

On trouvera Figure 20 la comparaison entre les mesures sondes (des 4 profils retenus en pluvial) et les valeurs données par la simulation.

D'une manière générale, la simulation rend bien compte des consommations en eau de la plante.

La simulation donne un total d'évapotranspiration réelle de 323.8 mm pour une mesure de 345 mm, soit une différence de 21.2 mm (- 6.1 %).

L'analyse des consommations au cours du cycle montre que :

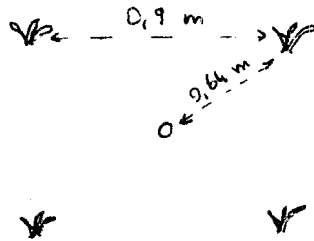
- en début de cycle la simulation sous-estime l'ETR par rapport aux mesures in situ ; d'autre part, le bilan simulé ne met pas en évidence de stress hydrique au 25ème jour (correspond à une petite période de sécheresse) ;
- en milieu de cycle, les ETR mesurées dépassent de beaucoup les valeurs données par le bilan simulé, y compris l'évapotranspiration maximale (limite maximale théorique de l'ETR) : 8 mm/j pour les mesures contre 5,5 mm/j pour la simulation, soit un rapport mesure/simulation de 1.45 ;
- en fin de cycle, on observe une bonne adéquation entre mesure et simulation.

Les différences entre simulation et mesure in situ peuvent s'expliquer de la façon suivante :

\* En début de cycle (du semis à 30 jours), on mesure plus une évaporation de sol nu qu'une évaporation culture :

- la culture présente un faible indice de végétation ( $G_f$  : mesure de croissance) ; la plante atteint une hauteur de 50 cm au bout de 30 jours de végétation pour un écartement de 0,9 m ;

- le tube de mesure encadré par 4 plants de mil, écartés de 0,9 m, se trouve à 0,64 m de chacun d'eux ; la sphère d'influence de la sonde ayant 25 cm de rayon ; le volume exploré par celle-ci ne correspond pas au volume exploré par les racines de la jeune plantule :



D'autre part, l'application du modèle évaporation sol nu à la période semis-11 jours de végétation donne une valeur de 36,8 mm pour une mesure de 40,2 mm et comparée à une évapotranspiration maximale de 23 mm pour la même période,

- \* En milieu de cycle (de 30 à 55 jours de végétation), se pose le problème de la validité des coefficients culturaux ou du référentiel évaporation bac.

Les mesures sondes donnent des valeurs de coefficients culturaux atteignant 1,5 au 50ème jour de végétation, comparés à des valeurs courantes de 1,1 pour la même période.

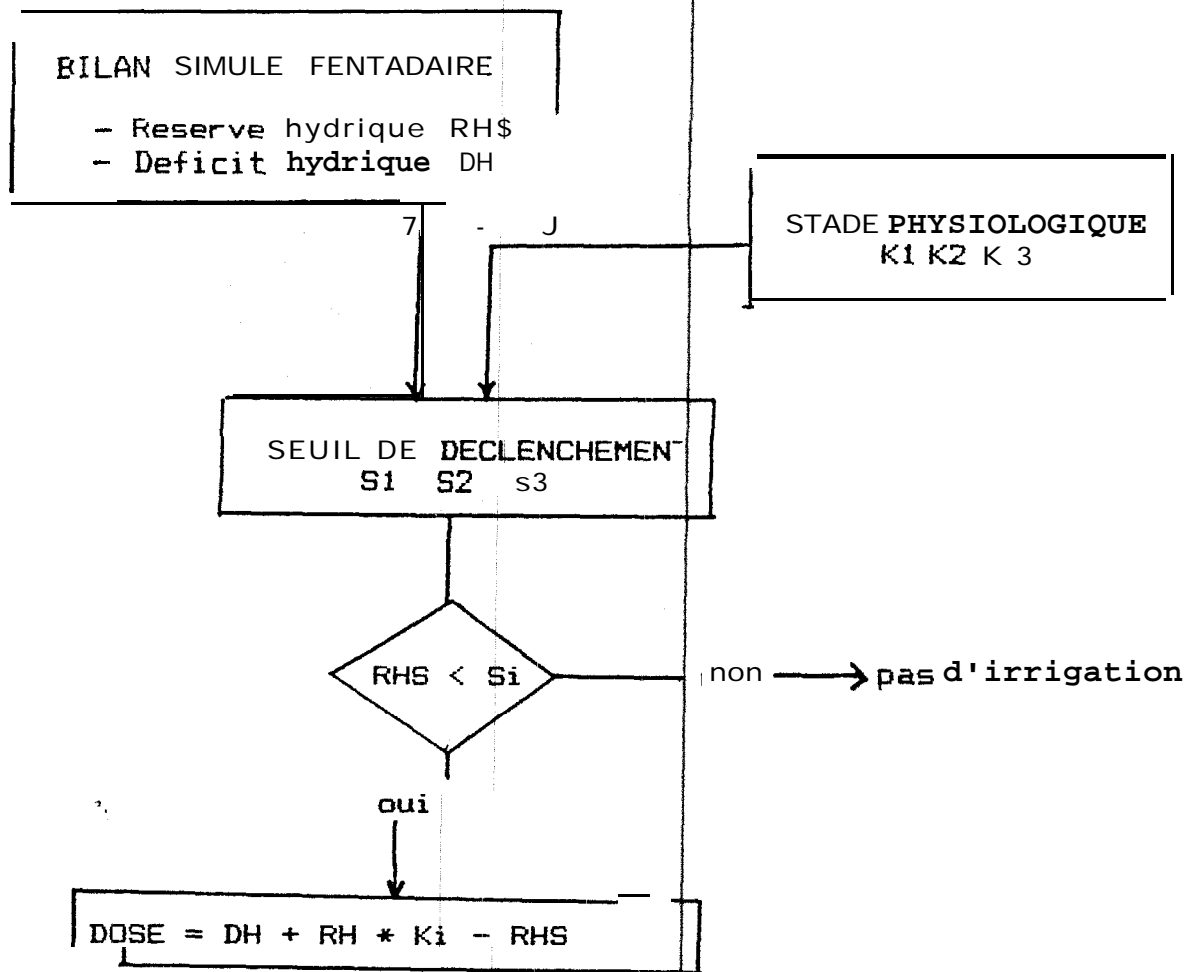
En fait, comme il a été précisé au § C 1ère partie, on se trouve, lors de l'hivernage 85, dans des conditions plus tropicales humides que tropicales sèches. De ce fait, les coefficients culturaux retenus pour la simulation du bilan hydrique apparaissent un peu faible vis-à-vis des consommations réelles.

De plus, les valeurs d'évaporation bac peuvent être biaisées par des phénomènes de rosée et condensation nocturne.

En conclusion, on peut, vis-à-vis du bilan simulé, formuler les critiques suivantes :

- En début de cycle, pour des cultures à grand écartement, se pose le problème de la validité du calcul de l'évapotranspiration réelle à partir du référentiel ETM : la culture se comporte alors comme un sol nu réagissant fortement à l'événement pluviométrie. On peut noter que le dispositif de mesure de l'ETR mis en place ne permet pas de mesurer l'ETR réelle de la plantule.
- En milieu de cycle:, se pose le problème de la validité des coefficients culturaux calculés pour une année de type moyen et appliqués à une année aux conditions pluviométriques exceptionnelles (répartition) . Se pose également le problème

figure no 4: PILOTAGE DES IRRIGATIONS



de la validité du référentiel EV bac, les coefficients calculés par rapport à ETP Penman (meilleure estimation de la demande climatique) étant plus faibles.

- La bonne adéquation du modèle aux mesures en fin de cycle montre la validité de la méthode du calcul de l'évapotranspiration réelle de la culture.

## C. APPLICATION A L'IRRIGATION DE COMPLEMENT

### 1. FAISABILITE DE L'IRRIGATION DE COMPLEMENT SIMULATION SUR 10 ANS D'UNE ARACHIDE 90 JOURS A BAMBEY

#### a) Présentation

Le principe du pilotage des irrigations par le modèle (cf Figure 21) est le suivant : on raisonne sur le niveau de remplissage de la réserve en fin de pentade et l'on procède en deux temps :

▪ on définit un seuil de déclenchement des irrigations, c'est-à-dire un niveau de remplissage de la réserve en-dessous duquel on déclenche l'irrigation, ou seuil décisionnel ;

- on se fixe un niveau maximum de remplissage de la réserve RHM afin de limiter les pertes par drainage en cas d'intervention d'une forte pluie après irrigation (pertes en eau et lessivage des éléments fertilisants) ,

La dose d'irrigation à apporter est alors :

$$\text{dose (j)} = \text{dH}(i) + \text{RHM} - \text{RHS}(i) \quad \text{avec ;}$$

RHS(i) : réserve en fin de pentade i

dH : déficit hydrique de la pentade i

D'autre part, pour tenir compte de la sensibilité de la plante à la sécheresse aux différents stades végétatifs, on distingue trois phases différentes au cours du cycle (90 jours) :

Phase 1 : croissance 30 jours ; seuil décisionnel  $0,3 * \text{HUM}$   
(on remplace la variable RU par la variable HUM - cf § A.2d pour tenir compte de la croissance racinaire liée à la descente du front d'humectation). On remonte la réserve à  $0,5 * \text{RU}$ .

Phase 2 : floraison - formation des gynophores

Seuil décisionnel :  $0,5 * RU$ . On remonte la réserve à  $0,4 * RU$

Phase 3 : maturation. Seuil décisionnel :  $0,25 * RU$

On remonte la réserve à  $0,5 * RIJ$ .

Enfin, pour mieux coller à une situation en milieu réel, les doses indiquées par le modèle ne sont pas systématiquement apportées à la pentade suivante : en cas de précipitations importantes dans les 5 cinq jours suivant le déclenchement de l'irrigation, la dose est réajustée en fonction de la pluie effectivement tombée.

#### b) Résultats sur 10 ans

Afin de tester le bilan pentadaire, destiné au pilotage des irrigations, nous avons réalisé une série sur 10 ans de simulations sur le site sole C à Bambey (réserve utile maximum pour une culture d'arachide : 150 mm).

Pour chaque année, on réalise deux simulations parallèles :

- bilan simulé arachide en conditions pluviales,
- bilan simulé arachide avec irrigation de complément.

Les résultats généraux de la simulation sont résumés dans le tableau 10. Celui-ci montre que de 1975 à 1984 il aurait été nécessaire d'irriguer 7 années sur 10 (1984, 1983, 1981, 1979, 1977, 1976). On sait que le niveau de production d'une culture liée au facteur eau (apport d'eau, réserve hydrique) dépend de deux points essentiels :

- le déficit hydrique au cours du cycle végétatif avec, comme il a été mentionné précédemment, la phase critique correspondant au milieu du cycle (floraison),
- le drainage au cours des 2 premiers mois de végétation, pouvant entraîner un lessivage des éléments fertilisants.

L'analyse du tableau 10 montre que le déficit hydrique peut varier dans de très larges mesures (jusqu'à 300 mm en 1983).

La tableau 10 montre qu'il n'existe qu'une faible relation entre pluviométrie annuelle totale et satisfaction des besoins en eau eu égard à la répartition très inégale des pluies au cours des différentes campagnes.

D'autre part, on remarque qu'à partir d'un certain déficit (aux environs de 30 mm) ETM-ETR, l'irrigation d'appoint est conseillée. Au-delà de cette valeur, déficit et dose d'irrigation sont liés par une relation linéaire (cf figure 22).



Tableau no 10: SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90J  
 PLUVIAL/IRRIGUE SUR 10 ANNEES A BAMBEY

Site: sole c  
 R.U. max=150mm

ANNEE	DATE	STOCK	ETM	ETR	ETR	SATIS	SATIS	IR	IR1	IR2	IR3	SAT1	SAT2	SAT2	SAT3	SAT3	PLUIE	DEFICIT				
	ISEMIS	SEMIS		PLU	IRR	PLU	IRR					PL	IR	PL	IR	PL	IR					
1984	10/7	57.7	438.1	334.9	406.1	0.76	0.93	1	3	3	5	0	133	0	0.83	0.83	0.67	0.96	0.9	1	425.9	103.2
1983	22/6	50.4	513.3	213.2	406.8	0.42	0.79	243	70	148	25	0.48	0.75	0.30	0.77	0.68	0.95	293.0	3	0	0	1
1982	13/7	0	369.9	361.1	-	0.98	-	-	-	-	-	0.99	-	1	-	0.95	-	445.9	8.8			
1981	27/7	21.6	394.1	327.0	355.5	0.83	0.90	93	0	53	40	0.99	0.99	0.88	0.97	0.69	0.79	477.0	67.1			
1980	8/8	0	445.9	294.5	400.5	0.66	0.90	150	0	91	59	1	1	0.87	0.94	0.28	0.81	357.6	1	5	1	.4
1979	16/6	78.4	450.3	339.7	425.5	0.75	0.94	149	0	116	33	0.88	0.88	0.65	0.98	0.88	1	508.6	110.6			
1978	18/7	0	372.0	361.4	-	0.97	-	-	-	-	-	0.88	-	0.99	-	1	-	690.4	10.6			
1977	8/7	0	435.4	274.8	341.0	0.63	0.78	129	79	50	0	0.35	0.70	0.77	0.84	0.98	0.99	343.5	160.6			
1976	28/7	0	374.5	338.6	357.4	0.90	0.95	70	30	40	0	0.88	0.88	0.88	0.98	0.97	0.98	440.3	35.7			
1975	23/7	0	378.3	350.0	-	0.93	-	-	-	-	-	0.91	-	1	-	0.88	-	505.5	28.3			

Sur les 10 dernières années (1975 à 1984), 5 années furent très déficitaires (ETM-ETR < 100 mm) justifiant amplement le recours à l'irrigation de complément.

Lors de ces 5 années sèches, l'irrigation d'appoint aurait permis, lors de la phase 2 (floraison et formation des gynophores), de passer d'un taux de satisfaction moyen ETM/ETR de 0,65 en conditions pluviales à un taux moyen de 0,88 en conditions irriguées.

En l'absence d'un référentiel de production en cultures irriguées, il est difficile de chiffrer le gain de production que peut apporter l'irrigation d'appoint pratiquée dans ces conditions. Toutefois, les résultats obtenus sur le site en 1984 montrent que même une faible dose d'irrigation apportée en phase critique peut entraîner des résultats plus que prometteurs pour l'agriculteur.

En ce qui concerne le facteur drainage, l'ensemble des résultats de la simulation est reporté tableau 12. D'après celui-ci, on remarque que :

- la différence de drainage entre conditions pluviales et irriguées est de l'ordre de 20 % en moyenne,
- lors de la phase 1 le drainage est très faible : maximum 19,1 mm en 78 (année sans irrigation) aussi bien en conditions pluviales qu'irriguées ;
- lors de la phase 2, le drainage prend une importance plus grande. L'irrigation d'appoint pratiquée selon les indications du modèle provoque des différences de drainage parfois importantes : 39,2 mm en 1981 ; 33,9 mm en 1976.

Toutefois, l'analyse pentadaire des simulations montre que les drainages importants (>40 mm) ont lieu en fin de phase 2 (fin du 2ème mois de végétation). Leur importance est donc modérée et le lessivage des éléments fertilisants qu'ils peuvent entraîner n'a qu'une faible influence sur la vigueur et l'alimentation de la plante.

### c) Validité des seuils de décision

Si on analyse une année très déficitaire comme 1983 (déficit de 300 mm), on remarque que la fréquence des irrigations est faible, malgré de longues périodes de sécheresse (21 juin - 5 août, par exemple).

Stade 1 : le modèle indique une dose unique de 70 mm

Stade 2 : le modèle indique 3 doses : 118, 30 et 25 mm

Stade 3 : pas d'irrigation.

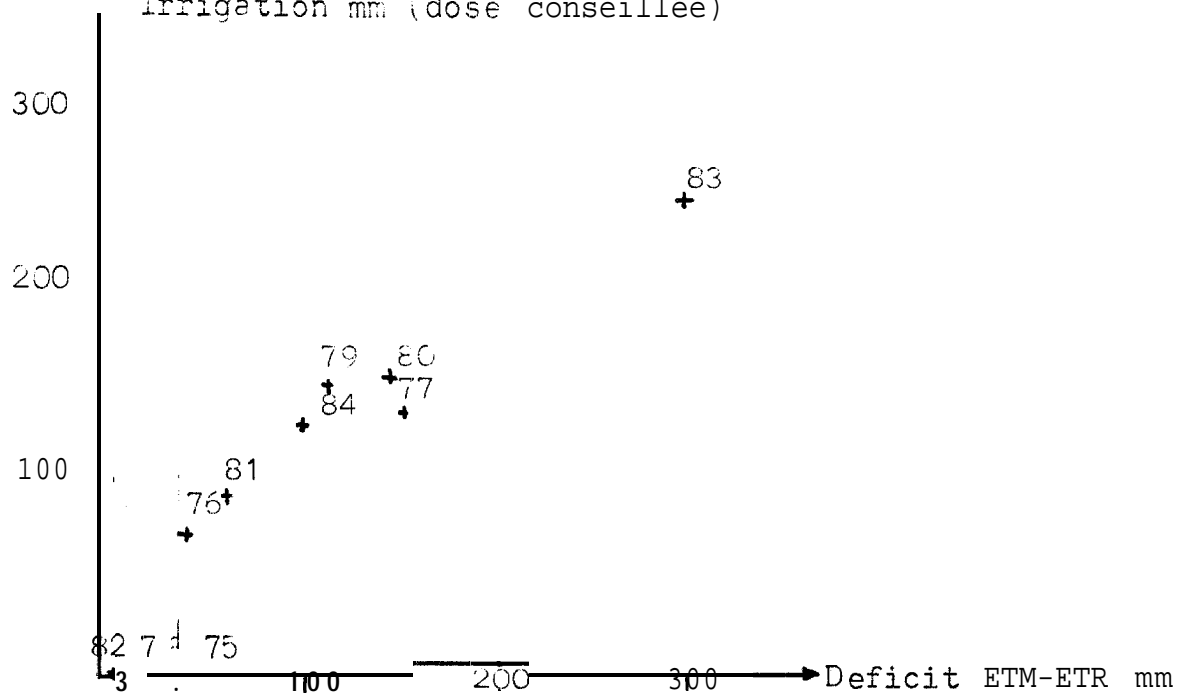


Figure no 33 : SIMULATION DU BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90 JOURS  
A BAMBEY

Tableau no 11 : RESULTATS CAMPAGNE 1984

Arachide (Dose irrigation:45.4 mm)

rendement kg/ha	Pluvial strict	irrigue
GOUSSES	1091	1680
FANES	1205	1681
M.S TOTALE	2296	3361

Mil (Dose d'irrigation:16.2 mm)

GRAIN	524	1364
PAILLE	6062	7102
TOTAL	6586	8466

Tableau no 14 : BILAN SIMULE ANALYSE DU DRAINAGE

ANNEE	PLUVIAL				IRRIGUE			
	DR TOTAL	DR 1	DR 2	DR 3	DR TOTAL	DR 1	DR 2	DR 3
1984	0	0	0	0	0	0	0	0
1983	0	0	0	0	0	0	0	0
1982	12.6	0	12.6	0	-	-	-	-
1981	57.8	0	57.8	0	97.0	0	97.0	0
1980	24.6	1.1	23.5	0	24.6	1.1	23.5	0
1979	0	0	0	0	12.5	0	0	12.5
1978	178.8	19.1	45.1	114.6	-	-	-	-
1977	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	38.5	0	33.9	4.6
1975	94.7	0	94.73	0	-	-	-	-

Les doses conseillées sont toujours très fortes ( $> 25$  mm), valeurs incompatibles avec le système installé sur le site biogaz (dose pentadaire maxi dans le cas d'une double irrigation mil arachide 30 mm).

Si le schéma du stade 2 semble bien adapté aux conditions du site, les schémas des stades 1 et 3 conduisent souvent à de fortes doses d'irrigation.

Pour mieux coller à une bonne utilisation des ressources du système (biogaz notamment), on peut proposer le schéma suivant :

Phase 1 : maintien de la réserve à 0,5 RU ou 0,5 HUM avec éventuellement un arrosage en début de cycle afin de remplir en partie la réserve : 0,5 RU par exemple.

Phase 2 : seuil de décision à 0,5 RU et remplissage à 0,7 RU.

Phase 3 : maintien de la réserve à 0,5 RU.

L'arrosage en début de cycle (phase 1) au moment du semis peut avoir une grande importance : il peut, en humectant une partie du profil, permettre une croissance racinaire plus rapide et une meilleure exploration du sol par les racines.

Toutefois, ce dernier nécessite, par la suite, le maintien de la réserve à un certain niveau d'humectation.

## 2) IRRIGATION DES CULTURES D'HIVERNAGE 85

Les irrigations essais agronomiques et cultures diversifiées ont été menées à l'aide du bilan simulé - pilotage irrigation.

### a) Essais agronomiques

Le découpage en 3 phases du cycle cultural ainsi que les seuils de décision retenus sont ceux précisés au paragraphe précédent. On trouvera tableau 43 les bilans en conditions pluviales et irriguées pour le mil et l'arachide respectivement.

Pour le mil, les apports d'eau ont été répartis de la façon suivante :

8 mm du 26 au 31 août  
15 mm du 11 au 15 septembre  
28 mm du 26 au 30 septembre.

L'ensemble des apports se sont situés en fin de cycle cultural, n'ayant qu'un faible effet sur les rendements.

Tableau no 40 : BILAN HYDRIQUE SIMULE  
Récapitulatif

MIL Dose d'irrigation: 51 mm?

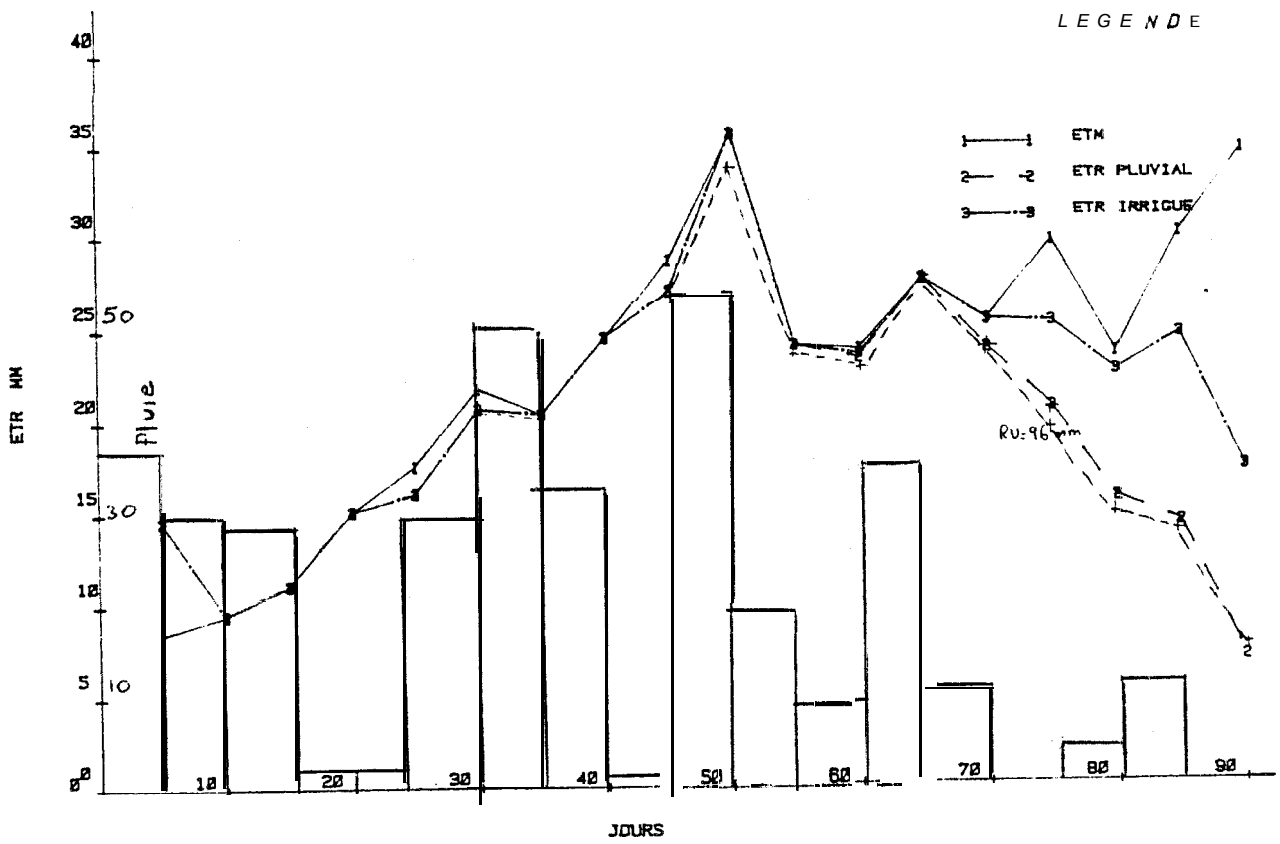
		! CYCLE !	PHASE 1 !	PHASE 2 !	PHASE 3 !
! PLUVIAL	! ETR !	346.0 !	81.0 !	154.8 !	110.2 !
	! SATI !	0.84 !	0.98 !	0.99 !	0.67 !
! IRRIGUE	! ETR !	378.3 !	81.0 !	155.0 !	142.3 !
	! SATI !	0.92 !	0.98 !	0.99 !	0.83 !
	ETM	411.0 !	83.6 !	159.6 !	170.5 !

ARACHIDE Dose d'irrigation: 32 mm

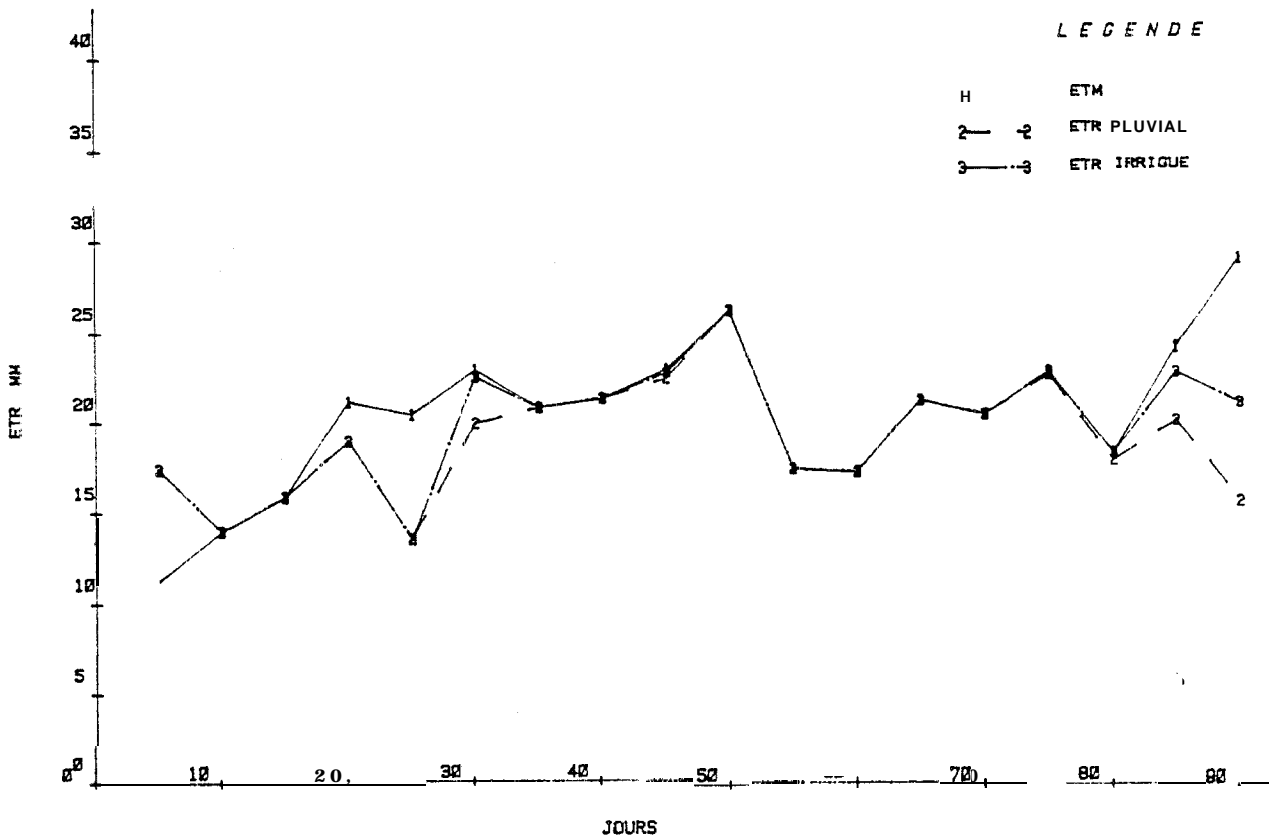
		! CYCLE !	PHASE 1 !	PHASE 2 !	PHASE 3 !
! PLUVIAL	! ETR !	336.9 !	93.8 !	125.6 !	117.5 !
	! SATI !	0.92 !	0.89 !	0.99 !	0.87 !
! IRRIGUE	! ETR !	348.6 !	96.4 !	125.9 !	126.3 !
	! SATI !	0.95 !	0.91 !	0.99 !	0.93 !
	ETM	367.6 !	105.9 !	126.1 !	135.6 !

Les valeurs d'évaporation sont données en mm.

BILAN HYDRIQUE SIMULE  
MIL SOUNA 3



BILAN HYDRIQUE SIMULE  
ARACHIDE 55 437



Rendements

Rendement	Pluvial	Irrigué
Grain	2 538	2 383
Paille	9 019	9 636

Données brutes sans correction de MS (kg/ha)

On trouvera tableau 13 l'ETR simulé en conditions pluviales et irriguées, ainsi que les taux de satisfaction en eau aux différentes phases du cycle cultural.

Les différences entre conditions pluviales et irriguées sont faibles à part en fin de cycle où l'irrigation permet de passer d'un taux de 0,67 à un taux de 0,83.

Pour l'arachide, le calendrier des irrigations a été le suivant :

- du 6 au 10 août : 21 mm
- du 1 au 5 octobre : 11 mm.

Le total des irrigations est faible : 32 mm (pour combler un déficit de 36 mm). L'effet de l'irrigation est légèrement marqué (cf § C, 4ème, 2ème parties).

Rendement	Pluvial	Irrigué
Gousses	1 941	2 421
Fanes	2 942	2 990

On trouvera tableau 13 le détail des consommations et des différents taux de satisfaction des besoins en eau aux différentes phases du cycle cultural.

A l'issue de la campagne, les résultats ont été repris pour le mil en conditions pluviales et irriguées, avec une valeur de la réserve correspondant à un enracinement de 80 cm, soit 96 mm. Ceux-ci sont portés en annexe 6. Les différences avec le bilan utilisé lors de la campagne sont faibles (cf fig 23).



b) Haraïchage - Maïs Niébé

Le réseau d'irrigation ne permettant pas de différencier les apports d'eau selon le type de culture, les irrigations ont été conduites par rapport au maïs, plante la plus exigeante au point de vue hydrique en maintenant la réserve à 0,8\* réserve utile maximale, soit 120 mm.

Les bilans hydriques des différentes cultures sont reportées en annexe 6.

On trouvera tableau 14 le bilan général des irrigations du 26 juin au 10 octobre.

L'avancement des récoltes au 10 octobre ne permet pas d'effectuer un bilan des irrigations des différentes cultures (rendements en particulier).

c) Utilisation du gaz - Rendement du réseau

On trouvera tableau 14 l'ensemble du bilan des irrigations et différentes consommations en gaz, fuel et eau vis-à-vis des différentes cultures : mil, arachide et maraîchage.

Pour les essais agronomiques mil et arachide, nous avons procédé à un détail des différentes consommations :

c.1. Mil

- dose effective apportée à la culture (mesure au pluviomètre) : 43 mm
- volume d'eau pompée : 112,65 m<sup>3</sup>
- surface irriguée : 1 250 m<sup>2</sup>
- dose escomptée : volume pompée/surface irriguée : 90 mm
- temps de marche du moteur : 10 h 25
- consommation moyenne en gaz/m<sup>3</sup> d'eau pompée : 221.8 litres/m<sup>3</sup>
- consommation moyenne en fuel/m<sup>3</sup> d'eau pompée : 0.0879 litres/m<sup>3</sup>
- consommation moyenne en gaz/mm apporté à la culture : 581 litres/mm
- consommation moyenne en fuel/mm apporté à la culture : 0.23 litre/mm

Le rendement du réseau d'irrigation, soit dose effective sur dose escomptée, est de 0.48..

Tableau no 14 ; BILAN IRRIGATION - SOLE C HIVERNAGE 85 (Jusqu'au 10 Octobre).

CULTURE	EAU POMPEE m <sup>3</sup>	DOSE mm	CONSOmmATION GAZ l	CONSOmmATION FUEL l	SURFACE m <sup>2</sup>	TEMPS D' IRRIGATION	RENDEMENT IRRIGATION
MIL	112.65	43	24 990	9.9	1250	10 h25	0.48
ARACHIDE	99.8	32	22 442	14.75	1250	12h05	0.48
MARAICHAGE	283.6		68 332	25.50	1040	33h	
TOTAL	496		115 764	50.15	3540	55h30	

### c.2. Arachide

- dose effective apportée à la culture : 32 mm
- volume d'eau pompée : 99.8 m<sup>3</sup>
- surface irriguée (maille 6 x 12 m) : 1 250 m<sup>2</sup>
- dose escomptée : 79,8 mm
- temps de marche du moteur : 12 h 05
- consommation moyenne en gaz/m<sup>3</sup> d'eau pompée : 224.8 litres/m<sup>3</sup>
- consommation moyenne en gaz/mm d'eau apportée à la culture : 701 litres/mm
- consommation moyenne en fuel/mm d'eau apporté à la culture : 0.46 litre/mm

Le rendement du réseau d'irrigation est alors de 0,40. Les très mauvais rendements du réseau (0,44 en moyenne, alors que la valeur retenue pour un réseau par aspersion est de 0,8) peut s'expliquer par :

- un mauvais état général du réseau : fuites diverses au niveau des joints de raccordement,
- nombreuses fuites lors de la montée sous pression en début d'irrigation,
- pertes en dehors de la parcelle (vent en particulier),
- pertes lors de l'arrêt de l'irrigation par vidange et fuites diverses.

Ces différents points peuvent être améliorés par :

- le changement des conduites ABC 2" par des tuyaux à raccords étanches quelle que soit la pression,
- l'utilisation d'un bassin de reprise permettant de rallonger le temps des irrigations et de mieux caler les apports d'eau en fonction des impératifs climatiques (vent en particulier).

Il faut préciser également que le moteur présent sur l'installation est surdimensionné par rapport à son utilisation. De ce fait, le moteur ne tournant pas à pleine puissance, les consommations en gaz et fuel peuvent paraître élevées même ramenées au m<sup>3</sup> d'eau pompée ou au mm d'eau apportée à la culture. D'après les différents rapports déjà parus, on estime que le moteur fonctionne à 50 % de ses possibilités.

Cette étude a mis en évidence l'intégration d'un module production de biogaz compost, petite irrigation: Les apports de compost et le recours à l'irrigation de complément permettant de maintenir la production à un niveau moyen quel que soit le type d'année.

L'utilisation du bilan hydrique simulé a facilité la mise au point d'un système de pilotage des irrigations permettant de mieux valoriser les apports d'eau au cours de la campagne. Ce système demande toutefois encore de nombreuses améliorations pour être totalement opérationnel.

Il serait intéressant de s'orienter sur la réponse précise de différentes doses d'irrigation possibles (efficacité en particulier) à différentes cultures, afin de mieux cerner la relation apports d'eau - rendements, ainsi que l'adéquation production-utilisation du gaz pour l'irrigation.

D'autre part, une analyse économique permettrait d'avoir une approche de la rentabilité du système, notamment au niveau des cultures maraîchères.

Enfin, il est nécessaire de poursuivre les essais compost-irrigation de complément sous rotation mil arachide, afin de suivre l'évolution des sols aussi bien du point de vue propriétés fertilisantes que du point de vue propriétés hydriques.

## BIBLIOGRAPHIE

-----

- BONFILS P. \* FAURE J. : Etude comparative des sols du CRA de Bambey  
Annales du CRA de Bambey.
- COUCHAT P. : Aspects methodologiques et technologiques de la mesure  
neutronique de l'humidité des sols.  
Annales agronomiques 1977 Vol 28 no5
- DANCETTE C. : Besoins en eau du mil au Sénégal. Adaptation en zone semi  
aride tropicale.  
L "agronomie tropicale 38.4 p267-280
- DANCETTE C. \* FOREST F. : Simulation du bilan hydrique de l'arachide  
en vue d'une meilleure adaptation de cette culture  
aux conditions tropicales.  
ISRA-IRAT
- DESSELAS \* DUC T. M. : modelisation de système de culture irriguées en  
zone centre Nord du Sénégal.  
ISRA-IRAT
- DAUDET F. A. \* VACHAUD G. : La mesure neutronique du stock d'eau du sol  
et de ses variations. Application à la détermination du  
bilan hydrique.  
Annales agronomiques 1977. Vol 28 no5
- DUC T.M. : Ferme expérimentale des cultures irriguées-Bilan de cinq années  
d'expérimentation.  
CNRA Bambey
- FARINET J.L. \* SARR P.L. \* BOCQUIEN C.Y. : Production continue de biogaz  
pour la petite motorisation rurale. Présentation et données  
de fonctionnement.  
Vol I, II, III, IV. ISRA-IRAT
- FOREST F. : Simulation du bilan hydrique des cultures pluviales.  
Présentation et utilisation du logiciel BIP.  
IRAT
- GUEMNELON R. \* CARIBEL B. : Applications diverses de la methode  
d'humidimétrie neutronique au controle et à l'utilisation  
des réserves hydriques du sol.  
Annales agronomiques vol 28 no5. 1977
- HAMON G. : Caractérisation hydrodynamique in situ de deux sols de culture  
de la région centre Nord du Sénégal.  
ISRA
- IMBERNON J. : Variabilité spatiale des caractéristiques hydrodynamiques  
d'un sol du Sénégal. Application au calcul d'un bilan sous  
culture.  
These de docteur ingénieur Grenoble IMG ,

LEGOUPIL J.C. \* FOREST F. : Conditions et perspectives de l'irrigation  
de complément en région sèche.

I RAT-DEVE

NICOU R. : Caractéristiques principales des sols sableux et argileux du  
Sénégal. Problèmes agronomiques de leur mise en valeur.

CNRA Bambey. ISRA

RUE:LE P. \* AOUINA M.S. \* VACHAUD G. \* VAUCLIN M. : Bilan hydrique  
sous culture par mesures tensiométriques, neutroniques  
et gravimétriques.

Avril 1985.

Valorisation agricole des ressources pluviométriques.

synthèse atelier IRAT-CIEH à Ouagadougou, Novembre 83

CIEH IRAT CIRAD

## ANNEXES

-----

Annexe 1 : Données **techniques** de la **ferme** expérimentale

- Réseau d'irrigation
- Fiches **culturelles**
- Bilan matière de l'exploitation

Annexe 2 : Données **agrométéorologiques** hivernage 1985

- Analyse fréquentielle des pluies de 1940 à 1985
- Calcul de l'ETP Panman

Annexe 3 : Mesures hydriques in situ

- Profils hydriques
- Bilans hydriques par site de mesure

Annexe 4 : Mesures de **croissance-tallage**. Analyse de la variance  
**Rendement**. Analyse de la variance-Blocs de Fischer

Annexe 5 : Simulation sur 10 années d'une arachide 90 jours  
à Bambey

Annexe 6 : Bilans hydriques simulés des cultures d'hivernage 1985





- GOMBO VARIETE POP 12 --

\* Labours aux boeufs (enfouissement compost)

\* Engrais de fond: 2.0 kg 8.18.27 (=200 kg/ha)

\* Semis le 27/6 , ecartement: 90x45 cm

\* Fumure : 30/7      117 kg (sulfate d'ammoniaque)  
           20/8      230 kg (sulfate d'ammoniaque)

total fumure minérale	N	P205	K20
	16		0
	23		
	46		0
	85	36	54

- AUBERGINE + DIAKHATOU -

\* Labour aux boeufs (enfouissement compost)

\* Repiquage le 13/7 : 01.90x0.45 m

\* Fumure minérale :

	10.21.21	KCL	SUPER TRIPLE	SULFATE AMMONIAQUE
de fond	150			
10.7		40	170	11.5
15.8		40		77
30.8		40		77
15.9		40		77
15.10		40		77
30.10		40		77
15.11		40		77

total fumure en unités fertile/ha:

- N: 130 u
- P: 75 u
- K: 168 u

- NIEBE VARIETE 1.1.14 -

\* Labour aux boeufs (enfouissement compost)

\* fumure de fond: 200 kg/ha 8.18.27 = ! N 16 u  
! P 36 u  
! K 54 u

\* Semis le 29/6 : 0.5x0.25 m debut récolte le 5/9

association maïs semis le 12/7: 1x0.5 m  
debut récolte le 10/9

dérobé maïs variété : 59.9 semis le 19/8 0.5x0.25 m

fumure : cf maïs

- NIEBE FOURRAGER -

\* Labour (enfouissement compost)

\* Fumure de fond: 200 kg/ha 8.18.27

\* Semis le 24/6

\* Entretien: 2 binage + 1 traitement au thymul 35

\* Debut récolte : début septembre

- PATATE DOUCE -

\* Labour aux boeufs (enfouissement compost)

\* Fumure de fond : 170 kg/ha de 8.18.27

\* Repiquage les 19 et 20/7 sur billons

\* Total fumure minerale: N 115 u/ha  
P 60 u/ha  
K 180 u/ha



- MIL SOUNA 3 -

- \* fumure de fond: 40 kg KCL  
53 ksuper triple = 150 kg/ha 10.21.21  
105 kg 14.7.7
- \* labour apres premiere pluie utile du 27 juin (charrue à disque)
- \* semis le 12 juillet en sec
- \* 1er binage croisé du 25 au 27/7
- \* le 26/7 apport de 150 kg/ha de sulfate d'ammoniaque (production)
- \* demariage: essais agronomiques 29/7  
production 30 et 31/7
- \* desherbage les 13 et 14/8
- \* 2/9 apport de 125 kg/ha de sulfate d'ammoniaque (production)
- \* 3/9 attaque cantarides: 6/9 1er traitement 250 cc/10l thymul 35  
14/9 2e traitement 300 cc/10l thymul 35
- Y relevage du mil apres tempete
- \* du 1 au 10/10 recolte

irrigation: d'appoint:

- \* du 26 au 31/7: 8 mm
- \* du 11 au 15/9: 15 mm
- \* du 26 au 30/9: 28 mm
- \* total: 41 mm

- \* engrais de fond: 150 kg/ha B.18.27
- \* labour apres premiere pluie utile du 27 juin (charrue à disque)
- \* semis le 15 et 16 juillet sur pluie de 35 mm
- \* 16 et 17 juillet: passage aux boeufs sur le smis
- \* 31/7 au 2/8 binage aux boeufs
- \* 5/8 au 7/8 desherbage
- \* 12/8 au 14/8 binage
- \* 29/9 attaque pucerons
- \* 3/9 traitement au thymul 35 à 200 cc pour 15 l
- \* 16 et 17/9 des-herbage
- \* 15 au 20/10 récolte

,

irrigation d'appoint :

- \* du 6 au 10 aout: 21mm
- \* du 1 au 5 octobre: 11 mm
- \* total : 32 mm

BILAN MATIERE DE L'EXPLOITATION

PRODUCTION VEGETALE: L'ensemble des productions et des utilisations est reporté dans le tableau suivant.

produit	producti on! kg/ha	ali mentati on! kg	On betail! UF	fermenteur! kg ms	autres utilisations
fane5 arachide	3800	3800	1520	-	-
gousse arachide	2000	-	-	-	vente
fouillage	25160	25160	3019	-	-
mil paille	8813	2470	741	-	-
niebe fouillage	-	-	350	-	-
mil grains	2100	-	-	-	vente

Les production5 annexe5 (maraichage) ne sont pas prises en compte dans ce tableau.

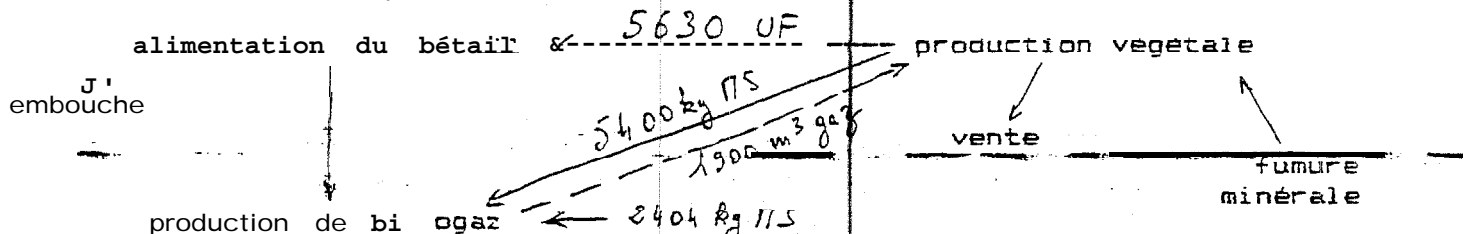
ALIMENTATION DU BETAIL:

- 1 paire de boeufs de trait:
    - entretien: 1536 UF
    - travail : 1400 UF
    - tata1 : 2636 UF
  - 2 rotation5 de 120j de 2 boeufs d'embouche: 2888 UF
- total besoins : 5624 UF

PRODUCTION DE BIOGAZ:

- saison seche: 1510 m3 avec un rendement de 250 l/kg ms soit un besoin de 6040 kg ms
  - saison humide: 388 m3 avec un rendement de 220 l/kg ms soit un besoin de 1764 kg ms
- total besoins : 7804 kg ms

Le bilan matiere peut se resumer par le schéma suivant:



l'introduction des 2404 kg de ms pourrait etre evitée par un agrandissement de 0.15 ha des cultures céréalières:

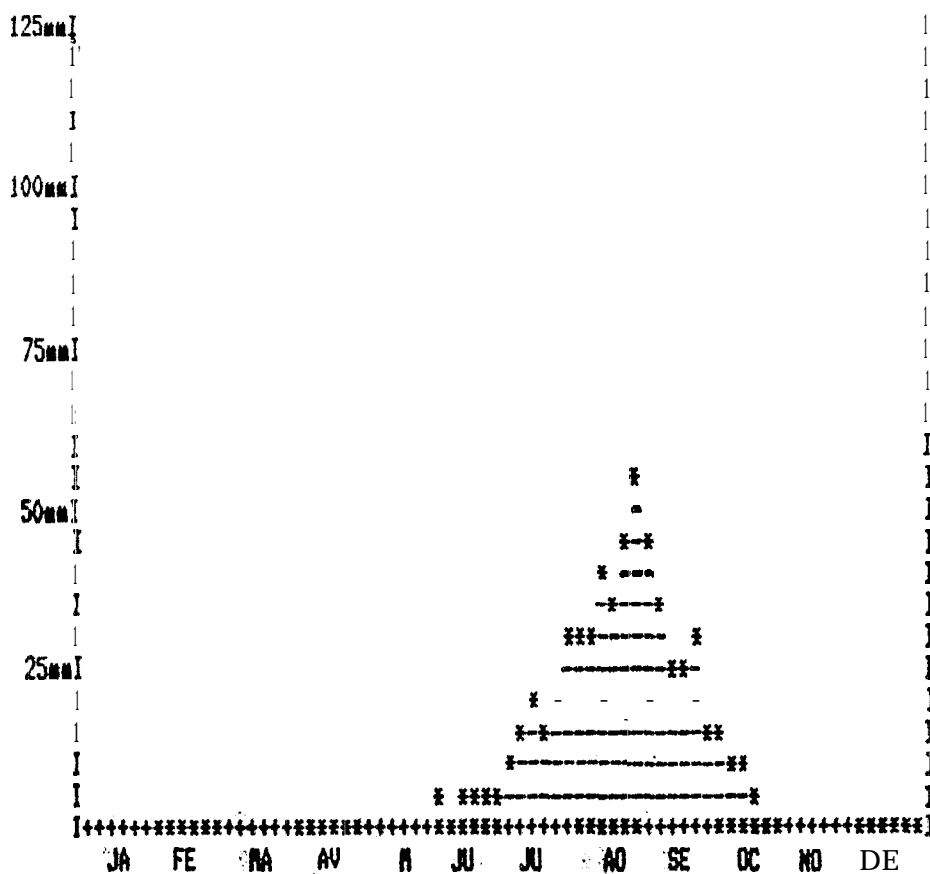
0.5ha de mil donneraient 3750 kg de paille de mil soit

STATION DE BANBEY

PLUVIOMETRIE DE LA PENTADE 1 A LA PENTADE 72 DE L AME 1940 A L ANNEE 1985

	*PENT 1*	*PENT 2*	*PENT 3	*PENT 4*	*PENT 5*	*PENT 6*	TOTAL*
JA *	.0*	0.0*	.6*	.0*	0.0*	0.0*	.7
FE *	.1*	.8*	.0*	.1*	0.0*	.0*	1.0
MA *	0.0*	0.0*	.0*	0.0*	0.0*	0.0*	.0
AV *	0.0*	.0*	0.0*	0.0*	.1*	.1*	.2
M *	.0*	.0*	0.0*	.3*	.0*	1.9*	2.3
JU *	2.7*	2.4*	3.6*	7.2*	6.8*	5.3*	27.9
JU *	8.6*	13.8*	18.6*	14.8*	20.3*	29.6*	105.8
AO *	29.4%	32.5*	37.6*	35.71	42.5*	54.4*	232.1
SE *	45.3*	35.6*	27.1*	25.1*	29.1%	14.1*	176.2
oc *	13.3*	11.5*	10.2%	3.7*	2.4*	2.2*	43.3
NO *	.4*	.0*	.3*	.0*	0.0*	1.1*	1.8
DE *	.1*	.1*	.6*	2.4*	.0*	.0*	3.2
ANNEE *							* 599.2

PLUVIOMETRIE TOTALE MOYENNE = 599.2mm



NBE D'ANNEES : 4 6

PERIODE DU 1 JUIN AU 30 JUIN

CLASSEMENT CHRONOLOGIQUE			CLASSEMENT ORDONNE			CHRONOLOGIQUE	
ANNEE	PLUIE MM	RANG	ANNEE	PLUIE RH	ETP MM	BILAN CLIMATIQUE	
1940	30.0	1	1968	0.0	0.	30.0	
1941	8.0	2	1969	0.0	0.	8.0	
1942	2.0	3	1975	0.0	0.	2.0	
1943	46.5	4	1980	0.0	0.	46.5	
1944	2.1	5	15'82	0.0	0.	2.1	
1945	3.0	6	1976	.2	0.	3.0	
1946	.3	7	1946	.3	0.	.3	
1947	16.5	8	1949	.8	0.	16.5	
1948	71.9	9	1973	1.5	0.	71.9	
1949	.a	10	1974	1.6	0.	.8	
1950	13.1	11	1942	2.0	0.	13.1	
1951	10.8	12	1944	2.1	0.	10.8	
1952	56.3	13	1945	3.0	0.	56.3	
1953	20.0	14	1941	8.0	0.	20.0	
1954	38.5	15	1977	8.5	0.	38.5	
1955	44.5	16	1970	8.7	0.	44.5	
1956	45.7	17	1978	9.1	0.	45.7	
1957	59.0	18	1965	9.3	0.	59.0	
1958	42.1	19	1967	10.4	0.	42.1	
1959	36.5	20	1951	10.8	0.	36.5	
1960	66.5	21	1950	13.1	0.	66.5	
1961	32.8	22	1966	13.5	0.	32.8	
1962	39.3	23	1947	14.5	0.	39.3	
1963	21.2	24	1953	20.0	0.	21.2	
1964	36.2	25	1963	21.2	0.	36.2	
1965	9.3	26	1981	25.0	0.	9.3	
1966	13.5	27	1940	30.0	0.	13.5	
1967	10.4	28	<del>1975</del>	30.7	0.	10.4	
1968	0.0	29	1961	32.8	0.	0.0	
1969	0.0	30	1964	36.2	0.	0.0	
1970	8.7	31	1959	36.5	0.	8.7	
1971	44.1	32	1954	38.5	0.	44.1	
1972	64.2	33	1962	39.3	0.	64.2	
1973	1.5	34	1958	42.1	0.	1.5	
1974	1.6	35	1971	44.1	0.	1.6	
1975	0.0	36	1955	44.5	0.	0.0	
1976	.2	37	1956	45.7	0.	.2	
1977	8.5	38	1943	46.5	0.	8.5	
1978	9.1	39	1952	56.3	0.	9.1	
1979	120.3	40	1957	59.0	0.	120.3	
1980	0.0	41	1972	64.2	0.	0.0	
1981	25.0	42	1960	66.5	0.	25.0	
1982	0.0	43	1948	71.9	0.	0.0	
1983	75.0	44	1983	75.0	0.	75.0	
1984	118.4	45	<del>1984</del>	118.4	0.	118.4	
1985	30.7	46	1979	120.3	0.	30.7	



PERIOOE DU 1 JUILLET AU 31 JUILLET

R		CLASSEMENT CHRONOLOGIQUE		CLASSEMENT ORDONNE		CHRONOLOGIQUE	
ANNEE	PLUIE MM	RANG	ANNEE	PLUIE MM	ETP MM	BILAN	CLIMATIQUE
1940	69.3	1	1966	5.2	0.	69.3	
1941	63.5	2	<b>1983</b>	<b>7.5</b>	0.	63.5	
1942	<b>75.0</b>	<b>II</b> 3	<b>1980</b>	<b>8.9</b>	0.	<b>75.0</b>	
1943	130.0	4	<b>1972</b>	<b>22.2</b>	0.	<b>130.0</b>	
1944	<b>104.4</b>	5	<b>1958</b>	<b>47.0</b>	0.	<b>104.4</b>	
1945	<b>144.7</b>	6	1965	63.2	0.	<b>144.7</b>	
1946	<b>107.8</b>	7	1941	63.5	0.	<b>107.8</b>	
1947	<b>98.3</b>	8	<b>1977</b>	63.8	0.	<b>98.3</b>	
1948	100.2	<b>II</b> 9	1959	63.9	0.	<b>100.2</b>	
1949	<b>119.8</b>	10	1957	64.5	0.	119.8	
1950	<b>130.2</b>	11	<b>1940</b>	69.3	0.	130.2	
1951	96.4	12	<b>1942</b>	<b>75.0</b>	0.	96.4	
1952	<b>159.8</b>	13	<b>1976</b>	78.6	0.	159.8	
1953	<b>174.7</b>	14	1973	<b>82.7</b>	0.	<b>174.7</b>	
1954	194.1	15	1978	<b>84.4</b>	0.	<b>194.1</b>	
1955	154.7	<b>Ib</b>	1984	<del>87.2</del>	0.	154.7	
1956	96.0	17	<b>1962</b>	<b>94.7</b>	0.	96.0	
1957	<b>64.5</b>	18	<b>1956</b>	96.0	0.	64.5	
1958	<b>47.0</b>	19	1951	96.4	0.	<b>47.0</b>	
1959	<b>63.9</b>	20	<b>1947</b>	<b>98.3</b>	0.	63.9	
1960	148.6	2x	<b>1979</b>	<b>98.7</b>	0.	148.6	
1961	<b>195.5</b>	22	1948	<b>100.2</b>	0.	<b>195.5</b>	
1962	<b>94.7</b>	23	1968	<b>100.2</b>	0.	<b>94.7</b>	
1963	135.5	24	<del>1965</del>	<del>101.0</del>	0.	135.5	
1964	<b>151.9</b>	25	1981	101.3	0.	<b>151.9</b>	
1965	63.2	26	<b>1974</b>	<b>104.0</b>	0.	<b>63.2</b>	
1966	<b>5.2</b>	27	<b>1944</b>	<b>104.4</b>	0.	<b>5.2</b>	
1967	206.0	28	<b>1946</b>	<b>107.8</b>	0.	206.0	
1968	<b>100.2</b>	29	1949	119.8	0.	100.2	
1969	<b>130.5</b>	30	<b>1975</b>	<b>122.1</b>	0.	130.5	
1970	127.4	31	<b>1970</b>	<b>127.4</b>	0.	127.4	
1971	<b>183.2</b>	32	<b>1943</b>	<b>130.0</b>	0.	<b>183.2</b>	
1972	<b>22.2</b>	33	1950	<b>130.2</b>	0.	<b>22.2</b>	
1973	<b>82.7</b>	34	<b>1969</b>	130.5	0.	<b>82.7</b>	
1974	<b>105.0</b>	35	1963	<b>135.5</b>	0.	<b>104.0</b>	
1975	<b>122.1</b>	36	1945	144.7	0.	<b>122.1</b>	
1976	78.6	37	<b>1960</b>	<b>148.16</b>	0.	78.6	
1977	<b>63.8</b>	38	1964	151.9	0.	<b>63.8</b>	
1978	<b>84.4</b>	39	1955	<del>154.7</del>	0.	<b>84.4</b>	
1979	<b>98.7</b>	40	1952	<b>159.8</b>	0.	<b>98.7</b>	
1980	<b>8.9</b>	41	1982	<b>169.1</b>	0.	<b>8.9</b>	
1981	101.3	42	1953	174.7	0.	101.3	
1982	<b>169.1</b>	43	1971	<b>183.2</b>	0.	<b>169.1</b>	
1983	7.5	44	1954	194.1	0.	7.5	
1984	<b>07.2</b>	45	1961	195.5	0.	<b>87.2</b>	
1985	<b>101.0</b>	46	1967	206.0	0.	<b>101.0</b>	

NBE D'ANNEES : 46

PERIODE DU 1 AOUT AU 31 AOUT

CLASSEMENT CHRONOLOGIQUE			CLASSEMENT ORDONNE			CHRONOLOGIQUE	
ANNEE	PLUIE MM	RANG	ANNEE	PLUIE MM	ETP MM	BILAN CLIMATIQUE	
1940	222.0	1	1968	39.2	0.	222.0	
1941	44.3	2	1941	44.3	0.	44.3	
1942	222.8	3	1945	83.3	0.	222.8	
1943	248.7	4	1976	98.4	0.	248.7	
1944	324.5	5	1972	101.8	0.	324.5	
1945	83.3	6	1983	116.1	0.	83.3	
1946	255.1	7	1984	118.4	0.	255.1	
1947	280.0	8	1977	138.4	0.	280.0	
1948	395.7	9	1956	143.3	0.	395.7	
1949	238.3	10	1981	153.7	0.	238.3	
1950	512.5	11	1971	155.7	0.	512.5	
1951	415.6	12	1979	157.1	0.	415.6	
1952	217.4	13	1966	162.2	0.	217.4	
1953	179.9	14	1975	205.5	0.	179.9	
1954	386.1	15	1963	174.2	0.	386.1	
1955	324.7	16	1982	176.8	0.	324.7	
1956	143.3	17	1957	179.3	0.	143.3	
1957	179.3	18	1953	179.9	0.	179.3	
1958	541.9	19	1975	205.5	0.	541.9	
1959	207.8	20	1959	207.8	0.	207.8	
1960	289.3	21	1964	212.7	0.	289.3	
1961	234.6	22	1952	217.4	0.	234.6	
1962	409.7	23	1940	222.0	0.	409.7	
1963	174.2	24	1942	222.8	0.	174.2	
1964	212.7	25	1973	225.2	0.	212.7	
1965	396.0	26	1970	229.2	0.	396.0	
1966	162.2	27	1961	234.6	0.	162.2	
1967	259.9	28	1949	238.3	0.	259.9	
1968	39.2	29	1980	244.1	0.	39.2	
1969	256.9	30	1978	244.7	0.	256.9	
1970	229.2	31	1943	248.7	0.	229.2	
1971	155.7	32	1946	255.1	0.	155.7	
1972	101.8	33	1969	259.9	0.	101.8	
1973	225.2	34	1967	259.9	0.	225.2	
1974	283.2	35	1947	280.0	0.	283.2	
1975	205.5	36	1974	283.2	0.	205.5	
1976	98.4	37	1960	289.3	0.	98.4	
1977	138.4	38	1944	324.5	0.	138.4	
1978	244.7	39	1955	324.7	0.	244.7	
1979	157.1	40	1954	336.1	0.	157.1	
1980	244.1	41	1948	395.7	0.	244.1	
1981	153.7	42	1965	396.0	0.	153.7	
1982	176.8	43	1962	409.7	0.	176.8	
1983	116.1	44	1951	415.6	0.	116.1	
1984	118.4	45	1950	512.5	0.	118.4	
1985	170.7	46	1958	541.9	0.	170.7	

PERIODE DU 1 SEPTEMBR AU 30 SEPTEMBR

CLASSEMENT CHRONOLOGIQUE		CLASSEMENT ORDONNE		CHRONOLOGIQUE			
ANNEE	PLUIE MM	II		ANNEE	PLUIE MM	ETP MM CLIMATIQUE	BILAN
		1	RANG				
1940	101.5	II	1	1949	46.4	0.	101.5
1941	325.7	I	2	1974	62.3	0.	325.7
1942	126.1	I	3	1948	66.1	0.	126.1
1943	200.2	I	4	1962	71.1	0.	200.2
1944	252.0	I	5			0.	252.0
1945	126.5	I	6	1946	88.2	0.	126.5
1946	88.2	II	7	1973	90.4	0.	88.2
1947	114.5	II	8	1982	91.7	0.	114.5
1948	66.1	I	9	1940	101.5	0.	66.1
1949	44.4	I	10	1965	111.0	0.	46.4
1950	445.5	I	11	1947	114.5	0.	445.5
1951	180.1	I	12	1983	117.3	0.	180.1
1952	359.1	I	13	1977	120.9	0.	359.1
1953	308.3	I	14	1979	123.3	0.	308.3
1954	125.2	I	15	1984	123.7	0.	125.2
1955	223.2	I	16	1954	125.2	0.	223.2
1956	278.7	I	17	1980	125.6	0.	278.7
1957	290.0	I	18	1942	126.1	0.	290.0
1958	150.5	I	19	1945	126.5	0.	150.5
1959	151.9	I	20	1972	137.9	0.	151.9
1960	261.6	I	21	1958	150.5	0.	261.6
1961	199.4	II	22	1959	151.9	0.	199.4
1962	71.1	I	23	1975	159.3	0.	71.1
1963	175.0	I	24	1970	167.4	0.	175.0
1964	177.9	I	25	1968	169.2	0.	177.9
1965	111.0	I	26	1976	169.7	0.	111.0
1966	251.3	I	27	1963	175.0	0.	251.3
1967	263.7	I	28	1964	177.9	0.	263.7
1968	169.2	II	29	1951	180.1	0.	169.2
1969	205.7	I	30	1971	184.3	0.	205.7
1970	167.4	I	31	1961	199.4	0.	167.4
1971	184.3	II	32	1943	200.2	0.	184.3
1972	1137.9	II	33	1969	205.7	0.	137.9
1973	90.4	I	34	1981	212.3	0.	90.4
1974	62.3	I	35	1955	223.2	0.	62.3
1975	159.3	I	36	1966	251.3	0.	159.3
1976	169.7	I	37	1944	252.0	0.	169.7
1977	120.9	I	38	1960	261.6	0.	120.9
1978	297.8	I	39	1967	263.7	0.	297.8
1979	123.3	I	40	1956	278.7	0.	123.3
1980	225.6	II	41	1957	290.0	0.	125.6 -1
1981	212.3	I	42	1978	297.8	0.	212.3
1982	91.7	I	43	1953	308.3	0.	91.7
1983	117.3	I	44	1941	325.7	0.	in.3
1984	124.7	I	45	1952	359.1	0.	124.7
1985	75.1	I	46	1950	445.5	0.	75.1

CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE

formule de Penman

L'évapotranspiration potentielle dépend de deux termes:

- un terme radiatif: Ra
- un terme advectif: Ea

on a alors:

$$ETP = (Ra + Ea) \frac{A}{\Delta + \gamma}$$

avec :

$$Ra = (1 - \alpha) R_g = 6 \cdot 10^8 (0.56 - 0.098 \text{ ed}) (0.9 \frac{h}{N} + 0.1)$$

et:

$$Ea = (0.26 + 0.14 V) (ea - ed)$$

les différentes variables étant:

- ed: pression de vapeur mesurée à la station
- ea: tension de vapeur saturante à la température ambiante
- v: vitesse du vent
- n: ensoleillement effectif
- N: ensoleillement maximum
- Rg: rayonnement global
- α: albedo (0.2 pour une culture)
- γ: 0.49

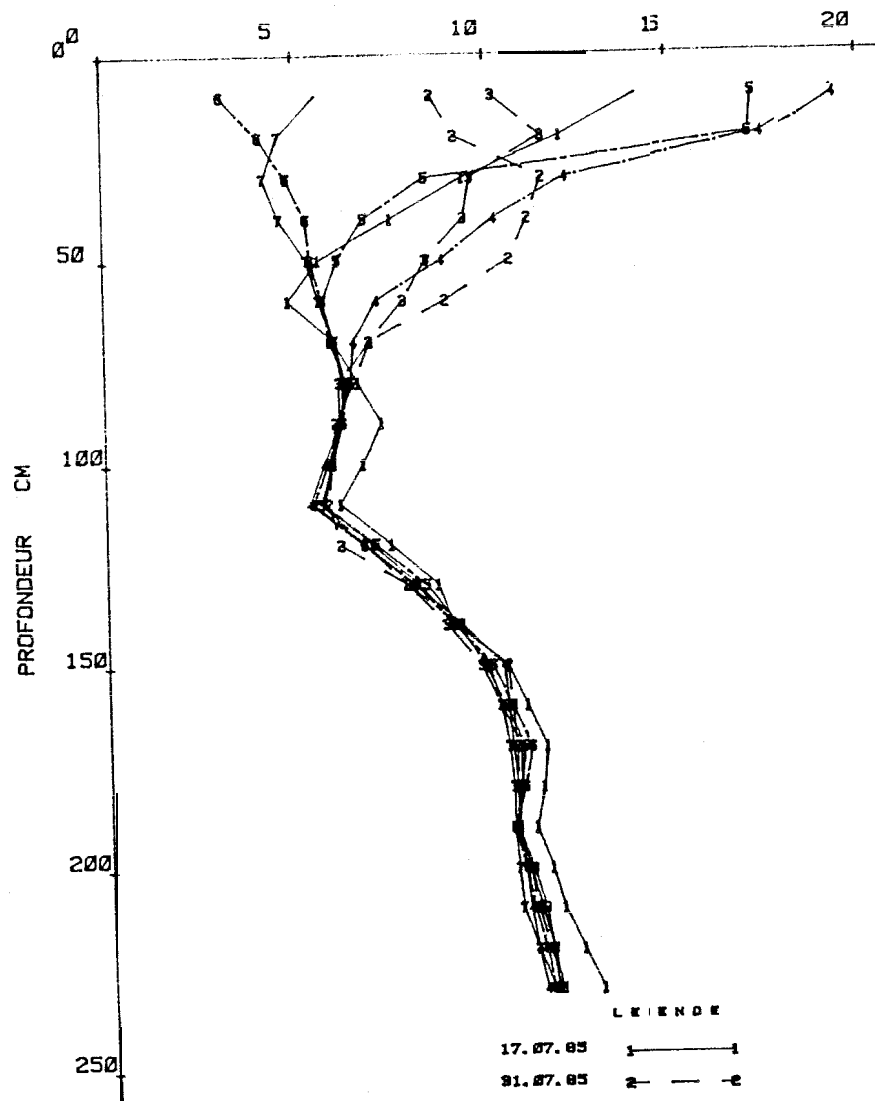
application au site bambey 198E:

MOIS	DECADE	Ra	Ea	ETP
juil	3	6.28 mm/j	4.34 mm/j	8.15 mm/j
	1	5.70 mm/j	6.03 mm/j	9.09 mm/j
	2	5.26 mm/j	2.38 mm/j	5.84 mm/j
aout	3	6.14 mm/j	3.54 mm/j	7.49 mm/j
	1	5.22 mm/j	2.51 mm/j	6.17 mm/j
sept	2	5.73 mm/j	2.51 mm/j	6.28 mm/j
	3	5.65 mm/j	4.02 mm/j	7.48 mm/j

PROFIL HYDRIQUE

MIL COMPOST IRRIGUE PROFIL 3

HV %



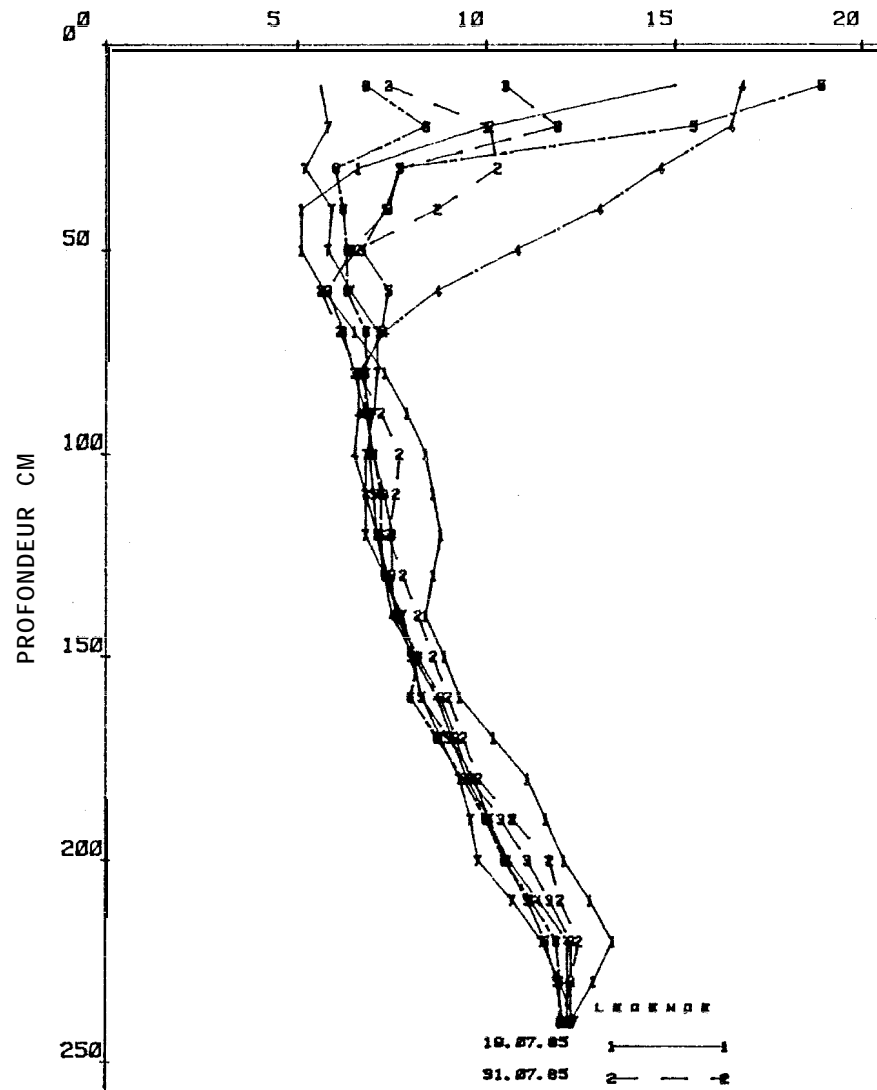
LEGENDE

- 17.07.85 1 ——— 1
- 31.07.85 2 - - - 2
- 14.08.85 3 ——— 3
- 29.08.85 4 ——— 4
- 13.09.85 5 ——— 5
- 26.09.85 6 ——— 6
- 10.10.85 7 ——— 7

PROFIL HYDRIQUE

MIL COMPOST IRRIGUE PR1

HV %



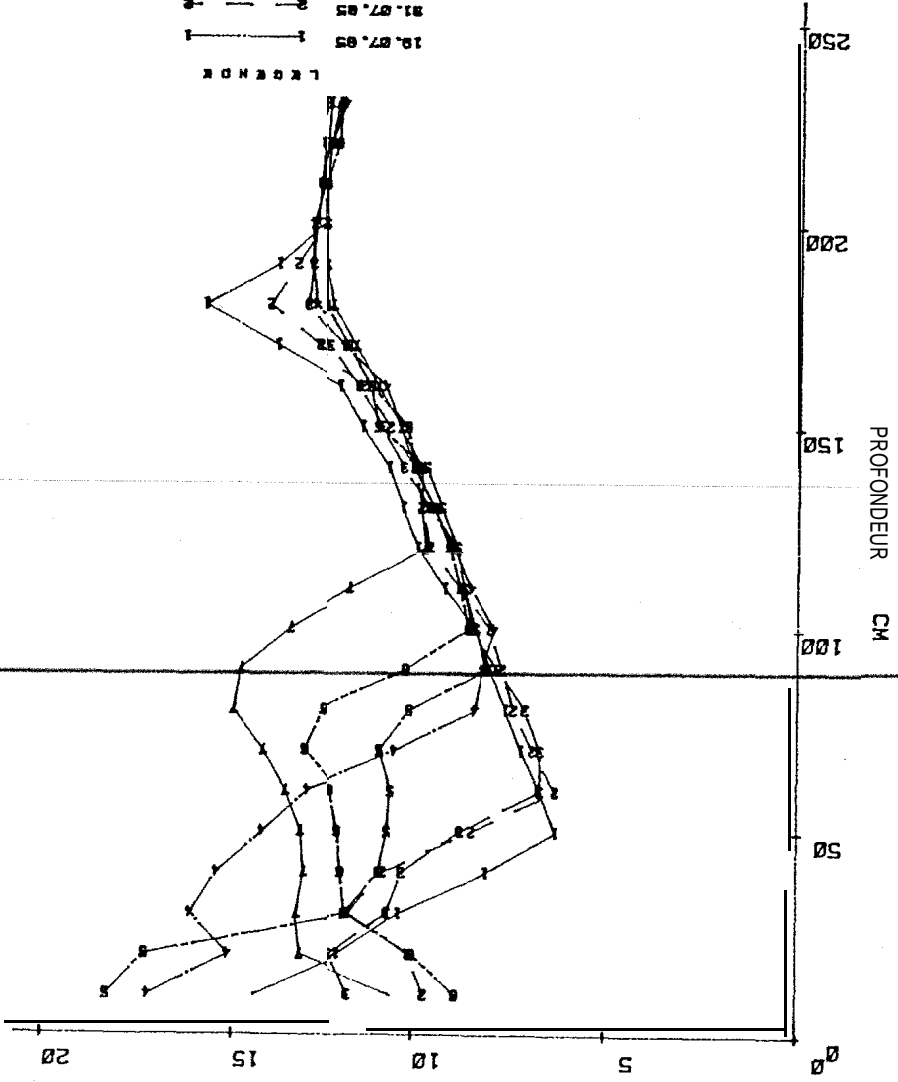
LEGENDE

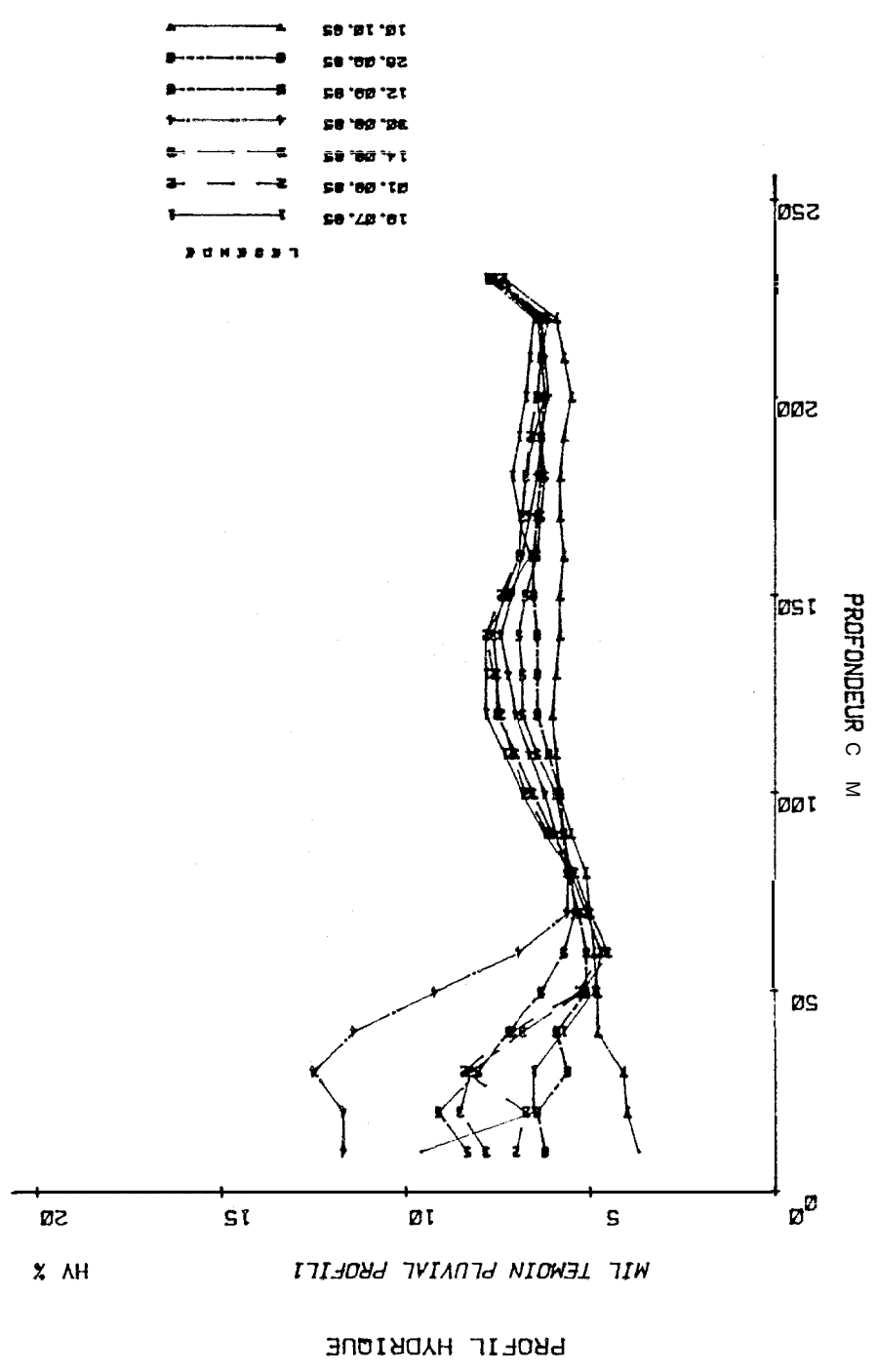
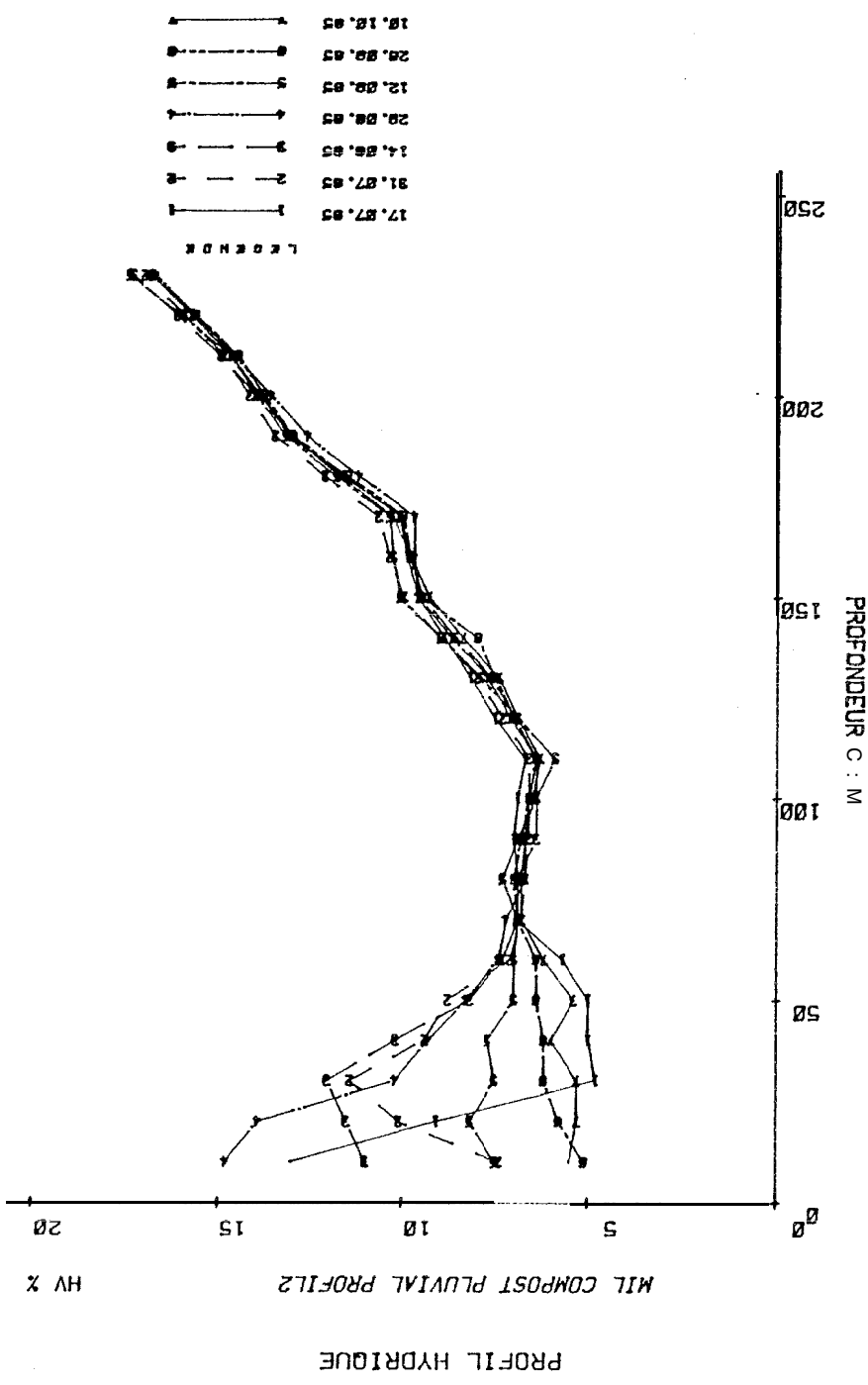
- 10.07.85 1 ——— 1
- 31.07.85 2 - - - 2
- 14.08.85 3 ——— 3
- 28.08.85 4 ——— 4
- 13.09.85 5 ——— 5
- 26.09.85 6 ——— 6
- 10.10.85 7 ——— 7

PROFIL HYDRIQUE

MIL COMPOST IRRIGUE PROFIL 2

HV X



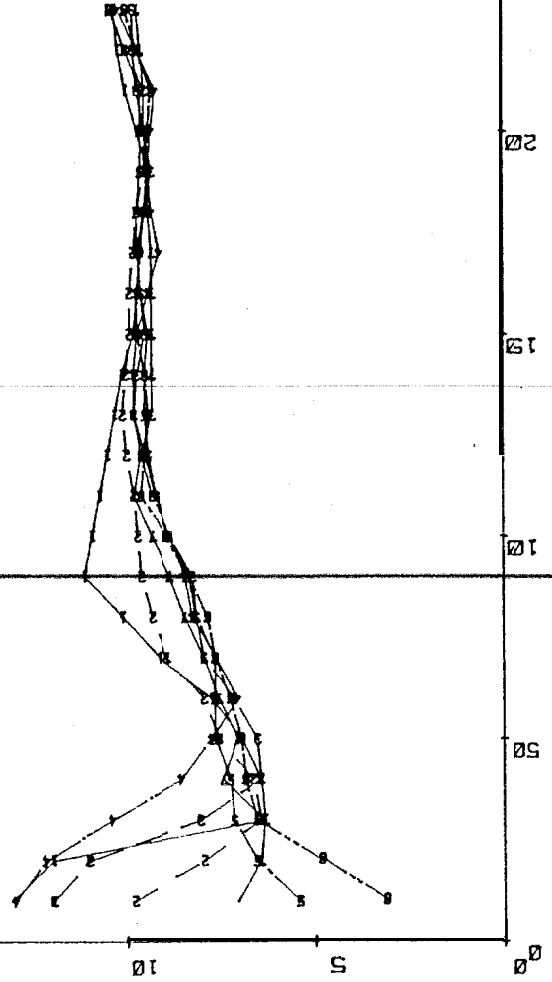


PROFIL HYDRIQUE

MIL TEMOIN PLUVIAL PROFIL3

HV %

- LEGENDE
- 17.07.85
  - 31.07.85
  - 14.08.85
  - 30.08.85
  - 12.09.85
  - 26.09.85
  - 10.10.85

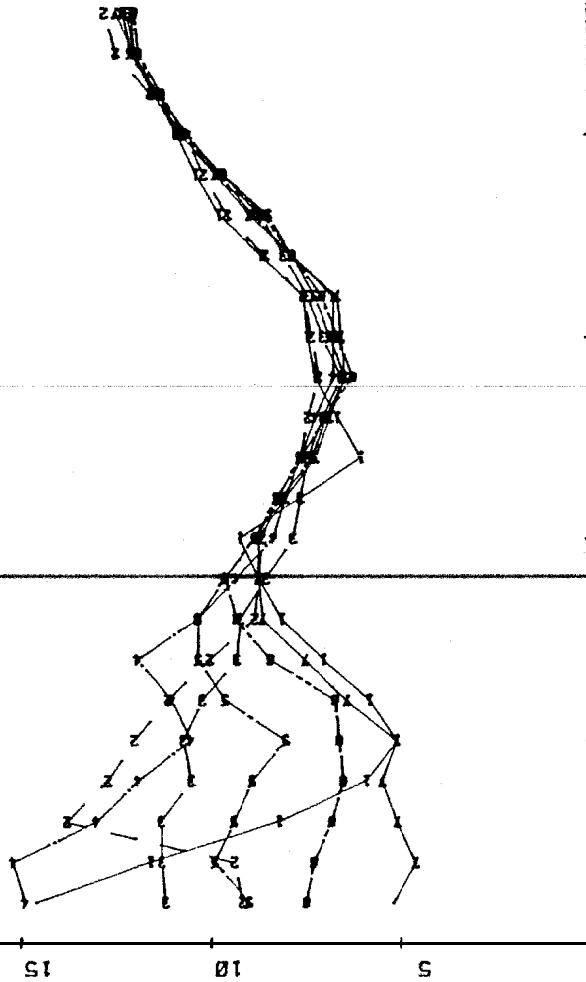


PROFIL HYDRIQUE

MIL COMPOST PLUVIAL PROFIL1

HV %

- LEGENDE
- 10.07.85
  - 31.07.85
  - 14.08.85
  - 20.08.85
  - 12.09.85
  - 26.09.85
  - 10.10.85



PROFONDEUR C M

PROFONDEUR CM



resultat du bilan in situ = mil compost irrigué profil 1

```

*****
*mesure * stock(mm) * var(mm) * pl+irr(mm) * etr(mm) * etr(mm/j) *
*****
* 1 * 98.1 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 120.5 * 22.4 * 73.8 * 51.4 * 4.2 *
* 3 * 116.7 * -3.8 * 25.9 * 27.7 * 4 *
* 4 * 110.1 * -6.6 * 3.2 * 9.8 * 1.2 *
* 5 * 114.1 * 4 * 37.3 * 33.3 * 6.2 *
* 6 * 150 * 35.9 * 79.2 * 43.3 * 6.2 *
* 7 * 147.5 * -2.5 * 62.5 * 65 * 8.1 *
* 8 * 125.6 * -21.9 * 25.4 * 47.3 * 5.3 *
* 9 * 128.3 * 2.7 * 27.2 * 24.5 * 4.1 *
* 10 * 121.5 * -6.8 * 23.5 * 30.3 * 5 *
* 11 * 103.9 * -17.6 * 11 * 28.6 * 4.1 *
* 12 * 102.1 * -1.8 * 25 * 26.8 * 3.8 *
* 13 * 98.1 * -4 * 10.9 * 14.9 * 2.1 *
*****

```

resultat du bilan in situ = mil compost irrigué profil 2

```

*****
*mesure * stock(mm) * v a r (mm) * pl+irr(mm) * etr(mm) * e t r (mm/j) *
*****
* 1 * 106.6 * 0 * 0 * 0 * 0 *
Y 2 * 138.7 * 30.6 * 73.8 * 41.7 * 3.4 *
* 3 * 133.5 * -5.2 * 24 * 29.2 * 2.7 *
* 4 * 132 * -1.5 * 3.2 * 4.7 * 1.1 *
* 5 * 138.8 * 6.8 * 37 * 30.2 * 4.3 *
* 6 * 168.5 * 29.7 * 78.6 * 48.9 * 7 *
* 7 * 176.3 * 7.8 * 66.5 * 58.7 * 7.3 *
* 8 * 164.7 * -11.6 * 26.6 * 38.2 * 4.2 *
* 9 * 165.1 * .4 * 25.7 * 25.3 * 4.2 *
* 10 * 174.7 * 9.6 * 31 * 21.4 * 3.6 *
* 11 * 159.7 * -15 * 11 * 26 * 3.7 *
* 12 * 184.7 * 25 * 40 * 15 * 2.1 *
* 13 * 187.4 * 2.7 * 10.9 * 8.2 * 1.2 *
*****

```

resultat du bilan in situ = mil compost irrigué profil 3

```

*****
* m e s u r e * stock(mm) * v a r (mm) * pl+irr(mm) * etr(mm) * etr(mm/j) *
*****
* 1 * 97.4 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 130.8 * 33.4 * 73.8 * 40.4 * 3.4 *
* 3 * 125 * -5.8 * 24 * 29.8 * 4.3 *
* 4 * 116.1 * -8-ç' * 4.8 * 13.7 * 1.7 *
* 5 * 120.5 * 4.4 * 34.5 * 30.1 * - 5 Y
* 6 * 144.8 * 24.3 * 74.6 * 50.3 * 7.2 *
* 7 * 140.1 * -4.7 * 60.5 * 65.2 * 8.2 *
* 8 * 116.6 * -23.5 * 25.4 * 48.9 * 5.4 *
* 9 * 124.9 * 8.3 * 30.7 * 22.4 * 3.7 *
* 10 * 113 * -11.9 * 20.5 * 32.4 * 5.4 *
* 11 * 89.1 * -23.9 * 11 * 34.9 * 5 *
* 12 * 97.4 * 8.3 * 32 * 23.7 * 3.4 *
* 13 * 91 * -6.4 * 10.9 * 17.3 * 2.5 *
*****

```



resultat du bilan in situ - mil temoin profil 1

```

*****
*mesure * stock (mm) * var (mm) * pl+irr (mm) * e t r (mm) * e t r (mm/j) *
*****
* 1 * 76.3 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 101.8 * 2t3.5 * 73.8 * 48.3 * 4.0 *
* 3 * 100.4 * -1.4 * 22.9 * 24.3 * 3.0 *
* 4 Y 93.8 * -6.6 * 4.2 * 10.8 * 1.5 *
* 5 * 101.3 * 7.5 * 35 * 27.5 * 4.6 *
* 6 * 130.5 * 29.2 * 70.7 * 41.5 * 5.2 *
* 7 * 124.7 * -5.8 * 57 * 62.8 * 7.9 *
* 8 * 115.3 * -9.4 * 25.6 Y 35 * 4.4 *
* 9 * 101.4 * -13.9 * 2.1 * 16 * 3.2 *
* 10 * 102 * .6 * 35.6 * 35 * 5 *
* 11 * 88.1 * -13.9 * 11 * 24.9 * 3.6 *
* 12 * 79.2 * -8.9 * 0 * 8.9 * 1.3 *
* 13 * 76.3 * -2.9 * 10.9 * 13.8 * 2 *
*****

```

resultat du bilan in situ - mil temoin profil 3

```

*****
*mesure * stock (mm) * var (mm) * pl+irr (mm) * etr (mm) * etr (mm/j) *
*****
* 1 * 112.0 * 0 * 0 * 0 * 0 *
* 2 * 138.6 * 26.6 * 73.8 * 47.2 * 3.9 *
* 3 * 131.7 * -a.9 * 23.9 * 30.8 * 4.4 *
* 4 * 126.5 * -5.2 * 4.2 * 9.4 * 1.2 *
* 5 * 131.2 * 4.7 * 36.2 * 32 * 5.3 *
* 6 * 147.4 * 16.2 * 69.7 * 53.5 * 6.7 *
* 7 * 140.2 * -7.2 * 53.5 * 60.7 * 7.6 *
* 8 * 137.4 * -2.8 * 25.4 * 28.2 * 3.5 *
* 9 * 120.1 * -17.3 * 2.1 * 19.4 * 3.9 *
* 10 * 127.2 * 7.1 * 35.6 * 28.5 * 4.1 *
* 11 * 114 * -13.2 * 11 * 28.5 * 3.5 *
* 12 * 112 * -2 * 0 * 2 * .3 *
* 13 * 121.8 * 9.8 * 10.9 * 1.1 * .2 *
*****

```

ESSAIS ECONOMIE DE L'ENGRAIS-COMPOST SOLE C

analyse des résultats

Analyse de la variance sur traitements par **parcelle** toutes mesures confondues:

1. CROISSANCE

a. parcelle n° 1: compost irrigué

ELEMENT	VARIANCE	F CALCULE	DDL
date	130521	2264.7	4
traitement	622.8	10.8	3
A*B	92.36	1.6	12
erreur	57.3		

Coefficient de variation: 7.41%

effet traitement:  
test proba 0.05

$T2=T1=T3<T4$

test proba **0.01**

$T2=T1=T3<T4$

b. parcel 1 e no 2: compost pl uvi al

ELEMENT	VARIANCE	F CALCULE	DDL
date	122372	1882	4
traitement	71.23	1.096	3
A*B	92.36	0.55	12
erreur	05.02		

Coefficient de variation: 7.97%

effet traitement: non significatif

c.parcelle no 3:temoin pluvial

ELEMENT	VARI ANCE	F CALCULE	DDL
date	103787	1701	4
traitement	338.8	5.47	3
A*B	26.45	0.43	12
erreur	61.02		

Coefficient de variation: 8.3%

effet traitement:

test proba 0.05

test proba 0.01

T2 T1 T3 T4

T2 T1 T3 T4

## 2. TALLAGE

a-parcelle no 1:compost irrigué

ELEMENT	VARIANCE	F CALCULE	DDL
date	1356	1069	4
traitement	19.18	15.12	3
A*B	1.43	1.13	12
erreur	1.27		

Coefficient de variation: 8.06%

effet traitement:

T1 T2 T3 T4

T1 T2 T3 T4

-----

-a---

b.parcelle no 2:compost pluvial

ELEMENT	VARIANCE	F	CALCULE	DDL
date	1049.46	5	78.7	4
traitement	2.61	1	44	3
A*B	0.75	0	41	12
erreur	1.81			

Coefficient de variation: 9.79%

effet traitement: non significatif

c.parcelle no 3:temoin pluvial

ELEMENT	VARIANCE	F	CALCULE	DDL
date	1034	8	112	4
traitement	1.39	1	09	3
A*B	1.35	1	06	12
erreur	1.27			

Coefficient de variation: 8.79X

effet traitement: non significatif

### 3. RENDEMENTS (valeurs brutes sans correction de matière sèche)

#### 3.1 MIL grains

##### 3.1.1 compost irrigué

	! variance !	ddl	! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	1.55	3	2.82	3.49	5.95
!! blocs	1.89	4	3.45	3.26	5.41
! erreur	0.55	12			

C.V= 10.67%

effet traitement: non significatif

##### 3.1.2 compost pluvial

	! variance !	ddl	! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	1.61	3	3.62	3.49	5.95
! blocs	0.79	4	1.78	3.26	5.21
! erreur	0.44	12			

C.V= 12.98%

effet traitement: T4 > X1

##### 3.1.3 témoin pluvial

	! variance !	ddl	! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	0.52	3	0.94	3.49	5.95
! blocs	0.80	4	1.43	3.26	5.21
! erreur	0.56	12			

C.V=

effet traitement: non significatif

#### 3.2 MIL paille

##### 3.2.1 compost irrigué

	! variance !	ddl	! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	12.63	3	3.53	3.49	5.9
! blocs	12.08	4	3.37	3.26	5.41
! erreur	3.58				

C.V= 6.74%

effet traitement: T4 > T1

3.2.2 compost pluvial

	variance	ddl	F calcul	F table 5%	F table 1%
trait..	10.97	3	1.44	3.49	5.95
blocs	3.74	4	0.49	3.26	5.41
erreur	7.59	12			

C.V= 10.4%

effet traitement: non significatif

3.2.3 témoin pluvial

	variance	ddl	F calcul	F table 5%	F table 1%
trait..	3.54	3	1.60	3.49	5.95
blocs	3.67	4	1.66	3.26	5.21
erreur	2.21				

C.V= 6.73%

effet traitement: non significatif

3.3 ARACHIDE gousses

3.3.1 compost irrigué

	variance	ddl	F calcul	F table 5%	F table 1%
trait.	0.75	3	3.71	3.49	5.95
blocs	4.17	4	20.23	3.26	5.41
erreur	0.21	12			

C.V= 6.43%

effet traitement: le test sur les moyennes n'indique pas de différence

3.3.2 compost pluvial

	variance	ddl	F calcul	F table 5%	F table 1%
trait.	0.86	3	1.58	3.49	5.95
blocs	0.11	4	0.20	3.26	5.41
erreur	0.55	12			

C.V= 13.05%

effet traitement: non significatif



### 3.3.3 témoin pluvial

	! variance !	ddl	! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	0.46	3	1.70	3.49	5.95
! blocs !	0.49	4	1.79	3.26	fi. 41
! erreur !	0.27	12			

C.V= 10.53%

effet traitement: non significatif

### 3.4 ARACHIDE fanes

#### 3.4.1 compost irrigué

	! variance !	ddl	!! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	1.01	3	!! 0.81	3.49	5.95
! blocs !	2.94	4	!! 2.36	3.26	5.41
! erreur !	1.25	12	!!		

C.V=

effet traitement: non significatif

#### 3.4.2 compost pluvial

	! variance !	ddl	!! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	0.32	3	! 0.75	3.49	5.95
! blocs !	0.68	4	! 1.61	3.26	5.41
! erreur !	0.42	12	!!		

C.V= 7.46%

effet traitement: non significatif

#### 3.4.3 témoin pluvial

	! variance !	ddl	! F calcul !	F table 5%	F table 1%
! trait. !	0.83	3	! 1.19	3.49	5.95
! blocs !	1.36	4	! 1.5'5	3.26	5.41
! erreur !	0.70	12			

C.V= 11.645%

effet traitement: non significatif

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J ^ BAMBEY  
ANNEE 1978

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS l e 18.07.78

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	11-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUIL	16-20	24	.7	.37	14.1	29.3	-5.3	0	0	1	0	0
JUIL	21-25	10	.8	.46	14.5	4.4	4.4	0	0	.3	10	0
JUIL	26-31	44	.7	.53	20	24.9	0	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	92	.7	.59	18	18	100.4	0	0	1	0	0
AOUT	6-10	22	1	.64	16.2	18.2	104.1	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	105	.72	.21.6	21.6	126.4	0	18.1	1	0	0	0
AOUT	16-20	0	.70	.87	31.3	30.8	97.6	0	0	.98	1	0
AOUT	21-25	29	.84	.89	23.6	23.6	103	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	32	.9	.05	27	27	100	0	0	1	0	0
SEPT	1-5	58	1	.81	22.3	22.9	127.7	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	48	1	.79	21.7	21.7	128.3	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	1	.88	.78	21.8	21.8	110.4	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	53	1	.77	20.5	20.5	129.5	0	13.4	1	0	0
SEPT	21-25	134	1	.74	18.9	18.9	133.1	0	113.5	1	0	0
SEPT	26-30	18	1	.89	18.3	18.3	133.7	0	1.1	1	0	0
OCTO	1-5	9	.85	.85	22.4	22.4	120.3	0	0	1	0	0
OCTO	6-10	0	.8	.85	28.9	26.9	93.3	0	0	1	0	0
OCTO	11-15	11	.72	.85	18.9	18.9	98.1	0	0	1	0	0
OCTO	16-20	0	.6	.8	0	-8.2	84.2	0	0	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J ^ BAMBEY PLUVIAL  
ANNEE 1978

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS l e 28.07.78

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	21-25	10	.8	.8	0	-10	0	0	0	0	0	0
JUIL	26-31	47	.7	.3	718.4	38.3	8.7	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	1	0	.46	15.4	4.4	5.2	0	0	.29	11	0
AOUT	6-10	51	.7	.53	17.8	17.8	38.5	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	25	.7	.59	18	18	45.5	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	25	.7	.64	18.5	18.5	51	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	38	1	.72	21.8	21.8	68.4	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	0	.05	.87	7.0	32.0	32.0	0	0	.87	5	0
SEPT	1-5	22	.33	.88	26.7	16.7	38.1	0	0	.63	10	0
SEPT	6-10	28	.44	.8	25.5	18.5	44.0	0	0	.77	0	0
SEPT	11-15	22	.77	.81	22.2	22.3	44.3	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	1	.79	.79	21.7	21.7	89.6	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	21	1	.78	14.8	14.8	116.8	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	2	.8	.77	14.6	14.6	104.1	0	0	1	0	0
OCTO	1-5	32	1	.74	17.8	17.8	118.4	0	0	0	0	0
OCTO	6-10	3	.80	.88	18.3	18.3	105.1	0	0	1	0	0
OCTO	11-15	0	.77	.85	23.4	23.4	81.7	0	0	1	0	0
OCTO	16-20	0	.8	.8	0	23.4	58.8	0	0	.83	2	0
OCTO	21-25	2	.48	.8	0	17.5	44.4	0	0	.8	2	0
OCTO	26-31	4	.32	.8	0	7.2	41.2	0	0	.8	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J PLUVIAL  
ANNEE 1975

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS l e 23.07.75

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	18-20	0	.6	.8	0	-8.8	0	0	0	0	0	0
JUIL	21-25	17	.7	.37	11.1	17.1	-1.1	0	0	1	0	0
JUIL	26-31	50	.7	.46	15.7	15.7	48.2	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	0	.42	.53	20.7	17.5	22.7	0	0	.85	3	0
AOUT	6-10	31	.66	.58	19.2	19.2	34.5	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	18	.64	.64	18.9	18.9	33.8	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	0	.3	.72	25.5	15.7	17.9	0	0	.29	18	0
AOUT	21-25	118	.7	.87	20.7	20.7	115.1	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	1	.89	.89	26.9	26.9	123.1	0	0	17.1	1	0
SEPT	1-5	1	.85	.85	21.3	21.3	128.8	0	32.1	1	0	0
SEPT	6-10	10	.97	.81	20.3	20.3	124.5	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	11	.79	.79	21	21	129.0	45.5	0	1	0	0
SEPT	16-20	17	.97	.78	21.8	21.8	124.1	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	15	.93	.77	20.4	20.4	118.7	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	0	.74	.74	23.5	23.5	95.2	0	0	1	0	0
OCTO	1-5	0	.63	.68	27.7	25.2	70	0	0	.91	2	0
OCTO	6-10	0	.51	.85	22.1	18.8	58.4	0	0	.88	2	0
OCTO	11-15	1	.38	.8	22.6	17.3	39.1	0	0	.70	5	0
OCTO	16-20	1	.27	.85	18.9	13.8	28.3	0	0	.73	5	0
OCTO	21-25	0	.18	.8	0	-7.9	18.4	0	0	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J ^ BAMBEY IRRIGUEE  
ANNEE 1978

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS l e 28.07.78

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	21-25	10	.8	.8	0	-10	0	0	0	0	0	0
JUIL	26-31	47	.7	.3	718.4	38.3	9.7	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	1	0	.46	15.4	4.4	5.2	0	0	.29	11	0
AOUT	6-10	51	.7	.53	17.8	17.8	68.5	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	25	.7	.59	18	18	75.5	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	25	.7	.64	18.5	18.5	81.5	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	38	1	.72	21.8	21.8	95.4	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	0	.05	.87	7.0	32.0	60.1	0	0	.87	2	0
SEPT	1-5	22	.33	.88	26.7	16.7	58.4	0	0	.63	10	0
SEPT	6-10	28	.44	.8	25.5	18.5	44.0	0	0	.77	0	0
SEPT	11-15	22	.77	.81	22.2	22.3	44.3	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	1	.79	.79	21.7	21.7	128.3	0	13.6	1	0	0
SEPT	21-25	42	1	.78	14.8	14.8	135.2	0	20.3	1	0	0
SEPT	26-30	2	.8	.77	14.6	14.6	122.6	0	0	1	0	0
OCTO	1-5	32	1	.74	17.8	17.8	132.2	0	4.8	0	0	0
OCTO	6-10	3	.80	.88	18.3	18.3	118.8	0	0	1	0	0
OCTO	11-15	0	.77	.85	23.4	23.4	81.7	0	0	1	0	0
OCTO	16-20	0	.8	.8	0	23.4	73.3	0	0	.85	1	0
OCTO	21-25	2	.5	.8	0	19.5	18.1	0	0	.83	1	0
OCTO	26-31	1	.41	.8	0	7.2	41.2	0	0	.8	0	0
NOV	1-5	0	.38	.8	0	-9	45	0	0	.8	0	0
NOV	6-10	0	.3	.8	0	-9	38	0	0	.8	0	0
NOV	11-15	0	.24	.8	0	-8.4	39.2	0	0	.8	0	0
NOV	16-20	0	.18	.8	0	-9.4	17.3	0	0	.8	0	0
NOV	21-25	0	.12	.8	0	-11.6	5.8	0	0	.8	0	0
NOV	26-31	0	.84	.8	0	-5.6	8	0	0	.8	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90J A BAMBEY PLUVIAL  
ANNEE 1977

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE, 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO SEMIS LE 1 a.m.77

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETH	ETR	RES	RUS	OR	SATIS	DEFI	IRRIC
JUIL	1-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUIL	6-10	36	.7	.37	18.3	28.2	9.6	a	a	1	0	0
JUIL	11-15	3	.04	.46	17	6.1	6.7	0	0	.36	11	0
JUIL	16-20	0	0	.53	23.5	4.8	1.0	0	0	.21	19	0
JUIL	21-25	6	0	.59	20.9	4.7	3.1	0	0	.22	16	0
JUIL	26-31	0	0	.64	27.3	5	8.1	0	0	.18	22	0
AOUT	1-5	0	0	.72	37.6	5.5	.0	0	0	.15	32	0
AOUT	6-10	0	0	.a7	45.4	.0	0	0	0	.01	45	0
AOUT	11-15	44	.7	.80	29.2	27.7	18.3	0	0	.ns	1	0
AOUT	16-20	51	.7	.85	27.9	26.0	40.7	0	0	.98	1	0
AOUT	21-25	a	.0	.81	39	27.8	12.9	0	0	.84	5	0
AOUT	26-31	28	.81	.79	32.2	27.4	13.5	0	0	.85	5	0
SEPT	1-5	57	1	.78	17.6	17.0	52.0	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	s	.82	.77	19.3	19.3	38.7	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	10	.70	.74	14.1	14.1	40.0	0	0	1	0	0
SEPT	18-20	26	.BS	.88	12.9	12.9	53.7	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	a	.88	.85	16.0	16.0	44.8	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	13	.82	.65	16.9	16.9	40.9	a	0	1	0	0
OCTO	1-5	0	.58	.65	25.4	22.6	19.3	0	0	.89	3	0
OCTO	6-10	0	.12	0	0	-7.0	10.5	0	0	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90J A BAMBEY IRRIGUEE  
ANNEE 1976

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE, 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO SEMIS LE 28.07.76

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIC
JUIL	21-25	10	0	0	0	-10	0	0	0	0	0	0
JUIL	26-31	47	.7	.32	18.4	38.3	a.7	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	1	0	.50	17.0	17.0	8.2	0	0	.29	11	0
AOUT	6-10	51	.7				68.5	0	0	1	0	30
AOUT	11-15	25	1	.SB	18	10	7s.5	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	2s	1	.84	10.5	10.5	81	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	36	1	.72	21.6	21.6	BS.4	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	0	.72				60.1	0	0	.04	2	0
SEPT	1-5	22	.7	.87	37.626.7	25.7	56.4	0	0	.96	1	0
SEPT	a-10	ai	1	.85	25.5	25.5	96.0	0	0	1	0	40
SEPT	11-15	22	.Q7				96.6	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	67	1	.79	8122.321.7	22.321.7	128.3	0	13.8	1	0	0
SEPT	21-25	42	1	.78	14.8	14.8	135.2	0	20.3	1	0	0
SEPT	26-30	2	.01	.77	14.8	14.8	122.6	a	0	1	0	0
OCTO	1-5	32	1	.74	17.8	17.8	132.2	0	4.8	1	0	0
OCTO	6-10	3	.9	.88	16.3	16.3	118.9	0	0	1	0	0
OCTO	11-15	0	.70	.85	23.4	23.4	95.5	0	0	1	0	0
OCTO	16-20	0	.64	.65	23.4	22.2	73.3	0	a	.95	1	0
OCTO	21-25	2	.s	.85	19.5	18.1	57.2	0	0	.93	1	0
OCTO	26-31	4	.41	0	0	-7.2	54	0	0	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90J A BAMBEY IRRIGUEE  
ANNEE 1077

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE, 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO SEMIS LE 8.07.77

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETH	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIC
JUIL	1-5	0	0	0	0	a	0	0	0	0	0	0
JUIL	6-10	38	.7	.37	18.3	28.2	9.6	0	0	1	0	0
JUIL	11-15	3	.04	.46	17	6.1	6.7	0	0	.36	11	0
JUIL	16-20	0	0	.53	23.5	23	62.0	0	0	.98	0	79
JUIL	21-25	6	0	.59	20.9	20.9	47.7	e	0	1	0	0
JUIL	26-31	a	.35	.64	27.3	17.4	36.9	0	0	.64	10	0
AOUT	1-5	0	.15	.72	37.8	7.9	30.4	0	0	.21	30	0
AOUT	6-10	0	.08	.87	4s.4	4.1	26.4	0	0	.09	41	0
AOUT	11-15	44	.7	.89	28.2	27.7	92.8	0	0	.95	1	50
AOUT	16-20	51	1	.85	27.9	27.9	11S.a	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	0	.al	.81	33	33	82.7	0	0	1	0	0
MUT	26-31	28	.77	.79	322	32	78.0	0	0	.99	0	0
SEPT	1-5	57	.95	.78	17.6	17.6	11e.2	0	0	1	0	0
SEPT	510	5	.86	.77	19.3	19.3	104	0	0	a	0	0
SEPT	11-15	18	.84	.74	14.1	14.1	105.0	a	0	1	0	0
SEPT	16-20	28	.82	.68	12.9	12.9	119	0	0	1	0	a
SEPT	21-25	a	.88	.65	18.9	18.0	110.1	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	13	.86	.65	16.0	16.9	106.2	0	0	1	0	0
OCTO	1-5	0	.74	.65	25.4	25	81.1	0	0	.99	0	0
OCTO	6-10	0	.54	0	0	-7. a	73.3	0	0	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90J A BAMBEY PLUVIAL  
ANNEE 1076

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE, 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO SEMIS LE 28.07.76

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	OR	SATIS	DEFI	IRRIC
NIL	21-25	10	0	0	0	-10	0	0	0	0	0	0
JUIL	26-31	47	.7				8.7	0	0	1	0	0
Mur	1-5	1	0	.46	37.15.4	38.3 4.4	5.2	0	0	.29	11	0
AOUT	6-10	51	.7	.53	17.8	17.8	38.5	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	25	.7	.59	10	10	45.5	fi	0	1	0	0
AOUT	16-20	25	.7	.72	64.10.5	21.6 105	51	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	36	1				85.4	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	0	.65	.a7	37.0	32.0	92.0	0	0	.a7	s	0
SEPT	1-5	22	.33				36.1	0	0	.63	10	a
SEPT	6-10	26	.44	.89	26.7 255	19.5	44.6	0	0	.77	6	0
SEPT	11-15	22	.77	.81	22.3	22.3	u.3	0	0	1	0	0
SEPT	15-20	67	1	.79	21.7	21.7	89.0	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	42	1	.78	14.8	14.8	118.0	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	2	.B	.77	11.6	14.0	104.1	0	0	1	0	0
OCTO	1-5	32	1	.74	17.8	17.8	118.4	0	0	1	0	0
OCTO	6-10	3	.80	.88	18.3	16.3	10s.1	0	0	1	0	0
OCTO	11-1s	0	.77	.65	23.4	23.4	81.7	0	0	1	0	0
OCTO	16-20	0	.8	.65	23.4	21.7	50.0	0	0	.93	2	0
OCTO	21-25	2	.48	.85	19.5	17.5	44.4	0	0	.9	2	0
OCTO	26-31	4	.32	0	0	-7.2	41.2	0	0	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J ^ BAMBEY IRRIGUEE  
ANNEE 1988

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS LE : 0.08.80

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETA	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
AOUT	I-S	1	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0
AOUT	6-10	100	.7	.37	10.4	30.4	61.0	0	0	1	0	0
AOUT	11-IS	48	.4	.46	15.4	15.4	92.2	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	24	.7	.53	17.0	17.0	98.5	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	7	.78	.59	18	18	84.5	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	31	.99	.64	23.4	23.4	92.1	0	0	1	0	0
SEPT	1-S	59	.72	.72	20.5	20.5	129.5	0	1.1	1	0	0
SEPT	6-10	44	1	.87	26.1	26.1	123.9	0	23.5	1	0	0
SEPT	11-IS	21	.87	.89	27.6	27.6	117.3	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	1	.89	.85	26.4	25.2	93.1	0	.98	1	0	0
SEPT	21-25	4	.85	.81	24.3	24.3	74.1	0	.95	1	0	0
SEPT	26-30	0	.71	.79	28.4	27.9	78.0	0	.98	1	32	0
OCTO	I-S	0	.53	.78	32.8	24.6	54.2	0	.75	0	0	0
OCTO	6-10	0	.84	.77	27	27	99.3	0	.71	1	59	0
OCTO	11-IS	0	.66	.74	31.5	28.8	70.7	0	.91	3	0	0
OCTO	16-20	0	.47	.80	20	21.5	49.2	0	.71	7	0	0
OCTO	21-25	0	.33	.85	28.5	18.7	32.5	0	.59	12	0	0
OCTO	26-31	0	.81	.85	34.2	28.8	82.9	0	.91	0	59	0
NOVE	1-5	0	.42	.85	24.6	18.8	44.1	0	.77	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J ^ BAMBEY PLUVIAL STRICT  
ANNEE 1979

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS LE : 16.08.79

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIN	11-15	42	.62	0	0	-14.6	78.4	0	0	0	0	0
JUIN	16-20	28	1	.37	13.5	20.8	85.6	0	0	1	0	0
JUIN	21-25	7	.72	.46	18.9	18.9	68.7	0	0	1	0	0
JUIN	26-30	5	.59	.53	21.7	20.5	53.2	0	.94	1	0	0
JUIL	1-5	0	.4	.59	31.2	19.4	39.8	0	.82	12	0	0
JUIL	6-10	10	.47	.64	28.2	21.2	60.7	0	.75	7	0	0
JUIL	11-15	12	.59	.72	23	22.5	50.2	0	.98	1	0	0
JUIL	16-20	24	.7	.87	27.8	26.8	47.8	0	.95	1	0	0
JUIL	21-25	1	.16	.89	29.8	10.4	38.2	0	.85	19	0	0
JUIL	26-31	12	.26	.85	34.2	13.1	46.1	0	.98	21	0	0
AOUT	1-5	22	.64	.81	23.9	22.8	45.5	0	.95	1	0	0
AOUT	6-10	8	.48	.79	29.3	19.7	31.7	0	.85	4	0	0
AOUT	11-IS	0	.3	.78	33.7	15	16.7	0	.44	19	0	0
AOUT	16-20	0	.10	.77	33.9	9.0	7.1	0	.29	24	0	0
AOUT	21-25	0	.68	.74	24.1	23	11.1	0	.98	1	0	0
AOUT	26-31	52	.89	.89	25.2	25.2	73.9	0	.8	1	0	0
SEPT	1-S	2	.71	.85	19.5	19.5	56.4	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	19	.71	.85	19.5	19.5	55.9	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	30	.81	.85	19.5	19.5	66.4	0	.8	1	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J ^ BAMBEY PLUVIAL STRICT  
ANNEE 1988

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS LE : 0.08.80

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
AOUT	I-S	4	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0
AOUT	6-10	100	.7	.37	10.4	30.4	61.0	0	0	1	0	0
AOUT	11-IS	48	1	.46	15.4	15.4	92.2	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	24	1	.53	17.0	17.0	98.5	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	4	.78	.59	18	18	84.5	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	31	.99	.64	23.4	23.4	92.1	0	0	1	0	0
SEPT	1-S	59	.72	.72	20.5	20.5	129.5	0	1.1	1	0	0
SEPT	6-10	44	1	.87	26.1	26.1	123.9	0	23.5	1	0	0
SEPT	11-15	21	.87	.89	27.6	27.6	117.3	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	1	.89	.85	26.4	25.2	93.1	0	.98	1	0	0
SEPT	21-25	4	.85	.81	24.3	24.3	74.1	0	.95	1	0	0
SEPT	26-30	0	.49	.79	28.4	27.9	52.1	0	.77	0	0	0
OCTO	I-S	0	.53	.78	32.8	24.6	34.9	0	.53	0	0	0
OCTO	6-10	0	.84	.77	27	27	99.3	0	.71	0	0	0
OCTO	11-15	0	.21	.74	31.5	28.8	19.5	0	.38	0	0	0
OCTO	16-20	0	.13	.80	20	21.5	49.2	0	.33	0	0	0
OCTO	21-25	0	.87	.85	28.5	18.7	2.5	0	.28	0	0	0
OCTO	26-31	0	.82	.85	34.2	2.5	0	0	.87	0	0	0
NOVE	1-5	0	.42	.85	24.6	18.8	0	0	.77	0	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J ^ BAMBEY IRRIGUEE  
ANNEE 1979

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARABO

SEMIS LE : 16.08.79

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIN	11-15	42	.62	0	0	-14.6	78.4	0	0	0	0	0
JUIN	16-20	28	1	.37	13.5	20.8	85.6	0	0	1	0	0
JUIN	21-25	7	.72	.46	18.9	18.9	68.7	0	0	1	0	0
JUIN	26-30	5	.59	.53	21.7	20.5	53.2	0	.94	1	0	0
JUIL	1-5	0	.4	.59	31.2	19.4	39.8	0	.82	12	0	0
JUIL	6-10	10	.47	.64	28.2	21.2	60.7	0	.75	7	0	0
JUIL	11-15	12	.59	.72	23	22.5	50.2	0	.98	1	0	0
JUIL	16-20	24	.7	.87	27.8	26.8	47.8	0	.95	1	0	0
JUIL	21-25	1	.16	.89	29.8	10.4	38.2	0	.85	19	0	0
JUIL	26-31	12	.26	.85	34.2	13.1	46.1	0	.98	21	0	0
AOUT	1-5	22	.64	.81	23.9	22.8	45.5	0	.95	1	0	0
AOUT	6-10	8	.48	.79	29.3	19.7	31.7	0	.85	4	0	0
AOUT	11-15	0	.3	.78	33.7	15	16.7	0	.44	19	0	0
AOUT	16-20	0	.10	.77	33.9	9.0	7.1	0	.29	24	0	0
AOUT	21-25	0	.68	.74	24.1	23	11.1	0	.98	1	0	0
AOUT	26-31	52	.89	.89	25.2	25.2	73.9	0	.8	1	0	0
SEPT	1-5	2	.71	.85	19.5	19.5	56.4	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	19	.71	.85	19.5	19.5	55.9	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	30	.81	.85	19.5	19.5	66.4	0	.8	1	0	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHZOE 90J A BAMBEY PLUVIAL  
ANNEE 1981

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARAG0

SEMIS LE : 27.07.81

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETH	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	21-25	38	0	0	0	-17.4	2.8	0	0	0	0	0
JUIL	26-31	14	.7	.92	12.8	10.8	15.8	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	73	.7	.53	12.5	15.1	78.3	0	0	1	0	0
AOUT	6-10	18	1				79.2	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	8	.84	.59	17.1	17.1	71.1	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	8	.74				60.5	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	2	.58	.72	18.6	19.4	43.1	0	0	.95	1	0
AOUT	26-31	37	.55	.87	20.3	23.5	38.6	0	0	.89	5	0
SEPT	1-5	2	.52				36.8	0	0	.83	5	0
SEPT	6-10	22	.32	.88	25.5	26.7	42.2	0	0	.84	0	0
SEPT	11-15	158	1				132.8	0	46.2	1	0	0
SEPT	16-20	27	1	.91	17.4	17	193	0	9.8	1	0	0
SEPT	21-25	5	.92	.78	25	25	113.1	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	0	.75	.77	28.6	20.1	84	0	0	.98	0	0
OCTO	1-5	0	.58	.74	32	25.8	58.4	0	0	.8	8	0
OCTO	6-10	1	.4	.88	24.5	19.2	41.2	0	0	.74	6	0
OCTO	11-15	2	.29	.85	20.5	14.7	28.5	0	0	.72	8	0
OCTO	16-20	0	.19	.85	24.6	12.1	18.3	0	0	.49	12	0
OCTO	21-25	5	.14	.85	26.3	10.4	11	0	0	.39	18	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90J A BAMBEY IRRIGUEE  
ANNEE 1981

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARAG0

SEMIS LE : 27.07.81

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETH	ETR	RES	RUS	OR	SATIS	DEFI	ZRRZG
JUIL	21-25	30	0	0	0	-17.4	21.8	0	0	0	0	0
JUIL	26-31	14	.7	.37	12.0	10.6	15.8	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	73	.7	.48	12.5	12.5	76.3	0	0	1	0	0
AOUT	6-10	18	1	.53	15.1	15.1	70.2	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	8	.84	.59	17.1	17.1	71.1	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	8	.74	.84	18.6	18.6	60.5	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	2	.58	.72	20.5	10.4	43.1	0	0	.95	1	0
AOUT	26-31	37	.55	.87	28.3	23.5	56.6	0	0	.89	5	0
SEPT	1-5	2	.52		26.7	26.7	84.9	0	0	1	0	53
SEPT	6-10	22	.32	.88	25.5	25.5	81.4	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	158	1	.81	17.4	17.4	132.8	0	87.4	1	0	0
SEPT	16-20	27	1	.79	17	17	133	0	0.8	1	0	0
SEPT	21-25	5	.92	.78	25	25	113.1	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	0	.75	.77	29.6	29.1	84	0	0	.98	0	0
OCTO	1-5	0	.58	.74	32	25.6	58.4	0	0	.8	8	0
OCTO	6-10	1	.4	.88	24.5	16.2	41.2	0	0	.74	6	0
OCTO	11-15	2	.29	.85	20.5	14.7	28.5	0	0	.72	8	0
OCTO	16-20	0	.46	.85	24.6	19.7	48.8	0	0	.8	5	4%
OCTO	21-25	5	.38	.85	26.9	17.5	36.3	0	0	.67	0	0

SZHULATZON BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 90J A BAMBEY PLUVIAL  
ANNEE 1982

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARAG0

SEMIS LE : 19.07.82

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETH	ETR	RES	RUS	OR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	6-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUIL	11-15	77	.7	.37	12.4	25.8	51.2	0	0	1	0	0
JUIL	16-20	17	.80	.48	15.4	15.4	52.8	0	0	1	0	0
JUIL	21-25	24	1	.53	17.6	17.6	59	0	0	1	0	0
JUIL	28-31	39	1	.59	23.7	23.7	74.3	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	0	.88	.84	23.4	22.5	51.8	0	0	.98	1	0
AOUT	8-10	38	.92	.72	22	22	67.0	0	0	1	0	0
AOUT	11-15	40	1	.87	21.1	21.1	88.8	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	2	.72	.89	22.7	22.6	68.2	0	0	.99	0	0
AOUT	21-25	65	1	.85	20.8	20.8	110.8	0	0	1	0	0
AOUT	26-31	33	1	.81	24.6	24.6	116.0	0	0	1	0	0
SEPT	1-5	41	1	.79	21.3	21.3	128.7	0	0.0	1	0	0
SEPT	8-10	24	1	.78	21.1	21.1	126.0	0	2.7	1	0	a
SEPT	11-15	11	.83	.77	16.1	18.1	121.6	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	13	.8	.74	17.4	17.4	117.5	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	6	.82	.88	20.7	20.7	102.7	0	0	1	0	0
SEPT	28-30	1	.89	.85	10.6	18.8	83.8	0	0	1	0	0
OCTO	1-5	0	.58	.85	23.8	21.3	82.8	0	0	.91	1	1
OCTO	6-10	0	.42	.85	23.8	18.5	44	0	0	.78	5	e

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J A BAMBEY PLUVIAL STRICT  
ANNEE 1984

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE AR00

SEMIS TS : 10.07.84

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	1-5	0	.34	0	0	-8.9	57.7	0	0	0	0	0
JUIL	6-10	15	.37	.37	13.7	21.1	51.8	0	0	1	0	0
JUIL	11-15	0	.01	.70	17.9	17.9	33.7	0	0	1	0	0
JUIL	16-20	0	.16	.55	20.7	11.1	22.5	0	0	.54	10	0
JUIL	21-25	21	.3	.59	20.1	14.9	28.7	0	0	.74	5	0
JUIL	26-31	23	.41	.64	28.1	19	32.7	0	0	.73	7	0
AOUT	1-5	73	.7	.72	22	21.7	83.9	0	0	.99	0	0
AOUT	6-10	0	.69	.87	31.8	29.8	54.2	0	0	.84	2	0
AOUT	11-15	0	.41	.89	39.5	19.7	34.5	0	0	.5	20	0
AOUT	16-20	47	.47	.85	31.5	22.1	59.4	0	0	.7	9	0
AOUT	21-25	7	.63	.81	27.1	24.7	41.7	0	0	.91	2	0
AOUT	26-31	0	.39	.79	38.1	18.8	22.9	0	0	.49	19	0
SEPT	1-5	0	.22	.73	28.5	12.8	10.1	0	0	.35	10	0
SEPT	6-10	36	.44	.77	23.5	18.9	27.3	0	0	.8	5	0
SEPT	11-15	51	.74	.74	19	19	59.3	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	0	.58	.89	22	20.3	20	0	0	.02	2	0
SEPT	21-25	28	.61	.05	17.8	17.8	47.4	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	0	.15	.65	21.1	18.1	29.3	0	0	.86	3	0
OCTO	1-5	5	.32	.05	17.9	14.8	18.5	0	0	.83	3	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J A BAMBEY PLUVIAL  
ANNEE 1983

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE AR00

SEMIS TS : 22.08.83

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIN	16-20	72	.18	0	0	-15.8	50.4	0	0	0	0	0
JUIN	21-25	0	.9	.37	17.5	17.5	38.9	0	0	1	0	0
JUIN	26-30	0	.39	.46	21.8	17.3	21.0	0	0	.79	1	0
JUIL	1-5	2	.12	.53	20.1	9.5	14	0	0	.47	11	0
JUIL	6-10	5	.04	.59	22.1	6.4	12.6	0	0	.29	10	0
JUIL	11-15	2	.6	.64	28.2	5	9.7	0	0	.19	21	0
JUIL	16-20	0	0	.72	35.1	5.4	1.2	0	0	.15	30	0
JUIL	21-25	0	0	.87	46.5	1.2	0	0	0	.09	42	0
JUIL	26-31	0	0	.89	57	0	0	0	0	0	57	0
AOUT	1-5	3	0	.85	32.7	1	0	0	0	.12	29	0
AOUT	6-10	42	.74	.81	31.2	30.4	11.8	0	0	.98	1	0
AOUT	11-15	0	.31	.79	28.4	18.1	1.5	0	0	.57	12	0
AOUT	16-20	0	.03	.78	33.7	1.5	0	0	0	.04	32	0
AOUT	21-25	29	.5	.77	23.1	18.9	8.1	0	0	.88	3	0
AOUT	26-31	38	.78	.74	28.8	28.8	17.5	0	0	1	0	0
SEPT	1-5	0	.31	.88	28.8	18.1	1.4	0	0	.8	11	0
SEPT	6-10	18	.34	.65	21.4	18.2	3.2	0	0	.78	5	0
SEPT	11-15	14	.3	.55	20.2	15	2.1	0	0	.75	5	0
SEPT	16-20	0	.04	.05	24.2	2.1	0	0	0	.89	22	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J IRRIGUEE  
ANNEE 1984

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE AR00

SEMIS TS : 10.07.84

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	1-5	0	.34	0	0	-8.9	57.7	0	0	0	0	0
JUIL	6-10	15	.37	.37	13.7	21.1	51.8	0	0	1	0	0
JUIL	11-15	0	.01	.70	17.9	17.9	33.7	0	0	1	0	0
JUIL	16-20	0	.16	.55	20.7	11.1	22.5	0	0	.54	10	0
JUIL	21-25	21	.3	.59	20.1	14.9	28.7	0	0	.74	5	0
JUIL	26-31	23	.41	.64	28.1	19	32.7	0	0	.73	7	0
AOUT	1-5	73	.7	.72	22	21.7	83.9	0	0	.99	0	0
AOUT	6-10	0	.69	.87	31.8	29.8	54.2	0	0	.84	2	0
AOUT	11-15	0	.41	.89	39.5	19.7	34.5	0	0	.5	20	0
AOUT	16-20	47	.47	.85	31.5	22.1	59.4	0	0	.7	9	0
AOUT	21-25	7	.63	.81	27.1	24.7	41.7	0	0	.91	2	0
AOUT	26-31	0	.39	.79	38.1	18.8	22.9	0	0	.49	19	0
SEPT	1-5	0	.22	.73	28.5	12.8	10.1	0	0	.35	10	0
SEPT	6-10	36	.44	.77	23.5	18.9	27.3	0	0	.8	5	0
SEPT	11-15	51	.74	.74	19	19	59.3	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	0	.58	.89	22	20.3	20	0	0	.02	2	0
SEPT	21-25	28	.61	.05	17.8	17.8	47.4	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	0	.15	.65	21.1	18.1	29.3	0	0	.86	3	0
OCTO	1-5	5	.32	.05	17.9	14.8	18.5	0	0	.83	3	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 00J A BAMBEY IRRIGUEE  
ANNEE 1983

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE AR00

SEMIS TS : 22.08.83

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIN	16-20	72	.18	0	0	-15.8	50.4	0	0	0	0	0
JUIN	21-25	0	.9	.37	17.5	17.5	38.9	0	0	1	0	0
JUIN	26-30	0	.39	.46	21.8	17.3	21.6	0	0	.79	1	0
JUIL	1-5	2	.12	.53	20.1	9.5	14	0	0	.47	11	0
JUIL	6-10	5	.04	.59	22.1	6.4	12.6	0	0	.29	10	0
JUIL	11-15	2	.6	.64	28.2	5	9.7	0	0	.19	21	0
JUIL	16-20	0	0	.72	35.1	5.4	1.2	0	0	.15	30	0
JUIL	21-25	0	0	.87	46.5	1.2	0	0	0	.09	42	0
JUIL	26-31	0	0	.89	57	0	0	0	0	0	57	0
AOUT	1-5	3	0	.85	32.7	1	0	0	0	.12	29	0
AOUT	6-10	42	.74	.81	31.2	30.4	11.8	0	0	.98	1	0
AOUT	11-15	0	.31	.79	28.4	18.1	1.5	0	0	.57	12	0
AOUT	16-20	0	.03	.78	33.7	1.5	0	0	0	.04	32	0
AOUT	21-25	29	.5	.77	23.1	18.9	8.1	0	0	.88	3	0
AOUT	26-31	38	.78	.74	28.8	28.8	17.5	0	0	1	0	0
SEPT	1-5	0	.31	.88	28.8	18.1	1.4	0	0	.8	11	0
SEPT	6-10	18	.34	.65	21.4	18.2	3.2	0	0	.78	5	0
SEPT	11-15	14	.3	.55	20.2	15	2.1	0	0	.75	5	0
SEPT	16-20	0	.04	.05	24.2	2.1	0	0	0	.89	22	0

ANNEE : 1985 MIL 90 J. 90 jours

\*RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 96. mm PLUIE POUR LE SEMIS PRECOCE : 37. mm\*  
 \*SEUIL DE RUISSELLEMENT : 0 mm DOSE D'IRRIGATION AU SEMIS : 0 mm\*  
 \*COEFFICIENT D E RUISSELLEMENT : 0 mm DOSE EN COURS DE CULTURE : 0 mm\*

PERIODES	P	HR	K	ETM	ETR	RES	RU-I	DR	SATIS	DEFI	RESS	FRONT
JUIN 5	E	PE	6.7	.08	.00	.0	7.7	.0	.0	.00	.0	1.3
JUIN 6	E	PE	24.9	.26	.00	.0	17.4	7.5	.0	.00	.0	1.0
JUIL 1	E	PE	3.6	.12	.00	.0	8.4	2.7	.0	.00	.0	1.3
JUIL 2	E	PE	4.8	.08	.00	.0	7.5	.0	.0	.00	.0	1.3

MIL 90 J.

JUIL 3	E	PE	37.0	1.00	.28	8.5	8.5	28.5	.0	.0	1.00	.0	1.0	37.3
JUIL 4	E	PE	29.8	1.00	.31	9.5	9.5	48.8	.0	.0	1.00	.0	1.0	58.3
JUIL 5	E	PE	27.7	1.00	.37	11.1	11.1	65.4	.0	.0	1.00	.0	1.0	77.3
JUIL 6	E	PE	3.8	.90	.42	15.1	14.8	54.4	.0	.0	.98	.3	.0	77.3
AOUT 1	E	FE	2.8	.75	.55	17.6	16.3	40.7	.0	.0	.94	1.1	.0	77.3
AOUT 2	E	PE	28.5	.90	.68	21.8	20.5	48.7	.0	.0	.94	1.2	1.0	77.3
AOUT 3	E	PE	49.8	1.00	.85	20.4	19.6	76.4	.0	2.5	.96	.8	1.5	96.3
AOUT 4	E	PE	32.6	1.00	1.02	24.5	23.2	72.8	.0	13.0	.95	1.3	1.0	96.3
AOUT 5	E	PE	2.0	.78	1.06	28.6	25.7	49.1	.0	.0	.90	2.9	.0	96.3
AOUT 6	E	PE	63.0	1.00	1.10	35.6	33.7	62.3	.0	16.1	.94	2.0	2.0	96.3
SEPT 1	E	PE	17.2	.83	1.09	24.0	22.2	57.4	.0	.0	.92	1.8	.0	96.3
SEPT 2	E	PE	8.5	.69	1.38	23.8	20.7	45.2	.0	.0	.87	3.1	.0	96.3
SEPT 3	E	FE	48.9	.98	1.00	27.5	26.0	68.1	.0	.0	.94	1.5	1.5	96.3
SEPT 4	E	FE	11.0	.82	.92	25.3	23.3	55.8	.0	.0	.92	2.0	.0	96.3
SEPT 5	E	FE	.0	.58	.88	24.6	19.7	36.1	.0	.0	.80	4.9	.0	96.3
SEPT 6	E	PE	32.5	.71	.84	23.5	20.8	47.7	.0	.0	.89	2.7	1.0	96.3
OCTO 1	E	PE	10.9	.61	.81	30.0	23.1	35.5	.0	.0	.77	6.8	.0	96.3
OCTO 2	E	PE	.0	.37	.78	28.9	15.2	20.3	.0	.0	.53	13.6	.0	96.3

OCTO 3	E	FE	.0	.21	.00	.0	6.3	14.0	.0	.0	.00	.0	.0	1.3
OCTO 4	E	FE	.0	.15	.00	.0	6.3	7.7	.0	.0	.00	.0	.0	1.3
OCTO 5	E	FE	.0	.08	.00	.0	7.1	.0	.0	.00	.0	.0	1.3	
OCTO 6	E	FE	.0	.00	.00	.0	.0	.0	.0	.00	.0	.0	1.3	

?@!AUX : 0. SOMETP 3035. 400: 415. 0. 32. 46. 12.

\*\*\*INDICE DE SATISFACTION ETR/ETM\*\*\*

\*\*\*\*\*IDV\*\*\*FL1\*\*\*FL2\*\*\*MATUR\*\*\*CYCLE\*\*\*\*\*ETR CULTURE\*\*  
 .98 .94 .92 .75 .88 354.2

\*\*\*\*\*

ANNEE : 1985 M L 90 J. 90 jours

\*RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 96. mm PLUIE FOUR LE SEMIS PRECOCE : 37. mm\*  
 \*SEUIL D E RUISSELLEMENT : 0 mm DOSE D'IRRIGATION AU SEMIS : 0 mm\*  
 \*COEFFICIENT D E RUISSELLEMENT : 0 mm DOSE EN COURS DE CULTURE : 0 mm\*

PERIODES	P	HR	K	ETM	ETR	RES	RU-I	DR	SATIS	DEFI	RESS	FRONT
JUIN 5	E	PE	6.7	.08	.00	.0	7.7	.0	.0	.00	.0	1.3
JUIN 6	E	PE	24.9	.26	.00	.0	17.4	7.5	.0	.00	.0	1.0
JUIL 1	E	FE	3.6	.12	.00	.0	8.4	2.7	.0	.00	.0	1.3
JUIL 2	E	FE	4.8	.08	.00	.0	7.5	.0	.0	.00	.0	1.3

MIL 90 J.

JUIL 3	E	FE	37.0	1.00	.28	8.5	8.5	28.5	.0	.0	1.00	.0	1.0	37.3
JUIL 4	E	FE	29.8	1.00	.31	9.5	9.5	48.8	.0	.0	1.00	.0	1.0	58.3
JUIL 5	E	FE	27.7	1.00	.37	11.1	11.1	65.4	.0	.0	1.00	.0	1.0	77.3
JUIL 6	E	PE	3.8	.90	.42	15.1	14.8	54.4	.0	.0	.98	.3	.0	77.3
AOUT 1	E	PE	2.8	.75	.55	17.6	16.5	40.7	.0	.0	.94	1.1	.0	77.3
AOUT 2	E	PE	28.5	.90	.68	21.8	20.5	48.7	.0	.0	.94	1.2	1.0	77.3
AOUT 3	E	PE	49.8	1.00	.85	20.4	19.6	76.4	.0	2.5	.96	.8	1.5	96.3
AOUT 4	E	PE	32.6	1.00	1.02	24.5	23.2	72.8	.0	13.0	.95	1.3	1.0	96.3
AOUT 5	E	FE	2.0	.78	1.06	28.6	25.7	49.1	.0	.0	.90	2.9	.0	96.3
AOUT 6	E	FE	63.0	1.00	1.10	35.6	33.7	62.3	.0	8.1	.94	2.0	1.5	96.3
SEPT 1	E	FE	17.2	.83	1.09	24.0	22.2	57.4	.0	.0	.92	1.8	.0	96.3
SEPT 2	E	FE	8.5	.69	1.08	23.8	20.7	45.2	.0	.0	.87	3.1	.0	96.3
SEPT 3	E	FE	33.9	.82	1.00	27.5	25.3	53.8	.0	.0	.92	2.2	1.0	96.3
SEPT 4	E	PE	11.0	.67	.92	25.3	21.6	43.1	.0	.0	.85	3.7	.0	96.3
SEPT 5	E	FE	.0	.45	.88	24.6	17.1	26.1	.0	.0	.69	7.6	.0	96.3
SEPT 6	E	FE	4.5	.32	.84	23.5	13.7	16.9	.0	.0	.58	9.9	.0	96.3
OCTO 1	E	FE	10.9	.29	.81	30.0	12.2	15.6	.0	.0	.41	17.7	.0	96.3
OCTO 2	E	FE	.0	.16	.78	28.9	7.9	7.7	.0	.0	.27	21.0	.0	96.3

OCTO 3	E	FE	.0	.08	.00	.0	6.3	1.4	.0	.0	.00	.0	.0	1.3
OCTO 4	E	FE	.0	.01	.00	.0	1.4	.0	.0	.00	.0	.0	1.3	
OCTO 5	E	FE	.0	.00	.00	.0	.0	.0	.0	.00	.0	.0	1.3	
OCTO 6	E	FE	.0	.00	.00	.0	.0	.0	.0	.00	.0	.0	1.3	

TOTAUX : 0. SOMETP 3035. 400. 372. 0. 24. 76. 10.

\*\*\*INDICE DE SATISFACTION ETR/ETM\*\*\*

\*\*\*\*\*IDV\*\*\*FL1\*\*\*FL2\*\*\*MATUR\*\*\*CYCLE\*\*\*\*\*ETR CULTURE\*\*  
 .98 .94 .89 .49 .81 323.8

\*\*\*\*\*

ANNEE : 1985 ARACHIDE 90 90 jours

\*\*\*\*\*  
 \*RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 96.mm PLUIE POUR LE SEMIS PRECOCE : 37.mm\*  
 \*SEUIL DE RUISSELLEMENT : 0 mm DOSE D'IRRIGATION AU SEMIS : 0 mm\*  
 \*COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT: 0 mm DOSE EN COURS DE CULTURE : 0mm\*  
 \*\*\*\*\*

PERIODES : P HR K ETM ETR RES RU I DR SATIS DEFI RESS FRONT  
 \*\*\*\*\*  
 JUIN 5 E PE 6.7 .08 .00 .0 7.7 .0 .0 .0 .00 .0 .0 1.\*  
 JUIN 6 E PE 24.9 .26 .00 .0 17.4 7.5 .0 .0 .00 .0 1.0 1.\*  
 JUIL 1 E PE 3.6 .12 .00 .0 8.4 2.7 .0 .0 .00 .0 .0 1.\*  
 JUIL 2 E PE 4.8 .08 .00 .0 7.5 .0 .0 .0 .00 .0 .0 1.\*  
 \*\*\*\*\*

ARACHIDE 90

JUIL 3 E PE 37.0 1.00 .37 11.3 11.3 25.7 .0 .0 1.00 .0 1.0 37.\*  
 JUIL 4 E PE 29.8 1.00 .46 14.0 14.0 41.5 .0 .0 1.00 .0 1.0 56.\*  
 JUIL 5 E PE 27.7 1.00 .53 15.9 15.8 53.4 .0 .0 .99 .1 1.0 69.\*  
 JUIL 6 E PE 3.8 .83 .59 21.2 19.8 37.4 .0 .0 .93 1.5 .0 69.\*  
 AOUT 1 E PE 2.8 .58 .64 20.5 17.5 22.7 .0 .0 .86 3.0 .0 69.\*  
 AOUT 2 E PE 28.5 .74 .72 23.0 20.7 30.5 .0 .0 .90 2.3 1.0 69.\*  
 AOUT 3 E PE 49.8 1.00 .87 20.9 20.0 60.3 .0 .0 .96 .9 1.5 80.\*  
 AOUT 4 E PE 32.6 1.00 .89 21.4 20.4 72.5 .0 .0 .96 .9 1.0 93.\*  
 AOUT 5 E PE 2.0 .80 .85 23.0 21.1 53.4 .0 .0 .92 1.9 .0 93.\*  
 AOUT 6 E PE 55.0 1.00 .81 26.2 24.8 71.2 .0 12.4 .94 1.5 1.5 96.\*  
 SEPT 1 E PE 17.2 .92 .79 17.4 16.7 71.7 .0 .0 .96 .6 .0 96.\*  
 SEPT 2 E PE 8.5 .84 .78 17.2 16.4 63.8 .0 .0 .95 .8 .0 96.\*  
 SEPT 3 E PE 33.9 1.00 .77 21.2 20.3 75.7 .0 1.7 .96 .9 1.0 96.\*  
 SEPT 4 E PE 11.0 .90 .74 20.4 19.3 67.5 .0 .0 .95 1.1 .0 96.\*  
 SEPT 5 E PE .0 .70 .68 19.0 17.4 50.0 .0 .0 .92 1.6 .0 96.\*  
 SEPT 6 E PE 4.5 .57 .65 18.2 16.1 38.4 .0 .0 .89 2.1 .0 96.\*  
 OCTO 1 E PE 10.9 .51 .65 24.0 18.2 31.1 .0 .0 .76 5.8 .0 96.\*  
 OCTO 2 E PE .0 .32 .65 24.0 13.8 17.2 .0 .0 .57 10.2 .0 96.\*  
 \*\*\*\*\*

OCTO 3 E PE .0 .18 .00 .0 6.3 10.9 .0 .0 .00 .0 .0 1.\*  
 OCTO 4 E PE .0 .11 .00 .0 6.3 4.6 .0 .0 .00 .0 .0 1.\*  
 OCTO 5 E PE .0 .05 .00 .0 4.6 .0 .0 .0 .00 .0 .0 1.\*  
 OCTO 6 E PE .0 .00 .00 .0 .0 .0 .0 .0 .00 .0 .0 1.\*  
 \*\*\*\*\*

TOTAUX : 0. SOMETP 3035. 359. 382. 0. 14. 35. 10.

\*\*\*\*INDICE DE SATISFACTION ETR/ETM \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*IDV\*\*\*\*FL1\*\*\*\*FL2\*\*\*\*MATUR\*\*\*\*CYCLE\*\*\*\*ETR CULTURE\*\*

.96 .93 .95 .84 .90 323.7



SIMULATION BILAN HYDRIQUE MIL SOUNA 3 PLUVIAL  
ANNEE 1985

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE MILS3

SEMIS LE : 12.07.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	6-10	5	0	0	0	-6.2	0	0	0	0	0	0
JUIL	11-15	37	.7	.28	8.5	14.6	22.4	0	0	1	0	0
JUIL	16-20	30	.7	.31	9.5	9.5	42.9	0	0	1	0	0
JUIL	21-25	28	.7	.37	11.1	11.1	SQ.8	0	0	1	0	0
JUIL	26-31	3	.79	.42	15.1	15.1	47.7	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	3	.41	.55	17.6	16.1	34.6	0	0	.Q1	1	0
MUT	6-10	30	.61	.68	21.8	20.7	43.6	0	0	QS	1	0
AOUT	11-15	50	.7	.85	20.4	20.4	73.4	0	0	1	1	1
AOUT	16-20	33	1	1.02	24.5	24.5	82	0	0	1	1	1
MUT	21-25	2	.69	1.06	26.6	27	56.9	0	0	.94	2	0
MUT	26-31	56	1	1.1	35.6	35.6	77.3	0	0	1	0	0
SEPT	1-5	18	.84	1.09	24	24	71.3	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	8	.7	1.08	23.8	23.3	56	0	0	.98	0	0
SEPT	11-15	34	.8	1	27.5	27.5	62.5	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	11	.65	.92	25.3	23.8	48.7	0	0	.94	1	0
SEPT	21-25	0	.44	.88	29.6	20.6	29.1	0	0	.7	0	0
SEPT	26-30	5	.83	.84	23.5	15.6	18.5	0	0	.66	8	0
DCTD	1-5	11	.28	.81	30	14.2	15.3	0	0	.47	16	0
QCTO	6-10	0	.14	.78	341.6	8.5	6.8	0	0	.25	26	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE MIL SOUNA 3 IRRIGUE:  
ANNEE 1985

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE MILS3

SEMIS LE : 12.07.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	8-10	5	0	0	0	-8.2	0	0	0	0	0	0
JUIL	11-15	37	.7	.28	8.5	14.6	22.4	0	0	1	0	0
JUIL	16-20	30	.7	.31	9.5	9.5	42.9	0	0	1	0	0
JUIL	21-25	28	.7	.37	11.1	11.1	59.6	0	0	1	0	0
JUIL	26-31	3	.79	.42	15.1	15.1	47.7	0	0	1	0	0
AOUT	1-5	3	.41	.55	17.6	16.1	34.6	0	0	.91	1	0
AOUT	6-10	30	.61	.68	21.8	20.7	43.8	0	0	.95	1	0
AOUT	11-15	50	.7	.85	20.4	20.4	73.4	0	0	1	0	0
Mur	16-20	33	1	1.02	24.5	24.5	82	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	2	.69	2.06	26.6	27	56.9	0	0	.94	2	0
AOUT	26-31	56	1	1.1	35.6	35.6	85.3	0	0	1	0	8
SEPT	1-5	18	.85	1.09	24	24	79.3	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	8	.72	1.08	23.8	23.5	63.8	0	0	.99	0	0
SEPT	16-15	34	.93	1	27.5	27.5	85.3	0	0	1	0	15
SEPT	1-20	11	.8	.92	25.3	25.3	71	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	0	.59	.88	29.6	25.2	45.8	0	0	.85	4	0
SEPT	26-30	5	.65	.84	23.5	22.5	56.3	0	0	.96	1	28
DCTD	1-5	11	.58	.81	30	24.5	42.8	0	0	.82	5	0
OCTO	6-10	0	.35	.78	34.6	17.3	25.5	0	0	.5	17	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 55 437 PLUVIALE  
ANNEE 1985

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARAG0

SEMIS LE : 15.07.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	6-10	5	0	0	0	-6.2	0	0	0	0	0	0
JUIL	11-15	37	.7	.37	11.3	17.4	19.6	0	0	1	0	0
JUIL	16-20	30	.7	.46	14	14	35.6	0	0	1	0	la
JUIL	21-25	28	.7	.53	15.9	15.9	47.7	0	0	1	0	la
JUIL	26-31	3	.5	.59	21.2	19	31.7	0	0	.89	2	0
AOUT	1-5	3	.25	.64	20.5	13.6	21.1	0	0	.66	7	0
AOUT	6-10	30	.5	.72	23	20	31.1	0	0	.87	3	0
AOUT	11-15	50	.7	.87	20.9	20.9	60.3	0	0	1	0	0
AOUT	16-20	33	1	.89	21.4	21.4	71.9	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	2	.69	.85	23	22.5	51.4	0	0	.98	0	0
AOUT	26-31	56	1	.81	26.2	26.2	81.2	0	0	1	0	la
SEPT	1-5	18	.92	.79	17.4	17.4	81.3	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	8	.84	.78	17.2	17.2	72.6	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	34	.99	.77	21.2	21.2	85.1	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	11	.9	.74	20.4	20.4	76.1	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	0	.71	.68	22.8	22.6	53.5	0	0	.99	0	0
SEPT	26-30	5	.54	.65	18.2	17.8	40.8	0	0	.98	0	0
OCTO	1-5	11	.48	.65	24.1	20	31.7	0	0	.83	4	la
OCTO	6-10	0	.3	.65	28.9	15.5	16.2	0	0	.54	13	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE ARACHIDE 55 437 IRRIGUEE  
ANNEE 1985

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE ARAG0

SEMIS LE : 15.01.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	6-10	5	0	0	0	-8.2	0	0	0	0	0	la
JUIL	11-15	37	.7	.37	11.3	17.4	19.6	0	0	1	0	la
JUIL	16-20	30	.7	.46	14	14	35.6	0	0	1	0	0
JUIL	21-25	28	.7	.53	15.9	15.9	47.7	0	0	1	0	0
JUIL	26-31	3	.5	.59	21.2	19	31.7	0	0	.89	2	0
AOUT	1-5	3	.25	.64	20.5	13.6	21.1	0	0	.66	7	0
AOUT	6-10	30	.7	.72	23	22.6	49.4	0	0	.98	0	21
AOUT	11-15	50	.7	.87	20.9	20.9	78.6	0	0	1	0	la
AOUT	16-20	33	1	.89	21.4	21.4	90.2	0	0	1	0	0
AOUT	21-25	2	.73	.85	23	22.8	88.4	0	0	.99	0	0
AOUT	26-31	56	1	.81	26.2	26.2	99.2	0	0	1	0	0
SEPT	1-5	18	.93	.79	17.4	17.4	99.8	0	0	1	0	0
SEPT	6-10	8	.86	.78	17.2	17.2	90.6	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	34	.99	.77	21.2	21.2	103.5	0	0	1	0	0
SEPT	16-20	11	.91	.74	20.4	20.4	94.1	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	0	.75	.68	22.8	22.8	71.3	0	0	1	0	0
SEPT	26-30	5	.81	.65	18.2	18.2	58.1	0	0	1	0	0
OCTO	1-5	11	.64	.65	24.1	22.7	57.4	0	0	.94	1	11
OCTO	6-10	0	.46	.65	28.9	21	36.3	0	0	.73	8	0

SIMULATION BILAN HYDRIQUE COMBO  
ANNEE 1985

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 130 MM  
TYPE VARIETE COMBO

SEMIS LE : 26.06.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIN	21-25	7	0	0	0	-7	0	0	0	0	0	0
JUIN	26-30	25	.7	.3	13.1	21.8	3.3	0	0	1	0	0
JUIL	1-5	4	.7	.3	12.8	12.8	14.7	0	0	1	0	20
JUIL	6-10	5	.7	.3	12.6	12.8	26.1	0	0	1	0	19
JUIL	11-15	37	.7	.SS	18.8	18.8	81.3	0	0	1	0	15
JUIL	16-20	30	1	.8	24.4	24.4	81.9	0	0	1	0	15
JUIL	21-25	29	1	.8	24	24	97.9	0	0	1	0	12
JUIL	26-31	3	.70	.8	28.8	28.8	78.1	0	0	1	0	6
AOUT	1-5	3	.78	.8	25.8	25.2	10	0	0	.98	0	20
AOUT	6-10	30	1	.8	25.8	25.8	89.4	0	0	1	0	19
AOUT	11-15	50	1	.8	19.2	19.2	118.8	0	35.4	1	0	10
AOUT	16-20	33	1	.8	19.2	19.2	118.8	0	13.8	1	0	0
AOUT	21-25	2	.98	.8	21.8	21.8	103.2	0	0	1	0	12
AOUT	26-31	50	1	.8	25.9	25.9	104.1	0	35.2	1	0	6
SEPT	1-5	18	.98	.8	18.7	18.7	109.4	0	0	1	0	8
SEPT	6-10	8	.8	.8	18.8	18.8	87.6	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	34	.8	.93	30.8	30.2	91.8	0	16.6	1	0	15

SIMULATION BILAN HYDRIQUE PATATE DOUCE IRRIGUEE  
ANNEE 1985

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 130 MM  
TYPE VARIETE PATATEDOUCHE

SEMIS LE : 14.07.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	11-15	37	0	0	0	-12.2	24.8	0	0	0	0	0
JUIL	16-20	30	.7	.3	8.2	21.4	48.5	0	0	1	0	15
JUIL	21-25	20	1	.3	9	9	79.5	0	0	1	0	12
JUIL	26-31	3	.8	.3	18.8	18.8	77.1	0	0	1	0	6
AOUT	1-5	3	.8	.SS	17.8	17.8	87.1	0	0	1	0	24
AOUT	6-10	30	1	.8	25.8	25.8	104.4	0	8.1	1	0	19
AOUT	11-15	50	1	.8	19.2	19.2	118.8	0	48.4	1	0	10
AOUT	16-20	33	1	.8	19.2	19.2	118.8	0	13.8	1	0	0
AOUT	21-25	2	.97	.8	21.8	21.8	104.2	0	0	1	0	13
AOUT	26-31	50	1	.8	25.9	25.9	104.1	0	37.2	1	0	7
SEPT	1-5	18	.98	.8	17.8	17.8	118.5	0	0	1	0	6
SEPT	6-10	8	.81	.8	17.8	17.8	100.9	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	34	1	.8	22	22	108.8	0	19.9	1	0	15
SEPT	16-20	11	.92	.8	22	22	97	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	0	.75	.8	28.8	28.8	89	0	0	.99	1	0
SEPT	26-30	5	.8	.8	25.2	25.2	78.8	0	0	1	0	30
OCTO	1-5	11	.98	.93	34.4	34.4	83.3	0	0	1	0	38
OCTO	6-10	0	.98	.95	42.2	42.2	85.2	0	0	1	0	34

SIMULATION BILAN HYDRIQUE MAIS ZM10 IRRIGUEE  
ANNEE 1985

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 150 MM  
TYPE VARIETE MAIS

SEMIS LE : 29.06.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIN	21-25	7	0	0	0	-7	0	0	0	0	0	0
JUIN	26-30	25	.7	.39	17	25.7	-7	0	0	1	0	0
JUIL	1-5	4	.63	.42	17.6	17.6	5.7	0	0	1	0	20
JUIL	6-10	5	.7	.45	18.9	18.9	10.8	0	0	1	0	19
JUIL	11-15	37	.7	.47	14.3	14.3	48.5	0	0	1	0	15
JUIL	16-20	30	.7	.5	15.3	15.3	78.2	0	0	1	0	15
JUIL	21-25	28	1	.54	16.2	16.2	102	0	0	1	0	12
JUIL	26-31	3	.81	.58	20.9	20.9	90.1	0	0	1	0	6
AOUT	1-5	3	.89	.66	21.1	21.1	96	0	0	1	0	24
AOUT	6-10	30	1	.74	29.1	29.7	121.3	0	0	1	0	19
AOUT	11-15	50	1	.76	18.2	19.2	131.8	0	37.3	1	0	10
AOUT	16-20	33	1	.79	19	19	131	0	14.8	1	0	0
AOUT	21-25	2	.97	.88	23.2	23.2	122.6	0	0	1	0	12
AOUT	26-31	50	1	.93	30.1	30.1	119.9	0	35.8	1	0	7
SEPT	1-5	18	.96	.93	20.5	20.5	123.4	0	0	1	0	6
SEPT	6-10	8	.88	.93	20.5	20.5	118.9	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	34	1	.92	25.3	25.3	124.7	0	8.9	1	0	15
SEPT	16-20	11	.9	.91	25	25	118.7	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	0	.74	.88	28.8	28.8	81.9	0	0	.97	1	0

RESERVE MAXIMALE UTILISABLE : 100 MM  
TYPE VARIETE AUBERGINE

SEMIS LE : 13.07.85

MOIS	JOURS	PLUIE	HR	K	ETM	ETR	RES	RUS	DR	SATIS	DEFI	IRRIG
JUIL	6-10	5	0	0	0	-8.2	0	0	0	0	0	0
JUIL	11-15	11	.7	.5	15.3	21.4	38.7	0	0	1	0	15
JUIL	16-20	30	.7	.65	19.8	19.8	55.8	0	0	1	0	15
JUIL	21-25	28	1	.8	24	24	71.8	0	0	1	0	12
JUIL	26-31	3	.74	.88	31.7	30.9	50	0	0	.97	1	6
AOUT	1-5	3	.7	.96	30.7	29.1	47.9	0	0	.85	2	24
AOUT	6-10	30	1	.96	30.7	30.7	66.2	0	0	1	0	19
AOUT	11-15	50	1	.98	23	23	77	0	32.2	1	0	10
AOUT	16-20	33	1	.96	23	23	77	0	10	1	0	0
AOUT	21-25	2	.82	.96	25.9	25.9	66	0	0	1	0	13
AOUT	26-31	50	1	.96	31.1	31.1	88.9	0	29	1	0	7
SEPT	1-5	18	.93	.98	21.1	21.1	71.8	0	0	1	0	6
SEPT	6-10	8	.8	1.06	23.3	23.3	50.5	0	0	1	0	0
SEPT	11-15	34	1	1.2-15	31.8	31.6	88.4	0	5-5	1	0	15
SEPT	16-20	11	.79	1.15	31.8	31.8	47.8	0	0	1	0	0
SEPT	21-25	0	.48	1.15	38.6	23.8	24.2	0	0	.81	15	0
SEPT	26-30	5	.69	1-15	32.2	32	33	0	0	.93	2	40
OCTO	1-5	11	.88	1.15	42.6	42.6	45.6	0	0	1	0	38
OCTO	6-10	0	.8	1.15	51.1	51.1	26.6	0	0	1	0	34